

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ
Katedra technologie a řízení konfekční výroby
Akademický rok: 2008/2009

Katedra: Technologie a řízení konfekční výroby
Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: Technologie a řízení oděvní výroby – 3107R004
Název bakalářské práce:

Aplikace metody FMEA v průběhu vývoje nových šicích strojů
AMF Reece

Application of FMEA within design process of new sewing machines of
AMF Reece

Řešitel: Klára Šmáriková
Kód: 451/09 podpis
Vedoucí práce: Ing. Radim Šubert, Ph.D.
Konzultant: Ing. Václav Hanák

Počet stran: 59
Počet tabulek: 3
Počet obrázků: 5
Počet grafů: 3
Počet příloh: 2

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně.
Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje autorský zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **souhlasím** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užití své bakalářské práce či poskytnout licenci k jinému využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Prostějově, dne 18. 5. 2009

.....
podpis

Poděkování

Touto cestou bych chtěla velice poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Radimu Šubertovi Ph.D. za trpělivost, odborné rady při řešení problémů týkajících se této bakalářské práce.

Dále bych chtěla poděkovat mému odbornému konzultantovi z firmy AMF Reece CR, s.r.o. panu Ing. Václavu Hanákovi za poskytování cenných informací, rad, ochotu se mi věnovat a vstřícnost při řešení odborných problémů.

V neposlední řadě patří i poděkování mé rodině, za trpělivost a pomoc při studiu a zpracovávání této bakalářské práce.

Anotace

Téma: Aplikace metody FMEA v průběhu vývoje nových šicích strojů AMF Reece

Autor: Klára Šmáriková

Podstatou této bakalářské práce je aplikace metodiky FMEA na vývoj šicích strojů firmy AMF Reece CR, s.r.o. včetně seznámením s tvorbou analýzy. FMEA je analýza jakostní a proto tato analýzy slouží ke zvýšení kvality výrobků.

První část práce je věnována tvorbě analýzy s vysvětlením tvorby a aplikace v jednotlivých krocích.

Druhá část je zaměřena na aplikaci vývoje šicích strojů. Jsou stanoveny kroky tvorby návrhu a vyhodnoceny dle uváděných podmínek.

Závěr práce je zaměřen na charakteristiku postupu, při tvorbě metodiky a jeho vyhodnocení s poukázáním na kritická místa. Při zjištění těchto kritických míst jsou navržena a doporučena určitá opatření.

Klíčová slova: FMEA, jakost, tvorba FMEA, rizikové číslo UPR, závažnost, výskyt, odhalení

Annotation

Topic: Application of FMEA within design process of new sewing machines of AMF Reece

Autor: Klára Šmáriková

Application of this methodology on development sewing machines from AMF Reece CR, s. r. o.. Is the essence of this bachelor product. You will get acquainted with creation analysis here, too. FMEA is analysis of quality and so this analysis serve for heighten quality of products.

First part of product is devoted creation analysis with explanation production and application in individual steps.

Second part is intended on developments sewing machines and his application. The steps of creation project are determined and evaluated by mention conditions.

Finally of project is intended on characteristics procedure in the process making methodology and his evaluation with reference to critical spots. By finding this critical spots are proposed and recommended certain measures.

The key words: FMEA, quality, production FMEA, risk number UPR, severity, occurrence, detection

Obsah:

	Použité zkratky v textu	9
1.	Úvod	8
1.1	Zdroje literatury k analýze FMEA.....	9
1.2	Zpracovávané práce v rámci TUL na téma analýza FMEA.....	10
2.	FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)	12
2.1	Druhy FMEA.....	14
2.2	Sestavení tabulky FMEA.....	15
2.3	Provádění analýzy FMEA.....	15
2.3.1	Postup realizace FMEA v jednotlivých krocích.....	15
2.3.2	Obsah tabulky analýzy FMEA.....	21
3.	Současný stav vývoje šicích strojů ve firmě AMF Reece CR s.r.o.	25
3.1	Popis struktury vývoje šicích strojů ve firmě AMF Reece CR s.r.o.	28
4.	Rizika procesu vývoje šicích strojů	34
4.1	Výpočet hodnot (závažnost, výskyt, odhalení) a stanovení UPR.....	34
5.	Aplikace analýzy FMEA na vývoj nových šicích strojů	37
6.	Závěr	52
7.	Použitá literatura	54
	Přílohy	56
	Příloha 1: Přínos bakalářské práce.....	57
	Příloha 2: Grafické znázornění vyhodnocení analýzy.....	58

Použité zkratky v textu

FMEA	- (Failure Mode and Effect Analysis) - analýza možností vzniku vad a jejich následků
QFD	- Quality Function Deployment - Kvalita - Funkce - Rozmístění
FTA	- Fault Tree Analysis - Analýza stromu chyb
ISO	- normy k dodržování jakosti
UPR	- ukazatel priority rizika - rizikové číslo
OEM	- Original Equipment Manufacturer = Výrobce originálního zařízení
atd.	- a tak dále
Obr.	- obrázek
Tab.	- tabulka
a.s.	- akciová společnost
s.r.o.	- společnost s ručením omezeným
mech.	- mechanismus
konkur.	- konkurenční
nekořes.	- nekořespondence
TUL	- Technická Univerzita v Liberci
FT	- fakulta textilní
AMF Reece CR, s.r.o.	- název firmy na výrobu průmyslových šicích strojů American Machine and Foundry Company / Americká strojírna a slévárna
S-4000 IBSH; DECO 2000; LW 6000; 84-50 E; 84-72 M/U; 84-4 EBS; BSW MARK II; TS-1300	- obchodní názvy šicích strojů firmy AMF Reece CR, s.r.o.

1. Úvod

V rámci zabezpečování jakosti jsou k dispozici různé metody pro výzkum a vývoj výrobku. Jednou z metod je i FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) – analýza možností vzniku vad a jejich následků. Metoda slouží jako preventivní opatření proti vzniku vad. Aplikací této analýzy se zvyšuje jakost výrobku, proto se jedná o jakostní analýzu. V současné době jsou kladeny vysoké požadavky na kvalitu výrobků a služeb, tudíž je tato metodika vhodná pro její včasné zajištění. Analýzy tohoto typu v předvýrobní fázi, fázi vývoje a výroby mají mimo dopadů v oblasti kvality a jakosti výrobků rovněž nemalý vliv na náklady všech etap vývoje a výroby. To se promítá do výsledné ceny výrobku, a proto významně ovlivňuje jejich konkurenceschopnost na trhu. Přínosy této analýzy výrazně převyšují náklady spojené s jejím provedením. Jedná se tedy o efektivní nástroj. Systém zabezpečování jakosti musí fungovat tak, že nedostatky v jakosti výrobku jsou odstraňovány a hlavní úsilí je zaměřeno na prevenci těchto nedostatků.

Jestliže přístup ke koncepci, vývoji, výrobě i provozu výrobku nemá systémový přístup tzn., že nejsou řešeny v návaznosti všechny důležité otázky určující jeho jakost, vzniká v praxi řetězec problémů. Mnohdy jsou s velkým úsilím řešeny v období provozu problémy poruchovosti výrobku, které bylo možno odstranit při jejím vývoji. Tyto nedostatky (reklamace) mají potom za následek zvýšení nákladů na nejakost a snížení zisků výrobce.

Práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. V teoretické části je popsána podstata analýzy. Je zde uveden i teoretický postup při tvorbě analýzy s poukázáním na jednotlivé aspekty, jak vyhotovit formulář a co má obsahovat.

Praktická část je zaměřená na firmu AMF Reece CR, s.r.o. Je opsána struktura vývoje šicích strojů, která slouží jako výchozí podklady pro další práci. Na základě těchto poznatků je vytvořen formulář analýzy. I když je tato metodika týmovou prací byla provedena ve spolupráci s odborným pracovníkem zodpovědného za vývoj šicích strojů.

1.1 Zdroje literatury k analýze FMEA

1. PLURA, J.: Plánování jakosti výrobků a procesů metodou FMEA – vývoj a současnost.
In: Jakost '98, Ostrava, 1998, s. 145 – 150
2. MASING W.: Příručka zajišťování jakosti v praxi. GMFT-Verlag, Munchen 1986, 225s
3. NENADÁL, J a kol.: rozvoj systémov riadenia akosti v strojírenských podnikách. (Výzk. správa) Žilina, V3DS 1992, 115s.
4. NENADÁL, J.: Hodnocení účinnosti podnikových systémů jakosti. In: Sborník přednášek Jakost 97. Ostrava, DTO 1997, s. 29-35.
5. VOTÁPEK, V.: FMEA – analýza možností vzniku vad a jejich následků.
In: Průvodce řízením jakosti. Česká společnost pro jakost, Praha, 1993 s. 131 – 153
6. ZGODAVOVÁ, K.: FMEA procesov riadenia kvality. Kvalita, inovácia, prosperita, III, 1999, č. 1-2, s. 87-93
7. VDA 4.2. Management jakosti v automobilovém průmyslu. Zabezpečování jakosti před sériovou výrobou – Plánování projektu. Praha, ČSJ, 1998, 53s.
8. BLECHA, P.; VAVŘÍK, I.: JAKOST II – Řízení a zabezpečování jakosti – kapitola Základy FTA a FMEA
9. NENADÁL, J.: Moderní management jakosti, principy, postupy, metody. In: Management press
10. TICHÝ M.: Ovládání rizika – Analýzy a Management. C.H.BECK 2006
11. SMEJKAL V., RAIS K.: Řízení rizik. Grada Publish, Praha 2003
12. FRANKE W.: Analýza možných způsobů a důsledků závad (FMEA). Česká společnost pro jakost, Praha, 2001

1.2 Zpracovávané práce v rámci TUL na téma analýza FMEA

1) Autor: Sekaninová Milena

Název: Aplikace metody FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) při tvorbě technické konfekce

Nakladatelské údaje: Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007

2) Autor: Láska Jiří

Název: Aplikace metody FMEA na vybraných dílech diskové brzdy vozu š 781

Nakladatelské údaje: Liberec: vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1994

3) Autor: Franke Wolf D.

Název: FMEA Analýza možností vzniku vad a jejich následky

Nakladatelské údaje: Praha: ČSJ 1993

4) Autor: Štěrbová Kateřina

Název: Použití FMEA jako preventivní opatření vzniku vad a nežádoucích nákladů

Nakladatelské údaje: Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008

5) Autor: Jurenka Hanuš

Název: Procesní FMEA výroby vysokopevnostních šroubů

Nakladatelské údaje: Liberec: Technická univerzita v Liberci, 1996

6) Autor: Kučera Jaroslav

Název: Řešení problémů montáže autopříslušenství ve firmě BOS Klášternice n. Ohří

Nakladatelské údaje: Liberec: technická univerzita v Liberci, 2005

7) Autor: Slezák Ondřej

Název: Řízení kvality ve Škoda Auto, a.s.

Nakladatelské údaje: Liberec: technická univerzita v Liberci, 2006

8) Autor: Bartuněk Jiří

Název: Stanovení rozvinuté délky polotovaru a určení technologického rozměru

Nakladatelské údaje: Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2006

9) Autor: Lukáš Radim

Název: Zvýšení efektivity preventivní metody FMEA ve společnosti Škoda Auto a.s.

Nakladatelské údaje: Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007

10) Autor: Lenka Ilečková

Název: Hodnotenie nástrojov pre posudzovanie rizík vo výrobe odevnej konfekcie so zameraním na metodu FMEA

Nakladatelské údaje: Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2008 [1]

2. FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) – analýza možností vzniku vad a jejich následků

Metodika FMEA = týmová metodika k minimalizování vzniku rizik vývojových a plánovacích procesů – vyžaduje interdisciplinární spolupráci zúčastněných útvarů. Jedná se o preventivní analýzu, která slouží ke zvýšení jakosti výrobku. V současné době existuje celá řada jakostních analýz mimo FMEA to jsou např.: QFD Quality Function Deployment - Kvalita - Funkce – Rozmístění; FTA Fault Tree Analysis - Analýza stromu chyb a řada dalších. Metody zvyšování jakosti se používají za účelem snižování možných nákladů s cílem maximálního zisku a kvality výrobku. K dodržování celopodnikové jakosti výrobků slouží normy ISO 9000.

Historie analýzy:

Svůj původ má tato metoda ve výzkumných a vývojových odděleních kosmických letů, vojenské techniky nebo konstrukce reaktorů. Byla vyvinuta v 50. letech pro analýzu výpadků vojenských systémů. Tedy obory, ve kterých je pojem jakost velmi silně spojena s pojmem bezpečnost. Především americká kosmonautika vyvinula a zušlechtila tyto metody, aby splnila vysoké požadavky u těchto návrhů. Japonský průmysl zachytil tyto metody a převedl je na výrobu spotřebního zboží, aby v tomto oboru dosáhl jakostní výhodu před západní konkurencí. Netrvalo dlouho, než se našli tyto metody vstup také do německých vývojových oddělení a od té doby byly úspěšně aplikovány. Mezi první podniky, které tuto analýzu použily v Americe, byl automobilový závod FORD. V 60. letech byla použita v NASA pro projekt Apollo. [2]

Účel:

Účelem metody FMEA je analyzovat vhodnost navržených konstrukcí nebo technologických procesů z hlediska pravděpodobnosti výskytu konstrukčních vad nebo výskytu neshodných výrobků, pravděpodobnost jejich odhalitelnosti a závažnosti důsledků jejich projevu u zákazníka.

FMEA je systematický soubor činností zaměřených na:

- Vyhledání a vyhodnocení možných závad výrobku nebo procesu a jejich důsledků
- Identifikování kroků z důvodu zabránění či omezení podmínek pro vznik vad
- Dokumentování celého procesu

U metodiky FMEA není důležité jen vyplnění formuláře, ale jde především o včasné pochopení celého procesu – tudíž vyloučení rizika a plánování příslušných opatření vedoucích k zajištění spokojenosti zákazníka.

S touto metodou je třeba začít co nejdříve, v okamžiku, kdy jsou známy konkrétní informace nebo když je navržen nový systém, konstrukce, výrobek nebo proces. Řízení metody FMEA je tudíž týmovou prací. [3]

Výsledky této metodiky jsou závazná jak pro pracovníky úseku konstrukčního, tak pro pracovníky úseku technologického a pracovníky, zařazené do týmu provádějící analýzu FMEA.

V týmu by měli být obecně zastoupeni jak pracovníci vývoje, tak i pracovníci konstrukce, technologie, výroby, zkušeben, útvary řízení jakosti, servisu, zástupci ekonomického útvaru, zásobování a další nositelé znalostí. Zákazníka obvykle v tomto případě zastupují pracovníci marketingu. Pro efektivní práci v týmu je důležitá dobrá organizace řízení týmu a vedení zkušeným pracovníkem. Práce týmu začíná v okamžiku, kdy zodpovědný pracovní seznámí ostatní členy s požadavky zákazníka a s navrhovaným řešením výrobku (v případě návrhu výrobku), nebo s návrhem technologického postupu výroby výrobku (v případě procesu). Jako první však musí být zhotovena systémová analýza, ve které jsou stanovené systémy, jejich prvky a jejich vztahy. Pro následnou tvorbu analýzy se na základě vstupních informací vytvoří diagram, který znázorňuje strukturální a informační vztahy mezi jednotlivými prvky systému. Tento diagram slouží k následnému porovnání a zvážení důsledků vad jednotlivého prvku

Po dokončení analýzy FMEA se hodnotí výsledný stav. [3]

2.1 Druhy FMEA

Metodika FMEA se provádí v různých oblastech a to:

1. FMEA systému – analyzuje systém a subsystém v raném koncepčním stadiu a zaměřuje se na potenciálně možné druhy vad funkcí.
2. FMEA konstrukce (návrhu) – zkoumá všechny potenciální možnosti vzniku vad konstrukce výrobku před započítáním samotné výroby, přičemž vychází z funkce výrobku.
3. FMEA procesu (výrobní) – vychází z výčtu potenciálních vad procesu výroby a montáže výrobku a jejich příčin. Následně stanoví nutná nápravná opatření k jejich zamezení.
4. FMEA výrobku (nakupovaného dílu) – analyzuje současně konstrukci i výrobní proces jako celek.
5. FMEA servisu a služeb – analyzuje servis dříve, než se dostane k zákazníkovi. Je soustředěna na vady, jež jsou způsobeny nedostatky systému nebo konstrukce.

Cíle FMEA:

- Zvýšení bezpečnosti funkcí a spolehlivosti výrobků
- Snižování nákladů (servisní, záruční)
- Zkracování procesu vývoje, výroby
- Náběh sérií s menšími vadami
- Zlepšení termínové kázně
- Hospodárná výroba
- Lepší služby
- Zlepšení vnitropodniková dokumentace

[5]

Výhody metody FMEA:

- Eliminace ztrát vyvolaných nízkou jakostí výrobku
- Možnost vyhodnotit riziko možných vad, na jehož základě se stanoví opatření, jež vedou ke zlepšení jakosti návrhu
- Zkrácení doby řešení vývojových prací

- Optimalizace návrhu, která vede ke snížení počtu změn ve fázi realizace
- Zvýšení spokojenosti zákazníka
- Zvýšení komunikativnosti jednotlivých útvarů firmy

2.2 Sestavení tabulky FMEA

Metodika FMEA je jednoduchá tabulka, do které se zapisují pravděpodobné vady a problémy vztahující se k procesu či výrobku. K těmto potenciálním problémům realizační tým přiřazuje i jejich potenciální důsledky a příčiny.

Analýzu FMEA lze zapisovat různými způsoby. V poslední době se využívá především výpočetní techniky. Jednou z mnoha firem, které nabízí software pro vyhodnocování analýzy FMEA je firma Palstat s.r.o. Jedná se o program, který obsahuje řadu předem připravených databází. [7]

2.3 Provádění analýzy FMEA

Každá analýza FMEA probíhá v několika základních etapách, jedná se především o:

- Přípravná část analýzy
- Analýza současného stavu
- Návrh preventivních opatření
- Hodnocení stavu po uskutečnění preventivních opatření

Jelikož je každý podnik povinen neustále zlepšovat své výrobky, je zde popisovaná analýza FMEA důležitou metodikou z hlediska identifikace problémů a jejich následného řešení.

2.3.1 Postup realizace FMEA v jednotlivých krocích:

1. Sestavení realizačního týmu analýzy
2. Specifikace všech možných vad
3. Stanovení veškerých možných příčin a důsledků vzniku vad
4. Přiřazení patřičného bodu podle významu (závažnosti) jednotlivé vady
5. Bodové ohodnocení výskytu vady
6. Bodové ohodnocení odhalitelnosti vady
7. Výpočet rizikového čísla

8. Navržení doporučených opatření proti vzniku vad
9. Provedení navržených opatření
10. Vyhodnocení konečného stavu analýzy

Charakteristika jednotlivých kroků:

Ad. 1: Sestavení realizačního týmu

V týmu by měli být zastoupeni jak pracovníci vývoje, tak i pracovníci konstrukce, technologie, výroby, zkušeben, útvary řízení jakosti, servisu, zástupci ekonomického útvaru, zásobování a další nositelé znalostí. Pro efektivní práci v týmu je důležitá dobrá organizace řízení týmu a vedení zkušeným pracovníkem. [3]

Ad. 2: Specifikace všech možných vad

Prvním krokem analýzy je zpracování přehledu všech možných vad, které by mohly na daném výrobku nastat během procesu (vývoje, výroby). Zde se nejvíce uplatňují zkušenosti pracovníků z předcházejících návrhů.

Ad. 3: Stanovení veškerých možných příčin a důsledků vzniku vad

Tým následně analyzuje veškeré možné následky, ke kterým by mohly vést vady. Jednotlivé následky vad se posuzují z pohledu dopadu na zákazníka. Každá vada může mít více následků. Tudíž ke každé možné vadě analyzujeme veškeré možné příčiny, které by mohly danou vadu vyvolat. [5]

Ad. 4: Přiřazení bodu podle významu (závažnosti) jednotlivé vady

Závažnost je známka spojená s nejzávažnějším důsledkem daného způsobu závady. Zámka závažnosti se dá ovlivnit jen změnou návrhu. Pro posouzení závažnosti by se jako vodítko měla použít tabulka Tab. 1.: Hodnocení významu vady, která vychází z literatury [3], která byla upravena pro podmínky návrhu stroje.

Důsledek	Dopad na prototyp	Dopad na vývoj prototypu	Známka
Kritický, bez výstrahy	Možný způsob závady ohrožuje bezpečný provoz – nesplnění předpisu s výstrahou	Může bez výstrahy ohrožovat vývoj prototypu	10
Kritický s výstrahou	Možný způsob závady ohrožuje bezpečný provoz – nesplnění předpisu s výstrahou	Může ohrožovat vývoj prototypu s výstrahou	9
Velmi závažný	Prvek je nefunkční	100% prototypu se musí přepracovat nebo se musí prvek nahradit	8
Závažný	Prvek funguje, ale úroveň výkonu je snižena	Prototyp se musí přetřídit a část prototypu se musí zničit	7
Mírný	Prvek funguje, ale konstrukce je nespokojena	Část prototypu se musí odstranit bez třídění nebo se musí opravit	6
Nízký	Prvek funguje, ale konstrukce je nespokojena	100% návrhu prototypu se musí opravit	5
Velmi nízký	Úprava prvku neodpovídá. Vady si všimne 75% výroby	Prototyp se musí upravit bez zničení a část se musí přepracovat	4
Nepatrný	Úprava prvku neodpovídá. Vady si všimne 50% výroby	Prototyp se musí upravit bez zničení a část se musí přepracovat	3
Zanedbatelný	Úprava prvku neodpovídá. Vady si všimne 25% výroby	Návrh se musí upravit bez zničení a část se musí přepracovat	2
Žádný	Žádný znatelný důsledek	Žádný dopad v průběhu vývoje	1

Tab. 1.: Hodnocení významu vady

[3]

Ad. 5: Bodové ohodnocení výskytu vady

Při výskytu vady tým hodnotí možnosti vzniku vady. Výskyt konkrétní vady na výrobku se vztahuje k určité příčině vzniku. Bodové hodnocení v tomto případě roste s možným výskytem vad. Viz. Tab. 2.: Hodnocení výskytu vad.

Pravděpodobnost	Možné závady	Známka
Velmi vysoká: Neustálé závady	100 na tisíc kusů	10
	50 na tisíc kusů	9
Vysoká: Časté závady	20 na tisíc kusů	8
	10 na tisíc kusů	7
Mírná: Občasné závady	5 na tisíc kusů	6
	2 na tisíc kusů	5
	1 na tisíc kusů	4
Nízká: Poměrně málo závad	0,5 na tisíc kusů	3
	0,1 na tisíc kusů	2
Vzácná: Závada nepravděpodobná	0,010 na tisíc kusů	1

Tab. 2.: Hodnocení výskytu vad

[3]

Ad. 6: Bodové ohodnocení odhalitelnosti vady

Hodnocení odhalitelnosti vady vychází z posouzení účinnosti současných kontrolních postupů, používaných k posuzování návrhu/procesu výrobku. V případě, je-li odhalitelnost vady nebo její příčiny příliš vysoká, bodové ohodnocení je tudíž nízké (viz Tab. 3.: Kritéria hodnocení odhalitelnost).

[5]

Odhalitelnost	Kritéria: Pravděpodobnost odhalení nástroji řízení návrhu	Známka
Absolutní nejistota	Nástroje řízení návrhu neodhalí příčinu závady	10
Velmi nepravděpodobné	Je velmi nepravděpodobné, že nástroje řízení návrhu odhalí závadu	9
Nepravděpodobné	Je velmi nepravděpodobné, že nástroje řízení návrhu odhalí závadu	8
Velmi nízká pravděpodobnost	Velmi nízká pravděpodobnost, že nástroj řízení návrhu odhalí závadu	7
Nízká pravděpodobnost	Pravděpodobnost, že nástroj řízení návrhu odhalí závadu	6

Střední pravděpodobnost	Střední pravděpodobnost, že nástroj řízení návrhu závadu odhalí	5
Poněkud vyšší pravděpodobnost	Poněkud vyšší pravděpodobnost, že nástroj řízení návrhu závadu odhalí	4
Vysoká pravděpodobnost	Vysoká pravděpodobnost, že nástroj řízení návrhu závadu odhalí	3
Velmi vysoká pravděpodobnost	Velmi vysoká pravděpodobnost, že nástroj řízení návrhu závadu odhalí	2
Téměř jistota	Nástroj řízení návrhu téměř jistě odhalí závadu	1

Tab. 3.: Kritéria hodnocení odhalitelnosti

[3]

Ad. 7: Výpočet rizikového čísla

Po stanovení veškerých třech bodových hodnot se pro každou vadu zvlášť vypočítá tzv. UPR (ukazatel priority rizika), které je součinem známek závažnosti (Z), výskytu (V) a odhalitelnosti (O).

[3]

$$UPR = (Z) \times (V) \times (O)$$

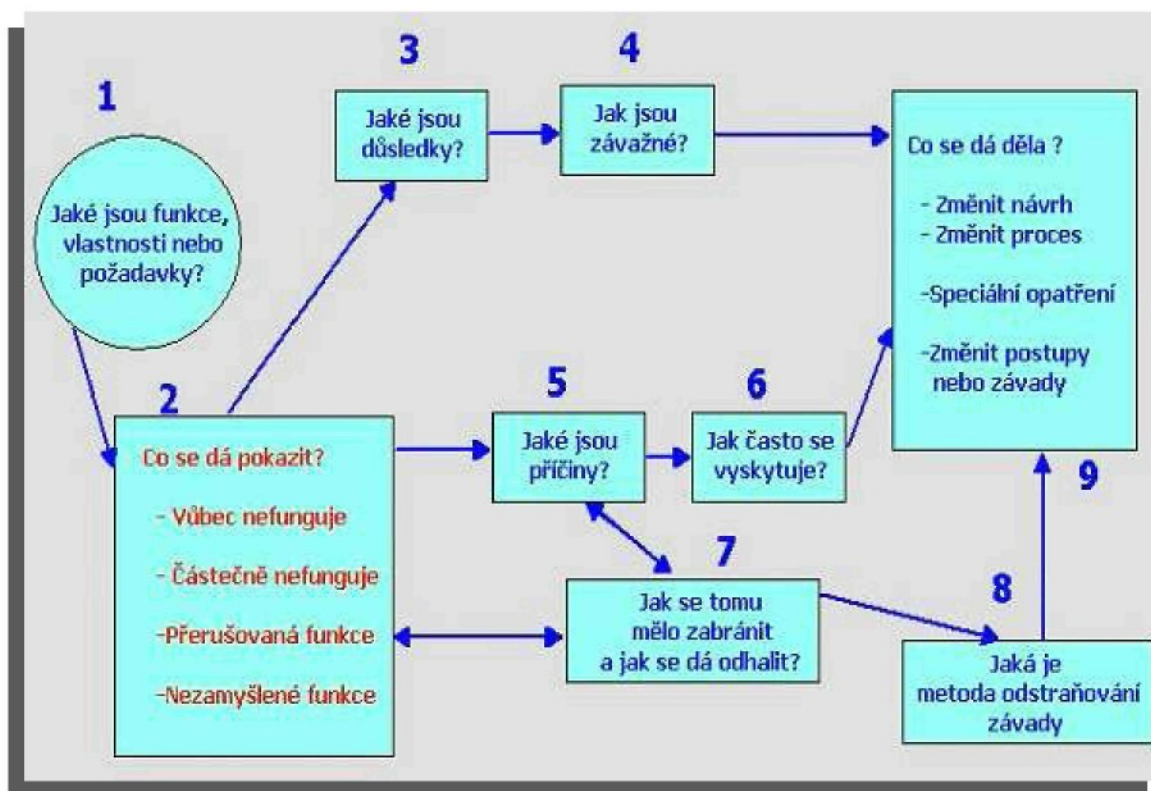
Hodnota UPR slouží ke stanovení pořadí důležitosti jednotlivých možných vad. Kritickým bodem pro stanovení rizika je hodnota 100. Je-li UPR nižší než 100, není nutné navrhovat patřičná opatření. Je-li UPR vyšší než 100 musíme přejít k navržení opatření, která sníží výslednou hodnotu UPR.

Ad. 8: Navržení doporučených opatření proti vzniku vad

U nejvíce rizikových vad dle výše UPR, členové týmu navrhuji doporučená opatření, které napomáhají snížení rizikové číslo UPR. Tato opatření by měla být především přednostně zaměřena na snížení pravděpodobnosti výskytu vady či zvýšení pravděpodobnosti odhalení vady.

Ad. 9: Provedení opatření

Po zavedení opatření se provede opětovné hodnocení stavu po realizaci opatření. Toto hodnocení se opět zapíše do formuláře FMEA a zkontroluje se, zda opatření byla provedena v souladu s návrhem. [5]



Obr. 1.: Postup analýzy sledu možných způsobů a důsledků závad [3]

Obr. 1: Zobrazuje sled procesů FMEA. Nejedná se jen o prosté vyplnění formuláře, ale spíše o hloubkové pochopení procesu FMEA k vyloučení rizika a plánování příslušných opatření které vedou k zajištění spokojenosti zákazníka. [3]

2.3.2 Obsah tabulky analýzy FMEA:

- 1) **Číslo FMEA** - číslo dokumentu FMEA, které může nadále sloužit pro další sledování
- 2) **Název a číslo systému, subsystému nebo komponenty** - uvádí se příslušná úroveň analýzy, název a číslo analyzovaného systému, subsystému nebo komponenty. Členové týmu pro FMEA rozhodují podle svých profesí a zkušeností, co tvoří systém, subsystém nebo komponentu. Hranice mezi systémem, subsystémem a komponentou jsou dány dohodou a musí je stanovit tým FMEA. [3]
- 3) **Odpovědnost za návrh** - Uvádí se OEM, útvar a skupina. Také se uvádí název dodavatele, je-li to případné.
OEM = Original Equipment Manufacturer = Výrobce originálního zařízení. [3]
- 4) **Vypracoval** - Uvádí se jméno, telefon a podnik pracovníka odpovědného za vypracování FMEA.
- 5) **Ročník modelu** - Uvádí se příslušné ročníky modelu / programy, pro které bude analyzovaný návrh využit nebo které jim budou ovlivněny.
- 6) **Rozhodné datum** - Uvádí se požadovaný termín ukončení první FMEA, který nemá být pozdější než plánované datum uvolnění návrhu k výrobě.
[3]
- 7) **Datum FMEA** - Uvádí se datum prvotní FMEA a datum poslední revize.
- 8) **Řešitelský tým** - Uvádí se jména odpovědných pracovníků a útvarů, oprávněných určovat nebo vykonávat úkoly.
- 9) **Prvek / funkce** - Uvádí se název a jiné významné informace např. číslo, třída atd. analyzovaného prvku. Také se uvádí se co nejstručněji funkce analyzovaného prvku, která má splňovat záměr návrhu. Má-li prvek více než jednu funkci s různými možnými způsoby závad, uvede se každá funkce zvlášť.
- 10) **Možný způsob závady** - Je definován jako způsob, jakým by komponenta, subsystém nebo systém mohl selhat.

Typické způsoby závad mohou být: prasklina, uvolnění, drhnutí, rozdrcení atd. [3]

11) Možné důsledky závad - Je možné je definovány jako důsledky způsobu závady na funkci, jak je vnímá zákazník.

Typickými důsledky závad mohou být: nestabilita, netěsnost, drsnost, nefunkčnost atd.

12) Závažnost (Z) - Tým posuzuje, jak moc jsou vady na výrobku pro zákazníka závažné. K tomuto hodnocení se používá deseti bodová stupnice v rozmezí od 1 do 10 bodů (viz Tab. 1.: Hodnocení významu vady). [3]

13) Klasifikace - Slouží pro specifikaci jakékoliv zvláštní charakteristiky výrobku (např. jako kritické, klíčové, vážné, významné) pro komponenty, subsystémy nebo systémy. Dále může také sloužit pro zdůraznění způsobu závad s vysokou prioritou pro technické provedení.

14) Možné příčiny závad - Možná příčina závady je definovaná jako příznak slabiny návrhu, jejímž důsledkem je způsob závady. Pořídí se v co největším možném rozsahu seznam všech možných příčin nebo možných mechanismů závad. Příčiny nebo mechanismy mají být v seznamu uvedeny co nejstručněji a nejúplněji, aby opatření k nápravě mohla být zaměřena na příslušné příčiny.

Typické příčiny mohou zahrnovat: specifikován nevhodný materiál, nepřiměřený předpoklad, životnosti, nevhodný návrh na údržbu atd.

15) Výskyt (V) - Výskyt je pravděpodobnost, že se určitá specifická příčina nebo mechanismus v průběhu návrhem uvažované doby života vyskytne. Odhalitelnost pravděpodobnosti výskytu možné příčiny/možného mechanismu závady se provádí pomocí stupnice známek od „1“ do „10“. Viz. Tab. 2.: Hodnocení výskytu vad

16) Stávající opatření k návrhu - Jedná se o vypracování seznamu preventivních opatření nebo jiných činností, které byly dokončeny nebo zavedeny a které potvrdí přiměřenost návrhu ve vztahu ke způsobu závady. Stávající nástroje řízení (např. přezkoumání návrhu, matematické studie) jsou ty, které byly uplatněny nebo se uplatňují pro stejné nebo podobné návrhy. [3]

Je třeba uvážit dva druhy nástrojů řízení návrhu:

Prevence: předchází výskytu příčiny nebo mechanismu závady nebo způsobu závady nebo snížení četnosti jejich výskytu.

Odhalení: odhalení příčiny nebo mechanismu závady nebo způsobu závady fyzikálními metodami před uvolněním prvku pro výrobu.

17) Odhalitelnost (O) - Odhalitelnost je známka přiřazená nejlepšímu opatření k odhalení, uvedeným ve sloupci opatření k řízení návrhu. Viz. Tab. 3.: Navržená kritéria hodnocení odhalitelnosti [3]

18) Ukazatel priority rizika - Ukazatel priority rizika je reálné číslo. Viz. výše

19) Doporučená opatření - Technické přezkoumávání má být zaměřeno především nejdříve na vysokou závažnost, vysoké UPR a na jiné týmem určené položky.

Záměrem jakéhokoli doporučeného opatření, je snížení známek v tomto pořadí:

výskyt a odhalitelnost

20) Odpovědnost za doporučená opatření - Zapisuje se organizační jednotka a osoba odpovědná za každé doporučené opatření a termín jeho realizace.

21) Provedená opatření - V okamžiku kdy je opatření zavedeno, запиše se stručný popis jeho provedení a datum jeho účinnosti.

22) Výsledky opatření - Po určení preventivního opatření se odhadnou a zapíšu se výsledné známky závažnosti, výskytu a odhalitelnosti. Vypočte se a запиše výsledná UPR. Cílem by mělo být neustálé zlepšování. [3]

3. Současný stav vývoje šicích strojů ve firmě AMF Reece CR, s.r.o.

Adresa firmy: AMF Reece CR s.r.o.

Tovární 528

796 25 Prostějov

Jméno společnosti AMF Reece CR s.r.o. pochází z angličtiny American Machine and Foundry Company / Americká strojírna a slévárna. Firma byla založena roku 1880 jako Reece Buttonhole Machine. Současná podoba firmy AMF Reece CR, s.r.o. se vytvořila v roce 1991 po té, co se na trhu spojily dva nejstarší a nejvýznamnější výrobci šicích strojů, kterými byly AMF Sewn Products Inc. a Reece Corporation. V současné době má tato firma sídlo v Prostějově a zabývá se vývojem, výrobou a prodejem moderních průmyslových šicích strojů. V současné době jsou na trhu od této firmy následující průmyslové šicí stroje:

- Konfekční dírkovací stroje tříd: S-100; S-101; S-104; S-105; S-311; S-311 indexer

S-101:



Obr. 3.: Konfekční dírkovací stroj S-101

[6]

S-311:



Obr. 4.: Konfekční dírkovací stroj S-311

[6]

- Prádlové dírkovací stoje tříd: S- 4000; S-4000 ISBH
- Stroje pro šití ručním stehem: DECO 2000
- Kapsové automaty typu: LW 6000
- Speciální stoje na šití podle šablon – AutopiQ systém tipů: 84-50 E; 84-72 M/U; 84-55 M/U; 84-59 Tie Tiper; 84-78 Autotrack
- Krčkovací šicí stoje typu: 84-4EBS; BSW MARK II.
- Speciální kalhotové automaty třídy: TS-1300

[4]

Jednotlivé výše uvedené stoje se ve svých kategoriích liší pouze v menších detailech.

Konfekční dírkovací stroje se liší např.: v šicí rychlosti stroje, hustotou stehu, tvarem knoflíkové dírky, tvarem oka, tvarem uzávěrky atd.

U prádlových dírkovaček se stoje liší minimálně např.: typem uzávěrky nebo velikostí dírky

Stroje pro šití ručním stehem mají rozdílné např.: typ provázání stehu nebo odstřih nití

Kapsové automaty mají vesměs stejné parametry, liší se pouze v: použité šicí hlavě stroje a délkou uzávěrky

Speciální stoje na šití podle šablon – AutopiQ systém jsou odlišné v: hlavě šicího stroje, šicí rychlosti, délce stehu atd.

Stroje krčkovací a speciální kalhotové automaty jsou téměř shodné. [4]

V současné době se v rámci vývoje pracuje na vývoji stojů:

- Konfekčním dírkovacím typu: S-411
- Knoflíkovacím stroji typu: EBS MERK II.



Obr. 5.: Knoflíkovacím stroji EBS MERK II. [6]

3.1 Popis struktury vývoje šicích strojů ve firmě AMF Reece CR, s.r.o.

V současné době se ve firmě AMF Reece CR, s.r.o. ve vývoji nových šicích strojů postupuje následujícím způsobem:

Obecně má tento postup tyto 4 fáze:

1. Fáze přípravná
2. Fáze projektová
3. Fáze výrobní a testovací
4. Fáze zhodnocení prototypu

Tyto fáze obsahují následující etapy:

1. **Fáze přípravná** – fáze projektová zahrnuje především:

- Stanovení harmonogramu vývojových prací (časový harmonogram jednotlivých fází vývoje stroje)
- Stanovení předběžné cenové kalkulace (požadavky na nákup nových výrobních technologií, požadavky na materiál a subdodávky, mzdové náklady, náklady na patentové nároky) stanovení nákladů na výrobu prototypu
- Stanovení základních výkonových parametrů stroje a základních funkcí, které má stroj splňovat. Tyto parametry stroje vychází z poznatků získaných od stávajících zákazníků a to zejména z jejich připomínek ke stávajícím výrobkům, požadavkům trhu získaných na základě marketingového průzkumu, z nových poznatků na poli výzkumu, z nových technologií zaváděných do výroby a v neposlední řadě ze sledování vývoje konkurenčních výrobků. Na základě těchto poznatků je zpracován projekt nového stroje, který obsahuje specifikaci všech parametrů nového stroje. V následné fázi je zpracována konstrukční projektová dokumentace. Tato projektová dokumentace zohledňuje rovněž náročnost nového projektu po stránce patentové závislosti navrhovaného stroje.

2. **Fáze projektová** – fáze prototypu zahrnuje vypracování výrobní dokumentace prototypy (konstrukční, technologická, cenová kalkulace), a následně výrobu prototypu jak celého stroje, tak i jednotlivých dílů. Další etapou je následně odzkoušení prototypu. Na základě těchto zkoušek, které mají za cíl ověření všech

parametrů stroje požadovaných projektem. Na základě těchto zkoušek dochází k úpravám ve výrobní dokumentaci prototypu.

3. **Fáze výrobní a testovací** – v této fázi je vyroben prototyp (nejčastěji o počtu 2 kusů) podle dokumentace upravené na základě zkoušek prototypu. V této fázi se ověřují technologické postupy a testuje se prototyp. Na závěr této etapy je provedeno vyhodnocení vývojové fáze stroje, zhodnocení výsledků vývoje a jejich porovnání se zadáním v projektu a následné schválení stroje pro výrobu.
4. **Fáze zhodnocení prototypu** – zhodnocení úspěšnosti projektu z hlediska časové náročnosti, finančních nároků

Fáze přípravná:

1. **Příprava podkladů** - v tomto kroku se provádí zmapování současného stavu výroby šicích strojů AMF Reece CR s.r.o. K tomu je zapotřebí mít k dispozici tyto podklady:
 - **Stanovení základních výkonových parametrů a funkcí** - výkon stroje (počet stehů za min)
 - **Zmapování a zjištění počtu reklamací** - k následnému vyvarování a odstranění chyb v průběhu návrhu a vývoje nového stroje
 - **Připomínky zákazníků** - jejich zkušenosti a požadavky s používáním šicích strojů
 - **Připomínky montáže a výroby** - je-li z technických důvodů neproveditelná nějaká operace navržená při projektování je následně odhalena během výroby a montáže, musí se respektovat. Připomínky pracovníků týkající se montážních a výrobních operací při výrobě strojů
 - **Servisní zprávy** - zprávy servisních techniků o poznatcích a problémech zákazníků
 - **Cenové náklady** - vyčíslení předběžných nákladů na stroj a projekt
2. **Konkurenční stroje** – dochází k seznámení se ze sortimentem konkurenčních strojů, z důvodu následného dosažení navržení ještě lepších výkonových parametrů

3. **Projítí patentových nároků** - shromáždění patentových přihlášek, které budou mít vliv na konstrukci stroje
4. **Koncepční řešení** - stanovení hlavních cílů projektu a technických parametrů ke stroji. Na základě těchto cílů bude stanovena struktura stroje a jednotlivé mechanismy stroje.
 - **Stanovení cílů projektu a technických parametrů**
 - **Stanovení struktury stroje a jednotlivých mechanismů**
5. **Analýza mechanismů** - nutnost provést analýzu jednotlivých mechanismů částí stroje. Je nutné určit a změřit účinky mechanismů (dráhy, rychlosti, zrychlení, síly). Následně dochází ke shromáždění veškerých podkladů nutných pro návrh jednotlivých dílů (připomínky montáže a výroby, připomínky zákazníků, reklamace k dílům, náklady na jednotlivé díly).
 - **Analýza pohonů** - určení základních parametrů pohonu (otáčky, kroutící moment)
 - **Analýza šicích mechanismů** - v tomto okamžiku následuje analyzování potřebných mechanismů k tvorbě stehu např.: analýza jehelního mechanismu
 - **Analýza pneumatických prvků** - analýza pneumatického systému u šicích strojů
 - **Analýza sekání a odstříhu** - je závislé na typu navrhovaného stroje a jeho použití např.: odstřih nití při uzašívání nebo sekání při vysekávání dírek
 - **Analýza hardwaru a softwaru** - analýza hardwarových prvků, které tvoří řídicí systém stroje a softwaru jakože ovládacího programu přizpůsobeného jednotlivým typům stroje přímo na míru
 - **Analýza konkurenčních strojů** - stanovení konkurence schopných parametrů a funkcí stroje
 - **Napět'ové analýzy dílů** - pevnostní výpočet důležitých dílů na základě naměřeného zatížení

Fáze projektová:

6. **Konstrukce mechanismů** - nutnost zpracování mechanismů k optimalizaci a zhotovení konstrukčních návrhů a 3D modelů. Na základě těchto podkladů bude vytvořena výkresová dokumentace prototypových dílů.

- **Stanovení kinematických schémat** - rozpracování jednotlivých schémat mechanismů na jejich jednotlivé pohyby – kinematická schémata
- **Optimalizace kinematických mechanismů** - jedná se o nalezení nejlepších možností řešení mechanismů z hlediska funkčnosti, životnosti, výroby a nákladů
- **Konstrukce a návrh dílů** - vytvoření výkresové dokumentace prototypových dílů dle norem

7. **Konstrukční dokumentace**

- **Stanovení konstrukční dokumentace** - výkresová dokumentace, kóty a tolerance na výkresech

8. **Zhotovení funkcí mechanismů**

- **Stanovení technologických postupů** - stanovení technologických postupů výroby dílů
- **Výroba přípravků** - přípravek = speciální pomocná zařízení, která usnadňují sériovou výrobu jednotlivých dílů tj.: snížení pracnosti a zvýšení přesnosti výroby (svařovací přípravky slouží k sestavování svařenců, vrtací přípravky atd.)
- **Výroba dílů** - výroba jednotlivých dílů podle předem stanovené dokumentace a technologických postupů
- **Měření a kontrola dílů** - díly, vyrobené pro prototypový stroj, jsou kontrolovány rozměry a parametry dle technologických a konstrukčních dokumentací
- **Oprava výkresové dokumentace dle připomínek** - při výrobě dílů a součástí prototypového stroje dochází k odhalení řady nesrovnalostí, které musí být zaneseny do výkresových dokumentací z důvodu vyladění následné hromadné výroby již schváleného stroje
- **Montáž podsestav do jednotlivých funkčních celků** - složení dílů do jednoho celku
- **Vyčíslení předběžných nákladů** - náklady na materiál, náklady na přípravky, náklady na mzdy (práce), režijní náklady

9. **Testování mechanismů stroje**

- **Zkouška funkčnosti jednotlivých mechanismů** - zkouška mechanismů z hlediska jejich funkčnosti

- **Kontrola vůlí** - kontrola dílů z hlediska vůlí, které mají vliv na hlučnost, zadřením vzájemně pohyblivých dílců a špatný chod stroje
 - **Stanovení optimálního postupu montáže** - vychází z montážního postupu a náročnosti jednotlivých operací montáže
10. **Zhotovení prototypu stroje** - cílem je zajištění kompletace prototypového stroje. Je nutné zajistit:
- **Výroba a úprava jednotlivých komponentů dle etapy návrh a konstrukce prototypu** - komponenty jsou myšleny jako jednotlivé součásti stroje
 - **Kontrola dílů a montážních celků** - jednotlivé díly a celky jsou kontrolovány dle výkresové dokumentace (kontrola rozměrů, úhlů, nastavení funkčního celku)
 - **Výroba montážních přípravků** - zhotovení montážních přípravků pro snadnou montáž podsestav stroje
 - **Montáž a nastavení prototypu stroje** - sestavení dílů, podsestav a provedení funkčních celků stroje a základního nastavení stroje
 - **Předběžná kalkulace nákladů na montáž**
 - **Opravení výkresové dokumentace** - dle připomínek a změn v rámci vývoje strojů
 - **Testování veškerých možností stroje** - ověření funkce stroje v závislosti na jeho nastavení, určení správného provozního nastavení stroje
11. **Návrh a konstrukce prototypu** - zpracování konstrukční a výkresové dokumentace podsestav či jednotlivých dílů potřebných pro kompletaci prototypového stroje. Následnou nutností je provedení oprav výkresové dokumentace v závislosti na připomínkách z předchozích etap.
12. **Návrh řídicího systému stroje** - nutnost návrhu a zhotovení ovládání stroje, zpracování HW a SW stroje.
- **Ovládání stroje** - určení možností ovládání stroje pomocí nožního pedálu a ručního spustění, určení ovládacího displeje pro nastavení jednotlivých parametrů stroje
 - **Zpracování Hardwaru** - specifikace požadavků, určení hlavních pohybů a snímacích poloh, řešení elektronického zapojení ve stroji, určení hlavních řídicích systémů a jednotlivých komponentů, návrh univerzálního řídicího systému.

- **Zpracování Softwaru** - zprovoznění komunikace mezi komunikačními systémy, zprostředkování jednotlivých pohybů od motorů a pneumatických systémů, vytvoření ovládacího prostředí v displeji a zajištění komunikace s řídicím systémem, vytvoření hlavní struktury programu

Fáze výrobní a ověřování prototypu:

13. **Testování kvality šití**
14. **Stanovení odolnosti a výdrže stroje** - v závislosti na provozním opotřebení důležitých dílů je třeba stanovit harmonogram pravidelné údržby a z něj vyplívají potřebu náhradních dílů, stanovit mazací plán a frekvenci mazání atd.
15. **Testování hardwaru a softwaru** - testování komunikace mezi snímací jednotkou a řídicím systémem
16. **Dlouhodobý test životnosti** - vystavení stroje dlouhodobému působení průmyslovým podmínkám

Fáze hodnocení prototypu:

17. **Zhodnocení úspěšnosti projektu z hlediska časové náročnosti, finančních nároků**

Podíl pracovní síly jednotlivých pracovníků na vývoji nových šicích strojů:

Na vývoji nových šicích strojů se podílí celá řada pracovníků. V případě vývoje se podílí na tvorbě projektu 2 pracovníci. Především je nutné stanovit vedoucího projektu.

V technologické části projektu pracují na vytvoření technologických podkladů 3 pracovníci a jeden konstruktér. V konstrukční části projektu je již zapotřebí pouze jeden hlavní konstruktér, který připraví veškerou konstrukční dokumentaci pro výrobu.

Celý tento proces je časově náročný a může trvat i několik let. Dobu trvání celého projektu může ovlivnit řada věcí.

4. Rizika procesu vývoje šicích strojů

Rizika, které tento proces přináší, mohou ovlivnit řadu věcí. Pro přehlednost je vypracována tabulka s riziky a vadami, které se v průběhu návrhu nových šicích strojů vyskytují. V následujících kapitolách se budeme již zabývat pouze projektovou a prototypovou fází. Tyto fáze byly zvoleny z důvodu nutnosti nalezení a odstranění vad již při tvorbě návrhu. Nalezení vad při výrobě prototypu a následné odstraňování je časově a finančně náročnější. Odhalení a náprava chyb nebo vad vyskytnuté ve fázích přípravných a projektových je značně jednodušší.

4.1 Výpočet hodnot (závažnost, výskyt, odhalení) a stanovení UPR

Přípravná fáze

Vada a rizika	Závažnost	Výskyt	Odhalení	Rizikové číslo UPR
1. Příprava podkladů				
1.1 Stanovení základních výkonových parametrů a funkcí	5	5	4	100
1.2 Zmapování a zjištění počtu reklamací	4	5	2	40
1.3 Připomínky zákazníků	3	5	2	30
1.4 Připomínky montáže a výroby	4	5	2	40
1.5 Servisní zprávy	4	5	2	40
1.6 Cenové náklady	3	4	3	36
2. Konkurenční stroje	5	4	6	120
3. Patentové nároky	7	7	4	196
4. Koncepční řešení				
4.1 Stanovení cílů projektu a technických parametrů	8	6	2	96

Vada a rizika	Závažnost	Výskyt	Odhalení	Rizikové číslo UPR
4.2 Stanovení struktury stroje a jednotlivých mech.	7	6	2	84
5. Analýza mechanismů				
5.1 Analýza pohonů	5	4	4	80
5.2 Analýza šicích mechanismů	6	5	4	120
5.3 Analýza pneumatických prvků	4	3	3	36
5.3 Analýza sekání a odstříhu	5	4	3	60
5.4 Analýza hardwaru a softwaru	4	3	3	36
5.5 Analýza konkurenčních strojů	4	3	4	48
5.6 Napěťové analýzy dílů	6	5	4	120

Fáze projektová:

Vada a rizika	Závažnost	Výskyt	Odhalení	Rizikové číslo UPR
6. Konstrukce mechanismů				
6.1 Stanovení kinematických schémat	5	5	4	100
6.2 Optimalizace kinematických mechanismů	6	6	5	180
6.3 Konstrukce a návrh dílů	6	6	6	216
7. Konstrukční dokumentace				
7.1 Stanovení konstrukční dokumentace	4	6	7	168
8. Zhotovení funkcí mechanismů				
8.1 Stanovení technologických postupů	6	4	5	120
8.2 Výroba přípravků	5	4	4	80

Vada a rizika	Závažnost	Výskyt	Odhalení	Rizikové číslo UPR
8.2 Výroba dílů	7	7	6	294
8.3 Měření a kontrola dílů	5	5	6	150
8.4 Oprava výkresové dokumentace dle připomínek	4	3	4	48
8.5 Montáž podsestav do jednotlivých funkčních celků	4	4	3	48
8.6 Vyčíslení předběžných nákladů	3	2	2	12
9. Testování mechanismů stroje				
9.1 Zkouška funkčnosti jednotlivých mechanismů	4	4	3	48
9.2 Kontrola vůlí	4	5	4	80
9.3 Stanovení optimálního postupu montáže	5	2	3	30
10. Zhotovení prototypu stroje				
10.1 Výroba a úprava jednotlivých komponentů dle etapy návrh a konstrukce prototypu	4	3	4	48
10.2 Kontrola dílů a montážních celků	4	5	4	80
10.3 Výroba montážních přípravků	5	4	3	60
10.4 Montáž a nastavení prototypu stroje	6	6	3	108
10.5 Předběžná kalkulace nákladů na montáž	3	2	2	12
10.6 Opravení výkresové dokumentace	4	3	3	36
10.7 Testování veškerých možností stroje	5	6	5	150
11. Návrh řídicího systému stroje				
11.1 Ovládání stroje	4	3	2	24
11.2 Zpracování Hardwaru	3	2	2	12
11.3 Zpracování Softwaru	4	3	2	24

5. Aplikace analýzy FMEA na vývoj nových šicích strojů

Na základě výše získaných informací, bude sestavena tabulka FMEA. Zde se budou nacházet již výše uvedené údaje následně doplněné o další informace např.: možné příčiny závady, jejich následné odhalení, prevence proti vzniku těchto vad v současné době, doporučená opatření, následné vyhodnocení.

Pro jednodušší vytvoření analýzy a zapsání do formuláře, byla zavedena pomocná tázací slovní spojení pro zjištění potřebných informací.

Potřebné zjištění	Tázací slovní spojení
Možný způsob závady	CO JE PROBLÉM?
Možný důsledek závady	JAK SE PROBLÉM PROJEVUJE?
Možná příčina závady (i více)	PROČ SE PROBLÉM VYSKYTUJE?

Použití slovních spojení na konkrétním příkladu z analýzy:

Tázací slovní spojení	Odpověď na tázací slovní spojení
CO JE PROBLÉM?	Nesprávný chod stroje
JAK SE PROBLÉM PROJEVUJE?	Stroj není provozuschopný
PROČ SE PROBLÉM VYSKYTUJE?	Chyby vstupních dat

Použitím těchto tázacích slovních spojení předchází vzniku nejasností při vyplnění formuláře analýzy.

5.1 Sestavení formuláře FMEA

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Výskyt	Stávající opatření		UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhaltění				Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel	UPR
Přípravná fáze	Nesprávný chod stroje	Stroj není provozu schopný	5		Špatná komunikace vývojových útvárů	5	Žádná	Během testování	100	Kontrola parametrů dle technické dokumentace nezávislou osobou dle možností	K. Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	4	40
					Neodbornost vývojového pracovníka	6	Vstupní školení pracovníků	Během testování	180	Kontrola a dohled nadřízeného pracovníka dle možností	K. Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	6	60
					Chyby vstupních dat	5	Žádná	V průběhu výroby	100	Kontrola parametrů dle technické dokumentace nezávislou osobou dle možností	K. Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	2	30
	Nefunkčnost stroje	Neprodejnost stroje, prodloužení termínu výroby	4		Nevhodné použití prostředků pro nastavení funkcí	5	Vstupní školení pracovníků	Během montáže a testování	80	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Stávající opatření		UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření			
						Prevence	Odhalení				Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel
Přípravná fáze	Nefunkčnost stroje	Neprodejnost stroje, prodloužení termínu výroby	4		Špatné nastavení výkonových parametrů	Žádná	Během testování	80	Žádná opatření	-	-	-	-	-
	Opakování se chyb z minulého projektu	Snížená prodejnost stroje	4		Neposkytnutí podkladů v čase tvorby projektu jiným útvarem	Hotovení podkladů preventivně	Při tvorbě analýz	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-
Výrobek nejde vyrobit, nebo s obtížemi (neodpovídá požadavkům montáže, výroby)	Výrobek nejde vyrobit, nebo s obtížemi (neodpovídá požadavkům montáže, výroby)	Neschopnost výroby dílů	7		Opomenutí přípomínek (selhání lidského faktoru)	Žádná	Při výrobě výrobků	147	Zvýšení komunikace jednotlivých útvárů dle možností	K.Šmárková KKV 9/09	-	7	3	2
					Přípomínky nebyly dodány v čas	Žádná	Při výrobě výrobků	70	Žádná opatření	-	-	-	-	-
					Přípomínky jsou nepřesné	Přizpůsobit technologie dle přípomínek	Kontrola podle dokumentace	28	Žádná opatření	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Stávající opatření		UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termin realizace	Výsledky opatření			
						Prevence	Odhaltění				Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel
Přípravná fáze	Výrobek obsahuje stejné problémy jako předcházející	Snížení prodejnosti	4		Nezařazení servisních zpráv	Žádné	Při prodeji stroje	56	Žádná opatření	-	-	-	-	-
								45	Žádná opatření	-	-	-	-	-
								36	Žádná opatření	-	-	-	-	-
	Cena výrobku předběžně neodpovídá skutečné ceně	Výrobek je dražší než se očekávalo a hůře prodejný	3		Opomenutí nějaké součásti	Seznámení pracovníků s podklady	Při tvorbě cenové nabídky a porovnání s předběžnou cenou	7	Provedení průzkumu konkurence a shromáždění potřebné dokumentace 2x ročně	K. Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	7
								168	Provedení průzkumu konkurence a shromáždění potřebné dokumentace 2x ročně	K. Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	6
								144	Provedení průzkumu konkurence a shromáždění potřebné dokumentace 2x ročně	K. Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	6
	Navrhované stroje nejsou konkurenci schopné	Nižší prodejnost stroje	6		Opomenutí připomínek	Žádná	Stroje se neprodávají v takovém měřítku	7	Provedení průzkumu konkurence a shromáždění potřebné dokumentace 2x ročně	K. Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	6
								6	Provedení průzkumu konkurence a shromáždění potřebné dokumentace 2x ročně	K. Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	6

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	ÚPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhaltění					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel	ÚPR
Přípravná fáze	Navrhované stroje nejsou konkurenci schopné	Nižší prodejnost stroje	6		Neprojití konkurenčních strojů	3	Vstupní školení pracovníků	Stroje se neprodávají v takovém měřítku	5	90	Žádná opatření	-	-	-	-	42	
	Stroje jsou neprodejné z důvodu obsahu již patentovaných prvků	Zvýšení ztrát firmy	7		Neprojití patentových nároků	7	Průběžné procházení patentových nároků	Napadení konkurencí, upozornění majitelem licence nebo patentovým úřadem	4	196	Pravidelné procházení patentových nároků během vývoje a jejich kontrola dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	7	3	2	
	Špatné vytyčení cílů projektu a technických parametrů	Nefunkčnost mechanismů a nereálnost projektu	8		Nesprávné a zastaralé podklady	6	Žádná	Při testování funkčnosti	3	144	Spolupráce více osob a jejich vzájemná kontrola, obnovování podkladů 2x ročně	K.Šmáriková KKV 9/09	-	8	2	3	48
					Selhání lidského faktoru	7	Žádná	V průběhu tvorby projektu se objeví nejasnosti a problémy	2	112	Spolupráce více osob a jejich vzájemná kontrola dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	8	3	2	48

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Výskyt	Stávající opatření		UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhaltění				Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltění	UPR
Přípravná fáze	Stroj (mecha.) neodpovídá požadavkům a cílům projektu	Stroj je neprodejný (nekonkurenční), nespĺňuje požadavky	7		Opomenutí nebo selhání lidského faktoru	6	Žádná	Odhaltění problémů během vývoje, při prodeji	126	Podrobné rozebrání problematik s použitím odborné terminologie, zvýšení kontroly pracovníků nezávislou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	7	2	3	42
	Stroj neobsahuje pohon dle požadavků	Stroj je hůře obslužný	5		Selhání lidského faktoru	5	Žádná	Při sestavení prototypu a testování prototypu	100	Zvýšení podílu pracovníků na analýze	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	2	30
	Stroj neobsahuje pohon dle požadavků	Stroj je hůře obslužný	5		Špatné podklady pro sestavení analýzy	4	Průběžná aktualizace podkladů	Při sestavení prototypu a testování	80	Žádná opatření	-	-				
	Špatná korespondence ších mechanismů	Stroj nepracuje dle požadavků	6		Špatné podklady pro sestavení analýzy	5	Žádná	Při sestavení prototypu a testování	120	Spolupráce více osob a jejich vzájemná kontrola	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	3	36
	Nevhodná analýza pneumatických prvků	Špatná funkce ovládání pneum. prvků	4		Špatné podklady pro sestavení analýzy	5	Správné vytvoření a kontrola vstupních dat pracovníků	Při sestavení prototypu a testování	80	Žádná opatření	-	-				

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření			
							Prevence	Odhaltění					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel.
Přípravná fáze	Stroj pracuje špatně (odsťihl nití, sekání se realizuje špatně nebo vůbec)	Nefunkčnost jednotlivých ústrojí	5		Zanedbání některých parametrů	5	Žádná	Během testování stroje	3	75	Žádná opatření	-	-	-	-	-
	Stroj má špatně naprogramovaný software a hardware je nevhodný	Stroj pracuje jinak, než je plánováno	5		Záměna jednotlivých parametrů	3	Žádná	Během testování stroje	3	45	Žádná opatření	-	-	-	-	-
	Stroj má špatně naprogramovaný software a hardware je nevhodný	Stroj pracuje jinak, než je plánováno	5		Opomenutí důležitých informací	3	Žádná	Během kontroly funkčnosti stroje	3	45	Žádná opatření	-	-	-	-	-
	Stroj má špatně naprogramovaný hardware je nevhodný	Stroj pracuje jinak, než je plánováno	5		Špatné nastavení vstupních údajů	4	Vstupní školení zaměstnanců	Během kontroly funkčnosti stroje	3	60	Žádná opatření	-	-	-	-	-
	Stroj se svými parametry nevyhovná konkurenčnímu stroji	Nekonkurence a schopnost strojů na trhu	4		Záměna údajů z důvodu přehlédnutí	4	Žádná	Během kontroly funkčnosti stroje	3	60	Žádná opatření	-	-	-	-	-
	Stroj se svými parametry nevyhovná konkurenčnímu stroji	Nekonkurence a schopnost strojů na trhu	4		Stroje k poměření nejsou k dispozici	2	Žádná	Při sestavení prototypu, testování, prodeji stroje	4	32	Žádná opatření	-	-	-	-	-
	Stroj se svými parametry nevyhovná konkurenčnímu stroji	Nekonkurence a schopnost strojů na trhu	5		Špatné analýzy	4	Kontrola naměřených údajů	Během testování stroje	4	80	Žádná opatření	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhaltění					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel	UPR
Přípravná fáze	Díly mají stanoveny jiné pevnosti, než jsou skutečné	Nižší odolnost dílů, nižší životnost stroje	7		Chyba ve výpočtech pevnosti	6	Kontrola výpočtů	Při zkoušce prototypu	4	168	Zvýšení kontroly výpočtů nezávislou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	7	2	4	56
						6	Opakované měření	Zhotovením funkčního modelu nebo při zkouškách prototypu	4	168	Kontrola měření nezávislou osobou dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	7	1	4	28
						5	Zvýšená kontrola jednotlivých vazeb	Při testování stroje a mechanismů	4	120	Víceasobná kontrola nezávislou osobou dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	4	48
						6	Žádná	Zhotovením funkčního modelu, při zkouškách prototypu	5	180	Víceasobná kontrola nezávislou osobou, studium literatury včetně srovnání s podobnými případy	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	5	60
Projektová fáze	Špatná funkce mechanizmu	Nefunkčnost kinematických dvojic popř. jejich kombinací ve stroji	6		Špatné vyhodnocení možných pohybových stavů mechanizmů	6											

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel	UPR
Projektová fáze	Špatná funkce mechanizmu	Nefunkčnost kinematických dvojic popř. jejich kombinací ve stroji	6		Nevhodné konstrukční řešení mechanizmů	6	Kontrola vstupních dat	Zhotovením funkčního modelu, při zkouškách prototypu	5	180	Víceásobná kontrola nezávislou osobou, studium literatury včetně srovnání s podobnými případy	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	5	60
	Prototyp nefunguje, dochází ke kolizním situacím	Nefunkčnost dílu a prototypu jako celku	6		Špatný návrh dílu neodborností výkonového pracovníka	6	žádná	Zhotovením funkčního modelu, při testování	6	216	Víceásobná kontrola nezávislou osobou včetně zaškolení pracovníka	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	3	5	90
	Prototypový dílel nejde vyrábět	Nefunkčnost prototypu	6		Chyby v dokumentaci (tolerance, drsnosti), chybějící kóty	8	Žádná	Zhotovením funkčního modelu, při testování	7	336	Víceásobná kontrola dokumentace nezávislou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	4	4	4	64
	Prototypový dílel nejde vyrábět	Nefunkčnost prototypu	6		Nesrozumitel né sestavení postupu výroby	4	Žádná	Při zhotovením funkčního dílu (modelu)	5	120	Zavedení terminologie pro tvorbu výrobního postupu, zvýšení komunikace útvárů	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	4	48

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhaltění					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel	UPR
Projektová fáze	Špatně vyrobené výrobní přípravky	Ztížení práce při výrobě dílů	5		Přípravek je vyroben špatně	5	Vstupním školením pracovníků	Při použití přípravku	4	100	Zvýšení komunikace s odborníky (pracovníky)	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	3	45
		Neschopnost složení dílů ve funkční celek, nefunkčnost stroje	7		Špatně vytvořená dokumentace	7	Žádná	Při zhotovení dílů	6	294	Násobná kontrola více pracovníků, podkladů dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	7	2	5	70
	Díly neodpovídají výkresové dokumentaci	Neschopnost sestavení stroje, ztížení výroby dílů	5		Špatná kontrola a měření dílů	5	Vícenásobné měření a kontrola dílů	Zhotovení sestav z jednotlivých dílů	6	150	Násobná kontrola více pracovníků pověřenou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	3	45
					Chyby v dokumentaci	5	Žádná	Zhotovením funkčního modelu	6	150	Násobná kontrola více pracovníků pověřenou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	4	60
	Dochází k chybám při sériové výrobě	Ztížení výroby, prodloužení dodávek k zákazníkům	4		Výkresová dokumentace neodpovídá připomínkám, které nejsou v čas k dispozici	5	Žádná	Výrobou jednotlivých dílů	5	100	Lepší komunikace mezi útvary, včasné zajištění podkladů dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	4	3	2	24
					Opomenutí připomínek pracovníkem	3	Opakované kontroly	Výrobou jednotlivých dílů	4	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhaltění					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel	UPR
Projektová fáze	Celék nelze složit	Neprodejnost stroje	4		Špatné výrobení díly	4	Kontrola dle výkresové dokumentace při výrobě	Sestavení a montáž dílů do podsestav	3	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
						4	Zaškolení montážních pracovníků	Sestavení a montáž dílů do podsestav	3	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
						5	Žádná	Sestavení a montáž dílů do podsestav	5	100	Výši podíl pracovníků v týmu a jejich vzájemná kontrola dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	4	3	2	24
						5	Kontrola pracovníků	Testování stroje	4	100	Kontrola postupu v týmu pověřenou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	4	40
	Vyšší náročnost montáže a operaci	Nedodržení termínů výroby	5		Selhání lidského faktor	2	Vstupní školení montážních pracovníků	Při montáži	3	30	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhaltění					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel	UPR
Projektová fáze	Vyšší náročnost montáže a operací	Nedodržení termínů výroby	5		Chyby montážních postupů	5	Žádné	Při montáži podsestav	4	100	Kontrola výrobních postupů více osobami včetně zavedení jednotné odborné terminologie	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	2	20
						4	Žádné	Při montáži podsestav	4	80	Žádná opatření	-	-	-	-	-	
						3	Žádná	Při montáži	4	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	
	Komponenty nejdou složit v jeden celek	Nefunkčnost stroje, neprodejnost	4		Chyba při výrobě	3	Kontrola dle dokumentace	Při montáži	4	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
						5	Vícenásobné měření a kontrola	Při montáži	4	100	Zvýšení komunikace mezi útvary	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	3	30
	Díly neodpovídají výkresové dokumentaci při výrobě	Nemožnost výroby dílů	5		Chyby v dokumentaci	5	Zvýšení kontroly při tvorbě dokumentace	Přeměření a porovnání dílu dle dokumentace	4	100	Zvýšení a opakované kontroly dle dokumentace včetně zavedení jednotné odborné terminologie	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	4	40

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhaltění					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel	UPR
Projektová fáze	Špatně vyrobené montážní přípravky	Ztížení práce při montáži	5		Přípravek je vyroben špatně vlivem neznalosti pracovníka	5	Vstupní školení pracovníků	Při použití přípravku	4	100	Zvýšení kontroly pracovníků nezávislou osobou dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	3	30
	Díly nesedí dle požadavků	Špatná funkčnost stroje, drhnutí	6		Chyby při výrobě	6	Kontrola během výroby	Sestavení stroje	3	108	Zvýšení a opakované kontroly dle dokumentace dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	3	36
	Předběžná kalkulace je příliš nízká	Kalkulace neodpovídá požadavkům, reálná částka je příliš odlišná	3		Špatná montáž a sestavení stroje Opomenutí některých prvků Zastaralé cenové nabídky	5 2 2	Žádná Žádná Obnovování cenových nabídek od dodavatelů	Během testování stroje Při tvorbě cenové kalkulace výrobku Při tvorbě cenové kalkulace výrobku	3 2 3	90 12 18	Žádná opatření Žádná opatření Žádná opatření	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	
	Špatně vyrobené díly a součásti, následná nekoresp. mechanismů	Nefunkčnost stroje, drhnutí součástí, prodloužení termínu výroby	4		Připomínky nejsou v čas k dispozici	4	Žádná	Výrobou jednotlivých komponentů	4	64	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhaltění					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel	UPR
Projektová fáze	Špatně vyrobené díly a součásti, následná nekořesp. mechanismů	Nefunkčnost stroje, drhnutí součástí, prodloužení termínu výroby	4		Opomenutí připomínek pracovníkem	3	Opakované kontroly	Výrobou jednotlivých komponentů	4	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	
				Špatné opravení výkresové dokumentace	3	Žádné	Při výrobě dílů vlivem opakování se chyb	4	48	Žádná opatření	-	-	-	-			
	Nefunkčnost stroje	Neprodejnost	5		Neodbornost pracovníka	6	Vstupní zaškolení pracovníka	Testování stroje	5	150	Průběžné kontroly zodpovědným pracovníkem dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	3	45
				Špatné testování stroje	6	Žádné	Zvýšený počet reklamací	5	150	Průběžné kontroly zodpovědným pracovníkem dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	3	30	
	Nefunkčnost stroje	Neprodejnost	5		Přehlédnutí některých faktorů	5	Vícenásobné kontroly pracovníků	Testování stroje	5	125	Vytvoření testovacích postupů a zavedení odborné a jednotné terminologie	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	3	45
	Špatné ovládání stroje	Zhoršení obslužnosti stroje	4		Záměna jednotlivých ovládaní	3	Žádná	Při testování stroje	2	24	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanizmy závady	Stávající opatření		UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termin realizace	Výsledky opatření			
						Prevence	Odhalení				Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel
Projektová fáze	Špatné ovládání stroje	Zhoršení obslužnosti stroje	4		Nevhodné navržení ovládání stroje	Žádná	Zvýšení počtu reklamací, při testování	16	Žádná opatření	-	-	-	-	-
	Stroj nesplňuje předem stanovené požadavky na hardwar	Snížení prodejnosti	3		Špatné zpracování hardwaru vlivem lidského faktoru	Žádná	Při montáži a testování stroje	12	Žádná opatření	-	-	-	-	-
	Špatná komunikace mezi systémy a mechanizmy	Nefunkčnost stroje	4		Špatné zpracování softwaru vlivem lidského faktoru	Žádná	Při testování stroje	24	Žádná opatření	-	-	-	-	-

6. Závěr

Fáze tvorby prototypu byly rozděleny do 4 skupin: fáze přípravná, projektová, výrobní, testovací a fáze zhodnocení prototypu. Následně byly jednotlivé fáze rozebrány na dílčí činnosti, které sloužily jako podklad pro tvorbu analýzy.

Pro tvorbu analýzy byly zvoleny fáze: přípravná a projektová. Tyto fáze byly zvoleny z důvodu nutnosti nalezení a odstranění vad již při tvorbě návrhu. Nalezení vad při výrobě prototypu a následné odstraňování je časově a finančně náročnější. Odhalení a náprava chyb nebo vad vyskytnuté ve fázích přípravných a projektových je značně jednodušší.

Na základě rozebrání činností fází, byly stanoveny odhadované hodnoty: závažnost, výskyt, odhalení a výpočet rizikového čísla UPR. Výše uváděné hodnoty jsou pouze orientační a v průběhu tvorby analýzy docházelo k dílčím úpravám. Jednotlivé činnosti se v závěru vyhodnocení liší pouze v číselné hodnotě UPR. Kritická hranice byla stanovena 100 z čehož plyne:

- je-li $UPR < 100 \rightarrow$ závada se neřeší
- je-li $UPR > 100 \rightarrow$ závada se řeší navržením patřičných opatření na snížení této hodnoty UPR a následně se tato hodnota přepočítává

Na základě všech těchto poznatků, byla sestavena tabulka analýzy FMEA, která obsahuje již zmiňované dílčí činnosti, které jsou doplněny o řadu informací: možný způsob závady, příčiny závady, prevence a odhalené v současné době, závažnost, výskyt, odhalení a následně jsou uváděna doporučená opatření, termíny realizace jsou-li nutná.

Při tvorbě analýzy bylo zjištěno, že k závadám dochází při těchto činnostech:

- **Přípravná fáze**
 - Stanovení základních výkonových parametrů
 - Nezohlednění připomínek montáže a výroby
 - Neprojití konkurenčních strojů
 - Neprojití patentových nároků
 - Špatné vytyčení cílů projektu a technických parametrů
 - Nesprávné stanovení struktury vývoje a jednotlivých mechanismů

- Při špatné analýze pohonů
- Špatná korespondence šicích mechanismů
- Špatné napěťové analýzy
- Špatné stanovení kinematických schémat
- Nefunkčnost kinematických dvojic

- **Projektová fáze**

- Špatná konstrukce a návrh dílů
- Stanovení konstrukční dokumentace – chyby
- Nepřesné stanovení technologických postupů
- Špatná výroba přípravků
- Špatná výroba dílů
- Špatné a nepřesné měření dílů a součástí
- Neopravení výkresové dokumentace dle připomínek
- Neprovedení zkoušky funkčnosti
- Neprovedení kontroly vůlí
- Nepřesné stanovení optimálního postupu montáže
- U prototypu špatná kontrola dílů a montážních celků
- Nepřesná výroba montážních přípravků
- Nepřesná montáž a sestavení prototypu stroje
- Nepřesné testování stroje

Ke každé činnosti, při které docházelo k závadám, byla stanovena doporučená opatření. Stanovením těchto doporučených opatření, by mělo vést k nápravě a eliminaci vad a chyb.

Doporučení:

Pro snížení výskytu vad výrobků, doporučuji dodržování navržených opatření a následné zavedení této analýzy jako celopodnikové i do ostatních oblastí. Nedodržením těchto doporučených opatření má za následek opakování se chyb a problémů. Následně doporučuji průběžné sledování činností. Zavedením analýzy do ostatních oblastí, bude sloužit jako prevence vzniku vad.

7. Použitá literatura:

- [1] – internetové stránky TUL - <http://daimon.uk.tul.cz/OPAC/servlet> [citováno dne 4.12.2008 ve 15.00 hod]
- [2] – BLECHA, P.; VAVŘÍK, I.: JAKOST II – Řízení a zabezpečování jakosti – kapitola Základy FTA a FMEA
- [3] - VOTÁPEK, V.: FMEA – analýza možností vzniku vad a jejich následků. In: Průvodce řízením jakosti. Česká společnost pro jakost, Praha, 1993 s. 131 – 153
- [4] – internetové stránka firmy AMF Reece CR, s.r.o www.amfreece.cz [citováno dne 4.10.2008 ve 15.00 hod]
- [5] – ILEČKOVÁ, L.: Hodnocení nástrojů pro posuzování rizik ve výrobě oděvní konfekce se zaměřením na metodu FMEA. Bakalářská práce na TUL/FT, Liberec, 2008
- [6] – interní podklady firmy AMF Reece CR, s.r.o.
- [7] – internetové stránky formy Palstat s.r.o www.palstat.cz [citováno dne 10.10.2008 v 17.00 hod]

Seznam obrázků

- Obr. 1.: Postup analýzy sledu možných způsobů a důsledků závad
Obr. 2.: Příklad tabulky FMEA návrhu v automobilovém průmyslu
Obr. 3.: Konfekční dírkovací stroj S-101 AMF Reece CR, s.r.o.
Obr. 4.: Konfekční dírkovací stroj S-311 AMF Reece CR, s.r.o.
Obr. 5.: Knoflíkovacím stroji EBS MERK II. AMF Reece CR, s.r.o.

Seznam tabulek

- Tab. 1.: Hodnocení významu vady
Tab. 2.: Hodnocení výskytu vad
Tab. 3.: Kritéria hodnocení odhalitelnou

Seznam grafů

- Graf 1.: Poměrné vyjádření činností jednotlivých fází vývoje výrobku
Graf 2.: Poměrné vyjádření činností v přípravné fázi
Graf 3.: Poměrné vyjádření činností v projektové fázi

Přílohy

Příloha 1: Přínos bakalářské práce

Název bakalářské práce: Aplikace metody FMEA v průběhu vývoje nových šicích strojů AMF Reece

Vypracovala: Klára Šmáriková

Téma bakalářské práce vychází z konkrétních požadavků firmy AMF Reece CR, s.r.o.. Firma v rámci vývoje a výzkumu nových průmyslových šicích strojů neměla doposud ucelenou strukturu, která by jasně odhalila, v jakých oblastech či etapách vývoje dochází k chybám, které mají vliv na vývojový projekt.

Podstatou této bakalářské práce je aplikace metodiky FMEA na vývoj průmyslových šicích strojů firmy AMF Reece CR včetně obeznámením se s tvorbou analýzy. FMEA je analýza jakostní a v rámci zvyšování kvality firmy je i snížení rizik, které mají vliv na výslednou kvalitu našich produktů. Odhalení hlavních rizik, ke kterým v rámci jednotlivých etap vývoje dochází a které jsou v této práci popsána, je základním krokem pro další vývoj šicích strojů.

Analýza FMEA pro vývoj nových šicích strojů ukázala jaká rizika je nutno redukovat, tak aby vývoj byl efektivnější a tím i čas potřebný pro vývoj nového stroje byl kratší. Mezi taková rizika na která se naše firma díky této práci bude muset zaměřit jsou např. neprojití patentových nároků, nesprávné stanovení a optimalizace kinematických schémat, chyby ve výkresové dokumentaci, špatné testování stroje, atd.. Některá rizika zas ohladila špatnou komunikaci ve firmě a selhání lidského faktoru. Tato rizika bude naše firma řešit např. lepším využitím CAD systému SolidWorks pro komunikaci s oddělením technologie.

Výsledky bakalářské práce se již teď aplikují, v rámci vývoje nového poutkovacího stroje v tomto roce a jsou podkladem pro efektivní vývoj stroje.

Datum: 29. 3. 2009

Vypracoval: Ing. Václav Hanák

Příloha 2: Grafické znázornění vyhodnocení analýzy

Poměrné vyjádření fází přípravné a projektové:



Graf 1.: Poměrné vyjádření činností jednotlivých fází vývoje výrobku

Grafické vyhodnocení a znázornění činností v přípravné fázi:



Graf 2.: Poměrné vyjádření činností v přípravné fázi

Grafické vyhodnocení a znázornění činností v projektové fázi:



Graf 3.: Poměrné vyjádření činností v projektové fázi

5.1 Sestavení formuláře FMEA

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhalitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel.	UPR
Přípravná fáze	Nesprávný chod stroje	Stroj není provozu schopný	5		Špatná komunikace vývojových útvarů	5	Žádná	Během testování	4	100	Kontrola parametrů dle technické dokumentace nezávislou osobou dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	4	40
					Neodbornost vývojového pracovníka	6	Vstupní školení pracovníků	Během testování	6	180	Kontrola a dohled nadřízeného pracovníka dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	6	60
					Chyby vstupních dat	5	Žádná	V průběhu výroby	4	100	Kontrola parametrů dle technické dokumentace nezávislou osobou dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	2	30
	Nefunkčnost stroje	Neprodejnost stroje, prodloužení termínu výroby	4		Nevhodné použití prostředků pro nastavení funkcí	5	Vstupní školení pracovníků	Během montáže a testování	4	80	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhalitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel.	UPR
Přípravná fáze	Nefunkčnost stroje	Neprodejnost stroje, prodloužení termínu výroby	4		Špatné nastavení výkonových parametrů	4	Žádná	Během testování	5	80	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Opakování se chyb z minulého projektu	Snížená prodejnost stroje	4		Neposkytnutí podkladů v čase tvorby projektu jiným útvarem	6	Hotovení podkladů preventivně	Při tvorbě analýz	2	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
					Podklady nejsou vyhotoveny	5	Žádná	Při tvorbě analýz	3	60	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Výrobek nejde vyrobit, nebo s obtížemi (neodpovídá požadavkům montáže, výroby)	Neschopnost výroby dílů	7		Opomenutí připomínek (selhání lidského faktoru)	7	Žádná	Při výrobě výrobků	3	147	Zvýšení komunikace jednotlivých útvarů dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	7	3	2	42
					Připomínky nebyly dodány v čas	5	Žádná	Při výrobě výrobků	2	70	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
					Připomínky jsou nepřesné	2	Přizpůsobit technologii dle připomínek	Kontrola podle dokumentace	2	28	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhalitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel.	UPR
Přípravná fáze	Výrobek obsahuje stejné problémy jako předcházející	Snížení prodejnosti	4		Nezařazení servisních zpráv	7	Žádné	Při prodeji stroje	2	56	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Cena výrobku předběžně neodpovídá skutečné ceně	Výrobek je dražší než se očekávalo a hůře prodejný	3		Opomenutí nějaké součásti	5	Seznámení pracovníků s podklady	Při tvorbě cenové nabídky a porovnání s předběžnou cenou	3	45	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
					Zastaralé cenové nabídky	4	Shromáždění cenových podkladů	Při tvorbě cenové nabídky a porovnání s předběžnou cenou	3	36	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Navrhované stroje nejsou konkurenci schopné	Nižší prodejnost stroje	6		Opomenutí připomínek	4	Žádná	Stroje se neprodávají v takovém měřítku	7	168	Provedení průzkumu konkurence a shromáždění potřebné dokumentace 2x ročně	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	7	84
					Detaily konkur. strojů nejsou k dispozici	4	Žádná	Stroje se neprodávají v takovém měřítku	6	144	Provedení průzkumu konkurence a shromáždění potřebné dokumentace 2x ročně	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	6	72

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel.	UPR
Přípravná fáze	Navrhované stroje nejsou konkurenci schopné	Nižší prodejnost stroje	6		Neprojití konkurenčních strojů	3	Vstupní školení pracovníků	Stroje se neprodávají v takovém měřítku	5	90	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Stroje jsou neprodejné z důvodu obsahu již patentovaných prvků	Zvýšení ztrát firmy	7		Neprojití patentových nároků	7	Průběžné procházení patentových nároků	Napadení konkurencí, upozornění majitelem licence nebo patentovým úřadem	4	196	Pravidelné procházení patentových nároků během vývoje a jejich kontrola dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	7	3	2	42
	Špatné vytyčení cílů projektu a technických parametrů	Nefunkčnost mechanismů a nereálnost projektu	8		Nesprávné a zastaralé podklady	6	Žádná	Při testování funkčnosti	3	144	Spolupráce více osob a jejich vzájemná kontrola, obnovování podkladů 2x ročně	K.Šmáriková KKV 9/09	-	8	2	3	48
					Selhání lidského faktoru	7	Žádná	V průběhu tvorby projektu se objeví nejasnosti a problémy	2	112	Spolupráce více osob a jejich vzájemná kontrola dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	8	3	2	48

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel.	UPR
Přípravná fáze	Stroj (mecha.) neodpovídá požadavkům a cílům projektu	Stroj je neprodejný (nekonkurenceschopný), nesplňuje požadavky	7		Opomenutí nebo selhání lidského faktoru	6	Žádná	Odhalení problémů během vývoje, při prodeji	3	126	Podrobné rozebrání problematik s použitím odborné terminologie, zvýšení kontroly pracovníků nezávislou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	7	2	3	42
	Stroj neobsahuje pohon dle požadavků	Stroj je hůře obslužný	5		Selhání lidského faktoru	5	Žádná	Při sestavení prototypu a testování prototypu	4	100	Zvýšení podílu pracovníků na analýze	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	2	30
	Stroj neobsahuje pohon dle požadavků	Stroj je hůře obslužný	5		Špatné podklady pro sestavení analýzy	4	Průběžná aktualizace podkladů	Při sestavení prototypu a testování	4	80	Žádná opatření	-	-				
	Špatná korespondence šicích mechanismů	Stroj nepracuje dle požadavků	6		Špatné podklady pro sestavení analýzy	5	Žádná	Při sestavení prototypu a testování	4	120	Spolupráce více osob a jejich vzájemná kontrola	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	3	36
	Nevhodná analýza pneumatických prvků	Špatná funkce ovládání pneum. prvků	4		Špatné podklady pro sestavení analýzy	5	Správné vytvoření a kontrola vstupních dat pracovníků	Při sestavení prototypu a testování	4	80	Žádná opatření	-	-				

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhalitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel.	UPR
Přípravná fáze	Stroj pracuje špatně (odstřih nití, sekání se realizuje špatně nebo vůbec)	Nefunkčnost jednotlivých ústrojí	5		Zanedbání některých parametrů	5	Žádná	Během testování stroje	3	75	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
					Záměna jednotlivých parametrů	3	Žádná	Během testování stroje	3	45	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Stroj má špatně naprogramovaný softwar a hardwar je nevhodný	Stroj pracuje jinak, než je plánováno	5		Opomenutí důležitých informací	3	Žádná	Během kontroly funkčnosti stroje	3	45	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Stroj má špatně naprogramovaný softwar a hardwar je nevhodný	Stroj pracuje jinak, než je plánováno	5		Špatné nastavení vstupních údajů	4	Vstupní školení zaměstnanců	Během kontroly funkčnosti stroje	3	60	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
					Záměna údajů z důvodu přehlédnutí	4	Žádná	Během kontroly funkčnosti stroje	3	60	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Stroj se svými parametry nevyrovná konkurenčnímu stroji	Nekonkurence schopnost strojů na trhu	4		Stroje k poměření nejsou k dispozici	2	Žádná	Při sestavení prototypu, testování, prodeji stroje	4	32	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Stroj se svými parametry nevyrovná konkurenčnímu stroji	Nekonkurence schopnost strojů na trhu	5		Špatné analýzy	4	Kontrola naměřených údajů	Během testování stroje	4	80	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhalitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel.	UPR
Přípravná fáze	Díly mají stanoveny jiné pevnosti, než jsou skutečné	Nižší odolnost dílů, nižší životnost stroje	7		Chyba ve výpočtech pevností	6	Kontrola výpočtů	Při zkoušce prototypu	4	168	Zvýšení kontroly výpočtů nezávislou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	7	2	4	56
					Špatné měření (analýzy) zatížení dílů	6	Opakované měření	Zhotovením funkčního modelu nebo při zkouškách prototypu	4	168	Kontrola měření nezávislou osobou dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	7	1	4	28
	Dochází ke kolizním situacím prvků a špatným pohybům mechanismů	Nefunkčnost mechanismů	6		Ve schématech se vyskytují chyby (vazeb)	5	Zvýšená kontrola jednotlivých vazeb	Při testování stroje a mechanismů	4	120	Vícenásobná kontrola nezávislou osobou dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	4	48
Projektová fáze	Špatná funkce mechanismu	Nefunkčnost kinematických dvojic popř. jejich kombinací ve stroji	6		Špatné vyhodnocení možných pohybových stavů mechanismů	6	Žádná	Zhotovením funkčního modelu, při zkouškách prototypu	5	180	Vícenásobná kontrola nezávislou osobou, studium literatury včetně srovnání s podobnými případy	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	5	60

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhalitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel.	UPR
Projektová fáze	Špatná funkce mechanismu	Nefunkčnost kinematických dvojic popř. jejich kombinací ve stroji	€		Nevhodné konstrukční řešení mechanismů	6	Kontrola vstupních dat	Zhotovením funkčního modelu, při zkouškách prototypu	5	180	Vícenásobná kontrola nezávislou osobou, studium literatury včetně srovnání s podobnými případy	K.Šmáriková KKV 9/09	-	€	2	5	60
	Prototyp nefunguje, dochází ke kolizním situacím	Nefunkčnost dílů a prototypu jako celku	€		Špatný návrh dílu neodborností výkonového pracovníka	6	žádná	Zhotovením funkčního modelu, při testování	6	216	Vícenásobná kontrola nezávislou osobou včetně zaškolení pracovníka	K.Šmáriková KKV 9/09	-	€	3	5	90
	Prototypový díl nejde vyrobit	Nefunkčnost prototypu	€		Chyby v dokumentaci (tolerance, drsnosti), chybějící kóty	8	Žádná	Zhotovením funkčního modelu, při testování	7	336	Vícenásobná kontrola dokumentace nezávislou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	4	4	4	64
	Prototypový díl nejde vyrobit	Nefunkčnost prototypu	€		Nesrozumitelné sestavení postupu výroby	4	Žádná	Při zhotovením funkčního dílu (modelu)	5	120	Zavedení terminologie pro tvorbu výrobního postupu, zvýšení komunikace útvarů	K.Šmáriková KKV 9/09	-	€	2	4	48

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhalitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel.	UPR
Projektová fáze	Špatně vyrobené výrobní přípravky	Ztížení práce při výrobě dílů	5		Přípravek je vyroben špatně	5	Vstupním školením pracovníků	Při použití přípravku	4	100	Zvýšení komunikace s odborníky (pracovníky)	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	3	45
	Špatně vyrobené díly	Neschopnost složení dílů ve funkční celek, nefunkčnost stroje	7		Špatně vytvořená dokumentace	7	Žádná	Při zhotovení dílů	6	294	Násobná kontrola více pracovníků, podkladů dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	7	2	5	70
	Díly neodpovídají výkresové dokumentaci	Neschopnost sestavení stroje, ztížení výroby dílů	5		Špatná kontrola a měření dílů	5	Vícenásobné měření a kontrola dílů	Zhotovení sestav z jednotlivých dílů	6	150	Násobná kontrola více pracovníků pověřenou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	3	45
					Chyby v dokumentaci	5	Žádná	Zhotovením funkčního modelu	6	150	Násobná kontrola více pracovníků pověřenou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	4	60
	Dochází k chybám při sériové výrobě	Ztížení výroby, prodloužení dodávek k zákazníkům	4		Výkresová dokumentace neodpovídá připomínkám, které nejsou v čas k dispozici	5	Žádná	Výrobou jednotlivých dílů	5	100	Lepší komunikace mezi útvary, včasné zajištění podkladů dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	4	3	2	24
					Opomenutí připomínek pracovníkem	3	Opakované kontroly	Výrobou jednotlivých dílů	4	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhaltitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhaltitel.	UPR
Projektová fáze	Celek nelze složit	Neprodejnost stroje	4		Špatně vyrobení díly	4	Kontrola dle výkresové dokumentace při výrobě	Sestavení a montáž dílů do podsestav	3	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
					Špatné složení dílů do podsestav	4	Zaškolení montážních pracovníků	Sestavení a montáž dílů do podsestav	3	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Vznik kolizních situací mechanismů	Zhoršená funkčnost stroje, nefunkčnost	4		Opomenutí provedení zkoušky funkčnosti vlivem lidského faktoru	5	Žádná	Sestavení a montáž dílů do podsestav	5	100	Výší podíl pracovníků v týmu a jejich vzájemná kontrola dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	4	3	2	24
	Špatný chod stroje (hlučnost, poruchovost)	Časté reklamace, nekonkurence schopnost stroje, nízká prodejnost	5		Zapomenutí provedení kontroly vlivem selhání lidského faktoru	5	Kontrola pracovníků	Testování stroje	4	100	Kontrola postupu v týmu pověřenou osobou	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	4	40
	Vyšší náročnost montáže a operací	Nedodržení termínů výroby	5		Selhání lidského faktor	2	Vstupní školení montážních pracovníků	Při montáži	3	30	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhalitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel.	UPR
Projektová fáze	Vyšší náročnost montáže a operací	Nedodržení termínů výroby	5		Chyby montážních postupů	5	Žádné	Při montáži podsestav	4	100	Kontrola výrobních postupů více osobami včetně zavedení jednotné odborné terminologie	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	2	20
					Nesprávné stanovení postupu montáže	4	Žádné	Při montáži podsestav	4	80	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Komponenty nejdou složit v jeden celek	Nefunkčnost stroje, neprodejnost	4		Špatná výrobní dokumentace	3	Žádná	Při montáži	4	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
					Chyba při výrobě	3	Kontrola dle dokumentace	Při montáži	4	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Díly neodpovídají výkresové dokumentaci při výrobě	Nemožnost výroby dílů	5		Špatná kontrola a měření dílů	5	Vícenásobné měření a kontrola	Při montáži	4	100	Zvýšení komunikace mezi útvary	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	3	30
					Chyby v dokumentaci	5	Zvýšení kontroly při tvorbě dokumentace	Přeměření a porovnání dílu dle dokumentace	4	100	Zvýšení a opakované kontroly dle dokumentace včetně zavedení jednotné odborné terminologie	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	4	40

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhalitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel.	UPR
Projektová fáze	Špatně vyrobené montážní přípravky	Ztížení práce při montáži	5		Přípravek je vyroben špatně vlivem neznalostí pracovníka	5	Vstupní školení pracovníků	Při použití přípravku	4	100	Zvýšení kontroly pracovníků nezávislou osobou dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	3	30
	Díly nesedí dle požadavků	Špatná funkčnost stroje, drhnutí	6		Chyby při výrobě	6	Kontrola během výroby	Sestavení stroje	3	108	Zvýšení a opakované kontroly dle dokumentace dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	6	2	3	36
					Špatná montáž a sestavení stroje	5	Žádná	Během testování stroje	3	90	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Předběžná kalkulace je příliš nízká	Kalkulace neodpovídá požadavkům, reálná částka je příliš odlišná	3		Opomenutí některých prvků	2	Žádná	Při tvorbě cenové kalkulace výrobku	2	12	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
					Zastaralé cenové nabídky	2	Obnovování cenových nabídek od dodavatelů	Při tvorbě cenové kalkulace výrobku	3	18	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Špatně vyrobené díly a součásti, následná nekoresp. mechanismů	Nefunkčnost stroje, drhnutí součástí, prodloužení termínu výroby	4		Připomínky nejsou včas k dispozici	4	Žádná	Výrobou jednotlivých komponentů	4	64	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhalitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel.	UPR
Projektová fáze	Špatně vyrobené díly a součásti, následná nekoresp. mechanismů	Nefunkčnost stroje, drhnutí součástí, prodloužení termínu výroby	4		Opomenutí připomínek pracovníkem	3	Opakované kontroly	Výrobou jednotlivých komponentů	4	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
					Špatné opravení výkresové dokumentace	3	Žádné	Při výrobě dílů vlivem opakování se chyb	4	48	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Nefunkčnost stroje	Neprodejnost	5		Neodbornost pracovníka	6	Vstupní zaškolení pracovníka	Testování stroje	5	150	Průběžné kontroly zodpovědným pracovníkem dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	3	45
					Špatné testování stroje	6	Žádné	Zvýšený počet reklamací	5	150	Průběžné kontroly zodpovědným pracovníkem dle možností	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	2	3	30
	Nefunkčnost stroje	Neprodejnost	5		Přehlédnutí některých faktorů	5	Vícenásobné kontroly pracovníků	Testování stroje	5	125	Vytvoření testovacích postupů a zavedení odborné a jednotné terminologie	K.Šmáriková KKV 9/09	-	5	3	3	45
	Špatné ovládání stroje	Zhoršení obslužnosti stroje	4		Záměna jednotlivých ovládání	3	Žádná	Při testování stroje	2	24	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-

Prvek	Možný způsob závady	Možné důsledky závady	Závažnost	Klasifikace	Možné příčiny/ Mechanismy závady	Výskyt	Stávající opatření		Odhalitelnost	UPR	Doporučená opatření	Odpovídá a termín realizace	Výsledky opatření				
							Prevence	Odhalení					Opatření splněno	Závažnost	Výskyt	Odhalitel.	UPR
Projektová fáze	Špatné ovládání stroje	Zhoršení obslužnosti stroje	4		Nevhodné navržení ovládání stroje	2	Žádná	Zvýšení počtu reklamací, při testování	2	16	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Stroj nesplňuje předem stanovené požadavky na hardwar	Snížení prodejnosti	3		Špatné zpracování hardwaru vlivem lidského faktoru	2	Žádná	Při montáži a testování stroje	2	12	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-
	Špatná komunikace mezi systémy a mechanismy	Nefunkčnost stroje	4		Špatné zpracování softwaru vlivem lidského faktoru	3	Žádná	Při testování stroje	2	24	Žádná opatření	-	-	-	-	-	-