



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

NÁVRH POSTUPU ANALÝZY RIZIK V PROJEKTECH TECHNOLOGICKÉ PŘÍPRAVY SLÉVÁRENSKÉ VÝROBY

PROPOSAL OF A RISK ANALYSIS PROCEDURE IN TECHNOLOGICAL PREPARATION FOR FOUNDRY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Žaneta Krčálová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav soudního inženýrství
Studentka: **Bc. Žaneta Krčálová**
Studijní program: Rizikové inženýrství
Studijní obor: Řízení rizik firem a institucí
Vedoucí práce: **doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Návrh postupu analýzy rizik v projektech technologické přípravy slévárenské výroby

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Současné praxi se příprava na jednotlivé zakázky nerealizuje důsledně jako projekt, ale jako sekvenční posloupnost potřebných činností bez přihlédnutí k principům a zásadám projektového řízení. Pokud by se k tomu přistoupilo, např. v duchu normy ISO 21 500 o projektovém řízení, není obecně tuzemských firmách zvládnuta problematika řízení projektových rizik. Práce má navrhnout postupy, které je nutno při přechodu k projektovému pojetí implementace technologické přípravy zakázky zvládnout.

Cíle diplomové práce:

Cíle diplomové práce jsou následující:

Sestavit seznam doporučených hledisek pro identifikaci rizik při výrobních postupech ve slévárenství
Provést analýzu možných způsobů kvantifikace identifikovaných rizik a doporučit vhodný způsob hodnocení rizika.

Navrhnout doporučené zásady pro sestavování návrhů ke snížení zjištěných rizik

Pro vybrané případy zpracovat příklady použití doporučených postupů

Seznam doporučené literatury:

TICHÝ, Milík. Ovládání rizika: analýza a management. Vyd. 1. Praha: C.H. Beck, 2006, 396 s.

KORECKÝ, Michal.-TRNOVSKÝ, Václav. Management rizik projektů se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích. Praha: Grada Publishing, 2011, 583 s.

EN 62198:2014 Managing risk in projects – Application guidelines, UNMZ Praha

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Autorka diplomová práce se zabývá návrhem postupu analýzy rizik v projektech technologické přípravy slévárenské výroby. V současné době se problematice řízení rizik neklade příliš velká pozornost. Za pomoci analýzy současného stavu řízení rizik v projektech sériových a prototypových modelových zařízení dojde k identifikaci rizik v rámci probíraných procesů. Následně se navrhnou nápravná opatření pro zlepšení aktuálního stavu. Cílem této práce je tedy návrh kompletního řízení rizik v projektech technologické přípravy slévárenské výroby.

Abstract

The author of this diploma thesis deals with the Proposal of a Risk Analysis Procedure in Technological Preparation for Foundry. Risk management is not currently applied in much detail at this present time. Analysis of the present risk management process in serial and prototype model tools will lead to the identification of risks within this discussion. It is then proposed for corrective actions for improvement of managing the current status to be presented and discussed. Target of this thesis is therefore the proposal of an updated risk analysis procedure in technological preparation for foundry.

Klíčová slova

Výroba, neshodný odlitek, projekt, rizika, odlitek, prototypové modelové zařízení, sériové modelové zařízení, řízení rizik.

Keywords

Production, disagreeable casting, project, risks, casting, prototype model tool, serial model tool, risk management.

Bibliografická citace

KRČÁLOVÁ, Ž. *Návrh postupu analýzy rizik v projektech technologické přípravy slévárenské výroby*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2018. 61 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Branislav Lacko, CSc..

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

Bc. Žaneta Krčálová

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Doc. Ing. Miloš Koch, CSc. za jeho odbornou pomoc, přístup k vedení a cenné rady. Dále bych ráda poděkovala všem svým blízkým, bez jejichž podpory by tato práce nevznikla.

OBSAH

ÚVOD	11
CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	12
1 POUŽITÉ MATERIÁLY A METODY.....	13
1.1 Management rizik.....	13
1.2 Posuzování rizik	13
1.2.1 Identifikace rizik.....	14
1.2.2 Analýza rizik.....	14
1.2.3 Hodnocení rizik	14
1.2.4 Ošetření rizik.....	14
1.3 Analýza možností vzniku vad výrobků a jejich následků	15
1.3.1 Příčiny poruch.....	15
1.3.2 Důsledky poruch.....	15
1.3.3 Nápravná opatření	16
1.3.4 Klasifikace závažnosti	16
1.3.5 Četnost nebo pravděpodobnost výskytu	16
1.4 Projekt	16
1.4.1 Rizika v projektech	16
1.5 Řízení rizik	17
1.6 RIPRAN	17
1.6.1 Identifikace nebezpečí	17
1.6.2 Kvantifikace rizik	18
1.6.3 Reakce na rizika	18
1.7 Ishikawovy diagramy	19
1.8 Litina s kuličkovým grafitem	19
1.8.1 Očkování	20
1.8.2 Chemické složení.....	20
2 ANALYTICKÁ ČÁST	21
2.1 Projektové řízení prototypových modelových zařízení.....	21
2.1.1 Řízení projektů prototypových modelových zařízení dle dokumentace.....	21
2.1.2 Praktické řízení projektů prototypových modelových zařízení	22
2.2 Projektové řízení sériových modelových zařízení.....	24
2.2.1 Proces schvalování dílů do sériové výroby.....	25
2.3 FMEA.....	29

2.4	Neshodný odlitek.....	30
3	NÁVRH OPATŘENÍ PRO ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU.....	32
1.1	Metoda RIPRAN	32
3.1	Pavučinový diagram k metodě ripran.....	41
3.2	FMEA.....	42
	DISKUZE	53
	ZÁVĚR	56
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	57
	SEZNAM OBRÁZKŮ	59
	SEZNAM GRAFŮ	59
	SEZNAM TABULEK	59
	PŘÍLOHY	60

ÚVOD

Řízení rizik v projektech technologické přípravy výroby jsou velmi důležitou, avšak zároveň silně zanedbávanou složkou většiny slévárenských podniků. Proces řízení rizik je nezbytné aplikovat již v předvýrobní fázi, přítomen je však v průběhu celého projektu. I po jeho dokončení jsou rizika dále analyzována a monitorována, protože slouží jako vstup a poučení pro projekty nové. Díky nové normě ČSN EN ISO 9001:2016 se rizika stala povinnou součástí procesu ve výrobních podnicích. Je tedy nezbytné je řídit.

Toto téma mne velmi zaujalo, a proto jsem si ho zvolila pro svou diplomovou práci. Již tři roky pracuji v oboru slévárenství na oddělení technologie a jsem odpovědná za projektovou fázi výrobku až po interní schválení do sériové výroby. Často jsem narážela na překážky, které mi znemožnily nebo zpomalily předání projektu - takové překážky, které by za předpokladu řízení rizik projektu nenastaly, nebo by jejich následek byl nižší. Projekty nejsou řízeny vhodným způsobem. Jedná se o sled činností, které se sice korespondují s teoretickým pohledem, bohužel se však velmi často neshodují s praktickou stránkou projektu. Výše uvedené problémy jsou důvodem, kvůli kterému jsem se rozhodla pro toto téma.

Diplomová práce se skládá ze tří částí. Teoretická východiska práce se zabývají teoretickou stránkou použití vybraných metod a principů. V analytické části je zahrnut podrobný postup řízení projektů ve slévárenství prototypových a sériových modelových zařízení z praktického pohledu, včetně řízení projektů dle dokumentace. Výstupem analytické části je identifikace rizik. Návrh opatření pro zlepšení současného stavu obsahuje vybranou metodu, která má za úkol řídit rizika v rámci celého projektu. Bohužel se nemohu věnovat všem nalezených nedostatkům, proto jsem uvedla ty, které jsou dle mého názoru nejpodstatnější a vytvořím návrhy na jejich zlepšení.

CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem této diplomové práce je sestavit seznam s doporučenými hledisky pro identifikaci rizik v technologické přípravě výroby ve slévárenství. Bude provedena analýza možných způsobů kvantifikace rizik a doporučen vhodný způsob hodnocení těchto rizik. Dále bude v této práci navržen postup a doporučené zásady pro sestavování nápravných opatření ke snížení zajištěných rizik. Pro nalezená rizika bude zpracované použití doporučených postupů. Je nezbytné stanovit dílčí cíle, konkrétně se jedná o:

- Vyhodnocení teoretických výstupů
- Analýzu současného stavu rizik v projektech technologické přípravy výroby ve slévárenství
- Zhodnocení návrhu nápravných opatření ke snížení zajištěných rizik

Pro splnění výše uvedených cílů bude nejprve zpracována teoretická východiska práce. Bude představeno řízení slévárenských projektů z pohledu prototypového a sériového modelového zařízení. Výstupem z této části je kompletní analýza tohoto řízení. Dále navrhnu nápravné opatření. Jako poslední krok zhodnotím efektivnost kompletního návrhu.

1 POUŽITÉ MATERIÁLY A METODY

Každý podnik by měl mít snahu o řízení rizik. Toto řízení vede k celkové úspoře nákladů a vyšší efektivnosti celého podniku. K tomu je mnohdy zapotřebí použít metody vytvořené k řízení rizik. V rámci této diplomové práce budou použity metody Ishikawa diagram, FMEA (Failure Mode and Effects – analýza možných chyb a jejich následků) a metoda RIPRAN (RIsk Project ANalysis). Všechny tyto metody budou vysvětleny níže. Tyto metody byly zvoleny dle jejich způsobu identifikace, kvantifikace a hodnocení rizik. Dále přináší velmi pozitivní způsob využití. Například metoda FMEA je vhodná pro výrobní proces. Ishikawa diagram je vhodný vizualizační nástroj, určující základní oblasti problematiky. RIPRAN byl zvolen na základě orientace na projekty.

1.1 MANAGEMENT RIZIK

Každá organizace je vystavena velkému množství rizik, které mohou pozitivně i negativně ovlivnit dosahování cílů. Všechny činnosti, které zahrnují rizika, mají být řízena. Proces managementu rizik pomáhá v rámci rozhodování tak, že přihlíží k nejistotě a možnosti vzniku budoucích událostí.

Management rizik používá systematické metody pro veškerou komunikaci, identifikaci, analýzu, hodnocení a ošetření rizik, jejich zkoumání a zaznamenávání a výsledků vzhledem k řešenému riziku. Rizika se posuzují ve formě strukturovaného procesu, s jehož pomocí se analyzují jako následek s určitou pravděpodobností výskytu. Dále se uvažuje, zda je potřebné rizika ošetřit [1].

Proces by měl být neoddělitelnou částí managementu. Měl by být zakomponován do kultury a zavedených postupů a také přizpůsoben všem procesům v rámci podnikání organizace. Po vytvoření plánu komunikace a konzultace se stanoví kontext. Jako poslední následuje posuzování rizik a jejich přezkoumání a monitoring [2].

1.2 POSUZOVÁNÍ RIZIK

Do procesu posuzování rizik spadá identifikace analýza a hodnocení rizik. Posléze následuje monitorování a přezkoumání, zdali ošetření rizik bylo vhodné či ne.

1.2.1 Identifikace rizik

Každá organizace by měla svoje zdroje rizik, události a oblasti identifikovat. Totéž platí pro příčiny a jejich potencionální následky. Cílem je identifikovat všechna rizika, která by mohla jakýmkoliv způsobem ohrozit dosažení cílů společnosti. Tento krok by měl zahrnovat jak externí tak interní rizika, včetně širokého rozsahu následků, příčin a scénářů. Správné a aktuální informace jsou pro identifikaci nezbytné. Je důležité čerpat i z historických dat a se zkušenostmi či znalostmi zainteresovaných stran.

1.2.2 Analýza rizik

Analýza rizik znamená porozumění rizikům. Jedná se o vytvoření vstupu pro hodnocení rizik a pro určení, která rizika mají být ošetřena. Zahrnuje zvažování zdrojů rizik, příčin, jak riziko vzniká, následky a četnosti výskytu. Každá událost může mít nespočet následků a může ohrozit více cílů najednou. V tomto kroku se také uvažuje efektivnost a účinnost opatření.

1.2.3 Hodnocení rizik

Hodnocení rizik rozhoduje o tom, která rizika mají být ošetřena. Porovnává úroveň rizik identifikované v analýze se sestavenými kritérii rizik. Po provedení porovnání se zvažují potřebná řešení. Rozhodovat by se mělo v širším kontextu rizik, včetně zahrnutí možné tolerance rizik zainteresovanými stranami. Hodnocení rizik se provádí v souladu se zákony, předpisy, případně dalšími požadavky. Může dojít i k jinému neošetření rizika, než je běžné.

1.2.4 Ošetření rizik

Tento proces obsahuje výběr jednoho nebo více způsobů pro změnu rizik a jejich zavedení. Následně ošetření poskytne nebo změní opatření. Ošetření rizik obsahuje hodnocení ošetření rizika, zda je zapotřebí dalšího ošetření případně vytvoření nového a hodnocení efektivnosti ošetření. Možnosti ošetření rizika jsou vyvarování, přijetí nebo zvýšení rizika

z důvodu dosažení příležitosti, změny výskytu, odstranění příčiny vzniku, změna následků, sdílení rizika nebo zachování rizika [2, 3].

1.3 ANALÝZA MOŽNOSTÍ VZNIKU VAD VÝROBKŮ A JEJICH NÁSLEDKŮ

Failure Mode and Effect Analysis, dále jen FMEA, se překládá spousty způsoby. Jedna z použitých definic FMEA je analýza možností vzniku vad výrobků a jejich následků. Jedná se o postup analýzy systému z důvodu zjištění možných způsobů poruch, jejich příčin a následků na technické parametry nebo výkonnost systému či procesu.

Tato metoda by se měla používat již v rané etapě vývoje výrobku, tedy probíhá současně s procesem návrhu. Neustále se vyvíjí. FMEA je vytvářena týmem jednotlivců odborníků ISO, kteří mají za úkol rozpoznat a posoudit potencionální nedostatky výrobku. Analýza se provádí od prvků na nejnižším stupni. Pokud se analýza týká výrobního procesu, často se užívá pojem PFMEA (Process FMEA).

1.3.1 Příčiny poruch

Metoda FMEA zjišťuje nejpravděpodobnější příčiny potencionálního způsobu poruchy. Čím vyšší je závažnost tím by se měla provádět hlubší analýza příčiny poruch. Pokud je příčina poruchy odhalena, zavádějí se nápravná opatření dle pravděpodobnosti výskytu a závažnosti důsledku.

1.3.2 Důsledky poruch

Důsledek poruchy je její následek na zkoumaný proces nebo produkt. Jeden důsledek může mít více způsobů poruch. Vyhodnocuje se na každé úrovni a je mu přiřazena určitá závažnost. Pokud se zjistí konečný důsledek, hodnotí se také jeho dopad. U každého způsobu poruchy se stanovuje způsob a prostředky, jak se detekuje. Při detekci poruch považuje se jakou pravděpodobností, kde a kdy bude negativní jev identifikován.

1.3.3 Nápravná opatření

Nápravná opatření mají za úkol zabránit vzniku důsledku, nebo jej snížit. Příkladem jsou záložní objekty, alternativní možnosti provozu, monitorování, alarmující zařízení, atd.

1.3.4 Klasifikace závažnosti

Závažnost znamená posouzení významnosti důsledku způsobu poruchy. Její klasifikaci si každý podnik stanoví sám. Příkladem se může závažnost rozdělit do čtyř úrovní na bezvýznamná, okrajová, kritická a katastrofická.

1.3.5 Četnost nebo pravděpodobnost výskytu

Zkoumá se jak často, nebo s jakou pravděpodobností negativní jev nastane. Toto stanovení může vycházet z dat z testů, životnosti součástí, historických dat z provozu, dat o poruchách podobných objektů. Odhady je možno určit na časové období nebo na počet výrobků [4, 5].

1.4 PROJEKT

Pod pojmem projekt se rozumí souhrn budoucích, stávajících nebo probíhajících nehmotných a hmotných skutečností či činností, které se odehrávají v definovaném prostoru a době. Toto vše probíhá v předem definované době, za stanovených podmínek vedoucích k dosažení cíle projektu. Projekt se aplikuje na všechny odvětví v ekonomice [6, 7, 8].

1.4.1 Rizika v projektech

Průběh projektu lze ovlivnit negativním působením náhod, nepříznivých vlivů, které se nacházejí v okolí projektu. Tyto procesy mohou vést až k neúspěšnosti projektu. Z tohoto důvodu by se projektový manažeři měli zajímat o rizika, které ohrožují projekt a co nejvíce je možné zvýšit jistotu jeho úspěšného ukončení. Technicko-ekonomická disciplína, zvaná projektové inženýrství, se zabývá problematikou řízení rizik. Riziko je zde chápáno jako možnost být zasažen konkrétní ztrátou. Rizika se hodnotí kvantitativně (číselná podoba) nebo kvalitativně (verbální podoba). Mezi metody analýzy rizik se řadí například metoda RIPRAN. V dnešní době podniky chápou speciální zakázky jako projekty [8, 9].

Z důvodu maximalizace úspěšnosti projektu se zahajují činnosti spojené s managementem rizik v nejrannější etapě projektu. Tento proces může být použit u velkých i malých projektů a v jednotlivých etapách projektu [10].

1.5 ŘÍZENÍ RIZIK

Zabývá se průběžným sledování a řízení rizik v průběhu projektu. Před tímto procesem jsou již identifikována a analyzována všechna rizika projektu, jsou vytvořené plány pro nápravné opatření. Dále se schvaluje rezerva a rozpočet na rizika projektu. Cílem řízení rizik je udržet všechna rizika projektu pod předem stanovenou úrovní a zajistí splnění cílů projektu [11].

1.6 RIPRAN

RIPRAN (Risk PROject ANalysis) je jednoduchá empirická metoda určená pro analýzu projektů, zvláště pro velké a střední projekty. Tato metoda se nezabývá problematikou monitorování rizika, ale upozorňuje na její důležitost. RIPRAN se skládá ze tří částí:

- Identifikace nebezpečí,
- Kvantifikace rizik,
- Reakce na rizika.

1.6.1 Identifikace nebezpečí

V tomto kroku je nezbytné zkontrolovat dostupnost všech potřebných dokladů, které vstupují do projektu. Identifikaci nebezpečí by měli provádět pracovníci, kteří jsou vybaveni nezbytnými znalostmi. Výstupem kroku identifikace nebezpečí je konkrétní seznam dvojic hrozba – scénář. Přičemž jedna hrozba může být více scénářů a naopak.

Poř. číslo rizika	Hrozba	Scénář	Poznámka
1.	Výskyt chřipkové epidemie v jarním období březen – duben	Onemocnění skoro 30 % zaměstnanců	Předpokládáme počasí podle předpovědi jako v předchozím roce
2.	...	...	...

Tabulka 1: Tabulka identifikace rizik [12]

1.6.2 Kvantifikace rizik

Kvantifikace rizik je druhý krok metody RIPRAN. Vstupem se stává dvojice hrozba – scénář. Tým v tomto kroku volí způsob ohodnocení rizik. Zda bude obsahovat stanovovat přesné hodnoty pravděpodobnosti, nebo použije klasifikační stupnici. Následuje přiřazení hodnoty pravděpodobnosti, dopadu, případně i hodnoty rizika. Výstupu je tedy přiřadit pravděpodobnost hrozeb a scénářů, velikost případných škod a vyhodnotit míru rizika.

Poř. číslo rizika	Hrozba	Scénář	Pravděpodobnost	Dopad na projekt	Hodnota rizika
1.	Výskyt chřipkové epidemie v jarním období březen-duben.	Onemocnění skoro 30 % zaměstnanců.	50%	Výpadek pracovní kapacity a zpoždění zakázky o 3 měsíce – penále 600 tis. Kč	300 tis. Kč
2.	...	...	...	...	...

Tabulka 2: Hodnocení rizik [12]

Vysoká pravděpodobnost – VP	nad 66 %
Střední pravděpodobnost - SP	33-66 %
Nízká pravděpodobnost - NP	pod 33 %

Tabulka 3: Třídy pravděpodobnosti scénáře, hrozby a procentuální vyjádření [12]

1.6.3 Reakce na rizika

V tomto kroku dochází k rozhodování, která výše rizika je akceptovatelná a která není. Cílem se stává pro reakci na riziko připravit nápravné opatření, které riziko sníží nebo zcela

eliminuje nebo jej akceptovat. Výstupem se stává kompletní seznam nápravných opatření, která snižují výslednou hodnotu rizika [12, 13].

Poř. číslo rizika	Návrh na opatření	Předpokládané náklady	Nová hodnota sníženého rizika
		Termin realizace opatření Osob. odpovědnost (vlastník rizika)	
1.	Očkování proti chřipce	- 20 000 Kč vakcína - Očkování v lednu - Dohodnuto s podnikovým lékařem – odsouhlaseno zaměstnanci na pracovních poradách	Výjimečná onemocnění budou kompenzována přesčasy – nulová hodnota rizika
2.	...	...	...

Tabulka 4: Nápravné opatření a následná nová hodnota rizika [12]

1.7 ISHIKAWOVY DIAGRAMY

Této metodě se pro její tvar říká diagram rybí kosti. Používá se k hledání největší pravděpodobnosti příčiny konkrétního, řešeného problému. Zachycuje pouze příčiny a důsledky. V této analýze se neuvádí příčinné faktory. Příčiny je možno podrobně klasifikovat. Hlavu rybí kosti tvoří vybraný problém. Hlavní kosti, které vedou od páteře, znázorňují možné oblasti vzniku problému. Vedlejší kosti představují konkrétní možné příčiny. Metoda je vhodná pro skupinovou práci [14].

1.8 LITINA S KULIČKOVÝM GRAFITEM

Tato litina se většinou vyrábí modifikováním taveniny. Tento proces se provádí v autoklávu, v pánvi nebo ve formě. Modifikátorem jsou hořčikové předslitiny nebo čistý hořčík. V průběhu této reakce dochází ke změně lupínkového grafiku na kuličkový. Dále může vzniknout zvýšený počet krystalizačních zárodků, příkladem je výskyt karbidu železa. Z tohoto důvodu se kov proti tomuto výskytu očkuje [15, 16, 17].

1.8.1 Očkování

Proces očkování litin se používá pro mimopecní zpracování taveniny, ve kterém se očkovadlo rozpouští. Většinou se jedná o obsah FeSi. Slouží pro lepší strukturu odlitku [18].

1.8.2 Chemické složení

Chemické složení ovlivňuje veškeré vlastnosti odlitky. Příkladem struktura a mechanické vlastnosti. Litina s kuličkovým grafitem se vyznačuje vyšším množstvím uhlíku, křemíku a hořčíku [15, 16, 17].

2 ANALYTICKÁ ČÁST

V rámci této diplomové práce se zabývám tématem návrh postupu analýzy rizik v projektech technologické přípravy slévárenské výroby. Níže rozebrané problematiky nepochází pouze z jednoho podniku, ale věnují se čtyřem slévárnám v Evropě. Všechny tyto podniky mají obdobné problémy. A to, že žádným způsobem neřídí žádným způsobem svá rizika spojené s projektovým řízením. Dalším podstatným problémem je samotné projektové řízení. Jednotlivé projekty sice z pohledu dokumentace řízené jsou, bohužel se ve většině případů neshoduje teoretické řízení projektů s praktickou stránkou.

Analytická část se zabývá problematikou projektového řízení prototypových a sériových modelových zařízení z pohledu oddělení technologie. Oddělení technologie se rozděluje na dvě části. V První části jsou technologové odpovědní za prototypové modelové zařízení. Dále se zabývají sériovým modelovým zařízením až do fáze interního schválení do sériové výroby. V této fázi je projekt stabilizovaný a splňuje předem nastavené požadavky. V druhé části technologové zodpovídají za projekty, které byly interně schváleny do sériové výroby.

2.1 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ PROTOTYPOVÝCH MODELOVÝCH ZAŘÍZENÍ

Prototypové modelové zařízení slouží k výrobě vzorových kusů pro zákazníka. Tento proces začíná přijetím modelového zařízení a končí odesláním poslední zákaznické objednávky.

2.1.1 Řízení projektů prototypových modelových zařízení dle dokumentace

Po obdržení modelového zařízení nastává příprava na zkoušku. Zkouška se nastavuje dle studie proveditelnosti, simulací, výkresu, požadované zákaznické specifikace nebo dle obdobných projektů. Zkoušku schvaluje plánovač výroby nebo výrobní ředitel. Při první zkoušce se vyrábí kusy, které se dodávají zákazníkovi. Následně se provádí požadované testy

dle zákazníka. Pokud jsou všechny výsledky v pořádku, kusy se odesílají zákazníkovi. Proces lití dalších zkoušek se opakuje podle přijatých zákaznických objednávek.

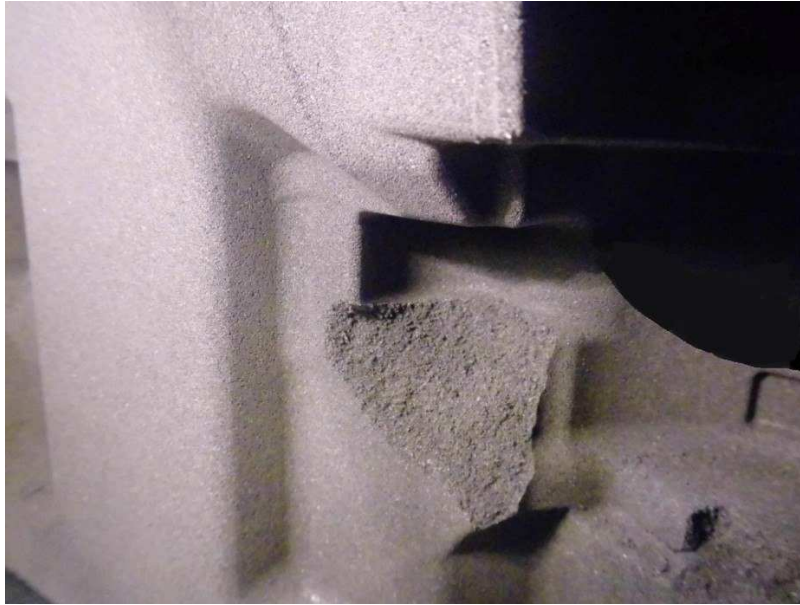
2.1.2 Praktické řízení projektů prototypových modelových zařízení

Prototypové modelové zařízení se zpravidla vyrábí v jiném státě, než se nachází slévárna. V případě nutnosti jakékoliv opravy dutin odlitků tedy nastává problém, protože se modelové zařízení musí vrátit k dodavateli. Dochází tak ke ztrátě přibližně deseti dnů.

Po přijetí modelového zařízení se žádá o první zkoušku na výrobní lince, kde se zkoumají rizika výrobků. Většinou se jedná o vnitřní dutiny nebo výskyt karbidu železa. Proto se již na první zkoušce žádá o přesný materiál, který má předejít výše zmíněným problémům. Tuto zkoušku schvaluje výrobní ředitel nebo plánovač výroby. I přes jejich schválení zde dochází k pravidelným neshodám.

Zaměstnanci z oddělení výroby nechtějí vyrábět z prototypového modelového zařízení z několika důvodů. Počet dutin, které se nachází na tomto modelovém zařízení, je minimální, a proto dochází k malé spotřebě tvárné litiny. Výměna modelového zařízení na formovací lince trvá průměrně sedm minut. Reálně tedy mluvíme o výrobním prostoji čtrnáct minut (nasazení a sundání modelového zařízení).

Formování prototypového modelového zařízení vyžaduje jiné nastavení, než u sériové výroby. Z ekonomických důvodů je modelové zařízení vyrobeno ze speciálního plastového materiálu. Při formování téměř vždy dojde k utržení pískové formy. Tento defekt může vzniknout ze dvou důvodů. Nevyleštěné modelové zařízení nebo špatný rádius na dělicí rovině. Ve většině případů se jedná o nevyleštěné modelové zařízení.



Obrázek 1: Utržená písková forma [archiv autora]

Tento defekt lze zmírnit použitím grafitického prášku a speciálním nastavením formovací linky, což vede k dalšímu prostoji ve výrobě. Pokud je tento defekt rozsáhlý, nastane přerušení zkoušky a neodlije se jediný kus.



Obrázek 2: Odlitek s utrženou pískovou formou [archiv autora]

Podstatný problém z pohledu výroby je požadované chemické složení. Podnik vyrábí veškeré odlitky z tvárné litiny, konkrétně EN GJS-500, EN GJS-550 a EN GJS-600. Vzhledem k rizikům, zjištěných v rámci studie proveditelnosti, technolog nastaví přesné požadované chemické složení. Toto nastavení je velmi úzké právě z důvodu zajištění

maximální kvality odlitku. Pro výrobní oddělení je komplikované upravovat chemické složení tvárné litiny pro krátkou zkoušku. To znamená, že odlitek není vždy vyroben z požadovaného materiálu. Největší neshody vznikají v obsahu křemíku a uhlíku, který významně ovlivňuje vnitřní dutiny a karbid železa.

Jak bylo zmíněno výše, po odlití první zkoušky se tedy stává, že odlitek nedosahuje požadovaných vlastností. Odlitky se standardně testují na povrchové defekty, vnitřní dutiny, mechanické vlastnosti, strukturu a rozměry. Dle výsledků se nastavují parametry druhé zkoušky.

Pokud se vyskytnou problémy z první zkoušky, vykonávají se úpravy na modelovém zařízení. Prototypové modelové zařízení se musí řádně vyleštit, aby se předešlo trhání pískové formy. Druhá zkouška se odlévá z důvodu zákaznické objednávky.

Oddělení technologie tedy žádá o jednu interní zkoušku z důvodu znalostí z praxe a komplikací při odlévání odlitků z prototypového modelového zařízení. Následná zkouška slouží k vyrobení odlitků pro zákazníka. Tento typ odlitků se používá pro ověření schopnosti vyrobit odlitky s požadovanými rozměry a vlastnostmi, proto zákazník netrvá na jejich vysoké kvalitě. Kusy se používají pro prvotní testování vlastností a nastavení obráběcích přístrojů.

2.2 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ SÉRIOVÝCH MODELOVÝCH ZAŘÍZENÍ

Projektové řízení sériových modelových zařízení se od prototypového řízení liší v několika bodech. Hlavním rozdílem je počet dutin odlitků. Na prototypovém modelovém zařízení je pouze jedna dutina odlitku, kdežto na sériovém modelovém zařízení je snaha umístit co nejvíce dutin je možné. Tento proces se rozděluje na proces schvalování dílů do sériové výroby a interní schválení sériové výroby.

2.2.1 Proces schvalování dílů do sériové výroby

V tomto procesu je dáván velký důraz na splnění požadavků zákazníka. Každý zákazník klade různé podmínky na vlastnosti odlitků. Samotný průběh procesu však zůstává u všech odlitků stejný.

Proces schvalování dílů do sériové výroby dle dokumentace

Oddělení technologie má čtyři týdny od obdržení sériového modelového zařízení na vyrobení odlitků pro zákazníka. Prvním krokem je příprava na zkoušku. Ta se nastavuje podle studie proveditelnosti, simulací, výkresu, požadované zákaznické specifikace nebo dle obdobných projektů. Žádost o zkoušku schvaluje plánovač výroby nebo výrobní ředitel. První zkouška slouží k ověření vlastností odlitku. Podle výsledků se nastavuje druhá zkouška tak, aby kompletně odpovídala požadavkům zákazníka. Když druhá zkouška splňuje všechny zákaznické požadavky, odesílají se odlitky zákazníkovi. Pokud se zákazník vyjádří kladně k procesu schvalování dílů do sériové výroby, je projekt schválen. V opačném případě se projekt vrací do stádia první zkoušky.

Proces schvalování dílů do sériové z praktického pohledu

Sériové modelové zařízení se vyrábí v jiném státě, než se nachází slévárna. Tento problém je shodný s problematikou prototypového modelového zařízení. Pokud by byly zapotřebí jakékoliv opravy dutin odlitků, se modelové zařízení se musí vrátit k dodavateli. Průměrně tedy vznikne ztráta deseti dnů.

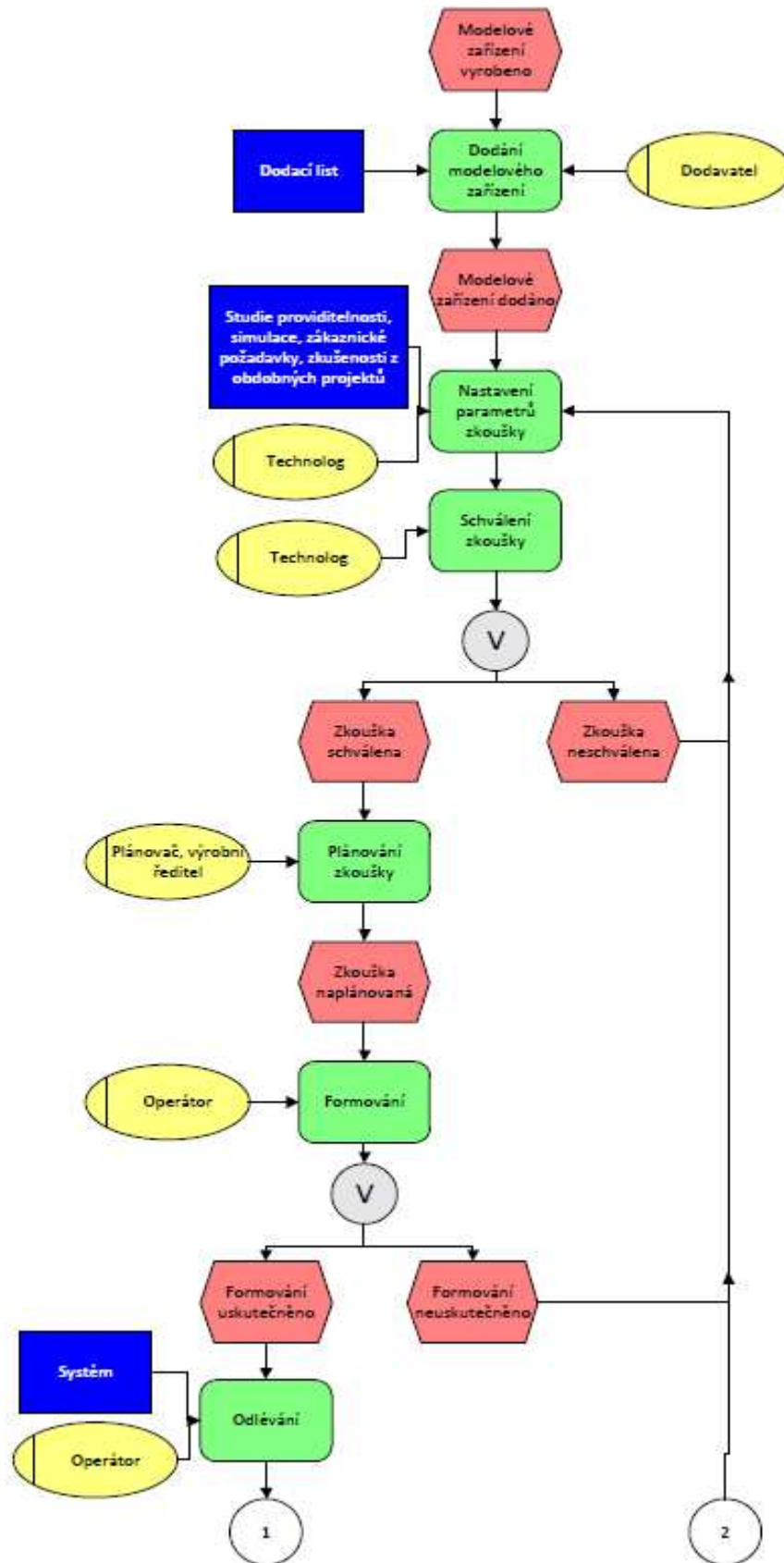
Následuje první zkouška s parametry nastavenými ze zkoušky prototypů, dle specifikace či simulace nebo z obdobného projektu. Dále pokračuje obdobný proces jako u prototypů. Při formování problém s trháním pískové formy obvykle nevzniká. Komplikace často nastávají při automatickém vložení filtrů do pískové formy. Jejich pozice je nepřesná, protože jsou často uvolněné. V nejhorším případě se filtry padají ven z formy nebo zůstávají v zakladači. Obdobné problémy vznikají i s jádry, kdy často dochází k deformaci pískové formy vlivem založení jader. Nejvíce se tato problematika objevuje u horizontálně položených jader.

Při odlévání první zkoušky sériového modelového zařízení může vzniknout obdobný komplikace s chemickým složením jako u prototypového modelového zařízení. Dále následuje podrobné testování odlitků. Konkrétně je jedná o kontrolu mechanických vlastností, tvrdosti, obsahu karbidu železa, množství feritu a perlitu, obsahu grafitu a jeho typu, kontrola vnitřních dutin, kontrola povrchových vad a rozměrová kontrola.

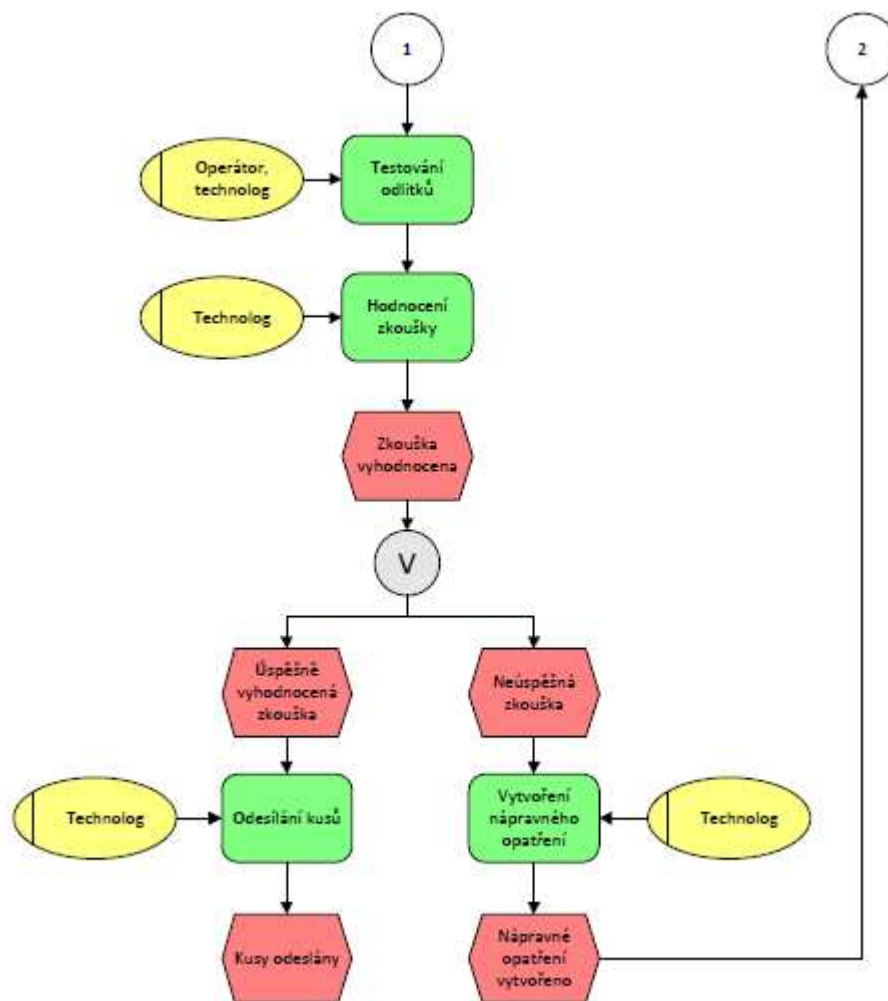
Výstupem zkoušky jsou kompletní analýzy všech dutin odlitku. V případě potřeby jakékoliv neshody následuje další zkouška úpravy dle nalezené problematiky. Pokud jde o vadu vlivem chemického složení, výroba je poučena o riziku a na následnou zkoušku je vstřícnější.

V případě vzniku velkého množství neshodných odlitků z důvodu povrchových vad, dochází k úpravě modelového zařízení. Tyto úpravy se zásadně provádějí interně, z důvodu časové ztráty a zpoždění dodání dílů zákazníkovi. Cílem je vyrobit díly pro zákaznické schválení za každou cenu a co nejdříve. Ne každá povrchová vada jde odstranit bez vytvoření jiné vady. V případě opravy deformované formy od jádra, se musí vytvořit větší prostor mezi pískovou formou a jádrem pomocí úpravy na modelovém zařízení. Bohužel tato úprava způsobí vznik otřepů, od kterých finální odlitek musí být očištěn. Pokud nejsou výsledky zkoušky v pořádku, navrhne se nápravné opatření a zkouška se opakuje.

V opačném případě se zkouška na výrobu odlitků pro schválení sériové výroby zadává zákazníkem. V této zkoušce se na chemické složení na rozdíl od ostatních kladou nejvyšší nároky. Odlitek je po této zkoušce detailně testován. Po vyhodnocení všech výsledků se vytváří požadovaná dokumentace. Kusy a dokumentace se odešlou zákazníkovi ke schválení. Pokud se zákazník vyjádří kladně, projekt přechází do sériové výrobní fáze. V opačném případě se zjišťuje příčina neshody a celý proces schvalování dílů do sériové výroby se opakuje, dokud výrobce neuspěje, nebo pokud nepřijde o projekt. Pro lepší vizualizaci procesu od kroku přijetí modelového zařízení po odeslání prvním odlitků zákazníkovi byl vytvořen EPC diagram.



Obrázek 3: EPC diagram část 1 [autor]



Obrázek 4: EPC diagram část 2 [autor]

Interní schválení sériové výroby

Po zákaznickém schválení by si sama společnost měla odsouhlasit interní přechod do sériové výroby. Pokud dojde ke schválení, projekt je pro oddělení technologie odpovědné za fáze do této doby uzavřené.

Interní schválení sériové výroby dle dokumentace

Tento proces se dle dokumentace nazývá validace sériové výroby. Jedná se o schválení procesu. Konkrétně se jedná o porovnání očekávaných a reálných hodnot. Tento dokument obsahuje procentuální vyjádření neshodných odličků a důvodů proč byly označeny jako neshodné. Dále se v tomto dokumentu nachází využití kovu, počet pracovníků, výrobní

rychlost, rychlost dokončovacích operací, počet odlitků zkontrolovaných za hodinu na finální kontrole, procentuální vyjádření neshodných jader, stav modelového zařízení, stav zakladače (pokud je), počet dutin. Tento dokument následně schvaluje výrobní ředitel a vedoucí kvality. Data jsou získány ze třech výrobních dávek.

Interní schválení do sériové výroby z praktického pohledu

Po odeslání dílů pro proces schválení dílů do sériové výroby nadchází čas přibližně 8 týdnů, než se zákazník vyjádří. V této době se technologie snaží vtokovou soustavu upravit tak, aby minimalizovala vizuálně neshodné odlitky. Oddělení technologie má bohužel omezené kapacity a musí se zaměřit i na jiné projekty. Často tedy dochází k tomu, že projekt přejde do sériové výroby s vyšší zmetkovitostí, než je požadována.

Následně se odlévají minimálně tři výrobní dávky pro zjištění stability procesu. Bohužel se proces stabilizuje přibližně po osmi výrobních dávkách. Nastavuje se definitivní nastavení formovací linky. Pokud je výrobní proces projektu stabilní, přechází dle interní směrnice do sériové výroby. Při přechodu do sériové výroby se do projektu zapojuje oddělení kvality a technolog odpovědný za sériovou výrobu. Ti dohlíží na správné hodnocení odlitků a celý proces výroby.

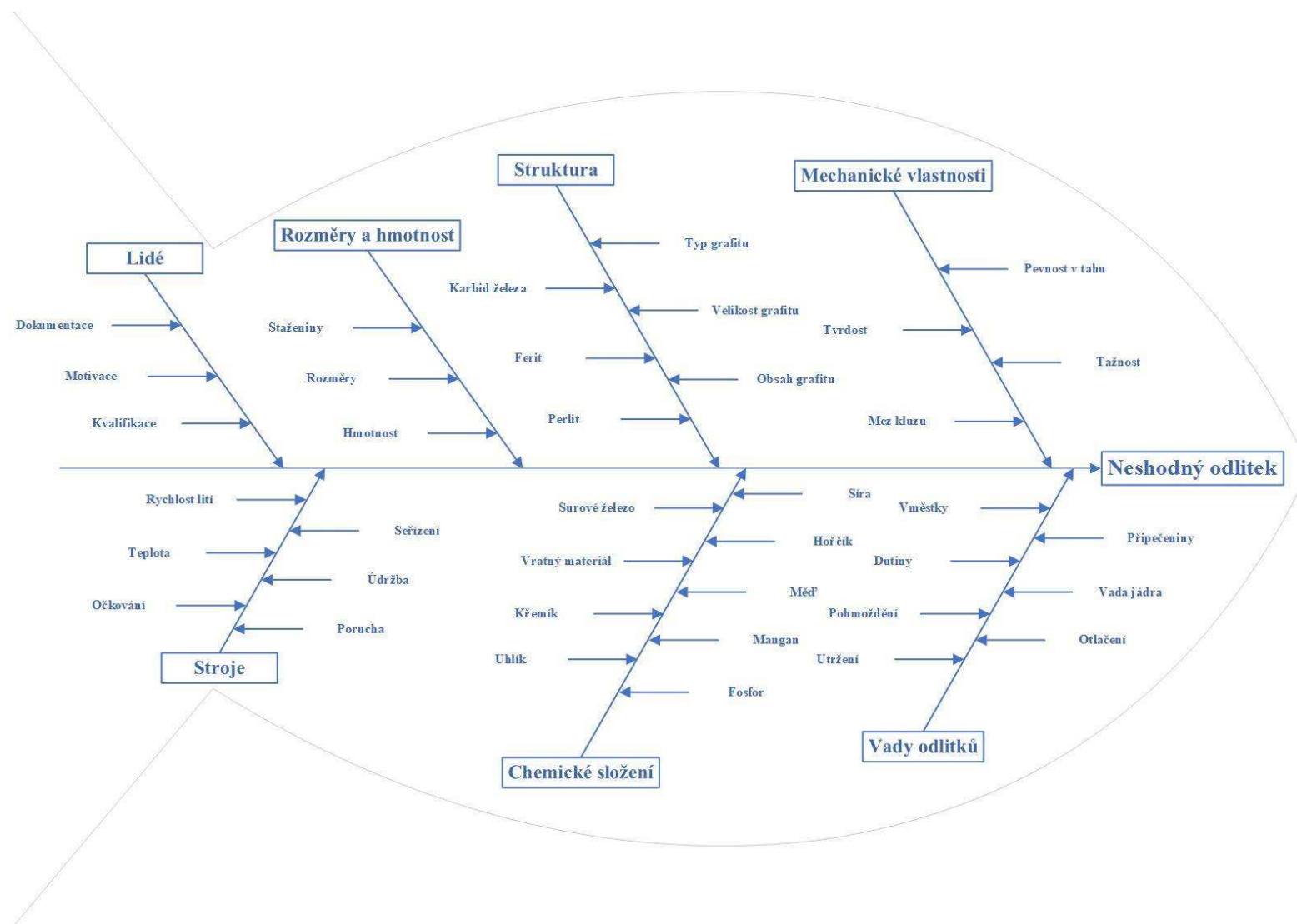
2.3 FMEA

Společnosti sice svá rizika pomocí této analýzy řídí, bohužel však tento dokument nevyužívají. Slouží pouze pro zákazníka, jako požadovaný dokument v rámci schválení dílů. Upravuje se jen na žádost zákazníka nebo z důvodu reklamace či 8D reportu. Toto použití je tedy neefektivní. A z této analýzy se stává nutný a mrtvý dokument.

FMEA se vytváří pro každý projekt zvlášť, a to z důvodu jejich odlišností. Každý projekt má svá specifická rizika, která jsou zjištěna ještě před výrobní fází díky simulacím a studie proveditelnosti. Následně se dle odlitých zkoušek doplňuje o rizika vzniklá v průběhu projektu. Tato rizika se bohužel do analýzy doplňují jen v případě vyžádání zákazníka.

2.4 NESHODNÝ ODLITEK

Za neshodný odlitek je považovaný ten, ktorý nesplňuje zákaznické špecifikácie. Neshodný môže byť z mnoha príčin. Najvhodnejším nástrojom pre analýzu neshodného odlitku je diagram príčin a následkov neboli diagram rybí kost. Neshodný odlitek na obrázku nižšie. Pro účely tejto diplomovej práce sa táto analýza zameriava iba na vybrané príčiny.



Obrázek 5: Ishikawa diagram [autor]

3 NÁVRH OPATŘENÍ PRO ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU

Výstupem z analytické části je posouzení řízení projektů a rizik vyplývajících z nich. V následné části je mým cílem zvolit vhodnou metodu pro identifikaci, hodnocení a ošetření rizik. Proto splnění výše uvedeného cíle jsem zvolila metodu RIPRAN. Jako doplňující analýza bude uvedena FMEA. Tato metoda je vhodnější pro výrobní procesy a zároveň bude sloužit jako návod pro řízení budoucích projektů.

1.1 METODA RIPRAN

První část této analýzy je identifikace rizik. Konkrétně se jedná o taková rizika, která mohou v průběhu projektu nastat. V tabulce níže jsou uvedeny hrozby a jejich možné scénáře, které mohou ohrožovat úspěšnost projektu.

Pořadové číslo hrozby	Hrozba	Scénář
1.1	Výroba modelového zařízení v zahraničí	Časové zpoždění projektu
2.1	Časové zpoždění projektu	Zkrácení doby projektu v technologické fázi
3.1	Nízká informovanost technologa o projektu	Vznik karbidu železa
3.2		Vznik dutin
3.3		Špatné očkování do proudu kovu
3.4		Povrchové vady odlitku
4.1	Špatné nastavení parametrů zkoušky	Vznik karbidu železa
4.2		Vznik dutin
4.3		Nízká teplota kovu
4.4		Vysoká teplota kovu
4.5		Povrchové vady odlitku
4.6		Špatné očkování do proudu kovu
5.1	Nízká informovanost výroby o projektu	Špatná komunikace na výrobním oddělení
5.2		Nedostatečné výrobní kapacity
5.3		Nedodržení parametrů zkoušky

6.1	Výměna modelového zařízení na formovací lince	Prostoj
6.2		Dlouhý čas - nízká kvalifikace operátora
7.1		Neodlitý odlitek
7.2		Vznik dočišťovacích operací
7.3	Utržená písková forma	Prostoj - přenastavení formovací linky
7.4		Neshodný odlitek
8.1		Neshodný odlitek
8.2	Špatná pozice filtrů ve formě	Utržená forma
8.3		Nezaložený filtr do formy
9.1		Nezaložené jádro do formy
9.2	Špatná pozice jádra v zakladači	Utržená forma
9.3		Špatné rozměry odlitku
10.1		Neshodný odlitek
10.2	Špatná pozice jádra ve formě (horizontální umístění)	Utržená forma
10.3		Špatné rozměry odlitku
11.1		Prostoj
11.2	Přenastavení formovací linky	Dlouhý čas - nízká kvalifikace operátora
12.1	Špatné chemické složení	Neshodný odlitek
13.1	Dutiny v odlitku - nesplnění zákaznických požadavků	Neshodný odlitek
14.1	Vznik karbidu železa v odlitku - nesplnění zákaznických požadavků	Neshodný odlitek
15.1		Zpoždění projektu
15.2	Nedostatečné kapacity pro kontrolní operace	Nedokončení kontrolních operací
15.3		Špatné nastavení parametrů další zkoušky
16.1	Povrchové vady	Neshodný odlitek
17.1	Nízké kapacity technologů pro snižování počtu neshodných odlitků	Neshodný odlitek
17.2		Navýšení výrobní dávky
18.1		Neshodný odlitek
18.2	Proces není stabilní	Navýšení výrobní dávky
18.3		Zvýšené zkoumání výroby

Tabulka 5: Identifikace rizik [autor]

Tabulka výše popisuje dle metody RIPRAN hrozby a jejich scénáře v rámci zkoumaného procesu. Z první fáze této metody došlo k identifikaci 18ti hrozeb a 44 možných

scénářů. Dále se vytváří slovní hodnocení kvantifikace rizik, stanovuje se třída výsledné pravděpodobnosti, kategorie dopadu na projekt a vytváří se matice pro přiřazení druhu hodnoty rizika.

Třídy pravděpodobnosti scénáře a hrozby	Procentuální vyjádření
Vysoká míra pravděpodobnosti – VMP	Nad 66%
Střední míra pravděpodobnosti – SMP	33 – 66%
Nízká míra pravděpodobnosti - NMP	Pod 33%

Tabulka 6: Kvantifikace rizik [autor]

Název	VMP scénáře	SMP scénáře	NMP scénáře
VMP hrozby	VMP	VMP	SMP
SMP hrozby	VMP	SMP	NMP
NMP hrozby	SMP	NMP	NMP

Tabulka 7: Třídy výsledné pravděpodobnosti [autor]

Dopad	
Vysoký nepříznivý dopad - VD	Velké prodloužení termínu projektu
Střední nepříznivý dopad - SD	Ohrožení termínu, omezení zdrojů
Nízký nepříznivý dopad - ND	Malé zásahy do projektu, výsledek projektu neohrozí

Tabulka 8: Dopad na projekt [autor]

	Vysoký nepříznivý dopad	Střední nepříznivý dopad	Nízký nepříznivý dopad
Vysoká míra pravděpodobnosti	VHR – Vysoká hodnota rizika	VHR – Vysoká hodnota rizika	SHR – střední hodnota rizika
Střední míra pravděpodobnosti	VHR – Vysoká hodnota rizika	SHR – střední hodnota rizika	NHR – nízká hodnota rizika
Nízká míra pravděpodobnosti	SHR – střední hodnota rizika	NHR – nízká hodnota rizika	NHR – nízká hodnota rizika

Tabulka 9: Celkové hodnocení rizika [autor]

V následující tabulce je uvedena kvantifikace rizik. K jednotlivým hrozbám a jejich scénářům se přiřazuje pravděpodobnost a dopad. Tyto hodnoty pak určují celkovou hodnotu rizika.

Pořadové číslo rizika	Hrozba	Scénář	Pravděpodobnost	Dopad	Hodnota rizika	
1.1	Výroba modelového zařízení v zahraničí	Časové zpoždění projektu	VMP	SD	VHR	
2.1	Časové zpoždění projektu	Zkrácení doby projektu v technologické fázi	VMP	SD	VHR	
3.1	Nízká informovanost technologa o projektu	Vznik karbidu železa	NMP	VD	SHR	
3.2		Vznik dutin	SMP	VD	VHR	
3.3		Špatné očkování do proudu kovu	NMP	VD	SHR	
3.4		Povrchové vady odlitku	NMP	SD	NHR	
4.1	Špatné nastavení parametrů zkoušky	Vznik karbidu železa	NMP	VD	SHR	
4.2		Vznik dutin	NMP	VD	SHR	
4.3		Nízká teplota kovu	SMP	ND	NHR	
4.4		Vysoká teplota kovu	SMP	SD	NHR	
4.5		Povrchové vady odlitku	NMP	VD	SHD	
4.6		Špatné očkování do proudu kovu	VMP	VD	VHR	
5.1	Nízká informovanost výroby o projektu	Špatná komunikace na výrobním oddělení	VMP	SD	VHR	
5.2		Nedostatečné výrobní kapacity	VMP	SD	VHR	
5.3		Nedodržení parametrů zkoušky	SMP	VD	VHR	
6.1	Výměna modelového zařízení na formovací lince	Prostoj	VMP	ND	SHR	
6.2	Utržená písková forma	Dlouhý čas - nízká kvalifikace operátora	SMP	SD	SHR	
7.1		Neodlitý odlitek	NMP	VD	SHR	
7.2		Vznik dočišťovacích operací	VMP	SD	VHR	
7.3		Prostoj - přenastavení formovací linky	VMP	SD	VHR	
7.4		Neshodný odlitek	SMP	VD	VHR	
8.1		Špatná pozice filtrů ve formě	Neshodný odlitek	VMP	SD	VHR
8.2			Utržená forma	SMP	SD	SHR
8.3			Nezaložený filtr do formy	SMP	SD	SHR

9.1		Nezaložené jádro do formy	SMP	VD	VHR
9.2	Špatná pozice jádra v zakladači	Utržená forma	VMP	SD	VHR
9.3		Špatné rozměry odlitku	SMP	VD	VHR
10.1		Špatná pozice jádra ve formě (horizontální umístění)	Neshodný odlitek	NMP	VD	SHR
10.2	Utržená forma		VMP	SD	VHR
10.3	Špatné rozměry odlitku		NMP	VD	SHR
11.1	Přenastavení formovací linky	Prostoj	VMP	SD	VHR
11.2		Dlouhý čas - nízká kvalifikace operátora	SMP	SD	SHR
12.1	Špatné chemické složení	Neshodný odlitek	SMP	VD	VHR
13.1	Dutiny v odlitku - nesplnění zákaznických požadavků	Neshodný odlitek	NMP	VD	SHR
14.1	Vznik arbidu železa v odlitku - nesplnění zákaznických požadavků	Neshodný odlitek	SMP	VD	VHR
15.1	Nedostatečné kapacity pro kontrolní operace	Zpoždění projektu	SMP	SD	SHR
15.2		Nedokončení kontrolních operací	NMP	ND	NHR
15.3		Špatné nastavení parametrů další zkoušky	NMP	SD	NHR
16.1	Povrchové vady	Neshodný odlitek	SMP	VD	VHR
17.1	Nízké kapacity technologů pro	Neshodný odlitek	VMP	VD	VHR
17.2	snížování počtu neshodných odlitků	Navýšení výrobní dávky	SMP	SD	SHR
18.1	Proces není stabilní	Neshodný odlitek	SMP	VD	VHR
18.2		Navýšení výrobní dávky	SMP	SD	SHR
18.3		Zvýšené zkoumání výroby	SMP	SD	SHR

Tabulka 10: Kvantifikace rizik [autor]

Posledním krokem metody RIPRAN je navrhnout nápravné opatření, které má za úkol snížit pravděpodobnost výskytu a dopad. Čímž je docíleno i snížení samotné hodnoty rizika.

Pořadové	Scénář	Hodn	Opatření	Pravd	Do	Nová
----------	--------	------	----------	-------	----	------

číslo rizika	popis rizika	typ rizika	opis rizika	časova hodnota	pravdepodobnosť	hodnota rizika
1.1	Časové zpožďenie projektu	VHR	Výroba modelového zariadenia v tuzemsku	SMP	SD	SHR
2.1	Zkrátenie doby projektu v technologickú fázu	VHR	Dodrženie termínu v vývojovej fáze	NMP	SD	NHR
3.1	Vznik karbidu železa	SHR	Detekcia nejužších miest odlitku, úprava chemického zloženia	NMP	VD	SHR
3.2	Vznik dutín	VHR	Využitie simulácie, úprava chemického zloženia	NMP	VD	SHR
3.3	Špatné očkovanie do proudu kovu	SHR	Kalkulácia využitia kovu vo forme, úprava očkovadla	NMP	VD	SHR
3.4	Povrchové vady odlitku	NHR	Riziko akceptované	NMP	SD	NHR
4.1	Vznik karbidu železa	SHR	Detekcia nejužších miest odlitku, úprava chemického zloženia, konzultácia s oddelením výroby	NMP	VD	SHR
4.2	Vznik dutín	SHR	Využitie simulácie, úprava chemického zloženia, konzultácia s oddelením výroby	NMP	VS	SHR
4.3	Nízka teplota kovu	NHR	Konzultácia s oddelením výroby	NMP	NP	NHR
4.4	Vysoká teplota kovu	NHR	Konzultácia s oddelením výroby	NMP	NP	NHR
4.5	Povrchové vady odlitku	SHD	Konzultácia s oddelením výroby, úprava parametrov formovania	NMP	SD	NHR
4.6	Špatné očkovanie do proudu kovu	VHR	Kalkulácia využitia kovu vo forme, úprava očkovadla	NMP	VD	SHR
5.1	Špatná komunikácia na výrobnom oddelení	VHR	Pravidelné zasadanie s oddelením výroby, pravidelné informovanie o aktuálnom stave projektu	NMP	SD	NHR
5.2	Nedostatočné výrobné kapacity	VHR	Pravidelné zasadanie s oddelením výroby, pravidelné informovanie o aktuálnom stave	NMP	SD	NHR

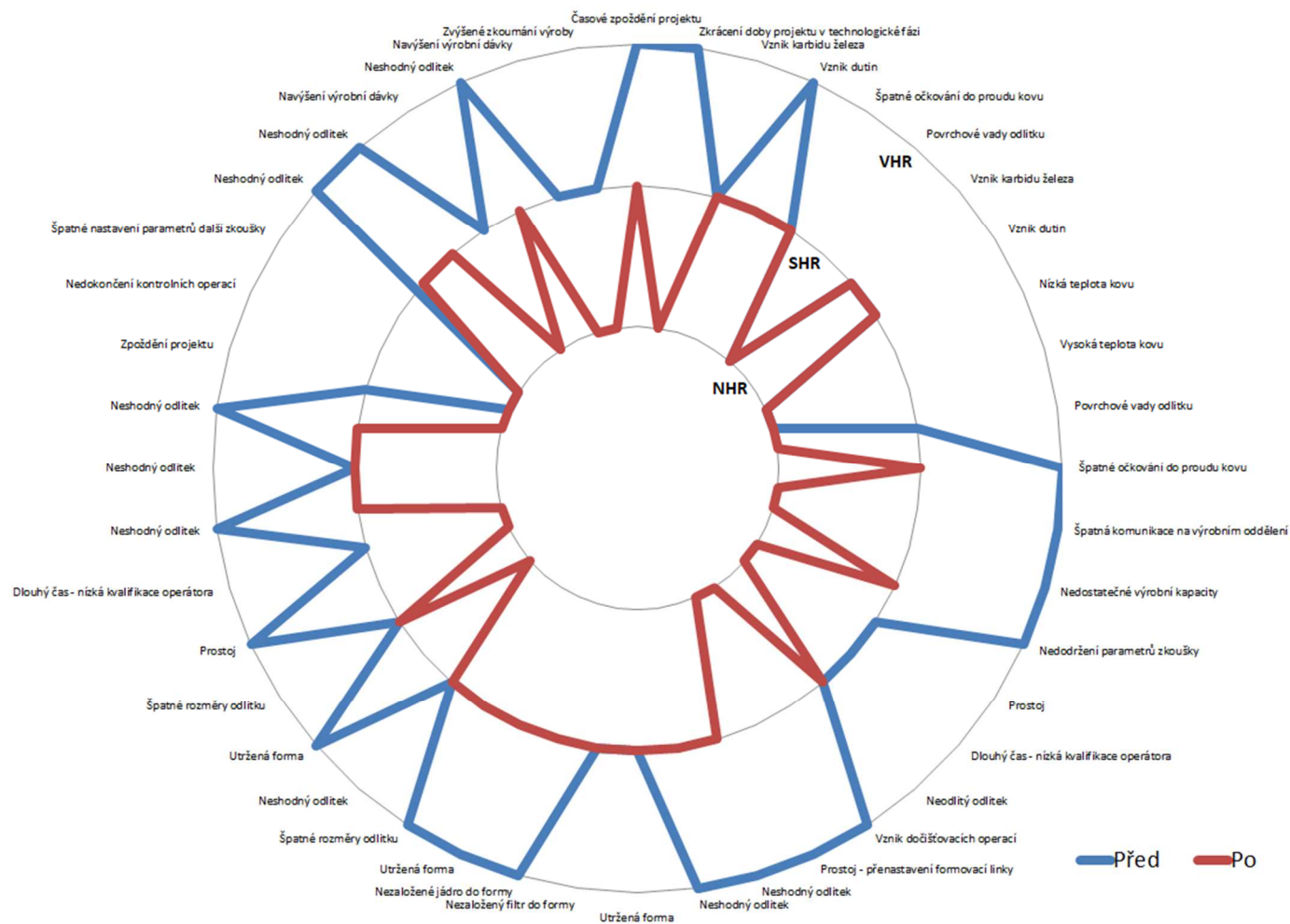
projektu						
5.3	Nedodržení parametrů zkoušky	VHR	Pravidelné informování oddělení výroby o průběhu zkoušky	NMP	VD	SHR
6.1	Prostoj	SHR	Na technologické zkoušky mít vždy zkušeného operátora	NMP	SD	NHR
6.2	Dlouhý čas - nízká kvalifikace operátora	SHR	Na technologické zkoušky mít vždy zkušeného operátora	NMP	SD	NHR
7.1	Neodlitý odlitek	SHR	Vyleštění a dočištění modelového zařízení před zkouškou	NMP	VD	SHR
7.2	Vznik dočišťovacích operací	VHR	Vyleštění a dočištění modelového zařízení před zkouškou	NMP	SD	NHR
7.3	Prostoj - přenastavení formovací linky	VHR	Vyleštění a dočištění modelového zařízení před zkouškou	NMP	SD	NHR
7.4	Neshodný odlitek	VHR	Vyleštění a dočištění modelového zařízení před zkouškou	NMP	VD	SHR
8.1	Neshodný odlitek	VHR	Instalace drážek na modelové zařízení pro lepší založení filtrů	NMP	VD	SHR
8.2	Utržená forma	SHR	Snížit doraz při zakládání filtrů	NMP	SD	SHR
8.3	Nezaložený filtr do formy	SHR	Instalace drážek na modelové zařízení pro lepší založení filtrů	NMP	SD	SHR
9.1	Nezaložené jádro do formy	VHR	Zvětšení vŕle na zakladači	NMP	VD	SHR
9.2	Utržená forma	VHR	Snížit doraz při zakládání, vytvoření větší vŕle pro jádro na modelovém zařízení	NMP	SD	SHR
9.3	Špatné rozměry odlitku	VHR	Kontrola vŕlí a velikosti jádra ve vývojové fázi	NMP	VD	SHR
10.1	Neshodný odlitek	SHR	Kontrola vŕlí a velikosti jádra ve vývojové fázi	NMP	VD	SHR
10.2	Utržená forma	VHR	Instalace speciálních držáku kavit pro možnosti jejich posunutí	NMP	SD	NHR
10.3	Špatné rozměry odlitku	SHR	Kontrola vŕlí a velikosti jádra ve	NMP	VD	SHR

vývojové fázi						
11.1	Prostoj	VHR	Přítomnost zkušeného operátora na zkouškách	NMP	SD	NHR
11.2	Dlouhý čas - nízká kvalifikace operátora	SHR	Přítomnost zkušeného operátora na zkouškách	NMP	ND	NHR
12.1	Neshodný odlitek	VHR	Konzultace nastavení chemického složení s oddělením výroby před každou zkouškou	NMP	VD	SHR
13.1	Neshodný odlitek	SHR	Konzultace nastavení chemického složení s oddělením výroby před každou zkouškou	NMP	VD	SHR
14.1	Neshodný odlitek	VHR	Konzultace nastavení chemického složení s oddělením výroby před každou zkouškou	NMP	VD	SHR
15.1	Zpoždění projektu	SHR	Eliminace počtu nadbytečných zkoušek, plánování kapacit dle reálného trvání operací, nový zaměstnanec	NMP	SH	NHR
15.2	Nedokončení kontrolních operací	NHR	Eliminace počtu nadbytečných zkoušek, plánování kapacit dle reálného trvání operací, nový zaměstnanec	NMP	SD	NHR
15.3	Špatné nastavení parametrů další zkoušky	NHR	Zákaz odlít další zkoušky bez dokončení vyhodnocení předchozí	NMP	SD	NHR
16.1	Neshodný odlitek	VHR	Ve vývojové fázi instalovat na modelovém zařízení nižší a širší přechody mezi horizontálním a vertikálním kanálem	NMP	VD	SHR
17.1	Neshodný odlitek	VHR	Plánování projektu dle reálných časů, nový zaměstnanec, podpora z oddělení kvality a výroby	NMP	VD	SHR

17.2	Navýšení výrobní dávky	SHR	Plánování projektu dle reálných časů, nový zaměstnanec, podpora z oddělení kvality a výroby	NMP	ND	NHR
18.1	Neshodný odlitek	VHR	Ve vývojové fázi instalovat na modelovém zařízení nižší a širší přechody mezi horizontálním a vertikálním kanálem	NMP	VD	SHR
18.2	Navýšení výrobní dávky	SHR	Plánování projektu dle reálných časů, nový zaměstnanec, podpora z oddělení kvality a výroby	NMP	ND	NHR
18.3	Zvýšené zkoumání výroby	SHR	Plánování projektu dle reálných časů, nový zaměstnanec, podpora z oddělení kvality a výroby	NMP	ND	NHR

Tabulka 11: Vliv nápravných opatření na výslednou hodnotu rizika [autor]

3.1 PAVUČINOVÝ DIAGRAM K METODĚ RIPRAN



Graf 1: Pavučinový graf metodě RIPRAN [autor]

3.2 FMEA

Tato metoda byla zvolena jako doplňující analýza k metodě RIPRAN. FMEA je pro výrobní či technologické procesy vhodnější z důvodu lepší orientace v ní. Dále obsahuje detekční operace, které slouží jako plán v případě, že scénář nastane. V prvním kroku se identifikují negativní jevy (možný způsob pochybení), ke kterým se přiřazují možné důsledky pochybení. Následující preventivní operace a detekční operace. Jako poslední se přiřazuje závažnost, četnost a detekce. Výstupem této analýzy je hodnota RPN, která ukazuje hodnotu rizika. Vstupem do této analýzy se stávají rizika a scénáře z metody RIPRAN doplněná o nápravné opatření. Nejprve je však potřeba stanovit způsob hodnocení závažnosti, detekce a pravděpodobnosti výskytu.

Hodnocení	Hodnocení procesu pro závažnost	Důsledek	Důsledek ve vztahu k zákazníkovi
Velmi vysoký	10 Závažná vada, která narušuje bezpečnost a nebo neodpovídá zákonným předpisům. Riziko ohrožuje existenci podniku	Nesplnění bezpečnostních požadavků, předpisů	Možnost způsobu poruchy, která bez varování může narušit bezpečný provoz vozidla a nebo znamená nesoulad s právními předpisy
	9 Produkt není možné odeslat z kvalitativních důvodů. Nepřijatelné překročení nákladů		Možnost způsobu poruchy, která i bez varování může narušit bezpečný provoz vozidla a nebo znamená nesoulad s právními předpisy
Vysoký	8 Výrazně opožděné odeslání. Vysoký podíl vícepráce. Zastavení výroby	Zhoršení nebo ztráta hlavní funkce	Ztráta hlavní funkce (vozidlo je nepojízdné, neovlivňuje bezpečný provoz vozidla)
	7 Vysoké opotřebení, a nebo poškození nástrojů. Velké množství neshodných odlitků. Vysoké překročení nákladů		Zhoršení hlavní funkce (vozidlo je pojízdné při snížené úrovni technických parametrů)

Střední	6	Zpožděné odeslání. Mírný podíl vícepráce.	Zhoršení nebo ztráta vedlejší funkce	Ztráta vedlejší funkce (vozidle je pojízdné, ale funkce zajišťující pohodlí nejsou funkční)
	5	Mírné poškození, a nebo opotřebení nástrojů. Porucha v procesu		Zhoršení vedlejší funkce (vozidlo je pojízdné, ale funkce zajišťující pohodlí jsou na nižší úrovni)
	4	Mírné překročení nákladů. Mírné množství neshodných odlitků	Vznik nepříjemnosti	Hluk či vzhled. Vozidlo je pojízdné, avšak všimla si toho většina zákazníků
Nízký	3	Nízký rozsah vícepráce. Malá porucha v procesu		Hluk či vzhled. Vozidlo je pojízdné, objekt nevyhovuje a všimlo si toho mnoho zákazníků
	2	Nízké překročení nákladů. Nízké množství neshodných odlitků		Hluk či vzhled. Vozidlo je pojízdné, objekt nevyhovuje a všimli si toho hodně nároční zákazníci
Velmi nízký	1	Velmi nízké, přijatelné překročení nákladů	Detekce není aplikovatelná; prevence chyby	Žádný důsledek

Tabulka 12: Hodnocení závažnosti [autor]

Hodnocení	Odhalení v procesu	Možnost detekce	Nástroj pro odhalení	
Velmi nízké	10	Žádný způsob detekce	Žádný nástroj	
	9	Velmi nízká pravděpodobnost odhalení vady. Neznámí postup prokázání	V žádné fázi není pravděpodobná možnost detekce	Náhodný audit
Nízké	8	Nízká pravděpodobnost odhalení vady. Prokázání je nejisté, případně není zkušenost s určeným způsobem prokázání	Detekce problému po provedení operace	Akusticky, vizuálně, taktilně po provedení operace
	7		Detekce problému u zdroje	Akusticky, vizuálně, taktilně na pracovišti, nebo až po provedení operace s využitím atributivního

		měření (nevyhovuje nebo vyhovuje)		
Střední	6		Detekce problému po provedení operace	Měřením proměnných veličin po provedení operace na pracovišti s využitím atributivního měření (nevyhovuje nebo vyhovuje)
	5	Sřední pravděpodobnost odhalení vady. Znamý postup prokázání srovnatelných postupů za nových podmínek	Detekce problému u zdroje	Měřením na pracovišti s využitím měření proměnných veličin nebo automatizovaných nástrojů (světlo, akustický signál)
	4		Detekce problému po provedení operace	Po provedení operace automatizovanými nástroji řízení, které zjistí neshodný díl, zablokují ho, aby nedošlo k další výrobní operaci
Vysoké	3	Vysoká pravděpodobnost odhalení vady díky osvědčenému postupu prokazování. Požadovaná způsobilost měřících zařízení postupů prokazování k rozpoznání vady je potvrzena.	Detekce problému u zdroje	Na pracovišti automatizovanými nástroji řízení, které zjistí neshodný díl, automaticky se zablokuje, aby nedošlo k další výrobní operaci.
	2	Detekce chyby a nebo prevence problému		Na pracovišti dojde ke zjištění příčiny (chyby) a nedojde k výrobě neshodného dílu
Velmi vysoké	1	Velmi vysoká pravděpodobnost odhalení vady díky osvědčenému postupu prokazování na předcházející generaci. Účinnost byla na tomto produktu prokázána	Detekce není aplikovatelná; prevence chyby	Neshodné výrobky nemohou být vyrobeny díky návrhu procesu/productu.

Tabulka 13: Hodnocení detekce [autor]

Uspořádání procesu	Počet případů na počet objektů	Hodnocení
Nový neznámý proces bez zkušeností	více než 1 z 10	10
	1 z 10	9
Nový proces s již známými ale problematickými postupy	1 ze 100	8
	1 z 500	7
Nový proces s již známými postupy. Pozitivní zkušenosti s obdobným procesem ze série za změněných podmínek	1 z 1000	6
	1 z 10 000	5
	1 z 50 000	4
Propracování detailů na osvědčených procesech s pozitivní zkušeností ze série za srovnatelných podmínek	1 z 100 000	3
	1 z 500 000	2
Nový proces za změněných podmínek s pozitivně uzavřeným prokázáním způsobilosti strojů/procesu. Osvědčený proces s pozitivní zkušeností ze série za srovnatelných podmínek na srovnatelných zařízeních.	1 z 1 000 000	1

Tabulka 14: Hodnocení četnosti [autor]

Popis procesu	Možný způsob pochybení	Možné důsledky pochybení	Preventivní operace	Detekční operace	Závažnost	Četnost	Detekce	RPN
Výroba modelového zařízení v tuzemsku	Zpoždění dodávky modelového zařízení	Časové zpoždění projektu	Kontrola aktuálního stavu při výrobě modelového zařízení	Kontrola dodávky pomocí internetových sítí	6	2	5	60
Časové zpoždění projektu	Zpoždění ve vývojové fázi	Zkrácení doby projektu v technologické fázi	Kontrola aktuálního stavu projektu ve vývojové fázi	Pravidelné schůzky celého týmu	6	2	5	60
Nízká informovanost technologa o projektu	Nízká hodnota Si, špatné očkování do proudu kovu, do pánve	Vznik karbidu železa	Detekce nejužších míst odlitku, úprava chemického složení	Metalografická kontrola, kontrola chemického složení na spektrometru	10	3	6	180
	Vysoká hodnota CEQ, Mg	Vznik dutin	Využití simulace tuhnutí, úprava chemického složení	Kontrola rentgenem, ultrazvukem	10	2	6	120
	Množství očkovačla není vypočítáno	Špatné očkování do proudu kovu	Kalkulace využití kovu ve formě, úprava očkovačla	Metalografická kontrola, kontrola chemického složení na spektrometru	7	2	6	84
	Špatné nastavení formovacích parametrů	Povrchové vady odlitku	Nastavení parametrů formování dle obdobného projektu	Vizuální kontrola	7	3	8	168

Špatné nastavení parametrů zkoušky	Nízká hodnota Si, špatné očkování do proudu kovu, do pánve	Vznik karbidu železa	Detekce nejužších míst odlitku, úprava chemického složení, konzultace s oddělením výroby	Metalografická kontrola, kontrola chemického složení na spektrometru	10	2	6	120
	Vysoká hodnota CEQ, Mg	Vznik dutin	Využití simulace, úprava chemického složení, konzultace s oddělením výroby	Kontrola rentgenem, ultrazvukem	10	2	6	120
	Špatná informovanost tavírny	Nízká teplota kovu	Mistr před zahájením zkoušky informuje tavírnu	Teploměr v peci a udržovací peci	6	1	7	42
	Špatná informovanost tavírny	Vysoká teplota kovu	Mistr před zahájením zkoušky informuje tavírnu	Teploměr v peci a udržovací peci	5	1	7	35
	Špatné nastavení formovacích parametrů	Povrchové vady odlitku	Konzultace s oddělením výroby, úprava parametrů formování	Vizuální kontrola	7	1	7	49
	Při výpočtu očkování se vychází z obdobných projektů	Špatné očkování do proudu kovu	Kalkulace využití kovu ve formě, úprava očkovačla	Metalografická kontrola, kontrola chemického složení na spektrometru	7	2	6	84
	Nízká informovanost výroby o projektu	Nedodržení parametrů zkoušky	Špatná komunikace na výrobním oddělení	Pravidelné zasedání s oddělením výroby, pravidelné informování o aktuálním stavu projektu	Kontrola parametrů při zkoušce	5	2	7	70
Nedostatečná		Nedostatečné	Pravidelné zasedání s	Vizuální	6	2	7	84

	komunikace mezi mistrem a plánovačem výroby	výrobní kapacity	oddělením výroby, pravidelné informování o aktuálním stavu projektu	kontrola					
	Špatná komunikace mezi mistrem a operátory	Nedodržení parametrů zkoušky	Pravidelné informování oddělení výroby o průběhu zkoušky	Kontrola parametrů při zkoušce	5	2	7	70	
Výměna modelového zařízení na formovací lince	Operátor nemá k dispozici pomocníka	Prostoj	Na technologické zkoušky mít vždy zkušené operátory	Systém odlévání	2	3	5	30	
	Vznik problémů s nasazením modelového zařízení na formovací linku	Dlouhý čas - nízká kvalifikace operátora	Na technologické zkoušky mít vždy zkušeného operátora	Systém odlévání	5	3	5	75	
Utržená písková forma	Nedostatečné dočištění modelového zařízení, špatný rádius na dělicí rovině	Neodlitý odlitek	Vyleštění a dočištění modelového zařízení před zkouškou	Odlévací systém, vizuální kontrola	6	2	5	60	
	Nedostatečné dočištění modelového zařízení, špatný rádius na dělicí rovině	Vznik dočišťovacích operací	Vyleštění a dočištění modelového zařízení před zkouškou	Vizuální kontrola	4	3	7	84	
	Nedostatečné dočištění	Prostoj - přenastavení	Vyleštění a dočištění modelového zařízení	Systém odlévání	4	3	5	60	

	modelového zařízení, špatný rádius na dělicí rovině	formovací linky	před zkouškou					
	Nedostatečné dočištění modelového zařízení, špatný rádius na dělicí rovině	Neshodný odlitek	Vyleštění a dočištění modelového zařízení před zkouškou	Vizuální kontrola	7	3	8	168
Špatná pozice filtrů ve formě	Pouze část filtru plní svou funkci	Neshodný odlitek	Instalace drážek na modelové zařízení pro lepší založení filtrů	Vizuální kontrola	7	3	8	168
	Špatná pozice na modelovém zařízení	Utržená forma	Snížit doraz při zakládání filtrů	Vizuální kontrola	7	3	7	147
	Špatná pozice na modelovém zařízení, na zakladači	Nezaložený filtr do formy	Instalace drážek na modelové zařízení pro lepší založení filtrů	Vizuální kontrola	5	2	7	70
Špatná pozice jádra v zakladači	Špatná pozice na modelovém zařízení, na zakladači	Nezaložené jádro do formy	Zvětšení vůle na zakladači	Vizuální kontrola	7	2	7	98
	Špatná pozice na modelovém zařízení	Utržená forma	Snížit doraz při zakládání, vytvoření větší vůle pro jádro na modelovém zařízení	Vizuální kontrola	7	2	7	98
	Špatná pozice na modelové zařízení, na zakladači	Špatné rozměry odlitku	Kontrola vůlí a velikosti jádra ve vývojové fázi	Kontrola rozměrů pomocí 3D přístroje,	9	1	6	54

					skener			
Špatná pozice jádra ve formě (horizontální umístění)	Nedostatečná vůle, pozice na modelovém zařízení	Neshodný odlitek	Kontrola vůlí a velikosti jádra ve vývojové fázi	Vizuální kontrola	7	2	8	112
	Nedostatečná vůle, pozice na modelovém zařízení	Utržená forma	Instalace speciálních držáků kavit pro možnosti jejich posunutí	Vizuální kontrola	7	3	7	147
	Nedostatečná vůle, pozice na modelovém zařízení	Špatné rozměry odlitku	Kontrola vůlí a velikosti jádra ve vývojové fázi	Kontrola rozměrů pomocí 3D přístroje, skener	9	2	6	108
Přenastavení formovací linky	Utržená forma, špatné založení jader, filtrů	Prostoj	Přítomnost zkušeného operátora na zkouškách	Systém odlévání	4	3	5	60
	Nedostatečné znalosti operátora	Dlouhý čas - nízká kvalifikace operátora	Přítomnost zkušeného operátora na zkouškách	Systém odlévání	4	3	5	60
Špatné chemické složení	Nesplnění parametrů zkoušky	Neshodný odlitek	Konzultace nastavení chemického složení s oddělením výroby před každou zkouškou	Metalografická kontrola, kontrola chemického složení na spektrometru	7	2	6	84
Dutiny v odlitku - nesplnění zákaznických požadavků	Nesplnění parametrů zkoušky	Neshodný odlitek	Konzultace nastavení chemického složení s oddělením výroby před každou zkouškou	Kontrola rentgenem, ultrazvukem	7	3	6	126

Karbidu železa v odlitku - nesplnění zákaznických požadavků	Nesplnění parametrů zkoušky	Neshodný odlitek	Konzultace nastavení chemického složení s oddělením výroby před každou zkouškou	Metalografická kontrola, kontrola chemického složení na spektrometru	7	2	6	84
Nedostatečné kapacity pro kontrolní operace	Špatné plánování kapacit	Zpoždění projektu	Eliminace počtu nadbytečných zkoušek, plánování kapacit dle reálného trvání operací, nový zaměstnanec	Pravidelné schůzky celého týmu, systém pro plánování úkolů	6	2	3	36
	Špatné plánování kapacit	Nedokončení kontrolních operací	Eliminace počtu nadbytečných zkoušek, plánování kapacit dle reálného trvání operací, nový zaměstnanec	Plánovací systém	7	2	3	42
	Nedokončené kontrolní operace	Špatné nastavení parametrů další zkoušky	Zákaz odlít další zkoušky bez dokončení vyhodnocení předchozí a její porovnání	Vizuální kontrola	7	1	7	49
Povrchové vady	Špatně navržená vtoková soustava	Neshodný odlitek	Ve vývojové fázi instalovat na modelové zařízení nižší a širší přechody mezi horizontálním a vertikálním kanálem	Vizuální kontrola	7	3	8	168
Nízké kapacity technologů pro snižování počtu	Neprovedení úprav na modelovém zařízení	Neshodný odlitek	Plánová projektu dle reálných časů, nový zaměstnanec, podpora z oddělení kvality a výroby	Vizuální kontrola	7	2	8	112

neshodných odlitků	Neprovedení úprav na modelovém zařízení	Navýšení výrobní dávky	Plánová projektu dle reálných časů, nový zaměstnanec, podpora z oddělení kvality a výroby	Systém plánování výroby	5	2	5	50
Proces není stabilní	Neprovedení úprav na modelovém zařízení, nízké kapacity	Neshodný odlitek	Ve vývojové fázi instalovat na modelové zařízení nižší a širší přechody mezi horizontálním a vertikálním kanálem	Vizuální kontrola	7	3	8	168
	Špatné plánování výroby, nízká informovanost plánovače	Navýšení výrobní dávky	Plánová projektu dle reálných časů, nový zaměstnanec, podpora z oddělení kvality a výroby	Systém plánování výroby	5	2	5	50
	Vysoké množství vyrobených neshodných odlitků	Zvýšené zkoumání výroby	Plánová projektu dle reálných časů, nový zaměstnanec, podpora z oddělení kvality a výroby	Vizuální kontrola	7	1	7	49

Tabulka 15: FMEA [autor]

DISKUZE

Pomocí metody RIPRAN byla identifikována rizika, který byla rozebrána v analytické části. Výstupem identifikace rizik je 18 hrozeb se 44 možnými scénáři. Následovalo přiřazení pravděpodobnosti, že daná hrozba nastane, určení dopadu a hodnocení rizika.

Mezi největší rizika se řadili výroba modelového zařízení v zahraničí, časové zpoždění projektu, vznik dutin, špatné očkování do proudu kovu, špatná komunikace na výrobním oddělení, nedostatečné výrobní kapacity, nedodržení parametrů zkoušky, vznik dočišťovacích operací, prostoj - přenastavení formovací linky, neshodný odlitek (vlivem utržené pískové formy), neshodný odlitek (z důvodu špatné pozice filtrů ve formě), nezaložené jádro do formy, utržená forma (vlivem špatné pozice filtrů ve formě), špatné rozměry odlitku, utržená forma (z důvodu špatné pozice jádra v zakladači), prostoj, neshodný odlitek (dutiny v odlitku - nesplnění zákaznických požadavků), neshodný odlitek (výskyt karbidu železa v odlitku - nesplnění zákaznických požadavků), neshodný odlitek (povrchové vady), neshodný odlitek (nízké kapacity technologů pro snižování počtu neshodných odlitků), neshodný odlitek (proces není stabilní).

Následovala implementace nápravných opatření. Celkově byla zavedena nápravná opatření na všechny scénáře kromě jednoho. Vyselektován byl pouze scénář, kde se jedná o hrozbu nízké informovanosti technologa o projektu, v němž bylo riziko neshodného dílu akceptováno. Tato opatření se z velké části týkala vývojové fáze a komunikačních problémů. Zavedení těchto opatření do vývojové fáze by přineslo kladné výsledky. Pokud se problematické místa odhalí ještě před samotným vyrobením modelového zařízení, dojde k výraznému snížení počtu neshodných dílů. Po zavedení nápravných opatření se žádný scénář nepohybuje v kategorii vysoká hodnota rizika.

Komunikační problémy v rámci zkoumaného procesu se velmi obtížně modifikují. Oddělení mezi sebou komunikují málo a odmítají spolupracovat. Často dochází ke komunikačnímu nedorozumění. Aby byl učiněn první krok ke stabilitě, je třeba si uvědomit, že všechny oddělení mají společné cíle. Daná oddělení by také měla mít snahu o kompromisní

řešení. Pokud by zavedení nápravných opatření bylo úspěšné, dojde k výraznému poklesu vzniklých hrozeb a jejich scénářů v oblasti technologické přípravy výroby. Spoluprací mezi oddělením výroby a technologie navíc dojde ke zkrácení termínu a počtu opakovaných zkoušek.

Ke změně hodnoty rizika u některých scénářů nedošlo. Nápravné opatření sice zavedeno bylo, výsledné hodnocení bohužel zůstalo neměnné. Mezi takové scénáře patří například výskyt karbidu železa, který byl původně na úrovni střední hodnotě rizika. I po zavedení nápravného opatření detekce nejužších míst odlitku, úprava chemického složení byla výsledná hodnota stále na úrovni střední hodnoty rizika. Toto ošetření způsobilo snížení výskytu potenciálního scénáře. V případě, že by tento scénář nastal, odlitek by nemusel plnit svou funkci, což by mělo katastrofické důsledky. Za předpokladu bezpečnostního prvku by mohlo dojít ke ztrátě primární funkce, tudíž k ohrožení života.

Celkově nápravné hodnocení považuji za přínosné. Ukazuje se, že kromě vývojové fáze je technologická příprava výroby dostačující. Jak bylo výše uvedeno, problém se nachází zejména ve vzájemné komunikaci a špatném plánování kapacit.

Analýzu FMEA jsem zvolila, jako doplněk k metodě RIPRAN, protože je vhodnější pro výrobní procesy. Záměrně jsem ji aplikovala na stejné hrozby a scénáře jako metodu RIPRAN s tím rozdílem, že v analýze FMEA jsou data již aktualizována dle nápravných opatření. FMEA se tedy jeví jako vhodnější a více srozumitelnější.

Jako nejhorší scénáře v analýze FMEA vyšli vnik karbidu železa (z důvodu nízké informovanosti technologa), dále povrchové vady odlitků, neshodný odlitek (vlivem utržené formy), neshodný odlitek (špatná pozice filtrů ve formě), utržená forma (špatná pozice filtrů ve formě), utržená forma (špatná pozice jádra ve formě - horizontální umístění), neshodný odlitek (dutiny v odlitku - nesplnění zákaznických požadavků), neshodný odlitek (povrchové vady) a neshodný odlitek (proces není stabilní).

Výsledky se většinou shodují. Největší výjimku tvoří scénáře povrchové vady odlitků (nízká informovanost technologa) a utržená forma (špatná pozice filtrů ve formě). Důvod tohoto rozdílu, je hodnocení jednotlivých položek. V metodě RIPRAN jsem použila tři úrovně hodnocení. Naopak v analýze FMEA je vhodné pro výrobní proces použít deset tříd. Další rozdílem je, že FMEA do své analýzy zahrnuje také způsob detekce za předpokladu, že scénář nastane. Což je hlavní rozdíl ve výsledných hodnotách.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo sestavit seznam s doporučenými hledisky pro identifikaci rizik v technologické přípravě výroby ve slévárenství. Dále provést analýzu možných způsobů kvantifikace rizik a doporučit vhodný způsob hodnocení těchto rizik. Navrhnout postup a doporučené zásady pro sestavování nápravných opatření ke snížení zajištěných rizik. Dále pro nalezená rizika zpracovat použití doporučených postupů.

Jako nástroj pro identifikaci rizik jsem zvolila metodu RIPRAN. Popsání této metody se nachází v kapitole návrh opatření pro zlepšení současného stavu. Tedy stanovení vztahu hrozby – scénář. Tato metoda zároveň obsahovala i kvantifikaci rizik včetně způsobu hodnocení rizik. Dále byla vytvořena nápravná opatření ke snížení zajištěných rizik.

Mezi dílčí cíle se řadilo představení slévárenských projektů z pohledu prototypového a sériového modelového zařízení. Výstupem byla analýza tohoto řízení, která se nachází v kapitole analýza současného stavu. Jako poslední krok jsem zhodnotila efektivnost kompletního návrhu a využití obou metod RIPRAN a FMEA. Toto zhodnocení se nachází v kapitole diskuze.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] EN 31010:2009. *Risk management – Risk assessment techniques*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [2] ČSN/ISO 31000. *Management rizik – principy a směrnice*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [3] *Spolehlivost a management rizik: materiály z 62. semináře Odborné skupiny pro spolehlivost, konaného dne 23.2.2016 v Praze*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2016, s. 23. ISBN 978-80-02-02639-6.
- [4] IEC 60812:2006. *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and affects analysis (FMEA)*. CEN/CELENEC, 2006.
- [5] *Analýza možných způsobů a důsledků poruch (FMEA): referenční příručka*. 4. vyd. Přeložila Ivana PETRAŠOVÁ. Praha: Česká společnost pro jakost, 2008, s. 143. ISBN 978-80-02-02101-8.
- [6] TICHÝ, Milík. *Ovládání rizika: analýza a management*. Praha: C. H. Beck, 2006, s. 396. ISBN 80-7179-415-5.
- [7] NĚMEC, Vladimír. *Projektový management*. Praha: Grada, 2002, s. 182. ISBN 80-247-0392-0.
- [8] SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management: systémový přístup k řízení projektů*. 3., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2016, s. 421. ISBN 978-80-271-0075-0.
- [9] JEŽKOVÁ, Krejčí, Lacko, Švec. *Projektové řízení jak zvládnout projekty*. Brno: Kancelář Akademického centra studentských aktivit, 2013, s. 381. ISBN 978-80-905297-1-7.
- [10] EN 62198. *Managing risk in projects – Application guidelines*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [11] KORECKÝ, Trnovský. *Management rizik projektů se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Praha: Grada Publishing, 2011, s. 583. ISBN 978-80-247-3221-3.
- [12] DOLEŽAL, Máchal, Lacko. *Projektový management podle IPMA*. Praha: Grada, 2009, s. 507. ISBN 978-80-247-2848-3.

- [13] RIPRAN - Metoda pro analýzu projektových rizik. RIPRAN - Metoda pro analýzu projektových rizik [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena [cit. 20.05.2018]. Dostupné z: <http://ripran.cz/>
- [14] 50MINUTES.COM. *The Ishikawa Diagram*. 50Minutes.com, 2015, s. 32. ISBN 2806270650.
- [15] Litiny | OtahalConsult. [online]. Copyright © 2018. All Rights Reserved. [cit. 19. 05. 2018]. Dostupné z: <http://otahalconsult.cz/soucasne-produkty/litiny/>
- [16] SKOČOVSKÝ, Podrábský. *Grafické litiny*. Žilina: EDIS, 2005, s. 168. ISBN 80-8070-390-6.
- [17] ČSN EN 1563. Slévárství - Litiny s kuličkovým grafitem. Praha: Český normalizační institut, 1999.
- [18] Slevárství 9-10 2017 by INA SPORT spol. s r.o. - issuu. Digital Publishing Platform for Magazines, Catalogs, and more - Issuu [online, cit. 20.5.2018]. Dostupné z: https://issuu.com/inasport/docs/slevarenstvi_9_10_2017
- [19] ČSN 42 1240. Vady odlitků názvosloví a třídění vad. Praha: Český normalizační institut, 1964.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Utržená písková forma [archiv autora]	23
Obrázek 2: Odlitek s utrženou pískovou formou [archiv autora]	23
Obrázek 3: EPC diagram část 1 [autor]	27
Obrázek 4: EPC diagram část 2 [autor]	28
Obrázek 5: Ishikawa diagram [autor]	31

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Pavučinový graf metodě RIPRAN [autor]	41
---	----

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Tabulka identifikace rizik [12]	18
Tabulka 2: Hodnocení rizik [12].....	18
Tabulka 3: Třídy pravděpodobnosti scénáře, hrozby a procentuální vyjádření [12]	18
Tabulka 4: Nápravné opatření a následná nová hodnota rizika [12]	19
Tabulka 5: Identifikace rizik [autor].....	33
Tabulka 6: Kvantifikace rizik [autor]	34
Tabulka 7: Třídy výsledné pravděpodobnosti [autor]	34
Tabulka 8: Dopad na projekt [autor]	34
Tabulka 9: Celkové hodnocení rizika [autor]	34
Tabulka 10: Kvantifikace rizik [autor]	36
Tabulka 11: Vliv nápravných opatření na výslednou hodnotu rizika [autor].....	40
Tabulka 12: Hodnocení závažnosti [autor].....	43
Tabulka 13: Hodnocení detekce [autor].....	44
Tabulka 14: Hodnocení četnosti [autor]	45
Tabulka 15: FMEA [autor]	52
Tabulka 16: Roztřídění vad a odlitků podle skupin a druhů [19]	61

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Roztřídění vad a odlitků podle skupin a druhů

Roztřídění vad a odlišků podle skupin a druhů

Číslo skupiny vad	Název skupiny vad	Číselné označení vady	Název druhu vady
1	Vady tvaru, rozměru	11	Nezaběhnutí
		12	Přesazení
		13	Zatekliny
		14	Vyboulení
		15	Zborcení
		16	Mechanické poškození
		17	Nedodržení rozměrů
		18	Nedodržení váhy
2	Vady povrchu	21	Přípečeniny
		22	Zavaleniny
		23	Zálupy
		24	Nerosty, strupy
		25	Výronky
		26	Výpotky
		27	Okujení, opálení
		28	Omačkání, otlučení, pohmoždění
3	Přerušení souvislosti	31	Trhliny
		32	Praskliny
4	Dutiny	41	Bubliny
		42	Bodliny
		43	Staženiny
		44	Řediny
		45	Mikrostaženiny
		46	Mikrobubliny
		51	Struskovitost
5	Vměstky	52	Zadrogeniny
		53	Nekovové vměstky
		54	Broky
		55	Kovové vměstky
		61	Odmíšení
6	Vady struktury	62	Nevyhovující lom
		63	Zatvrdlina, zákalka
		64	Obrácená zákalka
		65	Nesprávná struktura
		71	Nesprávné chemické složení
7	Vady chemického složení, nesprávné fyzikální nebo mechanické vlastnosti	72	Nevyhovující mechanické vlastnosti
		73	Nevyhovující fyzikální vlastnosti

Tabulka 16: Roztřídění vad a odlišků podle skupin a druhů [19]