

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Strojírenská technologie-technologie obrábění

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Rozšíření možností a zefektivnění linky pro montáž a kontrolu  
aktuátoru

Autor: **Bc. Luboš ZVIEFELHOFER**  
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jan ŘEHOŘ, Ph.D.**  
Konzultanti práce: **Ing. Jaroslava FULEMOVÁ,**  
**Ing. Pavel MATOUŠ**

Akademický rok: 2015/2016



### **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

### **Autorská práva**

Podle Zákona o právu autorském. č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní, společnosti firem Robert Bosch, s.r.o. a Západočeské univerzity v Plzni.

## Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Janu Řehořovi, Ph. D. za cenné rady a připomínky a to nejen při řešení této práce, ale i za celou dobu mého studia.

Dále musím poděkovat konzultantům. Ing. Jaroslavě Fulemové za věcné připomínky, kontrolu diplomové práce a vždy ochotnou pomoc. Ing. Pavlu Matoušovi ze společnosti Robert Bosch České Budějovice za veškeré poskytnuté rady a informace.

Díky patří manželce a celé mojí rodině za trpělivost a veškerou podporu během mého studia.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Zviefelhofer	<b>Jméno</b> Luboš
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	Strojírenská technologie-technologie obrábění	
<b>VEDOUČÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. Řehoř Ph.D.	<b>Jméno</b> Jan
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KTO	
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del> <b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Rozšíření možností a zefektivnění linky pro montáž a kontrolu aktuátoru	

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	81	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	69	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	12
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b> <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Diplomová práce obsahuje návrh a provedení rozšíření možností a zefektivnění práce na montážní lince GPA L3 pro projekt GPA 3.1. Rozšířením se rozumí úprava stávajících zařízení a stavba pěti nových zařízení.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b> <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	Aktuátor, montážní linka, rozšíření portfolia výroby, design upravené linky

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Zviefelhofer	Name Luboš	
<b>FIELD OF STUDY</b>	Manufacturing processes – technology of metal cutting		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Řehoř Ph.D.	Name Jan	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST – KTO		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<del><b>BACHELOR</b></del>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Extension of possibilities and increasing in efficiency of assembly line for assembly and check of actuator		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machining Technology	<b>SUBMITTED IN</b>	2016
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	81	<b>TEXT PART</b>	69	<b>GRAPHICAL PART</b>	12
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>  <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The thesis includes proposal and realisation of extension of possibilities and increase in efficiency of work on assembly line GPA L3 for project GPA 3.1. By extension it is ment adjustment of existing workstations and building of fifth new machines.
<b>KEY WORDS</b>	Actuator, assembly line, extension of production portfolio, desing of adjusted assembly line

## Obsah

Seznam obrázků .....	3
Seznam tabulek.....	5
Přehled použitých zkratk .....	6
1 Úvod.....	7
1.1 Historie firmy Robert Bosch celosvětově .....	8
1.2 Robert Bosch, spol. s r.o., České Budějovice .....	8
2 Montáž.....	10
2.1 Historie montáže .....	10
2.2 Význam montáže ve strojírenství.....	10
2.3 Pracovní činnosti při montáži .....	10
2.4 Montážní linka.....	11
2.4.1 Možnosti uspořádání montážních linek .....	12
3 Úvod do problematiky a cíle řešení .....	15
3.1 Cíle diplomové práce .....	15
3.2 Výrobky GPA.....	15
3.3 Linka GPA L3 .....	15
3.4 Popis produktů v lince GPA L3.....	17
4 Charakteristika a hodnocení linky pro montáž a kontrolu aktuátoru .....	20
4.1 Popis linky GPA L3 obecně .....	20
4.2 Charakteristika linky pro výrobu GPA 3.0 .....	20
4.3 Charakteristika linky pro výrobu GPA 5.0 .....	22
4.4 Hodnocení současného stavu linky .....	23
5 Návrh a realizace nového řešení .....	24
5.1 Dispoziční řešení a stručný popis pracovišť .....	24
5.2 PGL analýza .....	26
5.3 Bestellmappe (žádost o uvolnění financí na plánovaný projekt) .....	27
5.4 Vypracování sešitů povinností.....	28
5.4.1 Stroj AP02 lisování pouzder .....	28
5.4.2 Stroj AP05 lisování těsnění.....	30
5.4.3 Stroj AP10 lisování motoru a čepu .....	31
5.4.4 Stroj AP20 pertlování .....	32
5.4.5 Stroj AP30 lisování destičky .....	33
5.4.6 Stroj AP40 ultrazvukové svařování magnetu .....	35
5.4.7 Stroj AP51 laserový popis DMC kódu .....	36
5.4.8 Stroj AP55 lisování ložisek.....	37
5.4.9 Stroj AP64 lisování krycího víčka .....	38
5.4.10 Stroj AP65 laserové svařování .....	39
5.4.11 Stroj AP66 měření axiální vůle, úhlu páčky a výšky magnetu .....	43
5.4.12 Stroj AP70 lisování těsnění.....	44
5.4.13 Stroj AP80 šroubovák.....	48
5.4.14 Stroj AP90 zkušební stav .....	49
5.4.15 Schválení a podepsání sešitů povinností .....	50

5.5	Odeslání sešitů povinností na dodavatele a vybrání dodavatele .....	51
5.6	Uvolnění konstrukčních návrhů strojů .....	52
5.6.1	Stroj AP02 lisování pouzder .....	52
5.6.2	Stroj AP10 lisování motoru a čepu .....	54
5.6.3	Stroj AP20 pertlování .....	54
5.6.4	Stroj AP30 lisování destičky .....	55
5.6.5	Stroj AP51 laserový popis .....	55
5.6.6	Stroj AP65 laserové svařování .....	56
5.6.7	Stroj AP70 lisování těsnění .....	57
5.6.8	Stroj AP80 šroubování .....	58
5.6.9	Stroj AP90 zkušební stav .....	59
5.7	Předpřejímky a přejímky strojů .....	60
5.8	Uvolnění linky do sériového procesu .....	61
6	Technicko-ekonomické řešení .....	62
7	Závěr .....	66
8	Literatura .....	67



## Seznam obrázků

- Obrázek 1 Rozdělení činností při montáži a jejich druhy [16]
- Obrázek 2 Schéma jednostranné jednosměrné montážní linky [2]
- Obrázek 3 Schéma oboustranné jednosměrné montážní linky [2]
- Obrázek 4 Schéma oboustranné jednosměrné montážní linky [2]
- Obrázek 5 Schéma oboustranné obousměrné montážní linky [2]
- Obrázek 6 Schéma montážní linky s čelními montážními pracovišti [2]
- Obrázek 7 Schéma montážní linky s bočními montážními pracovišti [2]
- Obrázek 8 Schéma rozvětvené montážní linky [2]
- Obrázek 9 Kapacita linky GPA L3 [vlastní zdroj]
- Obrázek 10 Produkt GPA 3.0 [3]
- Obrázek 11 GPA 3.0 - rozpad dílů [3]
- Obrázek 12 Produkt GPA 5.0 [3]
- Obrázek 13 GPA 5.0 - rozpad dílu [3]
- Obrázek 14 Produkt GPA 3.1 [3]
- Obrázek 15 GPA 3.1 - rozpad dílu [3]
- Obrázek 16 Dispoziční řešení linky pro GPA3.0 [vlastní zdroj]
- Obrázek 17 Dispoziční řešení linky pro GPA5.0 [vlastní zdroj]
- Obrázek 18 Dispoziční řešení linky pro GPA3.1 [vlastní zdroj]
- Obrázek 19 Systematika PGL analýzy [vlastní zdroj]
- Obrázek 20 Lisování pouzder [3]
- Obrázek 21 Lisování těsnění [3]
- Obrázek 22 Lisování motoru a čepu [3]
- Obrázek 23 Pertlování [3]
- Obrázek 24 Lisování destičky [3]
- Obrázek 25 Měřený rozměr výšky čipu [3]

- Obrázek 26 Ultrazvukové svařování magnetu [3]
- Obrázek 27 Pozice DMC kódu na hliníkovém víku [3]
- Obrázek 28 Lisování ložisek do hliníkového víka [3]
- Obrázek 29 Lisování krycího víčka [3]
- Obrázek 30 Laserové svařování [3]
- Obrázek 31 Dotlačení ozubeného kola [3]
- Obrázek 32 Nastavení axiální vůle [3]
- Obrázek 33 laserový snímač SICK OD5 [16]
- Obrázek 34 Měření axiální vůle [3]
- Obrázek 35 Lisování těsnění [3]
- Obrázek 36 Rozdíly v lisování těsnění do GPA5.0, GPA3.0 a GPA3.1 [3]
- Obrázek 37 Šroubování [3]
- Obrázek 38 Kontrola a programování [3]
- Obrázek 39 Stroj AP90, pohled shora [3]
- Obrázek 40 Schvalovací protokol pro sešit povinností [3]
- Obrázek 41 Systematika konstrukčního uvolnění [vlastní zdroj]
- Obrázek 42 robot Stäubli TX90 [12]
- Obrázek 43 Uvolněná konstrukce stroje AP02 [3]
- Obrázek 44 zařízení na vyhodnocení síly a dráhy Kistler maXYmos BL [19]
- Obrázek 45 DSM lisovací osa [20]
- Obrázek 46 Laser TRUMARK [18]
- Obrázek 47 Verifikační díl [3]
- Obrázek 48 Uvolněná konstrukce stroje AP51 [3]
- Obrázek 49 Současná konstrukce stroje AP65 [3]
- Obrázek 50 Pozice nechráněného čipu [3]
- Obrázek 51 Uvolněná konstrukce AP70 [3]

- Obrázek 52 Vibrační zásobníky na šrouby [3]
- Obrázek 53 Porovnání směru pohybu zkušebního stavu v České republice a Číně / Mexiku [3]
- Obrázek 54 Systém přejímky pracovišť [vlastní zdroj]
- Obrázek 55 Rozložení pracovníků v lince [3]
- Obrázek 56 Balanční diagram [3]
- Obrázek 57 Počet nestandardních dílů v GPA L3 [3]
- Obrázek 58 Snížení počtu nestandardních dílů o 20% [vlastní zdroj]

## Seznam tabulek

- Tabulka 1 Využití strojů při výrobě aktuátorů GPA v lince číslo 3 [vlastní zdroj]
- Tabulka 2 Procesní kroky AP02 [vlastní zdroj]
- Tabulka 3 Procesní kroky AP05 [vlastní zdroj]
- Tabulka 4 Procesní kroky AP10 [vlastní zdroj]
- Tabulka 5 Procesní kroky AP20 [vlastní zdroj]
- Tabulka 6 Procesní kroky AP30 [vlastní zdroj]
- Tabulka 7 Procesní kroky AP40 [vlastní zdroj]
- Tabulka 8 Procesní kroky AP51 [vlastní zdroj]
- Tabulka 9 Procesní kroky AP55 [vlastní zdroj]
- Tabulka 10 Procesní kroky AP64 [vlastní zdroj]
- Tabulka 11 Procesní kroky AP65 [vlastní zdroj]
- Tabulka 12 Procesní kroky AP66 [vlastní zdroj]
- Tabulka 13 Procesní kroky AP70 – GPA 3.1 [vlastní zdroj]
- Tabulka 14 Procesní kroky AP70 – GPA 5.0 [vlastní zdroj]
- Tabulka 15 Procesní kroky AP70 – GPA 3.0 [vlastní zdroj]
- Tabulka 16 Procesní kroky AP80 [vlastní zdroj]

## Přehled použitých zkratek

Zkratka	Popis zkratky
GPA	General Purpose Actuator - obecný účelový pohon
VTG	Variable Turbocharger Geometry - variabilní geometrie turbodmychadla
RBCB	Robert Bosch České Budějovice
EGR	Exhaust Gas Recirculation - recirkulace výfukových plynů
BPS	Bosch Production System - výrobní systém společnosti Bosch
OEE	Overall Equipment Effectiveness - kapacita výrobních strojů
AP	Arbeitsplatz - pracoviště
PGL	Planning Guide Line - plánovací fáze projektu
DMC	Data Matrix Code - čárový kód
DFMA	Design For Manufacturing and Assembly - optimalizace výroby a montáže
VSD	Value Stream Design - zobrazení hodnotového toku
FOL	Flow Oriented Layout - orientace na tok materiálu
LLD	Lean Line Design - návrh štíhlé linky
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis - analýza možností vzniku vad a jejich následků
HW	Hardware
SW	Software

## 1 Úvod

Automobilový průmysl je v současné době jeden z nejrychleji se rozvíjejících průmyslů a dotýká se v podstatě každého z nás. Být vlastníkem osobního automobilu je dnes opravdu nutností.

Také pokud bychom chtěli porovnat současné automobily s automobily z nedávné minulosti, tak pocítíme, že pokrok je opravdu znatelný a jasně čitelný.

Spolu s tímto pokrokem jdou právě firmy, které vyrábějí komponenty do automobilů. Každým rokem jsou kladeny větší a větší nároky jak na kvalitu, bezpečnost, spolehlivost, tak i na pokrok a inovativnost a v neposlední řadě i na čas. Čas jsou totiž peníze. Čím rychleji společnost dokáže vyrobit požadované komponenty v požadované kvalitě, tím může získat lepší pozici v dnešním konkurenčním prostředí.

Proto jsou v dnešních výrobních závodech kladeny stále větší požadavky na vývoj automatizovaných a robotizovaných pracovišť.

Řešením by mělo být nahrazení lidského faktoru průmyslovými roboty a manipulátory. Tyto roboty a manipulátory nyní slouží především k manipulaci s materiálem, ale jsou už schopni také plnit technologické úkoly.[4].

V současné době se nacházíme v období, kdy automatika a robotika prošla neskutečným pokrokem a její vývoj stále dynamicky pokračuje.

Tato práce si dává za cíl rozšíření možností montážní linky. To znamená, že na současné lince bude možné vyrábět další designově podobné produkty. Tato úprava s sebou nese nejenom přestavbu současných zařízení, ale i návrh a stavbu zařízení nových.

Práce je zpracována pro firmu Robert Bosch s.r.o.

## 1.1 Historie firmy Robert Bosch celosvětově

V roce 1886 byla otevřena dílna pro jemnou mechaniku a elektrotechniku panem Robertem Boschem. Zaměstnával dva pracovníky, kteří se zabývali konstrukcí a instalací elektrických zařízení všeho druhu, včetně telefonních systémů a dálkových elektrických indikátorů hladiny vody. Klíčovým okamžikem ve vývoji společnosti bylo elektromagnetické zapalování, které bylo vyrobeno na základě požadavku zákazníka. Ten si přál, aby byl vyroben na principu kolínského výrobce motorů Deutz. Díky tomu Bosch jako první použil magnetoelektrické zapalování pro motor vozidla.

V letech 1900 – 1925 si společnost upevnila své postavení na trhu pro automobilový průmysl. Firma začala zakládat první prodejní pobočky a výrobní provozy v Anglii a Francii, postupně docházelo k rozšiřování i do dalších evropských zemí i na jiné světadíly (USA, Jižní Afrika, Austrálie, Argentina, Čína, Japonsko).

V další fázi začal Bosch zakládat nové obchodní jednotky, které se specializovaly na oblasti mimo automobilovou techniku. Dělo se tak v letech 1925 – 1960. Bosch se začal rozvíjet v odvětvích, jako například elektrické nářadí, plynové kotle, rádiové přijímače do automobilů a domácností, domácí spotřebiče. Vznikla také nová obchodní jednotka v automobilovém průmyslu, kterou se stal vstříkovací systém pro vznětové motory nákladních automobilů, který se postupem času začal používat i pro osobní automobily. Z tohoto systému se vyvinul vstříkovací systém pro zážehové motory.

V letech 1960 -1990 bylo provedeno mnoho zásadních reforem struktury firmy a stanov. Firma se rozdělila na divize, první byla divize Power Tools (elektrické nářadí). V roce 1987 firma výrazně expandovala, protože se začínala prosazovat v telekomunikační sféře. V oblasti automobilové techniky byly uvedeny na trh nové elektronicky řízené vstříkovací systémy pro zážehové motory D-Jetronic, protiblokovací brzdový systém ABS, elektronické řídicí jednotky EDC pro vznětové motory, navigační systémy Blaupunkt TravelPilot.

V poslední fázi, která trvá do současnosti, dochází k průniku na východoevropské trhy a rychlému růstu asijských ekonomik. V roce 1993 činil podíl obratu ze zahraničí 49% a do roku 2006 expandoval na 74%. V současnosti se vedení společnosti převážně specializuje na otázky obnovitelných energií, energetické účinnosti a snižování emisí.

V současné době je Robert Bosch pátým největším německým zaměstnavatelem a pracuje pro něho přes 300 000 lidí po celém světě. Obrat firmy Robert Bosch 52 miliard eur dosahuje výše českého rozpočtu [3] [9].

## 1.2 Robert Bosch, spol. s r.o., České Budějovice

V roce 1992 byl vytvořen joint venture mezi firmou Motor a Bosch, která byla zapsána do obchodního rejstříku jako Robert Bosch spol. s r.o. a byla dceřinou společností celosvětového koncernu Bosch. V Českých Budějovicích vznikl jen výrobní závod, veškeré vývojové činnosti se uskutečňovaly v Německu. Firma se zabývala výrobou komponentů pro automobilový průmysl, například elektrických palivových čerpadel, vík hlav válců motorů, sacích modulů a plynových pedálů.

Od roku 1995 je koncern Bosch jediným vlastníkem společnosti. V roce 1996 bylo rozhodnuto, že se v Českých Budějovicích vybuduje nezávislý, plně vybavený podnik, který bude mít vlastní výzkumné a vývojové oddělení a testovací centrum. Díky tomu se začal rozšiřovat i program, kdy výrobky jsou nejen vyráběné, ale i vyvíjené a testované v Českých Budějovicích.

Nejdůležitějším produktem ve výrobním programu v současné době je modul pro DNOX. Tento výrobek slouží k odbourávání obsahu oxidu dusíku  $\text{NO}_x$  ve výfukových plynech. Pracuje na principu dávkování močoviny (známé pod obchodním názvem Ad Blue) do katalyzátoru, ve kterém dochází k reakci oxidu dusíku se čpavkem. Neškodným produktem této reakce je voda a dusík.

Dalším velmi významným výrobkem je nádržový čerpadlový modul, který slouží k dopravě paliva z nádrže automobilu k motoru. Na přání zákazníka je možné rozšířit jeho funkci o regulaci systémového tlaku, o filtraci paliva a měření stavu paliva v nádrži.

Výrobek, který se ve společnosti Bosch spol. s r.o. vyrábí od roku 1997, je kontaktní plynový pedál. Výroba tohoto modulu přešla v bezkontaktní verzi. Elektronický plynový pedál v automobilech předává informací prostřednictvím odporového děliče kontaktního senzoru (pro kontaktní verzi) nebo programovatelného čipu (pro bezkontaktní verzi) změnou výstupního napětí.

Přepadové potrubí paliva je nejnovější výrobek, který se ve firmě vyrábí. Jeho funkcí je dodávání nespotřebovaného paliva od jednotlivých vstřikovacích jednotek zpět před vstřikovací čerpadlo.

Dalším produktem je sací modul, který ovlivňuje procesy výměny plnicího vzduchu dávající motoru příslušnou charakteristiku výkonu. Moduly sání je možné na přání zákazníka kombinovat s dalšími komponenty, např. senzorem tlaku, rozdělovačem paliva nebo stavitelnou klapkou, která je také vyráběná ve společnosti Bosch v Českých Budějovicích.

Multifunkční pohon GPA-S je dalším velmi významným produktem firmy Bosch, jehož vývoj byl plně v kompetenci vývojového centra v Českých Budějovicích. Jednotku lze použít pro naklápění lopatek turbodmychadla, řízení spalín, bypass k ventilům, regulace řídicího tlaku atd. Podrobněji budou tyto výrobky popsány v následujících kapitolách [3] [9].

V současnosti firma Robert Bosch České Budějovice dodává své výrobky do všech velkých evropských automobilových závodů. Výrobní plocha zaujímá 50 000m<sup>2</sup>, ve firmě je zaměstnáno přes 3000 pracovníků.

## 2 Montáž

Velmi důležitou součástí každé strojírenské výroby je montáž.

„Montáž je zlatou korunou výroby, ale zároveň i jejím prubířským kamenem“. [2]

Slovo montáž pochází z francouzštiny. Základ slova *mont* ve francouzštině znamená *hora, hromada, nebo kupa*. Volně do češtiny lze poté výraz montáž přeložit jako *kupit, hromadit, nebo dávat do hromady*. [2]

Montážní proces lze také označit jako poslední stupeň výrobního procesu. Jednotlivé součásti se zde spojují do montážních celků, skupin, podskupin s cílem vytvořit požadovaný výrobek.

### 2.1 Historie montáže

Na začátku 20. století byla montáž výhradně ruční záležitostí. Teprve s rozvojem hromadné výroby, hlavně v automobilovém průmyslu začínají vznikat první montážní linky. Do té doby byla při stavbě automobilu používána stacionární montáž. To znamená, že vysoce kvalifikovaní dělníci vyráběli automobil téměř výhradně na jednom místě.

Průkopníkem a vlastně i zakladatelem montážních linek se stal Henry Ford, který v roce 1913 zavedl v Detroitu, kde vlastnil automobilovou továrnu, první pohyblivý pás, používaný pro spojení jednotlivých montážních pracovišť. Pracovníci i s poměrně nízkou kvalifikací byli rozdělení podél tohoto pohyblivého pásu a vykonávali jednoduché úkony ve stanoveném pořadí. Na konci pohyblivého dopravníku bylo hotové auto. Montážní linku Henryho Forda charakterizovaly tři základní efekty. Označil je jako „tři S“:[2]

- Zjednodušení (**S**implifikation);
- Specializace (**S**pecialization);
- Standardizace (**S**tandardization).

Tento způsob výroby se stal natolik revolučním, že byl posléze používán i v jiných průmyslových odvětvích. Brzy si získal odpůrce kvůli rutinním, stále se opakujícím jednoduchým úkonům, které staví lidskou bytost na úroveň jednoduchého nástroje, ale jeho výhody jednoznačně převládaly. Tato situace se začala měnit až se stále masovějším zaváděním automatizace a robotizace do montážních systémů.

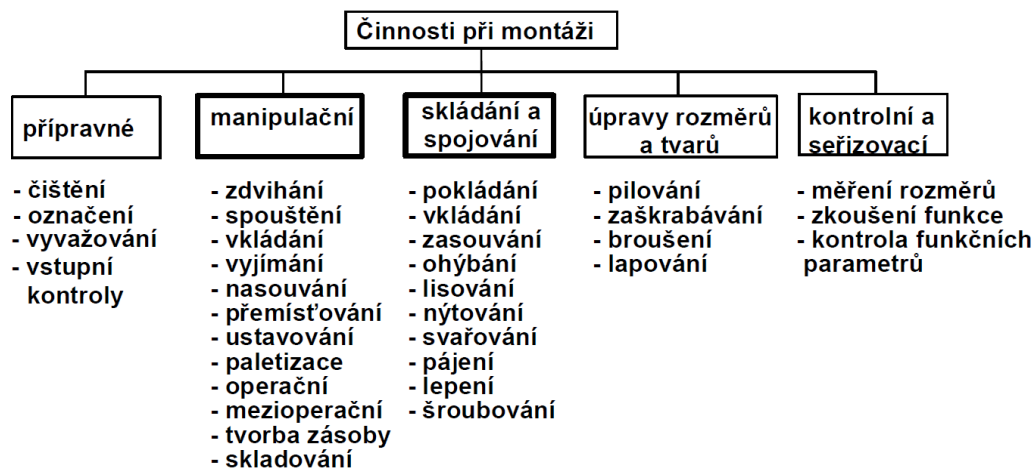
### 2.2 Význam montáže ve strojírenství

Význam montáže ve strojírenství vyplývá z podílu montáže k celkové struktuře pracnosti strojírenských výrobků, která činí v průměru 30 až 40%. Také je v montáži zaměstnáno asi 30 až 50% z celkového počtu zaměstnanců ve strojírenství. V okamžiku zavádění velkosériové výroby se podíl pracnosti montáže snižuje, což je ovlivněno především konstrukcí, vyšším stupněm mechanizace a automatizace v montážním procesu [7].

### 2.3 Pracovní činnosti při montáži

Pod pojmem montáž si představíme hlavně postupné skládání, spojování jednotlivých součástí a celků do konečného výrobku. Ale v montážním procesu se setkáváme i s činnostmi, které s montáží přímo souvisí a nebylo by hospodárné je vyčleňovat mimo montážní proces. Jedná se například o činnosti spojené s úpravou povrchů, tvarů, rozměrů, dále o činnosti spojené s přípravou montáže a v neposlední řadě i o činnosti kontrolní a seřizovací.





Obrázek 1: Rozdělení činností při montáži a jejich druhy [8]

## 2.4 Montážní linka

Montážní linku lze charakterizovat jako souhrn pracovišť rozmístěných podle technologického postupu, který je spojený mezioperační dopravou a určený k provádění stanovených operací při montáži celého výrobku, nebo jeho části.[2]

Montážní linky jsou děleny zpravidla dle hledisek [2]:

- použití mechanizace a zapojení člověka do montáže:
  - ruční linky;
  - poloautomatizované linky;
  - automatizované linky.
- způsobu provádění montážních prací:
  - přímo na dopravníku;
  - mimo dopravník.
- způsobu prostorového uspořádání:
  - jednoduché linky;
  - rozvětvené linky.
- stupně synchronizace:
  - synchronizované;
  - nesynchronizované.
- montážního taktu:
  - linky s pevným montážním taktém;
  - linky s volným montážním taktém;
- počtu montovaných typů na lince:

- jedno předmětné;
- více předmětné.
  
- pohybu součásti při montáži:
  - nepohyblivé – stacionární linky;
  - linka s pohybujícím se výrobkem:
    - výrobek se pohybuje až po skončení operace;
    - výrobek se pohybuje nepřetržitě.

#### 2.4.1 Možnosti uspořádání montážních linek

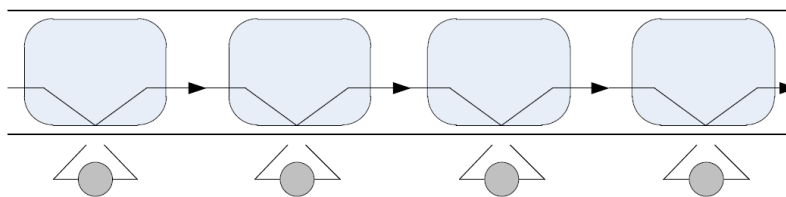
Základní prostorové uspořádání montážních linek jednoduchých a rozvětvených lze ještě rozšířit o další členění [2].

Z hlediska prostorového uspořádání lze rozlišit dle [2]:

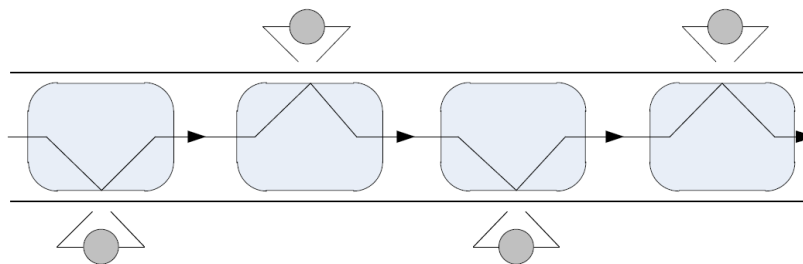
- obsazení stran montážní linky:
  - jednostranné;
  - oboustranné;
  
- směr pohybu linky:
  - jednosměrné;
  - obousměrné;
  
- umístění montážních pracovišť k lince:
  - čelní postavení;
  - boční postavení.

Při použití montážní linky s bočním umístěním pracovišť vzniká větší možnost pro využití strojů a objemnějších přípravků při montáži. Naproti tomu montážní linky s čelním postavením potřebují zpravidla menší pracovní prostor a umožňují pracovníkům manipulovat s montážními předměty oběma rukama. Jako nevýhoda se může jevit možnost použití pouze malých přípravků a ručně ovládaných pracovních nástrojů.

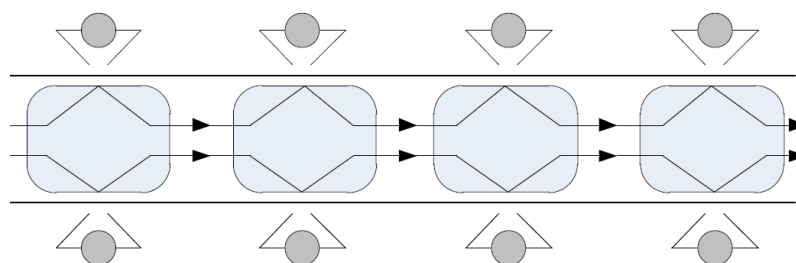
Na obrázcích 2 až 8 jsou schematicky znázorněny jednotlivé možnosti a kombinace uspořádání montážních linek.



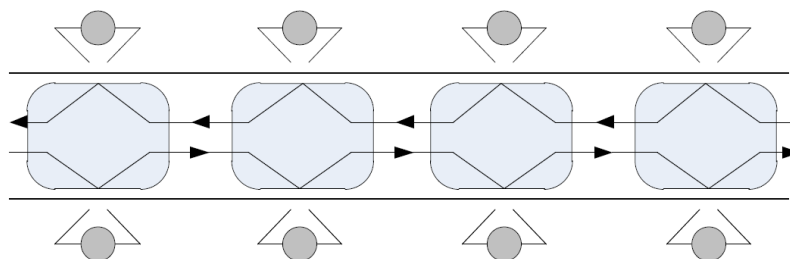
Obrázek 2: Schéma jednostranné jednosměrné montážní linky [2]



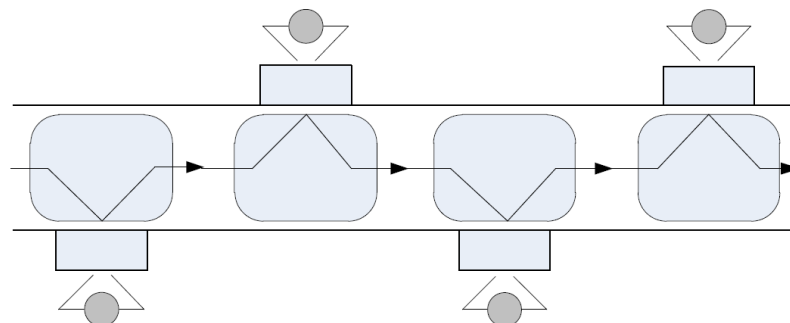
Obrázek 3: Schéma oboustranné jednosměrné montážní linky [2]



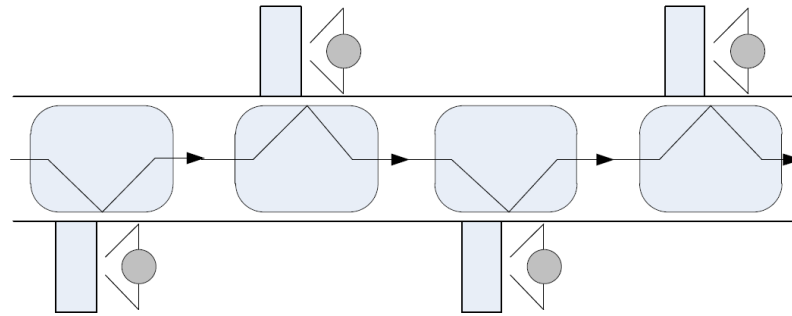
Obrázek 4: Schéma oboustranné jednosměrné montážní linky [2]



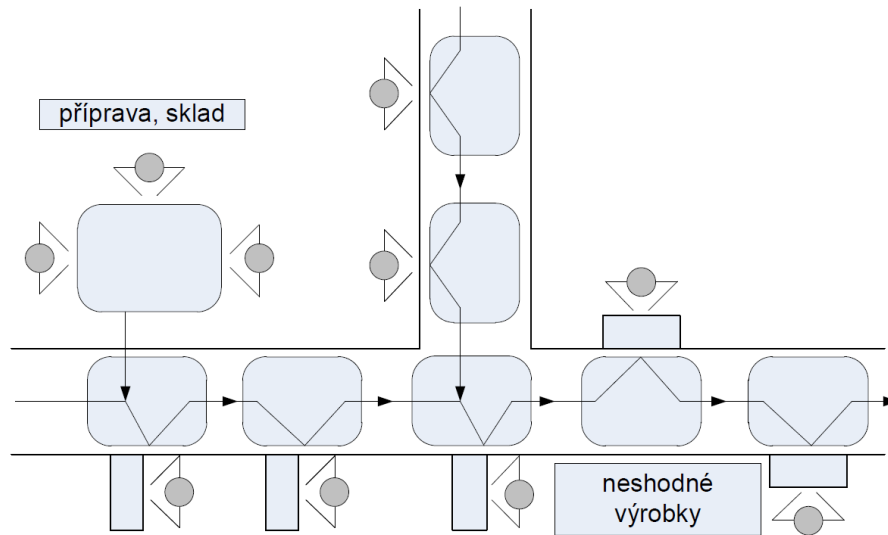
Obrázek 5: Schéma oboustranné obousměrné montážní linky [2]



Obrázek 6: Schéma montážní linky s čelními montážními pracovišti [2]



Obrázek 7: Schéma montážní linky s bočními montážními pracovišti [2]



Obrázek 8: Schéma rozvětvené montážní linky [2]

## 3 Úvod do problematiky a cíle řešení

### 3.1 Cíle diplomové práce

Pro zpracování diplomové práce byly výrobním oddělením (zadavatelem diplomové práce) stanoveny následující cíle:

- úprava linky GPA L3 na výrobu aktuátoru GPA 3.1;
- cena přestavby maximálně 1 600 000 Euro;
- návratnost investice maximálně 5 let;
- takt linky nesmí být vyšší než 18 vteřin;
- nový zkušební stav kompatibilní i pro výrobu GPA aktuátorů v Mexiku a v Číně;
- sledování všech požadovaných parametrů;
- snížení zmetkovitosti o 20% (kontrola po 1. roce v sériové výrobě);
- bezproblémové zavedení nových technologií (kontrola po 1. roce v sériové výrobě);
- příprava technické dokumentace;
- termín zprovoznění strojů a první výroba zákaznických vzorků – 30. 6. 2016.

### 3.2 Výrobky GPA

Výrobek GPA se používá jako pohon pro podpůrné funkce uvnitř motoru. Jedná se o zkratku General Purpose Actuator (překlad „obecný účelový pohon“). Jeho využití je možné v různých oblastech motorového systému, jako například řízení spalín, bypass k ventilům, regulace řídicího tlaku, řízení turbodmychadel atd.

V současné době se díl GPA dodává v devíti provedeních šesti zákazníkům – BMW, DC, Wahler, Mahle-VW, Rotax a Volvo. První projekt se zaváděl pro zákazníka BMW v roce 2006. Posledním výrobkem GPA, který byl uveden do sériové výroby je také projekt pro zákazníka BMW. GPA 5.0 je první generace výrobku VTG. Zkratka znamená Variable Turbocharger Geometry (překlad „Variabilní geometrie turbodmychadla“).

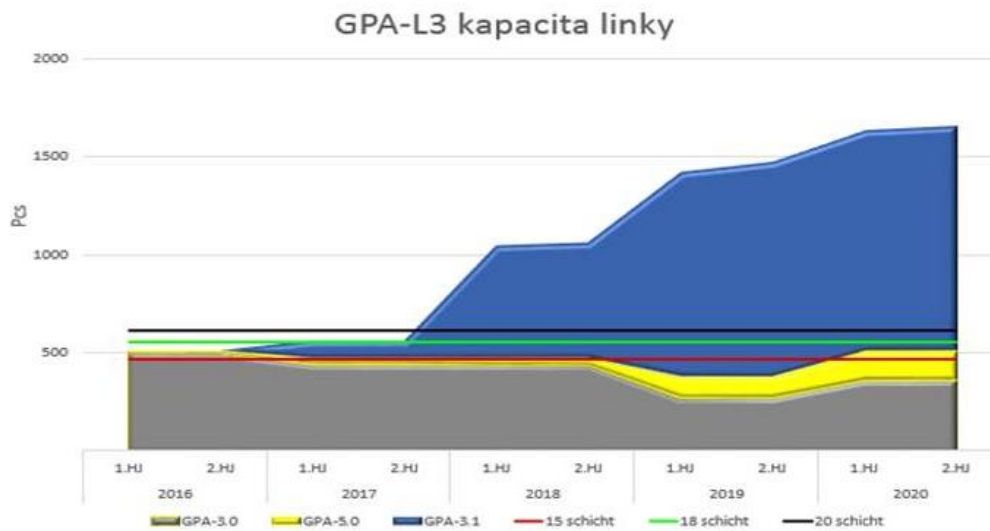
GPA aktuátory jsou vyráběny na třech poloautomatických linkách GPA L1, GPA L2 a nejnovější GPA L3.

Výroba aktuátorů GPA probíhá v současné době pouze v závodu RBCB (Robert Bosch České Budějovice), který tento produkt i vyvinul. Ten je zároveň vedoucím závodem ve výrobě aktuátorů ve světě. Plánuje se proniknutí na asijský trh (Čína) a na americký kontinent (Mexiko).

### 3.3 Linka GPA L3

Linka GPA L3 je nejnovější linka pro výrobu GPA aktuátorů. Byla postavena v roce 2009 pro projekt GPA 3.0. Na lince se v současné době vyrábí dva typy aktuátorů GPA 3.0 a GPA 5.0. Úkolem této práce je rozšíření linky o aktuátor GPA 3.1.

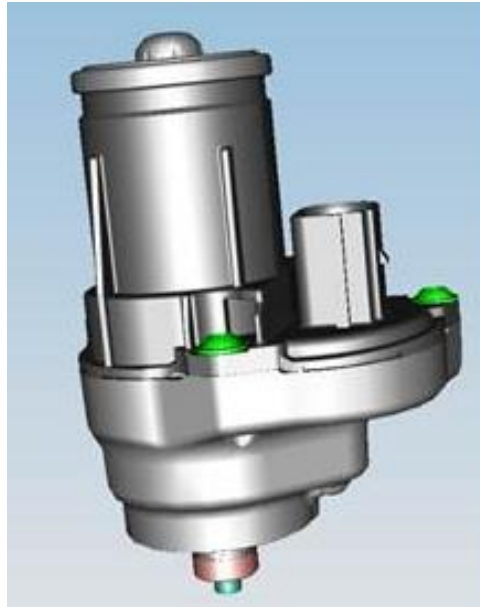
Nové GPA 3.1 - VTG druhé generace bylo zákazníkům nabídnuto v roce 2014. První zákazník, který reagoval na nabídku, byla automobilka BMW. GPA 3.1 si objednala v roce 2015 s tím, že první díly vyrobené sériovým procesem do zákaznických zkoušek budou dodány 30. 6. 2016. Linka GPA L3 nemá 100% naplněnou kapacitu, jak je vidět z příloženého grafu, proto bylo rozhodnuto, že se přebuduje na výrobu aktuátoru GPA 3.1 a rozšíří tak množství vyráběných produktů v lince. Navíc koncem roku 2017 bude podle plánu zákaznických odvolávek nutné postavit linku GPA L4, viz. obrázek 9.



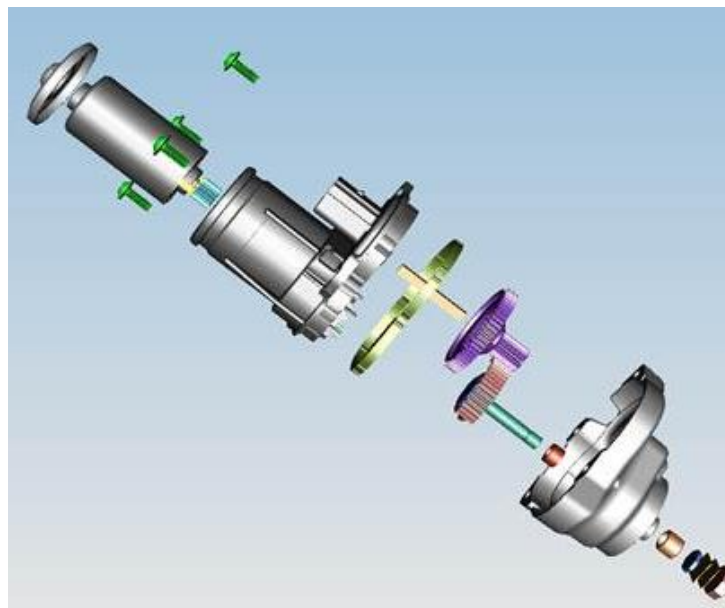
Obrázek 9: Kapacita linky GPA L3 [vlastní zdroj]

### 3.4 Popis produktů v lince GPA L3

- **GPA 3.0 – EGR – Exhaust Gas Recirculation** (překlad „recirkulace výfukových plynů“), slouží k ovládání výfukových plynů. To znamená, že směřuje část výfukových plynů zpět do sání motoru a míchá je se směsí paliva a vzduchu. Činnost elektricky ovládaného EGR ventilu je závislá na hodnotě přednastaveného spínacího napětí, při kterém se ventil otevírá. Elektrický signál je vyhodnocován řídicí jednotkou. Chod ventilu je ovládaný servomotorem.

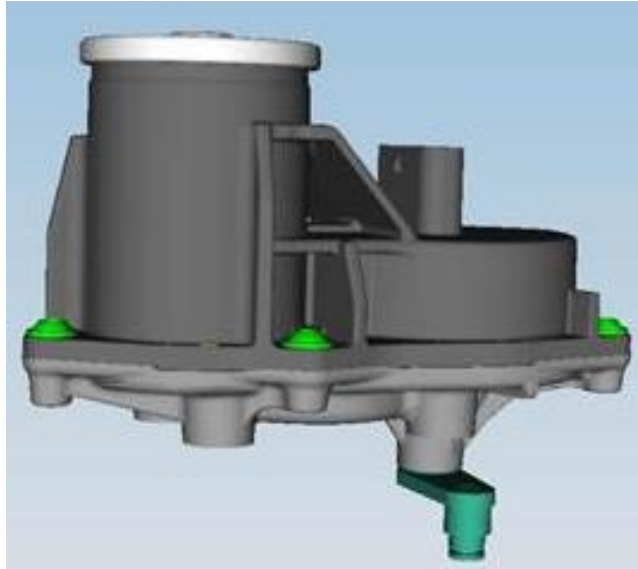


Obrázek 10: Produkt GPA 3.0 [3]

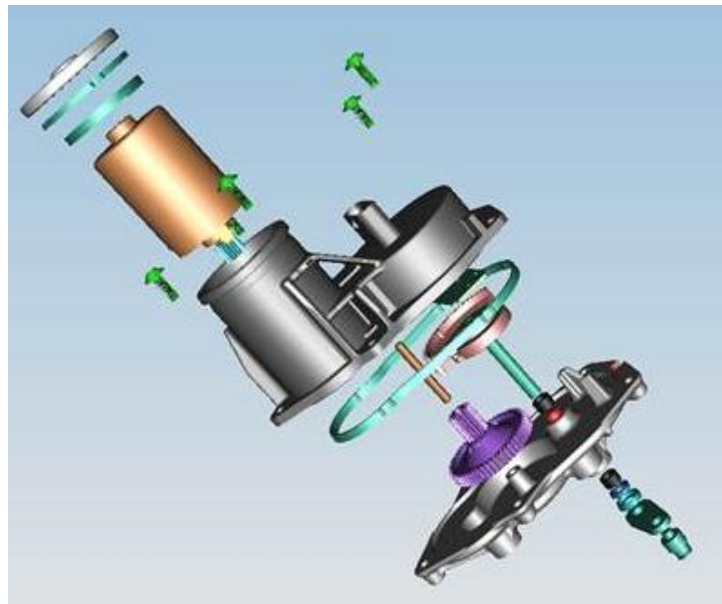


Obrázek 11: GPA 3.0 - rozpad dílů [3]

- **GPA 5.0 – VTG- Variable Turbocharger Geometry** (překlad „Variabilní geometrie turbodmyhadla“), mění výstupní proudění turbíny v závislosti na aktuálním režimu práce motoru. Základním principem VTG je zvýšení množství nasátého vzduchu a tím i zlepšení výkonnosti motoru. Při vysokých otáčkách a jeho vysokém zatížení je změnou geometrie lopatek turbodmyhadla dosaženo větší plochy průtoku výfukových spalin turbínou (lepší reakce turbíny → vyšší účinnost). Navýšení výkonu se pohybuje mezi 10 až 15%.



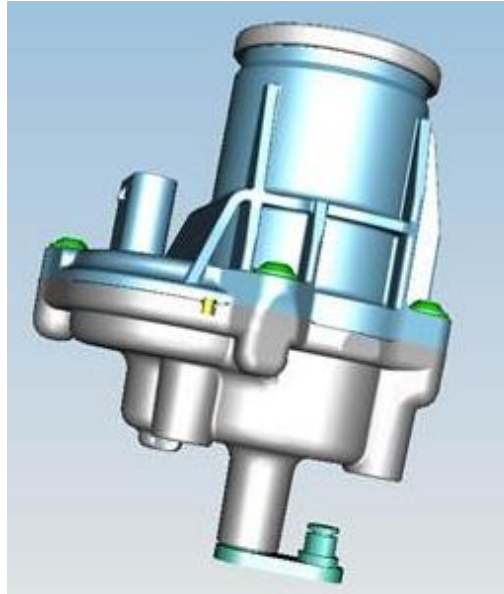
Obrázek 12: Produkt GPA 5.0 [3]



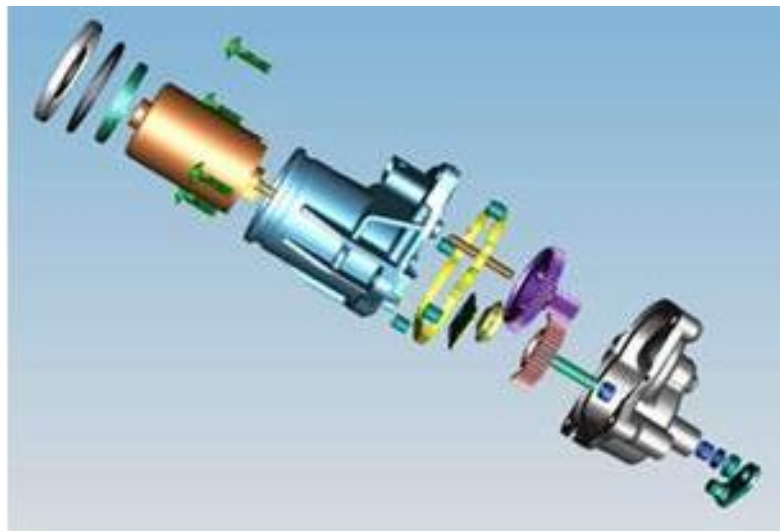
Obrázek 13: GPA 5.0 - rozpad dílu [3]



- **GPA 3.1 – VTG- Variable Turbocharger Geometry** (překlad „Variabilní geometrií turbodmychadla“), druhá generace VTG. Funkce je stejná jako u předchozího výrobku. Pro tento výrobek je nutno upravit výrobní linku GPA L3 tak, aby byla schopna jej vyrábět. Druhá generace VTG se zavádí z důvodu větší životnosti výrobku a menších nároků na zástavbový prostor.



Obrázek 14: Produkt GPA 3.1 [3]



Obrázek 15: GPA 3.1 - rozpad dílu [3]

## 4 Charakteristika a hodnocení linky pro montáž a kontrolu aktuátoru

### 4.1 Popis linky GPA L3 obecně

Nakupované díly a komponenty vyráběné v rámci firmy jsou smontovány do sestavy na poloautomatické montážní lince L3 pro výrobek GPA.

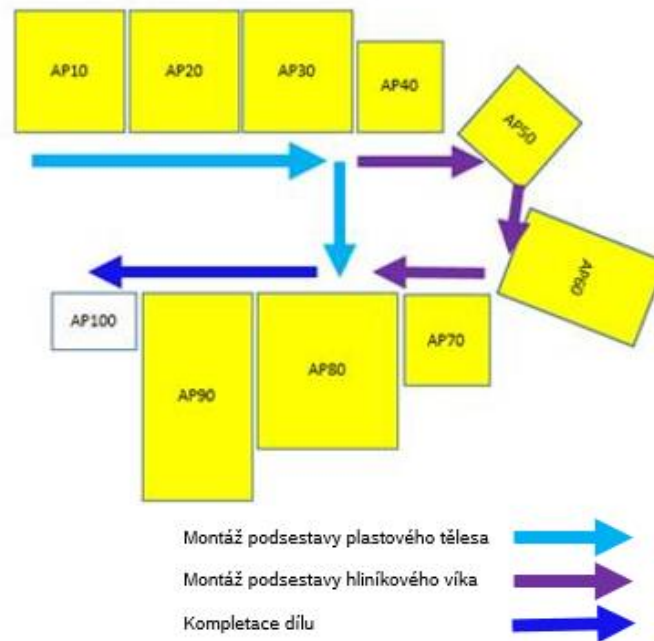
Linka byla navržena s ohledem na BPS systém. Zkratka BPS znamená Bosch Production System a je založen na principu štíhlé výroby a logistiky. Jednotlivá pracoviště v lince jsou rozmístěna do písmene U s ohledem na možnost variability počtu pracovníků v lince na základě počtu dílů objednávaných od zákazníka. Linka je konstruována pro stojící obsluhu, která v závislosti na počtu pracovníků v lince přechází podle daného standardu mezi obsluhovanými pracovišti. V každém stroji je zajištěna systematika Poka-Yoke, díl lze do základního přípravku založit vždy pouze v jedné „správné“ pozici, čímž je zajištěna přesnost montáže a eliminace neshodných výrobků. Jednotlivá pracoviště jsou zásobována materiálem ze zadní části stroje. Zásobování provádí k tomu pověřený pracovník, který nevstupuje do linky a nebrání tak operátorům v jejich práci. Zásobníky jsou umístěny co nejbližší místu spotřeby a jejich velikost je závislá na taktu linky a způsobu zásobování. Každý stroj je vybaven automatickým vyhazovačem hotových dílů a u každého stroje je zajištěno co nejjednodušší a nejrychlejší přeseřízení pracovníkem pokud možno bez použití náradí. Součástí každého stroje jsou zásobníky na nestandardní díly, kdy další provoz při nestandardního dílu je podmíněn prohozením tohoto dílu zásobníkem. Tok materiálu v lince jde ve směru hodinových ručiček. Zvolenou konstrukcí strojů je zajištěna co nejjednodušší údržba a čištění zařízení, dále i jednoduchá výměna vadných komponentů.

V lince GPA L3 lze v současné době vyrábět dva produkty: GPA 3.0 a GPA 5.0. Jejich výroba je rozdílná ať již z důvodu různého designu vyráběných produktů, tak i z důvodu různého počtu pracovišť při výrobě. Všechna pracoviště jsou postavena na kolečkách kvůli snadnější manipulaci a flexibilitě.

### 4.2 Charakteristika linky pro výrobu GPA 3.0

Linka byla vyrobena v roce 2009 pro výrobu aktuátorů GPA 3.0. Jedná se o poloautomatickou linku skládající se z devíti montážních strojů a jednoho pracoviště vizuální kontroly. Poloautomatická linka znamená, že stroje pracují s automatickým pracovním cyklem, u nichž je k opakování pracovního cyklu zapotřebí zásahu operátora, spočívajícího ve vyjmutí hotového dílu a vložení dílu neopracovaného [6]. Takt linky je stanoven na 18 vteřin, což znamená, že každých 18 vteřin by měla linka vyprodukovat jeden dobrý díl, stejně tak doba cyklu jednoho pracoviště nesmí přesáhnout 18 vteřin. Kapacita linky pro plánování výroby je 1 150 000 dílů za jeden kalendářní rok. Dosáhnout této kapacity je možné pouze tehdy, pokud se vytížení strojů v lince pohybuje kolem 85% OEE. Montážní stroje v lince jsou sestaveny do tvaru písmene U (jak je vidět na layoutu linky, viz. obrázek 16), z důvodů lepšího zásobování linky komponenty a usnadnění montáže podsestav dílů do konečného produktu. V současnosti je možné pozorovat stále častější použití koncepce linky tvaru U. Taková linka umožňuje velkou kompaktnost sestavení výrobních systémů a procesů. Obsluha pracovišť může pracovat v jednom pracovním cyklu na více pozicích (nenavazujících na sebe – nejsou svázané), aniž by musela přecházet velké úseky. Při možnosti měnit počet operátorů na lince vyvstává potřeba, zaškolit pracovníky na větším množství strojů. Každý zaměstnanec musí umět pracovat na více než jednom pracovišti. Díky tomu musíme vynaložit více zdrojů na školení. Úroveň zaměstnanců musí být taková, aby byli schopni obsáhnout pracoviště nejen co do znalostí, ale

také dovedností. To klade větší nároky na jejich schopnosti a zvyšuje požadavky na odměňování [14].



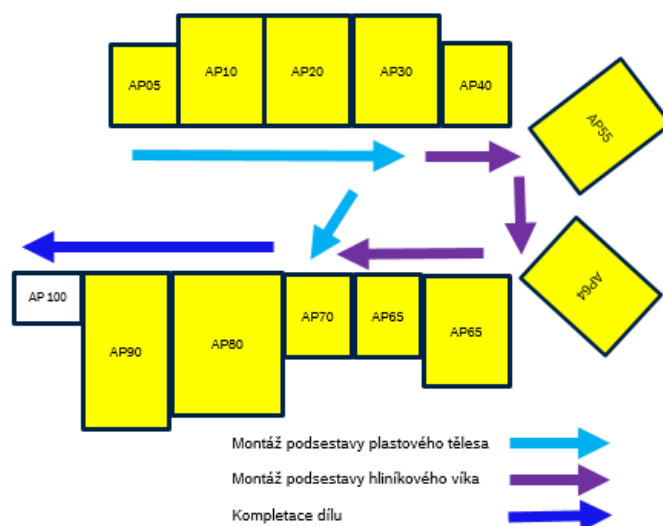
Obrázek 16: Dispoziční řešení linky pro GPA3.0 [vlastní zdroj]

### Stručný popis jednotlivých pracovišť:

- AP10: Montáž motoru a čepu lisováním, 100% kontrola lisovací síly a dráhy motoru a čepu;
- AP20: Montáž krycího víka pertlováním, 100% kontrola průměru zapertlovaného víka;
- AP30: Montáž destičky ramováním (lisováním), 100% kontrola lisovací síly a dráhy destičky, výšky kontaktů a integrovaného obvodu, kontrola pozice kontaktů;
- AP40: Montáž magnetu ultrazvukovým svařováním, 100% kontrola svařovacích parametrů;
- AP50: Montáž ložisek lisováním; 100% kontrola lisovací síly a dráhy obou ložisek;
- AP60: Montáž podložek s nastavením axiální vůle aktuátoru, 100% kontrola axiální vůle a výšky magnetu;
- AP70: Montáž těsnění lisováním;
- AP80: Montáž šroubů šroubováním, 100% kontrola správného úhlu a momentu dotažení všech čtyř šroubů;
- AP90: Programování a kontrola hotového dílu, 100% kontrola všech naprogramovaných hodnot, měření linearity a třecího momentu u všech dílů;
- AP100: Vizuální kontrola, 100% kontrola všech předepsaných znaků.

### 4.3 Charakteristika linky pro výrobu GPA 5.0

V roce 2014 došlo k rozšíření portfolia výrobků na lince L3 o projekt GPA 5.0. Původní linka byla rozšířena o pět nových strojů (AP02 – lisování malého těsnění, AP55 – lisování ložisek a čepu, AP64 – lisování krycího víčka, AP65 – laserové svařování a AP66 – kontrola parametrů po laserovém svařování). Ostatní stroje prošly úpravou základacích přípravků. Díky novému procesu laserového svařování byl takt linky navýšen na 36 vteřin při výrobě produktu GPA 5.0. Při výrobě produktu GPA 3.0 zůstal zachován na osmnácti vteřinách. Montážní stroje v lince jsou opět sestaveny do tvaru písmene U.



Obrázek 17: Dispoziční řešení linky pro GPA5.0 [vlastní zdroj]

#### Stručný popis jednotlivých pracovišť:

- AP05: Montáž malého těsnění lisováním;
- AP10: Montáž motoru lisováním, 100% kontrola lisovací síly a dráhy motoru;
- AP20: Montáž krycího víka pertlováním, 100% kontrola průměru zapertlovaného víka;
- AP30: Montáž destičky ramováním (lisováním), 100% kontrola lisovací síly a dráhy destičky, výšky kontaktů a integrovaného obvodu, kontrola pozice kontaktů;
- AP40: Montáž magnetu ultrazvukovým svařováním, 100% kontrola svařovacích parametrů;
- AP55: Montáž ložisek a čepu lisováním, 100% kontrola lisovací síly a dráhy ložisek a čepu;
- AP64: Montáž těsnění a krycího víčka lisováním, 100% kontrola lisovací síly a dráhy krycího víčka;
- AP65: Montáž páčky laserovým svařováním, 100% kontrola svařovacích parametrů;
- AP66: Kontrolní stanice, 100% měření axiální vůle, výšky magnetu a úhlu páčky;
- AP70: Montáž těsnění lisováním;
- AP80: Montáž šroubů šroubováním, 100% kontrola správného úhlu a momentu dotažení všech pěti šroubů;

- AP90: Programování a kontrola hotového dílu, 100% všech naprogramovaných hodnot, měření linearit a třetího momentu u všech dílů;
- AP100: Vizuální kontrola, 100% kontrola všech předepsaných znaků.

#### **4.4 Hodnocení současného stavu linky**

Linka GPA L3 je v současné době nejmodernější linkou ve výrobě GPA aktuátorů. Pracuje ve dvaceti směnném provozu, kdy 95% produkce tvoří výrobek GPA 3.0 a zbývajících 5% GPA 5.0. Po rozšíření portfolia o nový projekt GPA 3.1 se procentuální využití linky změní následovně 55% GPA 3.0, 5% GPA 5.1 a 40% GPA 3.1. Část množství výrobku GPA 3.0 bude pokryto kapacitou linky GPA L1.

Kapacita linky při maximálním vytížení je stanovena na 1300 ks/směnu. Pracovní standard je nastaven na 5 zaměstnanců na směnu v závislosti na velikosti zákaznických odvolávek.

## 5 Návrh a realizace nového řešení

Při stavbě nové linky, popřípadě větší přestavbě stávající linky se musí ve firmě Bosch postupovat dle jasně stanovených pravidel.

Směrnice pro přestavbu stávající linky v RBCB má číslo Č.07.500.03.

V této práci nebude podrobně popsán tento postup, pouze bude vysvětleno několik nejdůležitějších bodů, které je nutné zdárně zpracovat a obhájit před zodpovědnými osobami:

- Dispoziční řešení a stručný popis pracovišť
  - Vypracovává vedoucí projektu;
- PGL analýza (podrobný popis linky, očekávané problémy, pohyb materiálu aj.)
  - Vypracovává vedoucí projektu ve spolupráci s pracovníkem BPS;
- Bestellmappe (žádost o uvolnění financí na plánovaný projekt)
  - Vypracovává vedoucí projektu ve spolupráci s pracovníkem MAE týmu;
- Vypracování sešitů povinností
  - Vypracovává vedoucí projektu;
- Odeslání sešitů povinností na dodavatele, obdržení nabídek a výběr dodavatele
  - Odesílá oddělení nákupu;
- Uvolnění konstrukčního návrhu stroje
  - Vypracovává dodavatel ve spolupráci s vedoucím projektu;
- Předpřejímky a přejímky strojů
  - Zodpovědný vedoucí projektu a dodavatelé strojů;
- Uvolnění linky do sériového provozu
  - Zodpovědný vedoucí projektu.

### 5.1 Dispoziční řešení a stručný popis pracovišť

Dispoziční řešení upravené linky vychází hlavně ze stavu linky pro výrobu projektu GPA 5.0. Při výrobě nového projektu GPA 3.1 se objevují nové technologie a nové procesy, proto bude muset být linka rozšířena o nová pracoviště a stávající pracoviště budou upravena.

Stroje v lince budou opět rozmístěny do tvaru písmene U z důvodů lepšího zásobování strojů montážními komponenty a lepšího toku vyráběného dílu linkou.



Obrázek 18: Dispoziční řešení linky pro GPA3.1 [vlastní zdroj]

Stroje v dispozičním řešení označené žlutou barvou jsou stávající stroje, které budou pro výrobu projektu GPA 3.1 upraveny. Nové stroje v lince jsou označené barvou zelenou.

### **Stručný popis jednotlivých pracovišť:**

- AP02: Montáž čtyř pouzder lisováním, 100% kontrola lisovací síly a dráhy u všech pouzder – **nový stroj**;
- AP05: Montáž malého těsnění lisováním;
- AP10: Montáž motoru a čepu lisováním, 100% kontrola lisovací síly a dráhy motoru, síly a dráhy čepu;
- AP20: Montáž krycího víka pertlováním, 100% kontrola průměru zapertlovaného víka;
- AP30: Montáž destičky ramováním (lisováním), 100% kontrola lisovací síly a dráhy destičky, výšky kontaktů a integrovaného obvodu, kontrola pozice kontaktů;
- AP40: Montáž magnetu ultrazvukovým svařováním, 100% kontrola svařovacích parametrů;
- AP51: Laserový popis DMC kódu – **nový stroj**;
- AP55: Montáž ložisek lisováním, 100% kontrola lisovací síly a dráhy ložisek;
- AP64: Montáž těsnění a krycího víčka lisováním, 100% kontrola lisovací síly a dráhy krycího víčka;
- AP65: Montáž páčky laserovým svařováním, 100% kontrola svařovacích parametrů – **nový stroj**;
- AP66: Kontrolní stanice, 100% měření axiální vůle, výšky magnetu a úhlu páčky – **nový stroj**;
- AP70: Montáž těsnění lisováním – **nový stroj**;
- AP80: Montáž šroubů šroubováním, 100% kontrola správného úhlu a momentu dotažení všech čtyř šroubů;
- AP90: Programování a kontrola hotového dílu, 100% všech naprogramovaných hodnot, měření linearity a třetího momentu u všech dílů – **nový stroj**;
- AP100: Vizuální kontrola, 100% kontrola všech předepsaných znaků.

Z předchozích popisů dispozičních řešení linek je patrné, že pro každý vyráběný produkt je potřeba jiný počet výrobních pracovišť (projekt GPA 3.0 – 9 strojů, projekt GPA 5.0 – 13 strojů a projekt GPA 3.1 – 14 strojů), proto je nutno připravit i způsob co nejefektivnějšího přeseřízení.

**Tabulka 1: Využití strojů při výrobě aktuátorů GPA v lince číslo 3 [vlastní zdroj]**

GPA 3.0			AP 10	AP 20	AP 30	AP 40	AP 50			AP 60				AP 70	AP 80	AP 90	AP 100
GPA 5.0		AP 05	AP 10	AP 20	AP 30	AP 40		AP 51	AP 55		AP 64	AP 65	AP 66	AP 70	AP 80	AP 90	AP 100
GPA 3.1	AP 02	AP 05	AP 10	AP 20	AP 30	AP 40		AP 51	AP 55		AP 64	AP 65	AP 66	AP 70	AP 80	AP 90	AP 100

V tabulce 1 je znázorněno využití strojů při výrobě jednotlivých typů aktuátorů. Při výrobě produktu GPA 3.0 by v lince zůstalo šest nevyužitých strojů potřebných pro výrobu projektu GPA 5.0 (AP05, AP51, AP55, AP64, AP65 a AP66). Pokud by tyto stroje zůstaly v lince, velice by se ztížil plynulý tok vyráběného dílu v lince. Dále by pracovníci museli tyto stroje obcházet a zbytečně by ztráceli svoji produktivitu. Proto jsou stroje opatřeny kolečky, a pokud nebudou potřebné pro výrobu právě vyráběného produktu, budou odvezeny na tzv. parkoviště. Při výrobě produktu GPA 3.0 bude na parkovišti stát osm strojů (AP02, AP05, AP51, AP55, AP64, AP65, AP66 a AP90), při výrobě produktu GPA 5.0 parkoviště obsahuje čtyři stroje (AP02, AP50, AP60 a AP90) a při montáži produktu GPA 3.1 jsou zaparkovány stroje tři (AP50, AP60 a AP90). Pro tento případ bude zpracován standard přeseřizení, který bude obsahovat návod nejenom na výměnu přípravků a uvolnění strojů uvolňovacími díly, ale i přesný popis pohybů strojů z linky na parkoviště a zpět.

## 5.2 PGL analýza

PGL představuje systematický postup pro plánování nových a přepracování stávajících výrobních systémů. Skládá se z konceptu několika Workshopů, které na sebe navazují. Vedoucí projektu si musí rezervovat kapacitu PGL experta, který ho poté provází a podporuje při tvorbě PGL analýzy. Čas potřebný pro tuto analýzu se pohybuje v rámci 6 týdnů.

Jednotlivé prvky tvorby PGL analýzy jsou:

- Contracting (dohoda o projektu);
- DFMA (design výroby a montáže);
- VSD (design hodnotového toku);
- FOL (dispoziční řešení orientované na tok materiálu);
- LLD (dispoziční řešení orientované na tok výrobků);
- Investiční strategie.

### Contracting

Pokud nejsou stanoveny cíle projektu, jsou jasně definovány a sjednány v rámci Contractingu na úrovni zadavatel projektu, PGL expert a vedoucí projektu.

### Investiční strategie (workshop předpokladů)

Pracovní postupy při tomto workshopu jsou:

- Předpoklady projektu – ohodnocení vlastní výroba součástek/externí nákup, schopnosti dodavatelů, objemy počtu kusů, životní cyklus produktu, složitost variant aj.;
- Hodnocení rizik – rizika procesu (míra novosti, zvládnutí procesu), riziko složitosti variant (časté přeseřizování aj.);
- Faktory závodu – kvalifikace pracovníků.

### DFMA (design výroby a montáže produktu)

Tato metoda byla vyvinuta v osmdesátých letech společností Boothroyd and Dewhurst (USA) a pojem DFMA je její chráněná známka.

Při tomto workshopu se sledují vlastnosti a požadavky plánovaných výrobních a montážních procesů.



### **VSD (design hodnotového toku)**

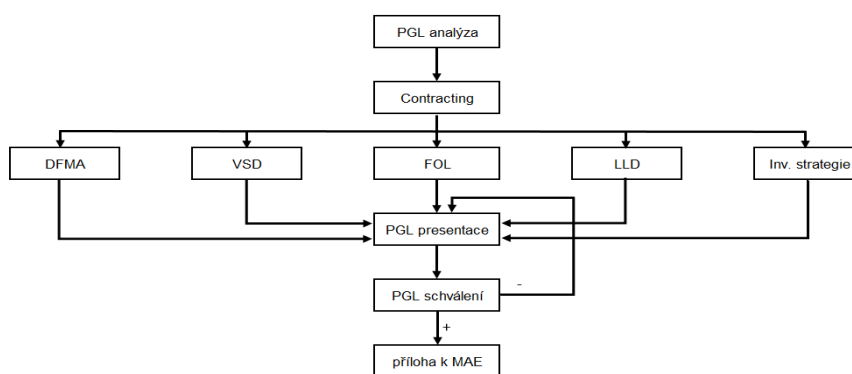
VSD je standardizovaný nástroj pro záznam a koncepci úplných materiálových a informačních toků. Předpokládají se dva druhy detailního zpracování. První je pohled na celý hodnotový tok (pohyb dílů od dodavatele až po zákazníka) a druhý je sledování hodnotového toku na procesní úrovni.

### **FOL (layout orientovaný na tok materiálu uvnitř závodu)**

Správně sestavený FOL je předpokladem pro materiálový tok s minimálními průměrnými dobami zpracování, s nejmenší možnou mezi zásobou a nejmenší možnou velikostí dávek.

### **LLD (štíhlé uspořádání linky)**

LLD je metoda pro realizaci BPS principů v rámci změny plánování manuálních nebo částečně automatizovaných pracovních systémů. Mezi hlavní body patří – orientace na proces, eliminace plýtvání, standardizace a vlastní odpovědnost pracovníků.



Obrázek 19: Systematika PGL analýzy [vlastní zdroj]

Po ukončení workshopů jsou všechna získaná důležitá data zanesena do dokumentu, který charakterizuje změnu, probíhající na lince.

## **5.3 Bestellmappe (žádost o uvolnění financí na plánovaný projekt)**

Bestellmappe je strukturalizovaná žádost, pomocí které jsou získány finanční prostředky na přestavbu stávající linky. Tato žádost je poslána na nejvyšší vedení firmy Robert Bosch.

Žádost má přesně stanovená pravidla, která musí splňovat a musí obsahovat:

- Žádost o schválení finanční investice je samo-vysvětlující a popisuje pouze relevantní témata pro rozhodovací proces;
- Jsou připraveny různé alternativy řešení a v případě potřeby navrhnuty;
- Je popsáno, co se stane, pokud investice nebude schválena;
- Je v žádosti popsán skutečný a plánovaný stav výroby;
- Investice je schválena pouze v okamžiku, kdy doba návratnosti je menší než 5 let;
- Hodnoty ve všech přiložených dokumentech jsou konzistentní s hlavním krycím listem;
- Žádost o schválení investice uvádí zlepšení produktivity v příštích letech. Pokud toto není doloženo, musí být uvedeny důvody;

- Kapacity jsou plánovány nejméně v osmnácti směnném modelu (při plánování počítat s 15% rezervou);
- V žádosti jsou vyplněni všichni požadovaní schvalovatelé a jsou ve správném pořadí;
- Ukazuje kapacitní plán celkové kapacity všech výrobních linek v rámci produktu GPA (i mimo RBCB);
- Je zkontrolována dostupnost použitých strojů;
- Jako doplňující dokumenty musí být přiloženy: kapacitní plány v Robert Bosch České Budějovice a celosvětově, spočítaná návratnost investice, rozpočet investice rozpadnutý na jednotlivé stroje, vypracovaný termínový plán a vyjádření z hlediska ergonomie.

## 5.4 Vypracování sešitů povinností

Zároveň při zpracovávání a schvalování PGL analýzy a žádosti o uvolnění financí probíhá zpracování sešitů povinností.

V sešitě povinností jsou zohledněny všechny požadavky, které by měl stroj splňovat. Tento dokument je určen pro budoucího výrobce stroje.

Všechny sešity povinností zpracovává vedoucí projektu a je za ně zodpovědný.

Některá data, která se týkají například bezpečnosti, environmentální politiky, elektroinstalace, hydrauliky, pneumatiky atd. jsou v sešitě povinností předpřipravené a vedoucí projektu je pouze upřesňuje. Provedení strojn<sup>í</sup> části musí být podrobně popsáno, jaké komponenty vstupují do stroje, musí být stanoveny procesní kroky tak, jak mají po sobě následovat a vyjmenovány všechny ostatní požadavky, které musí stroj splňovat.

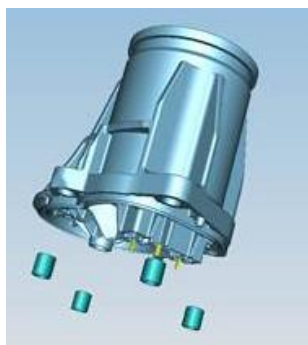
Po vypracování je každý sešit povinností uvolněn. To znamená, že vedoucí projektu zodpovědným členům představí, vysvětlí a obhájí svou představu stroje.

Uvolněný sešit povinností je posléze odeslán k výrobcům strojů, kteří na základě jeho prostudování připraví finanční nabídku, za kterou jsou schopni požadovaný stroj vyrobit.

Jednotlivé sešity povinností budou v dalších kapitolách uvedeny v pořadí, v jakém jsou uspořádány stroje v dispozičním řešení linky. Podrobněji budou vysvětlena pouze nová zařízení, u stávajících budou popsány procesní kroky.

### 5.4.1 Stroj AP02 lisování pouzder

Jedná se o stavbu nového stroje. Zařízení bude automaticky podávat a automaticky lisovat kovová pouzdra do plastového tělesa aktuátoru. Lisování pouzder je ve výrobě GPA aktuátorů novým procesem.



Obrázek 20: Lisování pouzder [3]

Seznam a popis procesních kroků, v jakém pořadí budou na stroji probíhat:

Tabulka 2: Procesní kroky AP02 [vlastní zdroj]

1.	Odebrání tělesa ze zásobníku	pracovník
2.	Založení tělesa do zakládacího přípravku	pracovník
3.	Automatické nasazení pouzder na lisovací trny	automat
4.	Start automatického cyklu	pracovník
5.	Zafixování tělesa pomocí fixačního přípravku	automat
6.	Automatické zalisování pouzder do tělesa s vyhodnocením síly a dráhy	automat
7.	Automatické vyjmutí smontované sestavy ze zakládacího přípravku	automat
8.	Automatické odložení smontované sestavy na odkládací plochu	automat

- 1. Odebrání tělesa ze zásobníku.** Tělesa budou transportována do výroby v plastových bednách (KLT). Z důvodu udržení kvality budou v těchto bednách zásobovány přímo do linky. Zásobník na bedny bude navržen tak, aby byl co nejbližší ke stroji z levé strany. Stroj AP02 bude prvním strojem výrobní linky pro výrobu aktuátorů GPA 3.1. Pracovník vyjme díl levou rukou a může jej manipulovat do pracoviště.
- 2. Založení tělesa do zakládacího přípravku.** Zakládací přípravek je navržen v souladu se systematikou Poka – Yoke (jde zakládat pouze v jediné dobré pozici a bez možnosti poškození tělesa aktuátoru při vkládání). Zakládací přípravek musí splňovat určité náležitosti. Musí být výškově a stranově seřiditelný minimálně v rozsahu 5 mm (z důvodu možnosti doladění zakládací pozice proti lisovacím trnům). Seřiditelnost nesmí být konstruována pouze v rámci vůle děr pro šrouby (přípravek je sestaven z několika částí, která jsou k sobě připevněna šroubovými spoji). Stroj bude obsahovat jeden vyměnitelný zakládací přípravek (uchycení do kolejnice, zajištění aretačním kolíkem).
- 3. Automatické nasazení pouzder na lisovací trny.** Pouzdra jsou zásobovacím pracovníkem nasypána do vibračního zásobníku. Přístup k tomuto zásobníku je ze zadní části stroje. Vibračním zásobníkem jsou pouzdra automaticky dopravena do nabíjecí pozice. Pomocí robotu jsou pouzdra odebrána z nabíjecí pozice a nasazena na lisovací trny. Správná pozice pouzder na lisovacích trnech bude jednou z podmínek pro spuštění automatického cyklu.
- 4. Start automatického cyklu.** Pouzdra jsou v základní pozici na lisovacích trnech a zároveň těleso je správně založeno, může dojít pomocí antény ke spuštění automatického cyklu.
- 5. Zafixování tělesa pomocí fixačního přípravku.** Po spuštění automatického cyklu musí pomocí pneumatického válce a fixačního přípravku dojít k zajištění pracovní pozice tělesa aktuátoru. Fixační přípravek se bude opírat o těleso aktuátoru v oblasti šroubových ok.

6. **Automatické zalisování pouzder do tělesa s vyhodnocením síly a dráhy.** Před zahájením lisování bude načten DMC kód a bude založen datový řádek na AT-MO serveru, pod který se budou ukládat informace z procesu a vstupujících komponentech na dalších jednotlivých operacích. Lisování bude probíhat pomocí pneumatického válce, ke kterému bude připevněna lisovací deska se čtyřmi lisovacími trny. U lisování se bude vyhodnocovat lisovací síla pro každý lisovací trn zvlášť a společná lisovací dráha (maXYmos [19], Novotechnik [15]). Lisování bude probíhat ze spodní strany tělesa aktuátoru a koncová pozice lisování bude dosažena v okamžiku, kdy spodní hrana pouzdra bude zároveň se spodní hranou tělesa. Lisování bude probíhat na mechanický nastavitelný doraz.
7. **Automatické vyjmutí smontované sestavy ze základacího přípravku.** Po bezproblémovém zalisování, pomocí aretačního přípravku automaticky vyjmout díl ze základacího přípravku.
8. **Automatické odložení smontované sestavy na odkládací plochu.** Odložení dílu na dopravník je automatické. Následně dopravník přesune díl k následujícímu pracovišti AP05.

#### **Další podmiňující podmínky:**

*Kontrolní kroky* – kontrola správné polohy pouzder, tělesa, fixačního přípravku, kontrola správnosti lisovacího procesu (síla, dráha), kontrola koncových poloh všech ostatních pohybů.

*Uvolňovací díly* – pro výrobu uvolňovacích dílů musí být použito sériových dílů, které budou simulovat dolisovaný shodný díl, nedolisovaný neshodný díl a neshodný díl ve kterém nebudou pouzdra přítomna.

Jak postupovat s *NOK dilem*.

Pokud nejsou splněny podmínky procesu zůstane díl zaaretován fixačním přípravkem. Zodpovědný pracovník provede odhlášení chyby kartou. Fixační přípravek odjede do základní pozice, zodpovědný pracovník díl vyjme a vloží jej do zásobníku na neshodné díly. Zásobník na neshodné díly musí být opatřen světelnou závorou. Teprve po jejím přerušení je možné ustavit stroj do základní pozice a rozjet další automatický cyklus. Zacházení s neshodnými díly je u většiny pracovišť shodné, rozdílné uvolnění bude podrobněji vysvětleno.

Pomocí kamery dojde k vyčtení DMC kódu na výrobku, stanice si vyžádá informace z ATMO serveru, zda byla předchozí operace úspěšně provedena. Toto je jedna z podmínek pro spuštění automatického cyklu. Touto kontrolou budou osazeny všechna výrobní pracoviště.

#### **5.4.2 Stroj AP05 lisování těsnění**

Jedná se o současný stroj, který se bude pro nový výrobek upravovat a rozšiřovat. Lisuje se zde gumové kruhové těsnění do labyrintu plastového tělesa aktuátoru.



Obrázek 21: Lisování těsnění [3]

Seznam a popis procesních kroků, v jakém pořadí budou na stroji následovat. Jedná se o úpravu a rozšíření stávajícího stroje, nebudou jednotlivé procesní kroky podrobněji popisovány.

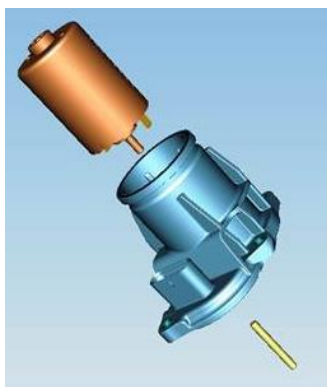
Tabulka 3: Procesní kroky AP05 [vlastní zdroj]

1.	Odběr těsnění ze zásobníku	pracovník
2.	Založení těsnění do základacího přípravku	pracovník
3.	Odebrání tělesa z dopravníku stroje AP02	pracovník
4.	Založení tělesa do přípravku orientovaně (Poka-Yoke)	pracovník
5.	Start automatického cyklu	pracovník
6.	Zafixování tělesa pomocí fixačního přípravku	automat
7.	Automatické zalisování těsnění do tělesa s kontrolou správné pozice	automat
8.	Automatické vyjmutí smontované sestavy ze základacího přípravku	automat
9.	Automatické odložení smontované sestavy na odkládací plochu	automat

Z důvodu rozšíření portfolia výrobků na pracovišti je nutné nadefinovat nové uvolňovací díly pro kontrolu správné funkce měřících zařízení. Pro výrobu uvolňovacích dílů musí být použity sériové díly, které budou simulovat dolisované těsnění shodný díl a chybějící těsnění neshodný díl.

### 5.4.3 Stroj AP10 lisování motoru a čepu

Bude použit současný stroj, který je pro nový výrobek upravený. Jedná se o dvoupozicový rotační stroj, kde je v první pracovní pozici do plastového tělesa aktuátoru lisován motor. Následně po otočení do druhé pracovní pozice je lisován čep.



Obrázek 22: Lisování motoru a čep [3]

Vzhledem k úpravě stávajícího zařízení není uveden podrobný popis jednotlivých kroků.

Tabulka 4: Procesní kroky AP10 [vlastní zdroj]

1.	Vyjmutí podsestavy z dopravníku AP05	pracovník
2.	Založení podsestavy do základacího přípravku	pracovník
3.	Založení motoru do základacího přípravku	pracovník
4.	Start automatického cyklu	pracovník
5.	Kontrola správného typu a pozice motoru	automat
6.	Lisování motoru	automat
7.	Otočení do druhé pozice	automat
8.	Automatické založení čepu	automat
9.	Lisování čepu	automat
10.	Kontrola výšky kontaktů motoru	automat
11.	Vyjmutí a odložení dílu na dopravník	automat

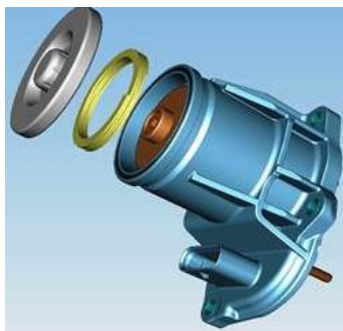
Po přestavbě bude do stroje vstupovat více druhů motorů a bylo nutné, aby stroj vždy přiřadil správný motor ke správnému výrobku. Byl osloven výrobce motorů s požadavkem osadit plášť motoru potiskem s DMC kódem. Z tohoto důvodu je navrženo osazení kamerou, která každý DMC kód zkontroluje a vyhodnotí správnost použití motoru.

Uvolňovací díl pro kontrolu správné funkce měřících zařízení. Kovový díl simulující hloubku správně zalisovaného motoru a čepu ( $28,9 \pm 0,15\text{mm}$ ,  $57,45 \pm 0,2\text{mm}$ ). Důležité rozměry pro stavbu uvolňovacího dílu viz. příloha číslo 2.

#### 5.4.4 Stroj AP20 pertlování

Je využit současný stroj, který bude adaptován na nový výrobek. Funkci, kterou musí tento stroj splňovat je pertlováním zajistit plechové víčko na plastové těleso aktuátoru. Pertlováním dochází k hermetickému uzavření aktuátoru ze strany montážního otvoru pro lisování motoru. Pro uzavření aktuátoru je používán takzvaný obrubový spoj [10]. Stroj je dvoupozicový. První pracovní pozice je osazena měřícím zařízením na kontrolu průměru víčka.

Druhá pozice obsahuje pohyblivou kladku a pertlovací kolečko, pomocí kterých je provedeno pertlování.



Obrázek 23: Pertlování [3]

Seznam a popis procesních kroků, v jakém pořadí budou na stroji probíhat

Tabulka 5: Procesní kroky AP20 [vlastní zdroj]

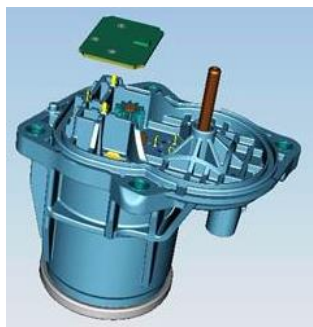
1.	Vyjmutí podsestavy z dopravníku AP10	pracovník
2.	Založení podsestavy do základacího přípravku	pracovník
3.	Vyjmutí pružiny ze zásobníku a založení do tělesa	pracovník
4.	Vyjmutí víčka ze zásobníku a založení do přípravku	pracovník
5.	Start automatického cyklu	pracovník
6.	Automatické nasazení víčka na podsestavu	automat
7.	Otočení do druhé pozice	automat
8.	Zajištění podsestavy	automat
9.	Pertlování víčka pomocí pohyblivé kladky a pertlovacího kolečka	automat
10.	Otočení stolu do první pozice	automat
11.	Kontrola průměru víčka	automat
12.	Vyjmutí podsestavy a dopravení do následujícího pracoviště AP30	automat

Pro nové výrobky je nutné pracoviště vybavit novými uvolňovacími díly. Pro jejich výrobu budou použity sériové díly, které simulují zapertlovaný shodný díl a nezapertlovaný neshodný díl.

#### 5.4.5 Stroj AP30 lisování destičky

Jedná se o současný čtyřpozicový stroj, který se bude pro nový výrobek upravovat a rozšiřovat. Lisuje se zde destička do plastového tělesa aktuátoru. Destička obsahuje Hallovu sondu, která je řídicím prvkem celého aktuátoru.

První pracovní pozice slouží pro zakládání dílu do základacího přípravku. Po pootočení stroje do druhé pracovní pozice dochází k lisování destičky do plastového tělesa aktuátoru. Třetí pracovní pozice je používána pro kontrolu správné výšky řídicího prvku (čipu) aktuátoru a ve čtvrté pracovní pozici je pozice destičky zkontrolována kamerou a následně je celá sestava automaticky vyjmuta ze základacího přípravku a odložena na dopravník.



Obrázek 24: Lisování destičky [3]

Seznam a popis procesních kroků, v jakém pořadí budou na stroji probíhat

Tabulka 6: Procesní kroky AP30 [vlastní zdroj]

První pozice

1.	Vyjmutí podsestavy z dopravníku stroje AP20	pracovník
2.	Založení tělesa orientovaně do základacího přípravku (Poka-Yoke)	pracovník
3.	Start automatického cyklu, otočení stolu do druhé pozice	automat

Druhá pozice

4.	Příjetí elektrické osy do lisovací pozice	automat
5.	Lisování destičky	automat
6.	Otočení stolu do třetí pozice	automat

Třetí pozice

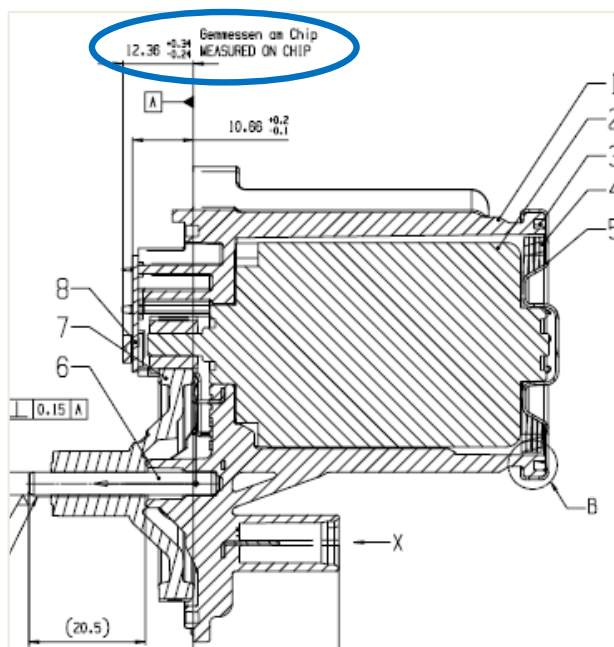
7.	Napoložování válce s kontaktovacím přípravkem	automat
8.	Měření výšky pinu a výšky kontaktů	automat
9.	Otočení stolu do čtvrté pozice	automat

Čtvrtá pozice

10.	Kontrola polohy kontaktů kamerou	automat
11.	Shodný díl vyjmut a odložen na dopravník	automat
12.	Otočení stolu do první pozice	automat

Na pracovišti je předepsána pravidelná kontrola funkce měřícího zařízení pro měření správné výšky čipu. Pro tuto kontrolu vyrobil nový kovový uvolňovací díl simulující výšku čipu proti šroubové rovině.





Obrázek 25: Měřený rozměr výšky čipu [3]

#### 5.4.6 Stroj AP40 ultrazvukové svařování magnetu

Pomocí úpravy současného stroje, bude možné používat ho pro výrobu nového produktu. Probíhá zde ultrazvukové svaření magnetu do plastového ozubeného kola.



Obrázek 26: Ultrazvukové svařování magnetu [3]

Seznam a popis procesních kroků, v jakém pořadí budou na stroji probíhat

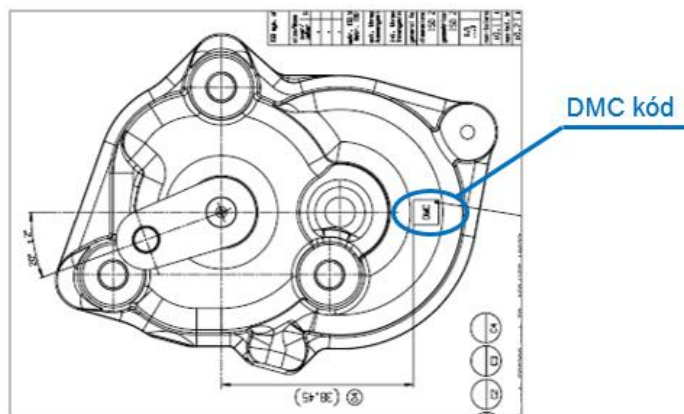
Tabulka 7: Procesní kroky AP40 [vlastní zdroj]

1.	Vyjmutí magnetu ze zásobníku a založení do zakládacího přípravku	pracovník
2.	Vyjmutí ozubeného kola ze zásobníku a založení do zakládacího přípravku	pracovník
3.	Start automatického cyklu	pracovník
4.	Ultrazvukové přivaření magnetu k ozubenému kolu	automat
5.	Vyjmutí a odložení dílu na dopravník	automat

Správné parametry ultrazvukové svářečky Hermann WH 20kHz budou nastavovány a pravidelně kontrolovány technickým oddělením firmy Bosch.

### 5.4.7 Stroj AP51 laserový popis DMC kódu

Jedná se o nový stroj, který bude laserem automaticky popisovat hliníková víka DMC kódem. U tohoto stroje budou jednotlivé procesní kroky popsány podrobněji. Stroj AP51 bude prvním strojem výrobní linky pro nové projekty u podsestavy hliníkového víka.



Obrázek 27: Pozice DMC kódu na hliníkovém víku [3]

Seznam a popis procesních kroků, v jakém pořadí budou na stroji následovat

Tabulka 8: Procesní kroky AP51 [vlastní zdroj]

1.	Odebrání hliníkového víka ze zásobníku	pracovník
2.	Založení hliníkového víka do zakládacího přípravku (Poka-Yoke)	pracovník
3.	Uzavření temné komory	pracovník
4.	Start automatického cyklu	pracovník
5.	Automatický popis hliníkového víka	automat
6.	Kontrola DMC kódu	automat
7.	Vyjmutí a odložení popsaného hliníkového víka	pracovník

- 1. Odebrání hliníkového víka ze zásobníku.** Hliníkového víka jsou z balení odebírána ručně. Zásobník na balení je navržen tak, aby byl co nejbližší ke stroji z levé strany.
- 2. Založení hliníkového víka do zakládacího přípravku.** Je možné pouze v jediné správné pozici a bez možnosti poškození při vkládání (Poka-Yoke). Zakládací přípravek musí splňovat určité náležitosti. Musí být výškově a stranově seřiditelný minimálně v rozsahu 5 mm (zajištění možnosti doladění pozice DMC kódu, bez nutnosti pohybovat laserovým zařízením). Seřiditelnost nesmí být konstruována pouze v rámci vřte děr pro šrouby (přípravek je sestaven z několika částí, která jsou k sobě připevněna šroubovými spoji). Do přípravků zakládat orientovaně na zakládací trny (musí být zajištěna stabilita dílce během popisovacího procesu).

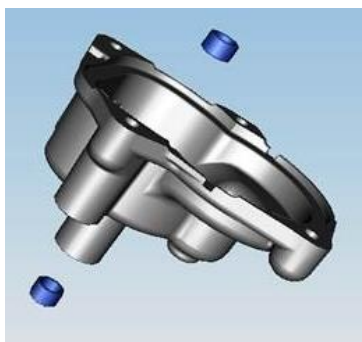
3. **Uzavření temné komory.** Zakládací přípravek bude součástí takzvané zásuvky. Po úspěšném založení hliníkového víka do zakládacího přípravku je ručně uvedena (uzavřena) zásuvka do pracovní pozice, čímž je utěsněna temná komora. Zakrytování laserového prostoru-světlotěsné podle normy pro laser třídy 1. Kryt opatřit průhledem s ochranným sklem proti laserovému záření 1064 nm.
4. **Start automatického cyklu.**
5. **Automatický popis hliníkového víka.** Popis hliníkového víka bude probíhat automaticky, výsledkem bude DMC kód. Obsah DMC je jedenáctimístné číslo-datum a pořadové číslo, tzn. dd.mm.rr\_0001. Pořadové číslo bude jedinečné pro daný den a bude se měnit vždy ve 24:00. Výrobní parametry laserového zařízení musí být při přejímce stroje zkontrolovány a uvolněny technickým oddělením firmy Bosch
6. **Kontrola DMC kódu.** Po laserovém popisu je u každého dílu v zakládacím přípravku 100 % zkontrolována kvalita DMC kódu kamerou.
7. **Vyjmutí a odložení popsaného hliníkového víka.** Pokud je díl vyroben podle požadavku, dojde k automatickému otevření temné komory a vysunutí tzv. zásuvky do základní pozice. Díl je z přípravku vyjmut manuálně a je položen na odkládací místo blízke vedlejšímu pracovišti. Neshodný díl zůstane uzavřen v temné komoře a vysunut bude pouze až po odhlášení chyby kartou seřizovače. Další automatický cyklus bude možný až po vhození neshodného dílu do zásobníku na neshodné díly.

**Další podmiňující podmínky:**

*Kontrolní kroky* – kontrola správné polohy hliníkového víka, automatická kontrola správného zakrytování laserového prostoru, kontrola koncových poloh všech ostatních pohybů. Dále je nutné nadefinovat nový uvolňovací díl pro kontrolu správné funkce čtecího zařízení DMC kódu. Pro výrobu uvolňovacího dílu je použit díl, který bude simulovat nesprávně popsaný výrobek.

#### **5.4.8 Stroj AP55 lisování ložisek**

Jedná se o současný stroj, který se bude pro nový výrobek upravovat. Probíhá zde lisování dvou kluzných ložisek do hliníkového víka. Lisování dvou ložisek probíhá ve stejném čase. Díl je v zakládacím přípravku polohován tak, aby byla ložiska do něho lisována z horní a spodní strany. Horní ložisko je na lisovací trn založeno ručně manipulátem, spodní automaticky z vibračního zásobníku.



Obrázek 28: Lisování ložisek do hliníkového víka [3]

Seznam a popis procesních kroků, v jakém pořadí budou na stroji probíhat

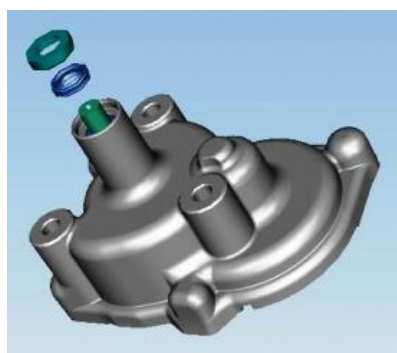
Tabulka 9: Procesní kroky AP55 [vlastní zdroj]

1.	Odebrání hliníkového víka z odkládací plochy AP51	pracovník
2.	Založení hliníkového víka do základacího přípravku	pracovník
3.	Založení horního ložiska na lisovací tm	pracovník
4.	Start automatického cyklu	pracovník
5.	Založení spodního ložiska na lisovací tm	automat
6.	Zajištění správné pozice hliníkového víka	automat
7.	Lisování horního, spodního ložiska	automat
8.	Vyjmutí a odložení OK dílu	automat

Pro ověření správné funkce měřících zařízení je nutné vyrobit nové uvolňovací díly. Pro výrobu uvolňovacích dílů je použito sériových výrobků, u kterých je simulována správná a nesprávná (nedolisovaná) pozice ložisek.

#### 5.4.9 Stroj AP64 lisování krycího víčka

Tento stroj je pro nový výrobek upravován. Probíhá zde lisování těsnění a krycího víčka do hliníkového víka. Pracovník je povinen ručně vložit těsnění do krycího víčka. Následně vzniklou sestavu vloží na návlečný trn a spustí automatický cyklus.



Obrázek 29: Lisování krycího víčka [3]

Seznam a popis procesních kroků, v jakém pořadí budou na stroji následovat

Tabulka 10: Procesní kroky AP64 [vlastní zdroj]

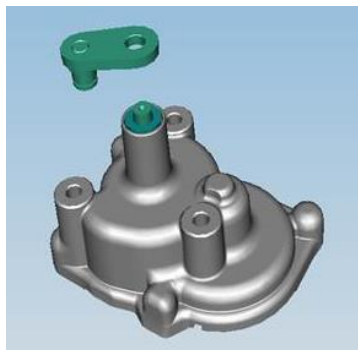
1.	Vyjmutí podsestavy z AP40	pracovník
2.	Vyjmutí podsestavy z AP55	pracovník
3.	Sestavit podsestavy dohromady	pracovník
4.	Založit vzniklou sestavu do základacího přípravku	pracovník
5.	Nasadit návlečný trn	pracovník
6.	Sesadit krycí víčko s těsněním dohromady	pracovník
7.	Podsestavu krycího víčka s těsněním nasadit na návlečný trn	pracovník
8.	Start automatického cyklu	pracovník
9.	Lisování krycího víčka	automat
10.	Vyjmutí návlečného trnu	automat
11.	Vyjmutí podsestavy a dopravení do následujícího pracoviště AP65	automat

Pro kontrolu funkce odměřování správné pozice krycího víčka je úpravou sériového dílu vyroben nový uvolňovací díl.

#### 5.4.10 Stroj AP65 laserové svařování

Jedná se o nový stroj, který bude laserem přivařovat pin k páčce a následně páčku k sestavě hliníkového víka.

Stroj bude obsahovat dvě samostatně pracující pracoviště (z důvodu dodržení taktu linky, který je stanoven na 18 vteřin). Každé pracoviště bude vybaveno dvěma základacími hnízdy (pro svaření podsestavy páčky a pro svaření podsestavy páčky k hliníkovému víku). Budou mít společný generátor a dvě samostatné optiky. Shodné díly z obou pracovišť budou transportovány na jedno společné místo, blízké k následnému stroji AP66. Z důvodu zajištění pevného spojení mezi pinem a páčkou, musí být tato sestava pinu a páčky laserově svařena.



Obrázek 30: Laserové svařování [3]

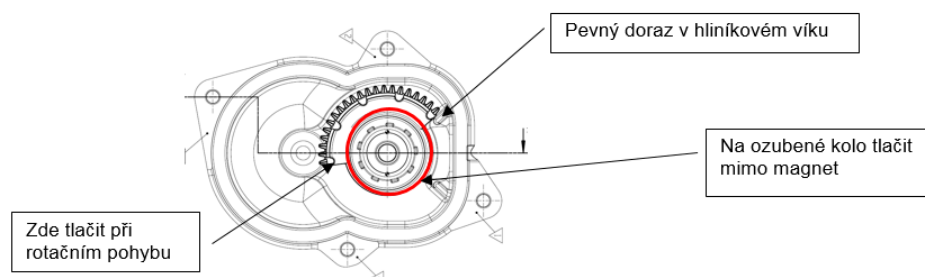
Seznam a popis procesních kroků, v jakém pořadí budou na stroji realizovány

Tabulka 11: Procesní kroky AP65 [vlastní zdroj]

1.	Vyjmутí podsestavy hliníkového víka z dopravníku stroje AP64	pracovník
2.	Vyjmутí podsestavy páčky ze zásobníku	pracovník
3.	Založit podsestavu hliníkového víka do zakládacího hnízda	pracovník
4.	Založit podsestavu páčky do zakládacího přípravku	pracovník
5.	Ze skluzu ve stroji vyjmout svařenou podsestavu páčky (z předchozího cyklu)	pracovník
6.	Svařenou podsestavu páčky nasadit na podsestavu hliníkového víka	pracovník
7.	Zajistit úhel páčky	pracovník
8.	Start automatického cyklu	pracovník
9.	Zajistit pozici podsestavy	automat
10.	Podepření a dotlačení ozubeného kola	automat
11.	Přítlačení páčky k podstavě	automat
12.	Laserové svařování	automat
13.	Vyjmутí svařeného dílu	automat
14.	Transport svařeného dílu	automat

- 1. Vyjmутí podsestavy hliníkového víka z dopravníku stroje AP64.** Z dopravníku stroje AP64 pracovník vyjme podsestavu hliníkového víka.
- 2. Vyjmутí podsestavy páčky ze zásobníku.** Z plastového zásobníku operátor vezme podsestavu páčky s pinem, která je připravena předmontáží u externího dodavatele. Zásobník na díly je navržen co nejbližší k zakládacímu místu, aby se eliminovaly ztráty vyvolané zbytečnou manipulací.
- 3. Založit podsestavu hliníkového víka do zakládacího hnízda.** Podsestava hliníkového víka se zakládá orientovaně do zakládacího přípravku opatřeného Poka-Yoke řešením. Každý vyráběný typ na tomto stroji má vlastní zakládací přípravek (v závislosti na úhlu páčky). Zakládací pozice je závislá na úhlu páčky, což znamená, že prisma pro zajištění správné pozice je v jasně definované pozici a měnit se bude zakládací pozice dílů. Přípravky musí být stranově seřiditelné v rozsahu minimálně 5 mm a musí mít i možnost úhlového nastavení v rozmezí minimálně 5°. Seřiditelnost nesmí být konstruována pouze v rámci vůle děr pro šrouby. Díl může jít do přípravku založit pouze v jedné pozici, pokud je založen nesprávně, nebo v přípravku chybí, nelze následně spustit automatický cyklus.
- 4. Založit podsestavu páčky do zakládacího přípravku.** Čep musí být k páčce přivařen, proto je nutné mít vedle zakládacího přípravku hliníkového víka ještě zakládací přípravek pro podsestavu páčky. Páčky mohou být do přípravku založeny pouze v jedné pozici, pokud jsou založeny nesprávně, nebo v přípravku nejsou, nesmí jít následně spustit automatický cyklus (Poka-Yoke systematika).

5. **Ze skluzu ve stroji vyjmout svařenou podsestavu páčky (z předchozího cyklu).** Páčka přivařená k čepu z předchozího cyklu je automaticky vyzvednuta ze základacího přípravku a po skluzu dopravena co nejbližší k obsluze, k přední straně stolu. Obsluha stroje tuto páčku vyjme ručně.
6. **Svařenou podsestavu páčky nasadit na podsestavu hliníkového víka.** V základacím přípravku je založena podsestava hliníkového víka a na tuto podsestavu se ručně nasadí svařená páčka z předchozího cyklu. Úhel páčky vůči podsestavě hliníkového víka je stanoven pozicí prismatu. Stroj je naprogramován tak, aby ke zvolenému typu GPA 3.1 přiřadil správnou podsestavu páčky. S jinou podsestavou nesmí být spuštěn svařovací proces.
7. **Zajistit úhel páčky.** Pomocí pohyblivého prismatu je zajištěn úhel páčky. Prisma je v jedné pozici, základací přípravky se otáčejí. Prisma je konstruováno tak, aby sloužilo jak k aretaci úhlu páčky, tak i k tlačení páčky na hliníkové víko.
8. **Start automatického cyklu.**
9. **Zajistit pozici podsestavy.** Vložená podsestava hliníkového víka musí být v základacím přípravku před svařováním zajištěna, pomocí pneumatického válce osazeného aretačním přípravkem.
10. **Podepření a dotlačení ozubeného kola.** Spodní část stroje je osazena elektrickou osou. Elektrická osa se posune do polohy, při které je v kontaktu s ozubeným kolem s magnetem a zatlačí na něj definovanou silou. Tlačí dutým mezikružím a nedotýká se magnetu. Součástí elektrické osy je zařízení Kistler, pomocí kterého je hlídána síla, kterou tlačí elektrická osa na ozubené kolo s magnetem (50 – 75 N) [19]. V okamžiku dosažení nastavené polohy (ozubené kolo s hřídelí je natlačené na ložisko) se začne otáčet rotačním mechanismem tak, aby ozubené kolo bylo dotlačeno na pevný doraz v hliníkovém víku. Nulová pozice pro elektrickou osu nastává v okamžiku dotlačení ozubeného kola na ložisko. Když je vše ve správné pozici, je elektrická osa přestavena do jiné pozice (o 0,2 mm což je požadovaná axiální vůle) a je zabrzděna.

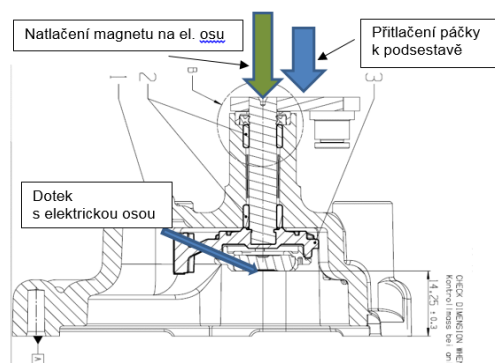


Obrázek 31-Dotlačení ozubeného kola [3]

11. **Přítlačení páčky k podsestavě.** Pomocí pohyblivého prismatu, kterým je zajištěna pozice páčky, dojde k přítlačení páčky k podsestavě hliníkového víka (100 – 150 N). Tzn. páčka je v kontaktu s hliníkovým víkem. Poté pneumatický válec zatlačí na ozubené kolo s magnetem (viz obrázek 32) a natlačí magnet na elektrickou osu. Jakmile se magnet dotkne elektrické osy, je spuštěn podtlak, který je součástí elektrické osy a magnet je na ose přidržen. Pneumatický válec, který dotlačuje

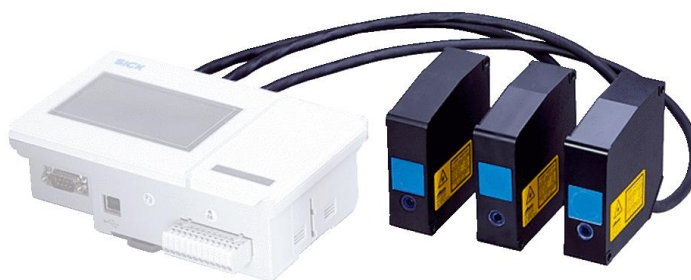
výstupní část ozubeného kola s magnetem se vrátí do základní pozice. Díl je připraven pro svařování.

Kontrola síly přitlačení páčky k podstavě pomocí zařízení Kistler maXYmos[19]. Díl musí být přidržen k elektrické ose podtlakem, z toho důvodu, aby při odjetí pneumatického válce, který bude tlačit na výstupní část ozubeného kola s magnetem, nemohlo dojít k odskočení magnetu z elektrické osy (toto se může stát díky těsnění) a tím by nebyla nastavena požadovaná axiální vůle. Požadovaný podtlak bude kontrolován digitálním tlakovým snímačem Keyence řada AP-C30W [13].



Obrázek 32-Nastavení axiální vůle [3]

**12. Laserové svařování.** Laserové svaření proběhne paralelně ve dvou krocích, svaření podstavě pinu a páčky a svaření podstavě hliníkového víka a páčky s pinem. Před samotným svařením čepu a páčky je nutné měřit výšku čepu, zda je dostatečně vlisován do páčky. Tento rozměr je kontrolován optickým laserovým snímačem OD5 od firmy SICK [16].



Obrázek 33: laserový snímač SICK OD5 [16]

Pro spojení obou dílů použít „v“ svár [19]. Před samotným svařením pinu k podstavě hliníkového víka je nutno kamerou zkontrolovat označení páčky markátorem, nebo laserem, zda úspěšně proběhlo přivaření čepu k páčce z předchozího cyklu. Pokud páčka označená není, nesmí dojít ke spuštění svařovacího cyklu. Typ laseru a parametry laserového svařování nadefinuje dodavatel zařízení ve spolupráci s technickým oddělením firmy Bosch. Po úspěšném přivaření čepu k páčce, musí být páčka označena buď razítkem, nebo na ní může být vypálen bod z laseru. Toto označení bude složit k tomu, aby se do následné výroby nemohla dostat nesvařená páčka.

**13. Vyjmutí svařeného dílu.** Po úspěšném přivaření páčky k podstavě hliníkového víka je díl ze základního přípravku vyjmut automaticky.



**14. Transport svařeného dílu.** Transport shodného dílu z obou dvou pracovišť bude probíhat po pásovém dopravníku a díl bude přemístěn na pravý přední roh stroje, co nejbližší k následnému pracovišti.

**Další podmiňující podmínky:**

*Kontrolní kroky* – kontrola správné polohy hliníkového víka, ozubeného kola, páčky, kontrola správného zalisování pinu do páčky, kontrola označení páčky razníkem, nebo laserem, kontrola koncových poloh všech ostatních pohybů.

Jak postupovat s *neshodným dílem*.

Při NOK výsledku procesu zůstane díl v základním přípravku a je zajištěn aretačním přípravkem. Zodpovědný pracovník provede odhlášení chyby kartou, aretační přípravek se přesune do základní pozice a díl musí být ručně vložen do zásobníku na neshodné díly. Zásobník na neshodné díly musí být opatřen světelnou závorou. Teprve po jejím přerušení, vhozením neshodného dílu, je možné ustavit stroj do základní pozice a spustit další automatický cyklus.

Stroj bude obsahovat jeden uvolňovací díl pro kontrolu zalisování čepu do páčky pomocí odměřování ploch čepu a páčky. Lze použít sériový díl, kde je rozdíl ploch mezi čepem a páčkou nastaven na hodnotu 0,15 mm. Tento díl musí být označen červenou barvou a po jeho vložení do stroje, musí stroj vyhlásit chybu měření.

Stroj bude obsahovat jeden uvolňovací díl pro kontrolu funkce kamery na čtení značky od razníku, nebo laseru. Lze použít sériový díl, kde páčka označena nebude. Tento díl musí být označen červenou barvou a po jeho vložení do stroje musí stroj vyhlásit chybu označení páčky.

Při závěrečné přejímce stroje je dodavatel povinen předložit podepsaný protokol schválených parametrů pro laserové svařování od technického oddělení firmy Robert Bosch České Budějovice.

Pomocí kamery proběhne vyčtení DMC kódu na výrobku, stanice si vyžádá informace z AT-MO serveru, zda byla předchozí operace úspěšně provedena. Toto je jedna z podmínek pro spuštění automatického cyklu.

#### **5.4.11 Stroj AP66 měření axiální vůle, úhlu páčky a výšky magnetu**

Je využit současný stroj, do kterého se bude implementovat nový aktuátor GPA 3.1. Na tomto stroji dochází k měření axiální vůle, výšky magnetu a úhlu páčky. Jedná se o stroj s jednou pracovní pozicí, kde měření všech požadovaných parametrů proběhne v pořadí - měření axiální vůle, měření výšky magnetu a měření úhlu páčky.



Obrázek 34: Měření axiální vůle [3]

Seznam a popis procesních kroků, v jakém pořadí budou na stroji probíhat

Tabulka 12: Procesní kroky AP66 [vlastní zdroj]

1.	Odběr hliníkové podsestavy ze skluzu	pracovník
2.	Založení hliníkové podsestavy do základacího přípravku	pracovník
3.	Start automatického cyklu	pracovník
4.	Měření požadovaných parametrů	pracovník
5.	Vyjmutí a odložení hliníkové podsestavy	automat

Na tomto pracovišti jsou měřeny nejdůležitější mechanické rozměry aktuátoru. Proto je nutné zajistit správné funkce měřících zařízení. Pro kontrolu rozměrů je potřeba nechat vyrobit nový kovový uvolňovací díl, který bude simulovat vyznačené rozměry na výkrese. Jeden uvolňovací díl bude obsahovat všechny tři měřené rozměry, viz. Příloha číslo 3.

#### 5.4.12 Stroj AP70 lisování těsnění

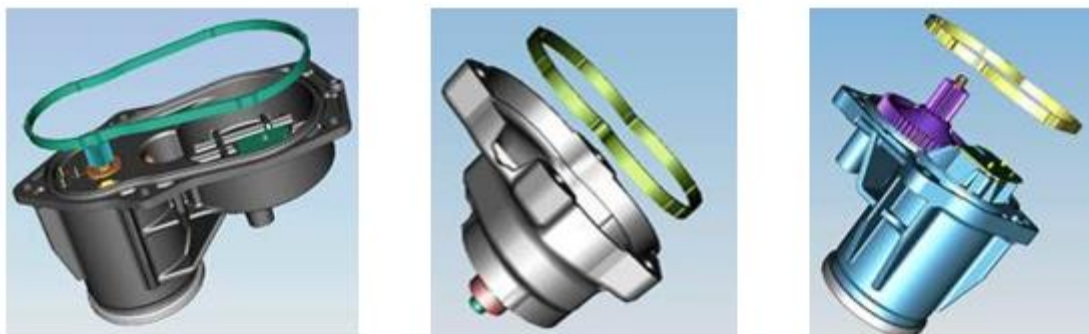
Jedná se o nový stroj, který bude automaticky lisovat gumové těsnění do plastového tělesa, nebo hliníkového víka.



Obrázek 35: Lisování těsnění [3]

Pracoviště automatického lisování gumového těsnění je navrženo jako nový stroj, do kterého jsou integrovány všechny typy aktuátorů vyráběné na této lince. Vzhledem k rozdílným montážním postupům pro jednotlivé aktuátory má každý typ jiný pracovní postup výroby. Na obrázku 36 je znázorněno, že do GPA 3.1 a 5.0 je těsnění lisováno do plastového tělesa. U typu GPA 3.0 je těsnění lisováno do hliníkového víka.

Z tohoto důvodu budou pracovní kroky rozepsány pro každý typ aktuátoru zvlášť.



Obrázek 36: Rozdíly v lisování těsnění do GPA5.0, GPA3.0 a GPA3.1 [3]

Seznam a popis procesních kroků u projektu GPA 3.1, je uveden v tabulce 13.

Tabulka 13: Procesní kroky AP70 – GPA 3.1 [vlastní zdroj]

1.	Založení plastové podsestavy do horního zakládacího přípravku	pracovník
2.	Založení těsnění do spodního zakládacího přípravku	pracovník
3.	Start automatického cyklu	pracovník
4.	Zajištění podsestavy a otočení horního zakládacího přípravku o 180°	pracovník
5.	Napozicování horního zakládacího přípravku na spodní zakládací přípravek	automat
6.	Lisování těsnění pohyblivým mezikružím	automat
7.	Odjetí horního zakládacího přípravku do základní pozice	automat
8.	Automatické vyjmutí dílu a odložení na dopravník	automat

- 1. Založení plastové podsestavy do horního zakládacího přípravku.** Z výstupního dopravníku stroje AP30 je vyjmuta podsestava plastového tělesa a orientovaně založena do horního zakládacího přípravku tak, že drážka pro tvarové těsnění směřuje vzhůru. Důvodem tohoto řešení je minimalizace možnosti poškození řídicího čipu, který je osazen na destičce a při této montáži není chráněn. Pokud není podsestava založena ve správné pozici, nebo není založena vůbec, nesmí být následně spuštěn automatický cyklus. Těleso je založeno na tři zakládací trny, které jsou současně používány jako naváděcí trny pro spodní tvarový přípravek. Trny jsou navedeny do šroubových ok. Zakládací přípravek musí být vyměnitelný (nejlépe kolejnice a aretační šroub), kódovaný a stranově nastavitelný ve dvou směrech. U založené podsestavy je zapotřebí vizuálně zkontrolovat přítomnost ozubeného kola. Po spuštění automatického cyklu musí být těleso v horním zakládacím přípravku zajištěno.
- 2. Založení těsnění do spodního zakládacího přípravku.** Těsnění se do spodního zakládacího tvarového přípravku bude zakládat orientovaně. Pokud je těsnění založeno nesprávně, nebo v přípravku vůbec není, nesmí dojít ke spuštění automatického cyklu. Tvarový přípravek je navržen tak, aby kopíroval tvar drážky v podstavě tělesa. Vnitřní strana tvarového přípravku nesmí během lisování poškodit destičku a ozubené kolo. Tvarový přípravek musí být vyměnitelný a měl by být kódován. Lisování těsnění bude probíhat na principu pohyblivého mezikruží.

Je nutné upravit vnitřní plochy přípravku tak, aby nemohlo dojít k poškození destičky, nebo ozubeného kola.

### 3. Start automatického cyklu.

4. **Zajištění podsestavy a otočení horního zakládacího přípravku o 180°.** Po spuštění automatického cyklu musí být těleso v horním zakládacím přípravku zajištěno. Aby mohlo být těsnění vlisováno do tělesa, musí se horní zakládací přípravek otočit o 180°. Drážka pro tvarové těsnění směřuje dolů.

5. **Napozicování horního zakládacího přípravku na spodní zakládací přípravek.** Ustavení horního zakládacího přípravku s plastovým tělesem do pracovní pozice tak, aby byl umístěn nad spodní zakládací přípravek s těsněním.

6. **Lisování těsnění pohyblivým mezikružím.** Po dosednutí horního zakládacího přípravku na zakládací přípravek (koncová poloha horního zakládacího přípravku je dosažena v okamžiku dotyku se zakládacím přípravkem) je spuštěno samotné lisování těsnění. Pomocí pohyblivého mezikruží je těsnění vlisováno do tělesa. Lisování probíhá na dotyk mechanicky nastavitelného dorazu.

7. **Odjetí horního zakládacího přípravku do základní pozice.** Po dokončení lisování odjíždí horní zakládací přípravek do základní pozice.

### 8. Automatické vyjmutí dílu a odložení na dopravník.

Seznam a popis procesních kroků u projektu GPA 5.0, je popsán v tabulce 14.

Tabulka 14: Procesní kroky AP70 – GPA 5.0 [vlastní zdroj]

1.	Založení těsnění do spodního zakládacího přípravku	pracovník
2.	Založení tělesa do spodního zakládacího přípravku	pracovník
3.	Start automatického cyklu	pracovník
4.	Najetí horní přítlačné hlavy na těleso	pracovník
5.	Lisování těsnění pohyblivýmmezikružím	automat
6.	Automatické vyjmutí tělesa s těsněním a odložení na dopravník	automat

1. **Založení těsnění do spodního zakládacího přípravku.** Těsnění je do spodního zakládacího tvarového přípravku zakládáno orientovaně. Pokud je těsnění založeno nesprávně, nebo v přípravku vůbec není, nesmí jít spustit automatický cyklus. Tvarový přípravek musí kopírovat tvar drážky v podsestavě tělesa.

2. **Založení tělesa do spodního zakládacího přípravku.** Založení tělesa na tvarový přípravek (těsnění je již založeno). Tělesa zakládat minimálně na dva trny (použít otvory pro šrouby). Pokud bude těleso založeno nesprávně, nebo v přípravku vůbec nebude, nesmí jít spustit automatický cyklus.

### 3. Start automatického cyklu.

4. **Najetí přítlačné hlavy na těleso.** Přítlačná hlava je dopravena na těleso z horní části stroje a obsahuje přidržovací trny sloužící k zajištění správné pozice tělesa během lisování. Po samotném lisování slouží přítlačná hlava i k vyjmutí tělesa s těsněním ze základacího přípravku a odložení tělesa s těsněním na dopravník. Přítlačná hlava je vyměnitelná, uchycená pomocí kolejnice a zajištěná jedním aretačním šroubem. Přidržovací trny jsou opatřeny plastovými koncovkami tak, aby při přítlaku nedocházelo k poškození tělesa. Aretační hlava je opatřena minimálně třemi přidržovacími trny.
5. **Lisování těsnění pohyblivým mezikružím.** Lisování probíhá na dotyk těsnění se dnem tělesa s možností mechanicky nastavitelného dorazu. Kontrola koncové pozice lineárním odměřováním dráhy použit snímač s rozsahem min. 20mm s přesností 0,1mm, parametry pro lisování budou uloženy v ovládacím panelu.
6. **Automatické vyjmutí tělesa s těsněním a odložení na dopravník.**

Procesních kroků u projektu GPA 3.0, jsou popsány v tabulce 15.

Tabulka 15: Procesní kroky AP70 – GPA 3.0 [vlastní zdroj]

1.	Založení těsnění do spodního základacího přípravku	pracovník
2.	Založení hliníkového víka do spodního základacího přípravku	pracovník
3.	Start automatického cyklu	pracovník
4.	Najetí horní přítlačné hlavy na hliníkové víko	pracovník
5.	Lisování těsnění pohyblivým mezikružím	automat
6.	Automatické vyjmutí dílu a odložení na dopravník	automat

1. **Založení těsnění do tvarového přípravku.** Těsnění je do spodního základacího tvarového přípravku zakládáno orientovaně. Pokud je těsnění založeno nesprávně, nebo v přípravku vůbec není, nesmí jít spustit automatický cyklus. Tvarový přípravek musí kopírovat tvar drážky v podstavě hliníkového víka.
2. **Založení hliníkového víka do spodního základacího přípravku.** Založení hliníkového víka na tvarový přípravek (těsnění je již založeno). Hliníkové víko zakládat minimálně na dva trny (použít otvory pro šrouby). Pokud bude víko založeno nesprávně, nebo v přípravku vůbec nebude, nesmí jít spustit automatický cyklus.
3. **Start automatického cyklu**
4. **Najetí přítlačné hlavy na hliníkové víko.** Přítlačná hlava je dopravena na hliníkové víko z horní části stroje a obsahuje přidržovací trny sloužící k zajištění správné pozice víka během lisování. Po samotném lisování slouží přítlačná hlava i k vyjmutí hliníkového víka s těsněním ze základacího přípravku a odložení víka s těsněním na dopravník. Přítlačná hlava je vyměnitelná, uchycená pomocí kolejnice a zajištěná jedním aretačním šroubem. Přidržovací trny jsou opatřeny plastovými koncovkami

tak, aby při přítlaku nedocházelo k poškození hliníkového víka. Aretační hlava je opatřena minimálně třemi přídržovacími trny.

**5 Lisování těsnění pohyblivým mezikružím.** Lisování probíhá na dotyk těsnění se dnem hliníkového víka s možností mechanicky nastavitelného dorazu. Kontrola koncové pozice lineárním odměřováním dráhy použit<sup>í</sup> snímač s rozsahem min. 20mm s přesností 0,1mm, parametry pro lisování budou uloženy v ovládacím panelu.

**6 Automatické vyjmutí dílu a odložení na dopravník.**

Stroj bude obsahovat dva uvolňovací díly pro každý vyráběný produkt. Pro shodný a neshodný uvolňovací díl jsou použity sériové díly, u kterých je kontrolována přítomnost těsnění.

#### 5.4.13 Stroj AP80 šroubovák

Pro tuto operaci bude využito již existujícího zařízení a bude optimalizováno pro nový výrobek. Na tomto stroji se budou ve čtyřech pracovních pozicích do aktuátoru šroubovat čtyři šrouby. První pozice je základací a je zde mechanicky kontrolována přítomnost těsnění, ve druhé pozici jsou zašroubovány první dva šrouby, ve třetí zbývající dva a čtvrtá pozice je použita pro automatické vyjmutí dílů a odložení na dopravník.



Obrázek 37-Šroubování [3]

Seznam a popis procesních kroků, v jakém pořadí budou na stroji probíhat

Tabulka 16: Procesní kroky AP80 [vlastní zdroj]

1.	Vyjmout podsestavy plastového tělesa a hliníkového víka ze strojů AP66 a AP70	pracovník
2.	Složit podsestavy do sebe	pracovník
3.	Složenou sestavu založit do základacího přípravku	pracovník
4.	Start automatického cyklu	pracovník
5.	Přítlačení podsestav k sobě	automat
6.	Kontrola přítomnosti těsnění	automat
7.	Šroubování první dvojice šroubů	automat
8.	Šroubování druhé dvojice šroubů	automat
9.	Automatické vyjmutí dílu a odložení na dopravník	automat

#### **Další podmiňující podmínky:**

*Kontrolní kroky* – kontrola správné polohy sestavy v základacím přípravku, kontrola přítomnosti gumového těsnění, kontrola koncových poloh všech ostatních pohybů.

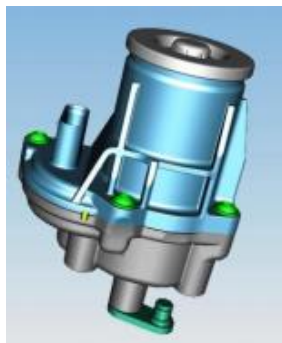
Jak postupovat s *neshodným dílem*.

Při NOK výsledku procesu zůstane díl v základacím přípravku a je otočen do pracovní polohy číslo 1. Zodpovědný pracovník provede odhlášení chyby kartou, vyjme díl ze základacího přípravku a ručně jej vloží do zásobníku na neshodné díly. Zásobník na neshodné díly musí být opatřen světelnou závorou. Teprve po jejím přerušení je možné ustavit stroj do základní polohy a rozjet nastartovat automatický cyklus.

Stroj bude obsahovat dva uvolňovací díly pro každý vyráběný produkt. Pro shodný uvolňovací díl je použit sériový díl, do kterého je vsazeno těsnění a nastavena správná výška došroubovaných šroubů, pro neshodný uvolňovací díl je použit také sériový díl, ve kterém těsnění není přítomno a bude simulovat nedošroubované šrouby.

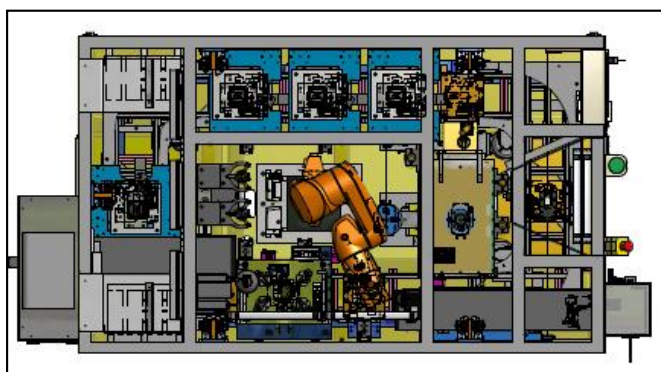
#### **5.4.14 Stroj AP90 zkušební stav**

Jedná se o nový stroj (vlajková loď celé linky), který je navržen tak, aby automaticky programoval a kontroloval kompletní aktuátor. Je to nejsložitější, nejnáročnější a zároveň nejkompaktnější stroj, který se zatím pro výrobu aktuátorů vyráběl. Zákaznický takt pro linku vyrábějící aktuátory je stanoven na 18 vteřin. To znamená, že všechny stroje v lince musí být schopné každých 18 vteřin vyprodukovat díl. Tento takt se nevztahuje na stroj AP90, protože zkušební stav musí splnit další ze stanovených cílů. Stroj je zkonstruován tak, aby byl kompatibilní s montážními linkami v Číně a Mexiku. Po bližším prostudování porovnání požadavků jednotlivých závodů, bylo zjištěno, že takt stroje AP90 musí být 11 vteřin pro zákazníka v Číně.



Obrázek 38: Kontrola a programování [3]

Stroj je navržen s devíti pracovními pozicemi, kde se díl mezi pracovními pozicemi pohybuje po paletkách, je použit systém tzv. „werkstückträgerů“. Pracovník bude mít přístup pouze do první pracovní pozice, kam bude založen zkoušený díl.



Obrázek 39: Stroj AP90, pohled shora [3]

V ostatních pozicích budou provedeny tyto úkony: binární kontroly, programování dorazů, měření napětí, měření tření, měření linearity, zamykání čipu, čtení Sent protokolu, kontrola pinů, laserový popis, čtení popisu a automatické odložení na dopravník.

Ze stroje AP90 bude díl dopraven na pracoviště vizuální kontroly, kde bude zkontrolován a následně zabalen operátorem.

Pro zajištění správné funkce měřících a kontrolních přípravků je nutné stroj vybavit uvolňovacími díly.

Uvolňovací díl (pro shodné a neshodné) je připraven tak, aby plnil funkci kontroly přítomnosti a výšky šroubů ( $\pm 0,25$  mm), přítomnosti víka, správnosti zákaznického připojení (čepu), rovinnosti kontaktů (nok) a k tomu odpovídající program na uvolnění stroje. Pomocí shodného uvolňovacího dílu je kalibrován stroj následujícím způsobem. Výška šroubů je měřena mechanickým dotykem – měření hodnoty 2,9mm (hlava šroubu vůči dosedací ploše). Kontrola přítomnosti víka pomocí indukčního snímače. Kontrola rovinnosti kontaktů pomocí kamery. Kontrola správného čepu např. pomocí kamery. Uvolňovací díl je odlišen od sériového dílu tak, že je umístěn na speciálním vozíku. Vždy při zahájení sériové výroby u GPA 3.1 musí proběhnout nastavení a uvolnění uvolňovacími díly. Speciální vozík s uvolňovacím dílem proběhne předepsané kontroly, uvolní proces a tím dojde k nastartování sériové výroby. Ostatní vozíky obsahují sériové díly.

#### 5.4.15 Schválení a podepsání sešitů povinností

Po vytvoření všech sešitů povinností musí vedoucí projektu svolat všechny zodpovědné pracovníky (viz. obrázek 40) a seznámit je s každým sešitem povinností. Vedoucí projektu musí



obhájit své požadavky popsané v sešitech povinností, popřípadě je po konzultaci s příslušným týmem upravit.

### 1 Uvolnění dokumentu – zodpovědné osoby

Před objednááním nebo výrobou stroje a zařízení musí sešit povinností schválit (podepsat) všechny osoby uvedené v následující tabulce:

Role	Jméno, oddělení, telefon, e-mail	Datum	Podpis
Zákazník:	████, ██████.@	dd.mm.rrrr	
PrL:	████, ██████	████	
SW:	████, ██████	████	
Konstrukce:	████, TEF14	████	
Technologické procesy:	████, TEF3	████	
Ergonomie:	████, TEF16	████	
Kontrolní prostředky:	████, QMM7-Metrolog	████	
MAE profi team, BPS:	████, TEF12	████	
Nákup: (podepisuje poslední)	████, PIR24-EE	████	

Další partneři při dotazování:
Jméno, oddělení, telefon, e-mail

Obrázek 40: Schvalovací protokol pro sešit povinností [3]

Po ukončení schvalovacího procesu vedoucí projektu odesílá sešity povinností do oddělení nákupu.

## 5.5 Odeslání sešitů povinností na dodavatele a vybrání dodavatele

Po obdržení všech schválených sešitů povinností osloví oddělení nákupu vybrané prověřené firmy s žádostí o vypracování cenových nabídek.

Lhůta na vypracování cenové nabídky je stanovena na 21 dní. Nabídka musí být jasně strukturovaná a musí splňovat určitá specifika. Na každý stroj přichází nabídky nejméně od pěti výrobců.

Nabídky jsou následně zpracovávány oddělením nákupu, které na základě rozhodovacích matic vyberou jednotlivé výrobce k jednotlivým strojům.

Rozhodovací matice pro výběr dodavatele obsahují:

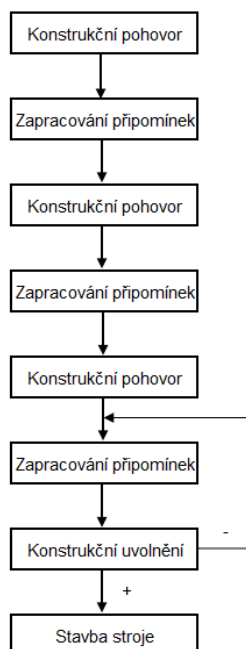
- Cena;
- Znalosti BPS (Bosch Production System) a jejich realizace;
- Dodržování HW standardů;
- SW-řešení stanice;
- Mechanické zpracování předchozí realizace;
- Flexibilita pro případné změny konstrukce ze zkušeností z předchozích realizací;
- Dodržování termínových plánů v případě předchozích realizací;
- Bezpečnostní řešení z předchozích realizací.

## 5.6 Uvolnění konstrukčních návrhů strojů

Pokud jsou vybráni výrobci jednotlivých strojů, jsou s nimi projektovým vedoucím naplánovány první technické pohovory, kde jsou předány všechny potřebné dokumenty (sešity povinností, 3D modely, potřebné výkresy výrobků). Ze strany výrobců jsou představeni konstruktéři jednotlivých strojů. Pro realizaci tohoto projektu byli vybráni 3 výrobci strojů, kteří budou upravovat současně, nebo vyrábět nové.

Úkolem vedoucího projektu je zajistit komunikaci mezi výrobcem stroje a RBCB, dále organizovat konstrukční pohovory a následně konstrukční uvolnění, kde je výrobce stroje povinen představit a obhájit konstrukci každého stroje před zodpovědnými osobami z RBCB.

Teprve po schválení konstrukčního uvolnění začnou výrobci strojů objednávat a nakupovat potřebné technologie a začíná samotná stavba strojů. Schéma konstrukčního uvolnění strojů je znázorněno na obrázku 41.



Obrázek 41: Systematika konstrukčního uvolnění [vlastní zdroj]

Během konstrukčních pohovorů jsou diskutována technická témata, při kterých mohou vyvstat určitá úskalí. Tyto problémy lze charakterizovat jako zásadní (například takt stroje, použité technologie aj.), nebo minoritní (například umístění nepoužívaných základacích přípravků, umístění ovládacích tlačítek, místa pro návody aj.).

Některá úskalí, která se objevila a musela být řešena, budou popsána v následujících kapitolách.

### 5.6.1 Stroj AP02 lisování pouzder

Jedná se o nový stroj, kde konstruktér vycházel z požadavku automatického zalisování čtyř pouzder do plastového tělesa aktuátoru. Pouzdra jsou do pracovní pozice nasazena bez zásahu pracovníka, samotné lisování proběhne automaticky a automatické je i vyjmutí dílu ze základacího přípravku a odložení na dopravník.

Hlavním konstrukčním problémem u tohoto stroje bylo dosáhnout všech popsáných úkonů v požadovaném taktu deseti vteřin strojního času, který musí být sklouben s dalšími požadavky na stroj. V tomto případě se musí dodržet požadovaná maximální šířka stroje 600 mm.

Po několika konstrukčních pohovorech a několika návrzích bylo rozhodnuto o použití robota Stäubli TX90 6-osý průmyslový robot pro automatické nabíjení pouzder do lisovacího trnu [12]. Velmi důležitým kritériem při volbě robota je jeho dosažitelný operační prostor [5].



Obrázek 42: Robot Stäubli TX90 [12]

Průběh výroby na stroji AP02 je tedy následující: z vibračního zásobníku jsou automaticky dopravována pouzdra do jedné pozice, odsud je odebere robot a nasadí na trny lisovací desky. Poté je lisovací deska pod pracovní deskou dopravena do lisovací pozice. V lisovací pozici je v základacím přípravku zajištěn plastový díl, ze spodní části stroje je vysunuta na pneumatickém válci lisovací deska a pomocí lisovací desky jsou čtyři pouzdra vlisována do plastového těla aktuátoru. Aretační přípravek je následně použit pro automatické odložení plastového těla aktuátoru na dopravník.

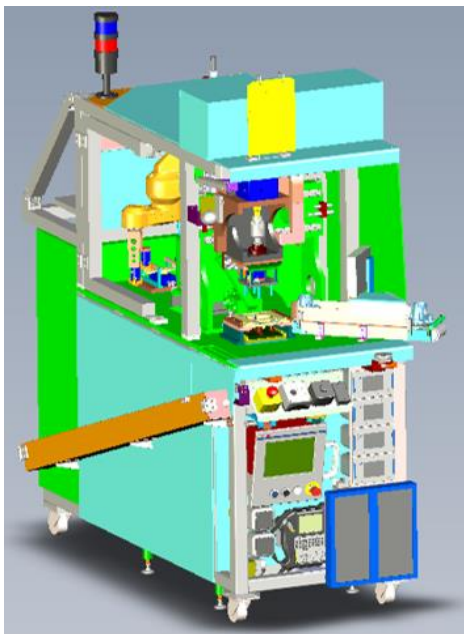
Další problém se objevil po oznámení požadavku konstruktéra o definování velikosti lisovací síly pro lisování pouzder. Jednalo o nový výrobní proces a sériové komponenty v té době ještě nebyly k dispozici, bylo nutné pro zjištění lisovací síly učinit určité kroky. Ze stejného materiálu jaký bude použit u plastového tělesa aktuátoru, byly připraveny vzorky. Ty byly opatřeny otvory o požadovaných rozměrech (průměr  $6 +0,1\text{mm}$ , tloušťka materiálu  $7,9 +0,1\text{mm}$ ). U externího výrobce bylo objednáno 50 ks pouzder dle přiloženého sériového výkresu. Bylo provedeno lisování pouzder do plastového tělesa na zkušebním stroji TIRATEST 2710.

#### **Zkušební parametry:**

- Zkušební norma: Univerzální tahová/tlaková zkouška
- Typ stroje: TIRAtest 2710
- Snímač síly: 5 kN
- Zkušební rychlost: 50mm/min

Výsledky ze zkušebního lisování jsou uvedeny v Příloze číslo 1. Z uvedených hodnot byla spočítána průměrná hodnota lisovací síly – 248,9 N. Na základě této zkoušky byla výrobcem stroje definována lisovací síla na jedno pouzdro – 300 N.

Po úspěšném zapracování všech požadavků byl stroj konstrukčně uvolněn.



Obrázek 43: Uvolněná konstrukce stroje AP02 [3]

### 5.6.2 Stroj AP10 lisování motoru a čepu

U tohoto stroje musely být do stávajícího stroje zaimplementovány dva nové základní přípravy. Jeden přípravek pro uchycení motoru před lisováním a druhý jako přípravek jako aretace dílu před lisováním čepu. Dále bylo v sešitu povinností nově požadováno 100% měření lisovací síly motoru a čepu. Pro měření lisovací síly byl dle doporučení technického oddělení zvolen Kistler maXYmos BL[19].



Obrázek 44: Zařízení na vyhodnocení síly a dráhy Kistler maXYmos BL[19]

Po zpracování všech připomínek byla konstrukce stroje schválena a stroj byl uvolněn do výroby.

### 5.6.3 Stroj AP20 pertlování

Při úpravě stroje se kromě dvou nových základních přípravků neobjevil žádný problém. Snad pouze při výběru průmyslového vysavače pro odsávání otřepů po pertlování. Byl vybrán speciální vysavač Kärcher NT 35/1 Tact BS vysavač suchých a mokrých nečistot [17]. Tento výrobek byl vybrán hlavně kvůli svým antistatickým vlastnostem.

Po zpracování všech připomínek byla konstrukce stroje schválena a stroj byl uvolněn do výroby.

#### 5.6.4 Stroj AP30 lisování destičky

Při konstrukčních rozhovorech u přestavby tohoto stroje se nejvíce diskutovalo o měření výšky kontaktů a čipu. V sešitu povinností ke stroji AP30 bylo popsáno, že pro tři vyráběné produkty na tomto stroji, budou použity tři různé měřicí hlavy. Zástavbový prostor ve stroji nebyl dostatečně velký pro možné použití třetího měřicího přípravku, proto musel být měřicí přípravek upraven tak, aby mohl měřit jak současný produkt GPA 3.0 tak i nový GPA 3.1.

V rámci přestavby na nový produkt byla ve stroji vyměněna lisovací osa. Současná lisovací osa „DSM silver line“ byla nahrazena lisovací osou „DSM gold line“. Nová lisovací osa má možnost rychlejších pohybů, více pracovních cyklů, větší variabilitu při tvoření lisovacích programů [20].



Obrázek 45: DSM lisovací osa [20]

U všech výrobních strojů v lince je stanovena podmínka pro spuštění automatického cyklu. Tato podmínka je načtení a vyhodnocení DMC kódu před spuštěním automatického cyklu. Pouze u stroje AP30 je načtení a vyhodnocení DMC kódu situováno do druhé pracovní pozice.

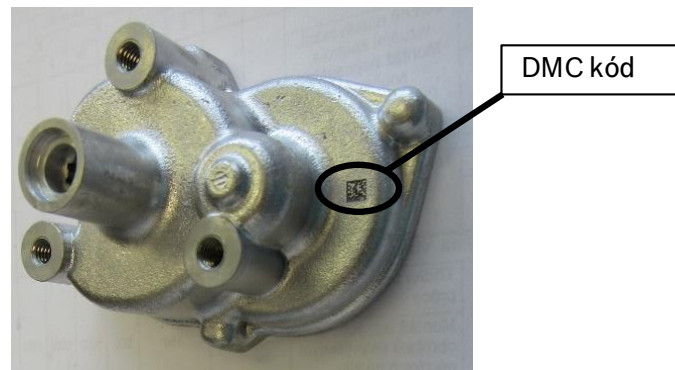
Po zapracování všech připomínek byla konstrukce stroje schválena a stroj byl uvolněn do výroby.

#### 5.6.5 Stroj AP51 laserový popis

Jedná se o nový stroj, kde je na hliníkové víko vypálen DMC kód laserovou technologií. Zavádění DMC kódu je z důvodu zpětné dohledatelnosti dílů. Jde o požadavek zákazníků, kteří chtějí mít přehled o všech datech, které výrobek obsahuje. Obsah DMC kódu bude jedenáctimístné číslo → datum a pořadové číslo, tzn. dd.mm.rr\_0001. Konstrukce požadovala definovat typ laserového zařízení, které bude vykonávat laserový popis. Laser TRUMARK 5020 byl navržen na základě zkušeností technického oddělení RBCB. Na tomto přístroji bylo zkušebně popsáno 25 ks hliníkových vík a poté byla provedena verifikace popsaného kódu. Verifikovaný DMC kód vyhovoval normě ISO/IEC TR 29158 quality grade A. Na základě výsledku testu byl technickým oddělením potvrzen typ laserového zařízení-TRUMARK 5020[10].

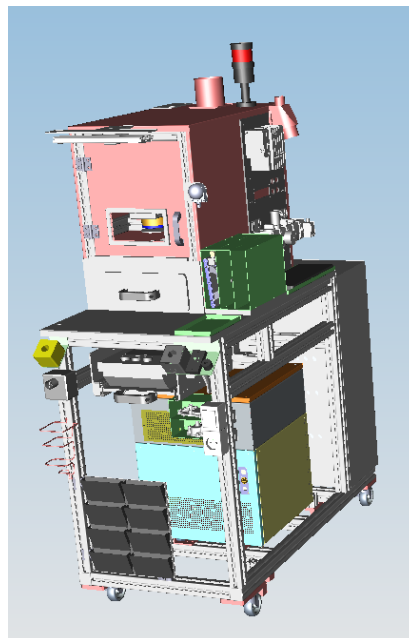


Obrázek 46: Laser TRUMARK [18]



Obrázek 47: Verifikační díl [3]

Po zapracování všech připomínek byla konstrukce stroje schválena a stroj byl uvolněn do výroby.



Obrázek 48: Uvolněná konstrukce stroje AP51 [3]

### 5.6.6 Stroj AP65 laserové svařování

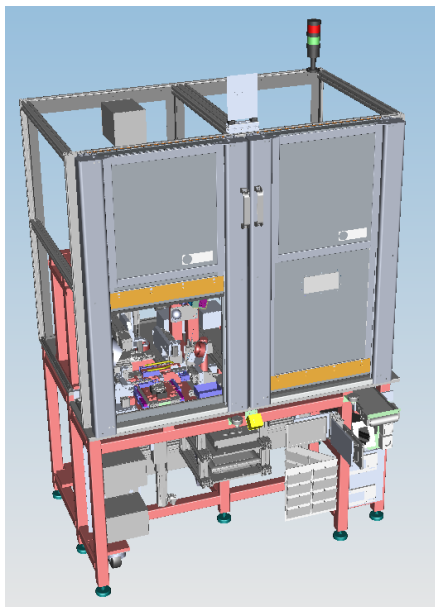
Jedná se o nový stroj, který vznikne kompletní přestavbou stroje aktuálního. Současný stroj byl stavěn jako provizorní řešení pro výrobu aktuátorů GPA 5.0 a jeho takt je 36 vteřin, což je pro nový koncept linky nevyhovující. Po analýze, co by obnášelo přebudování současného stroje na stroj, který by dokázal pracovat v požadovaném osmnácti vteřinovém

taktu bylo rozhodnuto, že ze současného stroje budou použity tyto systémy (TRUMPF LaserNetwork, operační panel, odsávací systém, laserové odměřování OD5, kamera Cognex, systém maXYmos s čidly dráhy a síly aj.) bude postaven stroj nový, který bude splňovat požadovaná kritéria.

Stroj musí ve stanoveném čase osmnácti vteřin dokázat zvládnout - nastavení axiální vůle výrobku, nastavení úhlu páčky, přivaření pinu k páčce, přivaření páčky k sestavě a automaticky vyjmout sestavu ze základacího přípravku a odvezení k následujícímu stroji. Aby všechny tyto požadavky byly zvládnutelné, je nutné tento stroj koncipovat jako dvě nezávisle pracující pracoviště se společným generátorem, ale samostatnými optikami.

Po úvodních konstrukčních pohovorech se objevil první a hned vážný problém. Oddělení vývoje v Robert Bosch České Budějovice změnilo u běžícího projektu technologii laserového svařování páčky k sestavě. Tato změna znamenala, navrácení sešití povinností nazpět k vedoucímu projektu k jeho přepracování a okamžité ukončení všech prací na stroji AP65 laserové svařování. Sešití povinností byl znovu schválen zodpovědnými osobami. Schválený sešití byl poslán opět k výrobcí (v tomto případě už pouze k vybranému) pro vypracování nabídky. Teprve po akceptování nové nabídky a opětovném objednání stroje se mohly opět rozběhnout konstrukční pohovory. Z tohoto důvodu byl termín dodání stroje do Robert Bosch České Budějovice posunut z termínu 30. 6. 2016 na termín 15. 8. 2016.

Díky této změně je stroj AP65 jediný, z celé přestavované linky, který není konstrukčně uvolněn.



Obrázek 49: Současná konstrukce stroje AP65 [3]

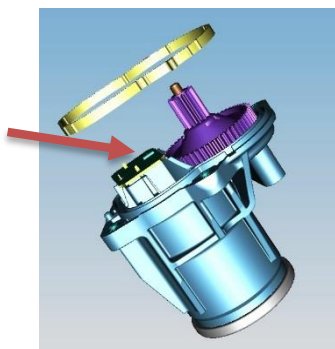
Na tomto stroji stále probíhají konstrukční pohovory.

### 5.6.7 Stroj AP70 lisování těsnění

Nový stroj pro lisování těsnění do plastového (hliníkového) těla aktuátoru.

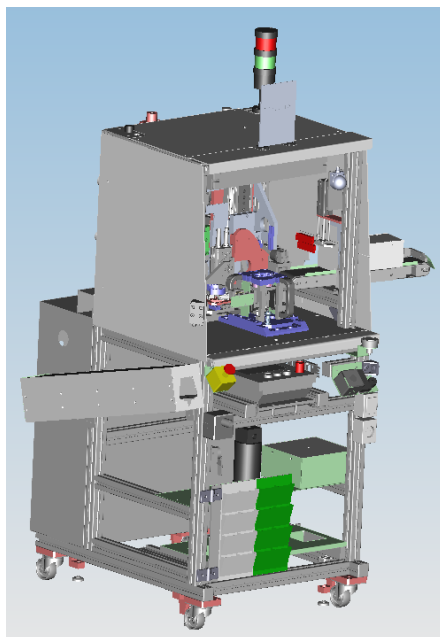
Záludnost u konstrukčního řešení tohoto stroje byla ukryta v pozici, do které se musí těsnění lisovat. U projektu GPA 5.0 se těsnění lisuje do plastového těla aktuátoru a řídicí čip je ukryt uvnitř plastového těla, u projektu GPA 3.0 je těsnění lisováno do hliníkového víka aktuátoru a u nového projektu GPA 3.1 je těsnění lisováno do plastového těla aktuátoru s řídicím čipem v nechráněné pozici.

Byl kladen velký důraz na ochranu čipu, protože při této operaci je možné čip poškodit a tím znehodnotit celý výrobek. Nakonec byl schválen takový koncept stroje, u kterého je plastové těleso zakládáno do přípravku s čipem nasměřovaným nahoru.



Obrázek 50: Pozice nechráněného čipu [3]

Po zapracování všech připomínek byla konstrukce stroje schválena a stroj byl uvolněn do výroby.

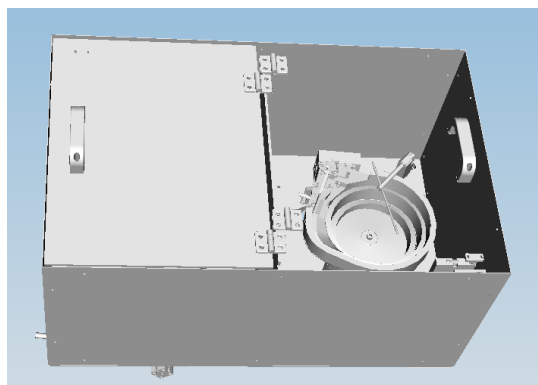


Obrázek 51: Uvolněná konstrukce AP70 [3]

### 5.6.8 Stroj AP80 šroubování

Současný stroj je rozšířen o čtyři nové zakládací přípravky, dvě nové přítlačné desky, přítlačnou hlavu a vyvážecí hlavu. Z pohledu konstruktéra se objevil problém v okamžiku zjištění, že do stroje budou vstupovat nové šrouby. Rozdíl mezi původními a novými šrouby je pouze v jejich délce (nové šrouby jsou o 5mm delší). V původní zástavbě stroje byl vibrační zásobník na šrouby součástí stroje, ale v okamžiku náběhu nových šroubů a nutnosti použít další vibrační zásobník bylo rozhodnuto o umístění dvou vibračních zásobníků mimo stroj AP80. Zda jsou do produktu šroubovány správné šrouby je kontrolováno, jak mechanicky, tak i elektronicky.



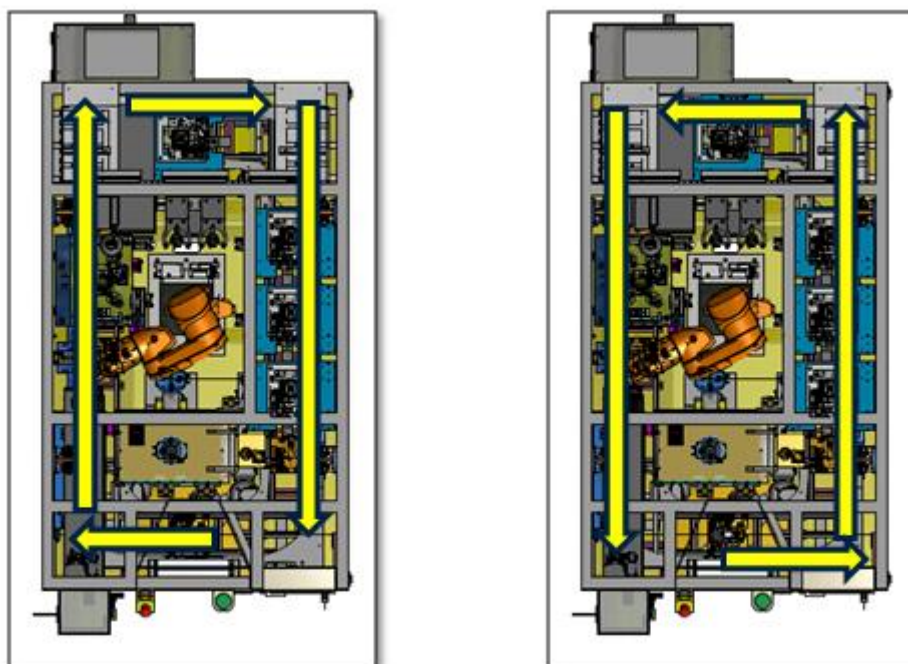


Obrázek 52: Vibrační zásobníky na šrouby [3]

Po zpracování všech připomínek byla konstrukce stroje schválena a stroj byl uvolněn do výroby.

### 5.6.9 Stroj AP90 zkušební stav

Zkušební stav je koncipován jako nový stroj, který je schopen pracovat jak v Robert Bosch České Budějovice, tak i v montážních linkách v Číně a v Mexiku. Všechny tři stroje budou vyrobeny přímo ve firmě RBCB, tudíž jim tato společnost bude poskytovat servis. Na základě těchto skutečností bylo rozhodnuto, že stroje budou mít identický design, aby bylo možné případné chyby a výpadky nasimulovat na dálku. Tento požadavek je zahrnut v cílech této práce. Jako jeden z hlavních problémů se ukázal pohyb materiálu v lince. Ve firmě Robert Bosch České Budějovice probíhá montáž výroby i pohyb mechanismů ve stroji ve směru hodinových ručiček. V závodech v Číně a v Mexiku běží jak směr výroby, tak i pohyby mechanismů ve stroji proti směru hodinových ručiček.



Obrázek 53: Porovnání směru pohybu zkušebního stavu v České republice a Číně / Mexiku [3]

Bylo nutné zajistit, aby všechny tři stroje byly shodné, ale zároveň musí být vyzkoušený shodný díl u stroje v RBCB na pravé straně stroje a u stroje pro Mexiko a Čínu na straně levé. Tohoto bylo dosaženo použitím různých výstupních dopravníků. U stroje pro RBCB musí výstupní dopravník procházet strojem napříč.

Další problém nastal v okamžiku zjištění napájecí elektrické sítě v závodě v Mexiku. V této firmě jsou stroje napájeny z rozvodné sítě 3x440V/3x400V (60Hz), oproti tomu ve firmě RBCB a v Číně jsou stroje napájeny ze sítě standardně 3x440V/230V (60Hz). Bylo nutno stroje vybavit dvěma konverzními autotransformatory z mexické rozvodné sítě na síť českou. V tom okamžiku může stroj pracovat v Mexiku a zároveň i po překlenutí transformátorů i v RBCB.

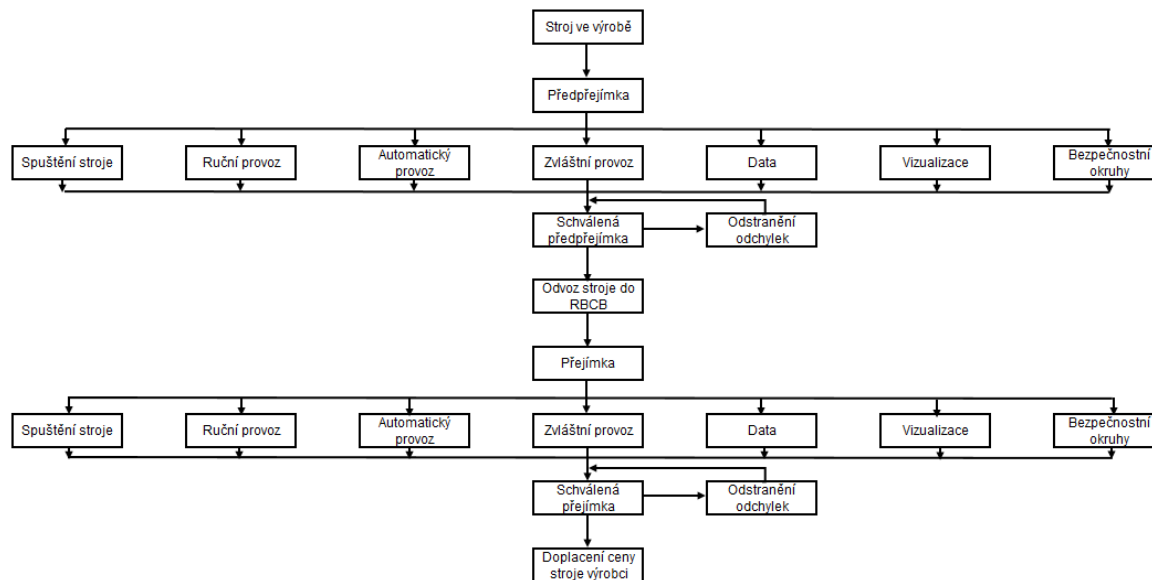
## 5.7 Předpřejímky a přejímky strojů

V rámci stavby strojů dochází ke kontrolním návštěvám. Během stavby každého stroje by měl zákazník vykonat minimálně dvě návštěvy u výrobce stroje. Při těchto kontrolních dnech dochází ze strany výrobce k obeznámení zákazníka o aktuálním stavu stroje.

V okamžiku, kdy výrobce má stroj v takovém stavu, že pracuje v požadovaném taktu, podle předepsaných procesních kroků a splňuje všechny předepsané podmínky, může kontaktovat zákazníka se žádostí o předpřejímku. Mezní termín předpřejímky je stanoven v termínovém plánu. Předpřejímka je prováděna ve firmě výrobce stroje. Zúčastní se jí předepsaní zástupci z jednotlivých oddělení a postupují podle návodu pro předpřejímku stroje. Stroj je kompletně zkontrolován z hlediska bezpečnosti, HW, SW, environmentálního aspektu, ergonomie, kolizních stavů aj. Poté je proveden zápis, ve kterém jsou označeny nesplněné body. Pokud tyto nesplněné body nejsou zásadního významu, může se stroj považovat jako za předpřejatý.

U předpřejatých strojů jsou následně odstraněny všechny odchylky popsané v předpřejímkovém dokumentu výrobcem stroje. Po odstranění odchylek může být stroj odeslán k zákazníkovi, mezní termín pro dodání stroje k zákazníkovi je také stanoven v termínovém kalendáři.

Samotná přejímka stroje probíhá už na místě, kde bude stroj použit pro sériovou výrobu. Opět je provedena celková kontrola stroje podle přejímkového protokolu.



Obrázek 54: Systém přejímky pracovišť [vlastní zdroj]

Úspěšná přejímka pracoviště je podmínkou pro doplacení konečné částky zařízení.

## 5.8 Uvolnění linky do sériového procesu

Na strojích, které jsou přežaty začíná proces uvolnění do sériového provozu. Musí být uvolněny všechny stroje samostatně a nakonec celá linka jako celek.

Jedná se o další seznam úkonů, které jsou kontrolovány vedoucím projektu s pracovníkem oddělení kvality.

- Je vydána schválena procesní FMEA;
- Je vydán a schválen kontrolní plán;
- Jsou prokázány způsobilosti měřidel;
- Jsou prokázány způsobilosti stroje;
- Je prokázána způsobilost procesu;
- Jsou na pracovišti všechny dokumenty dle Bosch standardu;
- Je k dispozici plán přeseřízení, seznamy výměnných přípravků aj.;
- Je k dispozici životopis výrobního zařízení;
- Je k dispozici plán údržby;
- Jsou všichni pracovníci řádně proškoleni o práci na novém zařízení;
- Jsou zásobníky, skluzy, přípravky vhodně navrženy;
- Je zajištěno, aby zmetkový díl nemohl pokračovat ve výrobě;
- Je dokončena přejímka stroje;
- Je zajištěna neoprávněná manipulace s parametry stroje.

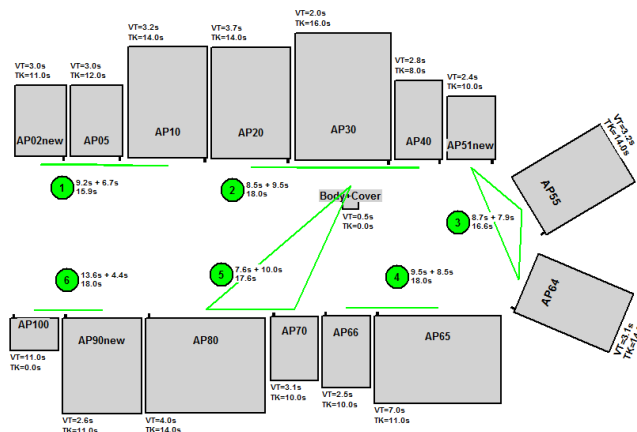
Až teprve po uvolnění linky do sériového procesu může být následně vyrobena nulová zákaznická série. Po úspěšném provedení této nulové série je proces rozšíření a zefektivnění linky pro montáž aktuátoru ukončen.

## 6 Technicko-ekonomické řešení

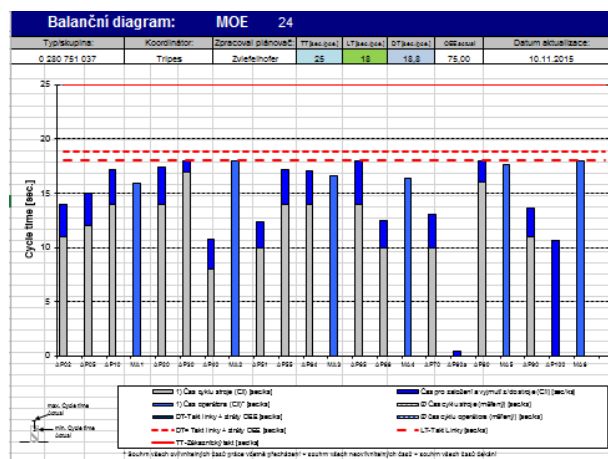
Na začátku projektu a do diplomové práce byly vedoucím oddělení stanoveny cíle projektu, jak technické, tak i ekonomické. V této kapitole bude popsáno, jak jsou cíle splněny, a kde jsou ještě potenciály pro zlepšení.

1. Úprava linky GPA L3 na výrobu aktuátoru GPA 3.1;
  2. Cena přestavby nepřesáhne 1 600 000 Euro;
  3. Návratnost investice nepřesáhne 5 let;
  4. Takt linky nesmí být vyšší než 18 vteřin;
  5. Nový zkušební stav musí být kompatibilní i pro výrobu GPA aktuátorů v Mexiku a v Číně;
  6. Zavedení sledování všech požadovaných parametrů;
  7. Snížení zmetkovitosti o 20% (kontrola po 1 roce v sériové výrobě);
  8. Bezproblémové zavedení nových technologií;
  9. Příprava technické dokumentace;
  10. Termín zprovoznění strojů a první výroba zákaznických vzorků – 30. 6. 2016.
1. Na základě zpracovaných podkladů, jak již bylo detailně popsáno v návrhu nového řešení, byla upravena, rozšířena a zefektivněna linka GPA L3. Po dokončení všech úprav bude schopna vyrábět nový produkt aktuátor GPA 3.1
  2. V současné době, kdy už jsou uhrazeny všechny stroje v lince a zbývá pokrýt pouze náklady na uvolňovací vzorky a náklady na připojení nových strojů k technickým sítím, je proinvestovaná částka 1,3 mil Euro. Se současnou aktuální nabídkou za nastavovací vzorky a připojení strojů k sítím je počítáno s úsporou 6% proti požadovanému stavu 1,6 mil. Euro
  3. Vzhledem k objednanému počtu nových dílů, stanovené ceně za jeden díl a proinvestované částce byla finančním oddělením firmy Robert Bosch České Budějovice spočtena návratnost investice na 2,9 roku. Na uvolnění finančních prostředků pro přestavbu, nebo stavbu linky, která převyšuje 500 000 Euro, je od nejvyššího managementu firmy Robert Bosch stanovena maximální návratnost na 5 let. Pokud některý projekt má návratnost delší než požadovaných 5 let, nejsou finanční prostředky uvolněny.
  4. Všechny stroje v lince byly objednány a konstrukčně navrženy tak, aby splňovaly požadavek na strojní čas maximálně 12 vteřin. Spolu s časem pracovníka nutným pro manuální pohyby (zakládání dílů) nepřekročí takt linky 18 vteřin. Na základě tohoto požadavku byl stroj AP65 laserové svařování navržen tak, aby v podstatě pracoval jako dva nezávislé stroje, které každých 18 vteřin vyrobí jeden shodný díl a dopraví jej k následujícímu stroji.

Z obrázku 55 je patrné, že pro splnění požadavku taktu linky 18 vteřin je nutno použít šesti pracovníků. U každého stroje je zohledněn strojní čas, manipulační čas pracovníka a čas nutný pro přecházení mezi pracovišti. Následně byl návrh počtu a pohybů pracovníků zpracován v balančním diagramu obrázek 56.



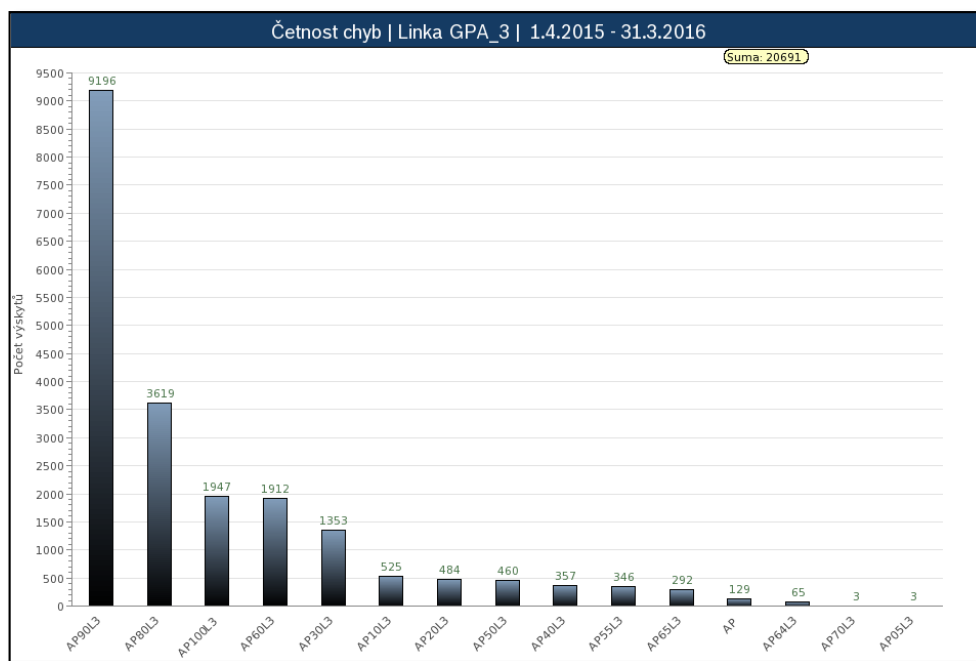
Obrázek 55: Rozložení pracovníků v lince [3]



Obrázek 56: Balanční diagram [3]

- Stroj AP90 pro výrobu v Číně je již vyroben a zároveň probíhá stavba stroje pro Robert Bosch České Budějovice. Stroje jsou stavěny jedna k jedné, stejný layout, stejné použité technologie, stejné procesní kroky. Jediný problém byl s tokem procesů ve stroji. Tento problém byl odstraněn různými pozicemi výstupních dopravníků. Zatímco pro stroje v Číně a v Mexiku je výstupní místo pro shodný díl na levé straně stroje z pohledu obsluhy, tak u stroje pro České Budějovice je shodný díl z pohledu obsluhy na pravé straně stroje.
- Sledování všech požadovaných parametrů je zavedeno na základě vytvoření DMC kódu a ukládání dat na ATMO serveru. DMC kód je vytvořen laserem na hliníkové víko a na plastové těleso aktuátoru. DMC obsahuje jedenáct míst → datum a pořadové číslo tzn. dd.mm.rr\_0001. Pořadové číslo je jedinečné pro každý daný den a bude se měnit ve 24:00hod. Každá pracovní stanice je osazena čtečkou DMC kódu a spuštění automatického provozu je podmíněno přečtením DMC kódu a zprávou z ATMO serveru, že byl díl zpracován na předchozím pracovišti. Zároveň jsou všechna důležitá data ze stroje (lisovací síly, lisovací dráhy, momenty, programovací napětí aj.) uložena na ATMO serveru. Poté bude možné kdykoliv u jakéhokoliv shodného dílu pomocí čtečky DMC kódu vyčíst všechna potřebná data (datum výroby, všechny požadované parametry, zda díl prošel všemi pracovišti) pro zpětnou sledovanost.

7. Jeden ze stanovených cílů je snížení zmetkovitosti o 20% proti původnímu stavu. Tento bod bude sice hodnocen až po 1. roce provozu linky v sériovém procesu, ale z důvodu porovnání byla provedena analýza chyb linky GPA L3 v současné době.



Obrázek 57: Počet nestandardních dílů v GPA L3 [3]

Z provedené analýzy je na první pohled patrné, že většina nestandardních dílů „vzniká“ na pracovišti AP90. I toto byl jeden z důvodů, proč při návrhu nového stroje AP90 nebyl použit již vyzkoušený princip čtyřpozicového rotačního stolu. U současného stroje AP90 je největší úskalí v tom, že běží několik technologií najednou v jedné pracovní pozici a ty se navzájem ruší mezi s sebou. Tento problém by měl být vyřešen tím, že nový stroj AP90 bude mít 9 pracovních pozic a ty nejdůležitější technologie budou pracovat samostatně. Na základě předchozích zkušeností je předpokládáno, že se počet neshodných dílů na stroji AP90 sníží o 50%.

Pro upřesnění počet chyb (20 691 dílů za rok) se zdá být velmi vysoký, ale standardně se zmetkovitost ve výrobě GPA aktuátorů pohybuje v rozmezí 2 až 4% z celkové produkce aktuátorů. Navíc ještě kolem 80% těchto nestandardních dílů lze opravit a opětovně použít do sériové výroby.

od 1.4.2015 do 31.3.2016			
vyrobeno celkem [ ks ]	847 474	stroj AP90 [ ks ]	9196
nestandardní NOK dílce [ ks ]	20 691	z NOK dílců [ % ]	44,4
NOK dílce [ % ]	2,4	stroj AP90 snížení NOK dílů o 50 % [ ks ]	4598
celkové snížení 16093/847 474 [ % ]	1,9		
ponížení NOK dílů v cele lince o [ % ]	20,9		

Obrázek 58: Snížení počtu nestandardních dílů o 20% [vlastní zdroj]

8. Bezproblémové zavedení nových technologií. Tento bod může být také hodnocen nejdříve po jednom roce sériového provozu. Nové technologie, které byly zavedeny do linky GPA L3 jsou – robot (nabíjení pouzder ve stroji AP02), laserový popis (popsání hliníkového víka DMC kódem ve stroji AP51 a popsání plastového těla aktuátoru zákaznickou etiketou ve stroji AP90).
9. Příprava technické dokumentace  
Technické dokumentace přímo ke strojům (elektrická schémata, pneumatická schémata, návody ke strojům) je dodána přímo výrobcem stroje a je podmínkou pro úspěšnou přejímku stroje.  
Technickou dokumentaci, která je nutná pro uvolnění strojů a následně i celé linky do sériového provozu musí vytvořit vedoucí projektu. Jedná se o tyto dokumenty – FMEA, kontrolní plán, pracovní návody pro obsluhu, návody pro přeseřzení, seznamy přípravků, preventivní technické prohlídky, list uvolnění stroje na začátku směny, list uvolnění výroby na začátku směny aj.  
FMEA - (Failure Mode and Effect Analysis), v překladu Analýza možných vad a jejich následků. Cílem FMEA je už ve fázi přestavby linky definovat možné poruchy vzhledem k funkčním požadavkům, odhadnout pravděpodobnost výskytu příčin poruch, možnost jejich detekce a přijetí opatření na nejvýznamnější rizika, ukázka viz. Příloha číslo 4.  
Kontrolní plán – (Control plan), je to dokumentovaný popis systémů a procesů požadovaných pro řízení produktu. Přesněji řečeno, jde o dokument, který obsahuje sled všech výrobních a kontrolních operací tak, jak jsou na výrobku prováděny během jeho výroby, ukázka viz. Příloha číslo 5.  
Pracovní návody pro obsluhu – neboli jednoznačný popis postupu výroby pro pracovníka. Dále návodka popisuje, jaký materiál vstupuje do stroje, v jakém pořadí je montován a následně popisuje i předepsané kontrolní kroky. Viz. Příloha číslo 6.  
Návody pro přeseřzení – existuje jeden centrální návod pro přeseřzení celé linky a poté i jednotlivé návody pro jednotlivé stroje. Viz. Příloha číslo 7.  
Seznam přípravků – jeden centrální seznam pro všechny vyměnitelné přípravky v celé lince.  
Preventivní technické prohlídky – návod ke každému stroji, který popisuje úkony nutné vykonat pro dobrý technický stav stroje. Jsou rozepsány úkoly a jejich frekvence jak pro montážní pracovníky, tak i pro seřizovače a i pro pracovníky technického oddělení. Viz. Příloha číslo 8.  
List uvolnění stroje – v tomto návodu jsou popsány důležité kroky pro uvolnění stroje na začátku každé směny. Jedná se o vizuální kontrolu stroje, uvolnění stroje uvolňovacími díly, vizuální kontrolu smontovaného výrobku aj. Viz. Příloha číslo 9.  
List uvolnění výroby – obsahuje informace, zda jsou uvolněny všechny stroje, zda jsou všichni pracovníci v odpovídajícím předepsaném oblečení, zda namátková kontrola ze strany oddělení kvality je v pořádku. Viz. Příloha číslo 10.  
Všechna tato dokumentace je potřebná pro úspěšné uvolnění linky do sériového procesu. V současné době je vytvoření všech těchto dokumentů splněno z 75%.
10. Termín dodání a zprovoznění strojů do 30. 6. 2016 je stále aktuální. Všechny stroje by měly být v tomto termínu již v Robert Bosch České Budějovice. Pouze u stroje AP65 laserové svařování je již nyní jisté, že tento termín nebude dodržen. U tohoto stroje došlo ke změně procesu laserového svařování během konstrukčního návrhu. Na základě této změny došlo k prodloužení termínu o dva měsíce.

## 7 Závěr

Jak již vyplývá z názvu diplomové práce „Rozšíření možností a zefektivnění linky pro montáž a kontrolu aktuátoru“ jednalo se o úpravu a rozšíření poloautomatické linky GPA L3. Práce byla zadána společností Robert Bosch s. r. o. České Budějovice, konkrétně byla zpracována pro oddělení výroby plynových pedálů a GPA aktuátorů.

U projektu takovéto velikosti se musí postupovat dle jasně stanovených Bosch pravidel, je i struktura diplomové práce jasně zřetelná.

Hodnocení úspěšnosti celkového projektu není úplně možné, protože linka bude vyrábět nové produkty nejdříve v polovině července 2016. A hodnotit počáteční rozjezd výroby nového produktu není také úplně optimální vzhledem k problémům, které standardně začátky projektů provázejí. Optimální čas pro použití prvních zpracovatelných dat je možný tak po tří měsíčním automatickém provozu.

Nicméně hodnotit se dají i jednotlivé postupné kroky při tvorbě projektu.

Start projektu se datoval ke dni 1. 10. 2015. Jako první krok bylo seznámení vedoucího oddělení s dispozičním řešením, popsání jednotlivých pracovišť a vysvětlení, proč jsou nutná nová pracoviště.

Dalším a zajisté nejdůležitějším bodem bylo vypracování žádosti o uvolnění finančních prostředků pro GPA 3.1 projekt. Tato žádost byla směřována až na nejvyšší vedení společnosti Robert Bosch (žádost přesahovala částku 500 000 Euro). Jedná se o velice důležitý dokument svázaný jasnými pravidly. Součástí tohoto dokumentu je také PGL analýza (podrobný popis všech potřebných kroků při tvorbě projektu).

Poté přišla řada na samotné technické řešení. Tvorba sešitů povinností – popis všech procesních kroků, představa, jak budou jednotlivé stroje pracovat. V okamžiku rozšiřování výroby do současného výrobního zařízení se objevuje problém se zkoordinováním nové výroby do stávající linky.

V současné době se staví nové stroje a vše směřuje k úspěšnému rozjezdu výroby nového produktu.

V diplomové práci byly podrobně popsány změny, úpravy a nové stroje nutné pro úspěšnou přestavbu stávající linky. Dle mého názoru byl smysl práce jasně potvrzen, protože změny, úpravy a stavba nových strojů probíhá přesně podle návrhů popsaných v této práci.

Závěrem je třeba dodat, že u projektu tak velkých rozměrů jako je přestavba linky GPA L3 není 9 měsíců dostačující čas pro splnění všech požadovaných cílů.



## 8 Literatura

- [1] PETRŮ, J., ČEP, R. *Základy montáže*. Vyd. 1. Ostrava: Fakulta strojní VŠB-TUO, 2012, 1CD-ROM. ISBN 978-80-248-2773-5.
- [2] HOFMAN, P. *Technologie montáže*. Vyd. 1. ZČU Plzeň: Fakulta strojní, katedra technologie obrábění. ISBN 80-7082-382-8
- [3] Interní materiály společnosti Robert Bosch s. r. o.
- [4] LUBOJÁCKÝ, O. a kol. *Základy robotiky*. Fakulta strojní, katedra částí a mechanismů strojů. Vyd. 2. Liberec: Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1990. ISBN 80-7083-034-4
- [5] CHVÁLA, B., NEDBAL, J., DUNAY, G. *Automatizace*. Vydalo SNTL-Nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, 11302 Praha 1. ISBN 80-03-00090-4
- [6] SOVA, F. *Automatizace výrobních procesů*. VŠSE v Plzni - ediční středisko. Vyd. 1. VŠSE – 285
- [7] PETRŮ, J., ČEP, R. *Týmová cvičení z předmětu montážní práce a automatizace montážních prací*. Vydání první 2011. Studijní materiály pro studijní obor Strojírenské technologie Fakulty strojní VŠB-TUO. ISBN 978-80-248-2707-0
- [8] FULEMOVÁ, J. *Přednášky z KTO/TEM*. Plzeň: ZČU, 2013. 1. Přednáška
- [9] Robert Bosch GmbH, KRÁLÍK, J. *Bosch v České republice*. Produkce: BB Partner, s. r. o., Praha, 2007. 103s.
- [10] KRÍŽ, R., a kol. *Stavba a provoz strojů I*. Vydání první. Vydalo SNTL-Nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, Praha 1, 1977. 328s.
- [11] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra*. Vydání první. 1999 Computer Praha. ISBN 80-7226-055-3

### Internetové zdroje :

- [12] Stäubli. *Stäubli* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.staubli.com/de/robotik/roboterarme/mittlere-traglasten/tx90/>
- [13] Keyence. *Keyence* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.keyence.de/products/process/pressure/ap-c30/models/ap-c30w/index.jsp>
- [14] Centre for Industrial Engineering. *Centre for Industrial Engineering* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/moznost-i-usporadani-linky>
- [15] Novotechnik. *Novotechnik* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.novotechnik.de/produkte/wegaufnehmer/>

[16] Sick. *Sick* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <https://www.sick.com/de/de/distanzsensoren/displacement-messsensoren/od-precision/od5-150t40/p/p351144>

[17] Kärcher. *Kärcher* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: [http://www.karcher.cz/cz/Vyrobky/Professional/Vysavace/Specialni\\_vysavace/11847000.htm](http://www.karcher.cz/cz/Vyrobky/Professional/Vysavace/Specialni_vysavace/11847000.htm)

[18] Trumark. *Trumark* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.trumpf-laser.com/de/produkte/beschriftungslaser/oem-beschriftungslaser/trumark-serie-5000.html>

[19] Kistler. *Kistler* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <https://www.kistler.com/de/de/produkte/systeme/maxymos-bl-tl-nc/>

[20] DSM Messtechnik. *DSM Messtechnik* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: [http://www.dsm-messtechnik.de/2013/cms/front\\_content.php?idcat=103&lang=2](http://www.dsm-messtechnik.de/2013/cms/front_content.php?idcat=103&lang=2)

## **PŘÍLOHY DIPLOMOVÉ PRÁCE**

## Obsah

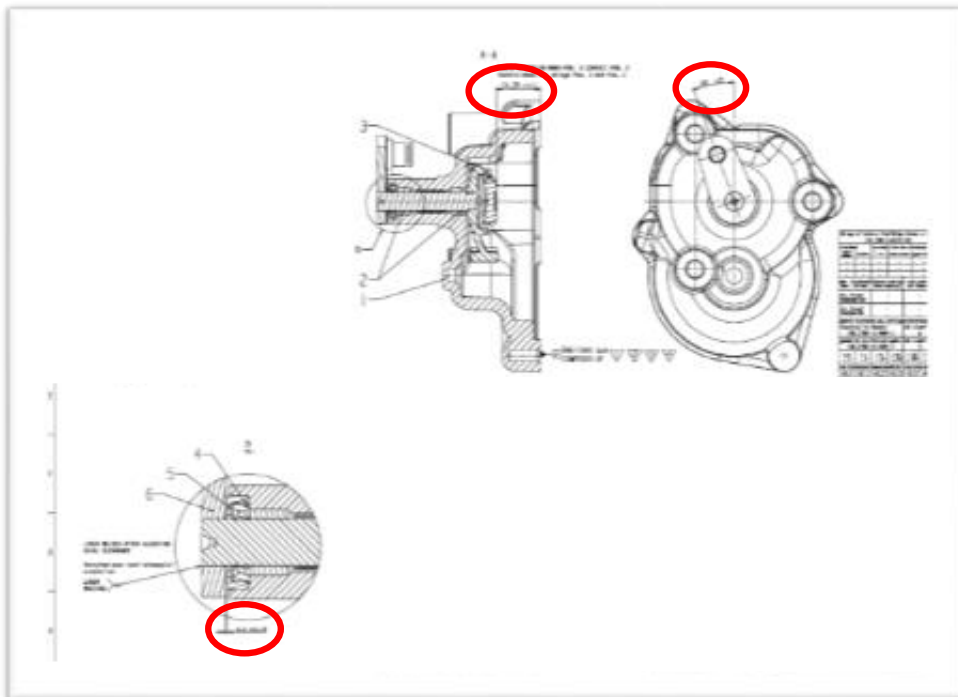
Příloha č. 1: Výsledky zkušební lisování pouzder .....	III
Příloha č. 2: Rozměry důležité pro stavbu uvolňovacího dílu pro stroj AP 10 .....	IV
Příloha č. 3: Měřené rozměry ve stroji AP66.....	V
Příloha č. 4: Ukázka z FMEA .....	VI
Příloha č. 5: Ukázka z kontrolního plánu .....	VII
Příloha č. 6: Pracovní návodka pro obsluhu pro stroj AP80 .....	VIII
Příloha č. 7: Přeseřízení stroje AP80.....	IX
Příloha č. 8: Preventivní údržba .....	X
Příloha č. 9: List uvolnění stroje AP80.....	XI
Příloha č. 10: List uvolnění výroby .....	XII

## Příloha č. 1: Výsledky zkušebního lisování pouzder

<i>Vzorek</i>	<i>OK</i>	<i>Datum</i>	<i>Čas</i>	<i>Síla [N]</i>	<i>Dráha [mm]</i>
1	OK	11.2.2016	12:08	252	7,91
2	OK	11.2.2016	12:08	255	7,9
3	OK	11.2.2016	12:09	247	7,91
4	OK	11.2.2016	12:09	241	7,91
5	OK	11.2.2016	12:10	256	7,91
6	OK	11.2.2016	12:10	248	7,9
7	OK	11.2.2016	12:11	244	7,9
8	OK	11.2.2016	12:11	254	7,9
9	OK	11.2.2016	12:12	252	7,91
10	OK	11.2.2016	12:12	242	7,9
11	OK	11.2.2016	12:13	246	7,9
12	OK	11.2.2016	12:13	248	7,9
13	OK	11.2.2016	12:14	239	7,91
14	OK	11.2.2016	12:14	252	7,89
15	OK	11.2.2016	12:15	255	7,91
16	OK	11.2.2016	12:15	248	7,91
17	OK	11.2.2016	12:16	246	7,91
18	OK	11.2.2016	12:16	231	7,89
19	OK	11.2.2016	12:17	245	7,89
20	OK	11.2.2016	12:17	259	7,89
21	OK	11.2.2016	12:18	262	7,91
22	OK	11.2.2016	12:18	247	7,91
23	OK	11.2.2016	12:19	239	7,9
24	OK	11.2.2016	12:19	236	7,9
25	OK	11.2.2016	12:20	244	7,9
26	OK	11.2.2016	12:20	258	7,9
27	OK	11.2.2016	12:21	251	7,9
28	OK	11.2.2016	12:21	229	7,9
29	OK	11.2.2016	12:22	265	7,9
30	OK	11.2.2016	12:22	241	7,9
31	OK	11.2.2016	12:23	239	7,91
32	OK	11.2.2016	12:23	248	7,91
33	OK	11.2.2016	12:24	244	7,89
34	OK	11.2.2016	12:24	265	7,91
35	OK	11.2.2016	12:25	238	7,91
36	OK	11.2.2016	12:25	261	7,89
37	OK	11.2.2016	12:26	259	7,91
38	OK	11.2.2016	12:26	249	7,91
39	OK	11.2.2016	12:27	255	7,9
40	OK	11.2.2016	12:27	247	7,9
41	OK	11.2.2016	12:28	239	7,91
42	OK	11.2.2016	12:28	261	7,89
43	OK	11.2.2016	12:29	252	7,91
44	OK	11.2.2016	12:29	259	7,91
45	OK	11.2.2016	12:30	237	7,91
46	OK	11.2.2016	12:30	241	7,91
47	OK	11.2.2016	12:31	244	7,89
48	OK	11.2.2016	12:31	256	7,91
49	OK	11.2.2016	12:32	262	7,9
50	OK	11.2.2016	12:32	254	7,9



### Příloha č. 3: Měřené rozměry ve stroji AP66



**Příloha č. 4: Ukázka z FMEA**

NR.	KOMPONENTE PROZESS	FUNKTION	FEHLER- ART	FEHLER- FOLGE	FEHLER- URSACHE	FEHLER- VERMEIDUNG	FEHLER- ENTDECKUNG	B	A	E	RPZ	MASSNAHMEN V./T.
1030.3.1. a.1	A Leiterplatte einlegen	A richtige Lage der Leiterplatte in der Vorrichtung ohne Beschädigung sicherstellen	Leiterplatte nicht in richtige Position	[GPA 3.1] keine Funktion / Funktion beeinträchtigt  [Fahrzeug, Kunde, Milieu] >> 0-Km Beanstandung	[Mitarbeiter] Mitarbeiter hat Blister in die Maschine umgekehrt eingelegt	MA-Unterweisung - FH Nr. AP30_1030_3  POKA-YOKE - Konstruktion des Blisters  konstruktive Gestaltung der Leiterplatte durch Codierung und 100% aut. Abfrage auf Typ-Richtigkeit	100% Funktionsprüfung (Op. 1090) 100% Sichtkontrolle	8	1	6	48	
1030.4.1. a.1	Leiterplatte rammkontaktieren	Leitfähigkeit, Weg und Kraft einhalten >> richtige Kontaktierung sicherstellen	Leiterplatte nicht rammkontaktiert	[GPA 3.1] Kontakte vorbeschädigt  [GPA 3.1] > Regelung der variablen Turbinengeometrie beeinträchtigt  [Fahrzeug, Kunde, Milieu] >> höhere Emission	[Einsteller] Greifer hat falsche Position für die Rammkontaktierung eingefahren - Einsteller hat den greifer falsch eingestellt	Ersteilfreigabe	100% aut. max. Kraft- und Endpositionüberwachung beim Einpressen 100% Funktionsprüfung (Op. 1090) 100% Sichtkontrolle 100% Kontrolle der Rammkontaktierung (durch mechanische Tasten)	9	2	6	108	
1030.4.1. b.1					[Einsteller] Einsteller hat kleine Einpresskraft eingestellt	Ersteilfreigabe	100% Funktionsprüfung (Op. 1090) 100% Sichtkontrolle 100% aut. Sensorstandmessung vor Leiterplatte ins Gehäuse 100% Kontrolle der Rammkontaktierung (durch mechanische Tasten)	9	2	6	108	




**Příloha č. 5: Ukázka z kontrolního plánu**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
18		...	Getriebegehäuse, Motor	Getriebegehäuse und Motor in Montagevorrichtung einlegen, Montageanlage starten, Teile einpressen bis zum Anschlag	AP10_L3 MAE 911009 EWAK 911011	Kontrolle richtiges Einlegen in die Vorrichtung, Anwesenheit Endposition des Pressprozesses	...	...	3. Linie WP603 7102 TPM	Maschinenstopp, Vorrichtung Poka-Yoke	3. Linie AP10_101_0_3	...	V.I.P (Fertigungs- Informations-Portal)	...	...	...	AS/NA- DemontGP AS FMEA_GP A_Repasy_02-16 Nr. 300016GRP 04	Einstellung	...
19		...	...	Einpressprozess Überwachung Motor	...	L3 max. Einpresskraft, Endposition	...	...	PMÜ	Maschinenstopp	PV: F01C900 186, 197 Z: F01C470 173, 180	siehe Datei PMÜ	V.I.P (Fertigungs- Informations-Portal)	Maschine	100 %	...	AS	Einstellung	Cg,Cg k>=1,3 3
20		...	...	Einpressprozess des Motors Überwachung	...	Richtige Kontaktierung	...	...	...	Maschinenstopp	Z: F01C470 173, 180	...	V.I.P (Fertigungs- Informations-Portal)	Maschine	100 %	...	AS	Einstellung	...
21		...	...	Automatisches Ablegen auf die Ablagefläche für nächsten AP	...	Richtiges Ablegen, Transport zu n.AP	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
22		1020	...	Sichtkontrolle Operation 1010	...	...	Richtige Teile, Beschädigung der Teile, Vollständigkeit der Baugruppe	...	...	...	3. Linie AP20_10 20_3	...	V.I.P (Fertigungs- Informations-Portal)	MA	100 %	...	AS	...	...
23		...	Baugruppe, Verschlussdeckel und Feder	Baugruppe, Deckel und Feder in Vorrichtung einlegen, Montageanlage starten - Einbördeln Verschlussdeckel über GG-Kante	AP20_L3 MAE 911007 EWAK 911012	Kontrolle richtiges Einlegen in die Vorrichtung, Anwesenheit	...	...	3. Linie WP603 7102 TPM	Maschinenstopp, Vorrichtung Poka-Yoke	3. Linie AP20_10 20_3, Stül	...	V.I.P (Fertigungs- Informations-Portal)	...	...	...	AS FMEA_GP A_Repasy_02-16 Nr. 300016GRP 04	Einstellung	...
24		...	...	Bördelnprozess Überwachung durch Formkulis	...	Richtige Form der Bördelkante nach Kulis	...	...	...	Maschinenstopp, Vorrichtung Poka-Yoke	Z: F01C470 173, 180	...	V.I.P (Fertigungs- Informations-Portal)	Maschine	100 %	...	AS	Einstellung	...
25		...	...	Automatisches Ablegen auf die Ablagefläche für nächsten AP	...	Richtiges Ablegen, Transport zu n.AP	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
26		1030	...	Sichtkontrolle Operation 1020	...	...	Richtige, unbeschädigte Teile, vollständige Baugruppe	...	...	...	3. Linie AP30_10 30_3	...	V.I.P (Fertigungs- Informations-Portal)	MA	100 %	...	AS/NA- DemontGP AS	Einstellung, Reparatur	...
27		...	ESD-Überprüfung	ESD Kontroll-einrichtung	...	...	Funktion der ESD- Schutze prüfen	...	PMÜ	...	GPA_LUV_antistatik, GPA_LUV_antistatic-extern	siehe Datei PMÜ	GPA_LUV_antistatik, GPA_LUV_antistatic-extern	MA	...	1x Schicht	ESD Sicherheit herstellen	Einstellung	...
28		...	...	Richtige Platine (Typ) prüfen, Tausch der Platinen zu eliminieren	...	Abfrage SNr. per Kodierung auf Platine	...	...	...	Maschinenstopp	Z: F01C490 081, 082 Stül	...	V.I.P (Fertigungs- Informations-Portal)	Maschine	100 %	...	AS/NA- DemontGP AS	Einstellung	...
29		...	Baugruppe, Platine	Baugruppe in Montagevorrichtung einlegen, Montageanlage starten, Platine automatisch einpressen, Verkettung mit AP20	3. Linie AP30 MAE 911008 EWAK 911013	Kontrolle richtiges Einlegen in die Vorrichtung, Anwesenheit Endposition des Pressprozesses	...	...	3. Linie WP603 7102 TPM	Maschinenstopp, Vorrichtung Poka-Yoke	3. Linie AP30_10 30_3	...	V.I.P (Fertigungs- Informations-Portal)	...	...	...	AS/NA- DemontGP AS FMEA_GP A_Repasy_02-16 Nr. 300016GRP 04	Einstellung, Reparatur	...

## Příloha č. 6: Pracovní návodka pro obsluhu pro stroj AP80

**Návod pro**  
**výrobu / zkoušení / balení**

**Postup práce**

**BOSCH**

Číslo návodky:AP80\_1080\_3

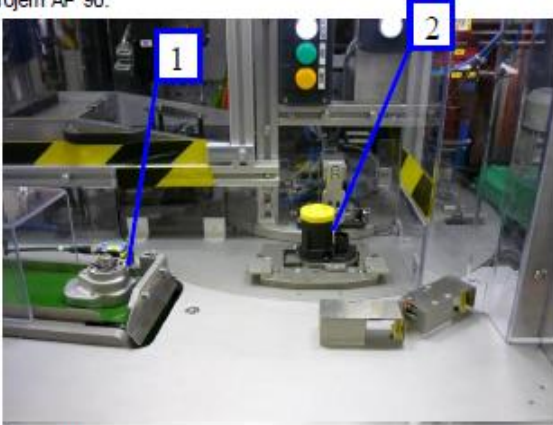
### Šroubování tělesa a víka

1. Z AP 70 vzít hliníkové víko s těsněním (1), vizuálně kontrolovat správné založení těsnění, a zda na magnetu není přichycena nějaká kovová část. U projektu 023, 035, 037, 039, 048, 050 vzít hliníkové víko ze stroje AP 65 a vizuálně zkontrolovat označení přivaření (3).
2. Z AP 30 vzít těleso, vizuálně zkontrolovat a sesadit ho ručně s hliníkovým víkem a takto připravený kus vložit do základacího přípravku (2). U projektu 023, 035, 037, 039, 048, 050 odebrat těleso ze stroje AP 70.
3. Sejmout žlutou krytku (odložit do zásobníku mimo stanici)
4. Spínačem **Star** spustit automatický pracovní cyklus.
5. Další cyklus lze provádět po ukončení cyklu signalizovaném kontrolním světlem

Automatický cyklus:


- 1) pozice kontrola přítomnosti těsnění
- 2) automatické šroubování šroubu 1, 2
- 3) automatické šroubování šroubu 3, 4
- 4) pouze u 023, 035 – automatické šroubování šroubu 5
- 5) vyjmutí dílce a odložení na skluz

Proběhne-li vše v pořádku, rozsvítí se žárovka **Dobry kus**.  
Vznikne-li závada, vadný díl dojde do první polohy, dále se musí odhlásit chybová hláška na obrazovce a prohodit díl do NOK zásobníku. Teprve poté je stroj odblokován a může pokračovat dále ve výrobě. Stroj AP 80 je programově svázán se strojem AP 90.



organizační údaje

## Příloha č. 7: Přeseřzení stroje AP80

<b>Návod pro výrobu / zkoušení / balení</b>	 <b>BOSCH</b>
<b>Postup práce</b>	<b>Číslo návodky: 1080_3_Přeseřzení</b>
 <b>Typ: 0 280 751 016</b>	
Zakládací přípravky:	Wahler 016, 018 ( 4 ks )
Přítlačení dílu v první pozici:	Wahler 016, 018
Přítlačné desky:	Wahler 016, 018
Ovládání - zvolený typ:	Wahler 016
Kontrola přít. těsnění	Wahler 016, 018
<b>Typ: 0 280 751 018</b>	
Zakládací přípravky:	Wahler 016, 018 ( 4 ks )
Přítlačení dílu v první pozici:	Wahler 016, 018
Přítlačné desky:	Wahler 016, 018
Ovládání - zvolený typ:	Wahler 0
Kontrola přít. těsnění	Wahler 016, 018
<b>Typ: 0 280 751 023</b>	
Zakládací přípravky:	VTG 023 ( 4 ks )
Přítlačení dílu v první pozici:	VTG 023
Přítlačné desky:	VTG 023
Ovládání - zvolený typ:	VTG 023
Kontrola přít. těsnění	VTG 023
<b>Typ: 0 280 751 037</b>	
Zakládací přípravky:	K9K 037, 039, 048, 050 ( 4 ks )
Přítlačení dílu v první pozici:	K9K 037, 039, 048, 050
Přítlačné desky:	K9K 037, 039, 048, 050
Ovládání - zvolený typ:	K9K 037, 039, 048, 050
Kontrola přít. těsnění	K9K 037, 039, 048, 050

## Příloha č. 8: Preventivní údržba

<b>Návod pro výrobu / zkoušení / balení</b>	 <b>BOSCH</b>
<b>Postup práce</b>	<b>Číslo návodky: TPM_AP80_L3</b>

**Návod pro činnosti při TPM**

**Stroj AP 80L3 – 911 004**

**Malé TPM**

Čištění strojního zařízení od komponentů a nečistot z vnitřních i vnějších prostor	- obsluha
Zrková kontrola celého stroje	- obsluha
Dotážení všech snímačů	- obsluha
Výměnné přípravky musí jít lehce vyměnit	- obsluha
Vyčištění vibračního zásobníku	- obsluha
Přezkoušení uvolňovacích etalonů	- seřizovač
Kontrola posuvných částí (dle potřeby mazat strojním olejem)	- seřizovač

**Velké TPM**


Velké TPM obsahuje všechny úkony jako malé TPM plus tyto následující

Kontrolovat vůle ve vedení	- obsluha
Kontrola úniků vzduchu, oprava netěsností	- seřizovač
Kontrola technických parametrů dle předlohy	- seřizovač
Vyčištění šroubovací sestavy	- seřizovač
Vyčištění vakuových pump, vyčištění rozdělovacího šoupátka šroubů	- seřizovač
Vyčištění vzduchových filtrů	- seřizovač

Kontrola dummy dělů dle směrnice 06.332.05

Poznámky:  
technické parametry jsou uloženy na linku:  
[K:\03\\_Dlna\\_dokumentace\ Dokumentace\GPA\\_S\\_L320\\_Navodky\\_serizovaci\01\\_Parametry](#)

### Příloha č. 9: List uvolnění stroje AP80

návod pro výrobu a zkoušení  **BOSCH**

+ GPA-S č. náv. LUV 3: 811004

**List uvolnění výroby**

**Název:** AP80 - Sešroubování tělesa a víka  
**Provádí:** Seřizovač MOE 24

**Způsob provedení:** Kontrola funkce: navolit speciální režim ověření , založit Durupy dílce D, K, N, O, K, stanice musí hlásit i.O. Výroba prvního ks a jeho vyhodnocení přítomnost všech šroubů, dotažení všech šroubů žádná mezera mezi šroubem-víkem-tělesem

**Interval zkoušení:** 1x za směnu

Datum	Typ	Směna	Kontrola <u>Durpy</u> dílce		Kontrola sešroubování		Nepoškozenost GPA-S		Podpis
			V pořádku	ANO NE	V pořádku	ANO NE	V pořádku	ANO NE	

