

# Inovace výrobního zařízení na výrobu loketní opěrky osobního automobilu

## SVOČ

Bc. Martin Franc

Sekce: STROJÍRENSTVÍ

Fakulta STROJNÍ, 2. Ročník

Magisterský studijní program – INOVAČNÍ INŽENÝRSTVÍ

**Abstrakt:** Práce se zabývá inovací výrobního zařízení na výrobu loketní opěrky osobního automobilu. Práce obsahuje kombinované řešení uchopovacího mechanismu a automatizovaného pracoviště, pracující bez zásahu obsluhy. Pro celý proces návrhu výrobku až po zkonstruování bylo využito metod inovačního inženýrství. Z navržených konceptů byly vybrány vítězné varianty a byly optimalizovány z hlediska DFX, FMEA a MKP.

**Klíčová slova:** inovace, loketní opěrka, uchopovací mechanismus, pracoviště, DFX, FMEA, MKP

## 1. Úvod

V dnešní moderní době je kladen důraz na kvalitu zboží, jeho dílenské zpracování a snižování výrobních nákladů s ponecháním kvalitativního standardu. Z pohledu inovačního inženýra je tato doba výzvou pro uplatnění jeho znalostí k zefektivnění procesu výroby a snížení nákladů nebo k vývoji výrobku, kterým se podaří něčím oslovit zákazníka a firma tak získá výhodu před konkurencí. Firma neschopná dnešní silné konkurenci čelit, dříve nebo později zanikne, a proto je nutné se inovačnímu procesu věnovat systematicky.

### 1.1. Představení společnosti Fehrer, Fehrer Bohemia s.r.o.

Nadnárodní společnost Fehrer, která byla založena v roce 1875 v Kitzingen, je mezinárodním specialistou automobilových součástek. Tato společnost je charakterizována mnoha orientovanými servisními středisky po celém světě a výrobními závody v těsné geografické blízkosti svých partnerů.

Fehrer Bohemia s.r.o. je hlavním specialistou na trhu pro pohodlí v interiérovém vybavení vozidla. Jako národní koncern má v České republice pobočky v České Lípě a Liberci s celkovým počtem 1000 zaměstnanců. Hlavní produkty společnosti tvoří tvarové díly z přírodních vláken a polyuretanové pěnové díly pro autosedačky a systémové díly pro interiéry osobních automobilů.

## 2. Současný výrobní postup

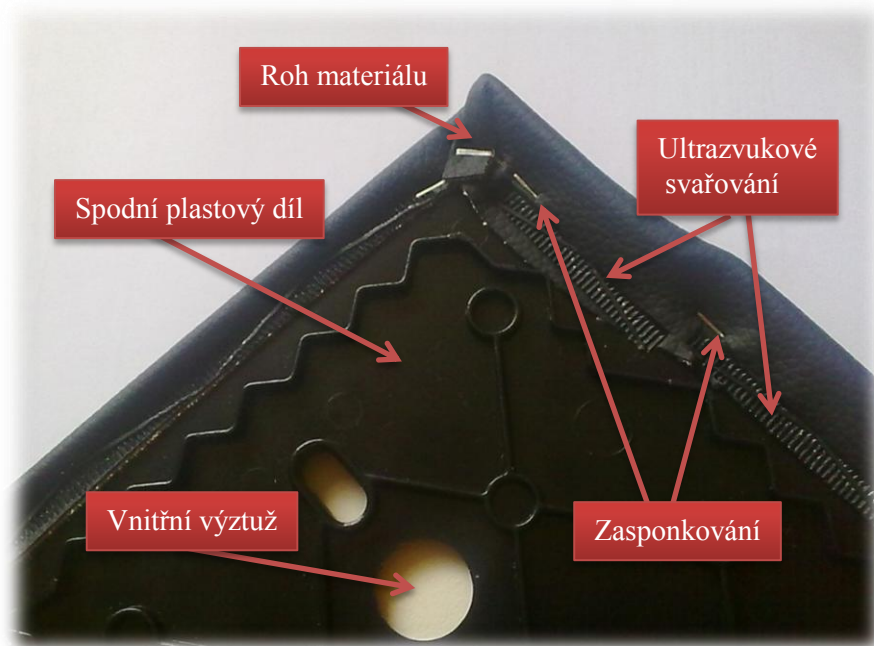
Výroba loketní opěrky je složena z několika operací, u kterých je vždy potřeba dodržet stanovené normy, tolerance, přitlačné síly, množství nanášeného lepidla a mnoho dalších faktorů ovlivňující celkovou kvalitu výsledného výrobku. Tyto normy jsou stanoveny společností Fehrer.

Sled operací pro výrobu loketní opěrky:

- 1) Ustanovení spodního plastového dílu do strojové šablony
- 2) Nalisování vnitřní výztuže na spodní plastový díl
- 3) Nanesení lepidla na zvolený druh materiálu (textilie, koženka nebo kůže) opěrky a jeho následné přilepení.
- 4) Strojové ohnutí povrchu do vnitřní (nepohledové) strany budoucí loketní opěrky
- 5) Po celém obvodu je provedeno ultrazvukové svařování materiálu (textilie, koženka nebo kůže) se spodním plastovým dílem – bez rohů
- 6) Zasponkování materiálu (textilie, koženka nebo kůže) – bez rohů
- 7) Ruční natažení a ohnutí rohů
- 8) Zasponkování rohů

Operace v krocích 1-6 jsou prováděny zcela automatizovaně. Pouze operace 7 a 8 jsou prováděny za pomoci lidského faktoru, který je potřeba také plně zautomatizovat a tím se i tato diplomová práce bude dále zabývat.

Dále na Obr. 1 je uveden podrobný popis části loketní opěrky, která je zadána pro inovaci této diplomové práce.



Obr. 1: Detail místa zasponkování rohu na části loketní opěrky

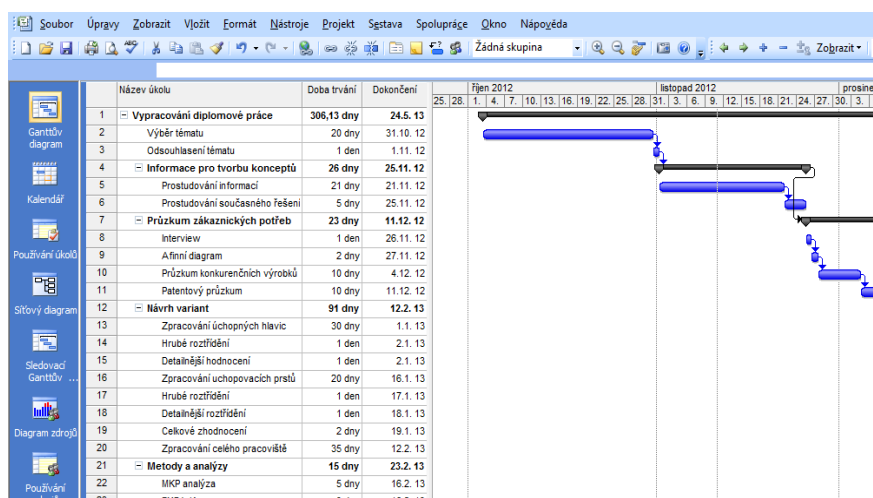
V současné době je uchycení rohu prováděno pracovníkem, který roh uchopí mezi palec a ukazováček. Tento způsob je velmi individuální a nepraktický. Jelikož cíl společnosti je dosažení minimálních výrobních nákladů a minimum odřezků materiálů, jsou tyto rohy velice malé k uchopení a pracovníci s touto operací mají obtíže. Dále tento způsob může způsobit jak nepřesné uchycení rohu, tak i ztížení následné operace zasponkování z mnoha důvodů, jako mohou být velké prsty pracovníka. Dále je toto řešení z časového hlediska velmi neproduktivní, a proto je cílem takové úkony nahrazovat automatizovanými prvky, které se obejdou bez zásahu obsluhy a mohou tento proces provádět nepřetržitě po celou pracovní dobu.



Obr. 2: (zleva) Uchycení rohu materiálu, správné zasponkování rohu materiálu

### 3. Postupy inovace

K této práci bylo přistupováno jako k projektu. V prvotní fázi každého projektu je potřeba určit především termín odevzdání a cíle, které je nutno splnit v požadovaném časovém rozmezí. Proto byl vytvořen harmonogram.



Obr. 3: Harmonogram

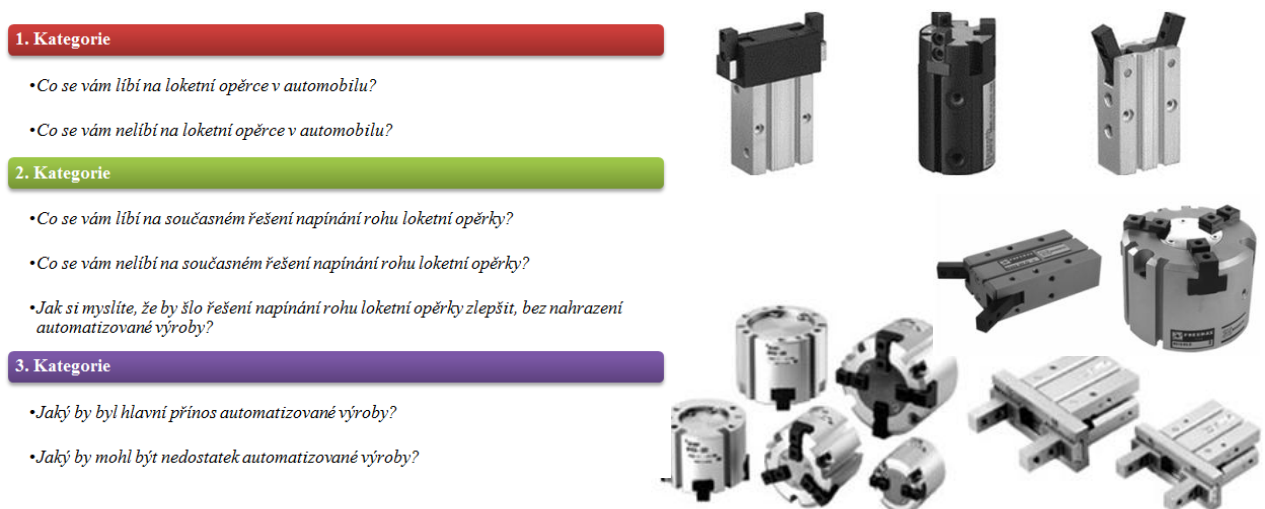
Po vypracování harmonogramu bylo nutné provést před – projektovou fázi, kde se posuzovala daná příležitost a prozkoumávala možnost její realizace. Byly vytvořeny základní otázky a odpovědi.

Otázky	Odpovědi
O jaký typ projektu se jedná?	Produktový projekt, interní vývoj, projekt s TU v Liberci
Předmět a rozsah projektu?	Inovování výrobního zařízení na výrobu loketní opěrky v rozsahu práce
Cíle projektu?	Metoda S.M.A.R.T.
V jakém kontextu?	Zohlednění požadavků společnosti Fehrer a TU v Liberci
Výchozí podmínky?	Veškeré zdroje jsou dostupné
Výchozí předpoklady?	Nižší výrobní náklady, zvýšení produktivity, bezpečnost, spolehlivost, opakovatelnost
Zdroje financování?	Nejsou známy – jedná se o prvotní vývoj automatizovaného zařízení pro tuto operaci
Kritéria úspěchu?	Zhotovení uchopovacího mechanismu, obhájení konstrukčního řešení

Tab. 1: Základní otázky a odpovědi

### 3.1. Interview a průzkum trhu

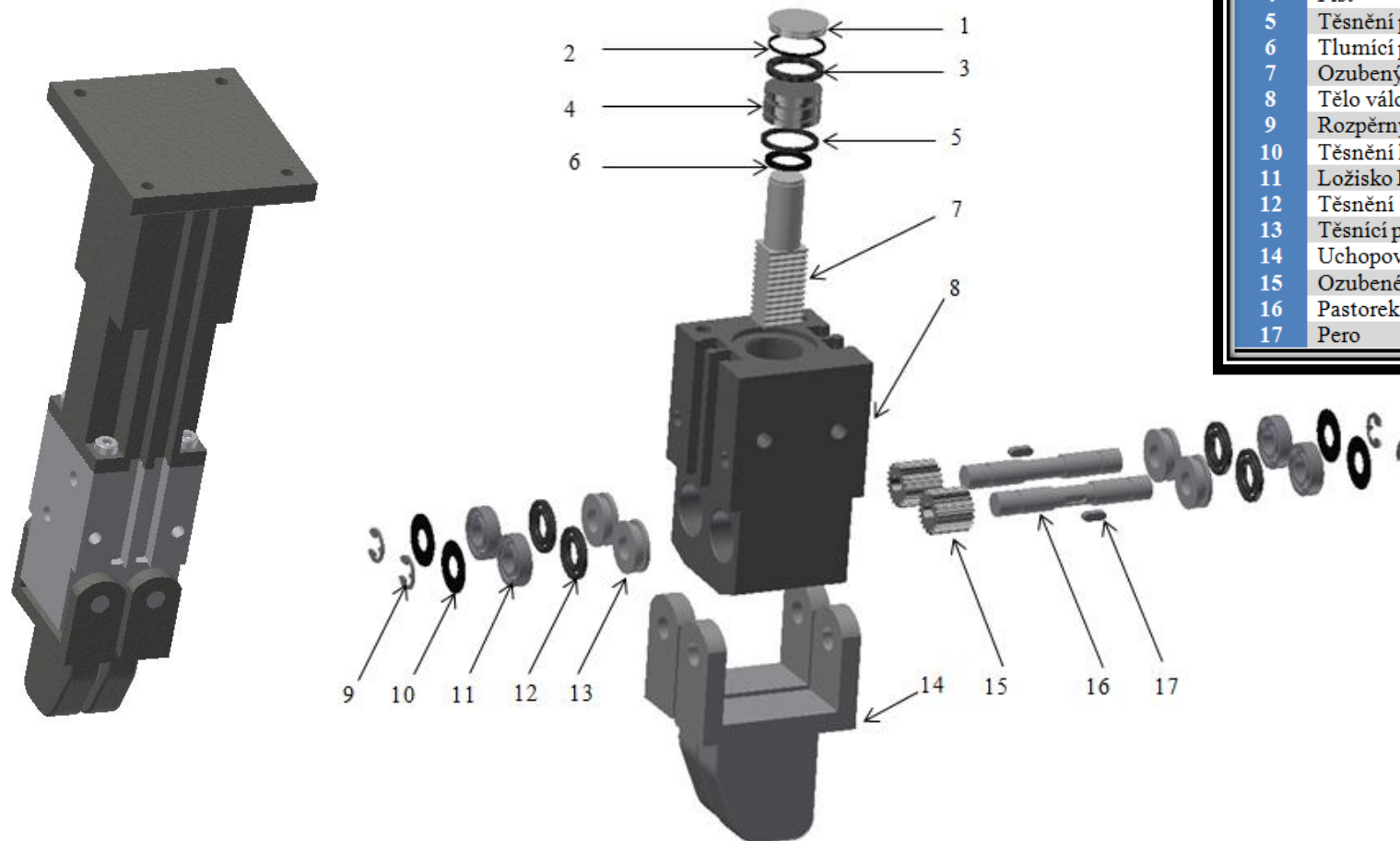
V první řadě bylo provedeno interview se zaměstnanci společnosti Fehrer, kteří se podílejí na vývoji výrobního procesu loketních opěrek. Pro toto interview bylo vypracováno 7 otázek. Dále byl proveden průzkum výrobců, kteří se zabývají problémem uchopení součástí.



Obr. 4: (zleva) Interview, uchopovací hlavice



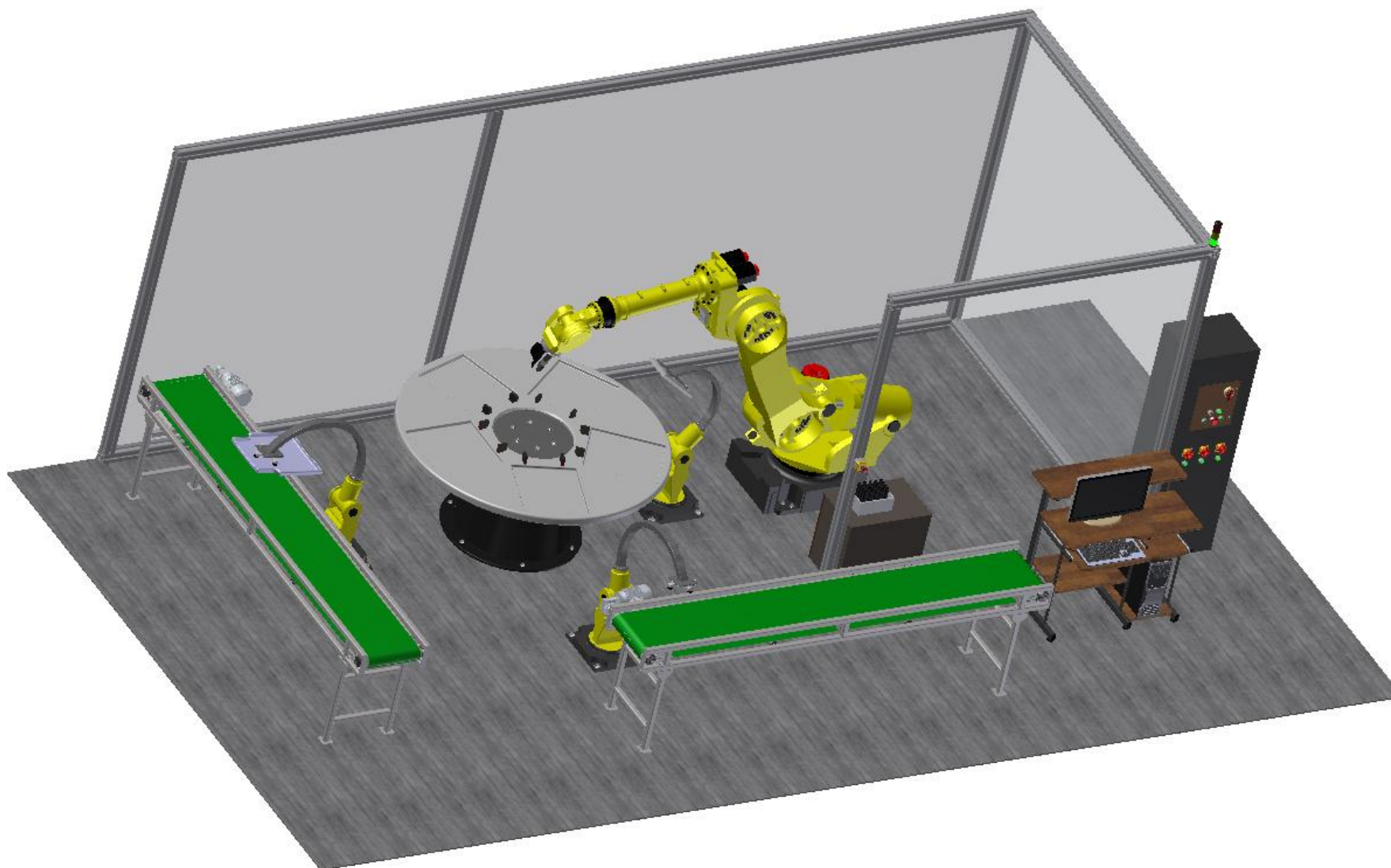
## 3.3. Uchopovací mechanismus, rozpadové schéma



Číslo dílu	Jméno dílu	Četnost
1	Dno válce	1
2	Těsnění dna válce	1
3	Magnet	1
4	Píst	1
5	Těsnění pístu	1
6	Tlumicí podložka	1
7	Ozubený hřebec	1
8	Tělo válce	1
9	Rozpěrný pojistný kroužek	4
10	Těsnění ložiska	4
11	Ložisko DIN 625 SKF-618	4
12	Těsnění	8
13	Těsnící pouzdro	1
14	Uchopovací prst	2
15	Ozubené kolo	2
16	Pastorek	2
17	Pero	2

Obr. 6: Uchopovací mechanismus + rozpadové schéma

### 3.4. 3D pracoviště



*Obr. 7: Uchopovací mechanismus, 3D pracoviště*

### 3.5. Zhodnocení inovovaného stavu

Obr. 6 zobrazuje uchopovací mechanismus, který bude sloužit k uchopení rohu materiálu loketní opěrky a následně jeho natažení, aby mohlo dojít k operaci zasponkování. Dále na tomto obrázku je vytvořeno rozpadové schéma, ze kterého je vidět princip způsobu uchopení materiálu. Jedná se o ozubené soukolí tzv. ozubený hřeben a ozubená kola. Díky tomuto principu je umožněno, aby uchopovací síla byla konstantní po celou dobu procesu. Dále je uvedeno 3D pracoviště viz Obr. 7, ze kterého je patrné, že bude pracovat plně automatizovaně bez zásahu obsluhy, což bylo hlavním požadavkem této práce. Pracoviště se skládá z již zmíněného uchopovacího mechanismu, dále ze sponkovačky, která je společně s mechanismem připojena k průmyslovému robotu FANUC R-2000iA/165F. Dále je použit otočný stůl karusel pro 5 ks loketní opěrky, 3x otočná ramena, kde dvě ramena pomocí přísavek přepravují opěrky z pásu na karusel a na třetím rameni je závaží pro zafixování polohy opěrky. Na následujících tabulkách je znázorněno porovnání současného stavu a inovovaného stavu za ponechání stejných kritérií. Na tabulce zleva jsou prvotní zákaznické požadavky na pracoviště a v druhé tabulce je znázorněno splnění všech požadavků a celkové shrnutí.

Zákaznické požadavky		Popis
<b>Přehlednost na pracovišti</b> – jasně a zřetelně definovaná místa ( <u>lay-outy</u> )	● ●	Pracovníci se pohybují okolo strojů – může dojít ke zranění, jsou však seznámeni s předpisy
<b>Bezpečnost na pracovišti</b> – každá operace řádně zabezpečena	● ●	Pracovníci se pohybují okolo strojů – může dojít ke zranění, jsou však seznámeni s BOZP
<b>Opakovatelnost</b> – stále stejná rychlost při operaci natažení a <u>zasponkování</u> materiálu	●	Pracovníci ztrácí rytmus během pracovní doby (př. únavou)
<b>Bezporuchovost</b> – způsobilost plnit bez poruchy požadované funkce po stanovenou dobu a za stanovených podmínek	●	Ruční výměna zásobníku <u>sponkovačky</u> je zdoluhavá a může dojít k poškození dílů
<b>Úspory materiálu</b> – využít jen tolik materiálu, kolik je potřeba na <u>zasponkování</u>	●	Pracovníci mají různé velikosti prstů (muži/ženy), proto jsou vytvořeny větší velikosti rohů materiálu
<b>Životnost</b>	●	Věkem pracovníci ztrácí koncentraci v práci, rychlost – takt.
<b>Uchopovací síla</b> – stále stejná síla při uchopení i natažení materiálu	●	Pracovníci ztrácí cit a sílu během pracovní doby

Zákaznické požadavky	Současný	Inovovaný	Popis
<b>Přehlednost na pracovišti</b> – jasně a zřetelně definovaná místa ( <u>lay-outy</u> )	● ●	● ●	Pracoviště je přehledné, jasné a místa strojů a robotů jsou zřetelně definována
<b>Bezpečnost na pracovišti</b> – každá operace řádně zabezpečena	● ●	● ●	Jelikož se jedná o plně automatizované pracoviště, pracující bez zásahu obsluhy, je zajištěna i bezpečnost. Pracoviště je navíc ze strany robota ohraničené klecí.
<b>Opakovatelnost</b> – stále stejná rychlost při operaci natažení a <u>zasponkování</u> materiálu	●	●	U strojů je zajištěna stále stejná rychlost při vykonávání operací
<b>Bezporuchovost</b> – způsobilost plnit bez poruchy požadované funkce po stanovenou dobu a za stanovených podmínek	●	●	Stroje jsou servisované a tím se předchází poruchovosti. <u>Sponkovačka</u> má vlastní nabíjecí zásobník
<b>Úspory materiálu</b> – využít jen tolik materiálu, kolik je potřeba na <u>zasponkování</u>	●	●	Pro snížení výrobních nákladů, je zmenšena plocha materiálu – tzn. méně zbytkového materiálu
<b>Životnost</b>	●	●	Stroje splňují normy i dlouhou životnost.
<b>Uchopovací síla</b> – stále stejná síla při uchopení i natažení materiálu	●	●	Uchopovací mechanismus má konstantní sílu po celou dobu díky ozubenému hřebenu



### 3.6 MKP analýza, metody inovačního inženýrství

V poslední části bylo využito metody konečných prvků pro namáhané konstrukční prvky, které v tomto případě byly uchopovací prsty. Dále byla použita metoda FMEA-K pro definování možných potencionálních vad a tím vytvořit preventivní opatření. V poslední řadě bylo využito metod Design for Assembly a Design for Disassembly.



Obr. 8: Shrnutí použitých metod

### 3.7 Závěrečné zhodnocení

Zákaznické požadavky	Současný	Inovovaný	Popis
<b>Přehlednost na pracovišti</b> – jasně a zřetelně definovaná místa ( <u>lay-outy</u> )	●	●	Pracoviště je přehledné, jasné a místa strojů a robotů jsou zřetelně definována
<b>Bezpečnost na pracovišti</b> – každá operace řádně zabezpečená	●	●	Jelikož se jedná o plně automatizované pracoviště, pracující bez zásahu obsluhy, je zajištěna i bezpečnost. Pracoviště je navíc ze strany robota ohraničené klecí.
<b>Opakovatelnost</b> – stále stejná rychlost při operaci natažení a <u>zasponkování</u> materiálu	●	●	U strojů je zajištěna stále stejná rychlost při vykonávání operací
<b>Bezporuchovost</b> – způsobilost plnit bez poruchy požadované funkce po stanovenou dobu a za stanovených podmínek	●	●	Stroje jsou servisované a tím se předchází poruchovosti. Škonkovačka má vlastní nabíjecí zásobník
<b>Úspory materiálu</b> – využít jen tolik materiálu, kolik je potřeba na <u>zasponkování</u>	●	●	Pro snížení výrobních nákladů, je zmenšena plocha materiálu – tzn. méně zbytkového materiálu
<b>Životnost</b>	●	●	Stroje splňují normy i dlouhou životnost.
<b>Uchopovací síla</b> – stále stejná síla při uchopení i natažení materiálu	●	●	Uchopovací mechanismus má konstantní sílu po celou dobu díky ozubenému hřebenu

	Současný stav	Navrhovaný stav
Pracovníci	7	1
Takt (ks/hod)	30	189
Produktivita (ks/den)	2700	3 024
Produktivita (ks/rok)	704 700	789 264
Náklady pracovník (Kč/rok)	2 310 000	330 000
Energie (Kč/rok)	30 000	100 000
Nutná investice (Kč)	-	3 373 800
Marže (Kč/ks)		300
Čistý zisk (Kč/rok)	211 410 000	236 779 200
Rozdíl (Kč)		+ 25 369 200
Návratnost investice (měs.)	-	1,6

## 4. Závěr

Ze závěrečného zhodnocení je patrné, že veškeré zákaznické potřeby byly splněny. Přínosem této diplomové práce je možnost nového pohledu na plně automatizované pracoviště ve společnosti Fehrer a tím i zvýšení konkurenceschopnosti a produktivity. Přesto, že se jednalo o nahrazení pracovníků za automatizované pracoviště, které bude pracovat bez zásahu obsluhy, nebyl přesně stanoven zástavbový prostor. Jelikož však byly všechny zákaznické požadavky splněny, bylo společností Fehrer rozhodnuto, aby tato práce sloužila jako podklad pro vývoj automatizovaného pracoviště v roce 2013.

## Literatura

- [1] Bc. Martin Franc. *Inovace výrobního zařízení na výrobu loketní opěrky osobního automobilu*

[Diplomová práce]. Liberec 2013