



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

POUŽITÍ MODERNÍCH METOD ZLEPŠOVÁNÍ KVALITY V KOVOVÝROBĚ

USING OF MODERN METHODS OF QUALITY IMPROVEMENT IN METALWORKING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ROSTISLAV MUSIL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. LUBOŠ KOTEK, PH.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2013/14

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Rostislav Musil

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

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 bakalářské práce:

Použití moderních metod zlepšování kvality v kovovýrobě

v anglickém jazyce:

Using of modern methods of quality improvement in metalworking

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Oblast zlepšování kvality je velice progresivní, objevují se nové metody zlepšování kvality, které doplňují tradiční metody. Tato bakalářská práce se zabývá popisem a použitím vybraných metod a nástrojů zlepšování kvality.

Cíle bakalářské práce:

Provést literární rešerši moderních metod zlepšování kvality.

Porovnat vybrané metody zlepšování kvality a navrhnout jejich použití v kovovýrobě.

Použít vybranou metodu zlepšování kvality a navrhnout opatření pro zlepšení.



Seznam odborné literatury:

- JURAN, J. M. – GODFREY, A. B. Juran's Quality Handbook. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 1999.
- NENADÁL, J. aj. Moderní systémy řízení jakosti. 1. vyd. Praha: Management Press, 1998.
- IMLER, Ken. Strategické systémy kvality. Pardubice: Radek Lévy, 2008, 173 s. ISBN 978-80-904156-0-7.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Luboš Kotek, Ph.D.

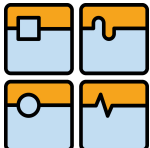
Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 5.2.2014

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 4
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

ABSTRAKT

Bakalářská práce obsahuje obecný popis pojmu kvalita a systémů určených pro její řízení. Jsou podrobněji popsány dílčí moderní metody určené pro zlepšování kvality. Jmenovitě 8D-Report, FMEA a Paretova analýza. Následuje představení spolupracující společnosti zabývající se kovovýrobou. Výběr nejvhodnějšího nástroje pro zlepšování kvality a jeho aplikace přímo ve společnosti. Součástí práce jsou dosažené výsledky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Kvalita, report, FMEA, analýza, zlepšení,



ABSTRAKT

Bachelor thesis contains a general description of the concept of quality and system designed for its management. Modern sub-systems of quality improvement are described in more detail. In particular 8D-Report, FMEA and Pareto analysis.

A presentation of cooperating companies engaged in metal fabrication follows consequently together with the selection of the most appropriate tools for quality improvement and its application within the company. Obtained results are included.

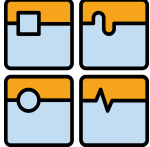
KEYWORDS

Quality, report, FMEA, analysis, improvement,

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Bibliografická citace

MUSIL, R. *Použití moderních metod zlepšování kvality v kovovýrobě*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 57 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Luboš Kotek, Ph.D..

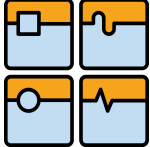
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 6
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Luboše Kotka, Ph.D., a s použitím literatury uvedené v seznamu.

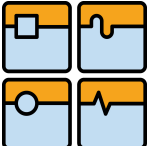
V Brně dne 30. května 2014

.....
Rostislav Musil

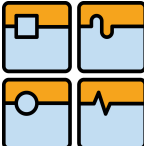
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 7
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Poděkování

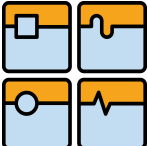
Touto cestou chci poděkovat vedoucímu práce Ing. Luboši Kotkovi, Ph.D. za věcné připomínky k obsahu práce, pánům Ing. Karlu Hlaváčkovi a Dis. Ondřeji Chodilovi za praktické ukázky a materiály, které byly stěžejní pro tuto práci. Mému zaměstnavateli, společnosti 3S Consulting s.r.o. pod vedením CEO pana Ing. Stanislava Kobylyky, za poskytnutí školení. A společnosti Horácké kovodružstvo Třebíč, jejímu vedení a mistrům, kteří se podíleli na praktické části.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 8
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1. ÚVOD	10
1.1. TÉMA.....	10
1.2. STAV SYSTÉMŮ ŘÍDÍCÍ KVALITU V ČESKÝCH PODNICÍCH.....	10
1.3. CÍLE	10
2. STRATEGICKÝ SYSTÉM ŘÍZENÍ KVALITY	11
2.1. PŘÍKLAD ZÁKLADNÍCH PRVKŮ ŘÍZENÍ KVALITY	11
2.1.1. <i>Standardy ISO řady 9000</i>	11
2.1.2. <i>ISO TS 16 949</i>	13
3. METODY PRO ZLEPŠOVÁNÍ KVALITY OBECNĚ	13
3.1 KVALITA	13
3.2 ZLEPŠOVÁNÍ KVALITY	14
4. 8D REPORT	14
4.1. ÚČEL	14
4.2. HISTORIE A SOUČASNOST	14
4.3. METODIKA.....	15
4.4. KLÍČOVÉ POJMY	15
4.5. POPIS JEDNOTLIVÝCH DISCIPLÍN[4]	15
4.5.1. <i>Standardní kroky ke každé disciplíně</i>	16
4.5.2. <i>D0 – Popis problému</i>	16
4.5.3. <i>D1 – Definice týmu</i>	17
4.5.4. <i>D2 – Definice a popis problému</i>	18
4.5.5. <i>D3 – Dočasné nápravné opatření</i>	18
4.5.6. <i>D4 – Definice a ověření základní příčiny</i>	19
4.5.7. <i>D5 – Výběr a ověření trvalého nápravného opatření</i>	21
4.5.8. <i>D6 – Zavedení trvalého nápravného opatření do praxe</i>	22
4.5.9. <i>D7 – Prevence opakovaného výskytu</i>	22
4.5.10. <i>D8 – Uznání pro jednotlivce i tým</i>	23
4.6. SHRNUÍ	23
5. FMEA – ŘÍZENÍ RIZIK.....	24
5.1. ÚČEL	24
5.2. HISTORIE	24
5.3. METODIKA.....	25
5.3.1 <i>Složení týmu</i>	25
5.3.2 <i>Systematický postup [7]</i>	25
5.3.3 <i>Kritéria hodnocení [5]</i>	28
5.3.4 <i>Postup analýzy – diagram</i>	31
5.3.5 <i>Analýza kritičnosti a RPN</i>	33
5.3.6 <i>Zápis (zpráva z analýzy FMEA)</i>	34
5.4. SHRNUÍ	35

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 9
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

6. PARETOVA ANALÝZA.....	36
6.1. ÚČEL	36
6.2. HISTORIE	36
6.3. POUŽITÍ	37
6.4. ABC ANALÝZA[8]	37
6.5. METODIKA.....	38
6.5.1 <i>Příklad využití ABC analýzy</i>	38
6.6. SHRNUTÍ	40
7. DEFINICE SPOLEČNOSTI HORÁCKÉ KOVODRUŽSTVO TŘEBÍČ[9].....	40
7.1 PROFIL SPOLEČNOSTI	40
7.2 STROJNÍ VYBAVENÍ.....	41
7.3 UKÁZKA VÝROBKŮ.....	42
8 ANALÝZA POTŘEB A NÁVRH SYSTÉMU PRO ZLEPŠENÍ.....	43
8.1 ÚVOD	43
8.2 VÝBĚR NÁSTROJE PRO ZLEPŠENÍ KVALITY	43
9. POSTUP A IMPLEMENTACE ANALÝZY FMEA PRO HKD TŘEBÍČ	44
10. VYHODNOCENÍ IMPLEMENTACE.....	47
11. ZÁVĚR.....	48
12. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	49
13. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	50
14. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	51
15. SEZNAM TABULEK.....	52
16. PŘÍLOHY	53

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 10
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1. Úvod

William Edwards Deming (1900-1993) „Nestačí dělat věci nejlépe jak umíte. Nejprve musíte vědět co dělat a pak teprve dělat věci nejlépe jak umíte“.

1.1. Téma

Téma metody pro zlepšování kvality bylo zvoleno z důvodů, které se opírají o moderní pojetí podnikání, kdy je kladen velký důraz na potřeby a požadavky zákazníka, které jsou často protichůdné (Cena x Kvalita). Uměním úspěšných společností je najít kompromis mezi těmito nároky a to znamená uspokojit zákazníka a zároveň vykázat zisk. Díky velkému množství různých metod, které se zabývají zlepšováním a řízením kvality a často jsou dnes k dispozici i v normovaných variantách, které mohou podléhat akreditované certifikaci, je mají možnost využívat i menší společnosti. Menšími společnostmi jsou v tomto případě myšleny malé a střední podniky, které jsou evropskou unií definované jako malý podnik (obrat < 10mil €, zaměstnanců 10-50), střední podnik (obrat < 50mil €, zaměstnanců 50-250). Tyto podniky jsou podporovány Evropskými sociálními fondy a dotačními programy České republiky a to právě ve vytváření systémů řízení a zlepšování kvality pro konkurenční schopnost. Celá práce se zaměřuje na tento druh podniků působících v technických oborech.

1.2. Stav systémů řídicí kvalitu v českých podnicích

Velká část v předchozím odstavci definovaných podniků v České republice vnímá řízení kvality a nástroje podporující jejich výkonnost a spolehlivost jako nadstandard a záležitost, bez které se při jejich velikosti a obratu jednoduše obejdou. Opak je ale pravdou a lze to dokázat statistikami zkrachovalých společností, jejichž počty se zvláště v době krize zvyšují. A jedním z důvodů proč i kvalitní projekty s vysokým vstupním kapitálem krachují, je absence systému řízení. Společnosti se stále drží reaktivního přístupu a začínou jednat pozdě. Proaktivní přístup, který se snaží neshodám předcházet je efektivnější. Mnoho firem zastává názor, že stačí mít zaveden systém řízení. Ale je rozdíl mezi „mít systém řízení kvality“ a „řídít se podle systému řízení kvality“.

1.3. Cíle

Cílem práce je obecně popsat metody, které jsou vhodné pro malé a střední podniky. Podrobněji vysvětlit smysl a funkci několika vybraných metod vhodných pro zlepšování kvality. Definovat reálnou společnost zabývající se kovovýrobou, najít nedostatky v systému řízení a v praxi navrhnout metodu vhodnou pro potřeby společnosti a implementací této metody odstranit identifikované nedostatky.

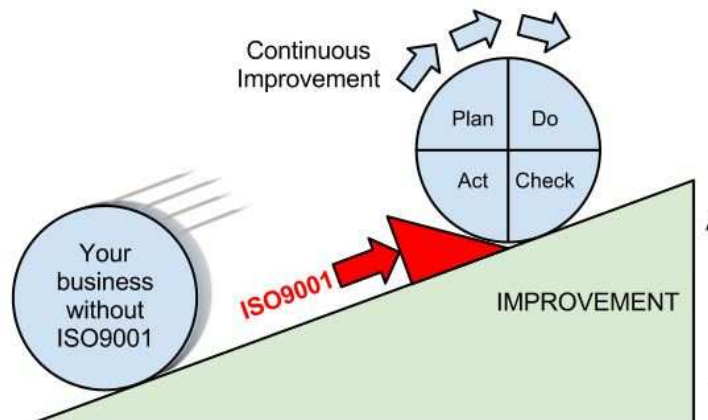


2. Strategický systém řízení kvality

Je třeba mít na paměti, že jakákoliv parciální metoda se smyslem zlepšovat kvalitu, musí být pevně zakořeněna v globálním systému řízení společnosti a měla by být prakticky jeho součástí. Soubor těchto dílčích nástrojů, které jsou mezi sebou provázané a spolupracují spolu, se dá nazvat Strategický systém řízení kvality. Ve své podstatě je tento systém složen ze základního prvku, který je kostrou celého strategického systému. Zajišťuje většinou normované postupy pro řešení kroků nezbytných pro chod společnosti (politiku, cíle, řízení dokumentace, soulad s legislativou, personalistiku, BOZP). Dále se skládá z doplňkových prvků, které zlepšují kvalitu například ve smyslu snížení zmetkovitosti a nákladů na reklamace, vylepšení výrobních procesů a zefektivnění logistiky. Zavedení základního systému řízení znamená pro společnost v prvotní fázi velkou zátěž jak z finančního hlediska, tak z časové náročnosti implementace a následného udržování a zlepšování strategického systému. Tato investice má velmi rychlou návratnost a hlavně dlouhodobý efekt [1].

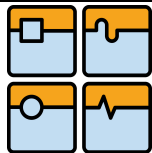
2.1. Příklad základních prvků řízení kvality

2.1.1. Standardy ISO řady 9000



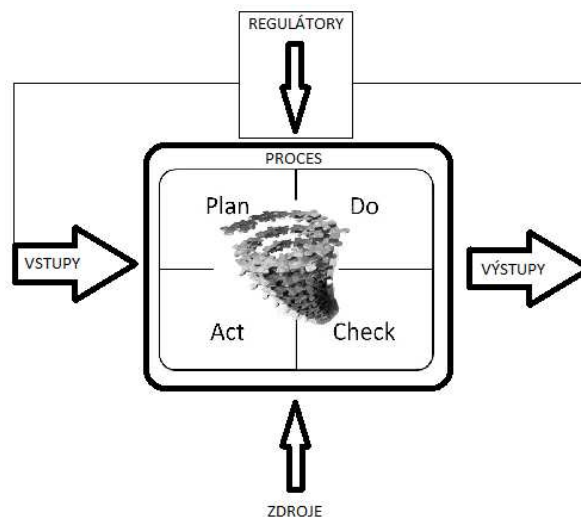
Obr. č.1: Názorná ukázka funkce normy ISO 9001 [10]

Normy řady ISO 9000 respektive požadavky na systém managementu kvality ISO 9001 se mohou stát základním stavebním kamenem jakékoliv společnosti bez rozdílu počtu zaměstnanců a ročního obrátu [12]. Je to systém založen na procesním přístupu. Na všechny činnosti se nahlíží jako na procesy. Proces je definován jako přeměna vstupů na výstupy. Přičemž se klade důraz na neustálé zlepšování, kterého je zde dosaženo modelem PDCA (Obr.1.). Takzvanou spirálu PDCA definoval profesor W.E. Deming, který se inspiroval H. Fordem[1].



- P – Plan** (proces musí začínat plánem a pečlivou úvahou o možnostech realizace).
D – Do (samotná realizace plánů).
C – Check (analýza a vyhodnocení efektivity procesu).
A – Act (reakce na výsledky sledování, úprava procesu pro vyšší efektivitu).

Na obrázku č. 2 je vidět schéma procesu, kdy se vstupy za pomoci zdrojů a regulace v procesu neustálého zlepšování mění na výstupy.

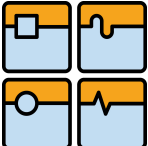


Obr. č.2: Procesní přístup

Samozřejmostí systému managementu kvality je zaměření na zákazníka, kdy je třeba přesně identifikovat jeho potřeby a požadavky. Podle těchto zjištění poté postupovat při plánování procesů. Při vytváření tohoto systému je velmi důležitá součinnost a aktivita vrcholového managementu a podpora proaktivního přístupu[1].

Výpis požadavků normy ISO 9001 je rozdělen do 8 kapitol [11]:

1. Předmět
2. Citované normativní dokumenty
3. Termíny a definice
4. Systém managementu kvality
 - Všeobecné požadavky kladené na systém, příručku kvality a řízení dokumentů.
5. Odpovědnost managementu
 - Stanovení odpovědností, cílů a politiky.
 - Zajištění angažovanosti vrcholového managementu.
 - Zaměření na zákazníka.
6. Management zdrojů
 - Poskytování zdrojů, lidské zdroje.
 - Infrastruktura, pracovní prostředí
7. Realizace produktu
 - Plánování, komunikace se zákazníkem.
 - Návrh a vývoj, nákup, výroba a poskytování služeb.
 - Řízení měřicího a monitorovacího zařízení.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 13
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

8. Měření, analýza a zlepšování

- Monitorování a měření, řízení neshodného produktu.
- Analýza dat, zlepšování.

Další normy řady ISO 9000 jsou podrobněji oborově zaměřeny, nebo se zabývají dalšími možnostmi jak zdokonalit základní systém řízení kvality jako například norma ISO 9004.

2.1.2. ISO TS 16 949

Norma ISO TS 16 949 je ve své podstatě založena na základech normy ISO 9001 a prakticky je její zdokonalenou verzí. Je primárně určena pro automobilní průmysl se sériovou výrobou. Její součástí jsou analytické nástroje, nástroje pro řízení rizik a jiné systémy, jejímž hlavním smyslem je minimalizovat neshodné výrobky. Zvláště v automobilovém průmyslu je na jeden finální produkt velice rozsáhlá síť dodavatelů a každý má vliv na kvalitu konečného výrobku. Norma ISO TS 16 949 proto kontroluje všechny dodavatele pomocí normovaných procesů. Její nedílnou součástí jsou i preventivní opatření, řízení rizik a nápravných opatření.

3. Metody pro zlepšování kvality obecně

3.1 Kvalita

Kvalita je v mnoha směrech těžko definovatelný pojem. Může se týkat výrobků, služby, může se zaměřit pouze na spokojenost zákazníka, nebo na vytvořenou přidanou hodnotu pro společnost. V dostupné literatuře je několik definic týkajících se tohoto pojmu, které jsou popsány v následujícím textu.[3]

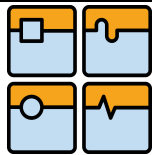
Akademický slovník cizích slov: „*souhrn užitečných vlastností výrobku nebo služby, souhrn typických, zpravidla kladných vlastností*“.

Joseph M. Juran: „*způsobilost k užití*“.

Philip B. Crosby: „*soulad s požadavky*“.

Armand Vallin Feigenbaum: „*Kvalita výrobku je souhrn všech jeho konstrukčních a výrobně technických charakteristik, které určují úroveň, jakou produkt naplní očekávání zákazníka.*“

Norma ISO 9001: „*Stupeň splnění požadavků souborem obsažených znaků. Přičemž požadavky jsou dle normy očekávané (např. zákaznicky) nebo závazné (např. dle normy).*“



3.2 Zlepšování kvality

Ke zlepšování kvality je možné přistupovat dvěma způsoby:

- 1.) Reaktivní – řeším problém, který už nastal a zavedu nápravné opatření (8D-report)
- 2.) Proaktivní - předcházím problémům (FMEA, kontrol plán, Poka-yoke, ...)

Jak vyplývá z předchozího odstavce, je možné využít velké množství podpůrných nástrojů, které se zabývají různými parciálními procesy, které zvyšují úroveň kvality.

4. 8D Report

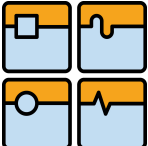
8D Report je analýza neočekávaného problému. Spočívá ve vyplnění osmi disciplín, někdy se připojuje ještě devátá disciplína, kterou vyplňuje zákazník. Jednotlivé disciplíny se označují D0 – D8. D0 vyplňuje zákazník a D1 – D8 vyplňuje dodavatel. 8D-Report není normovaný postup, a proto je možné setkat se s různými typy formulářů, postupů, výkladů jednotlivých disciplín a názvů tohoto nástroje (8D, 8D-Report, Global 8D-Report) většinou dle potřeb společnosti, která jej využívá. Velmi často se v menších provozech, kde nejsou vysoké nároky na kvalitu, používají různé modifikace, kdy se vyplňují jenom některé disciplíny. Vznikají například 5D-Reporty, 3D-Reporty atd..[5]

4.1. Účel

8D-Report je nástroj, který ukazuje jak postupovat při řešení reklamace. Jeho součástí často bývají i další nástroje pro zlepšování kvality, prevenci a zjišťování kořenové příčiny. Není preventivní metoda, i když z jeho výsledků může vycházet preventivní řešení jako FMEA, kontrolní plán atd., ale stále se jedná o řešení již vzniklého problému. Je to čistě reaktivní metoda, která se zavádí, až dojde k neshodě[4].

4.2. Historie a současnost

8D-Report vznikl v USA v automobilce Ford. Jeho další forma vznikala ve druhé světové válce jako vojenský standard pro řešení kořenových příčin problémů a zavádění nápravných opatření. O zdokonalení 8D-Reportu se postarali Japonci, kteří obohatili řešení reportu o nástroje, které hledají kořenovou příčinu jako je Ishikawa nebo 5WHY. 8D-Report se původně užíval pouze v automobilním průmyslu, ale dnes je možné se s tímto druhem řešení reklamací setkat v jakémkoliv průmyslovém odvětví.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 15
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

4.3. Metodika

Základem správného řešení 8D-Reportu je efektivní řešení. Toho lze dosáhnout, pouze pokud víme, čeho chceme docílit a známe problém. Zpravidla se 8D-Report začíná vyplňovat, až si neshodný kus můžeme vzít do ruky. Nikdy se nesmí začít dříve, než jsme si zcela jistí, kde je problém. Jinak riskujeme zbytečnou práci a plýtvání zdroji. Velmi důležitá část je dosazení optimálně zvoleného řešitelského týmu. Je nutná správná a úplná analýza problému, jelikož problém někdy může způsobit sám zákazník. Jestliže nastane problém, je nutné jednat rychle, aby nedošlo k poškození zákazníka, např. vstupní analýzou, zastavením výroby. Řešení hledáme, až jsme si jistí, kde přesně problém nastal. Pokud najdeme příčinu problému, zaměříme se na podobná místa ve výrobě tak, abychom předešli jejímu dalšímu výskytu v blízkých příbuzných procesech. [4]

4.4. Klíčové pojmy

Problém: Problém nastává v případě, že nevíme jak danou situaci řešit. Když víme jak jí řešit tak nemáme problém, jen potřebujeme čas a situaci vyřešíme.

Neshoda: Když nastane problém, zpravidla zapříčiní neshodu. Známe tři druhy neshod.

- Kvalitativní – Nesplníme zákazníkům požadavek na kvalitu.
- Množstevní – Dodáme špatný počet výrobků.
- Časová – Potýkáme se s časovým prodloužením při výrobě a doručení výrobku zákazníkovi.

Okamžité nouzové opatření: Ochrana zákazníka před následky problému. Realizujeme ho před samotným řešením vzniklého problému.

Kořenová příčina: Je odpovědí na otázku co způsobilo problém.

4.5. Popis jednotlivých disciplín[4]

D0 – Popis problému: Zákazník popisuje, co měl za problém, a proč výrobek reklamuje

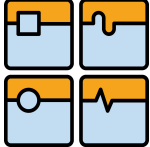
D1 – Volba týmu: 8D-Report nesmí vyplňovat asistentka ale kvalifikovaný tým.

D2 – Definice a popis problému: Čím podrobnější je popis problému, tím lépe se posléze řeší.

D3 – Dočasné nápravné opatření: Ochrana zákazníka. První věc, kterou je nutné provést, aby neshoda nenapáchala ještě větší škody.

D4 – Kořenová příčina: Tato disciplína většinou zabere nejvíce času. Často se užívají metody jako 5WHY, ISHIKAWA pro týmové nalezení kořenové příčiny.

D5 – Definice a výběr trvalého řešení: Na každou kořenovou příčinu je většinou několik korektivních řešení. Vypíší se všechny, které připadají v úvahu.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 16
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

D6 – Zavedení a ověření trvalého nápravného opatření: Vyber nejvýhodnějšího a nejefektivnějšího řešení z bodu D5 a jeho implementace do procesu. Soupis důvodů proč je vybráno právě toto řešení. Provádí se měření a kontrola nápravného opatření, jestli opravdu funguje (Všechny výsledky musí být vypsány do 8D-Reportu).

D7 – Zabránění opakování: Kontrola ostatních produktů a procesů, jestli v nich náhodou nemůže nastat ten samý problém, který byl zrovna vyřešen a pokud ano, implementuje se řešení i do těchto příbuzných procesů.

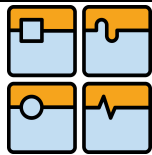
D8 – Poděkování týmu: Nejčastěji se vyplněný 8D pošle zákazníkovi, který do bodu 8 vypíše, že s řešením souhlasí. Poté považujeme 8D report za uzavřený.

4.5.1. Standardní kroky ke každé disciplíně

- Vyplnění 8D-Reportu není vždy chronologické. Jednotlivé disciplíny se mohou předbíhat nebo jejich vyplnění probíhá po celou dobu řešení.
- Jakoukoliv změnu je nutné okamžitě zapsat. Stejně tak jako výsledky jednotlivých disciplín.
- Je vhodné přezkoumat kvalifikovanost jednotlivých členů týmu nejlépe před každou disciplínou. Na každý krok se může hodit někdo jiný.
- Přezkoumání měřitelných veličin. Po celou dobu vyplňování 8D-Reportu musíme vědět, co je řešeno a jestli je to, to co opravdu řešit chceme.
- Musí být rozhodnuto, zda je nutné komunikovat se zákazníkem popřípadě s dodavatelem.
- Přezkoumání kontrolních složek. Tak jako přezkoumání týmu musí být přezkoumány výsledky každé disciplíny, zda jsou opravdu řešením daného problému.
- Vždy když tým něco udělá, musí být aktualizovaná zpráva v 8D-Reportu.

4.5.2. D0 – Popis problému

Tento bod 8D-Report nemusí vždy obsahovat. Ale mnoho společností řeší reklamace se svými dodavateli právě přes 8D-Report. V tomto případě zákazník vyplňuje bod D0. Je to krátký a výstižný popis neshody. Např.: Rozměr 60 dodaných výrobků neodpovídá rozměru na výkresu. K tomuto popisu přidávají vadný kus a požadavek na vyplnění 8D-Reportu.



4.5.3. D1 – Definice týmu

Motto: Komunikujte a naslouchejte!

Účel

Sestavení kvalifikovaného týmu se znalostí procesu a výrobku tak, aby nemohlo vzniknout řešení, které nelze realizovat. Vyčlenění času, vytvoření harmonogramu a seznámení členů týmu s harmonogramem. Přidělení pravomocí a schopností při zařizování nápravných a preventivních opatření. Jmenování hlavních funkcí členům týmu. Kvalifikovaný tým, zvládne vyřešit problém rychleji a efektivněji než nejspolečnější člen týmu samostatně.

Požadavky a úlohy v týmu

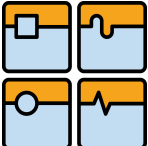
- 8D-Report nemůže řešit jeden člověk.
- Členové musí být vybíráni tak, aby spolu byli schopni spolupracovat.
- Počet členů v týmu by měl být 4-10 osob, obsazení musí být z řad kvality, procesu, technologie a konstrukce. Pokud je tým větší, je už zbytečně náročné ho řídit a řešení se tím prodlužuje.
- Členství se mění podle stádia řešení. Na jednotlivé disciplíny potřebujeme jiný typ lidí s jinými znalostmi.
- Patron týmu - Patří mu proces. Má pravomoc dělat změny a přidělovat zdroje. Musí podporovat tým. Musí vědět co se v týmu děje a mít možnost rozhodnout, zda změna proběhne nebo ne.
- Vedoucí týmu - Většinou i moderátor. Zprostředkovává kontakt s patronem. Přenáší informace, sleduje čas a zapisuje výsledky. Tlačí tým dopředu, zodpovídá za tým a za jeho výsledky.
- Člen týmu - Poskytuje odpovědi na otázky, přichází s nápady, aktivně se podílí na řešení problému.

Podmínky pro úspěšnou práci v týmu

Je nutné zavést základní pravidla pro práci v týmu (pro komunikaci, diskuzi, zapisování, načasování). Základem funkčního týmu je vždy komunikace a naslouchání. Je důležité dodržet zvolený harmonogram a práce týmu musí být viditelná. Pro určitý typ úloh lze užívat nástroje jako je brainstorming pro rychlejší cestu k cíli. Může být výhodou přizvat do týmu i člověka, který nemá s procesem nic společného, a to protože není ovlivněn problémem a může přinést nápad, který by zainteresované strany nemusel napadnout.

Shrnutí

V synergii týmu je jeho největší síla. Tým dosáhne úspěchů, kterých jednotlivec nedosáhne. Motivace a společný duch v řešení problému žene celý tým k rychlému a efektivnímu výsledku.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 18
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

4.5.4. D2 – Definice a popis problému

Motto: Pokud nevíme co je problém, nikdy ho nemůžeme vyřešit!

Účel

Jde o co nejpřesnější určení předmětu a vady. Řeší se otázka „Co je na čem špatně?“. Výhodou je založit databázi všech problémů, které se kdy řešily, pro urychlení práce v případě podobnosti. Popsat stručně, přesně a výstižně neshodu (je to malé, velké, deformované, nahoře, dole). V případě nejasností nebo nepřesností při vypisování bodu D2, může dojít k řešení neexistujícího problému a k zbytečnému plýtvání zdroji.

Základní pojmy

Formulace problému – Jednoduchá, stručná formulace, která určuje předmět a vadu problému, u něhož není známa příčina, ve 2-3 větách. Lze využít procesních otázek: Co je na tom špatně a proč?

Popis problému – Je to zavedení formulace problému pomocí otázek Co?, Kde?, Kdy?, Jak velký to je problém?. Využívá se metody MÁ BÝT/JE a JE/NENÍ. Jedna z nejčastějších podob popisu problému je přiložení fotografie bezvadného dílu (MÁ BÝT) a fotografie zmetku (JE). Popis musí přesně definovat hranice problému, to znamená, kde problém je a kde by teoreticky mohl být (příbuzné procesy).

Zpracování popisu problému

- V ČEM je problém a v čem není, ale logicky by mohl být? Zpravidla funkční vady.
- KDE je problém a kde není? Většinou rozměrové vady
- KDY se problém vyskytuje a kdy ne? Životnost. Bylo to v záruce, po záruce, před použitím, po použití.
- JAK VELKÝ je problém? Rozlišení velikosti problému kdy je z 1000 šroubků jeden vadný, nebo z 10 hřidelů polovina vadných kusů.

Shrnutí

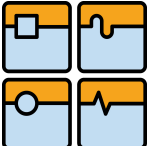
Disciplínou D2 jsme přesně definovali problém, kvůli kterému se vyplňuje 8D-Report. Důležité je zabývat se pouze jedním problémem a nezahltit se všemi problémy najednou!

4.5.5. D3 – Dočasné nápravné opatření

Motto: Při vzniku problému je hlavní prioritou ochránit zákazníka před příznaky tohoto problému.

Účel

Hlavním smyslem dočasného nápravného opatření je rychle a efektivně ochránit zákazníka před škodami způsobenými neshodou. Má vždy omezenou životnost. Pouze do zavedení bodu D6 – trvalého nápravného opatření.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 19
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Pravidla

- V případě zjištění neshody u zákazníka, je nutno dočasné nápravné opatření zavést okamžitě. To znamená do 24 hodin od zjištění neshody.
- V případě zjištění neshody od dodavatele, musí být dočasné nápravné opatření zavedeno do 48 hodin. Pokud je zjištěna neshoda u dodavatele, je nutné několikrát zkontrolovat a ověřit, zda není chyba na naší straně.
- Vždy řádně zapsat přesnou charakteristiku do 8D-Reportu.

Příklady dočasného nápravného opatření

- Neustálá postupná kontrola celého procesu. Příjem > Sklad > Výroba > Expedice > Na cestě.
- Několikanásobná kontrola problémového úseku.
- Kontrola referenčních vzorků, jestli není vyráběn zmetek už od začátku.
- Seznámení pracovníků s reklamací. Například formou nástěnky nebo meetingu.
- Aktualizace katalogu vad.

Charakteristické znaky

- Sleduje se efektivita po celou dobu fungování dočasného nápravného opatření.
- Chrání zákazníka před neshodami.
- Zvyšuje výrobní náklady.
- Mělo by být přesně časově a technicky definované.

Shrnutí

Při správném provedení dočasného nápravného opatření snížíme riziko ztráty zákazníka a dobré pověsti společnosti.

4.5.6. D4 – Definice a ověření základní příčiny

Motto: Základní příčina problému nikdy není lidský činitel, ale chyba v systému!

Účel

Oddělení a ověření každé možné příčiny problému podle popisu a dostupných dat. Tým se nesmí omezovat na jednu příčinu, ale opravdu na všechny potenciální možnosti. Následnou analýzou vybírá jednu nebo více pravých základních příčin našeho problému, pro které se v následujících bodech bude hledat trvalé nápravné opatření. Je možno využít nástroje jako například 5WHY nebo ISHIKAWA. Řešení se zaměřuje na systém a ne na lidský činitel.

Základní pojmy

- Únikový bod – Nejbližší místo procesu k základní příčině, kde by se měl problém zjistit, ale zjištěn nebyl.
- Kontrolní body – Místa v rámci kontrolního systému, kde se výrobek kontroluje z hlediska shody s určitými specifikovanými požadavky na kvalitu.



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

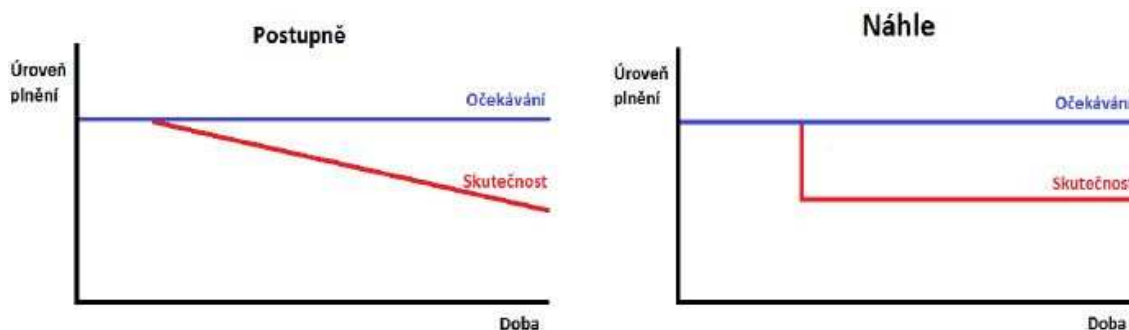
- Kontrolní systém - Kontrola výrobku nebo procesu. Skládá se z odpovědnosti, postupů a zdrojů. Systémů může být libovolné množství, tak aby byly efektivní.

Pravidla

- Nezaměřovat se pouze na jednu příčinu, ale držet si širší rozhled.
- Využití nástrojů pro zjištění kořenové příčiny (5WHY, ISHIKAWA, BRAINSTORMING).
- Nezaměřovat se na lidský činitel ale na systém, protože pokud systém dovolí člověku udělat chybu, tak jí udělá.

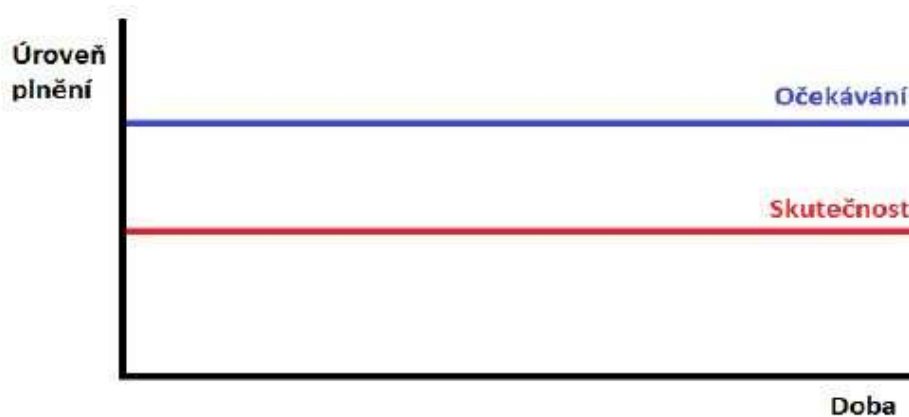
Sledování situací vyvolaných změnou

- Například produkt byl v pořádku, ale teď už není. Změna může nastat dvěma způsoby: Postupně nebo náhle Obr.č.3.

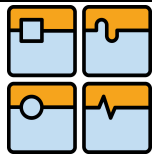


Obr. č.3: Postupná a náhlá změna produktu

- Změna nikdy nenastala. Produkt se začal vyrábět s chybou obr.č.4.



Obr.č.4: Chyba se neprojevuje

**Ověření kořenové příčiny**

- Jedná se o ověřovací zkoušku.
- Může mít mnoho podob (například sabotáž, když manažer kvality úmyslně nasadí vadný kus do série a sledováním zjistí, že byla chyba opravdu přehlédnuta v místě kořenové příčiny).
- K ověřování se v zásadě přistupuje ve dvou krocích v následujícím pořadí:
 - Pasivní ověření: Bez zásahu do procesu (debata o problému).
 - Aktivní ověření: Vratný zásah přímo do procesu.

Shrnutí

Lokalizace a přesná definice kořenové příčiny a její ověření představuje nejtěžší úkol při postupném řešení problému. Pro další pokračování je třeba důkladný zápis do 8D-Reportu.

4.5.7. D5 – Výběr a ověření trvalého nápravného opatření

Motto: Zaměření na (hard) technická systémová řešení nikoliv na (soft) nesystémová řešení.

Účel

Již známe kořenovou příčinu a vybíráme nejvhodnější a nejefektivnější trvalé nápravné opatření. Při řešení této disciplíny je důležité zaměřit se pouze na kořenovou příčinu problému a neodklánět se od ní. Mohlo by dojít k nesprávnému výběru nápravného opatření, který by neřešilo daný problém.

Pravidla

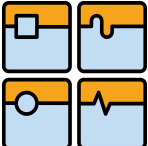
- Zaměření se pouze na kořenovou příčinu definovanou v předchozím bodě.
- Včasné ověření vhodnosti a efektivity vybraného NO abychom předešli plýtvání zdroji.
- Vyhodnocení akceptovatelnosti rizik a vedlejších účinků NO.
- Využívání principu Demingova cyklu (PDCA).

Postup

- Popis výsledku, kterého chceme pomocí nápravného opatření dosáhnout.
- Vytvoření seznamů kritérií (Cena, zmetkovitost, termín, rizika).
- Analýza a vyhodnocení jak z pohledu společnosti, tak z pohledu zákazníka.
- Stanovení kompromisu tak, aby byli spokojeni obě strany.

Příklad trvalého nápravného opatření

- Změna výkresu.
- Změna toku materiálu.
- Změna pracovního postupu.
- Automatická kontrola, změna systému kontrol.
- Řešení Poka-yoke.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 22
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Shrnutí

V disciplíně číslo 5 bylo nalezeno nejvhodnější a nejefektivnější trvalé nápravné opatření, které bylo ověřeno a je připraveno k zavedení.

4.5.8. D6 – Zavedení trvalého nápravného opatření do praxe

Motto: Pokud nemůžeme prokázat, že je problém vyřešen, pak ho nikdy nepovažujeme za vyřešený!

Účel

Pro zavedení trvalého nápravného opatření musí být vytvořeny vhodné podmínky.

Pravidla

- Neustálá kontrola a ověřování funkce a efektivity trvalého nápravného opatření.
- Plánovaný timing zavedení změny.
- Informovanost personálu.
- V případě nefunkčnosti trvalého nápravného opatření se vracíme zpět k disciplíně D4.

Zrušení dočasného nápravného opatření

Nedílnou součástí zavedení trvalého nápravného opatření je odstavení dočasného nápravného opatření. V případě, že bychom nechali dočasné NO v provozu, je to zbytečné plýtvání zdroji, protože trvalé nápravné opatření nám komplexně řeší kořenovou příčinu. Do 8D-Reportu zapisujeme přesné časové informace od kdy - do kdy bylo dočasné nápravné opatření v provozu.

Shrnutí

Pomocí této disciplíny byla trvale odstraněna kořenová příčina, ale stále musí být prováděna kontrola a analýza funkčnosti a efektivity trvalého nápravného opatření.

4.5.9. D7 – Prevence opakovaného výskytu

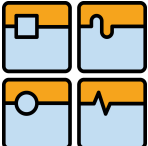
Motto: Aplikací preventivních opatření se z kvalitáře hasiče stává kvalitář zlepšovák.

Účel

Při zjištění neshody v určitém typu procesu je vysoká pravděpodobnost, že se stejná neshoda může objevit i v podobných (příbuzných) procesech. Cílem této disciplíny je tato slabá místa lokalizovat a sledovat. Popřípadě využít znalostí z tvorby trvalého nápravného opatření u jiného procesu a aplikovat je jako preventivní opatření.

Pravidla

- Seznam všech příbuzných a podobných procesů, kde by teoreticky mohlo dojít ke stejné chybě.
- Analýza podobných procesů.
- Výběr a implementace preventivního opatření.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 23
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- Povolení k preventivnímu opatření dává patron. Tým předkládá pouze doporučení.

Shrnutí

Disciplína číslo 7 rozvíjí řešení kořenové příčiny pro veškeré procesy probíhající ve společnosti. Dokáže předejít opakovanému výskytu a tím šetří čas a zdroje.

4.5.10. D8 – Uznání pro jednotlivce i tým

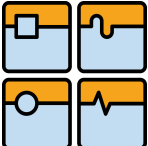
Motto: Uznání přináší motivaci a dodává energii pro řešení dalších problémů.

Účel

Poslední disciplínu 8D-Reportu často vyplňuje zákazník, který vyjádří svůj názor k řešení problému. Součástí posledního kroku je dokončení a uložení dokumentace, shromáždění nabytých znalostí, prezentace vykonané práce a uznání zásluh v týmu.

4.6. Shrnutí

Hlavním přínosem 8D-Reportu je spokojenost zákazníka. V bodě D5 a D6 by zákazník měl zjistit, že ke stejnému problému už nemůže dojít. Efektivní, rychlé a konečné řešení, které se nesoustředí pouze na následky problému, ale přímo na jeho kořenovou příčinu. Snaží se najít to nejefektivnější možné nápravné opatření.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 24
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

5. FMEA – Řízení rizik

FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) tedy Analýza způsobů a důsledků poruch je zástupce preventivní metody, to znamená, že je zpracovávána před vznikem neshody. Postup zpracování analýzy je popsán v normě ČSN EN 60812, takže na rozdíl od 8D-reportu má jasně stanovené body, které musí být pro správnou funkci tohoto nástroje splněny.[6]

Obecné dělení [5]:

Concept (CFMEA) – Pro analýzu koncepčního návrhu v rané fázi navrhování.

Design (DFMEA) – Analýza produktu (výrobku) a jeho komponent před uvolněním.

Machinery (MFMEA) – Analýza zaměřená na stroje, nástroje a zařízení.

Process (PFMEA) – Pro analýzu procesů výroby a montáže.

System (SFMEA) – Analýza systému.

Časté je označení FMECA, kdy písmeno „C“ znamená criticality. Znamená to, že po zjištění příčin a důsledků se odhaduje a hodnotí míra závažnosti, odhalení a výskytu. Pro zjednodušení bude v následujícím textu použito označení FMEA pro všechny typy analýz[6].

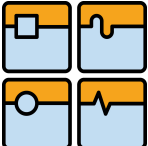
Princip FMEA je založen na systematickém postupu analýzy s účelem zjištění potenciálních způsobů poruch, jejich příčin a důsledků na technické parametry systému[7]. Tato analýza se provádí na počátku vývojového cyklu tak, aby zmírnila, nebo úplně odstranila dopady potenciálních chybných postupů, procesů, popřípadě přímo produktů. V pokročilé fázi výrobního cyklu se FMEA analýza musí průběžně přezkoumávat a aktualizovat tak, aby byla účinná po celou dobu životnosti procesu.

5.1. Účel

Zjišťuje funkce a požadavky procesu i možné projevy, popř. druhy vad vztahující se k produktu a procesu. Hodnotí působení možných vad na zákazníka (důsledky vad). Identifikuje možné příčiny vad v procesu výroby a proměnné procesu, na něž je nutno pro zjištění podmínek vzniku vad a omezení vad zaměřit úkony řízení. Sestavuje a seřazuje seznam možných vad a tím stanovuje systém priorit pro nasazení preventivních a nápravných opatření. FMEA je jedním ze základních stavebních kamenů při tvorbě takzvaného kontrolního plánu „Control plán“. Z této hloubkové analýzy zjistíme nejslabší místa systému, na které je nutné zaměřit pozornost kontroly[5].

5.2. Historie

Metoda FMEA byla vyvinuta v USA v 60. letech a využívala jí NASA pro hodnocení rizik vesmírného programu. Prvního civilního využití se dočkala v 70. letech ve společnosti Ford z důvodů špatné kvality projektů. V roce 1984 se začala tato metodika využívat i v Německu ve společnosti VW. Od 80. let byly postupy FMEA normalizovány a zahrnuty do řady norem QS9000. Dodnes se postupy aktualizují a zdokonalují [5].

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 25
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

5.3. Metodika

Metody, postupy a příklady vytvoření FMEA analýzy jsou popsány v normě ČSN EN 60812, která nahradila normu ČSN IEC 812. Norma není striktně závazná, ale je nutné dodržovat určité zásady pro správnou funkci a efektivitu tohoto nástroje. I při dodržení normovaného postupu připadá na řešitelský tým velká část improvizace a nutnost přizpůsobení nástroje požadavkům a charakteru procesu nebo výrobku, na který ho chceme aplikovat.

5.3.1 Složení týmu

Hloubková analýza FMEA je vždy výsledkem práce týmu. Tým musí být složený z odborně kvalifikovaných pracovníků, kteří se zabývají, nebo se budou zabývat analyzovaným procesem nebo produktem.

Volba týmu a jeho výhody jsou detailně popsány v disciplíně D1 zabývající se volbou týmu při řešení 8D-Reportu. Pravidla popsané v této disciplíně jsou obecná a dají se použít i při výběru týmu pro tvorbu analýzy FMEA.

5.3.2 Systematický postup [7]

Realizace FMEA analýzy se dá rozdělit do čtyř základních bodů:

- Stanovení základních pravidel, přesná lokalizace aplikace, plán analýzy.
- Provedení FMEA analýzy s vytvořením vhodného zápisu.
- Vypracování závěrečné zprávy, zhodnocení se závěry a doporučeními.
- Aktualizace v případě změn nebo pro ověření stálé vhodnosti.

Plán

Plán FMEA analýzy musí obsahovat:

- Vymezení účelů a očekávání.
- Specifikace použitého systému dokumentace záznamů.
- Rozsah analýzy.
- Přesný harmonogram.

Informace o struktuře systému

Pro zpracování FMEA analýzy jsou důležité informace o analyzovaném subjektu. Musí obsahovat jeho přesnou charakteristiku, technické parametry, funkce, role, důležitost v systému, logická spojení mezi prvky, vstupy, výstupy a případné projevy změn pracovních podmínek.

Vymezení hranice systému pro analýzu

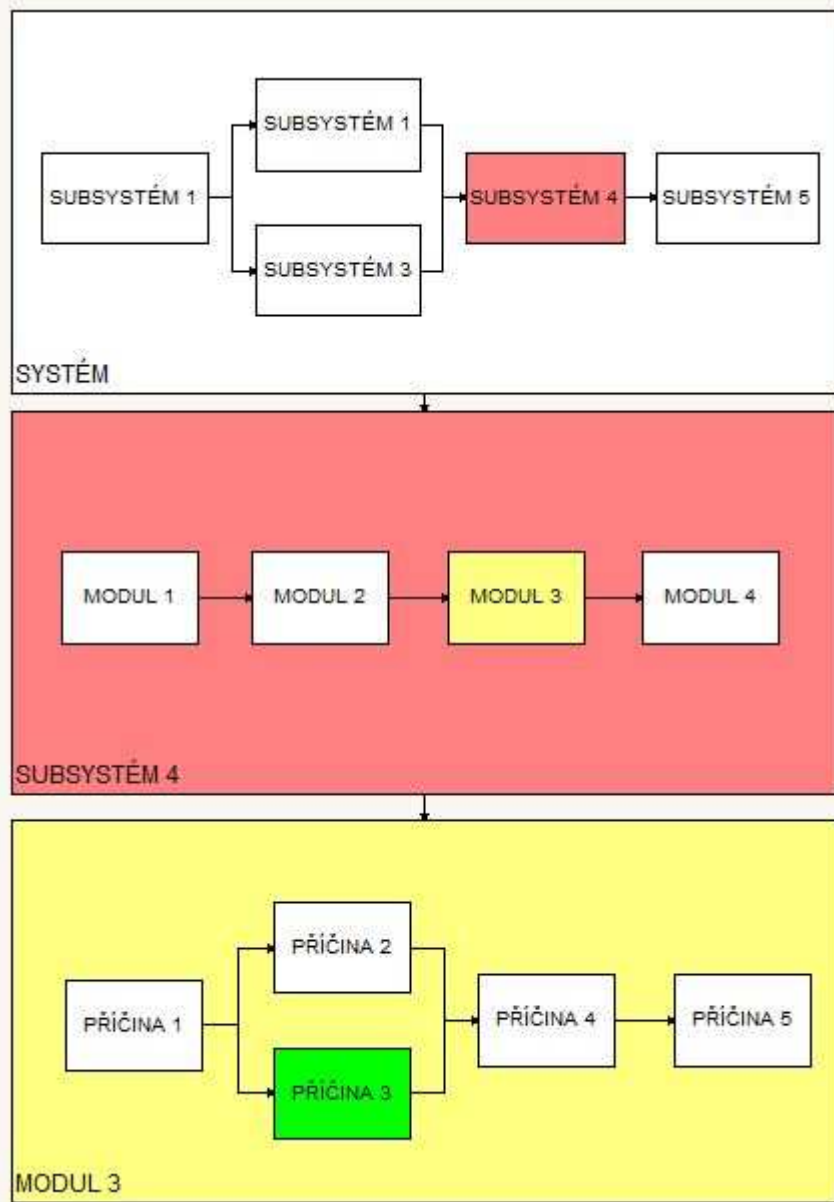
Je nutné před zahájením analýzy určit fyzické a funkční rozhraní mezi systémem a jeho okolním prostředím. Prvky, které jsou určeny jako nepatřící do analyzované oblasti, jsou specifikovány a vyloučeny. Zde je prostor pro improvizaci týmu, na který je kladena velká odpovědnost, nároky na znalost procesu a odbornou způsobilost. V případě vyloučení nevhodných prvků se snižuje efektivita celé analýzy.



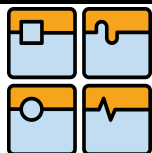
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Úrovně analýzy

Při analyzování určeného procesu je důležité dodržet systematičnost. To zajistí rozložení procesu na jednotlivé úrovně (subsystémy, moduly, části). Každá z těchto úrovní podléhá analýze samostatně. Podrobnost tohoto rozčlenění je dána požadavky na výstup z analýzy a také dostupnost informací o procesu. Při analýze je třeba brát na vědomí, že důsledek nižší úrovně může být zároveň příčinou vyšší úrovně. Tato posloupnost je graficky znázorněna na obrázku č.5.



Obr. č.5: Hierarchie systému [7]

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE****Specifikace etap provozu**

Určují se z důvodu měnících se provozních podmínek, které mohou mít vliv na funkci procesu. Pro správnou specifikaci musíme znát:

- Dobu trvání každé operace.
- Časové intervaly a periody opakování operací nebo zkoušek.
- Čas vymezený pro nápravná opatření.
- Všechny možné stavy (náběh, běh, odstavení, ...).
- Řízení těchto stavů.

Způsoby poruch

Pro efektivní zjištění způsobů, příčin a důsledků poruch je vhodné zpracovat seznamy těchto jednotlivých prvků, které lze předvídat v závislosti na:

- použití systému,
- režimu provozu,
- namáhání a vlivu prostředí,
- časové náročnosti,
- provozních specifikacích konkrétních prvků užitých v systému.

1	Porucha během provozu.
2	Porucha při zahájení provozu v předepsaném čase.
3	Porucha při ukončení provozu v předepsaném čase.
4	Předčasný provoz

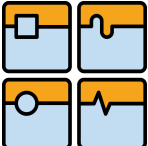
Tab č.1: Způsoby poruch

Příčiny poruch

Každý způsob poruchy může mít jednu nebo více příčin. U každého způsobu je potřeba příčiny analyzovat a popsat. Není nezbytně nutné popisovat všechny příčiny, ale zvolit pouze ty nejpravděpodobnější tak, aby se nesnižovala efektivita a zároveň nezvyšovala obtížnost analýzy. Platí pravidlo, čím závažnější jsou důsledky způsobů poruch, tím důkladněji musí být popsána příčina. Naopak příčiny s velmi malou pravděpodobností výskytu nevyžadují velkou pozornost a v určitých případech je lze vyloučit úplně.

Důsledky poruch

Důsledek poruchy lze chápat jako následek způsobu poruchy pro provoz. Každý způsob poruchy může způsobovat několik důsledků. Tyto důsledky je třeba zaznamenat a ohodnotit jejich dopad jak na jednotlivé úrovně, tak na funkci celého systému. Popsaný důsledek může být výsledkem několika poruch. Důsledky by měly být vypsané v pracovních listech, které se poté používají k vytvoření nápravného opatření.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 28
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

5.3.3 Kritéria hodnocení [5]

V různých typech aplikací se užívají rozdílné stupnice hodnocení (kvalifikace). Je to převážně určeno požadavky na kvalitu. Například v automobilním průmyslu se využívá podrobnějších stupnic 1 – 10 (Tabulka 1,2 a 3) v jiných, méně náročných aplikacích lze užít méně obsáhlé stupnice 1 – 5.

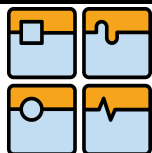
Klasifikace závažnosti

Označení: S (Severity)

Závažnost je zhodnocení významnosti důsledku poruchy na celkový provoz. Při hodnocení závažnosti je nutné brát v potaz tyto faktory:

- Vztah možné poruchy k uživateli nebo k životnímu prostředí.
- Rozsah výkonnosti systému.
- Požadavky zákazníka.
- Legislativní požadavky.
- Záruční lhůta.

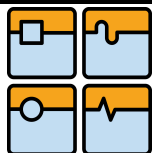
Příklad stupnice pro hodnocení závažnosti je uveden v tabulce č. 2.



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Účinek	Popis	Klasifikace
Nebezpečný- bez varování	Může ohrozit zařízení nebo člověka. Velmi vysoký stupeň hodnocení závažnosti použijeme, když potenciální závada má vliv na bezpečnost během provozu zařízení nebo pokud nevyhovuje zákonným předpisům. Závada se vyskytuje bez varování.	10
Nebezpečný- s varováním	Může ohrozit zařízení nebo člověka. Velmi vysoký stupeň hodnocení závažnosti použijeme, když potenciální závada má vliv na bezpečnost během provozu zařízení nebo pokud nevyhovuje zákonným předpisům. Závada se vyskytuje s varováním.	9
Velmi vysoký	Závažné narušení výrobní linky. 100% výrobku musí být sešrotováno. Výrobek/část je nefunkční, ztráta základních vlastností. Zákazník je velmi nespokojený.	8
Vysoký	Méně závažné narušení výrobní linky. Výrobek je potřeba separovat a část (méně než 100%) je ke sešrotování. Zařízení sice funguje, ale výkon je snížen. Zákazník je nespokojený.	7
Střední	Méně závažné narušení výrobní linky. Část (méně než 100%) je ke sešrotování (bez potřeby separování výrobku). Zařízení sice funguje, ale je snížen komfort při provozu. Zákazník pociťuje nepohodlí.	6
Nízký	Méně závažné narušení výrobní linky. 100% výrobku může být přepracováno. Zařízení funguje při částečně sníženém výkonu nebo pohodlí. Zákazník pociťuje nespokojenost.	5
Velmi nízký	Méně závažné narušení výrobní linky. Výrobek je možné separovat a část (méně než 100%) musí být přepracována. Odstranění případného vrzání nebo pískání. Závadu zjistí většina zákazníků.	4
Málo významný	Méně závažné narušení výrobní linky. Část (méně než 100%) musí být přepracována (není možné provést na lince). Odstranění případného vrzání nebo pískání. Závadu zjistí průměrní zákazníci.	3
Nevýznamný	Méně závažné narušení výrobní linky. Část (méně než 100%) musí být přepracována (je možné provést na lince). Odstranění případného vrzání nebo pískání. Závadu zjistí nároční zákazníci.	2
Žádný	Žádný účinek.	1

Tab. č.2: Hodnocení závažnosti

**Četnost – pravděpodobnost výskytu****Označení: O (Occurrence)**

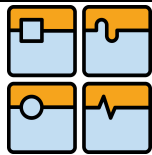
Četnost je velmi důležitý údaj při hodnocení kritičnosti prvků procesu. Jedná se o odhad možného výskytu pro daný způsob poruchy. Tyto odhady si žádají velkou znalost procesu a odbornost týmu, protože pravděpodobnost výskytu poruchy závisí na mnoha faktorech a většinou se neprojevuje lineárně. Pravděpodobnost výskytu může být odhadnuta například z těchto údajů:

- Data ze zkoušek životnosti.
- Z dostupných databází intenzit poruch.
- Z dat o poruchách v provozu (zkušenost).
- Z dat o poruchách obdobných objektů.

Pro úplnost je nutné odhad výskytu ohraničit časovým úsekem, na který se zaměřuje celá FMEA analýza. Příklad hodnocení odhadu pravděpodobnosti výskytu je uveden v tabulce č. 3.

Pravděpodobnost závady	Možné poměry závad	Cpk	Klasifikace
Velmi vysoká: Závada je téměř nevyhnutelná	≥ 1 ze 2	< 0.33	10
	1 ze 3	≥ 0.33	9
Vysoká: Všeobecně závada souvisí s podobným procesem, ve kterém se často vyskytuje závada	1 z 8	≥ 0.51	8
	1 z 20	≥ 0.67	7
Střední: Všeobecně závada souvisí s podobným procesem, ve kterém se příležitostně vyskytuje závada, ale ne ve velkém měřítku.	1 z 80	≥ 0.83	6
	1 ze 400	≥ 1.00	5
	1 z 2000	≥ 1.17	4
Nízká: Velmi ojedinělé závady vztahující se k podobným procesům.	1 z 15000	≥ 1.33	3
Velmi nízká: Velmi ojedinělé závady vztahující se k jednomu procesu.	1 ze 150000	≥ 1.50	2
Nepravděpodobná: Závada je nepravděpodobná.	1 z 1500000	≥ 1.67	1

Tab. č.3: Hodnocení výskytu

**Pravděpodobnost odhalení****Označení: D (Detection)**

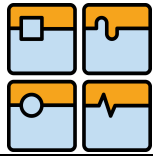
Neboli detekce. Jedná se o hodnocení naděje odhalení a eliminace ještě před tím, než bude mít vliv na životní prostředí nebo na zákazníka. Hodnocení probíhá obráceným způsobem než u hodnocení závažnosti nebo výskytu. Čím vyšší je detekční číslo, tím nižší je pravděpodobnost odhalení a nastává větší riziko dopadů poruchy na systém. Příklad hodnocení detekce poruchy je uveden v tabulce č.4.

Odhalení	Popis <i>Pravděpodobnost, že závada bude odhalena v procesu před dalším procesem nebo před okamžikem, kdy výrobek opouští výrobní nebo montážní linku.</i>	Klasifikace
Téměř nemožné	Neexistuje žádný způsob odhalení závady.	10
Velmi obtížné	Velmi malá pravděpodobnost, že současné kontrolní metody odhalí závadu.	9
Obtížné	Malá pravděpodobnost, že současné kontrolní metody odhalí závadu.	8
Velmi nízké	Velmi malá pravděpodobnost, že současné kontrolní metody odhalí závadu.	7
Nízké	Nízká pravděpodobnost, že současné kontrolní metody odhalí závadu.	6
Střední	Střední pravděpodobnost, že současné kontrolní metody odhalí závadu.	5
Středně vysoké	Středně velká pravděpodobnost, že současné kontrolní metody odhalí závadu.	4
Vysoké	Vysoká pravděpodobnost, že současné kontrolní metody odhalí závadu.	3
Velmi vysoké	Velmi vysoká pravděpodobnost, že současné kontrolní metody odhalí závadu.	2
Téměř jisté	Současné kontrolní metody téměř jistě odhalí závadu. Spolehlivost kontrolních metod je známa z podobných procesů.	1

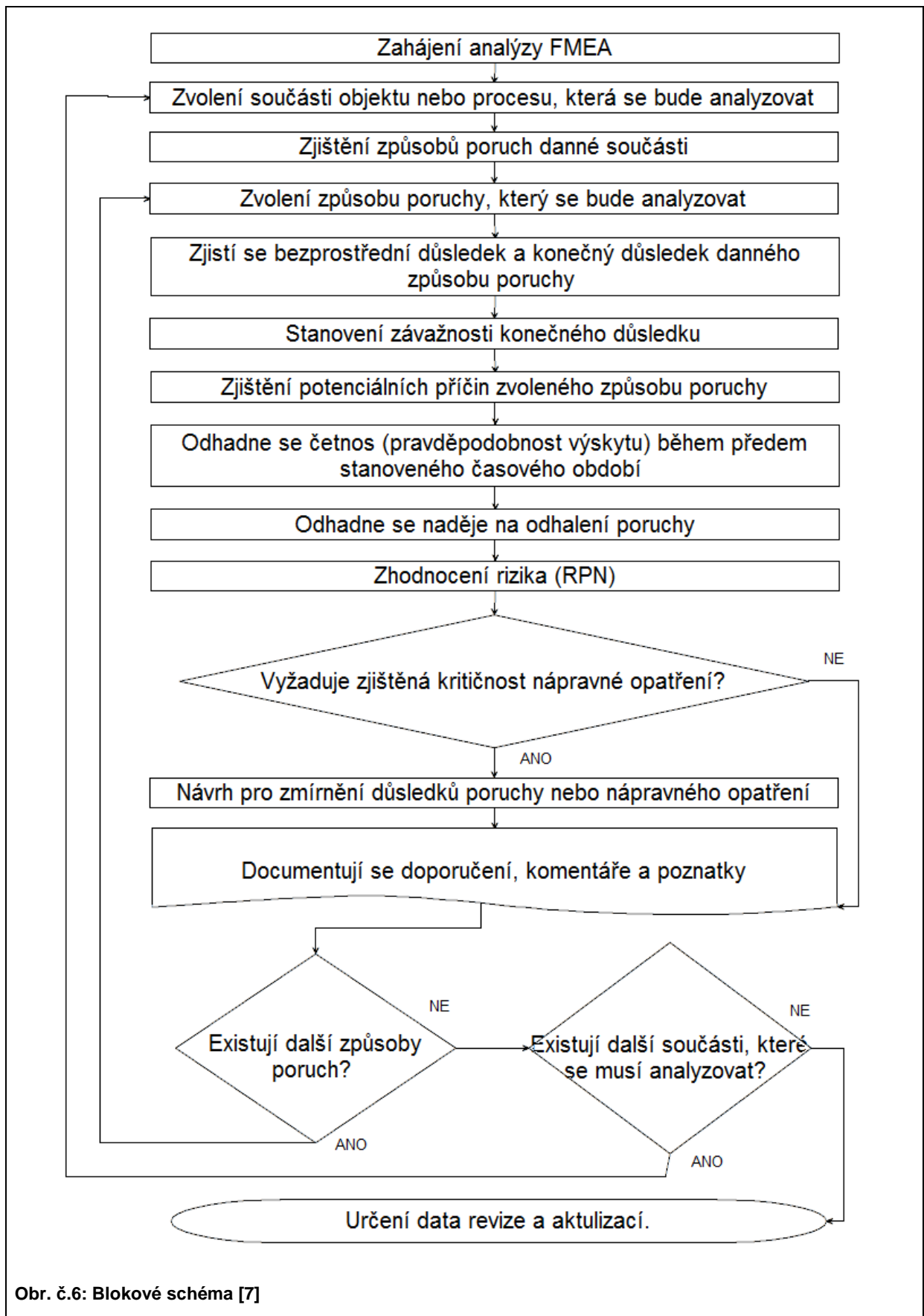
Tab. č.4: Hodnocení odhalení

5.3.4 Postup analýzy – diagram

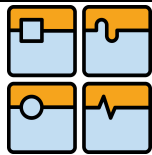
Postup při vytváření FMEA analýzy je normalizován a je nutné ho dodržovat. Pro snadnější orientaci je využíváno blokových schémat a vývojových diagramů jako v následujícím případě. Pro dodržení systematického postupu a přehlednost v zápisu je důležitá provázanost mezi tabulkovým zápisem a blokovým schématem.



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Obr. č.6: Blokové schéma [7]



5.3.5 Analýza kritičnosti a RPN

Jedná se o rozšíření FMEA analýzy o kvantitativní parametr vyjadřující velikost důsledku poruchy. Kritičnost vyjadřuje dopad nebo významnost určeného způsobu poruchy a zároveň poukazuje na míru pozornosti, která se musí tomuto způsobu poruchy věnovat. Tato relativní forma hodnocení pomáhá při odstranění nebo zmírnění poruch systému.

RPN – Risk priority number

Jedná se o metodu kvantifikace kritičnosti. Takzvané číslo rizika je stanoveno subjektivním hodnocením (pomocí kvalifikace uvedené v tabulce 1, 2 a 3) každého způsobu poruchy zvlášť.

Vztah pro výpočet RPN:

$$RPN = S \times O \times D$$

S – Závažnost

O – Pravděpodobnost výskytu (četnost)

D – Odhalení (detekce)

Interpretace hodnot RPN a kvalifikace rizika

Pro interpretaci zjištěného RPN platí několik pravidel:

- V případě stejné hodnoty RPN se přihlíží k hodnotě závažnosti – S.
- Po zjištění RPN se vytvoří tabulka způsobů poruch podle velikosti získaného RPN a podle potřeb a požadavků na analyzovaný proces nebo objekt se určují opatření.
- V některých provozech nejsou intervaly vyšších RPN vůbec akceptovatelné.
- Při tvorbě kontrol plánů a zavádění preventivních opatření se postupuje od způsobu poruchy s nejvyšším akceptovatelným RPN.
- Lze užít matici kritičnosti (v různých provozech se požadavky na minimální míru kritičnosti značně liší, proto není dán žádný jednotný způsob).

**Příklad matice kritičnosti:**

ČETNOST	ZÁVAŽNOST									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	N-2	N-2	N-1	N-1	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2
9	N-2	N-1	N-1	N-1	N-1	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2
8	N-1	N-1	N-1	N-1	N-1	N-1	N-1	N-2	N-2	N-2
7	N-1	N-1	P	P	N-1	N-1	N-1	N-1	N-2	N-2
6	N-1	P	P	P	P	N-1	N-1	N-1	N-1	N-2
5	P	P	P	P	P	P	N-1	N-1	N-1	N-1
4	Z	P	P	P	P	P	P	N-1	N-1	N-1
3	Z	Z	P	P	P	P	P	P	N-1	N-1
2	Z	Z	Z	P	P	P	P	P	P	N-1
1	Z	Z	Z	Z	P	P	P	P	P	P

Tab. č.5: Matice kritičnosti

N-1 – Nežádoucí stav
N-2 – Nepřijatelný stav
P – Přípustný stav
Z – Zanedbatelný stav

Po ohodnocení rizik důsledků a výpočtu RPN musí přijít na řadu analýza (vyhodnocení) výsledů. Zde je opět kladen velký důraz na odbornost řešitelského týmu, protože RPN má několik nevýhod, které mohou značně ovlivnit efektivitu výsledné FMEA analýzy.

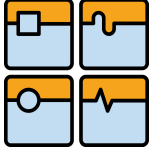
Nevýhody RPN:

- Malé rozlišení (generuje jenom 120 z 1000 čísel).
- Totožná čísla RPN při odlišných hodnotách faktorů. Musí se přihlížet k jednotlivým faktorům zvlášť bez ohledu na RPN a manuálně tak určit jeho kritičnost (to požaduje vysokou kvalifikovanost a znalost procesu).
- Malá citlivost na malé změny.
- Neschopnost lineárního srovnání.

5.3.6 Zápis (zpráva z analýzy FMEA)

Zpráva z analýzy musí obsahovat:

- Podrobné postupy včetně diagramů, podle kterých se postupovalo.
- Popis analyzované oblasti.
- Výkresy, výpočty, popřípadě ostatní materiály využitě v analyzované oblasti.
- Seznamy hodnocených způsobů a důsledků poruch formou pracovního listu.
- Doporučení vyplývající z FMEA analýzy.
- Změny, které se uskutečnily během vytváření analýzy.
- Výsledky (důsledky, které byly díky FMEA zmírněny).

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 35
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Pracovní listy

I když je postup analýzy FMEA normalizován, pracovní list je možné přizpůsobit projektu nebo potřebám zákazníka. Nejsou přesně učeny postupy pro zápis výsledku FMEA analýzy. Zde je několik doporučených bodů, které by měl pracovní list obsahovat:

- Popis nebo odkaz na popis analyzovaného procesu (objektu).
- Provozní režim.
- Členové týmu.
- Důležité související podmínky ovlivňující analýzu.

Tabulková část se musí řídit blokovým schématem postupu, jeho výsledky a ostatními přidruženými dokumenty. Příklad pracovního listu je v příloze č.2.

5.4. Shrnutí

FMEA analýza je složitý a nákladný nástroj, který klade velké požadavky na odbornost a kvalifikaci řešitelského týmu. Výsledkem je však analýza, která žije s procesem (objektem) a je schopná účinně minimalizovat, nebo zcela odstranit následky poruchových stavů. Tím zvyšuje kvalitu a snižuje náklady na výrobu.



6. Paretova analýza

Paretova analýza neboli Paretův princip je jedním ze sedmi základních nástrojů zlepšující kvalitu. Plní spíše teoretickou úlohu. Jeho využití není v praxi příliš využíváno, ale základní myšlenka se v podstatě objevuje ve filozofii všech vrcholových řídicích pozic. Aplikace tohoto nástroje není omezena oborem nebo zaměřením. Ale při využití Paretova principu je důležité přistupovat obezřetně a brát v potaz specifické požadavky analyzovaného prostředí. Podstata toho nástroje také klade velké požadavky na množství dat potřebných pro efektivní výsledky[8].

6.1. Účel

Základní myšlenkou Paretovy analýzy je lokalizovat místa v systému, které jsou nejefektivnější, popřípadě nejvíce kritická. V případě správného odhalení těchto míst (procesů) na ně zaměřit pozornost. Naopak, nevěnovat se zbytečně zanedbatelným procesům, které nepřinesou žádný zisk nebo nejsou pro systém nebezpečné. Jedná se o matematický pohled na určitou analyzovanou činnost, jehož výstupem je exaktní informace vyhodnocující tuto činnost podle určených pravidel. Exaktní výstup může být velkým problémem v případě nevhodných nebo nedostatečných vstupních dat. Proto i Paretova analýza vyžaduje v prvotní fázi úvahu, na základě které se přijímají korekce daných pravidel pro efektivní výsledek.

Výše zmíněné pravidlo a takzvaný Paretův princip je seřazení a rozdělení analyzovaných dat v poměru 80/20 a následné určení důležitosti jednotlivých poměrných částí. Podrobnější popis tohoto principu je v následující kapitole.[8]

6.2. Historie

Prvopočátky tohoto nástroje vznikaly v roce 1897 v Itálii, kdy socioekonom Vilfredo Frederico Damaso Pareto zpracovával pro Benita Mussoliniho sociálně ekonomické studie o stavu vlád a bohatství ve světě. Vilfredo Pareto přišel s tvrzením, že vláda země by se měla soustředit do pravomocí několika politických elit. Toto tvrzení poté rozšířil o držení bohatství ve světě, kdy výsledkem jeho zkoumání bylo zjištění, že většina bohatství různých států je směřována pouze do vlastnictví několika subjektů[8].

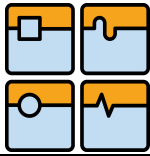
Paretuv popis rozložení bohatství

$$\log N = \log A + m \times \log x$$

N – je počet lidí bohatších než x

A – Konstanta

m – Konstanta



Tímto pozorováním a dosazováním proměnných v různých státech Vilfredo Pareto došel k závěru, že 80% veškerého bohatství připadá do rukou pouze 20% lidí. Vilfredo Pareto nikdy tyto hodnoty nedefinoval. Ale jeho princip proslavil v roce 1941 Joseph Moses Juran, který jej použil v prvcích řízení a zlepšování kvality. Jeho forma Paretova principu je užívána dodnes.

6.3. Použití

Jedním z největších přínosů Paretovy analýzy je její univerzálnost. Prakticky se dá použít v jakékoliv oblasti lidské činnosti.

- 80 % příjmů získáte od 20 % zákazníků
- 80 % skladové plochy vám zabere 20 % skladových položek
- 80 % tržeb vám přinese 20 % zboží/služeb

V oblasti kovovýroby jsou velmi časté příklady typu:

- 80 % zmetků způsobuje 20 % příčin
- 80 % důsledků vytváří pouze 20 % způsobů poruch

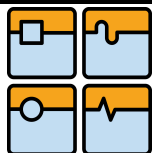
Paretuv princip se v praxi příliš nevyužívá z důvodů velké závislosti na vstupních datech. V provozu je často vstupních dat málo a jsou závislá na mnoha dalších faktorech, které mohou negativně ovlivnit výstupní informace. V mnoha aplikacích Paretova principu se setkáváme s tak zvanou ABC analýzou.

6.4. ABC analýza[8]

ABC analýza je rozšíření Paretovy analýzy. Jde o rozdělení dat do různých kategorií nejčastěji A, B a C podle procenta výskytu například:

A = 80%, B = 10-15 %, C = 5-10%.

Ve výsledku se přistupuje ke každé kategorii zvláštním způsobem a to minimalizuje dopad exponenciálního rozložení a případnou neefektivitu výsledku.



6.5. Metodika

Způsob zobrazení lze přizpůsobit aktuálním potřebám systému. Je mnoho možností jak interpretovat výsledek. Je možné využít grafy nebo pouze kontingenční tabulky. Lze také pracovat v prostředí MS Excel, kde pomocí funkcí a podmíněného formátování můžeme vytvořit multifunkční nástroj pro ABC analýzu a interpretaci jejich výsledků. Stále je zde kladen velký důraz na kvalitu a množství vstupních dat. Obecný postup je popsán na následujícím příkladu.

6.5.1 Příklad využití ABC analýzy

Příklad je zaměřen na neshody v kovovýrobě.

Postup

1. Nejprve roztřídíme data do tabulky podle četnosti jejich výskytu. Určíme procento výskytu a procento kumulativního součtu.

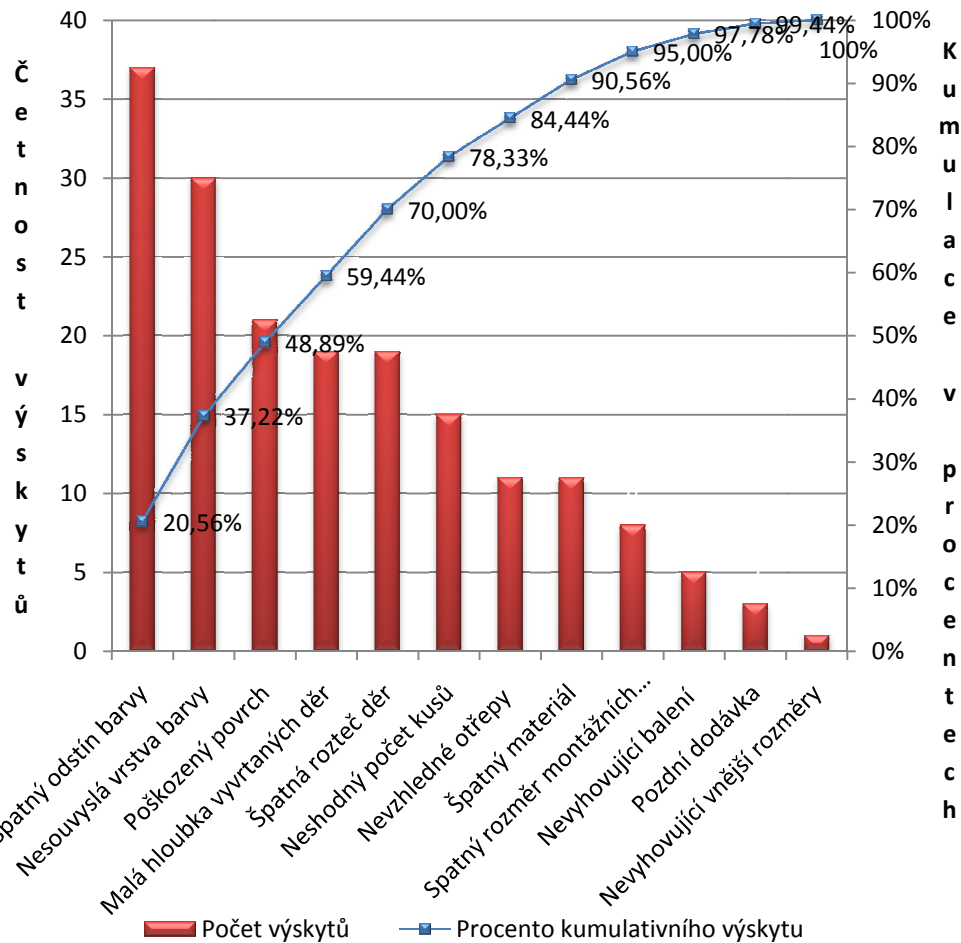
Kategorie problému	Počet výskytů	Procento výskytu	Procento kumulativního výskytu
Špatný odstín barvy	37	20,56%	20,56%
Nesouvislá vrstva barvy	30	16,67%	37,22%
Poškozený povrch	21	11,67%	48,89%
Malá hloubka vyvrtaných děr	19	10,56%	59,44%
Špatná rozteč děr	19	10,56%	70,00%
Neshodný počet kusů	15	8,33%	78,33%
Nevzhledné otřepy	11	6,11%	84,44%
Špatný materiál	11	6,11%	90,56%
Špatný rozměr montážních šroubů	8	4,44%	95,00%
Nevyhovující balení	5	2,78%	97,78%
Pozdní dodávka	3	1,67%	99,44%
Nevyhovující vnější rozměry	1	0,56%	100,00%
Celkem	180		

Tab. č.6: Data pro Pareto analýzu



2. Data z tabulky promítneme do Paretova diagramu. Procento kumulativního součtu zde reprezentuje takzvaná Lorenzova křivka, na které budeme hledat hranici 80% neshod.

Neshody v kovovýrobě- Paretoův diagram



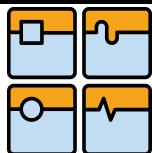
Graf č.1: Paretoův diagram

3. Z tohoto diagramu už lze lehce odečíst, které typy neshod způsobují daných 80% pochybení.
4. Pro zpracování ABC analýzy je nezbytné určit důležitost (váhu) problému. Stupnice váhy problému je 1 – 10.
5. Po klasifikaci každého druhu neshody vzniká nová řada hodnot, podle nichž můžeme rozřadit typy neshod do určených kategorií. Každá kategorie má své parametry.

Kategorie A – Procento výskytu více než 20%.

Kategorie B – Procento výskytu rovno nebo více než 10%

Kategorie C – Procento výskytu méně než 10%



Kategorie problému	Četnost výskytů	Váha problému	Součin četnosti a váhy	Procento výskytu	ABC
Špatný odstín barvy	37	4	148	14,99%	Kategorie B
Nesouvislá vrstva barvy	30	7	210	21,28%	Kategorie A
Poškozený povrch	21	7	147	14,89%	Kategorie B
Malá hloubka vyvrtaných děr	19	4	76	7,70%	Kategorie C
Špatná rozteč děr	19	7	133	13,48%	Kategorie B
Neshodný počet kusů	15	7	105	10,64%	Kategorie B
Nevzhledné otřepy	11	3	33	3,34%	Kategorie C
Špatný materiál	11	9	99	10,03%	Kategorie B
Špatný rozměr montážních šroubů	8	2	16	1,62%	Kategorie C
Nevyhovující balení	5	2	10	1,01%	Kategorie C
Pozdní dodávka	3	3	9	0,91%	Kategorie C
Nevyhovující vnější rozměry	1	1	1	0,10%	Kategorie C
Celkem	180		987		

Tab. č.7: Zpracovaná data

6. Z poslední tabulky už je možné vytvořit závěry a efektivně využít zpracovaná data.

6.6. Shrnutí

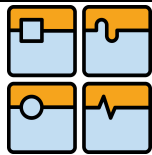
Paretův princip a ABC analýza jsou jednoduché nástroje jak zpracovat statistická data a výsledky efektivně využít ke zvýšení kvality. Mnohostrannost těchto nástrojů je velkou výhodou. Na druhé straně nároky na vstupní data využití tohoto postupu značně omezuje.

7. Definice společnosti Horácké kovodružstvo Třebíč[9]

Pro demonstraci funkce výše popsaných nástrojů bylo využito spolupráce se společností Horácké kovodružstvo Třebíč. V následujících kapitolách je krátce popsán profil společnosti, úvaha o možnostech zlepšování kvality a výběru vhodného prostředku pro dosažení co nejefektivnějšího výsledku.[9]

7.1 Profil společnosti

Společnost sídlí na adrese Třebíč, Bráfova tř. 15/4, součástí jsou dvě provozovny v Rokytnici nad Rokytnou a Mohelně. Počet zaměstnanců kolísá podle potřeby a podle zakázek, průměrný stav se pohybuje okolo 90 zaměstnanců. Společnost HKD Třebíč – kovovýroba se zabývá laserovým řezáním, obráběním kovů, svařováním a

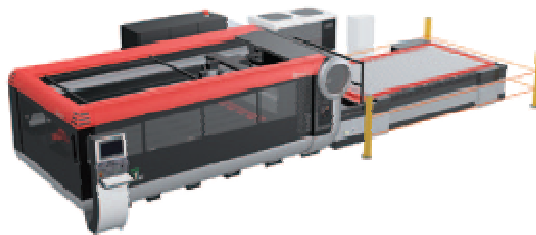


povrchovými úpravami. V hlavním výrobním programu se objevují ocelovoplechové konstrukční prvky, zakrytování obráběcích strojů, kompletní integrální kryty, elektroskříně, ovládací panely, nádrže a další svařence požadované zákazníkem. Doplňková výroba obsahuje pojezdová kola, kladky, malé zahradnické náčiní, elektrické mlýnky a zakázkové obrábění kovů [9].

7.2 Strojní vybavení

Společnost HKD si zakládá na kvalitě své infrastruktury. Bohaté a někdy i špatné zkušenosti s funkcí stěžejních strojů omezily strojový park na několik osvědčených dodavatelů, jejichž příklad je uveden níže.

- Laser Amada LC-F1 NT Series
 - Rozměr stolu: 2000 x 4000 mm
 - Síla řezaného materiálu: ocel plechy max. 20 mm, nerez plechy max. 8 mm



Obr.č.7: Laser Amada[9]

- CNC hydraulické ohraňovací lisy HACO a AMADA
 - Tvářecí síla: 1350 kN
 - Pracovní délka: 3100 mm



Obr.č.8: Ohraňovací lis Amada[9]



7.3 Ukázka výrobků

Portfolio výrobků společnosti HKD Třebíč je velmi bohaté. Odvíjí se od požadavků zákazníka. Rozměrově největší výrobky jsou z řad integrálních krytů pro CNC stroje a skříně pro různé využití.

- Kryty obráběcích strojů



Obr. č.9: Integrovaný kryt[9].

- Kryty elektroinstalací



Obr. č.10: Skříně[9].



- Pojezdová kola



Obr. Č.11: Kola[9].

8 Analýza potřeb a návrh systému pro zlepšení

Tato kapitola se věnuje praktické ukázce, možnosti implementace a zhodnocení nástrojů pro zlepšování kvality (popsané v předchozích kapitolách) přímo v provozu kovovýroby.

8.1 Úvod

Společnost HKD za rok 2013 evidovala 37 reklamací. Většina z těchto reklamací byla z důvodu nevyhovujícího povrchu dosaženého práškovým nástřikem. Na ostatní reklamace týkající se výroby byl schopen reagovat technolog výrobu a zavedením vhodného přípravku. Tímto postupem bylo zamezeno opakování neshody.

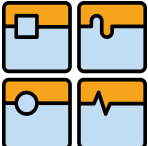
8.2 Výběr nástroje pro zlepšení kvality

8D-Report

Hlavní odběratel předává reklamace formou 6D-Reportu. Jelikož reklamace nejsou složitého charakteru a není třeba skládat řešitelský tým, není třeba řešit všechny body reportu. 6D-Report slouží spíše jako záznam o reklamaci (o neshodě).

Paretova analýza

Společnost HKD nemá zavedený důkladný systém sběru statistických dat, který nutně vyžaduje Paretova analýza. Společnost pracuje na zakázkách krátkodobějšího charakteru, které se neustále mění podle požadavků zákazníka. Aplikace Paretova principu by byla reálná v několika oblastech, jako jsou sklady nebo nákup materiálu, ale vzhledem k objemu dat by byla tato analýza spíše teoretickým zhodnocením aktuálního jednání společnosti v těchto oblastech. Získaná informace by neměla směrodatnou hodnotu a neurčovala by přesný směr dalších nápravných nebo preventivních opatření, proto by neměla efektivní výsledky z pohledu zvýšení kvality.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 44
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

FMEA analýza

Klasická FMEA analýza procesu nebo výrobku je pro společnost HKD zbytečně složitá, nákladná a bez záruky efektivního využití a zvýšení kvality výroby. Tento nástroj lze ale modifikovat pro potřeby společnosti vhodným zvolením a omezením analyzovaného rozhraní a to i za dodržení systematického, normalizovaného postupu, který je popsán v kapitole 5.3.4.

9. Postup a Implementace analýzy FMEA pro HKD Třebíč

Následující postup bude probíhat bodově podle popisu v kapitole 5. pro dodržení systematickosti analýzy. Způsoby poruch, důsledky a jejich příčiny byly projednávány přímo s vedení společnosti HKD Třebíč a vyhodnoceny na základě zkušeností z dosavadního provozu.

Plán

Vymezení účelu a očekávání – Cílem analýzy je předcházet nehodám a minimalizovat dopad nefunkčnosti systému při náhlých situacích vyvolaných vyšší mocí nebo třetí stranou.

Specifikace použitého systému dokumentace záznamů – Základním zdrojem dat pro analýzu jsou zkušenosti z provozu, záznamy o nehodách a hodnocení dodavatelů služeb.

Rozsah analýzy – Analýza je soustředěna na hlavní výrobu, na aspekty, které ji ovlivňují ve společnosti HKD Třebíč (výroba prvků pro zakrytování strojů).

Harmonogram –

1/2014 Zjištění struktury systému a způsobů poruch.

2/2014 Důsledky a příčiny poruch.

3/2014 Hodnocení kritičnosti.

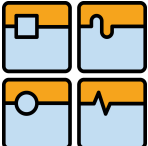
5/2014 Dokončení a zhodnocení analýzy.

Vymezení hranice pro analýzu

Analyzovaný prostor je omezen na rozhraní Hlavní výroba – Okolní prostředí. Je určeno několik míst výroby, jejichž chybný provoz nebo nefunkčnost může ohrozit celou výrobu a tím zákazníka. Tato štíhlá místa budou podrobena analýze na principech FMEA.

Úrovně analýzy

Dle potřeb a očekávání společnosti podléhá analýze pouze jedna úroveň určeného rozhraní, tak aby výsledná analýza byla jednoduchá a maximálně efektivní. V případě aktualizací se podle potřeby může analýza rozšířit o další úrovně.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 45
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Specifikace etap výroby – štíhlá (kritická) místa

Jako základní prvky analýzy jsou určeny základní operace od prvopočátku výroby (objednávka materiálu) až na její konec (expedice hotového výrobku).

Objednávka materiálu – Budou zohledněny přetrvávající problémy společnosti HKD s dodavateli.

Laserové řezání (dělení) – První operace výroby, kdy materiál prodělává fyzickou změnu.

Ohýbání, obrábění, vrtání, broušení – Dílčí operace, ve kterých hraje velkou roli lidský činitel.

Kompletace, svařování – Tento proces je kontrolovaný a zajištěný dostatečnou infrastrukturou. Největší možnou příčinou vzniku problému je lidský činitel.

Práškování, lakování – Finální povrchová úprava. Vzhledem k jedinečnosti tohoto procesu je považováno za nejtíhlejší místo výroby.

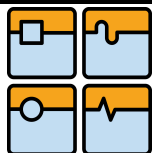
Balení, expedice – Balení a přepravní podmínky jsou přesně určeny zákazníkem.

Způsoby, důsledky a příčiny poruch

Jsou vztaženy k vybraným analyzovaným operacím (procesům), které jsou součástí výroby. Jsou přehledně vypsány a zhodnoceny v pracovním listě. Hodnocení probíhalo přímo ve výrobě s vedením společnosti.

Pracovní list – zhodnocení kritičnosti

Hodnocení probíhalo na základě zkušeností a dostupných informací, jež mělo vedení společnosti k dispozici. Hodnotila se závažnost důsledků a četnost výskytu příčin. Detekce (odhalitelnost) byla určena pro všechny příčiny stejná. Vyplněný pracovní list je příloha č.3.



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Matrice kritičnosti

Prakticky je zde využita tabulka č.5, z kapitoly 5 v upravené formě pro potřeby společnosti.

ČETNOST	ZÁVAŽNOST									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	N-2	N-2	N-1	N-1	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2
9	N-2	N-1	N-1	N-1	N-1	N-2	N-2	N-2	N-2	N-2
8	N-1	N-1	N-1	N-1	N-1	N-1	N-1	N-2	N-2	N-2
7	N-1	N-1	P	P	N-1	N-1	N-1	N-1	N-2	N-2
6	N-1	P	P	P	P	N-1	N-1	N-1	N-1	N-2
5	P	P	P	P	P	P	N-1	N-1	N-1	N-1
4	Z	P	P	P	P	P	P	N-1	N-1	N-1
3	Z	Z	P	P	P	P	P	P	N-1	N-1
2	Z	Z	Z	P	P	P	P	P	P	N-1
1	Z	Z	Z	Z	P	P	P	P	P	P

N-1 – Stav vyžadující změnu

N-2 – Stav vyžadující kontrolu

P – Přípustný stav

Z – Zanedbatelný stav

Hodnocení kritičnosti na základě výsledných hodnot RPN

STAV	Hodnota RPN
Stav vyžadující změnu	60 a více
Stav vyžadující kontrolu	40 - 60
Přípustný stav	10 - 40
Zanedbatelný stav	0 - 10

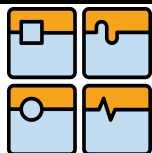
Tab. č.8. Hodnocení RPN

Určení hodnot v tabulce č.8 proběhlo následujícím způsobem:

Obvyklá hodnota kritické hranice RPN je 120. Vzhledem ke společnému určení hodnoty 1, u parametru detekce byla hraniční hodnota kritického RPN snížena na třetinu. Hodnoty 40 - 60 RPN jsou posuzovány jako stavy vyžadující kontrolu. Hodnoty nižší jsou přípustné. Hodnoty 60 RPN a vyšší jsou považovány za kritické a požadují okamžité jednání.

Určení data revize

Revize pro posouzení vhodnosti analýzy bude probíhat jednou za dva roky. Aktualizace musí proběhnout při každém krizovém stavu, který ve společnosti proběhne a spadá do předmětu analýzy. V případě, že již je analyzován je třeba znovu zhodnotit správnost RPN. V případě, že situace není zahrnuta v analýze, musí být zapsána do pracovního listu a projít analýzou a zhodnocením rizikivosti.



10. Vyhodnocení implementace

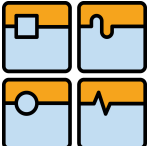
Výsledkem analýzy na principech FMEA je základní forma analýzy procesů (Systému), na které lze dále pracovat a rozšiřovat ji. V případě dalšího rozšíření analýzy a prohloubení analyzovaných úrovní lze dosáhnout komplexního hodnocení a zjištění dalších nedostatků v systému řízení pro všechny procesy realizované ve společnosti HKD Třebíč. Dále přinese jednodušší orientaci v možných krizových stavech společnosti.

Výsledky analýzy

Vypsáním a zhodnocením možných způsobů, důsledků a příčin bylo dosaženo přehledu nejkritičtějších procesů. Nejvíce kritické procesy jsou vypsány a seřazeny podle RPN v následující tabulce.

Operace	Způsob poruchy	Důsledek	Příčina	RPN
Ohýbání / obrábění / vrtání / broušení	Zastavení výroby nebo zpomalení výroby	Zastavení výroby	Porucha stroje	72
Práškování / lakování	Zastavení výroby nebo zpomalení výroby	Nedodržení termínu dodávky	Nedostatek personálu	70
Práškování / lakování	Špatná kvalita povrchu	Reklamace	Nefunkční odvětrávání lakovny	64
Ohýbání / obrábění / vrtání / broušení	Zastavení výroby nebo zpomalení výroby	Zdržení výroby	Nedostatek personálu	63
Laserové řezání	Zastavení výroby nebo zpomalení výroby	Nedodržení termínu dodávky	Nedostatek personálu	63

Tab.č.9: Výstup analýzy

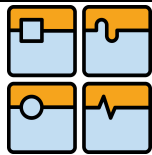
	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 48
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

11. Závěr

Mimo splnění zadaných cílů této práce byla snaha koncentrovaná i na přiblížení problematiky kvality a zvláště nástrojů užívaných pro její zlepšování manažerům kvality, kteří mají zájem o rozšíření svých znalostí. Autor práce zaznamenal rostoucí zájem společností o kvalitu. Tedy je vhodné, aby základní principy řízení a zvyšování kvality znal každý zaměstnanec výroby. Pro vrcholový management je potom tato znalost více než nezbytná. Nástrojů pro zlepšování kvality je nesčetné množství, proto se zdá být nejtěžším úkolem správný výběr nástroje, který bude pro daný typ výroby ten nejefektivnější.

V této bakalářské práci jsou popsány tři druhy nástrojů zlepšující kvalitu. Jmenovitě to jsou 8D-Report, FMEA a Paretova analýza. Popis je ve stručné formě, která ukazuje základní strukturu, princip a použití těchto nástrojů. Praktická ukázka rozvahy nad výběrem vhodného nástroje a aplikace přímo na reálnou společnost věnující se kovovýrobě. Z úvahy vyplynulo, že nejvhodnější pro daný typ, obor a velikost společnosti je analýza postavená na principu FMEA. Výsledky, kterých bylo dosaženo v praktické části, byly předloženy výkonnému vedení společnosti k posouzení.

Tabulka č.9 spolu s pracovním listem slouží jako výsledná zpráva (výstup) analýzy, která byla předložena výkonnému vedení pro zhodnocení rizik a slouží jako vstupní materiál pro přípravu opatření proti nežádoucím stavům. I takto omezená analýza odhalila v systému slabé místo, které může zásadním způsobem ohrozit plynulý chod výrobního procesu. V případě firmy HKD Třebíč to je nedostatečný počet proškolených a zaučených operátorů, kteří pracují ve štíhlých místech výroby. Absence klíčových pracovníků, kteří za sebe nemají adekvátní náhradu, může znamenat riziko zpomalení, nebo úplné zastavení výroby. Nápravné opatření pro zjištěný jev se tedy přímo nabízí. Zajistit proškolení a zaučení dalších osob, které budou schopny obsluhovat stroje ve štíhlých místech výroby.



12. Seznam Použitých zdrojů

[1] IMLER, Ken. *Strategické systémy kvality*. Pardubice: Radek Lévy. ISBN 978-80-904156-0-7.

[2] LÉVAY, Radek. Ostatní nástroje. [online]. [cit. 2014-05-01].
Dostupné z: www.ikvalita.cz

[3] Kvalita (jakost). [online]. [cit. 2014-05-01].
Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/kvalita-jakost>

[4] CHODIL, Ondřej. *Školení 8D-Report*. 2014.

[5] HLAVÁČEK, Karel. *8D*. 3. vyd. 2009.

[6] FORD MOTOR COMPANY. *FMEA Handbook 2003*. 4. vyd.

[7] ČSN EN 60812. *Techniky analýzy bezporuchovosti systémů - postup analýzy způsobů a důsledků poruch*. 2006

[8] ZIKMUND, Martin. Paretova (ABC) analýza – mocný nástroj v logistice, marketingu i obchodu. [online]. [cit. 2014-05-01].
Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/>

[9] HKD Třebíč. [online]. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.hkdtrebic.cz/>

[10] O kvalitě. [online]. [cit. 2014-05-19].
Dostupné z: <http://www.qualitysystems.com/prod>

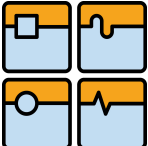
[11] ČSN EN ISO 9001:2009. *Systém managementu kvality: Požadavky*.

[12] KOBYLKA, Stanislav. 3S Consulting. [online]. [cit. 2014-05-21].
Dostupné z: <http://www.noveiso.cz/>



13. Seznam použitých zkratk a symbolů

ISO	International Organization for Standardization
G8D	Global 8D report
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
PDCA	Plan, do, check, act
NO	Nápravné opatření
S	Severity - závažnost
O	Occurence - četnost
D	Detekce – odhalitelnost
HKD	Společnost Horácké kovodružstvo Třebíč

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 51
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

14. Seznam obrázků

Obr. č.1: Názorná ukázka funkce normy ISO 9001 [10]

Obr. č.2: Procesní přístup

Obr. č.3: Postupná a náhlá změna produktu

Obr. č.4: Chyba se neprojevuje

Obr. č.5: Hierarchie systému [7]

Obr. č.6: Blokové schéma [7]

Obr. č.7: Laser Amanda[9]

Obr. č.8: Ohraňovací lis Amanda[9]

Obr. č.9: Integrální kryt[9]

Obr. č.10: Skříň[9]

Obr. č.11: Kola[9]

Graf č. 1: Paretuv diagram



15. Seznam tabulek

Tab. č.1: Způsoby poruch

Tab. č.2: Hodnocení závažnosti

Tab. č.3: Hodnocení výskytu

Tab. č.4: Hodnocení odhalení

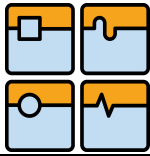
Tab. č.5: Matice kritičnosti

Tab. č.6: Data pro paretovu analýzu

Tab. č.7: Zpracovaná data

Tab. č.8. Hodnocení RPN

Tab.č.9: Výstup analýzy



16. Přílohy

Příloha č.1 – 8D-Report

Příloha č.2 – Pracovní list FMEA

Příloha č.3 – Pracovní list HKD

8D Report

Customer	Contact:	Phone
	Email:	Mobile

D0. Problem description

Affected TCPN	Affected PO	Affected QTY
8D Type:	Has issue occurred before?	Severity
Supplier complaint		Issue Date
Problem description	Previous 8D No.	Expected due date

D1. Identify Team Members/Roles & Responsibilities

Champion:	Leader:	
Investigation Team members:	Mandatory (m) or Optional (o)	Copy list
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		

Define customer communication ownership. Leader establishes communication process ie frequency format, who is involved.

D2. Define the Problem using 5W + 2H

What happened?	
Why is it a problem?	
When was it detected?	
Who detected it?	
Where was it detected?	
How was it detected?	
How many bad parts?	

GOOD PART, PROCESS, METHOD, SPECIFICATION, etc

BAD PART, PROCESS, METHOD, SPECIFICATION, etc

D3. Implement & Verify Interim Containment Action(s) to protect TE Connectivity

	Nb. NG Parts	Nb. Sorted	=	PPM	Sorting Date	Who performed it	How were good parts identified
Sorting results at Customer's plant	0	0	=	0			
Sorting results at distribution centers	0	0	=	0			
Sorting results at supplier's plant (Returned FGs)	0	0	=	0			
Sorting results at supplier's plant (FGs in stock)	0	0	=	0			
Sorting results at supplier's plant (Work in Progress)	0	0	=	0			
Sorting results at supplier's plant (Components Warehouse)	0	0	=	0			
TOTAL SORTING	0	0	=	0			

Containment action(s) to protect TE Connectivity (to be done within 24hrs)	Responsible	Date	Done

Production dates of sorted parts	From	To	First certified GOOD shipment	Delivery / PO Number	Date
Period of BAD parts	Oldest part	Most recent part		Identification/marketing of GOOD Parts:	

WHAT DID WE LEARN FROM THE SORTING ACTIVITIES? (is the defect shift related, period related, operator related, machine-mold related, etc)

D4. Define & Verify Root Cause(s) using Fault Tree Analysis + 5 Whys Methodologies

OCURRENCE: Write down the Root Cause(s) coming from the last "Why" used after FTA direct links were broken down by 5 Whys (refer to worksheet FTA Occurrence for deeper understanding of the analysis)

Insert pictures that support the cause(s) if available:

ESCAPE: Write down the Root Cause(s) coming from the last "Why" used after FTA direct links were broken down by 5 Whys (refer to worksheet FTA ESCAPE for deeper understanding of the analysis)

Insert pictures that support the cause(s) if available:

D5. Identify & Verify Proposed Permanent Corrective Action(s)

Occurrence:	Responsible	Expected date

Escape:	Responsible	Expected date

D6. Implement Permanent Corrective Action(s)

Occurrence	Responsible	Verified Y/N	Date Implemented

Escape	Responsible	Verified Y/N	Date Implemented

D7. Action(s) to Prevent Re-Occurrence

	Responsible	Verified Y/N	Implementation Date
Always review and then modify where appropriate	Product or Design FMEA		
	Process FMEA		
	Control Plan		
	PPAP		
	Procedure or Work Instruction		

D8. Communicate Results & Recognize Team

Date Opened	Last Updated	Reported by
Date Closed	Reviewed & Approved by	

Pracovní list (analýza Horácké kovodružstvo Třebíč)		Tým: Musil, Dokulil, Budař, Chromý					
Operace	Způsob	Důsledek	S	O	Příčina	D	RPN
Objednávka materiálu	Vadný materiál odhalený vstupní kontrolou	Zastavení výroby	7	8	Nespolehlivý dodavatel	1	56
	Zdržení dodávky materiálu	Zdržení výroby	5	8		1	40
Laserové řezání	Zastavení výroby nebo zpomalení výroby	Nedodržení termínu dodávky	10	2	Zastavení dodávek energie	1	20
		Porucha stroje	9	3		1	27
		Nedostatek personálu	9	7		1	63
	Výrobení vadného polotovaru	Opakovaná výroba	7	1	Špatné nastavení stroje	1	7
		Dodatečné opravy	5	2	Lidský činitel - čtení výkresu	1	10
		Lidský činitel - chybný program	5	2		1	10
Ohýbání / obrábění / vrtání / broušení	Zastavení výroby nebo zpomalení výroby	Zastavení výroby	9	8	Porucha stroje	1	72
		Zdržení výroby	9	7	Nedostatek personálu	1	63
	Výrobení vadného polotovaru	Plytvání materiálem	6	2	Špatné nastavení stroje	1	12
	Špatná kvalita povchu	Dodatečné opravy - přebroušování	5	2	Opotřebovaný nástroj	1	10
		Dodatečné opravy	5	2	Lidský činitel - čtení výkresu	1	10
Kompletace / svařování	Netěsnost	Dodatečné opravy	5	3	Lidský činitel - svařování	1	15
	Chybné rozměry výrobku	Dodatečné opravy	5	2	Lidský činitel - čtení výkresu	1	10
Práškování / lakování	Špatná kvalita povchu	Reklamace	8	3	Špatné nastavení stroje	1	24
			8	8	Nefunkční odvětrávání lakovny	1	64
	Nesouvislá vrstva nástřiku	Dodatečné opravy	5	5	Lidský činitel	1	25
	Zastavení výroby nebo zpomalení výroby	Nedodržení termínu dodávky	10	3	Nefunkční pec	1	30
			10	7	Nedostatek personálu	1	70
Balení / expedice	Poškození výrobku	Reklamace	8	2	Nedodržení požadavků zákazníka ohledně balení a převozu	1	16