

# Návrh konstrukce zařízení výrobní linky

Bc. Marek Grec

---

Diplomová práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Příjmení a jméno: ..... Obor: .....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně .....

.....

---

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Je nutné měnit dlouhodobě zavedené výrobní postupy a zastaralé výrobní technologie a nahrazovat je produktivnějšími metodami. Každá firma musí mít stanovenou podnikatelskou strategii vedoucí k co nejvyšší produktivitě v požadované kvalitě a při co nejmenších nákladech, protože má smysl vyrábět jen to, co můžeme výhodně prodat.

Klíčová slova: automatizace, montáž, GRA páka, proces, tempomatová páka

## **ABSTRACT**

It is necessary to change the established manufacturing processes and outdated manufacturing technology and replacing them with productive methods. Every company must have a set business strategy, leading to higher productivity in the required quality and at the least possible cost, because the meaning has only produce what we can sell for a profit.

Keywords: automatization, assembly, GRA lever, process, speed control lever

Chtěl bych poděkovat doc. Ing. Zdeňkovi Dvořákovi, CSc., vedoucímu mé diplomové práce, za ochotu a odborné rady.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Martinovi Müllerovi, mému konzultantovi a kolegovi, za poskytnutý čas a cenné rady.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
1.1 ÚROVNĚ VÝROBNÍCH PROCESŮ .....	10
<b>2 KLASIFIKACE PROCESŮ</b> .....	<b>11</b>
2.1 ROZDĚLENÍ PROCESŮ PODLE FUNKČNOSTI .....	11
2.1.1 Průmyslové procesy.....	11
2.1.2 Administrativní procesy .....	12
2.1.3 Řídící procesy.....	12
2.2 ROZDĚLENÍ PROCESŮ PODLE KLÍČOVOSTI .....	13
2.2.1 Klíčové procesy .....	13
2.2.2 Pomocné procesy.....	13
2.2.3 Operace.....	13
2.3 PODLE STRUKTURY PROCESŮ.....	14
<b>3 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVÍŠŤ VE VÝROBNÍM PROCESU</b> .....	<b>15</b>
3.1 TECHNOLOGICKÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVÍŠŤ .....	16
3.2 PŘEDMĚTNÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVÍŠŤ .....	17
3.3 HNÍZDOVÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVÍŠŤ.....	18
3.4 LINKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVÍŠŤ .....	19
3.4.1 Typy proudových linek.....	20
<b>4 AUTOMATIZACE</b> .....	<b>22</b>
4.1 DŮVODY AUTOMATIZACE.....	22
<b>5 PRŮBĚŽNÁ DOBA VÝROBY, PRŮBĚŽNÁ DOBA VÝROBKU</b> .....	<b>24</b>
5.1 VÝROBNÍ CYKLUS.....	26
5.2 ZPŮSOBY VÝPOČTU PRŮBĚŽNÉ DOBY VÝROBY .....	26
<b>6 PŘEDSTAVENÍ FIRMY KOSTAL CR</b> .....	<b>28</b>
<b>7 PODVOLANTOVÝ MODUL</b> .....	<b>29</b>
7.1 TOK MATERIÁLU PŘI MONTÁŽI PODVOLANTOVÉHO MODULU .....	30
7.2 SOUČÁSTI TEMPOMATOVÝCH (GRA) PÁK .....	31
7.3 ROZPAD GRA PÁKY .....	32
<b>8 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ TEMPOMATOVÝCH PÁK</b> .....	<b>33</b>
<b>9 VÝROBA TEMPOMATOVÝCH PÁK</b> .....	<b>34</b>
9.1 MANUÁLNÍ VÝROBA JEDNODUCHÉ VARIANTY TEMPOMATOVÝCH PÁK .....	34
9.2 MANUÁLNÍ VÝROBA TEMPOMATOVÝCH PÁK S ACC.....	36
9.3 POLOAUTOMATICKÁ LINKA PRO MONTÁŽ TEMPOMATOVÝCH PÁK .....	37
9.3.1 Poloautomatická montáž variant s ACC .....	38

9.3.2	Poloautomatická montáž variant bez ACC .....	40
<b>10</b>	<b>SOUHRN TEORETICKÉ ČÁSTI.....</b>	<b>41</b>
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>42</b>
<b>11</b>	<b>STANOVENÍ CÍLŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI.....</b>	<b>43</b>
<b>12</b>	<b>SROVNÁNÍ SOUČASNÉHO A POŽADOVANÉHO STAVU VÝROBY GRA PÁK.....</b>	<b>44</b>
12.1	VÝPOČET ČASU CYKLU .....	44
12.2	VÝPOČET NORMOHODIN .....	46
12.3	SOUČASNÝ STAV VÝROBY GRA PÁK.....	48
12.4	NÁVRH VÝROBY GRA PÁK.....	49
12.4.1	Finální návrh layoutu.....	50
<b>13</b>	<b>VÝPOČET ÚSPOR.....</b>	<b>52</b>
<b>14</b>	<b>ZÁSADY BEZOLOVNATÉHO PÁJENÍ.....</b>	<b>54</b>
14.1	PÁJECÍ SLITINY .....	54
14.2	TAVIDLA .....	54
<b>15</b>	<b>NÁVRHY PÁJECÍHO PŘÍPRAVKU .....</b>	<b>55</b>
15.1	PRVNÍ NÁVRH PÁJECÍHO PŘÍPRAVKU .....	56
15.1.1	Použité materiály.....	60
15.2	DRUHÝ NÁVRH PÁJECÍHO PŘÍPRAVKU.....	62
15.2.1	Použité materiály.....	65
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>71</b>

## ÚVOD

Diplomová práce se zabývá optimalizací toku materiálu na lince pro výrobu tempomatových pák, projektu MQB GRA, tzn. pák s VW a Audi designem, do které je třeba implementovat pájecí přípravek pro automatické letování.

Návrh základacího přípravku pro automatické pájení musí splňovat několik základních požadavků, jako například snadné polohování vstupního materiálu a zajištění přesného vedení kabelů na kontakty mikrosplínače a zároveň musí být přípravek schopen pracovat v taktu linky.

V teoretické části je definován výrobní proces na základě několika hledisek a v další části pak uspořádání pracovišť ve výrobním procesu, kde jsou pro jednotlivá uspořádání uvedeny hlavní výhody a nevýhody. V druhé části teorie se práce zabývá výrobním procesem podvolantového modulu, konkrétně pak samotnou montáží tempomatové páky.

Praktická část je pak zaměřena na porovnání současného a budoucího stavu toku materiálu, vyčíslení úspor a hlavně pak na samotný návrh pájecího přípravku.



## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1.1 Úrovně výrobních procesů

Automatizace představuje nejvyšší úroveň ve zdokonalování výrobních procesů, kterými společnost vytváří hmotné statky, potřebné pro svoji obživu a existenci: [1]

1. úroveň - *instrumentace* - pracovní proces je vybavován ručními nástroji
2. úroveň - *mechanizace* - fyzická lidská práce nahrazována činností strojů
3. úroveň - *automatizace* - duševní a řídicí práce je nahrazována činností strojů



Obr. 1 Jednotlivé úrovně ve zdokonalování výrobních procesů

Přechod od ručního a strojového systému výroby k automatizovanému způsobu výroby je spojen se zásadními změnami v charakteru lidské práce, což má přímý vliv na řadu oblastí v lidské společnosti. Vznikají a zanikají různá zaměstnání. Mění se charakter i způsob práce u řady profesí a oborů. [2]

## 2 KLASIFIKACE PROCESŮ

Rozdělení procesů lze provést podle různých hledisek: [5]

- *funkčnosti*
- *klíčivosti*
- *struktury procesu*

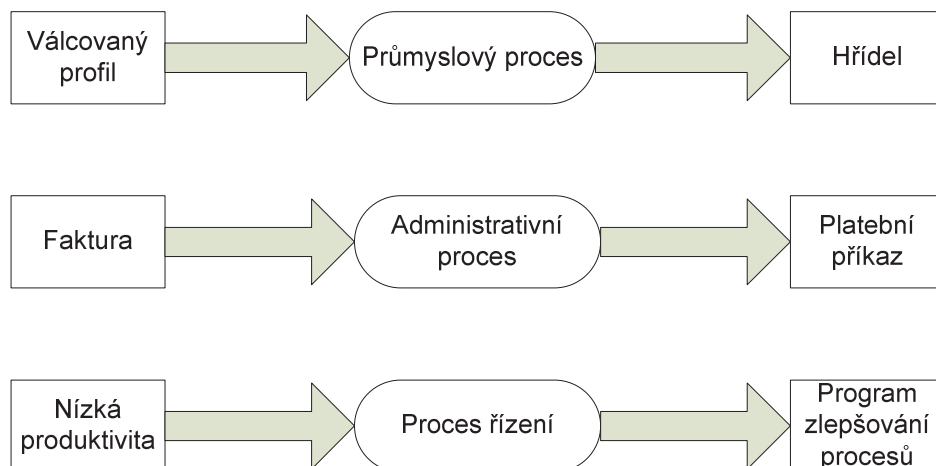
### 2.1 Rozdělení procesů podle funkčnosti

Podle funkčnosti, kterou procesy zabezpečují: [5]

- ✓ průmyslové procesy
- ✓ administrativní procesy
- ✓ řídicí procesy

#### 2.1.1 Průmyslové procesy

Vstupem průmyslových procesů jsou hmotné věci, tj. suroviny a materiál (komponenty počítačů, uhlí, ruda apod.). Výstupem z průmyslových procesů může být surovina nebo polotovar pro další průmyslový proces, a zejména výsledný produkt. Průmyslové procesy mohou být též i procesy: oprav, modernizace zařízení, atd. V tomto případě jsou vstupem do průmyslového, např. dané zařízení, které má být opraveno, nové součástky, apod. [13]



Obr. 2 Klasifikace procesů dle funkčnosti [13]

### 2.1.2 Administrativní procesy

Administrativní procesy produkují sestavy, data, informace, které jsou využívány ostatními procesy. Vytvářejí se v nich rovněž produkty, které jsou přímo využívány zákazníkem jako např. šeky, daňové doklady, zprávy a datové soubory. Tyto procesy zahrnují rovněž nejvýznamnější a nejkomplexnější i nejbyrokratičtější výzvy pro zvyšování produktivity, efektivnosti a zlepšování procesů s cílem dosáhnout úrovně nejlepších světových firem. Zproduktivnění administrativních procesů ovlivňuje ostatní procesy v organizaci. Speciální pozornost musí být věnována vlivu tzv. oddalování, kterým působí neefektivní, neproduktivní, administrativní procesy na morálku pracovníků, týmovou spolupráci, řízení procesů a průmyslové procesy. [13]

### 2.1.3 Řídící procesy

Řídící procesy jsou strukturované prostředky, kterými dělají individuality i týmy klíčová rozhodnutí. Je velmi důležité v tomto případě chápat řízení jako proces využívání dat pro realizaci nějakého rozhodnutí. Tento proces funguje nejlépe, když pro rozhodování využíváme strukturovaný a kvalifikovaný přístup, podpořený celou řadou nástrojů a metod pro zvyšování produktivity a efektivnosti. [13]

## **2.2 Rozdělení procesů podle klíčivosti**

Podle klíčivosti dělíme procesy na klíčové, pomocné a jednotlivé činnosti (operace).

### **2.2.1 Klíčové procesy**

Klíčové procesy jsou obvykle procesy vzniku výrobků, služeb, případně idejí. Jejich konečná hodnota se poměřuje potřebami zákazníků. Z praxe prováděných průzkumů vyplývá, že střední výrobní podnik má kole 10ti klíčových procesů. [5]

### **2.2.2 Pomocné procesy**

Pomocné procesy (supporting processes) zajišťují činnosti a zdroje pro klíčové činnosti nebo zajišťují jejich požadované vlastnosti. Může se jednat o vnitro objektovou manipulaci s materiálem nebo kontrolu jakosti. [5]

### **2.2.3 Operace**

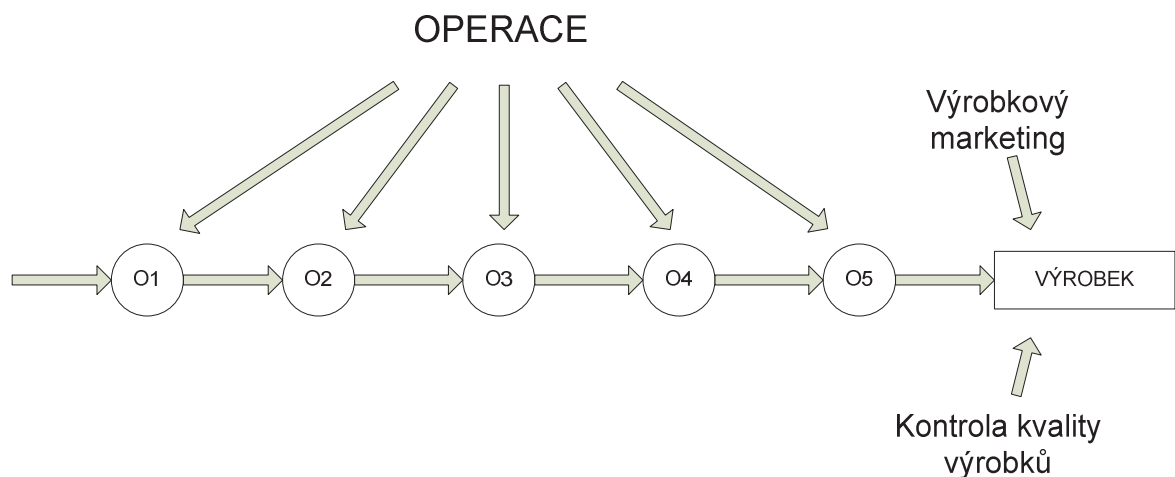
Operace představují dílčí aktivitu, kterou obvykle vykonává pracovník v rámci určitého procesu. Činnosti se v rámci procesu integrují (sdružují) tak, aby mohly být prováděny jedním nebo více pracovníky. [5]

### 2.3 Podle struktury procesů

Pojem proces je relativní, určitý proces může být podprocesem jiného procesu (podobně jako určitá množina může být podmnožinou množiny jiné). Proces, podobně jako výrobek, je proto třeba obsahově vymezit. [8]

Příklady vymezení procesu:

- od surovin po dokončení hotových výrobků (Shingo)
- od objednávky po dodání zboží (Hammer, Champy)
- od poptávky po příjem peněz za zboží (Northey, Southway)



Obr. 3 Struktura procesu

Nejširší vymezení zahrnuje i předvýrobní výzkumy trhu a poprodejní servis. Předvýrobní procesy se vztahují především ke zpracování informací. V době cyklu mají však velmi často větší váhu než vlastní výroba, charakteristická hmotnými toky. [8]

Proces je definován jako soubor činností, které vyžaduje jeden nebo více druhů vstupů a tvoří výstup, který má pro zákazníka hodnotu.

### 3 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ VE VÝROBNÍM PROCESU

Základem prostorové struktury výrobního procesu je pracoviště. Je to relativně ohraničená část výrobního prostoru přizpůsobená pro provádění určitého výrobního úkolu (pracovní operace). Pro provádění daného výrobního úkolu je pracoviště odpovídajícím způsobem vybaveno a organizováno.

Rozmístění pracovišť v prostoru výrobní jednotky může být zpravidla individuální (volné) nebo skupinové. [6]

Individuální rozmístění pracovišť se používá u nižších typů výrob, v nichž se výrobní procesy zpravidla neopakují a celkový počet pracovišť je malý. V těchto podmínkách je obtížné stanovit pro rozmístění strojů a zařízení společné znaky výrobků nebo operací. Jedná se např. o laboratoře, vývojové pokusné nebo prototypové dílny, modelárny, malé opravny apod. [6]

Skupinové rozmístění pracovišť se uplatňuje ve složitějších výrobních procesech a při vyšších typech výrob. Dělbá práce se odráží ve vyčleňování, případně slučování pracovišť podle jednoho ze dvou možných základních hledisek: [6]

- na základě příbuznosti výrobních operací, shodných technologií, dochází k tzv. technologickému uspořádání pracovišť (soustružna, brusírna, lisovna, šicí dílna apod.)
- podle charakteru vyráběného předmětu vzniká předmětné uspořádání pracovišť (někdy označované jako součástkové) - např. výroba hřídelí, výroba ozubených kol, výroba skříní atd.

Další možnou formou může být kombinace technologického a předmětného uspořádání.

### 3.1 Technologické uspořádání pracovišť

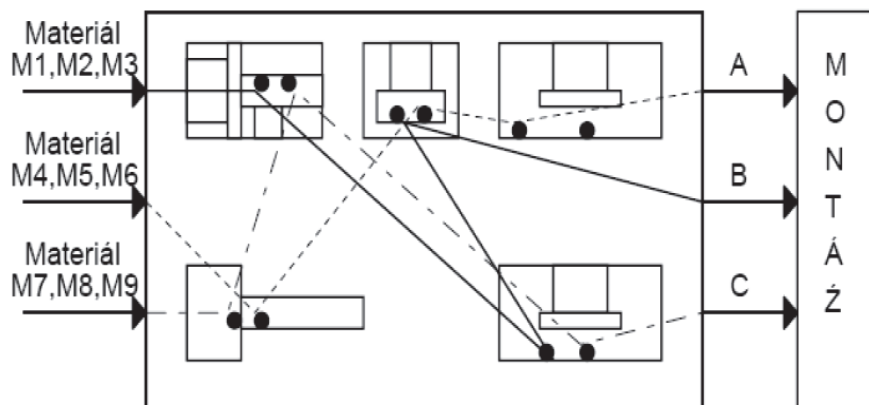
Při technologickém uspořádání pracovišť jsou výrobní stroje a zařízení seskupována podle jejich technologické příbuznosti (podle profesně shodných technologií). Zpracovávané materiály a polotovary přecházejí z jedné dílny (skupiny pracovišť) do druhé a mohou se do téže dílny i několikrát vracet. Materiálové toky jsou dlouhé a často se křížují. [6]

Výhodou je:

- zaměnitelnost strojů a tím větší odolnost proti jejich poruchám,
- větší pružnost výroby - rychlejší přizpůsobení změnám výrobního programu,
- jednodušší organizace a větší operativnost řízení v technologicky specializovaných útvarech atd.

Nevýhodou tohoto uspořádání jsou:

- prodloužení výrobního cyklu, neboť roste podíl časů manipulačních a času přerušování vzhledem k času výrobnímu,
- dlouhé dopravní cesty - velké nároky na manipulaci s materiálem - větší počet pracovníků zabývajících se manipulací s materiálem atd.



Obr. 4 Technologické uspořádání pracoviště



### 3.2 Předmětné uspořádání pracovišť

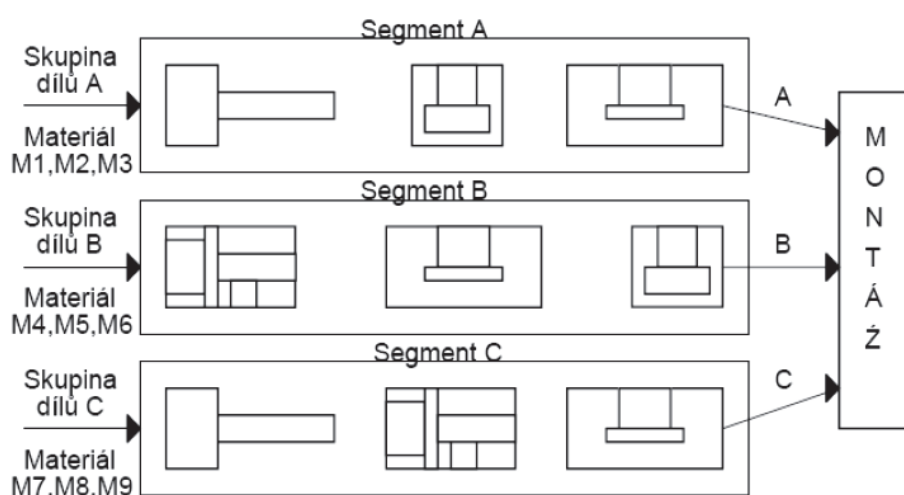
Při předmětném uspořádání pracovišť jsou pracoviště seskupována tak, jak to vyžaduje technologický postup daného výrobku, uzlu, nebo součásti. Za sebou jsou tedy řazena technologicky odlišná pracoviště podle sledu technologických operací (průběhu výroby) a zpracováváný předmět postupuje během výrobního procesu nejkratší cestou přímo z jednoho pracoviště na druhé. Výhody se dosahuje při výrobě stejných nebo technologicky podobných předmětů. Kriteřiem pro výběr druhu a typu strojů a pro jejich uspořádání je tedy postup výroby jednoho nebo více technologicky podobných předmětů. [6]

Výhodou tohoto způsobu uspořádání pracovišť je:

- zvýšení specializace pracovišť a pracovníků,
- zkrácení dopravních cest, snížení počtu pracovníků manipulace,
- nižší náklady na manipulaci s materiálem atd.

Nevýhodou jsou:

- vysoké požadavky na úroveň přípravy výroby,
- vyšší nároky na údržbu strojů a zařízení (porucha jednoho stroje může narušit práci navazujících pracovišť)
- mala pružnost - obtížně se provádějí změny výrobního programu.



Obr. 5 Předmětné uspořádání pracovišť

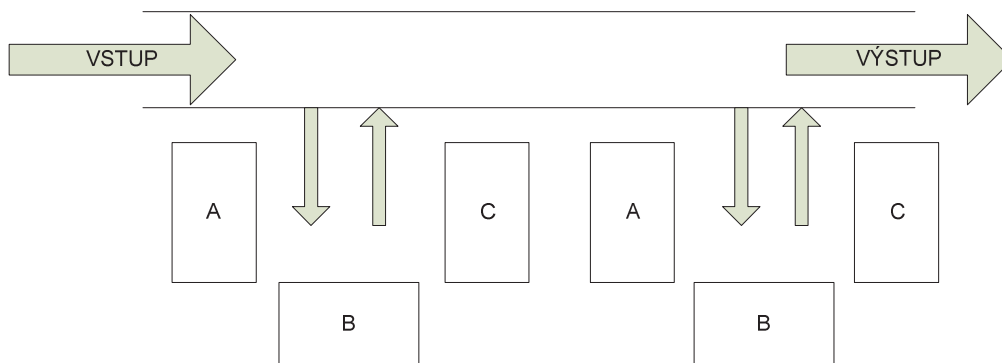
### 3.3 Hnízdové uspořádání pracovišť

Hnízdové uspořádání výroby je vhodné pro výrobu většího počtu a nižšího výrobního množství technologicky podobných výrobků. Realizuje se zejména v případech, kdy sortiment součástí vykazuje konstrukčně-technologickou příbuznost a využívá se přitom technologické standardizace (technologie hnízdová). [6]

Výroba v "hnízdě" probíhá nejčastěji ve volné časové návaznosti (není stanoven takt nebo rytmus) a proto musí být s rozmístěním strojů řešena i problematika mezioperačního skladování. [6]

V závislosti na počtu vyráběných dílů, složitosti výroby a stupni mechanizace, automatizace a integrace technologických a manipulačních činností může být hnízdové uspořádání vytvořeno jako:

- volně rozptýlené,
- buňkové,
- modulární,
- řadové.



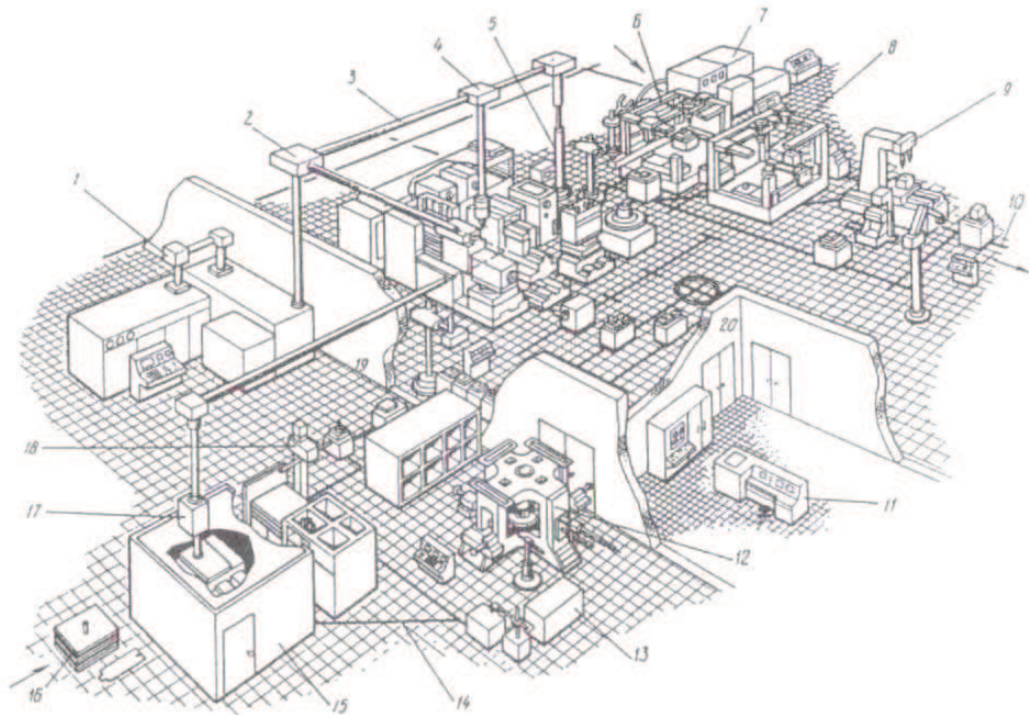
Obr. 6 Hnízdové uspořádání pracovišť

### 3.4 Linkové uspořádání pracovišť

Linkové uspořádání výroby se používá při výrobě menšího počtu (jednoho nebo několika) a vyššího výrobního množství technologicky podobných produktů. [6]

Podle počtu vyráběných dílců (výrobků) se linkové uspořádání realizuje jako:

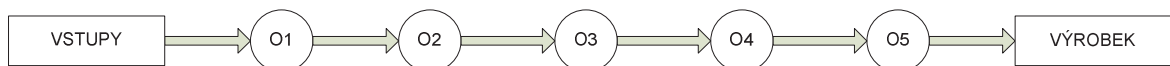
1. Pružná linka (vícepředmětná linka, skupinová linka).



1 – laser, 2 – rozvod laserového paprsku, 3 – svařování, 4 – integrované obrábění, 5 – dokončovací operace, 6 – kompletace, 7 – laserový generátor, 8 – integrovaná montáž, 9 – pracoviště kontroly, 10 – hotové součásti, 11 – panel řízení, 12 – hrubování, 13 – zařízení pro podávání polotovarů, 14 – vyčkávací poloha, 15 – oblast přípravy, 16 – polotovary, 17 – navařování, 18 – zařízení pro odklon laserového paprsku, 19 – sklad, 20 – dopravní systém

Obr. 7 Víceprofesní pružná výrobní soustava

2. Proudová linka (jednopředmětná linka).



Obr. 8 Proudové uspořádání pracoviště

### 3.4.1 Typy proudových linek

Proudová linka je tvořena souborem pracovišť, uspořádaných ve sledu technologického postupu, na nichž je vykonáván soubor prací (operací, úkonů) nutných pro zhotovení výrobku nebo jeho části. V současnosti uplatňované proudové linky se liší prostorovým uspořádáním pracovišť, způsobem pohybu materiálu, mírou synchronizace a rytmičností a dalšími parametry. Pro třídění linek se uplatňují tato hlediska: [7]

a) *Hledisko způsobu pohybu výrobních činitelů (materiálu a pracovníka):* [7]

- linky stacionární (s pevnými stanovišti), na nich se práce vykonává za klidu zpracovávaného materiálu. Ten se buď nepohybuje vůbec, zatímco pracovníci přecházejí z místa na místo, nebo se přemísťuje až po vykonání dané operace, která je prováděna za klidu.
- linky nestacionární (s pohyblivými se zpracovávanými předměty), přičemž zpracovávané předměty se pohybují buď po dokončení příslušné operace, nebo se pohybují soustavně, tedy i v průběhu provádění operací.

b) *Hledisko prostorového uspořádání linek a způsobu umístění pracovišť (rozvětvenost a směr):* [7]

- Jednoduché výrobní linky mohou být podle způsobu rozmístění pracovišť po jedné nebo po obou stranách dopravního zařízení:
    - jednostranné,
    - oboustranné.
- a podle směru, v jakém na sebe pracoviště navazují:
- přímočaré (přímkové),
  - zakřivené (kruhové).
- Rozvětvené výrobní linky jsou souborem několika jednoduchých linek vzájemně propojených tak, že tvoří určitý celek. Skládají se z hlavní linky (osa výroby) a navazujících linek vedlejších.

c) *Hledisko počtu druhů vyráběných typů výrobků (stupeň specializace, stálost výrobního programu): [7]*

- jednopředmětné linky (stálé) jsou specializované po delší dobu na výrobu jednoho typu výrobku.
- víceředmětné linky (střídavé, proměnlivé) vyrábějí více technologicky podobných dílců, zařazovaných do výroby v pravidelných intervalech.

d) *Hledisko vzájemné vazby pracovních časů jednotlivých pracovišť (synchronizace operací): [7]*

- časově sleděné (synchronizované) linky jsou charakteristické tím, že pracovní rytmy všech pracovišť jsou shodné, výrobek prochází všemi operacemi bez přerušování,
- časově nesladěné (nesynchronizované) linky mají pracoviště, která pracují v individuálním rytmu, odlišném od rytmu hotových výrobků; výrobní proces není plynulý.

e) *Hledisko způsobu udržování stanoveného rytmu výroby: [7]*

- linky s vázaným rytmem jsou plně synchronizované, přičemž pravidelný pohyb zpracovávaných předmětů je závislý na výkonu pracovníků, případně rychlosti dopravních zařízení.
- linky s volným rytmem, u nichž dosahované tempo závisí na pracovnících, provádějících příslušné operace; není zde žádný technický prostředek k udržování požadovaného rytmu pohybu linky.

f) *Hledisko technického vybavení práce a funkce člověka ve výrobě: [7]*

- ruční výrobní linky - všechny operace jsou vykonávány ručně ( montážní linky).
- mechanizované výrobní linky využívají mechanismů zejména při vykonávání technologických operací; pomocné operace jsou prováděny ručně.
- automatizované výrobní linky vykonávají všechny operace pomocí strojů, člověk přebírá funkci dozoru.

## 4 AUTOMATIZACE

Ve vyspělém tržním hospodářství může uspět jen ten podnik, který dovede uspokojovat stále náročnější požadavky zákazníků nabídkou nového, vysoce kvalitního zboží nebo služeb. [1]

Za faktory úspěšnosti lze požadovat:

- *zvyšování kvality*
- *snižování nákladů*
- *zvyšování pružnosti*

Význam těchto faktorů, působících souběžně, se během posledních let posouvá, a to z kvality přes snižování nákladů k pružnosti. Znamená to, že nestačí pouze hospodárně vyrobit kvalitní zboží či poskytnout solidní službu, ale je třeba zboží či službu dodat zákazníkovi dodat co nejrychleji, ve správném množství, sortimentu, atd. V podmínkách nesmlouvavé konkurence uvedené faktory platí ve všech sférách hospodářství, tj. ve výrobě, oběhu zboží i službách. [1]

Ve výrobě délka cyklu životnosti klesá, komplexnost výrobků stoupá a sortiment se rozšiřuje. Vysoké náklady výroby se dají redukovat jen důsledným uplatněním automatizace, nasazením nejmodernějších technologicky vyspělých výrobních a montážních zařízení. [1]

### 4.1 Důvody automatizace

Automatizace, ostatně jako jakákoliv jiná racionální činnost, musí být založena na rozumných důvodech, které sledují zaměřené cíle. Jedná se o zodpovězení otázky: Proč?

Účelem automatizace je úplné nebo částečné vyloučení člověka z procesů, které chceme automatizovat. Důvody, které nás k tomuto vedou, je možno rozdělit do několika skupin: [2]

*Vynucená automatizace* představuje případy, kdy je náhrada práce člověka určitými skutečnostmi: [2]

- bezprostřední přítomnost představuje pro člověka nebezpečí
- činnost člověka je příčinou chyb
- člověk není schopen vykonávat potřebnou činnost z hlediska rychlosti, přesnosti nebo rozsahu

*Ekonomicky zdůvodněná automatizace* vychází z ekonomických hledisek tržní ekonomiky: [2]

- použití automatického zařízení představuje snížení výrobních nákladů
- použití automatického zařízení umožňuje zvýšení produktivity

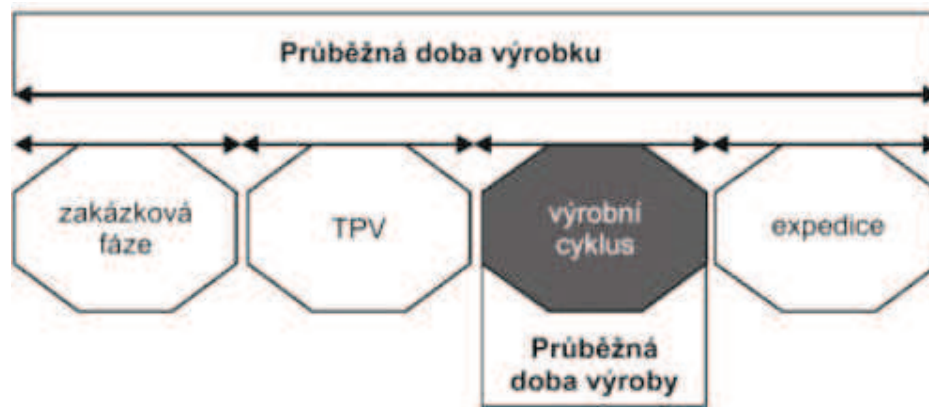
*Jiné důvody k automatizaci:* [2]

- automatizace bývá používána často s prestižních důvodů, kdy chce firma demonstrovat svoje konstrukční, technické nebo finanční schopnosti a možnosti
- zvyšuje pohodlí člověka (konečného zákazníka), např. dálkové ovládání domácích spotřebičů, automatické otvírání vrat garáže
- umožňuje dodávat člověku bezprostředně řadu informací, které může použít pro svou potřebu, např. indikace různých hodnot o běhu motoru v automobilu, automatická indikace obsazených parkovišť aj.
- automatizace má dnes stále častěji pomáhat zabezpečovat realizaci ekologického hlediska, např. automatické monitorovací systémy čistoty ovzduší

## 5 PRŮBĚŽNÁ DOBA VÝROBY, PRŮBĚŽNÁ DOBA VÝROBKU

Průběžná doba výroby je definována jako celková doba mezi přijetím materiálu nebo surovin do výrobního provozu a dokončením výrobního procesu, při kterém se vyrobí prodejné výrobky. [9]

Je třeba rozlišovat průběžnou dobu výroby a průběžnou dobu výrobku. Zatímco průběžná doba výrobku znamená celý cyklus od prvního impulzu k vývoji výrobku a jeho uvedení do výrobního procesu včetně technické přípravy výroby (TPV), vlastního výrobního cyklu až po ukončení expedice, případně i dalších odbytových činností, týká se průběžná doba výroby pouze vlastního výrobního cyklu. [10]



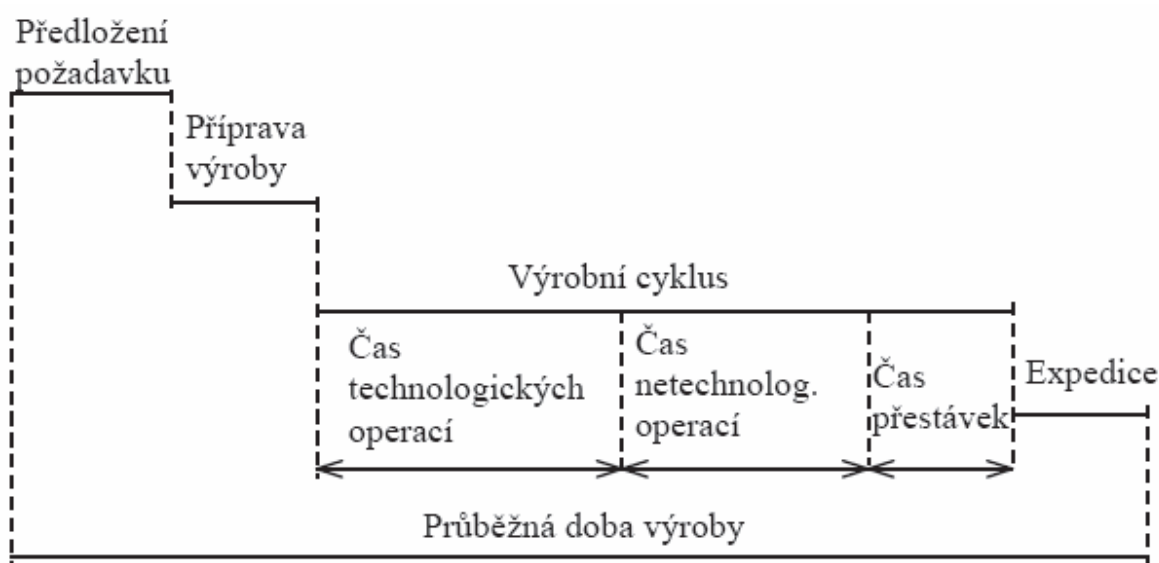
Obr. 9 Vztah průběžné doby výrobku a průběžné doby výroby

*Průběžná doba výroby* resp. výrobní cyklus představuje kombinaci řady dílčích časů. Jedná se o časy technologických, netechnologických (i přerušení), jak to vyžaduje postupné plnění sledu jednotlivých operací, rozmístění pracovišť, organizace výrobního procesu, tj. do-dávky na jiná pracoviště (mezisklad).[9]



*Průběžnou dobou výroby* se takto rozumí časový úsek od provedení první operace až do okamžiku odvedení výrobku na sklad hotových výrobků. Rozsah průběžné doby výroby odpovídá době nezbytně nutné pro určitý konkrétní výrobní úkol při daných technicko-ekonomických a technologicko-organizačních podmínkách bez ohledu na poruchy. V kontinuální výrobě je průběžná doba dána vysloveně dobou technologických operací. V přerušované výrobě tuto dobu podstatně ovlivňují činitele, které působí na vznik přestávek mezi jednotlivými operacemi.[10]

Z hlediska výrobku je průběžná doba výroby čas, za který projde výrobek celým výrobním procesem a který zahrnuje jak přípravu výroby, tak vlastní výrobní proces. Výrobní cyklus je potom doba, která uplyne od zahájení první výrobní operace do chvíle, kdy je výrobek odveden do skladu. Je to součet jednotlivých technologických i netechnologických operací a časů přestávek a přerušení mezi operacemi. [10]



Obr. 10 Schéma členění průběžné doby výroby [12]

## 5.1 Výrobní cyklus

Výrobní cyklus je možné podrobněji rozčlenit na: [10]

- *technologické časy* (čas kusový –  $t_k$  nebo též operační –  $top$ ) – ruční operace, strojní operace, strojně ruční operace, automatické operace, přírodní (biochemické) operace
- *netechnologické časy* (čas přípravy a zakončení –  $tpz$  nebo čas dopravy a kontroly –  $tdk$  apod.) – příprava pracoviště, seřízení stroje, přepravní operace, technologická manipulace, nakládání, skladování, kontrola jakosti
- *časy přerušení* (z důvodu organizace práce, stavu technického zařízení, technicko-organizačními nedostatky, subjektivních příčin ze strany dělníka)

## 5.2 Způsoby výpočtu průběžné doby výroby

Pro výpočet průběžné doby výroby je možno použít jak přesné analytické metody vycházející z výkonových a kapacitních technicko-hospodářských norem, tak metody statistické vycházející z minulých období nebo založené na existenci obdobných výrobků a konečně na odhadu. Analytické metody jsou buď výpočtové, nebo grafické. [10]

Výrobní cyklus (průběžná doba výroby) *jedné operace pro jeden kus* výrobku: [10]

$$T_c = \frac{t_k}{q_s} \quad (5.1)$$

kde  $T_c$  - celková doba výrobního cyklu,  
 $t_k$  - kusový čas,  
 $q_s$  - počet součástí současně opracovávaných na pracovišti

Výrobní cyklus dávky pro jednu operaci: [11]

$$T_c = \frac{d_v \cdot t_k}{P \cdot q_s} + t_{pz} \quad (5.2)$$

- kde  $P$  - počet pracovišť, na nichž se současně provádí daná operace,  
 $d_v$  - počet kusů ve výrobní dávce,  
 $t_{pz}$  - čas přípravy a zakončení.

Celkový výrobní cyklus jedné součásti: [5]

$$T_c = \sum_l^p T_o + \sum_l^p T_p + \sum_l^p T_{pm} + \sum_l^p T_m$$

- kde  $T_o$  - doba opracování součásti určitého druhu v daném provozu (v časových jednotkách)  
 $T_p$  - doba trvání meziprovozních přestávek při předávání (v časových jednotkách)  
 $T_{pm}$  - doba čekání součásti na kompletaci před montáží (v časových jednotkách),  
 $T_m$  - doba setrvání součásti v procesu montáže (v časových jednotkách),  
 $p$  - počet provozů.

Výrobní cyklus součástí při několika operacích:

Průběh dávky může být organizován postupným, souběžným nebo smíšeným způsobem: Postupný způsob probíhá tak, že na následující operaci je předána celá dávka a další operace začne až po skončení předchozí operace na všech kusech dávky. Výpočet lze vyjádřit takto: [10]

$$T_{c-post} = \sum_{i=1}^m t_{dk_i} + d_v \sum_{i=1}^m t_{k_i} + \sum_{i=1}^m t_{pz_i} \quad (5.3)$$

- kde  $m$  - počet operací  $i=1,2,\dots,m$ ,  
 $d_v$  - počet kusů ve výrobní dávce,  
 $t_{dk_i}$  - čas dopravy a kontroly.

## 6 PŘEDSTAVENÍ FIRMY KOSTAL CR

KOSTAL je nezávislý rodinný podnik, založený v roce 1912 v německém městě Lüdenscheid. Vedení mezinárodní skupiny dodnes sídlí v tomto městě, kde firmu založil Leopold Kostal (původně Košťál), rodák z Mnichova Hradiště.

V závodech Kostalu CR se denně zkompletuje téměř 160 tisíc výrobků a jejich produkce v posledních letech výrazně roste. Oproti roku 2003, kdy Kostal CR otevřel novou továrnu ve Zdicích, se zvýšila produkce více než o čtvrtinu. [3]



Obr. 11 Produkty firmy KOSTAL CR

Nejdůležitější produkty:

- horní podvolantové moduly
- elektrické ovládání oken
- elektrické ovládání sedadel
- spínače a senzory pro převodovky



Obr. 12 Zákazníci firmy KOSTAL CR

Mezi zákazníky Kostal CR patří řada významných průmyslových podniků, včetně největších světových automobilek: BMW, Audi, Škoda, Porsche, PSA Peugeot Citroën, Ford, FIAT, Alfa Romeo, VolksWagen-Koncern a jejich dodavatelé.[3]

## 7 PODVOLANTOVÝ MODUL

Podvolantový modul spojený s volantem a nasazený na volantové tyči je nedílnou součástí každého automobilu. Nosič s páčkami, nazývaný SEH, je základní část a je složen ze soklu, páček blinkru, stěrače, páky tempomatu a tzv. pružně vinuté kazety s elektronikou, nazývané WFK/LWS. [3]

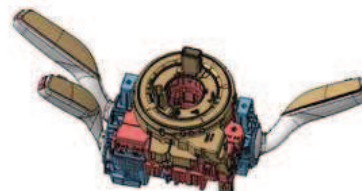
*Celek s páčkami (SEH)*



*Elektronika s pružně vinutou kazetou (LWS/WFK)*



*modul D4*

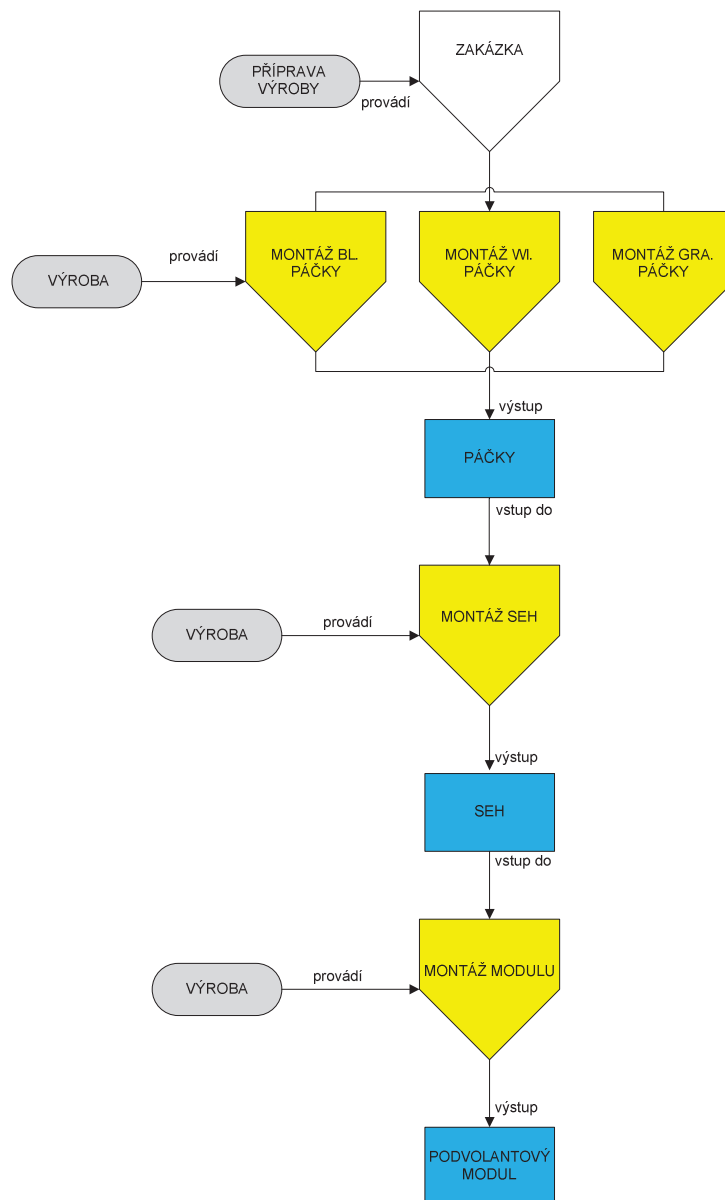


Obr. 13 Podvolantový modul [4]

Diplomová práce je zaměřena na modifikaci automatické linky pro montáž tempomatových pák, projekt GRA MQB, kde jsou montovány páky pro automobily značky Audi a VW.

## 7.1 Tok materiálu při montáži podvolantového modulu

Výrobní proces podvolantového modulu je složen z pěti základních subprocessů. První tři představují montáže páček blinkru, stěrače a tempomatu, zbývající dva pak montáž SEH a modulu. Předmontované páčky tvoří vstupní komponenty do SEH kde jsou postupnými kroky usazeny do soklu. Ten představuje základní nosný prvek modulu. Po dokončení montáže je smontovaný SEH odzkoušen na EOLT. Testuje se funkčnost smontovaných dílů a správnost variant. Posledním výrobním subprocessem je montáž modulu. Zde dochází ke spojení předmontovaných skupin SEH s WFK/LWS, které tvoří modul. Po dokončení montáže se modul opět otestuje na EOLT. [3]

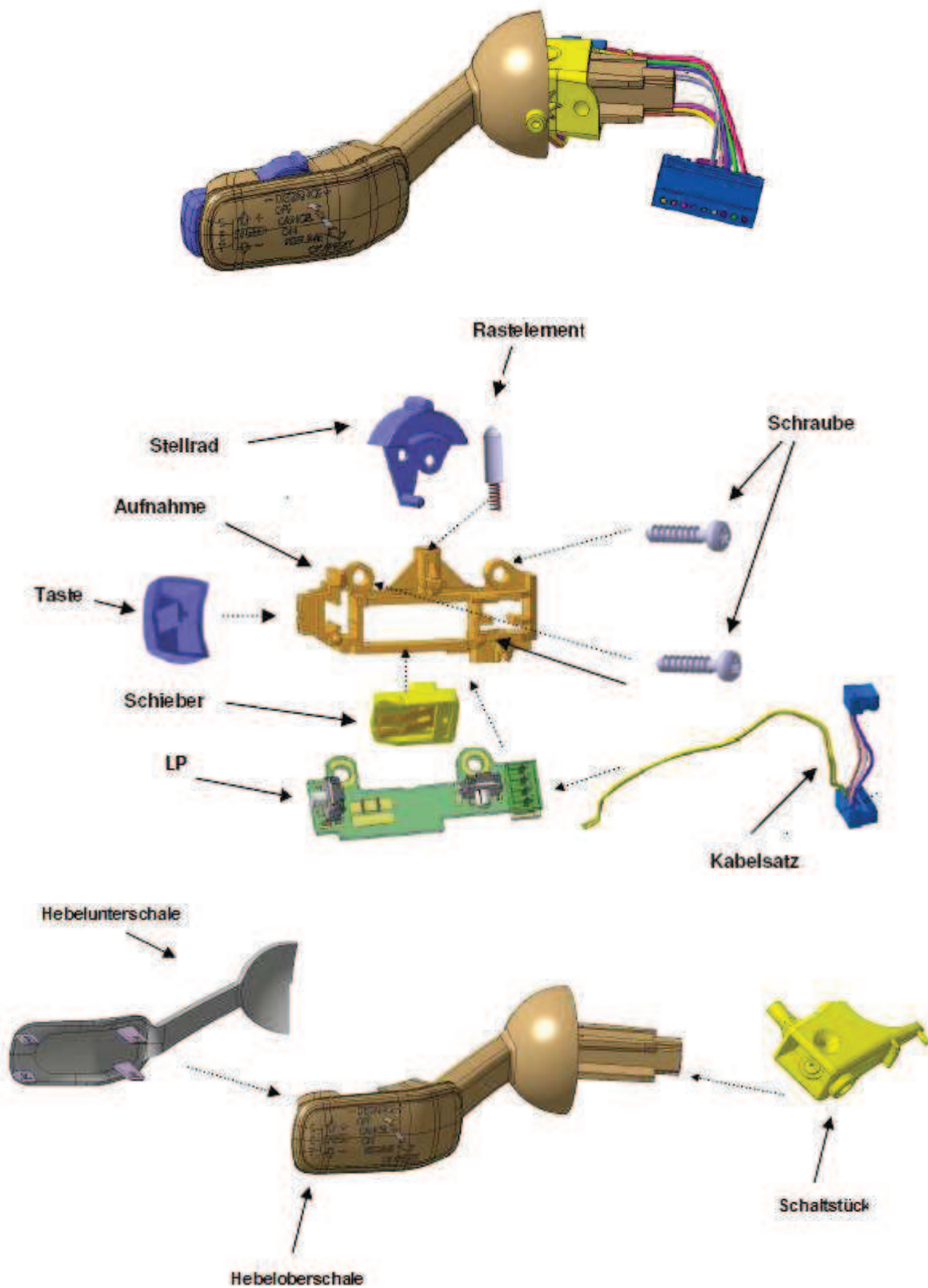


Obr. 14 Tok materiálu při montáži modulu

## 7.2 Součásti tempomatových (GRA) pák

<i>Hebel</i>	-	páka
<i>Hebeloberschale</i>	-	vrchní plastový díl páky
<i>Hebelunterschale</i>	-	spodní plastový díl páky
<i>Träger</i>	-	nosič
<i>Stellrad</i>	-	regulační kolečko
<i>Rastelement</i>	-	pružný element
<i>Schieber</i>	-	posunovač
<i>LP</i>	-	deska plošných spojů
<i>Mikroschalter</i>	-	mikrospínač
<i>Taste</i>	-	klávesa
<i>Schaltstück</i>	-	kontakt
<i>Kabelsatz</i>	-	kabely
<i>Schraube</i>	-	šroub
<i>BG Träger</i>	-	předmontáž nosiče

### 7.3 Rozpad GRA páky



Obr. 15 GRA páka - VW s ACC



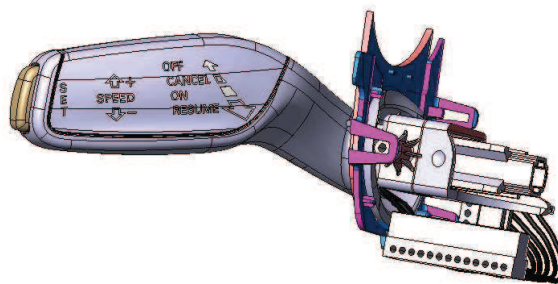
## 8 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ TEMPOMATOVÝCH PÁK

Výrobu GRA pák je také třeba rozlišit na základě vyráběné varianty. Jsou rozlišovány dvě základní varianty a to tzv. jednoduchá varianta a složitá varianta s ACC (adaptive cruise control).

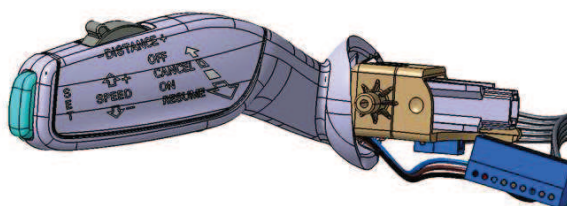
Klasický tempomat (bez ACC) je zařízení udržující konstantní rychlost. Adaptivní tempomat zároveň monitoruje situaci před vozidlem a umožňuje automatickou korekci rychlosti.

Pomocí mikrovlnného nebo laserového radaru systém vyhodnocuje rychlost blížící se překážky, např. automobilu jedoucího pomaleji. Na základě těchto údajů je systém schopen automaticky snížit rychlost bez zásahu řidiče. Když pomalejší automobil opět zvýší svoji rychlost nebo odbočí, adaptivní tempomat znovu zrychlí vůz na původně nastavenou rychlost.

Většinou je možné si vybrat z více programů na udržování odstupu od vpředu jedoucího vozidla. Například program sport udržuje malý odstup od vozidla a v okamžiku, kdy se cesta opět uvolní dynamicky zrychlí na zvolenou cestovní rychlost. Je-li automobil vybaven automatickou převodovkou, systém je schopen sám podřadit až o dva stupně. Další programy umožňují plynulou jízdu v kolonách, cestu po venkovských silnicích nebo jízdu s přívěsem.



Obr. 16 Jednoduchá varianta GRA páky - design Audi



Obr. 17 Varianta GRA páky s ACC - design Audi

## 9 VÝROBA TEMPOMATOVÝCH PÁK

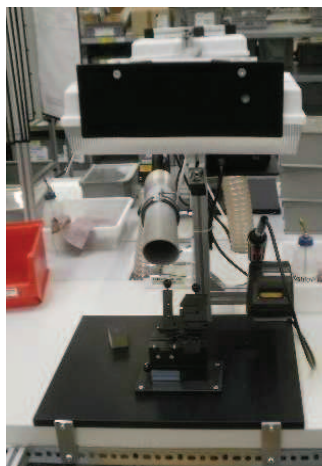
V současné době jsou ve společnosti KOSTAL CR k dispozici zařízení pro manuální nebo poloautomatickou montáž GRA pák pro projekt MQB / C7 / B8PA, tzn. pák s VW nebo Audi designem. V brzké budoucnosti však dojde k transportu manuálního zařízení pro montáž pák do bulharské pobočky, kde se postupně soustřeďuje manuální výroba. Rozhodujícím faktorem k přeskladnění je modifikace poloautomatické linky GRA MQB a zároveň stabilizace procesu pro tuto výrobu, jak z hlediska kvality, tak z hlediska plnění kapacitních závazků.

### 9.1 Manuální výroba jednoduché varianty tempomatových páček

Manuální výroba jednoduché varianty tempomatových páček probíhá ve dvou operacích:

#### 1. operace - předmontáž BG Träger

- do letovacího přípravku je operátorem manuálně usazen mikrospínač a následně do drážek jednotlivé kabely, tak aby se v místě, kde není bužírka, překrývaly s piny mikrospínače
- následně proběhne pájení za pomoci bezolovnatého cínu
- dalším úkonem je vyjmutí spájeného spoje a usazení do Trägeru



Obr. 18 Pájecí stanice

Operátor následně předá tuto předmontáž do připraveného zásobníku, kde jej přebírá operátor na 2. operaci.

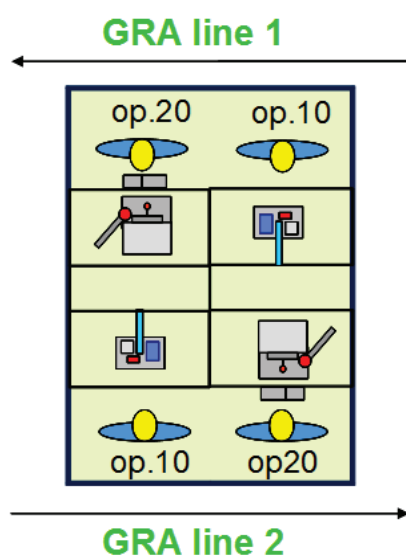
2. operace - dokončení montáže

- BG Träger je usazena do Hebeloberschale a spolu s Hebelunterschale usazena do zařízení, kde dojde k zalisování
- nakonec dojde k nacvaknutí taste na Träger
- takto smontovaná páka je zabalena podle balicího předpisu

Zabalené páky jsou dále transportovány k lince pro montáž SEH nebo uskladněny.



Obr. 19 Lisovací stanice

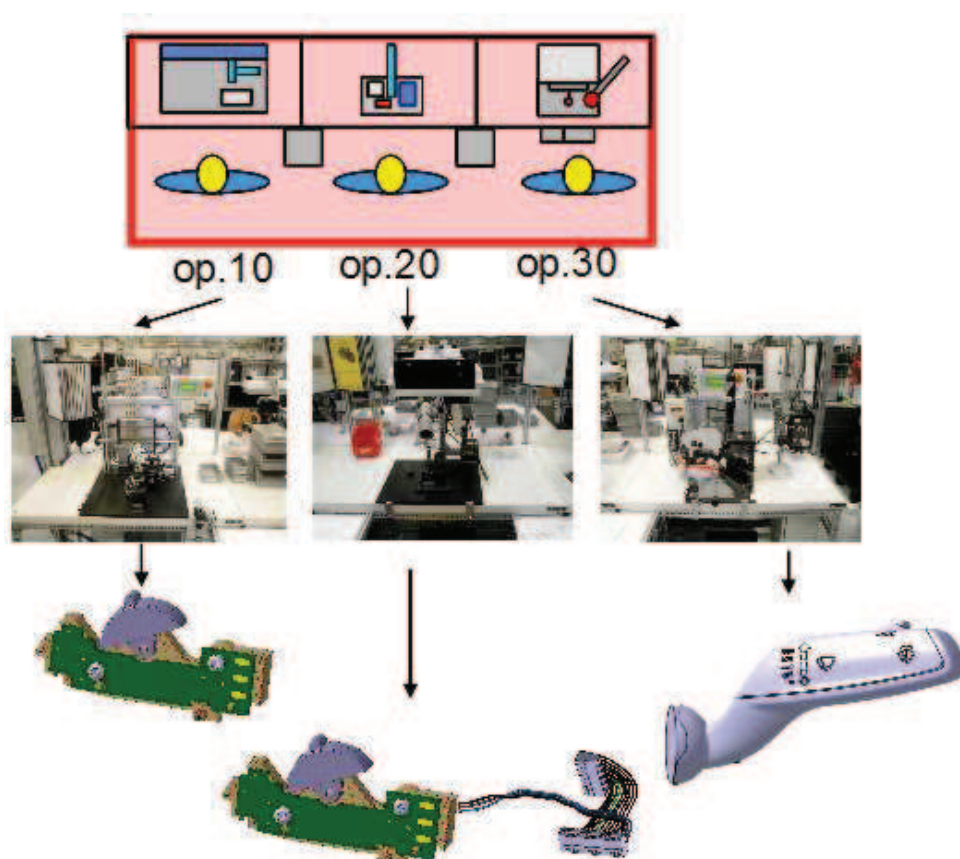


Obr. 20 Layout pracoviště  
pro montáž jednoduché varianty

## 9.2 Manuální výroba tempomatových pák s ACC

Výroba tempomatových pák s ACC je shodná s výrobou jednoduchých variant. Pájecí operaci však předchází ještě montáž stellradu s rasthuelisen do stellradu, kde je také usazen schieber.

Na pájecí operaci je vyměněn zakládací přípravek pro letování mikrospínačů za pájecí přípravek pro LP.



Obr. 21 Layout pracoviště pro montáž varianty s ACC

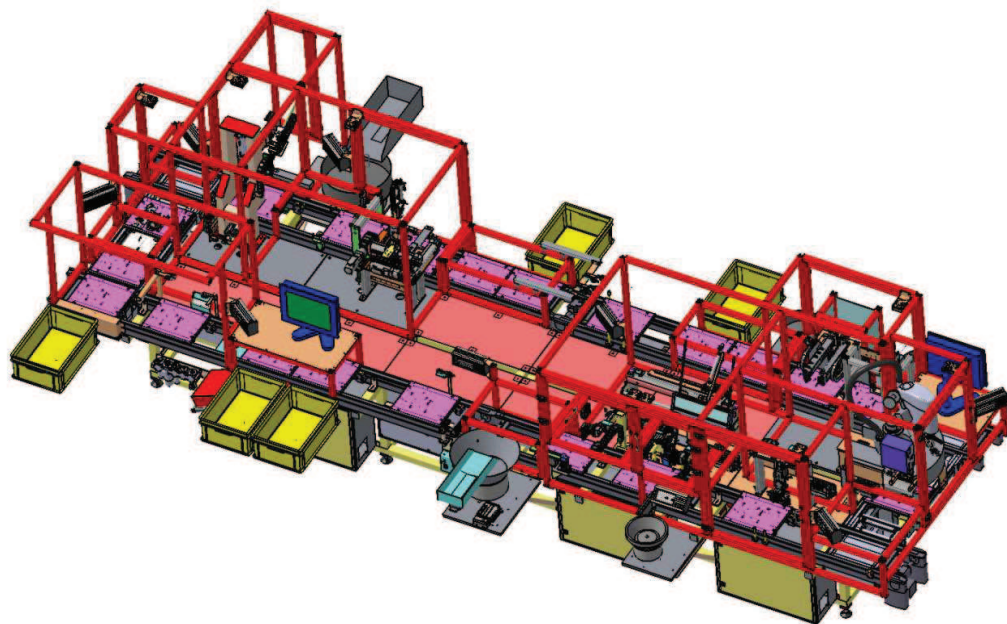
### 9.3 Poloautomatická linka pro montáž tempomatových pák

Na poloautomatické lince je možné montovat kromě pák s Audi designem také VW design a to ve dvou verzích - s ACC a bez ACC.

Tab. 1 Přehled variant páček GRA

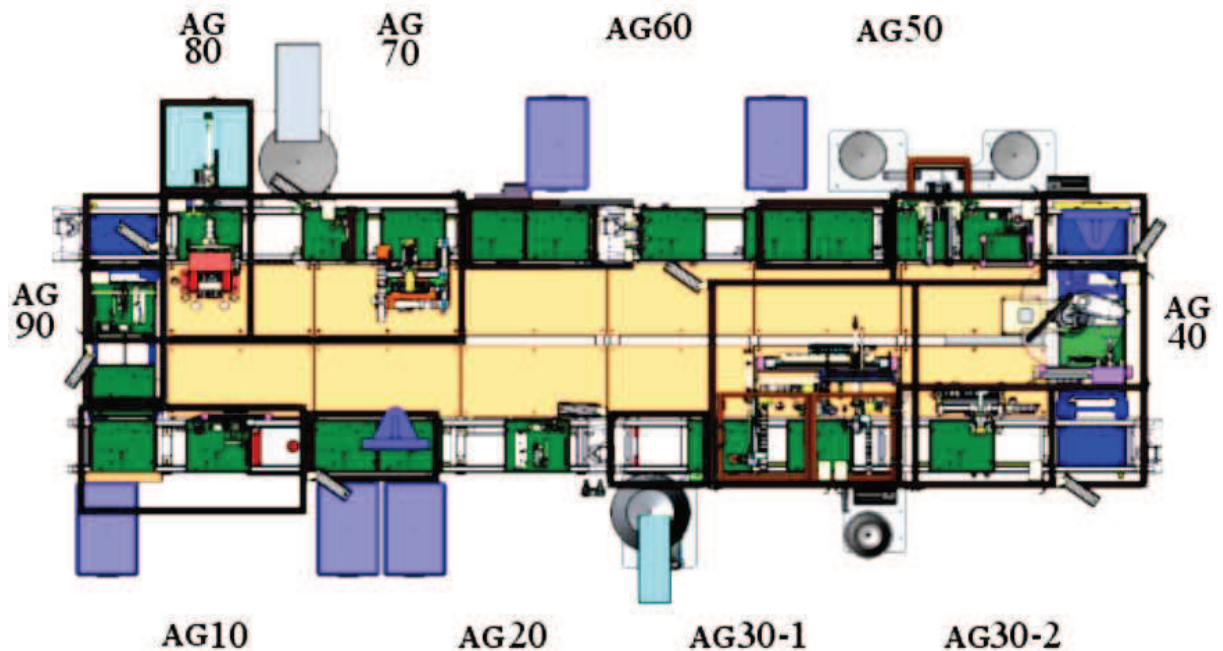
<i>projekt</i>	<i>C7 + B8 PA</i>	<i>MQB VW</i>	<i>MQB Audi</i>
<b>typ páčky</b>	GRA	GRA	GRA
	GRA ALA	GRA+ACC	GRA+ACC
	GRA+ACC		
	GRA+ACC+(ALA)		

Výrobní linka je určená pro montáž páky GRA MQB VW. Zařízení se sestavuje z jedné základní části rozpadlé na jednotlivé výrobní stanice. Jednotlivé výrobní stanice jsou spojeny dopravníkovým systémem, po kterém se pohybuje nosič/vozík, na který jsou zakládány díly určené k montáži. Vozík zároveň slouží jako součást montážních přípravků na jednotlivých stanicích. Každý vozík (paletka) má identifikační čip, jehož prostřednictvím komunikuje s centrálním řídicím systémem linky. Vozík bude také sloužit jako aktivní součást montážních přípravků na jednotlivých stanicích.



Obr. 22 Poloautomatická linka MQB GRA

### 9.3.1 Poloautomatická montáž variant s ACC



Obr. 23 Layout linky MQB GRA - montáž GRA s ACC

**Operace 10** (ruční stanice) - stanice je obsluhována člověkem. Obsluhou je zde odebrána hotová páka, která se do této stanice vrací po absolvování všech potřebných operací na montážní lince a dochází zde k založení dvou dílů do uvolněných zakládacích lůžek na vozíku.

LP je usazeno do zakládacího lůžka a je založen svazek kabelů (konektor je pevně usazen do lůžka vozíku a jednotlivé kabelové žíly rovnoměrně uloženy do polohovacího hřebenu).

**Operace 20** (ruční stanice) – u varianty ACC je stanice obsluhována člověkem. Obsluhou je zde manipulován stellrad, který je namazán tukem pro snížení hlučnosti při přepínání, dále je usazen rastelementem do trägeru (u VW variant nazýváme aufnahme) a zaklapnut stellrad. Takto předmontovaná podskupina je založena do zakládacího lůžka na vozíku.

**Operace 30-1** - na této operaci je automatický zásobník s podavačem schieberu, který je založen do trägeru. Po dopravě schieberu do odběrného místa je dále manipulován pomocí poloautomatického manipulátoru do stellradu.

U varianty páky VW GRA je aufnahme dopraveno z vibračního zařízení do příslušného místa odběru, kde je manipulováno pomocí manipulátoru do zakládacího lůžka na vozíku.

**Operace 30-2** - zde dochází k přeložení LP na träger

**Operace 40** - stanice je plně automatická, pomocí pájecího robota je pájen kabelový svazek k LP. Před vlastním procesem pájení dochází pomocí manipulátoru automaticky k polohování kabelů na LP.

Stop stanice, mezi operacemi 40 a 50, je využita ke kamerové kontrole pájeného spoje, správné varianty LP, kontroly barev kabelů a jejich pozice.

**Operace 50** - díl taste je dopraven z vibračního zařízení do příslušného místa odběru. Odsud je manipulován a zaklapnut pomocí manipulátoru na träger/aufnahme.

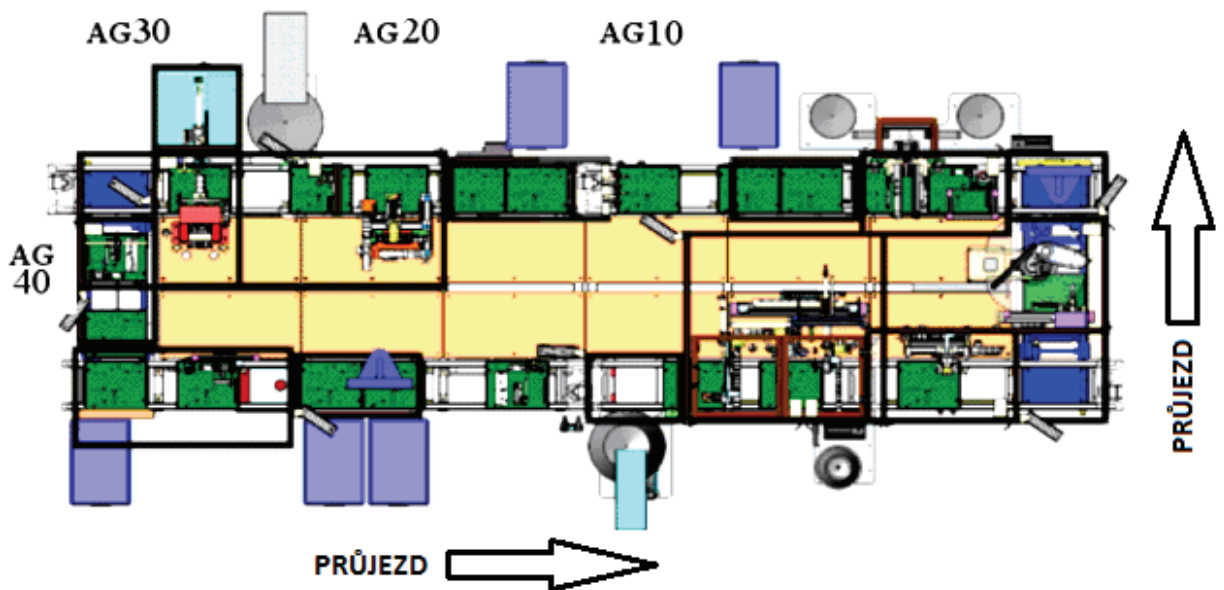
**Operace 60** - operátorem je založena hebeloberschale do lůžka vozíku, vyjmuta smontovaná podskupina stellrad/aufnahme a usazena do hebeloberschale. Dále jsou polohovány kabely a zajistěn konektor kabelu. Jako poslední díly je odebráno z přepravky hebelunterschale. Po odhlášení senzorů, že jsou díly dobře založeny, odjíždí vozík do další stanice.

**Operace 70** - na této operaci dochází k automatickému zašroubování dvou šroubů. Dále zde dochází k přeměření výšky šroubů a tím ke kontrole, zda jsou došroubovány do koncové polohy.

**Operace 80** - díl hebelunterschale je manipulován z lůžka na vozíku nad hebeloberschale se zašroubovaným LP a poté zaklapnut do hebeloberschale, zároveň dojde k zalisování schaltstücku.

**Operace 90** - na této operaci dochází ke kontrole potisku symbolů na hebeloberschale.

### 9.3.2 Poloautomatická montáž variant bez ACC



Obr. 24 Layout linky MQB GRA - montáž GRA bez ACC

Montáž GRA pák variant pák je prováděna na stejném výrobním zařízení jako montáž variant s ACC, s tím rozdílem, že první operací je založení BG Träger do hebeloberschale (operace 60 u variant ACC). Na další stanici proběhne kontrola šroubování a dále pak automatické zalisování hebelunterschale do hebeloberschale a zalisování schaltstücku do páky. Na operaci 40 dochází ke kontrole potisku. Dále pak už hotová páčka projíždí výrobním zařízením zpět na operaci 10, kde je páčka vizuálně zkontrolována operátorem a uložena do bedny podle balicího předpisu.

Na rozdíl od montáže složité varianty, kde jsou zapotřebí 3 operátoři, provádí montáž jednoduché varianty bez ACC pouze 1 operátor. Je však zapotřebí zásobovat poloautomatickou linku předmontážemi Trägerů (BG Träger) z manuální linky. Aby byla linka maximálně kapacitně vytížená, je třeba dvou pracovišť pro montáž BG Trägerů.



## 10 SOUHRN TEORETICKÉ ČÁSTI

V první fázi teoretické části diplomové práce jsou specifikovány jednotlivé úrovně výrobních procesů, které se dělí na instrumentaci, mechanizaci a automatizaci. Dále jsou zde také klasifikovány procesy na základě funkčnosti, klíčivosti a struktury procesu.

Poté se práce zaměřuje na uspořádání pracovišť ve výrobním procesu, kde je blíže popsáno individuální a skupinové uspořádání pracovišť. Další možnou formou může být kombinace uspořádání technologického a předmětného nebo hnízdové uspořádání. U těchto jednotlivých uspořádání jsou blíže specifikovány jednotlivé výhody a nevýhody. Nejpodrobněji se práce zabývá linkovým uspořádáním, konkrétně pak proudovými linkami a jejich základním rozdělením.

V další části se práce zaměřuje na automatizaci a jejím konkrétním důvodům a jsou zde také definovány rozdíly mezi pojmy průběžné doby výroby a průběžné doby výrobku a také základní vztahy pro výpočet těchto časů.

Ve druhé fázi teoretické části diplomové práce je pak představena firma Kostal a její výrobky a vzájemné toky jednotlivých artiklů až po konečný produkt – podvolantový modul. Nakonec je blíže specifikována výroba tempomatových pák, projektu GRA MQB, kterých se bude také týkat praktická část, kde je zapotřebí navrhnout vhodný pájecí přípravek, který bude následně implementován do poloautomatické linky a na kterém bude posléze probíhat automatické pájení kabelů na mikrospínač.

## II. PRAKTICKÁ ČÁST

## 11 STANOVENÍ CÍLŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI

Praktická část se zabývá optimalizací výrobního procesu tempomatových pák projektu MQB Audi, konkrétně pak automatizací letování jednoduchých variant bez ACC. Cílem praktické části je celkové snížení nákladů na výrobu této varianty, vyčíslení úspor a konkrétní návrh pájecího přípravku tak, aby mohl být implementován do výrobní linky.

## 12 SROVNÁNÍ SOUČASNÉHO A POŽADOVANÉHO STAVU VÝROBY GRA PÁK

Ze všeho nejdříve je třeba zpracovat návrh celkového layoutu a určit požadované časy operací, aby bylo možné plnit požadavky a zároveň nedošlo ke zdražení výroby.

### 12.1 Výpočet času cyklu

Pro vyčíslení nákladů na výrobu pro jednotlivé výrobní postupy je třeba znát normy pro jednotlivé výrobní postupy.

Výpočet cyklu pro manuální pájení:

Tab. 2 Takty operace  
manuálního pájení

1.	53,06
2.	52,13
3.	60,24
4.	59,33
5.	57,22
6.	49,97
7.	51,11
8.	48,02
9.	51,17
10.	48,34
11.	56,44
12.	58,43
13.	57,28
14.	48,05
15.	54,32
16.	55,54
17.	57,13
18.	48,01
19.	54,04
20.	55,04
21.	53,74

Výpočet cyklu pro zakládání dílu na poloautomatické lince:

Tab. 3 Takty operace  
na poloautomatické lince

1.	19,87
2.	23,21
3.	21,10
4.	19,00
5.	18,77
6.	18,97
7.	17,52
8.	20,12
9.	21,37
10.	21,19
11.	18,78
12.	19,24
13.	16,71
14.	19,18
15.	22,42
16.	21,37
17.	16,21
18.	19,77
19.	20,11
20.	22,81
21.	19,99

Pro výpočet času z cyklu je zapotřebí použít aritmetický průměr.

**Průměry** představují průměrnou nebo typickou hodnotu výběrového souboru. Nejznámějším pro kvantitativní proměnou je aritmetický průměr.

Jeho hodnotu získáme ze vztahu:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (12.1)$$

kde:

$x_i$  - jednotlivé hodnoty proměnné

$n$  - počet hodnot proměnné

Průměrný čas pro operaci manuálního letování:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{1128,61}{21}$$

$$\bar{x} = 53,74s$$

Průměrný čas pro montáž na poloautomatické lince (zakládání vstupních dílů):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{417,71}{21}$$

$$\bar{x} = 19,89s$$

## 12.2 Výpočet normohodin

Zkratka Nh, normovaná hodina – je doba nutná pro provedení konkrétní práce vztažené k jedinci. Jednotka pracovního času je vyjádřena jako norma času potřebného pro určitou práci.

Níže uvedená normovaná hodina udává čas pro výrobu 1000 kusů určitého artiklu.

Výpočet normohodiny pro manuální pájení:

$$t_{op} = t_{man} + t_{mat} \quad (12.2)$$

$$t_{op} = 53,74 + 2$$

$$t_{op} = 55,74s$$

$$Nh = \frac{t_{op}}{(3600/1000)} \cdot t_{prest} \quad (12.3)$$

$$Nh = \frac{55,74}{3,6} \cdot 1,08$$

$$Nh = 16,72Nhod$$

Výpočet normohodiny pro zakládání dílů na poloautomatické lince:

$$t_{op} = t_{man} + t_{mat} \quad (12.4)$$

$$t_{op} = 19,89 + 2$$

$$t_{op} = 21,89s$$

$$Nh = \frac{t_{op}}{(3600/1000)} \cdot t_{prest} \quad (12.5)$$

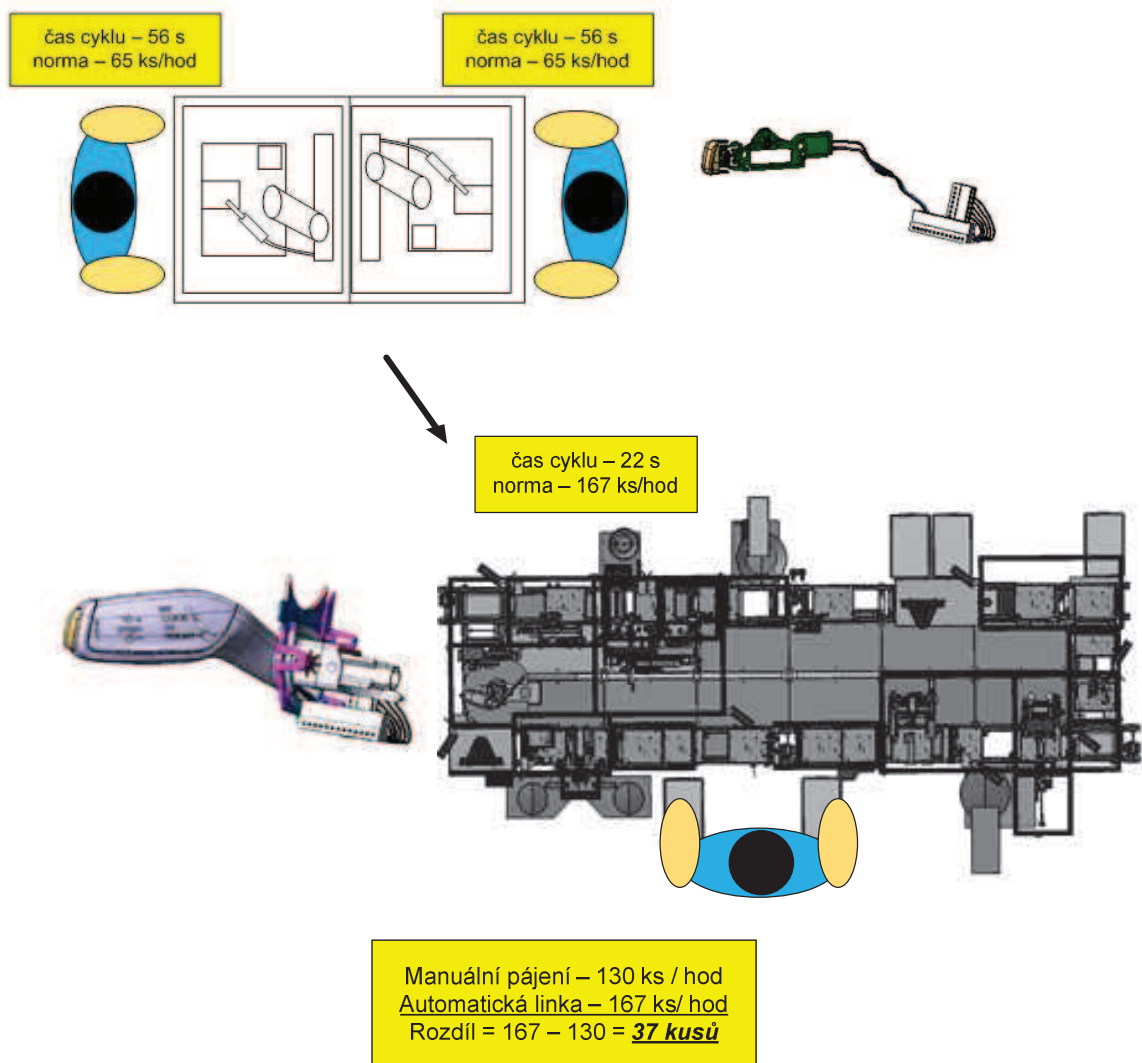
$$Nh = \frac{21,89}{3,6} \cdot 1,08$$

$$Nh = 6,57Nhod$$

$t_{op}$	-	celkový čas operace
$t_{man}$	-	čas pro montáž na lince (zakládání vstupních dílů)
$t_{mat}$	-	čas pro doplňování materiálu (2s/cykl)
$t_{prest}$	-	čas pro přestávky (8%)
$Nh$	-	normovaná hodina (normohodina)

### 12.3 Současný stav výroby GRA pák

Vzhledem k ručnímu pájení je v současnosti zapotřebí více jak dvou operátorů pro pokrytí potřeb poloautomatické linky a jeden operátor pro zakládání materiálu na lince. Hodinová norma pro manuální pájení je 65 kusů, to odpovídá 56 sekundám na 1 kus. Hodinová norma pro automatickou linku je pak 167 kusů, což odpovídá 22 sekundám na 1 kus. Rozdíl mezi počtem kusů BG Trágerů dodávaných z manuálního letování poloautomatické linky je kompenzován vyplánováním zvláštních víkendových směn a předzásobením pro 100% vytižení poloautomatické linky.



Obr. 25 Tok materiálu - současný stav



## 12.4 Návrh výroby GRA pák

Cílem navrhované změny je eliminování manuálního pájení a implementování automatického pájení do poloautomatické linky. Je třeba uvažovat i se zakládáním dalšího materiálu, momentálně montovaného na manuální lince, do poloautomatické linky a vše rozvrhnout tak, aby byl splněn takt linky, který je momentálně 22 sekund v nejužším místě a tím je manuální zakládání materiálu na první operaci (viz obr. 24).

Z toho vyplývá, že další zatížení operátora na poloautomatické lince není možné. Konkrétně se jedná o zakládání o trážeru, kabeláže, mikrospínače.

V úvahu připadají dvě možné varianty:

### 1. automatizování zakládání vibračními dopravníky

- trážer a mikrospínač je možné dopravovat vibračním dopravníkem a následně manipulátorem zakládat do lůžka
- automatické zakládání a polohování kabelů není možné, proto je nutné zakládat a polohovat manuálně

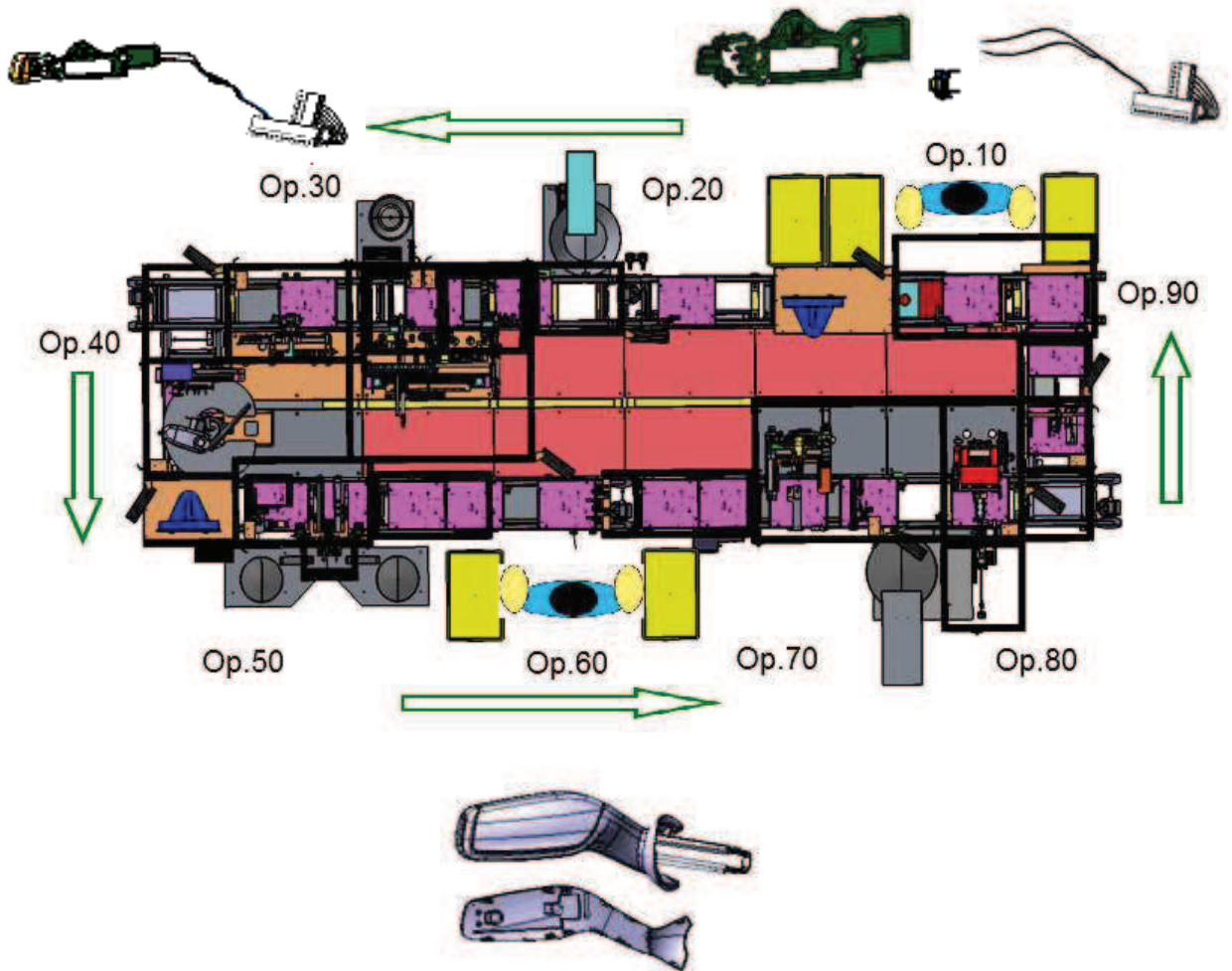
### 2. manuální zakládání operátorem

- protože je nutné zakládání kabelů manuálně dalším operátorem na lince, který by tímto nebyl zcela vytížený, je možné zakládání trážeru a mikrospínače tímto operátorem

Z dvou daných variant můžeme variantu číslo jedna zavrhnout, jelikož by došlo k překročení času na manuální operaci poloautomatické linky. Z této úvahy vyplývá, že montáž GRA páky na poloautomatické linky je nutné provádět ve dvou operátorech bez nutnosti dalších investic do vibračních dopravníků pro trážer a mikrospínač.

### 12.4.1 Finální návrh layoutu

Konečný návrh počítá se dvěma operátory na poloautomatické lince, která bude zcela soběstačná pro kompletní montáž GRA pák a to v časovém taktu.



Obr. 26 Layout - finální návrh

**Operace 10** - stanice je obsluhována člověkem. Obsluhou je zde odebrána hotová páka, která se do této stanice vrací po absolvování všech potřebných operací na montážní lince a dochází zde k založení dvou dílů do uvolněných zakládacích lůžek na vozíku.

Mikrospínač je usazen do zakládacího lůžka a dále je založen svazek kabelů (jednotlivé kabelové žíly jsou pevně aretovány v zakládacím lůžku na paletce. Následně dochází k založení trágeru do lůžka.

**Operace 20 / 30** - průjezd paletky.

**Operace 40** - v této operaci proběhne automatické pájení kabelů k mikrospínači. Zde je nutné vytvořit vhodný přípravek, tak aby splňoval technologické požadavky na automatický proces letování a zároveň byl schopný pracovat v požadovaném taktu.

Stop stanice, mezi operacemi 40 a 50, je využita ke kamerové kontrole pájeného spoje, správné varianty LP, kontroly barev kabelů a jejich pozice.

**Operace 50** - v případě kladného vyhodnocení kamerového testu je díl taste dopraven z vibračního zařízení do příslušného místa odběru a odsud je manipulován a nalisován na träger.

**Operace 60** - operátorem je založena hebeloberschale do lůžka vozíku, vyjmuta smontovaná podskupina träger (přijíždí na paletce) a usazena do hebeloberschale. Dále jsou naploňovány kabely a zajistěn konektor kabelu. Jako poslední je uložen do lůžka spodní díl páky - hebelunterschale. Po odhlášení senzorů, že jsou díly dobře založeny, odjíždí vozík do další stanice.

**Operace 70** - na této operaci dochází k automatickému sešroubování BG träger a hebeloberschale dohromady. Dále zde dochází k přeměření výšky šroubů potenciometrem a tím ke kontrole, zda jsou došroubovány do koncové polohy.

**Operace 80** - díl hebelunterschale je manipulován z lůžka na vozíku nad hebeloberschale se zašroubovaným LP a poté zaklapnut do hebeloberschale, zároveň dojde k zalisování schaltstücku.

**Operace 90** - na této operaci dochází ke kontrole potisku symbolů na hebeloberschale.

### 13 VÝPOČET ÚSPOR

Před zahájením změn ve výrobních procesech a zařízeních je nejdůležitější mít vše podložené ekonomickou analýzou, abychom měli jistotu, že se výroba pák nakonec neprodrazí.

#### *Současný výrobní postup:*

- 3 operátoři -> náklady za hodinu práce jednoho operátora - 12 Euro

- 252 prac. dní v roce 2013 -> 252 dní x 3 směny x 3 operátoři x 12 Euro/hod x 7,5 hod/směna = 204 120 Euro

- 1 Euro = 25,58 Kč -> 204 120 x 25,58 = 5 221 389 Kč

Celkové roční náklady při současném pracovním postupu jsou **5 221 389 Kč**.

#### *Navrhovaný výrobní postup:*

- 2 operátoři

- 252 prac. dní v roce 2013 -> 252 dní x 3 směny x 2 operátoři x 12 Euro/hod x 7,5hod/směna = 136 080 Euro

- 1 Euro = 25,58 Kč -> 136 080 x 25,58 = **3 480 926 Kč**

- plánovaná investice do přestavby linky (mechanika + SW) - > 13 600 Euro

- 1 Euro = 25,58 Kč -> 13 600 x 25,58 = **347 888 Kč**

#### *Zefektivnění práce druhého operátora na poloautomatické lince:*

Roční výhledy GRA pák bez ACC na rok 2013 - 144 758 pák za rok

16,72 Nh - normovaná hodina pro manuální pájení

144, 758 x 16,72 = 2420,35 hodin

6,57 Nh - normovaná hodina pro manuální pájení

144, 758 x 6,57 = 951,1 hodin

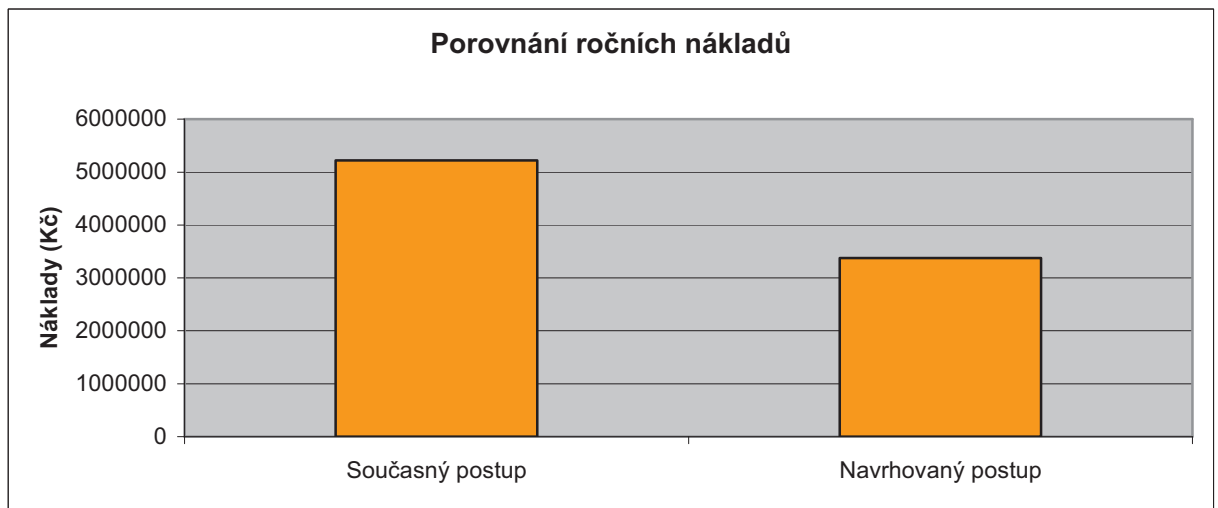
Uspořené hodiny = 2420,35 - 951,10 = 1469, 25 hodin

1469, 25 hodin x 12 Euro = 17 631 Euro

1 Euro = 25,58 Kč => 25,58 x 17 631 = **451 000 Kč**

**Roční úspora:**

	<u>Současný stav</u>	<u>Navrhovaný stav</u>
<i>náklady na práci operátorů</i>	5 221 389	3 480 926
<i>investice do úpravy linky</i>		+ 347 888
<i>zefektivnění práce</i>	_____	- 451 000
<i>celkové náklady</i>	5 221 389	3 377 814
<b>rozdíl</b>		<b>1 843 575 Kč</b>



Obr. 27 Porovnání ročních nákladů

Z uvedených výpočtů vyplývá, že návratnost investice do přestavby linky se vrátí již v prvním roce a to hlavně z důvodu menšího počtu operátorů při navrhovaném pracovním postupu.

Navíc dojde k zefektivnění práce druhého operátora vzhledem k vyšší hodinové normě na poloautomatické lince.

## 14 ZÁSADY BEZOLOVNATÉHO PÁJENÍ

Před designováním a konstrukcí samotného pájecího přípravku je důležité znát zásady pájení a uplatnění těchto znalostí při samotném navrhování. [14]

### 14.1 Pájecí slitiny

Ve většině aplikací se standardem staly eutektické slitiny Sn/Ag/Cu, které nabízí většina výrobců. Zejména pro pájení přetavením je tato kombinace využívána jako nejlepší alternativa Sn/Pb pájecích past. Tam, kde je nepříznivým parametrem vyšší cena slitin Sn/Ag/Cu, jsou voleny slitiny na bázi Sn/Cu. Pouze výjimečně jsou používány slitiny Sn/Ag s Vizmutem. Ukazuje se, že hlavním problémem při výběru pájecí slitiny je její cena ve spojitosti se zaručenou kvalitou zapájení. Zejména u pájení vlnou a ručním pájením je velký nárůst v ceně základního materiálu. [14]

### 14.2 Tavidla

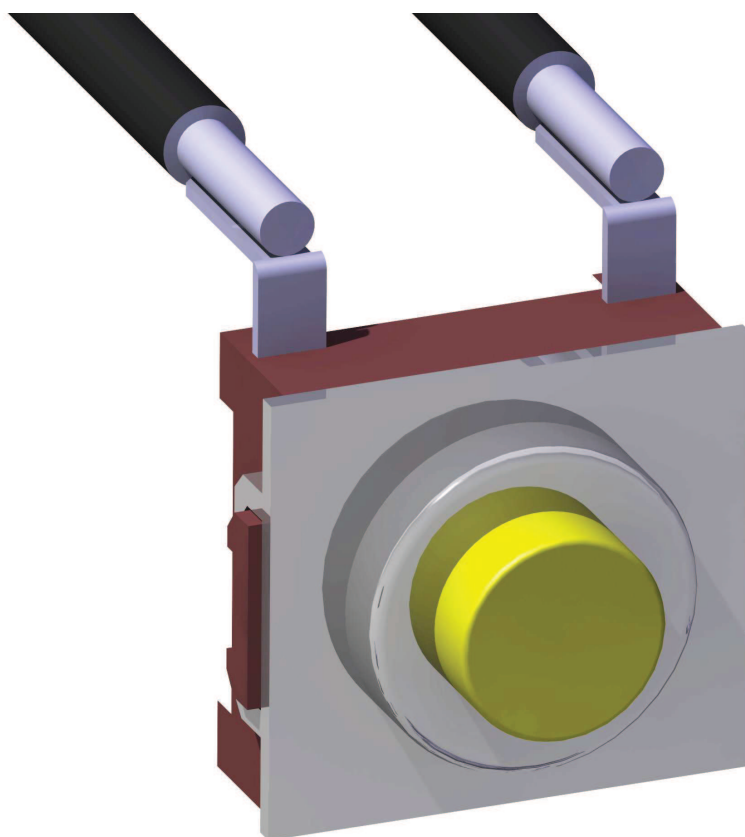
V případě, že dosahované výsledky neodpovídají požadavkům na kvalitu pájení, je nutné přistoupit k hledání optimálního nastavení stroje. Teprve když se nepodaří vyladit stroj, je třeba hledat jiné tavidlo. Prvním krokem tohoto procesu je stejné tavidlo s vyšším obsahem aktivátorů. Druhým krokem je tavidlo s aktivátory silnějšími či tavidlo jiného výrobce. Tavidla na vodní bázi jsou zatím používána minimálně. [14]

Tab. 4 Přehled nejčastějších problémů pájení [14]

Nejčastější problémy	Řešení
Výběr pájecího hrotu.	Hrot co největší (nejhmotnější) pro danou operaci – nejlépe s plochou na konci.
Životnost pájecího hrotu.	Dodržovat zásady péče o hrot, změna systému čištění hrotu, ochrana dusíkem.
Dodržení stávajících časových norem.	Správný hrot, kvalitnější pájedlo, dusík, naříznutá pájka, pomocné tavidlo.
Nejistota kvality zapájení.	Řízený proces – kontrola teploty pájení, použití dusíku, pomocné tavidlo.
Odsávání pájky a opravy.	Odsávací stanice s minimální drahou odsávané pájky od hrotu k zásobníku, hrot s vysokou obnovou tepla, pomocné tavidlo.
Zatékání pájky do prokovených otvorů.	Pájedlo s vysokou obnovou tepla, pomocné tavidlo, dusík.
Nejistota správné teploty na hrotu pájedla.	Řízený proces s přesně definovanou teplotou – měřidlo teploty hrotů pájedel.
Nedostatečný výkon pájedel.	Pájedlo s vysokou obnovou tepla, dusík.

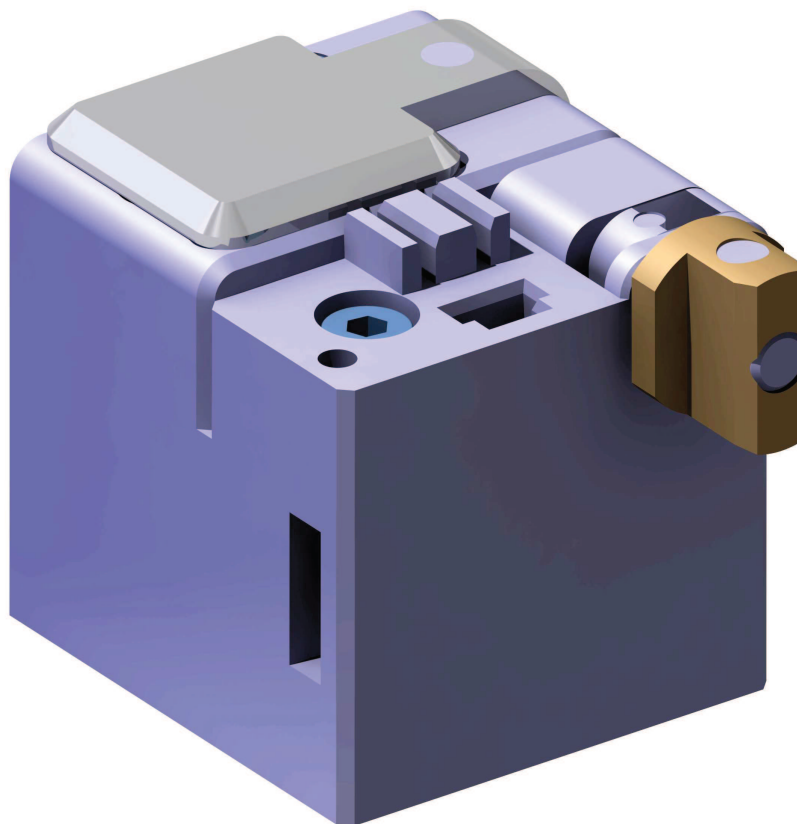
## 15 NÁVRHY PÁJECÍHO PŘÍPRAVKU

Byly vypracovány dva návrhy pájecího přípravku, které se liší především fixací kabelů v drážce. Nejdůležitější podmínkou pro oba konstrukční návrhy bylo přesné a rychlé navedení kabelů na mikrospínač, tak aby mohl operátor všechny úkony stihnout v časovém taktu. Na obr. 28 je vizualizace mikrospínače a kabelů, kde v místě kontaktu dochází k pájení robotem.



Obr. 28 Pájený spoj

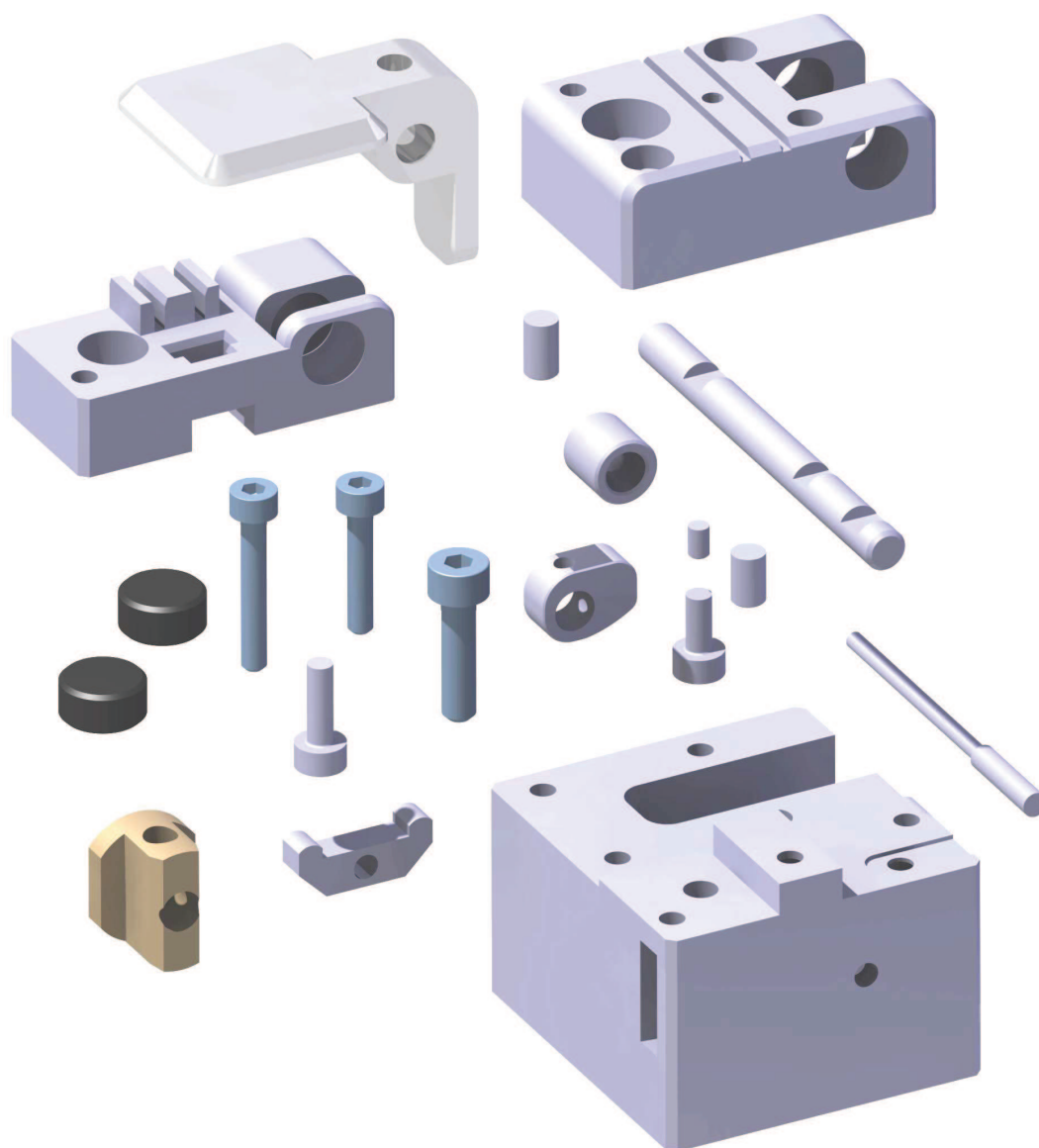
## 15.1 První návrh pájecího přípravku



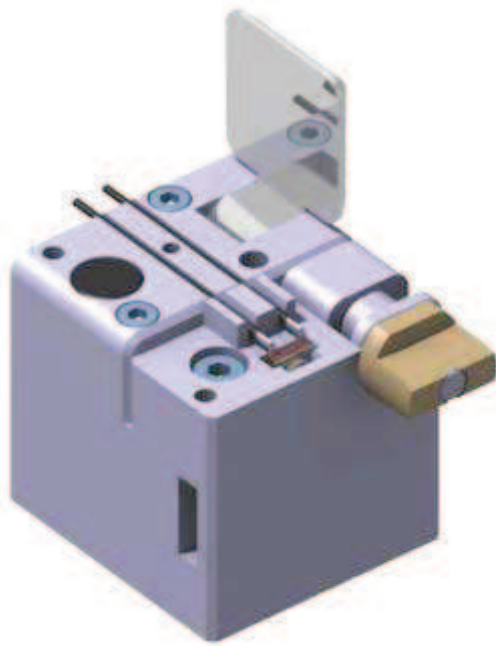
Obr. 29 Návrh pájecího přípravku č.1

U prvního pájecího přípravku je fixování kabelů v lůžku zajištěno klapkou. Odjištění kabelů proběhne automaticky pneumatickým manipulátorem a zároveň dojde k povysunutí mikrospínače z lůžka, který je pak manipulátorem transportován spolu se spájenými kabely do trážeru. Takto je pak předmontáž vložena operátorem do hebelu na operaci 60.





Obr. 30 Rozpad pájecího přípravku na jednotlivé díly - návrh č. 1

*Manipulace s přípravkem v jednotlivých operacích:*

Obr. 31 Přípravek 1 na operaci 10

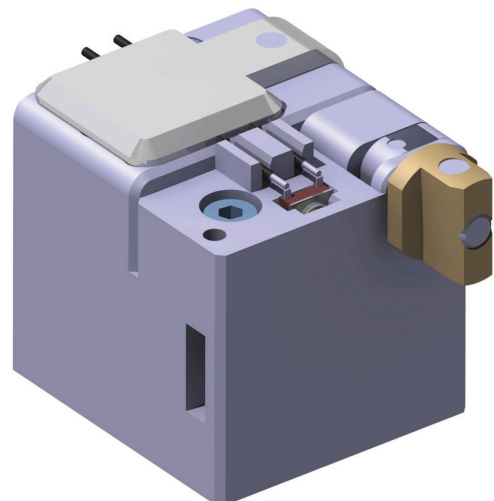
*operace 10*

Na operaci 10 dojde k založení mikrospínače a následně k polohování kabelů na kontakty mikrospínače. Poté je operátorem manuálně sklopena klapka, která fixuje kabeláž proti posunu v drážkách. Simulováním jednotlivých úkonů operátora na této operaci byl odhadnut takt na 20 s. V čase je zahrnuto i založení trážeru do lůžka na paletce.

Následně projíždí paletka dalšími operacemi až do operace 40, kde proběhne automatické spájení. Na obrázku níže je vizualizovaný stav pájecího přípravku na této operaci.

*operace 40*

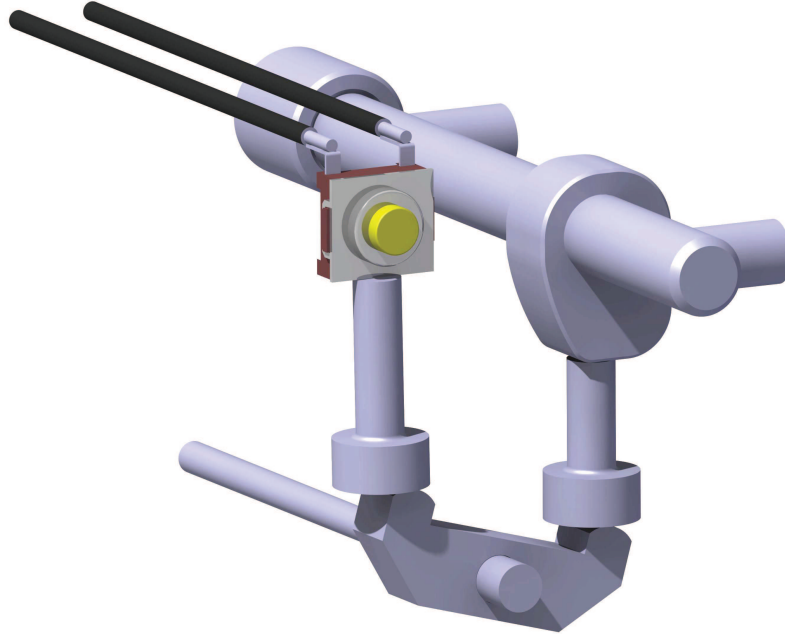
Na operaci 40 dochází k automatickému letování při sklopené klapce. Drážky u vedení těsně před lůžkem mají menší průměr než samotný kabel, aby nedošlo vlivem paměti kabelu k jeho vychýlení z pozice vzhledem k mikrospínači. Letovací robot dosahuje času 1 sekundy na 1 letovaný spoj. Z toho vyplývá, že takt nepřesáhne 7 sekund i s dobou nutnou pro zatuhnutí cínu.



Obr. 32 Přípravek 1 na operaci 40

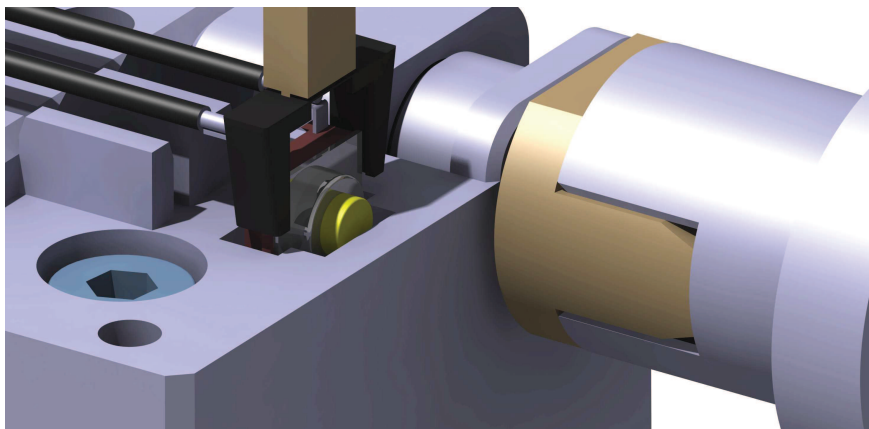
*operace 50*

Na operaci 50 dochází nejdříve k automatickému napozicování chapadla pneumatického manipulátoru, který je umístěn na této operaci a poté k přetočení hřídele o 90°, čímž dojde také k odjištění kabelů klapkou.



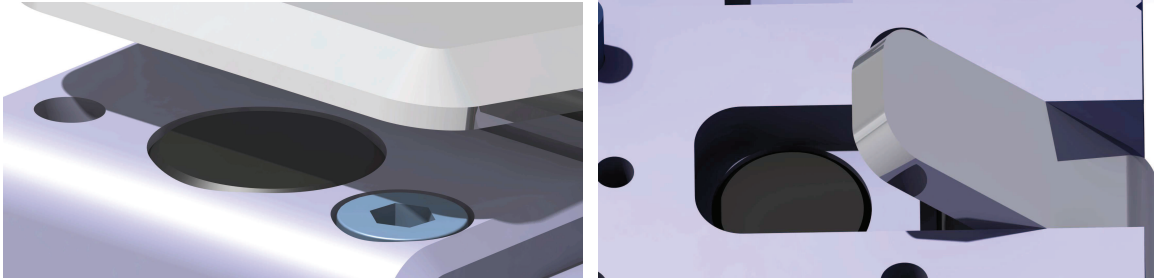
Obr. 33 Mechanismus vysunutí mikrospínače

Na obrázku 33 je vizualizovaný mechanismus po přetočení hřídele o 90°, kde je díky otočení tvarované vačky přenesen pohyb na kolík a následně přes vahadlo na druhý kolík, který povysune mikrospínač z lůžka tak, aby ho bylo možné následně vyjmout (obr.34) a přeložit manipulátorem do trágeru.



Obr. 34 Vysunutí mikrospínače z lůžka

Klapka je v obou polohách fixována magnety, aby nedošlo k uvolnění kabelů během transportu paletky mezi operacemi nebo k opětovnému zajištění během transportu mikrosplínače.



Obr. 35 Magnety pro fixování poloh klapky

### 15.1.1 Použité materiály

Na převážnou část komponent byla použita nástrojová ocel ČSN 19312 - DIN 1.2842

#### Charakteristika

Mangan - chrom - vanadová ocel se střední prokalitelností ke kalení v oleji, zvláště dobrá stálost rozměrů při tepelném zpracování, dobrá odolnost proti opotřebení a řezivost. Značná citlivost na ochlazování vodou při kalení a popouštění, dobrá leštitelnost, dobrá tvárnost za tepla a dobrá obrobiteľnosť v žíhaném stavu.

#### Vhodnost použití

Nástroje pro stříhání za studena tj. všechny druhy nástrojů pro stříhání na lisech a děrování materiálů menších tlouštěk zejména tvarově složité průstřižnice a průstřižníky, vyžadující velmi dobrou stálost rozměrů při tepelném zpracování. Nože nůžek pro stříhání materiálů menších tlouštěk, talířové a kotoučové nože na řezání papíru apod. Nástroje pro tváření za studena tj. nástroje na ohýbání, zakružování, tažení a ražení materiálů malých tlouštěk. Malé formy pro tváření plastických hmot a pryže, méně namáhané formy pro tváření práškových hmot, porcelánu a keramických materiálů. Měřidla všeho druhu, pravítka, vodící lišty, šablony, kalibry.

Tab. 5 Chemické složení ČSN 19312

Značka oceli	Chemické složení v %											Tvrdost ve stavu	
	C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V	Ni max	Co	P max.	S max.	Žh. na měkko	Zušlechťeném
												HB max.	HRC min.
DIN 90MnCrV8	0,85-0,95	1,90-2,10	0,10-0,40	0,20-0,50			0,05-0,15			0,030	0,030	220	58
ČSN 19 313	0,80-0,90	1,75-2,10	0,15-0,35	0,20-0,40			0,10-0,20	0,35		0,030	0,035	225	61

Na hřídele byla použita ocel 11 600 - DIN 1.0060, která je používána pro méně namáhané součásti, jde zušlechťovat, používá se pro čepy, hřídele a pístní tyče. Snese větší tlaky a proto se také využívá pro klíny a pera.

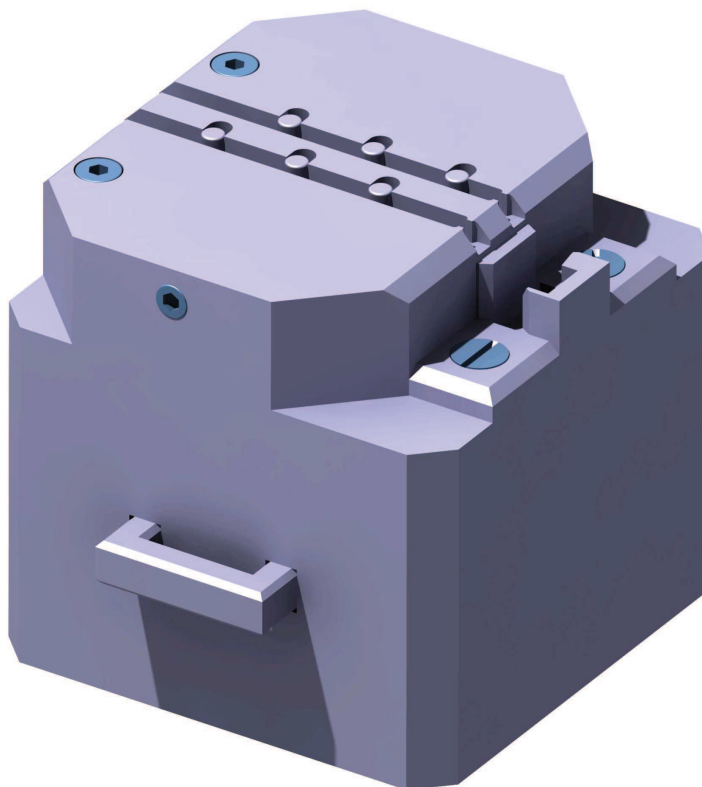
Pouzdro a přenašeč byly vyrobeny z bronzu.

Za studena lze bronz zpevňovat až na 1000 MPa. Bronz má dobrou korozní odolnost a nízký součinitel tření.

- použití: ložiska, pružiny. Cu-Al (hliníkové bronzy) - hranice rozpustnosti cca 10 %
- přídavek dalších prvků (Fe, Ni, Mn)
- vynikají vysokou korozní odolností i v kyselinách a vysokou pevností

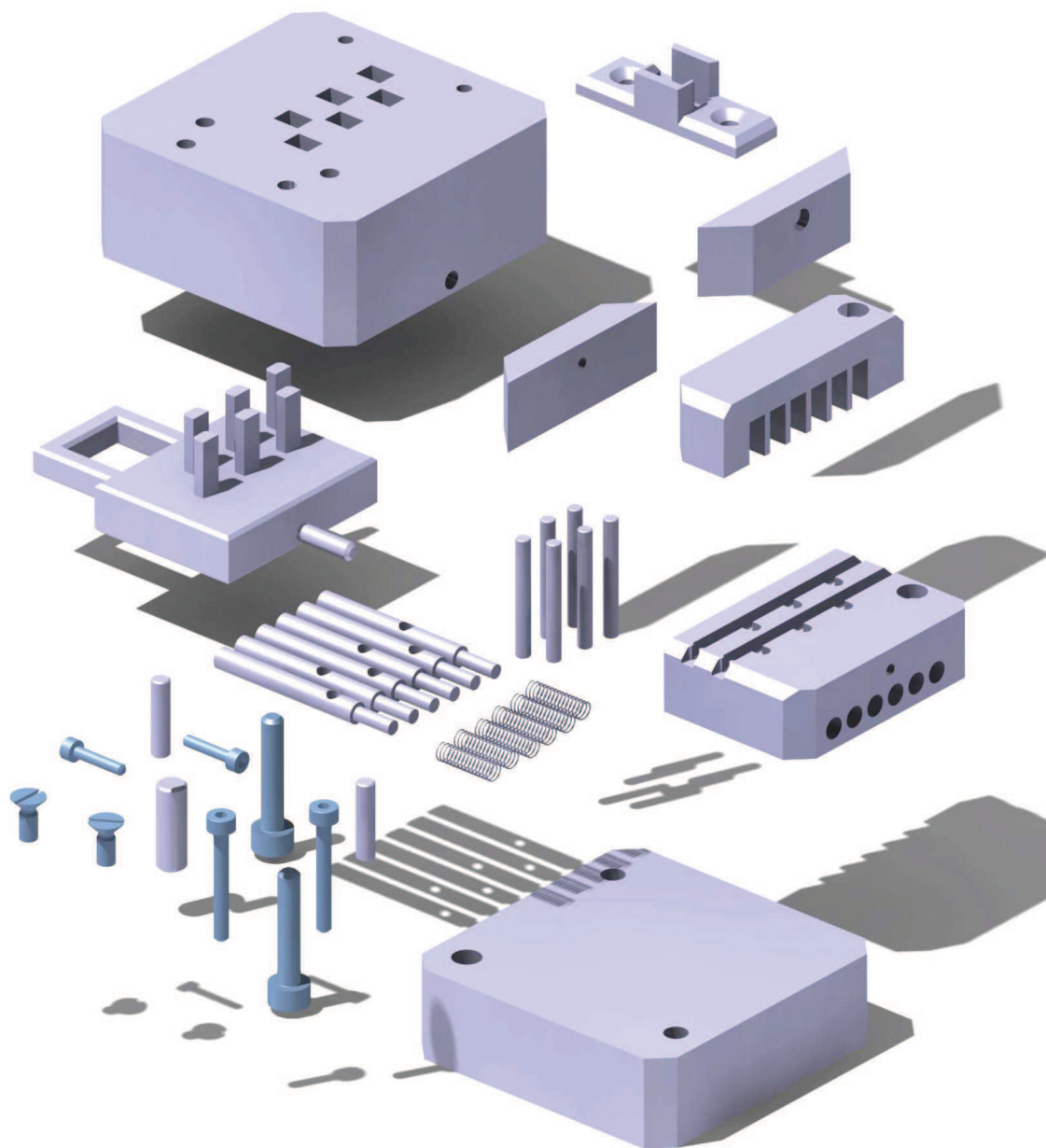
Bronzy vynikají tvrdostí i za vyšších teplot (250-300 °C), jsou dobře tvárné za tepla a při nižších obsazích legur i za studena.

## 15.2 Druhý návrh pájecího přípravku



Obr. 36 Návrh pájecího přípravku č.2

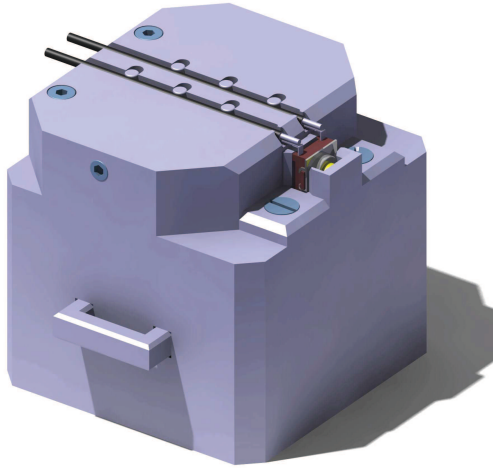
U druhého pájecího přípravku je fixování kabelů v lůžku zajištěno šesti fixátory, na každé straně po třech. Odjištění kabelů proběhne automaticky pneumatickým manipulátorem, který stlačí tahadlo (viz obr. 39) a tak dojde k odjištění kabelů. Současně sjíždí k mikrospínači kleštiny, kterými je mikrospínač včetně naletovaných kabelů transportován do trágeru. Na rozdíl od prvního návrhu není nutné vysunutí mikrospínače. Takto je pak předmontáž vložena operátorem do hebeloberchale na operaci 60.



Obr. 37 Rozpad pájecího přípravku na jednotlivé díly - návrh č. 2

**Manipulace s přípravkem v jednotlivých operacích:*****operace 10***

Na operaci 10 dojde k založení mikrospínače a následně k polohování kabelů na kontakty mikrospínače, přičemž při zakládání kabelů musí operátor překonat odpor fixačních kolíků, které jsou tlačeny proti kabelům pružinami. Simulováním jednotlivých úkonů operátora na této operaci byl odhadnut takt na 18 s. V čase je zahrnuto i založení trageru do lůžka na paletce.

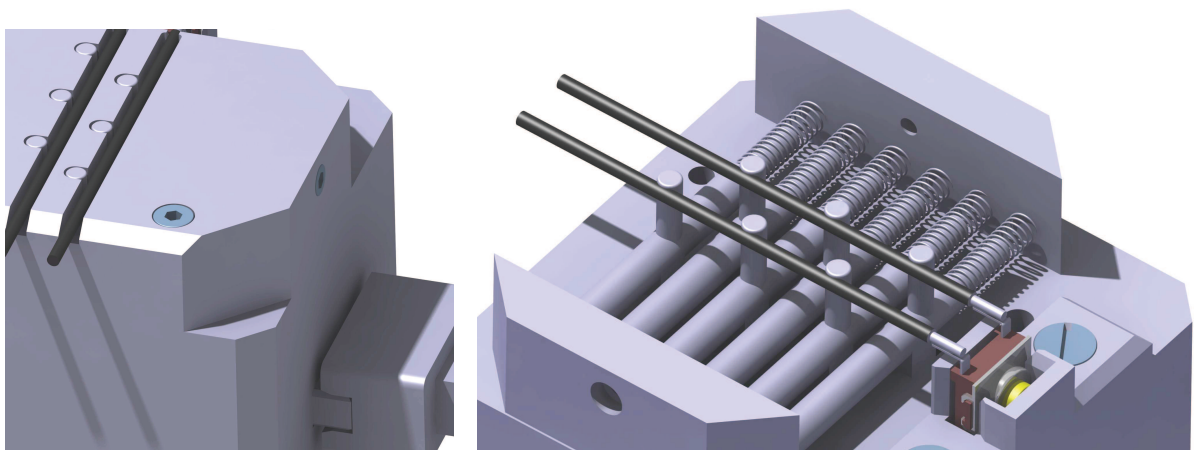


Obr. 38 Přípravek 2 na operaci 10

Následně projíždí paletka dalšími operacemi až do operace 40, kde proběhne automatické spájení.

***operace 50***

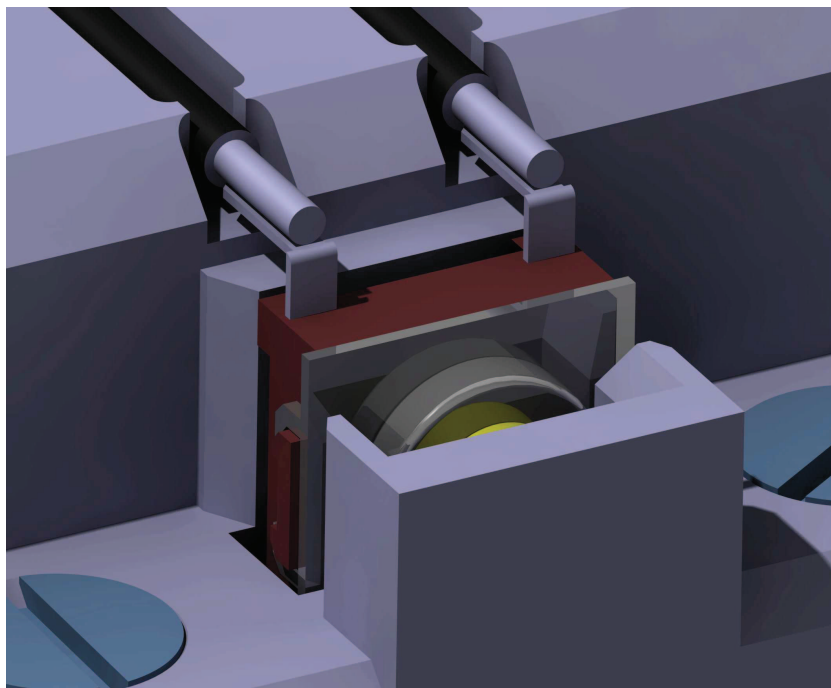
Na operaci 50 dochází nejdříve k automatickému vyjetí chapadla pneumatického manipulátoru, který je umístěný na této operaci a poté k zatlačení tahadla do přípravku, čímž dojde k uvolnění kabelů.



Obr. 39 Přípravek 2 na operaci 50



Po uvolnění kabelů dojde k nabrání mikrospínače kleštinami. Na rozdíl od prvního návrhu je lůžko mikrospínače otevřené a proto není nutné jej vysouvat. Po odjetí manipulátoru se fixační kolíky vrací do původního stavu.



Obr. 40 Lůžko pro uložení mikrospínače - návrh č.2

### 15.2.1 Použité materiály

Stejně jako u prvního návrhu byla na převážnou část komponent použita nástrojová ocel ČSN 19312 - DIN 1.2842.

## ZÁVĚR

Teoretická část diplomové práce se v úvodu zabývá rozdělením výrobního procesu dle funkčnosti, klíčivosti a struktury procesů. V další části je blíže definováno uspořádání pracovišť ve výrobě, konkrétně pak technologické, předmětné, hnízdové a linkové uspořádání. Dále byla definována automatizace a důvody proč společnosti k automatizaci přistupují. Hlavním důvodem je návratnost investice do nových technologií z důvodu redukce zaměstnanců ve výrobě a také prestiž pro stávající a potencionální zákazníky. Další část definuje rozdíl mezi průběžnou dobou výroby a průběžnou dobou výrobku a jsou zde uvedeny vztahy pro výpočet výrobního cyklu.

V druhé části teorie se práce orientuje již na samotné produkty společnosti Kostal, kde je definován tok materiálu od prvních předmontáží až do finálního produktu - podvolantového modulu. Nejblíže je specifikována výroba tempomatových páček, konkrétně tempomatových pák projektu MQB GRA. Specifikována je manuální a poloautomatická výroba.

Praktická část se nejdříve zabývá výpočtem času cyklu manuálního pájení a manuální operace na poloautomatické linky, zde bylo uděláno 21 náměrů a z aritmetických průměrů byly určeny časy cyklu a dále vypočteny normované hodiny pro manuální pájení a manuální operaci na poloautomatické lince. Následuje zhodnocení současného stavu a na základě toho pak návrh nového layoutu a výrobního procesu, tak aby byl ekonomicky výhodnější než předchozí stav. Vše je ověřeno ekonomickou analýzou, z které vyplývá, že navrhovaný výrobní proces bude levnější o 1 843 575 Kč a návratnost investice bude již v prvním roce.

Aby mohl být zrealizován navrhovaný layout, bylo třeba implementovat pájení do linky a tento proces zautomatizovat. V programu Catia byly zhotoveny dva návrhy pájecího přípravku, které se liší především konstrukčním řešením a hlavně fixací kabelů v přípravku. Oba přípravky jsou navrženy tak, aby byly pomocí dalšího pneumatického manipulátoru automatické a mohlo tak dojít k přeložení spájeného mikrospínače do trágeru, což uspoří další čas operátora. Oba návrhy jsou vhodné z hlediska taktu a také konstrukčně navrženy tak, že je možné je implementovat do linky.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] JEŽEK, Vladimír. *Systémy automatické identifikace: [aplikace a praktické zkušenosti]*. Vyd. 1. Praha: Grada, 1996, 124 s. ISBN 80-716-9282-4.
- [2] *Automatizace a automatizační technika 1: systémové pojetí automatizace*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2012, 217 s. ISBN 978-80-251-3628-7.
- [3] KOSTAL CR, *prezentace firmy Kostal*
- [4] KOSTAL CR, *obr. modelů vytvořeny ve firemním softwaru*
- [5] BASL, Josef. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 142 s. ISBN 80-247-0214-2.
- [6] ROLLO, Jan a Jaroslav TICHÁK. *Řízení výrobního procesu*. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1994, 113 s. ISBN 80-010-1187-9.
- [7] MAKOVEC, Jaromír. *Základy řízení výroby*. 3. dotisk 1. vyd. Praha: VŠE, 1996, 98 s. ISBN 80-707-9110-1.
- [8] *Jakost ...: ... ročník mezinárodní konference, ... Ostrava = Quality ... : ... international conference, ... Ostrava, Czech Republic : sborník konference*. Ostrava: Dům techniky Ostrava, 1992-2007, 16 sv. ISBN 80-02-01350-6.
- [9] Sborník průmyslového inženýrství [online]. [cit. 2009-06-25]. 2009, Dostupné na [www:<http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/managementmsp/slovníkprumysloveh-o-inzenyrstvi/1001663/52893/>](http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/managementmsp/slovníkprumysloveh-o-inzenyrstvi/1001663/52893/).
- [10] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. 378s. ISBN 978-80-247-1479-0
- [11] TUČEK, D., BOBÁK, R. *Výrobní systém*. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 298 s. ISBN 80-7318-381-1.
- [12] MACHÁTOVÁ, A. *Řízení výroby* [online]. [cit. 2009-06-25]. 2005, Dostupné na [www: <https://skripta.ft.tul.cz/akreditace/data/2005-12-09/12-10-02.pdf>](https://skripta.ft.tul.cz/akreditace/data/2005-12-09/12-10-02.pdf).
- [13] ČERNÝ, Jaromír. *Úvod do studia metod průmyslového inženýrství a systémů služeb*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2004, 96 s. ISBN 80-731-8227-0.
- [14] ABE TEC. KIRSTEN. [online]. 2009-01-27 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.kirsten.cz/bezolovnate-pajeni.html>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

$T_c$	-	<i>celková doba výrobního cyklu [s]</i>
$t_k$	-	<i>kusový čas [s]</i>
$q_s$	-	<i>počet součástí současně opracovávaných na pracovišti</i>
$P$	-	<i>počet pracovišť, na nichž se současně provádí daná operace</i>
$d_v$	-	<i>počet kusů ve výrobní dávce</i>
$t_{pz}$	-	<i>čas přípravy a zakončení [s]</i>
$T_0$	-	<i>doba opracování součásti určitého druhu v daném provozu [s]</i>
$T_p$	-	<i>doba trvání meziprovozních přestávek při předávání [s]</i>
$T_{pm}$	-	<i>doba čekání součásti na kompletaci před montáží [s]</i>
$T_m$	-	<i>doba setrvání součásti v procesu montáže [s]</i>
$p$	-	<i>počet provozů</i>
$m$	-	<i>počet operací</i>
$t_{dki}$	-	<i>čas dopravy a kontroly [s]</i>
$x_i$	-	<i>jednotlivé hodnoty proměnné</i>
$n$	-	<i>počet hodnot proměnné</i>
$t_{op}$	-	<i>celkový čas operace [s]</i>
$t_{man}$	-	<i>čas pro montáž na lince [s]</i>
$t_{mat}$	-	<i>čas pro doplňování materiálu [s]</i>
$t_{prest}$	-	<i>čas pro přestávky [s]</i>
$N_h$	-	<i>normovaná hodina [hod/1000ks]</i>

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Jednotlivé úrovně ve zdokonalování výrobních procesů.....	10
Obr. 2 Klasifikace procesů dle funkčnosti [13] .....	11
Obr. 3 Struktura procesu .....	14
Obr. 4 Technologické uspořádání pracoviště.....	16
Obr. 5 Předmětné uspořádání pracoviště .....	17
Obr. 6 Hnízdové uspořádání pracovišť .....	18
Obr. 7 Víceprofesní pružná výrobní soustava.....	19
Obr. 8 Proudové uspořádání pracoviště .....	19
Obr. 9 Vztah průběžné doby výrobku a průběžné doby výroby.....	24
Obr. 10 Schéma členění průběžné doby výroby [12].....	25
Obr. 11 Produkty firmy KOSTAL CR.....	28
Obr. 12 Zákazníci firmy KOSTAL CR.....	28
Obr. 13 Podvolantový modul [4] .....	29
Obr. 14 Tok materiálu při montáži modulu .....	30
Obr. 15 GRA páka - VW s ACC .....	32
Obr. 16 Jednoduchá varianta GRA páky - design Audi.....	33
Obr. 17 Varianta GRA páky s ACC - design Audi.....	33
Obr. 18 Pájecí stanice .....	34
Obr. 19 Lisovací stanice .....	35
Obr. 20 Layout pracoviště.....	35
Obr. 21 Layout pracoviště pro montáž varianty s ACC.....	36
Obr. 22 Poloautomatická linka MQB GRA.....	37
Obr. 23 Layout linky MQB GRA - montáž GRA s ACC .....	38
Obr. 24 Layout linky MQB GRA - montáž GRA bez ACC .....	40
Obr. 25 To materiálu - současný stav .....	48
Obr. 26 Layout - finální návrh .....	50
Obr. 27 Porovnání ročních nákladů .....	53
Obr. 28 Pájený spoj.....	55
Obr. 29 Návrh pájecího přípravku č.1 .....	56
Obr. 30 Rozpad pájecího přípravku na jednotlivé díly - návrh č. 1 .....	57
Obr. 33 Mechanismus vysunutí mikrospínače.....	59

---

Obr. 34 Vysunutí mikrospínače z lůžka.....	59
Obr. 35 Magnety pro fixování poloh klapky.....	60
Obr. 36 Návrh pájecího přípravku č.2 .....	62
Obr. 37 Rozpad pájecího přípravku na jednotlivé díly - návrh č. 2 .....	63
Obr. 39 Přípravek 2 na operaci 50 .....	64
Obr. 40 Lůžko pro uložení mikrospínače - návrh č.2 .....	65

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Přehled variant páček GRA .....	37
Tab. 2 Takty operace manuálního pájení .....	44
Tab. 3 Takty operace na poloautomatické lince.....	45
Tab. 4 Přehled nejčastějších problémů pájení.....	54
Tab. 5 Chemické složení ČSN 19312 .....	61

D

C

B

A

4

4

3

3

2

2

1

1

POZICE	ČÍSLO VÝKRESU	NÁZEV	KUSŮ V SESTAVĚ	POZNÁMKA
	N1 - 100	SESTAVA - NÁVRH 1		
1	N1 - 101	VYHAZOVAČ	1	
2	N1 - 102	VAČKA	1	
3	N1 - 103	KOLÍK	1	
4	N1 - 104	VAHADLO	1	
5	N1 - 105	TRAGER	1	
6	N1 - 106	LŮŽKO	1	
7	N1 - 107	VEDENÍ	1	
8	N1 - 108	FIXAČNÍ KOLÍK	2	
9	N1 - 109	ZÁKLADNA	1	
10	N1 - 110	KLAPKA	1	
11	N1 - 111	MAGNET	2	
12	N1 - 112	ŠROUB M4x16	1	ISO 4762
13	N1 - 113	ŠROUB M3x20	2	ISO 4762
14	N1 - 114	OSA	1	

DESIGNED BY:

MAREK GREC

DATE:

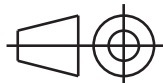
4/22/2013

CHECKED BY:

DATE:

SIZE

A4



ROZPISKA - NÁVRH 1

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

DRAWING NUMBER

SHEET

1/1

I

-

H

-

G

-

F

-

E

-

D

-

C

-

B

-

A

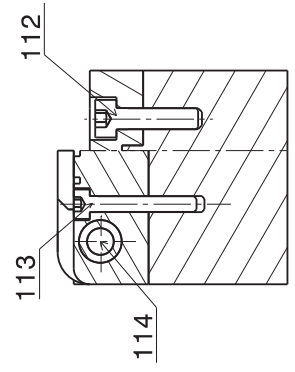
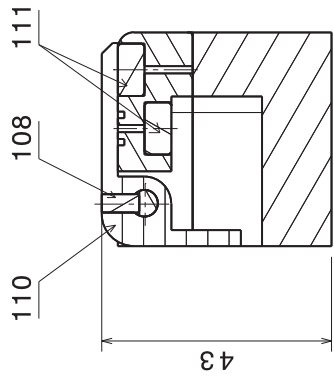
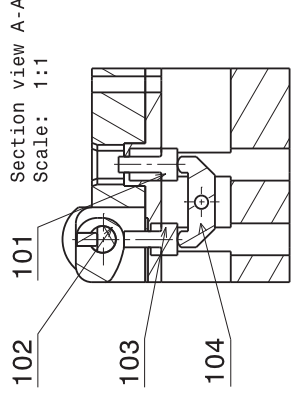
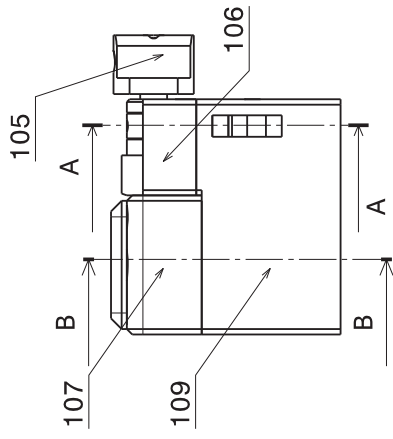
-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

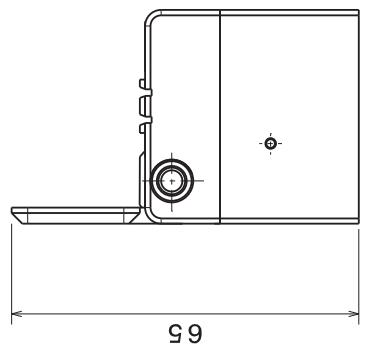
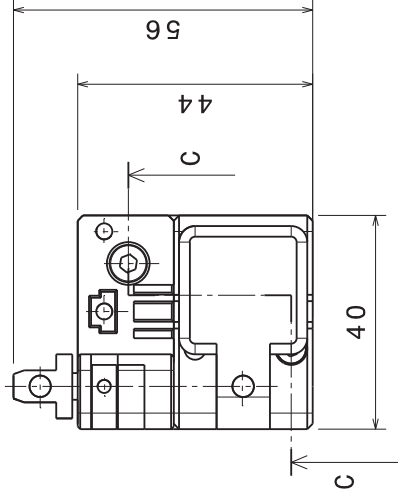
D

A





Auxiliary view D  
Scale: 1:1



Section view C-C  
Scale: 1:1

DESIGNED BY: <b>MAREK GREC</b>	DATE: <b>4/20/2013</b>
CHECKED BY: <b>XXX</b>	DATE: <b>XXX</b>
SIZE <b>A3</b>	WEIGHT (kg) <b>0.9 KG</b>
SCALE <b>1:1</b>	DRAWING NUMBER <b>N1 - 100</b>
SHEET <b>1/1</b>	

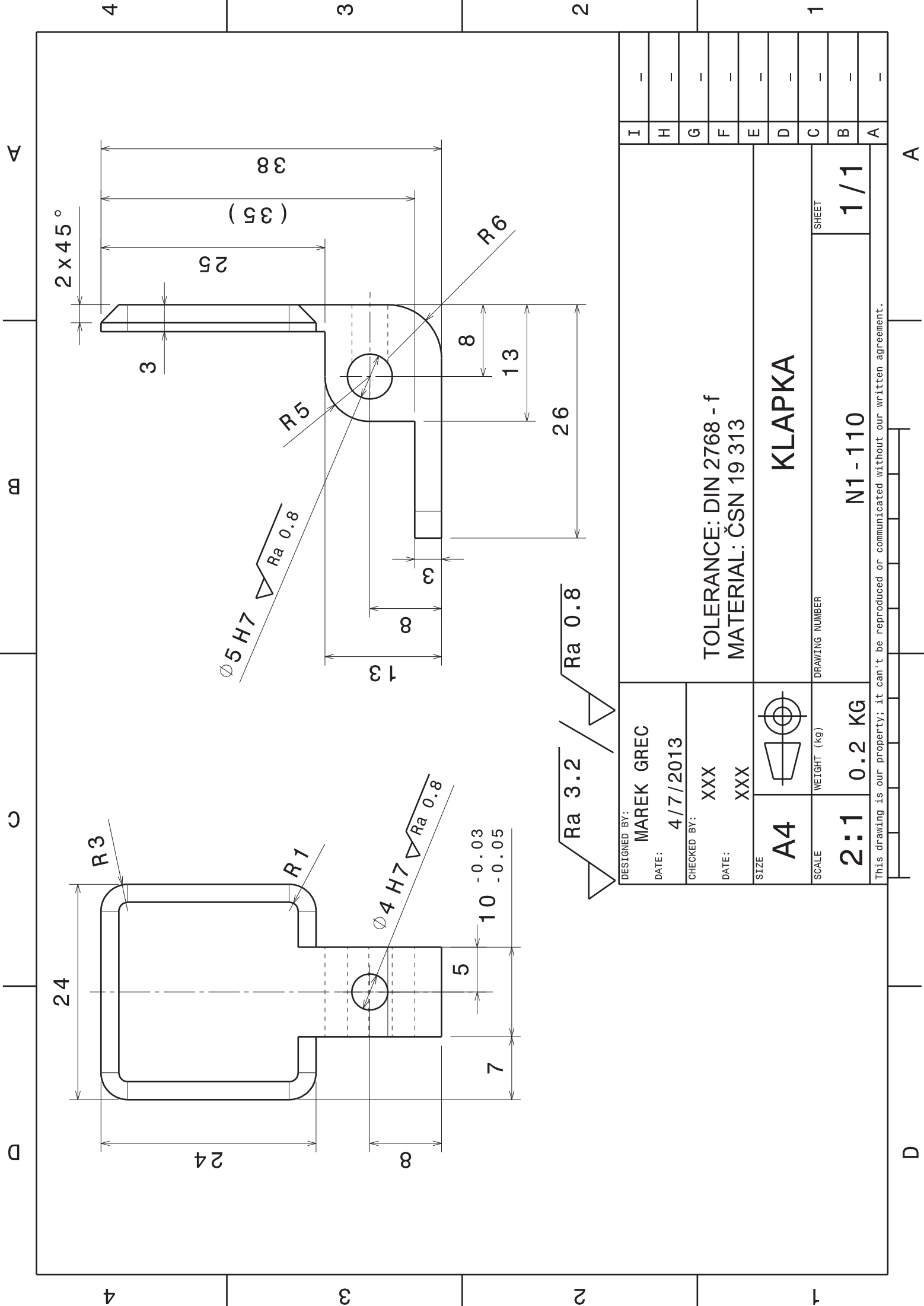
**SESTAVA - NÁVRH 1**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-







DESIGNED BY: <b>MAREK GREC</b>		
DATE: <b>4/7/2013</b>		
CHECKED BY: <b>XXX</b>		
DATE: <b>XXX</b>		
SIZE <b>A4</b>		
SCALE <b>2:1</b>	WEIGHT (kg) <b>0.2 KG</b>	DRAWING NUMBER <b>N1-110</b>

TOLERANCE: DIN 2768 - f		MATERIAL: ČSN 19 313	
<b>KLAPKA</b>			
SHEET		<b>1/1</b>	
DRAWING NUMBER		<b>N1-110</b>	
SCALE		<b>2:1</b>	
WEIGHT (kg)		<b>0.2 KG</b>	
SIZE		<b>A4</b>	
CHECKED BY		<b>XXX</b>	
DATE		<b>XXX</b>	
DESIGNED BY		<b>MAREK GREC</b>	
DATE		<b>4/7/2013</b>	

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

D

C

B

A

4

4

3

3

2

2

1

1

POZICE	ČÍSLO VÝKRESU	NÁZEV	KUSŮ V SESTAVĚ	POZNÁMKA
	N2 - 200	SESTAVA - NÁVRH 2		
1	N2 - 201	ZÁKLADNA 1	1	
2	N2 - 202	ZÁKLADNA 2	1	
3	N2 - 203	FIXÁTOR OSA	6	
4	N2 - 204	FIXÁTOR	6	
5	N2 - 205	PRUŽINA	6	
6	N2 - 206	SESTAVA - TAHADLO	1	
7	N2 - 206 - 300	HRANOL	6	
8	N2 - 206 - 301	MADLO	1	
9	N2 - 206 - 302	TAHADLO - ZÁKLADNA	1	
10	N2 - 207	STOPER	2	
11	N2 - 208	LŮŽKO	1	
12	N2 - 209	ŠROUB M2 X 16	2	ISO 4762
13	N2 - 210	ŠROUB M2.5 X 6	2	ISO 4762

DESIGNED BY:

MAREK GREC

DATE:

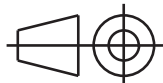
4/22/2013

CHECKED BY:

DATE:

SIZE

A4



ROZPISKA - NÁVRH 2

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

DRAWING NUMBER

SHEET

1/1

I

-

H

-

G

-

F

-

E

-

D

-

C

-

B

-

A

-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

A

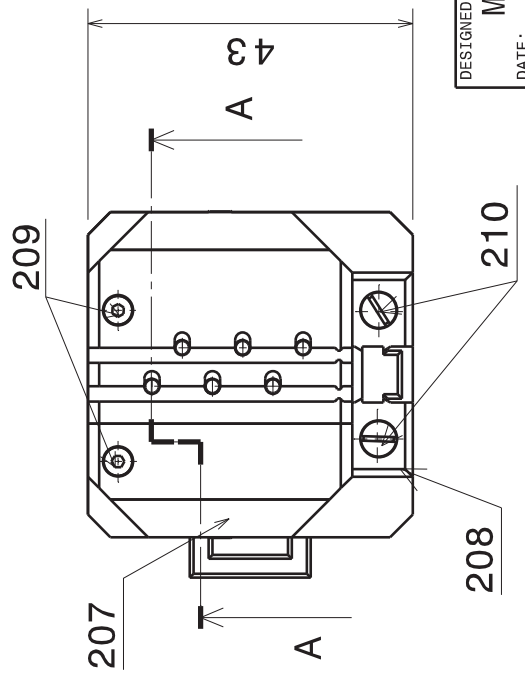
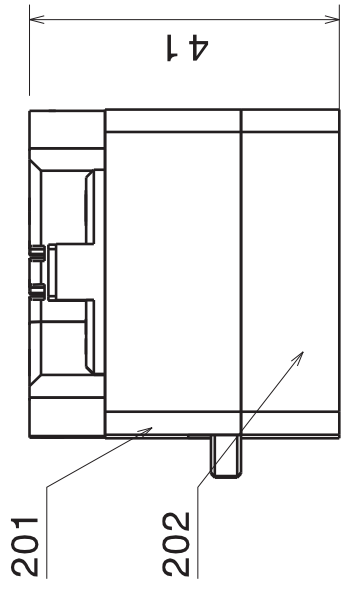
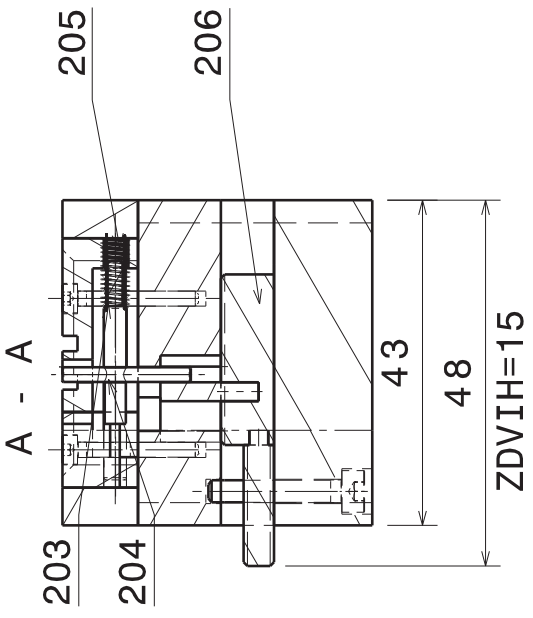
4 3 2 1

∞

∞

∞

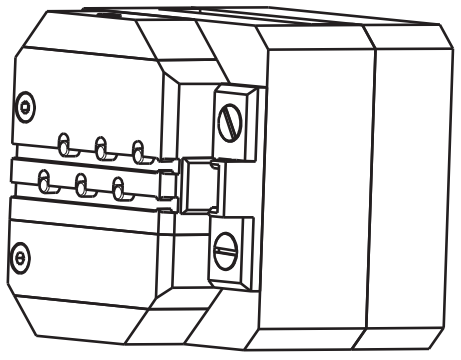
∞



DESIGNED BY:	MAREK GREC
DATE:	4/7/2013
CHECKED BY:	XXX
DATE:	XXX
SIZE	A4
SCALE	1:1
WEIGHT (kg)	1.1 KG
DRAWING NUMBER	N2 -200
SHEET	1/1

SESTAVA - NÁVRH 2

Isometric view  
Scale: 1:1



This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

4 3 2 1

A

D

A

∞

∞

D

4

3

2

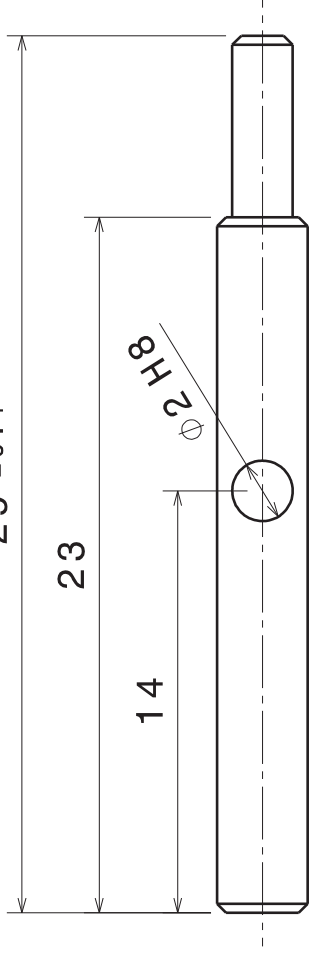
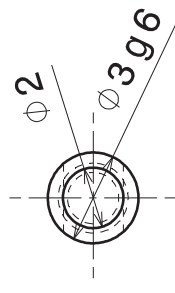
1

29 ± 0.1

23

14

∅ 2 H8



Ra 3.2 /

Ra 0.8

HRANY SRAŽENY - 0.3x0.45°

DESIGNED BY:

MAREK GREC

DATE:

4/16/2013

CHECKED BY:

XXX

DATE:

XXX

SIZE

A4



SCALE

4:1

WEIGHT (kg)

0.1 KG

DRAWING NUMBER

N2 - 203

SHEET

1/1

DESIGNED BY: MAREK GREC		TOLERANCE: DIN 2768 - f MATERIAL: ČSN 19 313	I	-
DATE: 4/16/2013			H	-
CHECKED BY: XXX			G	-
DATE: XXX			F	-
SIZE A4		FIXATOR	E	-
SCALE 4:1			D	-
WEIGHT (kg) 0.1 KG			C	-
DRAWING NUMBER N2 - 203		SHEET 1/1	B	-
			A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

A

D

4

3

2

1

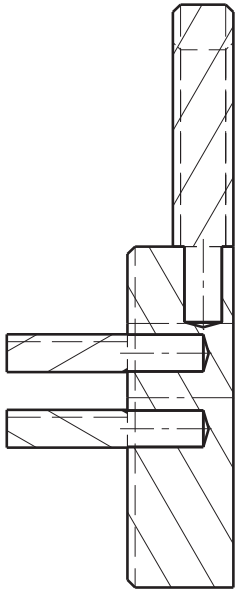
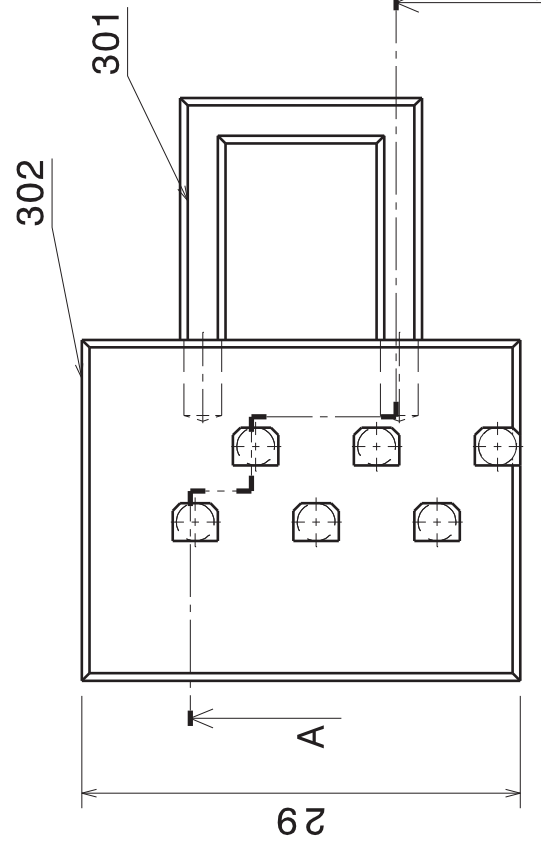
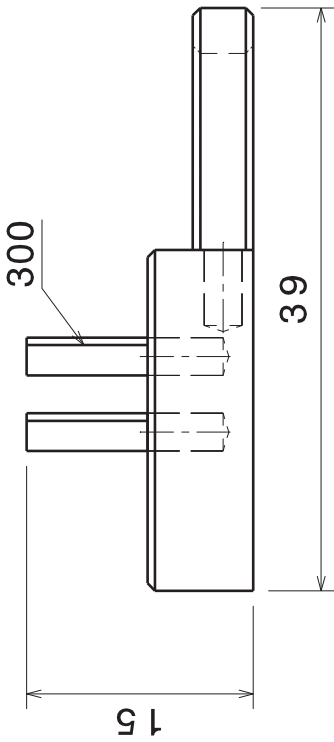
4 3 2 1

A

B

C

D



Section view A-A  
Scale: 2:1

DESIGNED BY: <b>MAREK GREC</b>	
DATE: <b>4/20/2013</b>	
CHECKED BY: <b>XXX</b>	
DATE: <b>XXX</b>	
SIZE <b>A4</b>	
SCALE <b>2:1</b>	WEIGHT (kg) <b>0.3</b>
DRAWING NUMBER <b>N2 - 206</b>	
SHEET <b>1/1</b>	
SESTAVA - TAHADLO	

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

4 3 2 1

A

D

D

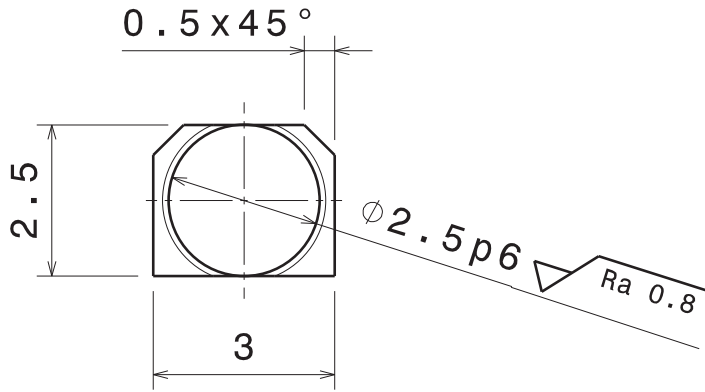
C

B

A

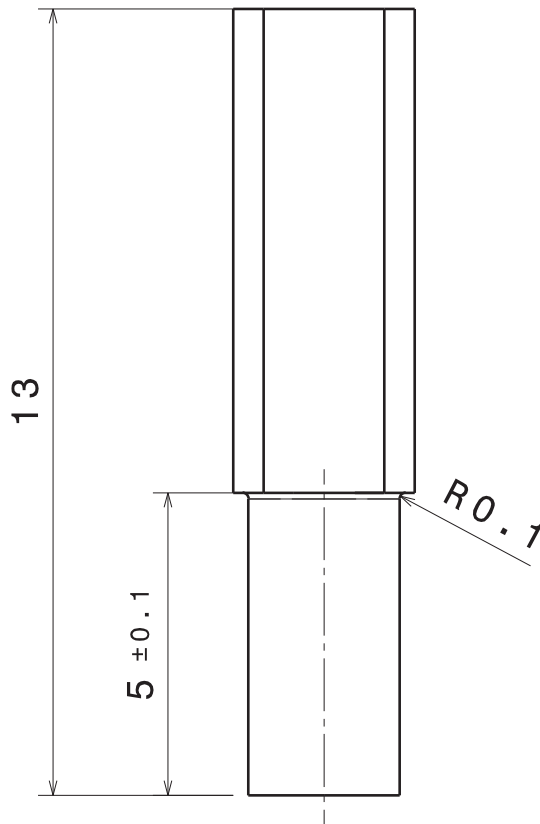
4

4



3

3



2

2



DESIGNED BY:  
**MAREK GREC**

DATE:  
**4/20/2013**

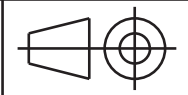
CHECKED BY:  
**XXX**

DATE:  
**XXX**

TOLERANCE: DIN 2768 - f  
MATERIAL: ČSN 19 313

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

SIZE  
**A4**



**HRANOL**

SCALE  
**8:1**

WEIGHT (kg)  
**0.1**

DRAWING NUMBER  
**N2 - 206 - 300**

SHEET  
**1 / 1**

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

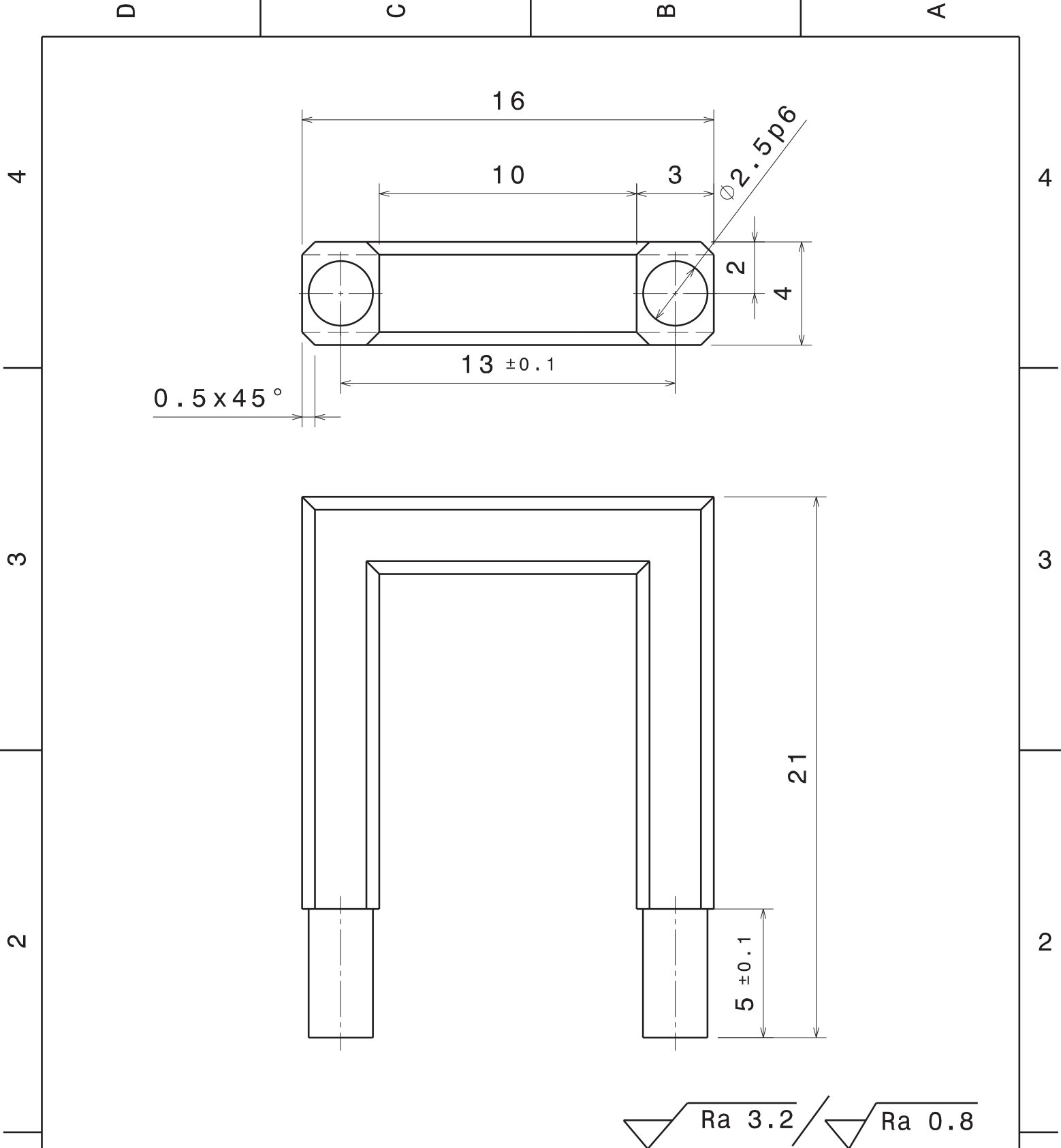
D

A

1

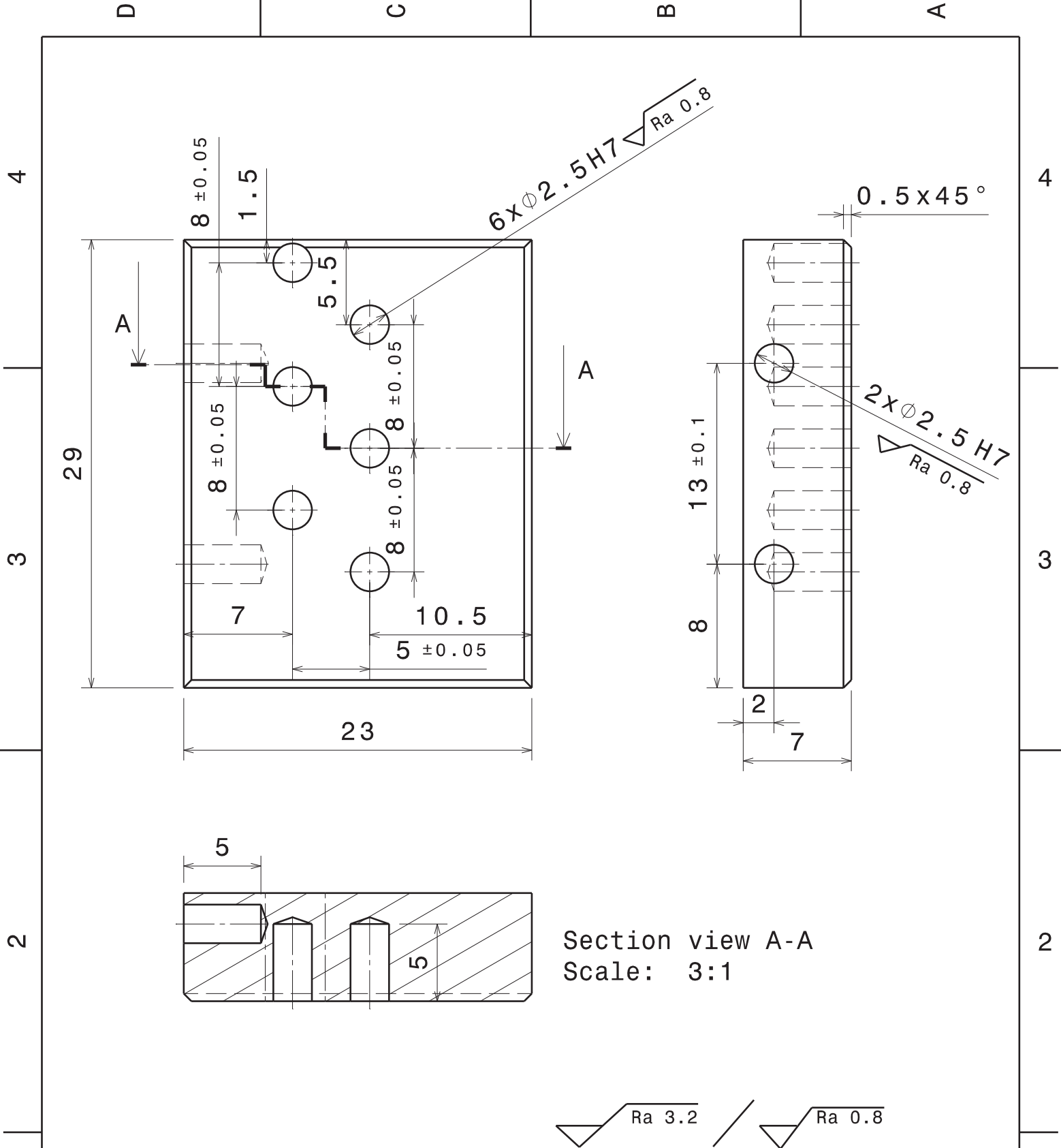
1





DESIGNED BY: <b>MAREK GREC</b>		TOLERANCE: DIN 2768 - f MATERIAL: ČSN 19 313		I	-
DATE: <b>4/20/2013</b>				H	-
CHECKED BY: XXX		MADLO		G	-
DATE: XXX				F	-
SIZE <b>A4</b>		DRAWING NUMBER <b>N2 - 206 - 301</b>		E	-
SCALE <b>5:1</b>	WEIGHT (kg) <b>0.1</b>			D	-
SHEET <b>1/1</b>		C	-		
		B	-		
		A	-		

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



DESIGNED BY: <b>MAREK GREC</b>	TOLERANCE: DIN 2768 - f MATERIAL: ČSN 19 313	I	-
DATE: <b>4/20/2013</b>		H	-
CHECKED BY: <b>XXX</b>	TAHADLO - ZÁKLADNA	G	-
DATE: <b>XXX</b>		F	-
SIZE: <b>A4</b>	DRAWING NUMBER: <b>N2 - 206</b>	E	-
SCALE: <b>3:1</b>		D	-
WEIGHT (kg): <b>0.2KG</b>	SHEET: <b>1 / 1</b>	C	-
DRAWING NUMBER: <b>N2 - 206</b>		B	-
DRAWING NUMBER: <b>N2 - 206</b>		A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

