

Výběr dílů pro robotické pracoviště ve vybrané firmě

Roman Pilát

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Roman Pilát**
Osobní číslo: **M16836**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Výběr dílů pro robotické pracoviště ve vybrané firmě**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární poznatky v dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části bakalářské práce.

II. Praktická část

- Analyzujte díly vstupující na dané pracoviště.
- Na základě analýzy navrhněte doporučení pro vhodný výběr dílů.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: cca 40 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická


Seznam odborné literatury:

BENEŠ, Pavel. Automatizace a automatizační technika: prostředky automatizační techniky. 5., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2014, 304 s. ISBN 978-80-251-3747-5.

FORD, Martin. Roboti nastupují: automatizace, umělá inteligence a hrozba budoucnosti bez práce. Praha: Rybka Publishers, 2017, 337 s. ISBN 978-80-87950-46-3.

JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.

WILSON, Mike. Implementation of robot systems: an introduction to robotics, automation, and successful systems integration in manufacturing. Amsterdam: Elsevier, BH, 2015, 229 s. ISBN 978-0-124-04733-4.

Vedoucí bakalářské práce:  Ing. Eva Juříčková, Ph.D.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání bakalářské práce: 7. ledna 2019
Termín odevzdání bakalářské práce: 14. května 2019

Ve Zlíně dne 7. ledna 2019

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

Ing. Denisa Hrušecká, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním 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;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji 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;
- beru na vědomí, že podle § 60 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 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem 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.

Prohlašuji,

1. že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení:

.....

podpis diplomanta

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je upřesnění popisu montážních operací lepení výrobních dílů, jejich procesní analýza a zjištění parametrů kolaborativního robota pro splnění požadavku zákazníka na robotizaci operace nanášení lepidla.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část obsahuje poznatky z oblasti výrobního a montážního procesu, ale také průmyslu 4.0. V praktické části je stručně představena společnost, vysvětlen význam analýzy, popsán montážní proces v kontextu celé organizace a představeny výrobní díly spolu s jejich montážním procesem.

Díly byly následně vybrány na základě ověření jejich vlastností a zjištěných parametrů kolaborativního robota.

U vybraných dílů byla navržena doporučení ke zpřesnění operace nanášení lepidla.

Klíčová slova: montáž, lepení, kolaborativní robot, průmysl 4.0, robotizace

ABSTRACT

The subject of the bachelor thesis is the specification of the description assembly operations of bonding of manufactured parts, their process analysis and detection of parameters of a collaborative robot for fulfillment customer's requirement for the robotization of adhesive application.

The study is divided into the theoretical and practical part. The theoretical part contains findings from the area manufacturing and assembly process but also industry 4.0. In the practical part is briefly introduced the company, explained the significance of the analysis, described assembly process in the context of the whole organization and introduced manufactured parts together with their assembly process.

The parts were subsequently chosen based on the verification of their parameters and parameters of the collaborative robot.

For selected parts were suggested recommendation for accuracy of adhesive application.

Keywords: assembly, adhesive application, collaborative robot, industry 4.0, robotization

Tímto bych rád poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Evě Juříčkové, Ph.D. za její odborné vedení a za čas strávený při konzultacích.

Také bych chtěl poděkovat společnosti ENBOS Slušovice s.r.o., za poskytnutí podkladů pro psaní mé bakalářské práce. Mé díky patří také Ing. Janě Válkové za její rady a ochotu.

Za podporu děkuji i své rodině.

OBSAH

ÚVOD	11
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	12
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 SYSTÉM	14
1.1 POZITIVNÍ A NEGATIVNÍ ZPĚTNÁ VAZBA	14
1.1.1 Pozitivní zpětná vazba.....	14
1.1.2 Negativní zpětná vazba	15
2 VÝROBA	16
2.1 DĚLENÍ VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ.....	16
2.1.1 Dělení dle plynulosti výrobního procesu	16
2.1.2 Dělení dle množství.....	16
2.2 VÝROBNÍ SYSTÉM.....	17
2.2.1 Cíle výrobního systému.....	18
2.3 VÝROBNÍ PROCES	18
2.4 ŘÍZENÍ PROCESU	19
2.5 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESU	20
3 INTERNÍ MONTÁŽ	21
3.1 DEFINICE ZÁKLADNÍCH POJMŮ	21
3.1.1 Předmontáž.....	21
3.1.2 Montáž.....	21
3.2 DĚLENÍ INTERNÍ MONTÁŽE	21
3.2.1 Dělení stacionární montáže	21
3.2.2 Dělení pohyblivé montáže.....	22
3.3 LEPENÍ TERMOPLASTŮ.....	23
3.4 ULTRAZVUKOVÉ BODOVÉ SVAŘOVÁNÍ	24
4 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE	25
4.1 KLASICKÉ POHYBOVÉ STUDIE.....	25
4.2 CHRONOMETRÁŽ.....	25
5 PRŮMYSL 4.0	26

5.1	VÝVOJ ČTVRTÉ PRŮMYSLOVÉ REVOLUCE	26
5.2	KONCEPCE PRŮMYSLU 4.0.....	27
5.3	ROBOTICKÉ ZAŘÍZENÍ JAKO DŮLEŽITÁ SOUČÁST PRŮMYSLU 4.0 A VLIV NA ZAMĚSTNANCE	28
5.4	DEFINICE ROBOTA A PRŮMYSLOVÉHO ROBOTA	29
5.5	DEFINICE KOLABORATIVNÍHO ROBOTA	29
5.6	VLASTNOSTI ROBOTICKÝCH ZAŘÍZENÍ.....	30
5.7	VÝHODY PRŮMYSLOVÉHO ROBOTA NESPOLUPRACUJÍCÍHO S ČLOVĚKEM	30
5.8	VÝVOJ A PARAMETRY KOLABORATIVNÍCH ROBOTŮ	32
5.9	VÝHODA KOLABORATIVNÍHO ROBOTA	32
5.10	ROZDÍL MEZI ROBOTEM A COBOTEM.....	33
5.11	AKTUÁLNÍ STAV PRŮMYSLOVÝCH ROBOTŮ	34
5.12	HROZBY AUTOMATIZACE A ROBOTIZACE Z HLEDISKA VLIVU NA SPOLEČNOST	36
6	SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	37
II	II. PRAKTICKÁ ČÁST	38
7	CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI.....	39
7.1	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	41
8	VÝZNAM ANALÝZY VÝROBNÍCH DÍLŮ	42
9	MONTÁŽNÍ PROCES	43
9.1	POMŮCKY POTŘEBNÉ PRO MONTÁŽ VÝROBNÍCH DÍLŮ	43
9.1.1	Lepicí přípravek	43
9.1.2	Ultrazvuková svářečka s hrotem pro bodové svařování	44
9.1.3	Lepicí pistole k dávkování 2K lepidla	44
9.1.4	Čtečka čárových kódů	45
10	VÝROBNÍ DÍL Č. 1.....	46
10.1	KUSOVNÍK VÝROBNÍHO DÍLU Č. 1	46
10.2	MONTÁŽNÍ POSTUP VÝROBNÍHO DÍLU Č. 1	46
10.2.1	Nanesení lepidla na díl 1DA	47
10.2.2	Vložení dílu 1DB na díl 1DA a svaření	47
10.2.3	Dopravení dílů na pracoviště	48
10.2.4	Vybalení dílu 1A	48
10.2.5	Vybalení dílu 1B	49
10.2.6	Naskenování čárových kódů a manipulace s díly	49
10.2.7	Nanesení lepidla na díly 1C a 1D.....	50
10.2.8	Slepení a svaření dílů 1B a 1C	50
10.2.9	Vložení dílu 1D do dílu 1A a zajištění klíny.....	51
10.2.10	Svaření dílu 1A a 1D.....	51
10.2.11	Nanesení lepidla na díl 1A	52
10.2.12	Vložení dílu 1A na díl 1B a následné svaření	53
10.2.13	Naskenování čárového kódu na dílu 1A	53
10.2.14	Uložení dílu č. 1 na stojan.....	54
10.2.15	Nalepení štítku na finální díl č. 1	54
10.3	PROCESNÍ ANALÝZA VÝROBNÍHO DÍLU Č. 1	56
10.3.1	Shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 1.....	57
11	VÝROBNÍ DÍL Č. 2.....	58

11.1	KUSOVNÍK VÝROBNÍHO DÍLU Č. 2	58
11.2	MONTÁŽNÍ POSTUP VÝROBNÍHO DÍLU Č. 2	58
11.2.1	Dopravení dílů na pracoviště	58
11.2.2	Vybalení dílu 2A z přepravního boxu	59
11.2.3	Nanesení lepidla na díl 2B	59
11.2.4	Vložení dílu 2B na díl 2A	60
11.2.5	Vytvoření sváru na dílu 2B	60
11.2.6	Naskenování čárových kódů na dílech a nalepení štítku	61
11.2.7	Nanesení lepidla na díly	61
11.2.8	Vložení dílu 2C na díl 2A	62
11.2.9	Odstranění přebytečného lepidla	63
11.2.10	Vybalení dílu 2D a vložení dílu na díl 2A	63
11.2.11	Svaření vloženého dílu 2D	64
11.2.12	Naskenování čarového kódu na dílu 2D	65
11.2.13	Uložení finálního dílu č. 2 na stojan	65
11.3	PROCESNÍ ANALÝZA VÝROBNÍHO DÍLU Č. 2	65
11.3.1	Shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 2	66
12	VÝROBNÍ DÍL Č. 3	67
12.1	KUSOVNÍK VÝROBNÍHO DÍLU Č. 3	67
12.2	MONTÁŽNÍ POSTUP VÝROBNÍHO DÍLU Č. 3	67
12.2.1	Dopravení dílů na pracoviště	68
12.2.2	Vybalení dílu 3A a vložení do lepicího přípravku	68
12.2.3	Připnutí pomocného přípravku	69
12.2.4	Vložení dílu 3C do lepicího přípravku a vystředění dílu 3A	69
12.2.5	Usazení dílu 3B do lepicího přípravku	70
12.2.6	Nanesení lepidla na díly	70
12.2.7	Vložení dílu 3C na díl 3A	71
12.2.8	Vložení dílu 3B na díl 3A a svaření	72
12.2.9	Vložení dílu 3D na díl 3A	72
12.2.10	Odejmutí plastových svorek, vyjmutí lepicího přípravku a ustavovací destičky	73
12.2.11	Uložení dílu č. 3 na stojan	74
12.3	PROCESNÍ ANALÝZA VÝROBNÍHO DÍLU Č. 3	74
12.3.1	Shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 3	75
13	VÝROBNÍ DÍL Č. 4	76
13.1	KUSOVNÍK VÝROBNÍHO DÍLU Č. 4	76
13.2	MONTÁŽNÍ POSTUP VÝROBNÍHO DÍLU Č. 4	76
13.2.1	Dopravení přepravního boxu s díly 4A na pracoviště	76
13.2.2	Vložení dílu 4BA do lepicího přípravku	77
13.2.3	Nanesení lepidla na díl 4BA	77
13.2.4	Vložení dílů 4BB a 4BC do dílu 4BA	77
13.2.5	Zajištění spoje zámkem	78
13.2.6	Vyjmutí dílu 4B a přichystání dílů na pracovní stůl	79
13.2.7	Vložení dílu 4A do lepicího přípravku	79
13.2.8	Naskenování čárových kódů a příprava pinů	80
13.2.9	Vložení dílu 4B do lepicího přípravku	80
13.2.10	Nanesení lepidla na piny a díl 4B	80

13.2.11	Vložení dílu 4B do dílu 4A a svaření.....	81
13.2.12	Vyjmutí kolíků, manipulace s dílem a montáž pinů	81
13.2.13	Uložení finálního dílu č. 4 na stojan a označení štítkem.....	82
13.3	PROCESNÍ ANALÝZA DÍLU Č. 4.....	82
13.3.1	Shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 4.....	83
14	PŘEDSTAVENÍ KOLABORATIVNÍHO ROBOTY.....	85
14.1	KOLABORATIVNÍ ROBOT TM12M	85
14.2	PARAMETRY KOLABORATIVNÍHO ROBOTY TM12M	86
14.3	Vliv robota na podnik.....	86
15	VÝBĚR DÍLŮ PRO ROBOTICKÉ PRACOVÍŠTĚ DLE KRITÉRIÍ.....	87
15.1	KRITÉRIA VÝBĚRU.....	87
15.1.1	Dosah kolaborativního robota	87
15.1.2	Rozměry výrobních dílů.....	87
15.1.3	Tvar dílu	87
15.2	VÝBĚR VHODNÝCH DÍLŮ	87
16	DOPORUČENÍ PRO VÝBĚR VÝROBNÍCH DÍLŮ	88
16.1	DOPORUČENÍ NA ZÁKLADĚ SPOTŘEBY ČASU.....	88
16.1.1	Výrobní díl č. 1	88
16.1.2	Výrobní díl č. 2	89
16.1.3	Výrobní díl č. 3	90
16.1.4	Výrobní díl č. 4	91
16.1.5	Přínos doporučení pro společnost	92
17	SHRUTÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI	94
	ZÁVĚR	95
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	97
	SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ	99
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	100
	SEZNAM OBRÁZKŮ	101
	SEZNAM TABULEK.....	104
	SEZNAM PŘÍLOH.....	105

ÚVOD

Současný vliv průmyslu 4.0 nutí investovat malé, střední i velké podniky do oblastí jako jsou digitalizace, automatizace a robotizace. Investice do těchto oblastí na základě taktického a strategického plánování jsou klíčové k lepšímu postavení firem na trhu a jsou základem úspěchu konkurenceschopnosti.

Rostoucí požadavky zákazníků nutí podniky zajímat se o tento obor, jelikož na ně rostou nároky dodávat své výrobky a služby zákazníkům rychleji, kvalitněji, a hlavně individuálněji dle jejich potřeb. Rozvoj průmyslu 4.0 můžeme sledovat také sledovat ve sféře robotizace, kde prodej průmyslových robotů neustále roste a implementace robotických zařízení ovlivňuje stále více i tuzemský trh.

Tato bakalářská práce vznikla za účelem výběru dílů pro robotické pracoviště ve společnosti ENBOS Slušovice s.r.o., kde se společnost rozhodla implementovat kolaborativního robota do montážního procesu. Jelikož společnost nemá s implementací kolaborativního robota žádné zkušenosti, bylo nutné ověřit vhodnost dílů pro robotické pracoviště na základě stanovených kritérií. Společnost o implementaci nerozhodla z ekonomických důvodů, ale na základě požadavku zákazníka.

Teoretická část bakalářské práce obsahuje poznatky z oblasti výroby a montáže, průmyslu 4.0 a metod průmyslového inženýrství, které přispěly k vhodnému výběru dílů pro robotické pracoviště. V praktické části bakalářské práce je představena společnost, popsán význam analýzy, vysvětlen montážní proces v kontextu celé organizace, analyzovány výrobní díly a také kolaborativní robot, kterého společnost plánuje implementovat.

Po absolvování školení pro kolaborativního robota byly zjištěny parametry tohoto robota, které přispěly k vytvoření kritérií pro správný výběr dílů. Následně byla vypracována kritéria výběru a proveden výběr vhodných dílů. Na závěr byla navržena doporučení zajišťující snížení výskytu negativních vlivů při implementaci kolaborativního robota.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem práce byl výběr vhodných dílů pro robotické pracoviště.

Společnost, která se rozhodla implementovat kolaborativního robota na pracoviště montáže nedisponovala podrobnými technologickými postupy, a proto bylo nutné tyto montážní postupy pro jednotlivé díly upřesnit. Bylo nutné přesně časově vymezit operace, především operaci nanášení lepidla.

Na základě těchto postupů byly vytvořeny procesní analýzy, které slouží k rozdělení procesu na jednotlivé činnosti. Tyto analýzy sloužily k zařazení operace nanášení lepidla do komplexního montážního procesu. Právě tato operace je velmi důležitá, jelikož tuto činnost má provádět implementovaný kolaborativní robot.

Časy jednotlivých operací byly zjištěny pomocí chronometráže. Data přenesena do chronometráže byla získána na základě sběru dat z výroby pomocí pořizování videozáznamů, z nichž byly získány časové hodnoty, které byly zaznamenány do tabulky, z nichž byl následně stanoven průměrný čas operace.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SYSTÉM

Jelikož všechno je součástí systému, je nutné si tento pojem definovat. Systém je množina prvků a vazeb mezi nimi, které tvoří celek a vykazují cílové chování. Působení na prvky skrz vazby se nazývá interakce. Systém nemůžeme považovat za izolovaný, jelikož každý systém je součástí většího systému. Tento větší systém se nazývá okolí systému. Vztah mezi nimi lze vyjádřit vstupy a výstupy, kdy se za vstupy označuje působení okolí systému na systém. Jako výstupy se označuje působení systému na své okolí. Každý systém je tvořen z více nebo méně podsystémů (prvků). Chování, které vykazuje systém, není ovlivněno pouze vstupy a výstupy, ale také uspořádáním vnitřních vazeb mezi prvky. (Beneš, 2014, s. 12)

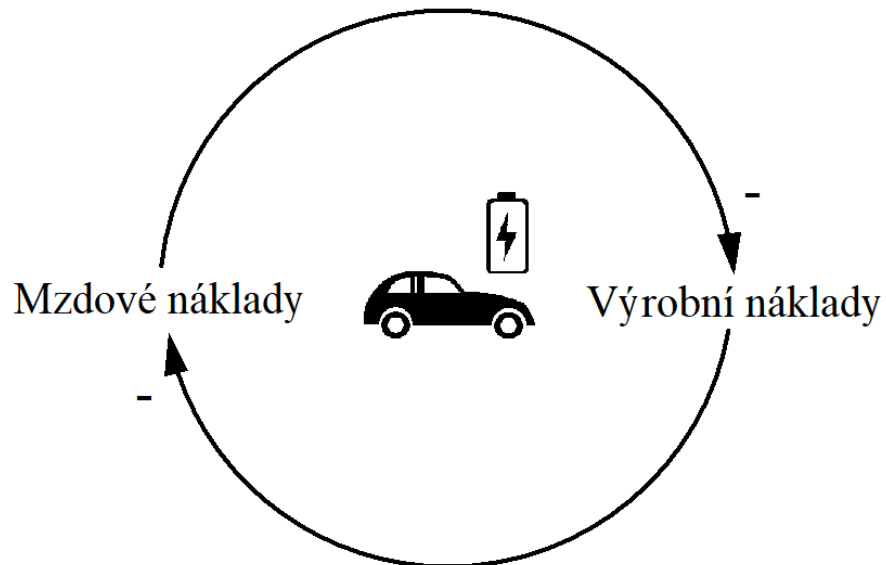
1.1 Pozitivní a negativní zpětná vazba

Název může být matoucí, jelikož výraz pozitivní a negativní nabádá k tomu, že pozitivní zpětná vazba má kladný vliv na podnik a negativní zpětná vazba má záporný vliv na podnik, avšak obě vazby jsou významné, jelikož se vzájemně doplňují. Všechny systémy, nezáleží jak komplexní, se skládají z pozitivních a negativních zpětných vazeb. (Sterman, 2000, s. 13)

1.1.1 Pozitivní zpětná vazba

Pozitivní zpětná vazba má posilující efekt. V případě, kdy se navýší entita A, dochází k navýšení entity B, což má opět za následek navýšení entity A. Opačným příkladem je snížení entity A, což má za následek snížení entity B a poté tak dochází ke snížení entity A. Z toho plyne, že pozitivní zpětná vazba může mít negativní efekt, ale jak jsem již výše zmínil z tohoto důvodu zde existuje negativní zpětná vazba, která vyvažuje pozitivní zpětnou vazbu. (Sterman, 2000, s. 13)

Jako příklad pozitivní zpětné vazby může být snížení mzdových nákladů, což má za následek snížení nákladů výroby.



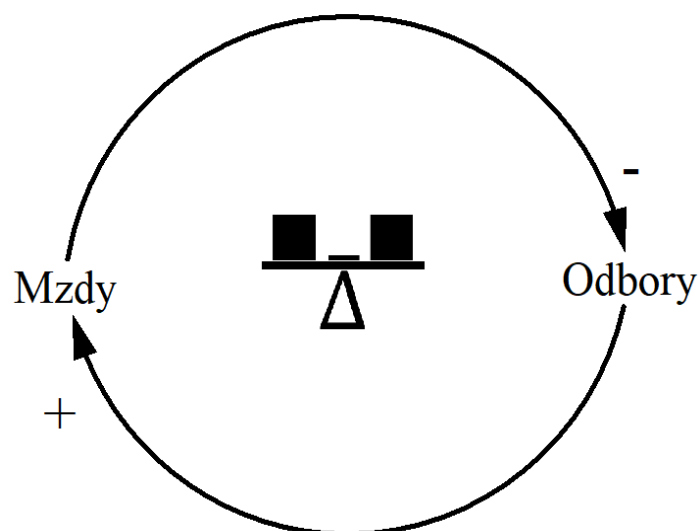
Obrázek 1 Pozitivní zpětná vazba

(Serman, 2000, s. 13, vlastní zpracování)

1.1.2 Negativní zpětná vazba

Negativní zpětná vazba má vyvažující efekt, tedy působí proti změně. Ačkoliv je tato zpětná vazba označena jako negativní, je velmi důležitá, jelikož udržuje systém v určité rovnováze. (Serman, 2000, s. 13)

Příkladem negativní zpětné vazby je v návaznosti na předchozí příklad snížení mezd zaměstnanců (snížení mzdových nákladů) do takové míry, kdy tuto situaci musí řešit odbory.



Obrázek 2 Negativní zpětná vazba

(Serman, 2000, s. 13, vlastní zpracování)

2 VÝROBA

Dle Keřkovského (2009, s. 1) lze výrobu definovat jako „...transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou.“ Statky, ať už se jedná o komodity pro účel spotřeby nebo směny, slouží k uspokojování potřeb zákazníka, stejně tak jako služby, které lze označit za nehmotné statky, po kterých existuje poptávka. (Keřkovský, 2009, s. 1)

2.1 Dělení výrobních systémů

V následujících kapitolách je uvedeno dělení výrobních systémů dle plynulosti.

2.1.1 Dělení dle plynulosti výrobního procesu

Dle Keřkovského (2009, s. 8-9) výroba nebo výrobní systém lze rozdělit podle několika hledisek. Dělení dle plynulosti výrobního procesu:

- Plynulá.
- Přerušovaná.

Výroba plynulá je nepřetržitá výroba především kvůli technologickým požadavkům. Typickým příkladem je výroba surové oceli. V případě přerušované výroby nám technologické nároky na výrobu umožňují výrobu přerušit. (Keřkovský, 2009, s. 8-9)

Hlavní aspekty pro podnik při výběru typu výroby dle plynulosti výrobního procesu jsou ekonomické aspekty. Při plynulé výrobě rostou náklady spojené s dopravou, stravováním, osvětlením a mzdové náklady (práce v noci, státních svátcích, o víkendu). Na druhé straně při přerušované výrobě rostou náklady spojené s vyššími zásobami, kolísání výkonnosti a kvality výrobků. (Keřkovský, 2009, s. 9-10)

2.1.2 Dělení dle množství

Podle Keřkovského a Valsy (2012, s. 11-13) se výroba dělí podle objemu a podle míry náročnosti strojního vybavení na tři typy:

- Kusová.
- Sériová.
- Hromadná.

Ve výrobě kusové se používá zpravidla univerzálních strojů, zařízení a nástrojů, z důvodu nenáročnosti investice do výrobního zařízení. Kusová výroba se dále dělí na opakovatelnou

kusovou výrobu a neopakovatelnou kusovou výrobu. Dále existuje zakázková výroba, která probíhá na základě objednávky od zákazníka. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11-13)

Kusová výroba je náročná na řízení. Kusová výroba se dále dělí z hlediska použití výrobních zdrojů.:

- Project – má jasně stanovené výrobní zdroje, např. výstavba rodinného domu.
- Jobbing – výrobní zdroje jsou sdíleny mezi několik výrobků, např. výstavba několika rodinných domů jiného typu.
- Batch – zdroje jsou rozděleny mezi výrobky stejného typu v dávkách, např. výstavba panelového domu.

Při sériové výrobě, jak už nám napovídá název, dochází k uvolňování výroby v sériích (dávkách), kde v každé sérii jde o jiný výrobek. Sériovou výrobu můžeme rozdělit podle pravidelnosti na rytmickou sériovou výrobu (série se opakují pravidelně) a nerytmickou výrobu (série se opakuje nepravidelně). (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11-13)

Pro hromadnou výrobu (mass) je charakteristické vyrábění jednoho druhu výrobku ve velkém množství. Hlavním znakem hromadné výroby je stabilita, právě z důvodu velkého množství vyráběných výrobků. Nejvyšším stupněm hromadné výroby je proudová výroba (continuous). Charakteristika proudové výroby je vysoce automatizovaná výroba s minimálním přerušením, např. výroba papíru. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11-13)

2.2 Výrobní systém

Podle Jurové a kolektivu (2016, s. 93) charakteristika výrobního systému závisí na typu podniku, avšak existují společné základní cíle a nástroje managementu týkající se výrobních procesů, které vychází z podstaty a cíle ekonomiky výrobního systému. Pokud je našim cílem z hlediska výroby transformovat zdroje tak, aby vznikl výrobek nebo služba s přidanou hodnotou, pak je nezbytné zajistit optimální výrobní proces, který je nedílnou součástí výrobního systému. Základní pravidlo hospodaření je optimální vztah ke zhodnocení vstupů. Předpokladem kvalitního výrobního systému je podnikový proces, který je závislý na následujících předpokladech:

- Kvalita výrobního systému.
- Úroveň technologického vybavení.
- Finanční možnosti společnosti.
- Úroveň využití výrobních faktorů.

- Vliv okolí – zde se řadí legislativa, ochrana životního prostředí a bezpečnostní předpisy.

2.2.1 Cíle výrobního systému

Jurová a kolektiv (2016, s. 93, 108, 109) uvedli ve své literatuře, že úspěšnost výrobního procesu je závislá na plnění výrobních cílů. Cíle výrobního systému lze rozdělit na tři hlavní cíle:

- Věcný cíl – dá se říci, že věcný cíl je podstata společnosti, jelikož zde patří vytvoření produktu, ať už se jedná o výrobek nebo poskytnutí služby. Zaměření tohoto cíle je především na zákazníka a uspokojení jeho potřeb se zvážením možností podniku (vybavení společnosti – technika a technologie, možnosti použití materiálu, pracovní síly atd.).
- Hodnotový cíl – na základě podnikové strategie je nutné plnit předpokládané cíle stanovené managementem. Hodnotovým cílem je dosažení hospodářského výsledku, kde usilujeme o hospodárné využívání zdrojů a také optimalizovat využívání zdrojů.
- Humánní cíl – je zaměřen na pracovní sílu a životní prostředí. Patří zde vhodný výběr zaměstnanců s ohledem na jejich schopnosti, stanovení jejich kompetencí a odpovědnosti, také zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví, vytváření sociálního prostředí a poslední důležitou součástí je budování vztahu k pracovnímu a životnímu prostředí.

2.3 Výrobní proces

Dle Svozilové (2011, s. 14) lze proces definovat, jako soubor „*logicky souvisejících činností nebo úkolů, jejichž prostřednictvím – jsou-li postupně vykonány – má být vytvořen předem definovaný soubor výsledků*“. Při zkoumání procesu je důležité se zaměřit na shromažďování potřebných informací týkající se pracovních procesů a jejich návaznosti, podpůrných systémech procesů a nástrojích a také je důležité se zaměřit na parametry procesu, jako jsou čas, výkon a kvalita procesu. Při nedostatku informací o procesech nemůžeme procesy zlepšovat. (Svozilová, 2011, s. 14-15)

Výrobní proces je klíčovou součástí k uspokojování potřeb zákazníka. Jedná se o hodnototvorný řetězec, kdy při transformačním procesu dochází ke spotřebě, co nejefektivnějším způsobem, vstupních faktorů a výstupem je produkt s přidanou hodnotou. Nástrojem realizace je podnikový výrobní systém. Tento vztah lze znázornit následujícím schématem. (Tomek a Vávrová, 2014, s. 26-27)



Obrázek 3 Obecné schéma transformačního procesu

(Tomek a Vávrová, 2014, s. 26, upraveno)

Výrobní faktory dle Gutenberga lze rozdělit takto:

- Elementární – tento druh výrobních faktorů má fyzický charakter.
 - Potenciální – při používání tohoto druhu výrobního faktoru nedochází ke spotřebě, nýbrž pouze k opotřebení. Patří zde například: budovy, pozemky, sklady, dopravní prostředky atd.
 - Spotřební – jsou opakovaně zcela nebo částečně spotřebované.
 - Materiály podílející se na podstatné části výrobku – suroviny, produkty, díly, polotovary.
 - Materiály nepodílející se na podstatné části výrobku – pomocný materiál.
 - Provozní – režijní materiály.
 - Obchodní zboží.
- Dispozitivní – mají znalostní charakter (Tomek a Vávrová, 2014, s. 26-27).

2.4 Řízení procesu

Dle Svozilové (2011, s. 18) je řízení procesu „činnost, která využívá znalostí, schopností, metod, nástrojů a systémů k tomu, aby identifikovala, popisovala, měřila, řídila, hodnotila a zlepšovala procesy se záměrem efektivního pokrytí zákazníka procesem“.

Řízení procesu zahrnuje následující aktivity:

- Definování procesu,
- Stanovení rolí týkající se procesu, a také stanovení odpovědnosti za výsledky procesu.
- Řízení procesních toků a usměrňování operace procesu.
- Hodnocení výkonnosti procesu.
- Identifikování příležitostí, které zlepšují proces a implementace příležitostí.

Tyto aktivity jsou součástí strategického řízení, které slouží k lepšímu uspokojování potřeb zákazníka a zlepšování postavení v tržním prostředí. V době růstu automatizace se začaly používat programy řídicí tyto činnosti. Hlavní zaměření těchto programů je na řízení výkonnosti procesů, ale také na jejich koordinaci a jejich směřování. Programy jsou schopny popisovat současný stav procesu a vytvářejí zásobu dat, ze které lze zlepšovat výkonnost procesu a také odstraňovat jeho skryté rezervy. (Svozilová, 2011, s. 18-19)

2.5 Zlepšování procesu

Svozilová (2011, s. 11) definovala zlepšování procesu jako „*činnost zaměřenou na postupné zvyšování kvality, produktivity nebo doby zkracování podnikového procesu prostřednictvím eliminace neproduktivních činností a nákladů*“.

Procesy je důležité nejen řídit, ale také neustále zlepšovat. Při zlepšování procesu je důležité se zaměřit na odhalování a odstraňování příčin vzniku problémů, zvyšování produktivity a na kvalitu výstupů procesu. (Svozilová, 2011, s. 19)

3 INTERNÍ MONTÁŽ

Existují dva druhy montáže, interní a externí, avšak tato kapitola se zaměřuje na interní montáž.

3.1 Definice základních pojmů

Zde si popíšeme základní pojmy týkající se montáže.

3.1.1 Předmontáž

Operaci předmontáže můžeme definovat jako pracovní činnosti, kdy probíhá spojování dvou a více částí tak, aby po smontování těchto částí vznikla podsestava, která je částí finálního výrobku. (Mašín, 2005, s. 66)

3.1.2 Montáž

Podle Řasy, Háňka a Kafky (2003, s. 479) lze definovat montážní operaci jako ...*“část montážního postupu, kterou koná na jednom pracovišti s jednou montážní jednotkou jeden pracovník nebo pracovní četa“*.

Montáž je pracovní činnost, která probíhá spojování dvou a více součástí tak, aby po smontování těchto součástí vznikla podsestava nebo hotový výrobek. (Mašín, 2005, s. 50)

3.2 Dělení interní montáže

Podle Řasy, Háňka a Kafky (2003, s. 479) vhodný typ montáže závisí na sériovosti výroby, složitosti, rozměrech a také hmotnosti výrobků. Vhodný typ montáže je velmi důležité pro správný chod montážního procesu. Interní montáž se dělí podle pohyblivosti na:

- Stacionární montáž (montáž nepohyblivou).
- Pohyblivou montáž.

3.2.1 Dělení stacionární montáže

Podle Řasy, Háňka a Kafky (2003, s. 479) se se stacionární montáží nejčastěji setkáme při kusové výrobě, ale také při malosériové výrobě. Tento typ montáže se při kusové výrobě dělí dále na:

- Soustředěná – soustředěné montáži náleží jedno stacionární pracoviště, kde je montáž provedena jedním nebo několika pracovníky (popřípadě skupinou pracovníků).

- Rozčleněná – v rozčleněné montáži existují dva typy montáže a to montáž dílčích celků a konečná montáž. Konečná montáž je celek dílčích montáží.
- Přerušovaná proudová – přerušovaná proudová montáž probíhá na stacionárních pracovištích, kde každá skupina pracovníků má svůj daný rozsah práce. Tyto skupiny pracovníků poté přecházejí mezi pracovišti a využívá se zde rotaci práce („job rotation“). Přerušovaná proudová montáž se používá nejen při kusové výrobě, ale také při malosériové výrobě.

Při malosériové výrobě se používají dva typy montáže:

- Fázová – při fázové montáži je zapotřebí vysoce kvalifikovaných pracovníků, kteří montují skupinu součástí nebo celý stroj na stacionárním pracovišti.
- Skupinová – při skupinové montáži se výrobky člení do tak zvaných sestav. Sestavy jsou montovány specializovanými pracovníky. Tento typ montáže se používá při větším rozsahu.

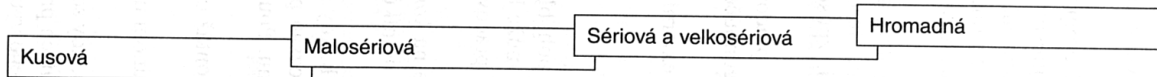
3.2.2 Dělení pohyblivé montáže

Na rozdíl od stacionární montáže, která se používá při kusové výrobě, se pro velkosériovou výrobu používá pohyblivá montáž. Pohyblivou montáž můžeme dále rozdělit na montáž:

- Předmětnou – u předmětné montáže není důležité dodržet sled operací, jelikož montovaný předmět koluje po pracovišti, kde probíhá opakující se operace.
- Linkovou – u linkové montáže je nutné dodržet sled operací, avšak nezáleží, zda bude výroba plynulá nebo přerušovaná. Tok montovaného předmětu je dán taktem montážní linky.
- Nepřerušovanou proudovou – tento typ montáže je nejčastěji uplatňován ve výrobě hromadné (může být i v sériové), kde se pohybuje montovaný předmět nebo pracovníci, popřípadě i pracovní pomůcky a zařízení. Nejčastěji se používá varianta, kdy se pohybuje montovaný předmět.

(Řasa, Haněk a Kafka, 2003, s. 475)

Druh výroby:

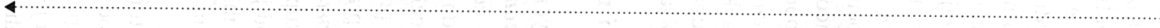


Stacionární montáž		Pohyblivá montáž		
Soustředěná	Rozčleněná	Předmětná	Linková	Proudová
<ul style="list-style-type: none"> ■ stacionární montážní objekt i pracoviště ■ rámcové montážní postupy ■ nejsou zpracovány časové normy 	<ul style="list-style-type: none"> ■ stacionární montážní celky ■ střídání pracovních míst ■ montáž prováděna podle provozního schématu ■ určena norma času pro montážní celky 	<ul style="list-style-type: none"> ■ pohyb montovaných objektů ■ stacionární pracovní místa ■ montážní schéma, montážní postup ■ s volným taktem montáže 	<ul style="list-style-type: none"> ■ pohyblivé montážní celky ■ stacionární pracoviště ■ rozdělení práce do operací ■ s pevným lakem (nesynchronizovaná) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ pohyblivé montážní celky ■ stacionární pracoviště ■ podrobné rozčlenění práce v operaci ■ s pevným taktem (synchronizovaná)

Stupeň mechanizace, členění montážní činnosti



Prizpůsobitelnost ke změně montážních celků



Druh montážních celků:

Výrobky a zařízení velkých rozměrů a hmotností	Výrobky a montážní celky středních až velkých rozměrů	Montážní celky středních rozměrů a hmotnosti a středního stupně složitosti	Jednoduché montážní celky malých rozměrů a hmotností
--	---	--	--

Obrázek 4 Druhy montáží v typech výroby

(Řasa, Haněk a Kafka, 2003, s. 474)

3.3 Lepení termoplastů

Hlavními montážními procesy, které jsou součástí montážního procesu výrobních dílů ve vybraném podniku, jsou lepení a svařování termoplastů. (Tres, 2017, s. 118)

Při lepení termoplastů existují dvě metody používaného materiálu lepení, a těmi jsou:

- Lepidlo.
- Rozpouštědlo.

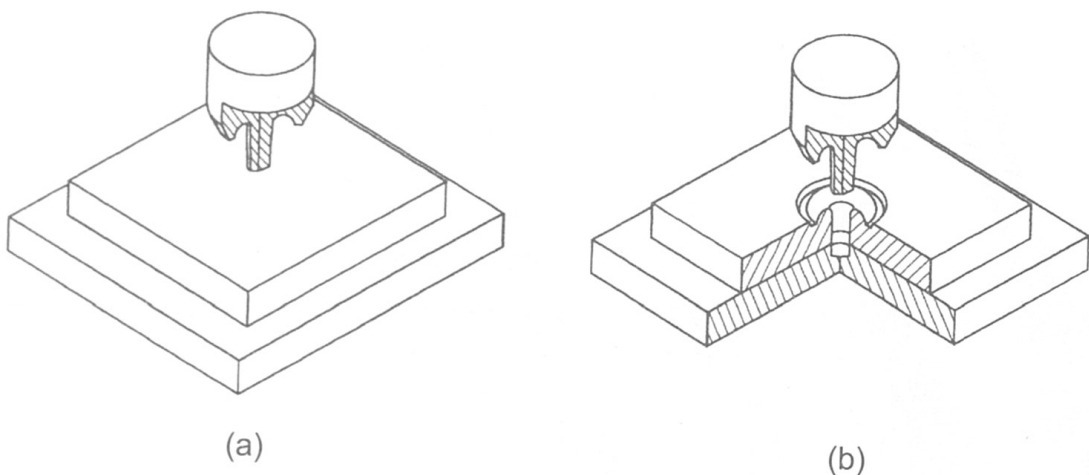
Lepení lepidlem je montážní proces, kdy dojde ke slepení dvou dílů díky povrchové přitažlivosti. Lepidlo je schopné po jeho aplikaci přilnout k povrchu spojovaných částí, dodá pevnost spoji a také zůstane stabilní. (Tres, 2017, s. 118)

Lepení pomocí rozpouštědla spočívá v aplikaci kapalného rozpouštědla. Kapalné rozpouštědlo rozpustí povrchy spojovacích částí. Nanesené rozpouštědlo se odpařuje, čímž vzniká tlak, který působí v oblasti spojů a tím se díly slepí. (Tres, 2017, s. 118)

3.4 Ultrazvukové bodové svařování

Technika ultrazvukového bodového svařování je založena na spojení dvou vrstev nebo podobných materiálů v jediném místě. Pro používání této metody není potřeba předem vyvrtaných děr pro svařování. (Tres, 2017, s. 118)

Při bodovém svařování se roztaví horní vrstva svařovaného dílu, která má být spojena a poté prochází skrze další vrstvy. Vstupní energie se uvolní mezi hrotem ultrazvukové bodové svářečky a svařovanými díly. Díky této energii vzniká tření, které roztaví ostatní vrstvy. Při svařování vstupuje hrot ultrazvukové bodové svářečky do materiálů a roztavený termoplast se dostává mezi díly, které jsou bodově svařeny a tak se vytvoří svár. (Tres, 2017, s. 118)



Obrázek 5 Ultrazvukový svár (a) před svařením, (b) po svaření

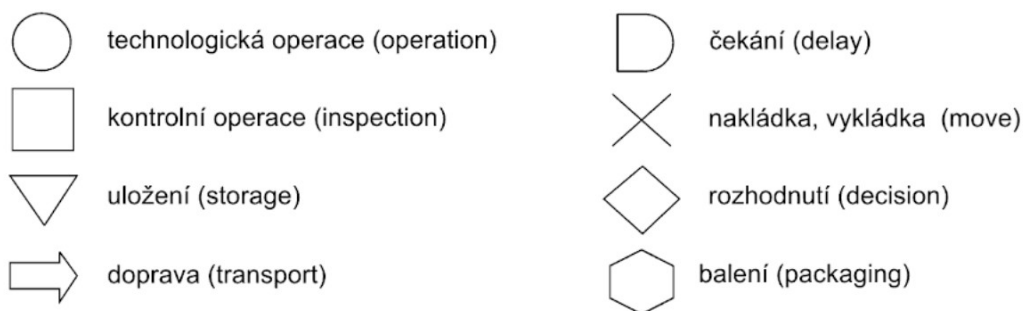
(Tres, 2017, s. 118)

4 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE

Analýza a měření práce byly klíčové pro praktickou část bakalářské práce.

4.1 Klasické pohybové studie

Dle Tomka a Vávrové (2014, s. 135) klasické pohybové studie nám slouží k analyzování operací nebo pracovních úkonů za použití vybraných symbolů, které znázorňují charakter operace. Metody, při kterých se používá těchto symbolů, jsou například postupové a oběhové diagramy, diagram pracovního postupu, diagram složitých činností, ale také jsou tyto symboly používány pro procesní analýzu.



Obrázek 6 Symboly pohybových studií

(Tomek a Vávrová, 2014, s. 135)

4.2 Chronometráž

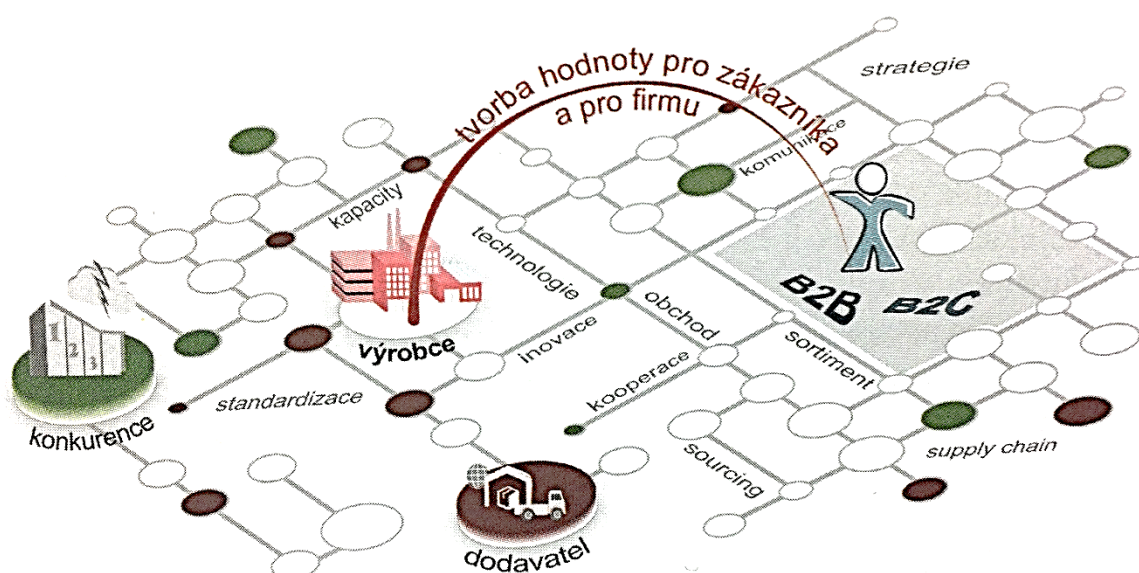
Chronometráž se řadí mezi nejpoužívanější metody sloužící ke stanovení výkonové normy, tedy určení času operace. Metoda je založena na principu rozdělení měřených úkonů na jednotlivé operace (dílní úkony). Spotřeba času jednotlivých úkonů je poté zaznamenávána a je vytvořen průměr spotřeby času. Díky chronometrži dosáhneme vysoké spolehlivosti měření. (Dlabač, ©2015)

5 PRŮMYSL 4.0

Kvůli rostoucímu vlivu čtvrté průmyslové revoluce se tato kapitola vztahuje k definici významu robotického zařízení v rámci této koncepce.

5.1 Vývoj čtvrté průmyslové revoluce

Dle Tomka a Vávrové termín „Průmysl 4.0“ pochází z německého výrazu „Industrie 4.0“. Poprvé se termín „Průmysl 4.0“ objevil v roce 2011 v německém městě Hannover. Číslice 4.0 má znázorňovat čtvrtou průmyslovou revoluci. První průmyslová revoluce byla významná právě díky vynálezu parního stroje. Pro druhou průmyslovou revoluci byl charakteristický rozvoj montážních linek. Příkladem druhé průmyslové revoluce je Fordova proudová výroba automobilů. Za třetí průmyslovou revoluci se považuje integrace elektroniky a informačních systémů do výrobních systémů. Ve třetí průmyslové revoluci bylo cílem rozvoj automatizace. Ve čtvrté průmyslové revoluci je snahou vybudování inteligentních továren, které budou efektivně využívat zdroje, dodržovat zásady bezpečnosti práce a také se budou řídit zásadami ergonomie. Také velmi důležitou částí této koncepce je zákazník. Z hlediska sociálního by se dala čtvrtá průmyslová revoluce definovat jako uspokojování potřeb zákazníka používáním nejmodernějších technologických a technických poznatků za využití automatizační techniky a usnadnění práce lidem. (Tomek a Vávrová, 2017, s. 10-11)



Obrázek 7 Základní vztahy tržní orientace

(Tomek a Vávrová, 2017, s. 11)

5.2 Koncepce průmyslu 4.0

Hlavním cílem koncepce průmyslu 4.0 je autonomní, plně automatizovaná a optimalizovaná výrobní továrna. Tyto moderní továrny budou propojeny do globálních sítí, kdy výrobní zařízení budou propojeny v kyberneticko-fyzické systémy (CPS). CPS se stane základním stavebním prvkem pro moderní inteligentní továrny. CPS budou mezi sebou komunikovat a nezávisle se kontrolovat, analyzovat sami sebe a předvídat tak chyby či poruchy. (Mařík a kolektiv, 2016, s. 26)

Výsledkem inteligentních továren budou jednoznačně identifikovatelné inteligentní produkty, které budou „znát“ svou polohu, ale také svou historii a současný stav. Výrobní systémy budou vázány na aktuální poptávku, a tak budou schopny na poptávku pružně reagovat. Také při výskytu poruch ve výrobních systémech bude systém schopen reagovat na nečekané události a bude trvale optimalizován. (Mařík a kolektiv, 2016, s. 26)

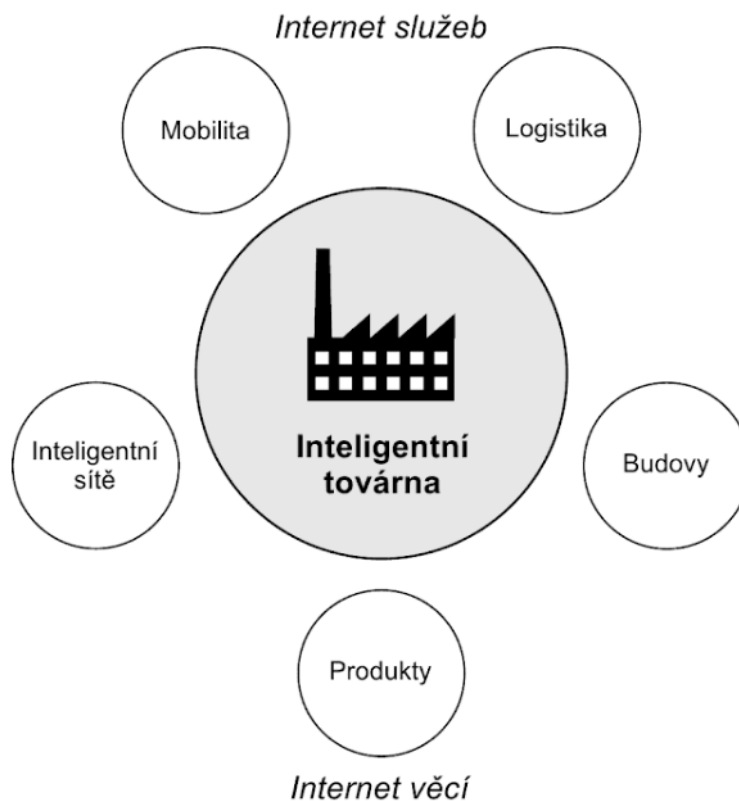
Vlastnosti inteligentních továren v rámci konceptu průmysl 4.0:

- Optimalizované výrobní procesy v celém hodnotovém řetězci.
- Izolovanost výrobních pracovišť je nahrazeno automatizovanými a propojenými výrobními linkami.
- Návrh nových výrobků, výrobních procesů neprobíhá fyzicky, nýbrž virtuálně a realizace návrhu probíhá integrovaně, jak u výrobce, tak i dodavatele.
- Autonomní chování při rozhodování díky vzájemné komunikaci výrobního zařízení, což zajišťuje flexibilitu a efektivitu výrobních procesů.
- Výroba probíhá v malých výrobních dávkách pro lepší uspokojení zákazníka a individualizaci.
- Automatická konfigurace v závislosti na parametrech produktu.
- Logistické procesy přizpůsobené výrobním procesům za použití autonomních zařízení (vozíků, manipulátorů)

(Mařík a kolektiv, 2016, s. 26-27)

Dle Jurové a kolektivu (2016, s. 61-64) bude důležitou součástí průmyslu 4.0 také Internet of Things (IoT) neboli internet věcí. Internet věcí znamená, že zařízení (i věci) budou bezdrátově propojené k internetu, díky čemuž budeme moci ovládat a monitorovat tato zařízení. Může se jednat o zařízení typu automobilu, veškerých domácích spotřebičů, ale také zařízení v oblasti medicíny atd. Jak jsem již zmínil, výroba bude probíhat spíše v malých dávkách,

právě kvůli individualizaci, díky IoT. Veškeré prvky ve výrobě tedy budou propojeny skrze IT systém, díky čemuž budou schopny mezi sebou komunikovat.



Obrázek 8 Prvky průmyslu 4.0

(Jurová, 2016, s. 62)

5.3 Robotické zařízení jako důležitá součást průmyslu 4.0 a vliv na zaměstnance

Jak jsem již bylo zmíněno, automatické, robotizace a digitalizace jsou úzce spojeny s průmyslem 4.0. S tím souvisí nutnost implementace robotických zařízení, ať už se jedná o roboty nebo kolaborativní roboty.

Je nutné zapojit pracovníky do digitálních výrobních procesů, čímž vznikají nové typy kompetencí pro pracovníky. Je nezbytné, aby zaměstnanci měli nové znalosti v oblasti využívání softwarů a zkušenosti s digitálně řízenými výrobními systémy. (Chromjaková, Tuček a Bobák, 2017, s. 25)

Díky vlivu průmyslu 4.0 na výrobní systémy se setkáme s následujícími skutečnostmi:

- Odstranění fyzické zátěže pro operátory ve výrobních procesech díky plně automatizovanému zařízení nebo kooperaci mezi člověkem a výrobním zařízením (implementováním kolaborativní systémů za použití kolaborativních robotů).
- Zvýšená zátěž na psychiku pracovníků využíváním vizualizačních a adaptivních nástrojů digitální technologie.
- Změna ergonomických nároků na pracovníka.
- Nutná schopnost „digitálně komunikovat“ mezi člověkem a robotem. (Chromjaková, Tuček a Bobák, 2017, s. 25)

5.4 Definice robota a průmyslového robota

Poprvé byl pojem „robot“ zmíněn ve vědeckofantastickém dramatu R.U.R. od Karla Čapka v roce 1920. Od tohoto roku se za slovo „robot“ začalo označovat jakékoliv automatické nebo mechanizační zařízení. (Kolíbal, ©2016)

Jako robot lze označit integrovaný systém, který je řízen počítačem nebo automaticky a je schopen automaticky a autonomně jednat na základě instrukcí od člověka. Tento celek je schopen vnímat okolí, manipulovat s předměty, pohybovat se v prostředí atd. (Kolíbal a kolektiv, 2016, s. 45)

Dle Kolíbala a kolektivu (2016, s. 44-45) nelze jednoznačně určit rozdíl mezi průmyslovým robotem a manipulátor pouze podle stupňů volnosti, avšak některé definice označují za robota zařízení, které má tři a více stupňů volnosti, kdežto manipulátor je zařízení do tří stupňů volnosti.

Průmyslový robot je autonomní stroj-automat, který vykonává podobné operace jako člověk a je vybaven schopnostmi (zrakem, sluchem, hmatem, pamětí, učit se atd.), aby vykonával požadované úkony. (Kolíbal a kolektiv, 2016, s. 45)

5.5 Definice kolaborativního robota

Kolaborativní robot neboli „cobot“, je zařízení, které kooperuje s člověkem a pomáhá mu dodržovat přesnost vykonávané operace. Kolaborativní robot také nahrazuje práci náročnou na určité svalové zatížení, takže vykonává operace šroubování, svařování, lepení, ale také se používá pro manipulaci s předměty atd. Kolaborativní robot je vybaven senzory, které brání před vznikem úrazu. Při kontaktu mezi člověkem a kolaborativním robotem dojde k jeho zastavení. (Duchoslav, ©2017)

5.6 Vlastnosti robotických zařízení

Dle Kolíbala (2016, s. 43) by robotické zařízení, ať už se jedná o robota nebo kolaborativního robota, mělo mít následující vlastnosti:

- Manipulační schopnost – jedná se o schopnost, kdy zařízení dokáže uchopit předměty a manipulovat s nimi, provádět činnosti montážního charakteru, manipulovat s nástroji, ale i používat nástroje (např. lepicí pistoli, ultrazvukovou svářečku atd.)
- Univerzálnost zařízení – jedná o vlastnost, kdy je možno používat zařízení k více než pouze jednomu účelu. Možnostmi, jak zajistit, aby zařízení bylo víceúčelové, tudíž schopné pracovat i na jiném pracovišti, jsou například možnost změny výrobního programu zařízení, výměna chapadla či nástroje.
- Autonomní chování – tato schopnost umožňuje vykonávat automaticky, opakovaně a posloupně zadané úkoly. Zařízení je tedy schopné plnit zadané úkoly i bez zásahu člověka.
- Vazba s prostředím – aby bylo zařízení schopné vnímat své okolí, stejně jako člověk, je nezbytné jej vybavit senzory (čidly), které mají napodobit smysly člověka. Zařízení vnímá své okolí pomocí vazeb, ať už se jedná o vizuální vazbu nahrazující zrak, akustickou vazbu nahrazující sluch, dotekovou vazbu nahrazující hmat, také senzorní vazbu, kterou má robotické zařízení oproti člověku, kdy se jedná o schopnost přijímat informace, které člověk není schopen přijímat.
- Integrovanost – jedná se o pojem používaný v robotice, kdy jsou jednotlivé složky robotického zařízení integrované do jednoho celku. Integrovanost robota je klíčová pro jeho mobilitu (především pro přesun z jednoho pracoviště na jiné). Výjimkou jsou řídicí systémy, které řídí robotické zařízení i bezdrátově.
- Vhodnost – robotické zařízení je vhodné především pro úkony podobající se lidským úkonům, především manipulační činnost.

5.7 Výhody průmyslového robota nespolupracujícího s člověkem

Dle Wilsona (2015, s. 33) počáteční rozhodnutí o implementaci robota byl pokus, jaký bude mít tato technologie vliv na podnikání. Tudíž rozhodnutí o investici do robotizace nebylo založeno na návratnosti investice, ale spíše na přesvědčení, že je tato investice do nových technologií nutná.

Většina dnešních společností zavádí robotizaci z hlediska finančních rozhodnutí a také doby náběhu této technologie do provozu. (Wilson, 2015, s. 33-38)

Podle IFR existuje 10 klíčových výhod robotizace a těmi jsou:

- Snížení provozních nákladů. – Snížení spotřeby energií, jelikož robot nepotřebuje stejnou teplotu pro manuální práci, jako člověk, dokonce ani světlo. Mezi další pozitivní dopady patří snížení nákladů na školení a zaučení zaměstnanců, snížení nákladů na ochranu zdraví při práci a také snížení administrativních nákladů.
- Zvýšení kvality produktu. – Hlavním rozdílem mezi robotem a člověkem je opakovatelnost. Pokud je robot dobře nastaven, je schopen každou operaci opakovat jen s minimální odchylkou. Dále robot netrpí únavou, jednotvárností, rozptýlením a dalšími negativními vlivy. To zajišťuje managementu stabilní data na konci směny – počet vyrobených dobrých kusů na konci směny.
- Zlepšení pracovních podmínek pro zaměstnance. – Roboti zlepšují pracovní podmínky pro zaměstnance tím, že přebírají špinavou, nebezpečnou a náročnou práci. Také odbourává stres, kdy zaměstnanec musí podávat pravidelný výkon.
- Zvýšení výkonu ve výrobě. – Podávání pravidelného a maximálního výkonu zvyšuje výkon výroby. Také dochází k vyššímu využití robota, jelikož je schopen pracovat téměř neustále, čímž se vyšším stupněm využívá výrobní zařízení, což má za následek, že podnik je schopen plnit objednávky i s vyšším objemem.
- Flexibilita výroby. – Výroba s robotem je velmi flexibilní, jelikož si robot pouze nahraje výrobní program, podle kterého robot vyrábí. Toto tvrzení platí v případě, že robot používá stejný výrobní nástroj. V případě měnění nástroje je operátor výroby flexibilnější.
- Snížení plýtvání. – Snížení plýtvání úzce souvisí s opakovatelností, jelikož robot při každém vyrobeném kusu spotřebuje stejné množství materiálu. Například při nanášení lepidla bude spotřeba lepidla na jeden kus vždy stejná. Další velkou úsporou je minimalizování zmetkovitosti.
- Dodržování BZOP. – Robot přebírá nepříjemnou, náročnou a zdraví ohrožující práci, čímž se zmenšuje riziko úrazu.
- Stabilita zaměstnanců a snížení nabíraných pracovníků. – Přebíráním nepříjemné, náročné a zdraví ohrožující práce se minimalizuje fluktuace zaměstnanců z důvodů nevyhovujících pracovních podmínek.

- Snížení kapitálových nákladů. – Snižováním ceny práce se taky snižují náklady. Dále multifunkčnost robota je úsporou, kdy podnik neinvestuje do dalších výrobních zařízení.
- Snížení náročnosti prostorů. – Robot nepotřebuje pracovní prostředí jako operátor, tudíž se využívá i vertikálního využití tzn. výroba v patrech.

(Wilson, 2015, s. 33-38)

5.8 Vývoj a parametry kolaborativních robotů

Dle IFR jsou nejvíce rostoucím segmentem v oboru průmyslové automatizace kolaborativní roboty. S nejnovějšími kolaborativními roboty se můžeme setkat například na každoročním veletrhu Amper, kterého jsem si i já osobně zúčastnil. (Homola, 2016, s. 46-47; Homola, 2017, s. 8-12)

Tržní segment, kde se nachází kolaborativní roboty, je velmi mladý, avšak na trhu je již pestrá nabídka a každý kolaborativní robot je specializovaný na jiný druh práce. Existuje několik parametrů, podle kterých se od sebe kolaborativní roboty liší. Mezi tyto parametry patří cena, bezpečnostní vybavení cobota (zastavení se při dotyku s okolím nebo člověkem a zastavení se při kontaktu s okolím do určité vzdálenosti, např. 5 cm), náročnost na jeho programování, dosah, počet os ramen, přesnost, hmotnost a rozměry kolaborativního robota, nosnost, schopnost předvídat pohyby atd. (Homola, 2017, s. 8-12)

Zkrátka můžeme říct, že některé kolaborativní roboty jsou konstruovány na manipulaci s drobnými předměty např. drobných součástek (např. montování hodinek atd.), přes manipulace větších dílů a jejich balení až po obrábění kovů a jiných činnostech. (Homola, 2017, s. 8-12)

Výrobci kolaborativních robotů jsou ABB, Fanuc, Kuka, F&P Robotics, Kawada Industries, Kinova, TECHMAN a mnoho dalších. (Homola, 2017, s. 8-12)

5.9 Výhoda kolaborativního robota

Mezi několik hlavních výhod kolaborativního robota patří:

- Možnost spolupráce s člověkem – již název nám napovídá, že je toto zařízení schopné pracovat s člověkem, což má pozitivní vliv i na ergonomii spolupracujícího.

- Pořizovací cena – kolaborativní robot je mnohonásobně dražší než klasický autonomní průmyslový robot v kleci, avšak rychlá implementace má velký vliv na náklady spojené s implementací kolaborativního robota.
- Implementace – kolaborativní robot není náročný na implementaci, jelikož implementace kolaborativního robota do výrobního procesu je časově méně náročná, s čímž opět souvisí i nižší náklady spojené s implementací robota.
- Bezpečnost – kolaborativní robot je vybaven senzory, které zabraňují vzniku nehody při střetnutí s okolím nebo člověkem.
- Programování – programování kolaborativního robota je většinou snadné a po školení je schopen operátor ve výrobě si ho programovat sám.
- Vnímání okolí – pomocí senzorů je schopen kolaborativní robot rozpoznat okolí a reagovat na něj. Některé kolaborativní roboty reagují zastavením, dojde-li k přímému kontaktu s člověkem nebo předmětem, jiné jsou zase schopny reagovat pomocí kamerového 3D systému a je u nich možné nastavit vzdálenost, kdy po narušení vzdálenosti dojde k jeho zastavení a až poté, co předmět nebo člověk opustí tuto vzdálenost, pokračuje kolaborativní robot v práci.

(Homola, 2017, s. 8-12; Duchoslav, ©2017)

5.10 Rozdíl mezi robotem a cobotem

Jak již vyplývá z výhod kolaborativního robota a průmyslového robota, je mezi těmito robotickými zařízeními značný rozdíl. Každý robot má svou určitou výhodu a nevýhodu, proto je pro správný výběr robota důležité znát rozdíl mezi nimi. Existuje mnoho rozdílů mezi cobotem a robotem. Níže jsou zmíněny jedny z nejdůležitějších rozdílů.

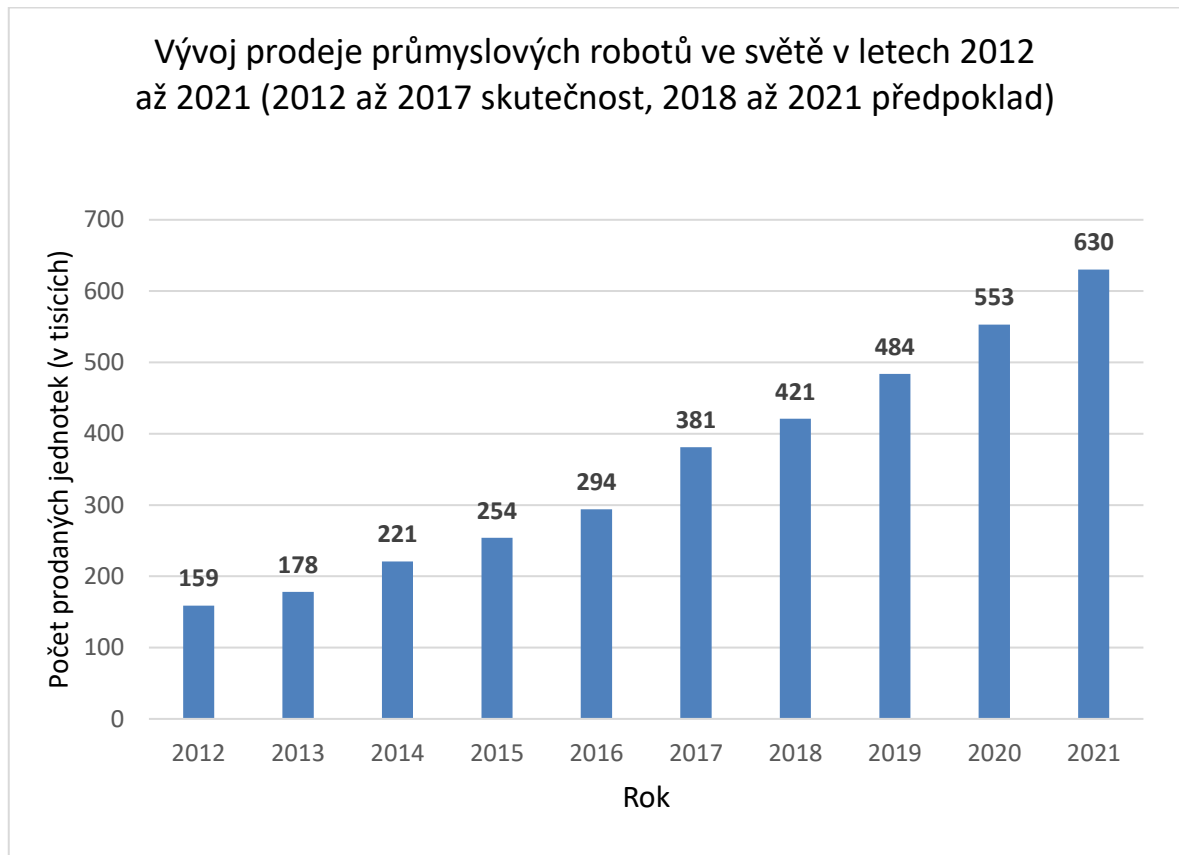
1. Náklady na pořízení – pořizovací cena kolaborativní robota je sice mnohonásobně vyšší než pořizovací cena průmyslového robota v kleci, avšak náklady spojené s implementací jsou mnohonásobně nižší. Pro představu pořizovací cena představuje 25 až 30 % nákladů z celkových nákladů (náklady na pořízení, implementaci, vytvoření pracovních buněk). (Vojáček, ©2017)
2. Implementace – implementace autonomního robota je časově náročné, především vytvořením pracovních buněk, složitým programováním atd. Kolaborativní robot je navržen tak, aby bylo možné po „vybalení z krabice“ ihned cobota začlenit do výroby (v rádech hodin). (Vojáček, ©2017)

3. Možnost spolupracovat s člověkem – cobot může spolupracovat s člověkem při vykonávání operací, kdežto „nekolaborativní“ robot pracuje samostatně a autonomně a jde o velmi stabilní a nepřetržitý výrobní systém. (Duchoslav, ©2017)
4. Bezpečnost – průmyslový robot v kleci nemá žádný senzor, tudíž bývá zpravidla ohraničen pomocí plotů a klecí. Při kontaktu s člověkem se nezastaví a vykonává činnost dále. (Vojáček, ©2017)
Kolaborativní robot je navržen tak, aby nezranil člověka ani nenarušil své okolí. Díky senzorům, integrovaných převážně v kloubech, dokáže cobot reagovat na své okolí. (Homola, 2017, s. 8-12)
5. Provozní náklady – provozní náklady má jednoznačně nižší autonomní průmyslový robot. Jak již bylo výše zmíněno, náklady jsou nižší z důvodu šetření mzdových a provozních nákladů. (Wilson, 2015, s. 33-38)
6. Výkon – průmyslový robot v kleci je vhodnější tam, kde je klíčová rychlost vykonávané operace, jelikož cobot je podstatně pomalejší z důvodu vhodnosti pro drobnější součástky s nižší hmotností. (Vojáček, ©2017)
7. Práce ve zhoršených pracovních podmínkách – nekolaborativní robot je schopen vykonávat práci ve zhoršených podmínkách, což přispívá k ochraně zaměstnanců a také ke snížení fluktuace. Při kooperaci mezi cobotem a člověkem se musí dbát na dodržení pracovních podmínek, jelikož zde lidský faktor stále zůstává. (Wilson, 2015, s. 33-38)
Kolaborativní robot může dbát na ochranu zdraví zaměstnanců právě tak, že převezme pro lidi riskantní operace, jako například manipulace s ostrými, špičatými nebo horkými obrobky atd.
(Vojáček, ©2017)

5.11 Aktuální stav průmyslových robotů

IFR uvedli na své tiskové konferenci, která se konala 18. října 2018 v Tokiu, nejnovější zprávu o prodeji průmyslových robotů ve světě. IFR v ní uvedli, že v roce 2017 se prodalo 381 000 jednotek a jedná se tak o rekord v prodeji průmyslových robotů. Podle prezidenta IFR, Junji Tsuda, implementace robotů zvyšuje produktivitu výroby a také se v robotech uplatňují špičkové metody a techniky, jako například strojové vidění, inteligenční učení, využití umělé inteligence při prognózování chyb, kooperaci mezi robotem a člověkem, jedno-

duché programování atd. IFR uvedli skutečnost a předpokládaný vývoj prodávaných průmyslových robotů v následujícím grafu, kde je zřejmé, že nárůst prodeje vrostl v roce 2017 téměř o 30 % proti prodaným jednotkám v roce 2016. (Kabeš, 2019, s. 52-53)



Obrázek 9 Vývoj prodeje průmyslových robotů ve světě

(Kabeš, 2019, s. 52)

Prodej průmyslových robotů je velmi nevyrovnaný, jelikož 277 800 průmyslových robotů prodaných z prodaného množství v roce 2017 putovalo do pěti hlavních zemí – Číny, Japonska, Jižní Koreji, USA a Německa. Největší zájem o průmyslové roboty projevuje Čína. Na druhém místě je Japonsko, které je na prvním místě ve světě průmyslových robotů, jelikož z celkového množství prodaného v roce 2017 vyrobili asi 56 % japonské výrobce. Jižní Korea, která je na třetím místě v počtu prodaných jednotek průmyslových robotů, patří k zemím s největší hustotou robotů ve výrobním průmyslu (více než osminásobek celosvětového průměru). Německý trh je pátým největším trhem s průmyslovými roboty na světě a zároveň největším v Evropě. Česká republika patří do zbytku zemí, na které připadá 10 % světového prodeje, což je zhruba 41 000 jednotek z celkových prodaných jednotek v roce 2017. Nej-

větší zájem o roboty je v automobilovém průmyslu, kde se očekává především zájem o kolaborativní roboty, kteří podporují operace za účasti lidí při montážích a finálních úpravách vozidel. (Kabeš, 2019, s. 52-53)

5.12 Hrozby automatizace a robotizace z hlediska vlivu na společnost

Hlavní myšlenku, kterou by měly všechny firmy (a nejen firmy) pochopit, je, že v konečném důsledku automatizace a robotizace budou lidé ztrácet své příjmy, pracovní místa, většina spotřebitelů přijde o kupní sílu, která je potřebná pro vytvoření poptávky, která je klíčová pro hospodářský růst. Poptávka může být tvořena jednotlivci nebo vládou (může být tvořena i firmou, ale na konci je většinou spotřebitel). Příjmy jednotlivců jsou klíčové, jelikož pracovní úvazek je nástroj, kterým se distribuuje kupní síla. Pokud firma produkuje zboží, po kterém není poptávka, firma je nucena ukončit svou činnost. Tudiž z toho vyplývá, že pracovníci jsou zároveň spotřebitelé. Pokud tedy nebude nikdo kupovat výrobky vyráběné robotem, je jen otázka času, kdy roboti „vypnou“. (Ford, 2017, s. 240-242)

6 SHRNUÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

První kapitola teoretické části bakalářské práce je zaměřena na definici systému. Systém zde je definován obecně.

Druhá kapitola je věnována výrobnímu systému spolu se zaměřením na proces a jeho zlepšování.

Třetí kapitola je zaměřena na definici a rozdělení interní montáže. Rovněž je zde uveden princip lepení termoplastů a ultrazvukové bodové svařování.

Ve čtvrté kapitole jsou teoreticky vypracovány metody, které jsou využity v praktické části bakalářské práce.

V poslední kapitole je představen význam robotizace prostřednictvím čtvrté průmyslové revoluce a vývoj prodeje robotů ve světě, dále v ní jsou uvedeny výhody robota a kolaborativního robota a vysvětlen jejich rozdíl. Poslední část teoretické části se zabývá hrozbami automatizace a robotizace z hlediska vlivu na společnost.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

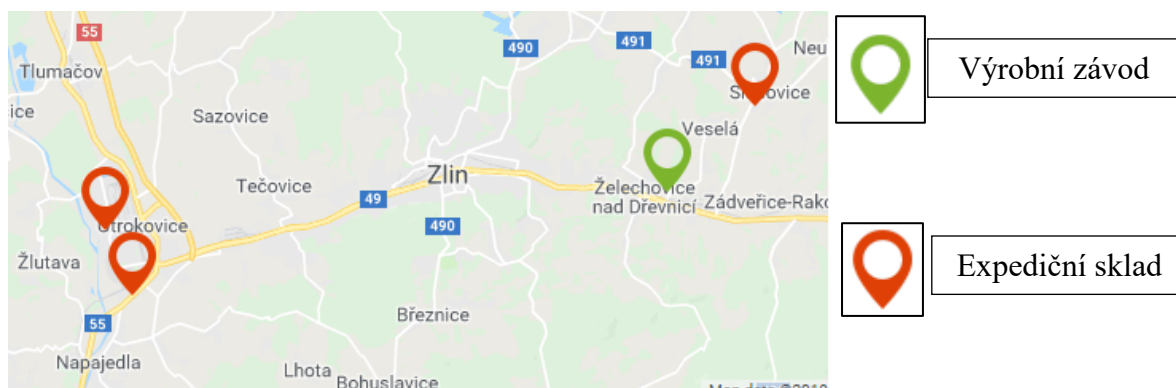
Společnost ENBOS Slušovice s.r.o. byla založena 1. 12. 2016, avšak společnost má více než 25letou historii, jelikož do roku 2016 byla součástí TNS SERVIS s.r.o. V současnosti je společnost ENBOS Slušovice s.r.o. dceřinou společností TNS SERVIS s.r.o.



Obrázek 10 Logo společnosti (interní materiály)

Společnost ENBOS Slušovice s.r.o. působí v oblasti smluvní výroby a montáže, skladování, logistiky a také malé až středně sériové komplexní montáže.

ENBOS Slušovice s.r.o. má celkem 3 expediční sklady – v Otrokovicích, Napajedlích a ve Slušovicích. Celkem mají tyto expediční sklady plochu více než 11 000 metrů čtverečných. Výrobní závod společnosti se nachází v Lužkovicích a má rozlohu přes 2 000 metrů čtverečných. Zde se zaměřují na výrobu plastových a pryžových výrobků, výrobu elektrických zařízení, montáž (lepení a svařování) kapotáží, montáž herních automatů, přístrojových desek a mnoha dalších plastových částí interiéru a exteriéru.



Obrázek 11 Poloha společnosti

(Google Maps, 2019)



Obrázek 12 Přístrojová deska montovaná společností ENBOS Slušovice s.r.o.

(interní materiály)



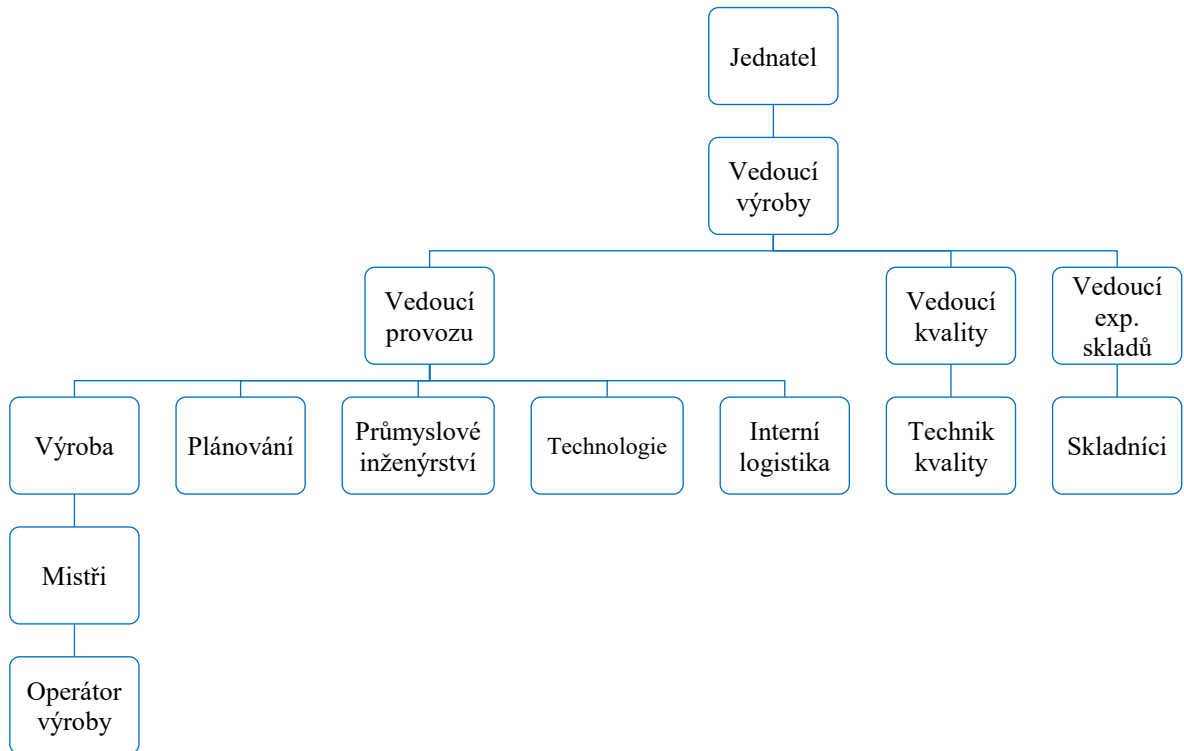
Obrázek 13 Kapotáž traktoru ZETOR (interní materiály, upraveno)

Jelikož se společnost ENBOS Slušovice s.r.o. specializuje především na montáž pro automobilový a zemědělský průmysl, management klade velký důraz na vysokou kvalitu. Vrcholové vedení se zaměřuje na kontinuální zlepšování systému kvality a také kvality výrobků a služeb se zaměřením na prevenci chyb. Dalším důležitým úkolem managementu ve společnosti je zvyšování kvality práce a služeb, zvyšovat produktivitu práce a efektivnost výroby, zvyšovat produkci práce a v neposlední řadě pečovat o prostředí, bezpečnost a ochranu zdraví při práci.

Počet zaměstnanců společnosti ENBOS Slušovice s.r.o. je 63, tudíž se řadí mezi střední podniky. Jelikož si společnost klade velký důraz na kvalitu, je držitelem certifikátu ISO 9001:2015.

7.1 Organizační struktura společnosti

Na základě rozhovoru s průmyslovým inženýrem byla vytvořena organizační struktura společnosti.



Obrázek 14 Organizační struktura společnosti (vlatní zpracování)

8 VÝZNAM ANALÝZY VÝROBNÍCH DÍLŮ

Analýza výrobních dílů je klíčovou částí, jelikož i na základě charakteru operací montážního postupu budou provedeny doporučující návrhy pro implementaci cobota.

Ve společnosti ENBOS Slušovice s.r.o. bylo rozhodnuto v rámci zlepšování procesu o implementaci kolaborativního robota na stacionární pracoviště montáže na základě požadavku zákazníka, tudíž hlavní důvod implementace není ekonomického charakteru, ale splnění zákaznického požadavku.

Kolaborativní robot bude implementován do montážního procesu na operace nanášení lepidla. Z celkového počtu jedenácti výrobních dílů, které společnost montuje v rámci projektu pro tohoto zákazníka, byly vybrány čtyři, které byly zanalyzovány. Poté bylo posouzeno, zda jsou vhodné pro implementaci kolaborativního robota. Jelikož se jedná o první plánovanou implementaci kolaborativního robota ve firmě, bylo nutné zjistit také schopnosti a možnosti cobota.

Tyto čtyři výrobní díly bylo potřeba zanalyzovat, jelikož společnost nedisponuje podrobným technologickým postupem a spotřebou času jednotlivých operací, která byla klíčová v rámci plánované implementace.

Dle zpracovaného montážního postupu a parametrů kolaborativního robota byly doporučeny díly vhodné pro robotické pracoviště. Analýza montážního procesu výrobních dílů je důležitou součástí, jelikož slouží jako podklad pro rozhodnutí jejich výběru.

U každého dílu je uveden kusovník a montážní postup, který je obohacen fotografiemi pro znázornění procesu. U každé operace je uveden čas, který byl zjištěn na základě chronometráže (viz. příloha) a tento čas je uveden také v procesní analýze. Čas operace bude důležitý pro firmu, jelikož bude sloužit ke srovnání času operace před a po implementaci kolaborativního robota. Celý proces byl znázorněn v procesní analýze pro přehlednost.

9 MONTÁŽNÍ PROCES

Smluvní montáž je jedna z hlavních činností podniku. Na základě rozhovoru s průmyslovou inženýrkou byl zjištěn kontext montážního procesu v rámci společnosti.

Zákazník, který je zároveň i dodavatelem, dodává díly společnosti ENBOS Slušovice s.r.o. a poté v hlavním výrobním závodu podniku ENBOS Slušovice s.r.o. smontují díly dle požadavků zákazníka (jedná se především o lepení pomocí lepicí pistole a svařování pomocí ultrazvukové bodové svářečky) a poté jsou smontované díly poslány zpět zákazníkovi.

Předmětem montážního procesu v rámci rozhodnutí managementu jsou tyto výrobní díly uvedené v následující tabulce.

Tabulka 1 Seznam výrobních dílů

Označení výrobního dílu
Výrobní díl č. 1
Výrobní díl č. 2
Výrobní díl č. 3
Výrobní díl č. 4

(vlastní zpracování)

9.1 Pomůcky potřebné pro montáž výrobních dílů

Pro montáž výrobních dílů je potřeba následujících pomůcek:

- Lepicí přípravek pro lepení.
- Ultrazvuková svářečka s hrotem pro bodové svařování.
- Pistole k dávkování 2K lepidla.
- Čtečka čárových kódů.

9.1.1 Lepicí přípravek

Jedná se o „formu“, do které se vkládají výrobní díly při operacích, jako jsou operace nanášení lepidla nebo operace ultrazvukového bodového svařování. Velikost lepicího přípravku se odvíjí dle velikosti dílu. Lepicí přípravky jsou v rámci montážního procesu používány dřevěné nebo plastové.

9.1.2 Ultrazvuková svářečka s hrotem pro bodové svařování

Jedná se o nástroj, který je používán ke svařování plastových dílů. Při svařování vzniká tření, díky kterému se vytvoří svár mezi svařovanými díly.

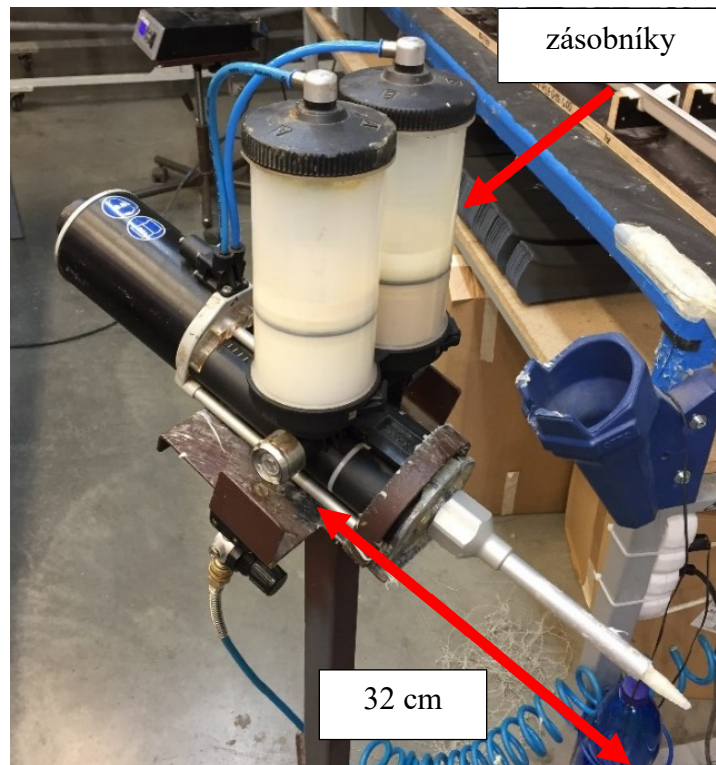


Obrázek 15 Ultrazvuková svářečka
(vlastní zpracování)

9.1.3 Lepicí pistole k dávkování 2K lepidla

Jedná se lepicí pistolí, která je vybavena dvěma zásobníky. V zásobnících se nachází směs, která se smíchává ve směšovači, kdy dochází ke spojení těchto směsí a vzniká 2K lepidlo. Doba zpracovatelnosti lepidla je maximálně 10 minut a doba sít'ování do dosažení manipulační pevnosti je 30-40 minut. (Interní materiály)

Od spouště po konec směšovače je vzdálenost 32 cm, což prodlouží dosah kolaborativního robota.



Obrázek 16 Lepicí pistole (vlastní zpracování)

9.1.4 Čtečka čárových kódů

Čtečka čárových kódů slouží k naskenování čárových kódů, které jsou na dílech. Díky čtečce čárových kódů jsou kódy přenášeny do informačního systému.

10 VÝROBNÍ DÍL Č. 1

Jedná se o předmontážní proces, kdy se poté díl používá k montáži dveří nákladního auta. V díle se nachází tedy „kapsa“, do které si poté uživatelé vozu mohou uložit různé předměty, například PET láhev, parkovací hodiny atd.



Obrázek 17 Výrobní díl č. 1 (vlastní zpracování)

10.1 Kusovník výrobního dílu č. 1

Výrobní díl č. 1 se skládá z následujících dílů:

- Díl 1A (díl s kapsou) 1x
- Díl 1B (rovný díl) 1x
- Díl 1C (rovný díl malý) 1x
- Díl 1D (cup) 1x

Díl 1D se skládá z dílu 1x 1DA (podstavec) a 1x 1DB (nádoba).

10.2 Montážní postup výrobního dílu č. 1

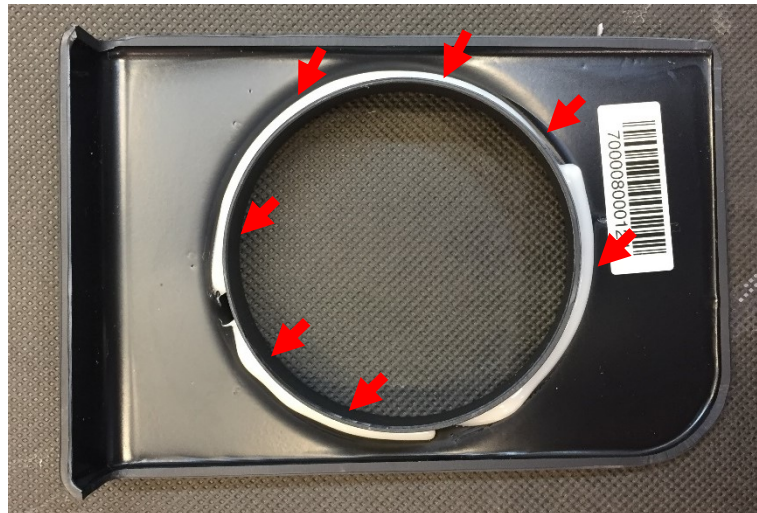
Pro montáž tohoto dílu je potřeba příprava na začátku směny, jelikož si operátor výroby musí připravit díly, ze kterých se výrobní díl skládá, lepicí přípravek a připravit si naplněnou lepicí pistoli. Dále začíná montážní proces nejdříve montáží 56 kusů dílu 1D.

U tohoto výrobního dílu se jedná o lepení pomocí lepicí pistole a svařování pomocí ultrazvukové bodové svářečky a následné balení dílů.

10.2.1 Nanesení lepidla na díl 1DA

Operátor výroby nanese pomocí lepicí pistole po obvodu středového prstence lepidlo. Lepidlo se nesmí dostat na pohledovou stranu.

(vzdálenost 0 metrů, čas 7 s, 1 operátor)



Obrázek 18 Díl 1DA (vlastní zpracování)

10.2.2 Vložení dílu 1DB na díl 1DA a svaření

Operátor výroby vloží díl 1DB na díl 1DA tak, aby hrana dílu 1DB byla rovnoběžná s hranou dílu 1DA (na straně s ostrým rohem). Následně pomocí ultrazvukové bodové svářečky zajistí spoj dvěma sváry v rozích dílu 1DB tak, aby svár byl alespoň 1 mm od okraje dílu.

(vzdálenost 0 metrů, čas 8 s, 1 operátor)



Obrázek 20 Díl 1DA
(vlastní zpracování)



Obrázek 19 Díl 1D
(vlastní zpracování)

10.2.3 Dopravení dílů na pracoviště

Nejdříve doveze skladník přepravní box s díly na pracoviště na příslušné místo na základě objednávky (telefonicky) od operátora. Poté si operátor pomocí paletového vozíku přiveze přepravní box s materiálem k pracovišti a odemkne kryt, oddělá horní kryt z boxu, vrchní kryt opře zezadu boxu, poté se vrátí zpět na pracoviště.

Podle normy, která je 56 kusů, si operátor připraví celkem 2 přepravní boxy s 50 kusy dílu 1A a 2 přepravní boxy s 50 kusy dílu 1B.

(vzdálenost 5 metrů, čas 40 s, 1 operátor)

10.2.4 Vybalení dílu 1A

V dovezeném přepravním boxu se nachází 50 kusů dílu 1A, které jsou zabalené v ochranné folii. Operátor výroby vybalí výrobní díly z ochranné folie, díly vybaluje po 5 kusech a připraví si je na pracovní stůl. (vzdálenost 1 metr, čas 11 s, 1 operátor) / 1 díl



Obrázek 21 Díl 1A (vlastní zpracování)

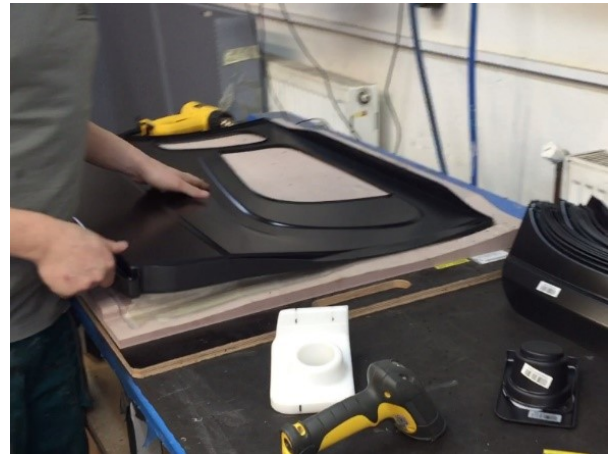
10.2.5 Vybalení dílu 1B

Z přepravního boxu, kde se nachází 50 kusů dílu 1B, operátor výroby vybalí díl z ochranné folie a vloží jej do lepicího přípravku.

(vzdálenost 5 metrů, čas 17 s, 1 operátor)



Obrázek 23 Vybalení dílu 1B
(vlastní zpracování)

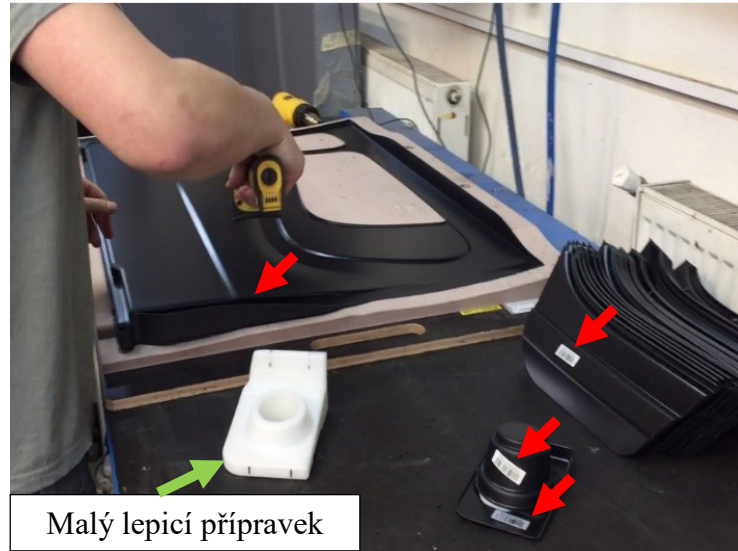


Obrázek 22 Vložení dílu 1B do lepicího
přípravku (vlastní zpracování)

10.2.6 Naskenování čárových kódů a manipulace s díly

Pomocí čtečky čárových kódů načte operátor kódy, které se nachází na každém dílu. Načte čárové kódy na dílech 1B, 1C, 1D. Po naskenování čárových kódů vloží díl 1D na malý lepicí přípravek. Díl 1D je již předem předpřipravený (zesíťovaný).

(vzdálenost 0 metrů, čas 7 s, 1 operátor)

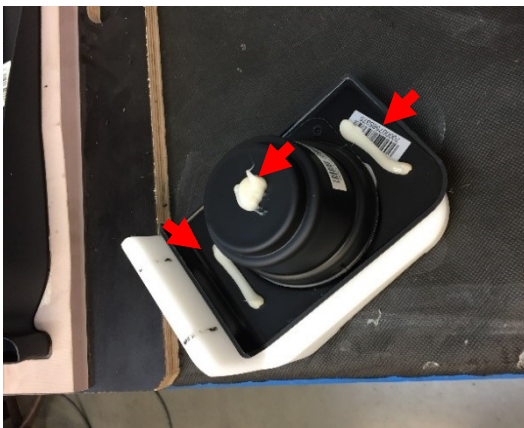


Obrázek 24 Skenování dílů (vlastní zpracování)

10.2.7 Nanesení lepidla na díly 1C a 1D

Operátor pomocí lepicí pistole nanese lepidlo na díl 1D, který je usazen na menším lepicím přípravku, a také na díl 1C. Poté odloží lepicí pistoli na stojan pro lepicí pistoli.

(vzdálenost 1 metr, čas 13 s, 1 operátor)

Obrázek 26 Nanesení lepidla na díl 1D
(vlastní zpracování)Obrázek 25 Nanesení lepidla na díl 1C
(vlastní zpracování)

10.2.8 Spleení a svaření dílů 1B a 1C

Díl 1C, na kterém je nanesené lepidlo, přiloží operátor na díl 1B a zajistí spoj čtyřmi sváry pomocí ultrazvukové bodové svářečky, kterou po ukončení operace svařování odloží na stojan pro ultrazvukovou bodovou svářečku.

(vzdálenost 1 metr, čas 16 s, 1 operátor)



Obrázek 27 Svaření dílu 1Ba 1C (vlastní zpracování)

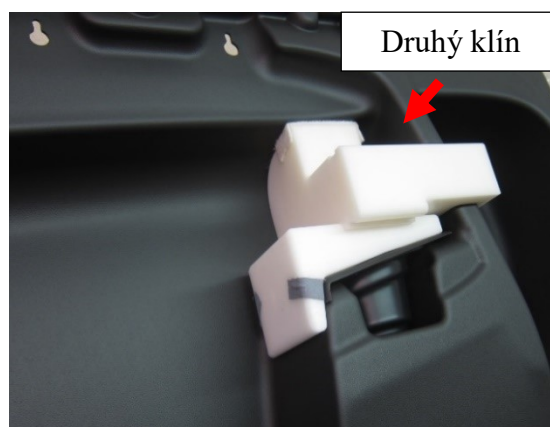
10.2.9 Vložení dílu 1D do dílu 1A a zajištění klíny

Operátor uchopí díl 1D, na kterém je nanesené lepidlo a vloží tento díl včetně lepicího přípravku (klínu) do dílu 1A. Vložený díl zajistí dvěma klíny, které pomáhají držet díl v požadované poloze, dokud není provedena operace svařování.

(vzdálenost 2 metry, čas 8 s, 1 operátor)



Obrázek 29 Vložení dílu 1A do dílu 1D
(vlastní zpracování)



Obrázek 28 Vložení klínu do dílu 1D
(vlastní zpracování)

10.2.10 Svaření dílu 1A a 1D

V tomto kroku operátor zajistí spoj z vnější strany dílu 1A pomocí dvou svárů na dílu 1D. Poté vizuálně zkontroluje spoj, vyjme klíny z dílu a zkontroluje pevnost sváru. Pokud není spoj dostatečný, operátor pojistí spoj dalším svárem a zesílí tak pevnost spoje.

(vzdálenost 1 metr, čas 26 s, 1 operátor)



Obrázek 30 Svaření dílu 1D (vlastní zpracování)

10.2.11 Nanesení lepidla na díl 1A

Při této operaci je nanášeno lepidlo na díl pomocí lepicí pistole na požadovaná místa. Tloušťka nanášeného lepidla nesmí být příliš tenká, jelikož by mohlo dojít ke špatnému přilnutí při spojení s dílem. Po nanášení lepidla operátor odloží lepicí pistoli zpět na stojan.

(vzdálenost 2 metry, čas 26 s, 1 operátor)

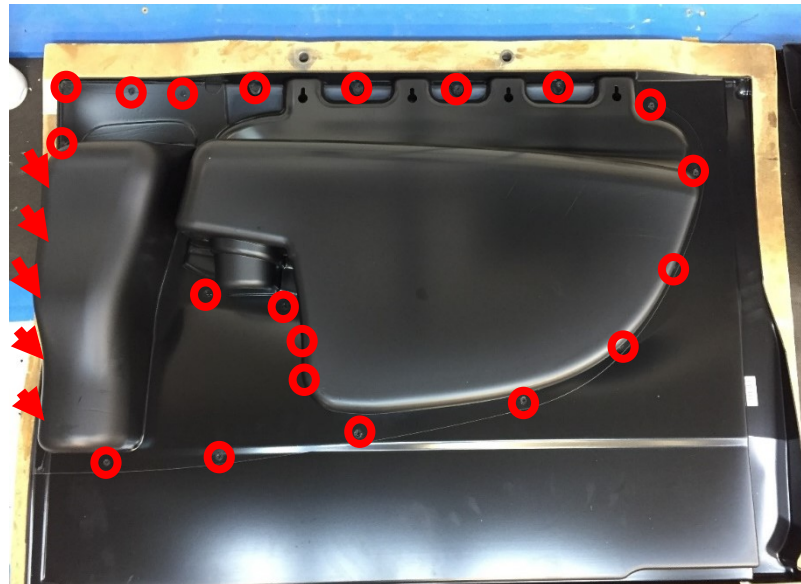


Obrázek 31 Nanesení lepidla na díl 1A (vlastní zpracování)

10.2.12 Vložení dílu 1A na díl 1B a následné svaření

Po nanesení lepidla na díl 1A operátor přiloží tento díl vnitřní stranou na díl 1B, který je na lepicím přípravku. Tento spoj zajistí ještě 25 sváry pomocí ultrazvukové svářečky.

(vzdálenost 2 metry, čas 42 s, 1 operátor)



Obrázek 32 Svaření dílu 1A (vlastní zpracování)

10.2.13 Naskenování čárového kódu na dílu 1A

Operátor výroby načte čárový kód na díle 1A a zadá do systému, zda se jedná o OK kus, NOK kus nebo Opravu.

(vzdálenost 0 metrů, čas 5 s, 1 operátor)



Obrázek 33 Naskenování čárového kódu dílu 1A

(vlastní zpracování)

10.2.14 Uložení dílu č. 1 na stojan

Doba sít'ování do dosažení manipulační pevnosti je přibližně 30-40 minut. Proto není možné zabalit ihned finální díl č. 1, ale je nutné jej uložit na stojan po dobu 30-40 minut. Operátor proto uloží finální díl na univerzální stojan a vizuálně díl zkontroluje. Kapacita stojanu pro díl č. 1 je 17 kusů.

(vzdálenost 3 metry, čas 15 s, 1 operátor)



Obrázek 34 Uložení dílu č. 1 (vlastní zpracování)

10.2.15 Nalepení štítku na finální díl č. 1

Jedním z posledních kroků je nalepení štítku, který označuje finální díl č. 1.

(vzdálenost 0,5 metrů, čas 4 s, 1 operátor) / 1 kus dílu 1



Obrázek 35 Označení dílu č. 1 (vlastní zpracování)

10.3 Procesní analýza výrobního dílu č. 1

Na základě montážního postupu byla vypracována procesní analýza montážního dílu č. 1.

Tabulka 2 Procesní analýza výrobního dílu č. 1

č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (s)	Počet pracovníků	Možnost zlepšení
1	Montáž dílu 1D na začátku směny přepočítáno na 1 kus	O	→	□	∇	▸	0	15	1	
2	Dovezení a přichystání boxu s díly (přepočítáno na 1 ks)	O	→	□	∇	▸	0,09	0,71	1	
3	Vybalení dílu 1A z ochranné folie a přichystání dílu	O	→	□	∇	▸	1	11	1	
4	Vybalení dílu 1B z ochranné folie	O	→	□	∇	▸	2	11	1	
5	Vložení dílu 1B do lepícího přípravku	O	→	□	∇	▸	3	6	1	
6	Načtení čárových kódů a manipulace s díly 1C, 1D	O	→	□	∇	▸	0	7	1	
7	Nanesení lepidla na díly 1D a 1C	O	→	□	∇	▸	1	13	1	I.p. pro díl 1C
8	Přiložení dílu 1C na díl 1B a svaření	O	→	□	∇	▸	1	16	1	
9	Vložení dílu 1D do dílu 1A a zajištění klíny	O	→	□	∇	▸	2	8	1	
10	Svaření dílu 1D s dílem 1A	O	→	□	∇	▸	1	21	1	
11	Vizuální kontrola sváru	O	→	□	∇	▸	0	5	1	
12	Nanesení lepidla na díl 1A	O	→	□	∇	▸	2	26	1	Implementace cobota
13	Vložení dílu 1A na díl 1B a svaření dílů	O	→	□	∇	▸	2	42	1	snížení počtu svárů
14	Načtení čárového kódu na dílu 1A	O	→	□	∇	▸	0	5	1	
15	Přenesení finálního kompletu na stojan	O	→	□	∇	▸	3	10	1	
16	Vizuální kontrola finálního kompletu po případně oprava	O	→	□	∇	▸	0	5	1	
17	Nalepení štítků na díl č. 1	O	→	□	∇	▸	0,5	4	1	
Celkem	Četnost	13	2	2	0	0				
	Součet času (s)							205,71		
	Vzdálenost (m)						18,6			

(vlastní zpracování)

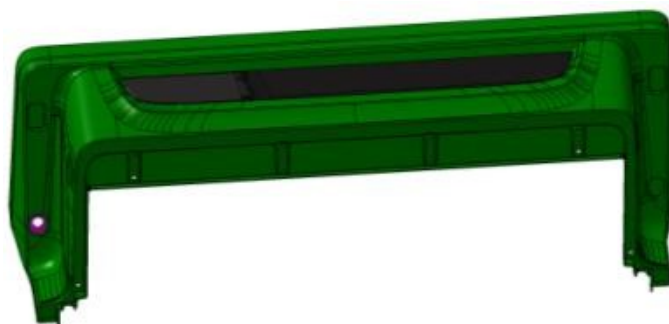
10.3.1 Shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 1

Nejdříve se smontuje díl 1D, který je součástí dílu č. 1. Poté probíhá vybalení dílů, montáž nanášením lepidla na díly a následné svaření. Finální díl se ukládá na stojan.

Hlavními nedostatky pro implementaci cobota byl zjištěný chybějící lepicí přípravek dílu 1C, a jako operace vhodná pro implementaci cobota byla vybrána operace č. 12, z důvodu délky operace nanášení lepidla – 42 sekund.

11 VÝROBNÍ DÍL Č. 2

Tento výrobní díl je používán jako přední kryt sedadla kamionu, proto je důležité, aby byl díl ogehlený, jelikož by mohlo dojít k poranění uživatele vozu o ostré hrany dílu. Opět se jedná o předmontážní proces, kdy se díl později používá k montáži sedadla nákladního automobilu.



Obrázek 36 Výrobní díl č. 2 (interní materiály)

11.1 Kusovník výrobního dílu č. 2

Výrobní díl č. 2 se skládá z následujících dílů:

- Díl 2A (hlavní díl) 1x
- Díl 2B (spojovací destička)..... 1x
- Díl 2C (lišta) 1x
- Díl 2D (truhlík) 1x

11.2 Montážní postup výrobního dílu č. 2

Stejně tak jako u výrobního dílu č. 1 je nutná příprava na začátku směny, jelikož si opět musí operátor připravit díly, ze kterých se výrobní díl skládá, lepicí přípravek a také lepicí pistoli. Opět se jedná o lepení pomocí lepicí pistole a svařování pomocí ultrazvukové bodové svařičky a následné balení dílu.

11.2.1 Dopravení dílů na pracoviště

Dovezení potřebných dílů na pracoviště probíhá stejně jako u dílu č. 1, tedy telefonicky mezi operátorem a skladníkem. Pro montáž dílu č. 1 je potřeba 2 přepravních boxů, jeden přepravní box s 60 kusy dílu 2A a druhý s 60 kusy dílu 2D. Dovezený přepravní box si operátor převezve pomocí paletového vozíku k pracovišti, odemkne kryt, ten oddělá a opře ho ze zadní strany přepravního boxu, poté se vrátí zpět na pracoviště.

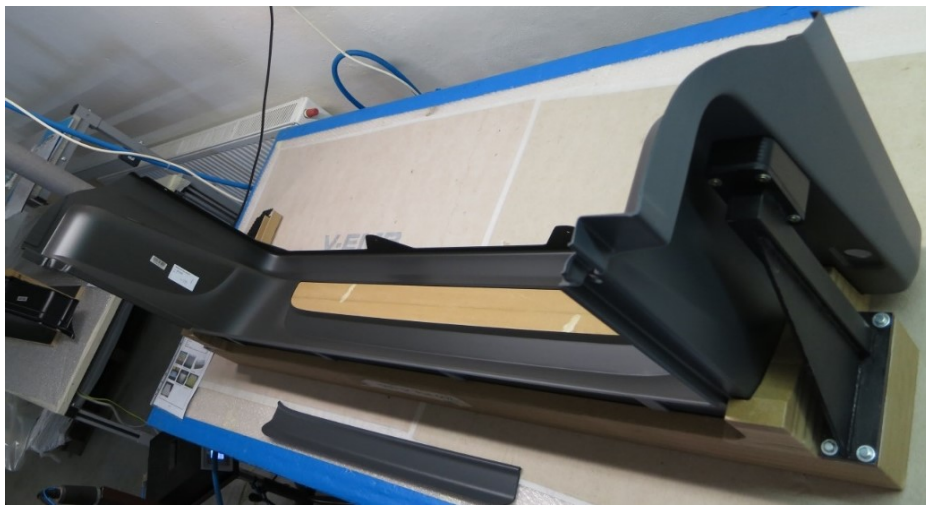
Box s díly 2A (vzdálenost 5 metrů, čas 40 s, 1 operátor)

Box s díly 2D (vzdálenost 7 metrů, čas 48 s, 1 operátor)

11.2.2 Vybalení dílu 2A z přepravního boxu

Operátor výroby vyjme 1 kus dílu 2A z přepravního boxu a vybalí jej z ochranné folie. Takto vybalený díl vizuálně zkontroluje a vloží jej do lepicího přípravku do požadované polohy.

(vzdálenost 3 metry, čas 26 s, 1 operátor)



Obrázek 37 Vložení dílu 2A do lepicího přípravku (vlastní zpracování)

11.2.3 Nanesení lepidla na díl 2B

Operátor pomocí lepicí pistole nanese lepidla ve dvou bodech na díl 2B. Zde je důležité dodržet vzdálenost naneseného lepidla od okraje, nesmí přesahovat přes okraj destičky.

(vzdálenost 1 metr, čas 10 s, 1 operátor)



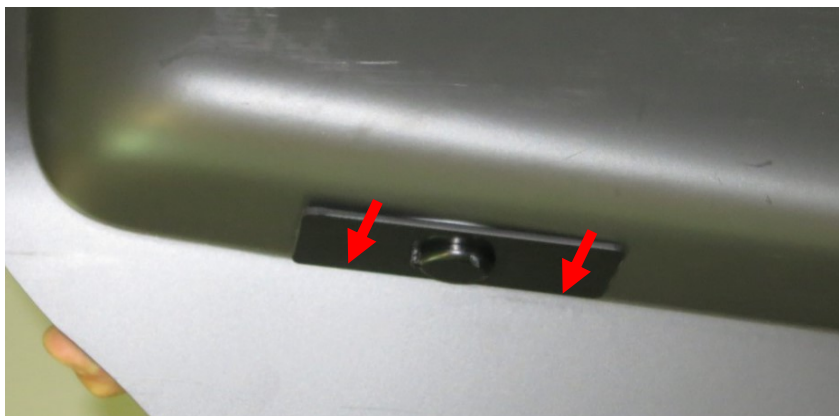
Obrázek 38 Nanesení lepidla na díl 2B

(vlastní zpracování)

11.2.4 Vložení dílu 2B na díl 2A

Díl 2B, na kterém je nanesené lepidlo vloží operátor na díl 2A (do vnitřní části) a lehce přitlačí. Delší hrana dílu 2B musí být rovnoběžná s hranou dílu 2A na místě vložení. Tohoto efektu dosáhne operátor vystředěním pomocí lepicího přípravku.

(vzdálenost 1 metr, čas 5 s, 1 operátor)



Obrázek 39 Vložení dílu 2B na díl 2A (interní materiály, upraveno)

11.2.5 Vytvoření sváru na dílu 2B

Vložený a vystředěný díl 2B je nutné svařit ve čtyřech svárech pomocí ultrazvukové svářečky. Je nutné po svaření dílu tento díl vizuálně zkontrolovat, zda nedošlo k poškození pohledové plochy.

(vzdálenost 0 metrů, čas 12 s, 1 operátor)



Obrázek 40 Svaření dílu 2B (vlastní zpracování)



Obrázek 41 Vytvořené sváry na dílu 2B
(vlastní zpracování)

11.2.6 Naskenování čárových kódů na dílech a nalepení štítku

V tomto kroku načte operátor čárový kód na dílech 2A a 2C. Poté nalepí, na vnitřní stranu zrcadlově proti vloženému dílu 2B, štítek označující díl č. 2.

(vzdálenost 0,5 metru, čas 10 s, 1 operátor)



Obrázek 42 Nalepení štítku na díl č. 2 (vlastní zpracování)

11.2.7 Nanesení lepidla na díly

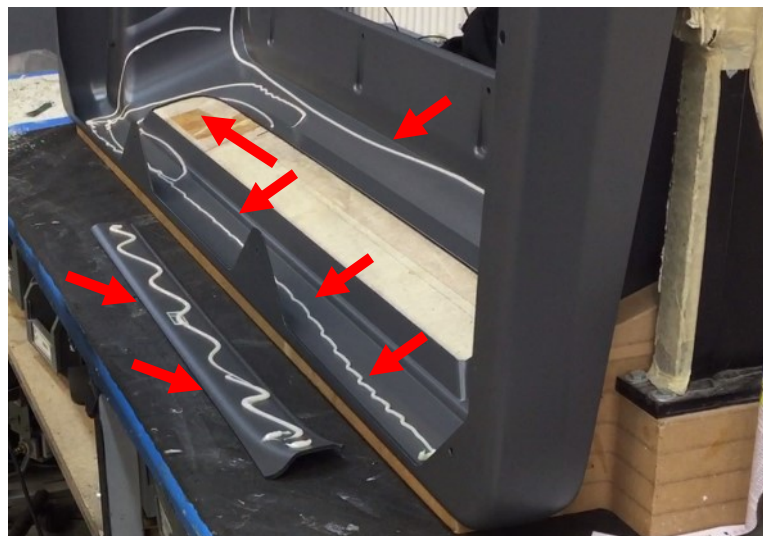
Operátor pomocí lepicí pistole nanese lepidlo po obvodu dílu 2B, na vnitřní část dílu 2A a poté na díl 2C (díle 2C není na lepicím přípravku). Je nutné nanést lepidlo minimálně jeden centimetr od hrany dílu 2A.

(vzdálenost 2 metry, čas 32 s, 1 operátor)



Obrázek 43 Nanesení lepidla po obvodu dílu 2B

(vlastní zpracování)



Obrázek 44 Nanesení lepidla na díl 2A a 2C

(vlastní zpracování)

11.2.8 Vložení dílu 2C na díl 2A

Operátor výroby vloží díl 2C (stranou s naneseným lepidlem) na vnitřní stranu dílu 2A. Při vložení dílu je velmi důležité dodržet vzdálenost mezi hranou dílu 2A a hranou dílu 2C. Vzdálenost mezi těmito dvěma díly by měla být cca 2 mm. Následně svaří díl pomocí ultrazvukové svářečky v pěti bodech a zkontroluje pevnost sváru.

(vzdálenost 0 metrů, čas 21 s, 1 operátor)



Obrázek 45 Vložení dílu 2C a svaření (vlastní zpracování)

11.2.9 Odstranění přebytečného lepidla

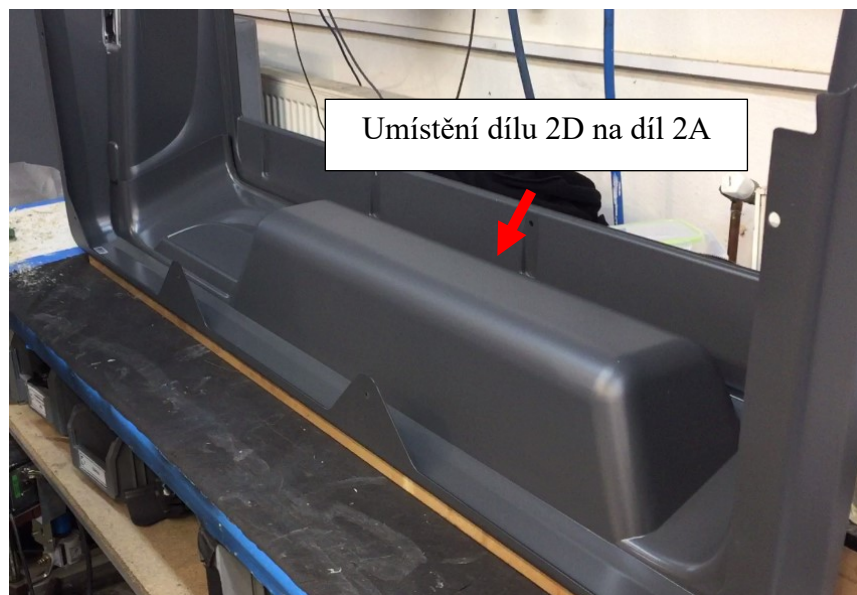
Po nanesení lepidla po obvodu dílu 2B vznikla vrstva, kterou je potřeba zahladit. Operátor pomocí „lízátka“ odstraní přebytečné lepidlo.

(vzdálenost 0 metrů, čas 14 s, 1 operátor)

11.2.10 Vybalení dílu 2D a vložení dílu na díl 2A

Operátor vybalí díl 2D z ochranné folie a vloží jej na díl 2A. Na díl 2D lehce zatlačí, aby lepidlo dobře přilnulo mezi díly, avšak nesmí se dostat na pohledovou část dílu.

(vzdálenost 3 metry, čas 12 s, 1 operátor)

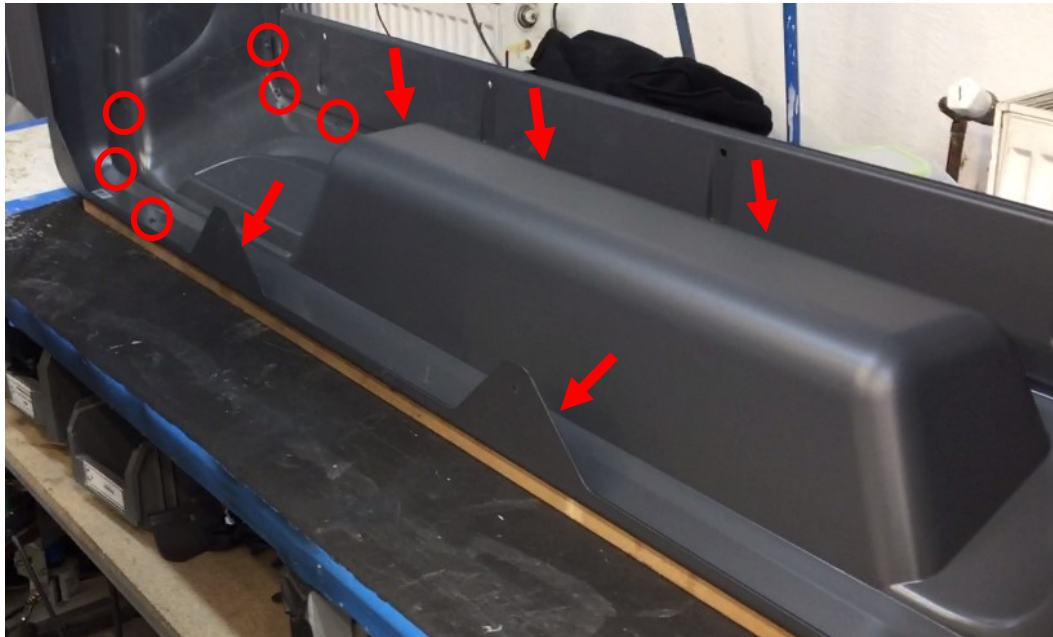


Obrázek 46 Vložení dílu 2D na díl 2A (vlastní zpracování)

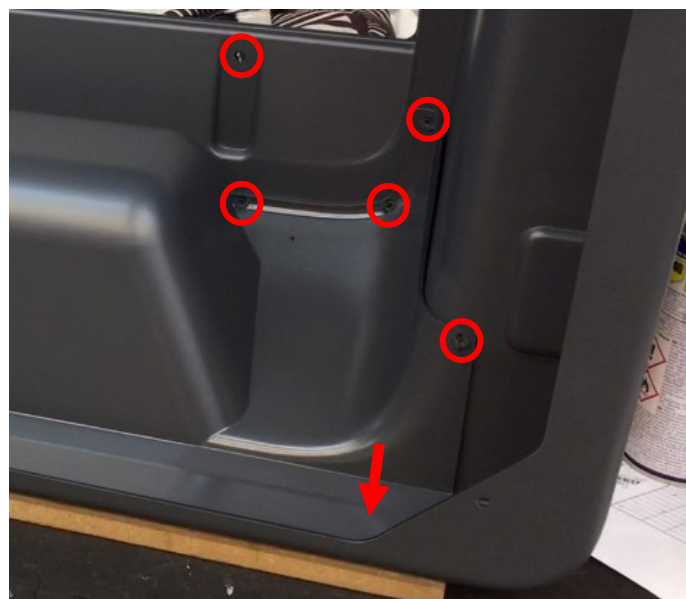
11.2.11 Svaření vloženého dílu 2D

Aby byl spoj mezi díly pevnější, je nutné jej zajistit sváry. Operátor výroby svaří díly po obvodu ultrazvukovou bodovou svařečkou 17 sváry. Je důležité první čtyři sváry umístit do každého rohu dílu, aby nedošlo k jeho deformaci.

(vzdálenost 1 metr, čas 28 s, 1 operátor)



Obrázek 47 Sváry na díle 2D (a) (vlastní zpracování)



Obrázek 48 Sváry na díle 2D (b)

(vlastní zpracování)

11.2.12 Naskenování čárového kódu na dílu 2D

V tomto kroku načte čárový kód na dílu 2D a zadá do systému, zda se jedná o OK kus, NOK kus nebo Opravu.

(vzdálenost 0 metrů, čas 6 s, 1 operátor)

11.2.13 Uložení finálního dílu č. 2 na stojan

Operátor vloží finální komplet na stojan a při přenosu jej vizuálně zkontroluje. Kapacita jednoho stojanu při ukládání dílu č. 2 je devět kusů. Zde je nutné nechat díly 30-40 minut, než uběhne doba síťování do dosažení manipulační pevnosti.

(vzdálenost 3 metry, čas 16 s, 1 operátor)



Obrázek 49 Umístění dílu č. 2 na stojan

(vlastní zpracování)

11.3 Procesní analýza výrobního dílu č. 2

Na základě montážního postupu byla vypracována procesní analýza montážního dílu č. 2. Procesní analýza je vypracována na základě délky operací chronometráže a vypracovaného montážního postupu.

Tabulka 3 Procesní analýza výrobního dílu č. 2

č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (s)	Počet pracovníků	Možnost zlepšení
1	Dovezení a přichystání boxu s díly 2A (přepočítáno na 1 kus)	O	→	□	∇	▸	0,09	0,71	1	
2	Dovezení a přichystání boxu s díly 2D (přepočítáno na 1 kus)	O	→	□	∇	▸	0,13	0,86	1	
3	Vybalení dílu 2A a vložení dílu do lepicího přípravku	O	→	□	∇	▸	3	26	1	
4	Nanesení lepidla na díl 2B	O	→	□	∇	▸	1	10	1	
5	Vložení dílu 2B na díl 2A	O	→	□	∇	▸	1	5	1	
6	Bodové svaření dílů 2B a 2A	O	→	□	∇	▸	0	12	1	
7	Načtení čárových kódů na dílech a nalepení štítku	O	→	□	∇	▸	0,5	10	1	
8	Nanesení lepidla na díly 2B, 2A, 2C	O	→	□	∇	▸	2	32	1	Implementace cobota, l.p. pro díl 2C
9	Vložení dílu 2C na díl 2A a vytvoření svárů	O	→	□	∇	▸	0	21	1	
10	Odstranění přebytečného lepidla	O	→	□	∇	▸	0	14	1	
11	Vybalení dílu 2D	O	→	□	∇	▸	3	12	1	
12	Svaření dílu 2D a 2A	O	→	□	∇	▸	1	28	1	snížení počtu svárů
13	Načtení čárového kódu dílu 2D	O	→	□	∇	▸	0	6	1	
14	Uložení dílu č. 2 na stojan	O	→	□	∇	▸	3	16	1	
15	Vizuální kontrola kompletu	O	→	□	∇	▸	0	5	1	
Celkem	Četnost	12	2	1	0	0				
	Součet času (s)							198,57		
	Vzdálenost (m)						14,7			

(vlastní zpracování)

11.3.1 Shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 2

U výrobního dílu č. 2 neprobíhá žádná předmontáž, tudíž zde dochází k vybalení dílů, nanášení lepidla na díly a následné svaření. Finální díl se ukládá na stojan.

Hlavními nedostatky pro implementaci cobota byl zjištěný chybějící lepicí přípravek dílu 2C, a jako operace vhodná pro implementaci cobota byla vybrána operace č. 8, z důvodu délky operace nanášení lepidla – 32 sekund.

12 VÝROBNÍ DÍL Č. 3

Jedná o předmontážní proces, kdy se díl později používá k montáži bočních stěn sedadel v dodávkovém automobilu.



Obrázek 51 Výrobní díl č. 3
(interní materiály)



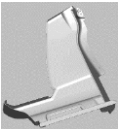

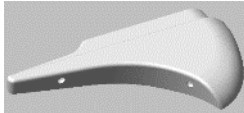
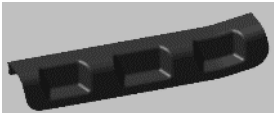
Obrázek 50 Použití výrobního
dílu č. 3 (interní materiály)

12.1 Kusovník výrobního dílu č. 3

Výrobní díl č. 3 se skládá z následujících dílů:

- Díl 3A (boční hlavní díl) 1x
- Díl 3B (zpevňující díl) 1x
- Díl 3C (hluboký pomocný přípravek)..... 1x
- Díl 3D (sedlo) 1x
- Pomocný přípravek 1x

Tabulka 4 Kusovník dílu č. 3 (interní materiály)

3A	Pomocný přípravek	3B	3C
			

12.2 Montážní postup výrobního dílu č. 3

Jako u předcházejících dílů, operátor výroby si na začátku směny připraví výrobní díly, ze kterých se výrobní díl č. 3 skládá, lepicí přípravek, naplněnou lepicí pistolí a opět se jedná

o montážní postup, kdy jsou hlavními činnostmi lepení pomocí lepicí pistole a svařování pomocí ultrazvukové svářečky.

12.2.1 Dopravení dílů na pracoviště

Nejdříve doveze skladník díly na pracoviště na příslušné místo na základě objednávky (telefonicky) od operátora. Poté si operátor pomocí paletového vozíku přiveze přepravní box s díly k pracovišti a odemkne kryt, oddělá horní kryt z přepravního boxu, vrchní kryt opře zezadu boxu, poté se vrátí zpět na pracoviště.

Konkrétně si operátor výroby připraví přepravní box s 20 kusy dílu 3A. Podle normy si operátor přichystá celkem 4 bedny s díly 3A.

Box s díly 3A (vzdálenost 5 metrů, čas 40 s, 1 operátor) / 1 přepravní box

12.2.2 Vybalení dílu 3A a vložení do lepicího přípravku

Z předpřipraveného přepravního boxu, ve kterém se nachází 20 kusů dílu 3A, si operátor vybalí díl z ochranné folie a vloží takto vybalený díl do lepicího přípravku pro díl 3A. Díl vloží tak, aby dosedl do lepicího přípravku.

(vzdálenost 3 metry, čas 13 s, 1 operátor)



Obrázek 52 Vložení dílu 3A do lepicího přípravku

(vlastní zpracování)

12.2.3 Připnutí pomocného přípravku

Jakmile je díl 3A vložen do lepicího přípravku požadovaným způsobem, operátor výroby připne k dílu 3A pomocný přípravek dvěma plastovými svorkami ve spodní části pomocného přípravku.

(vzdálenost 0 metrů, čas 11 s, 1 operátor)



Obrázek 53 Připnutí pomocného přípravku (vlastní zpracování)

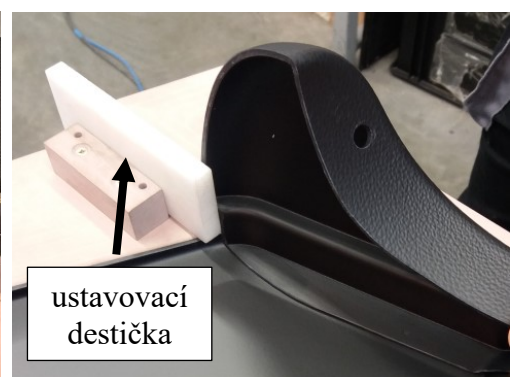
12.2.4 Vložení dílu 3C do lepicího přípravku a vystředění dílu 3A

Operátor výroby vloží díl 3C do lepicího přípravku pro díl 3C a poté pomocí ustavovací destičky vystředí spodní část dílu 3A.

(vzdálenost 1 metr, čas 12 s, 1 operátor)



Obrázek 55 Vložení dílu 3C do lepicího přípravku
(vlastní zpracování)



Obrázek 54 Vložení ustavovací
destičky (vlastní zpracování)

12.2.5 Usazení dílu 3B do lepicího přípravku

Operátor uchopí díl 3B z pracovního stolu a vizuálně díl zkontroluje. Zkontrolovaný díl poté vloží do lepicího přípravku dílu 3B.

(vzdálenost 1 metr, čas 11 s, 1 operátor)



Obrázek 56 Usazení dílu 3B do lepicího přípravku

(vlastní zpracování)

12.2.6 Nanesení lepidla na díly

Operátor výroby pomocí lepicí pistole nanese lepidlo na díly 3B, 3C a 3D. Díl 3D postrádá lepicí přípravek.

(vzdálenost 0,5 metru, čas 32 s, 1 operátor)



Obrázek 58 Nanesení lepidla na díly 3C, 3D
(vlastní zpracování)



Obrázek 57 Nanesení lepidla na díl 3B
(vlastní zpracování)

12.2.7 Vložení dílu 3C na díl 3A

Operátor uchopí díl 3C, na kterém je naneseno lepidlo, a vloží jej do střední části dílu 3A nasazením na čepy. Nasazením na čepy se výztuha vystředí. Před svařením je nutné na díl zatlačit, aby sedl na čepy. Poté operátor díl svaří ve čtyřech bodech a následně zkontroluje pevnost sváru.

(vzdálenost 0 metru, čas 18 s, 1 operátor)



Obrázek 59 Sváry na dílu 3C (vlastní zpracování)

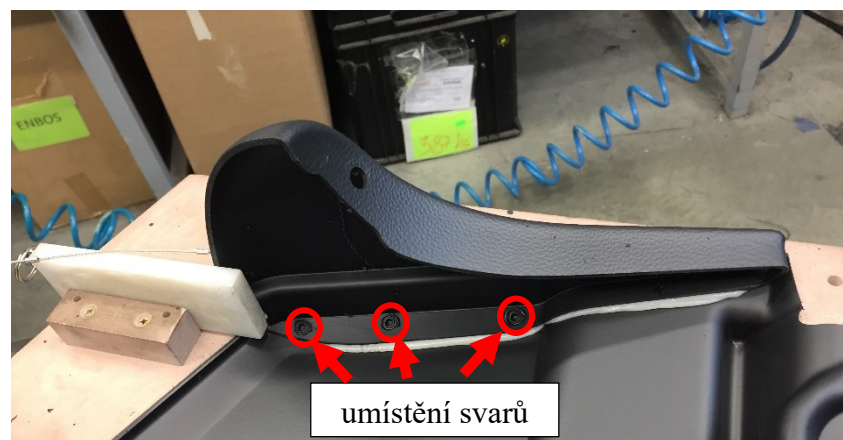
12.2.8 Vložení dílu 3B na díl 3A a svaření

Operátor vyjme díl 3B z lepicího přípravku a vloží jej do horní části dílu 3A tak, aby díl přisedl k ustavovací destičce. Následně operátor na díl lehce zatlačí a vytvoří 3 sváry pomocí ultrazvukové svářečky.

(vzdálenost 1 metr, čas 17 s, 1 operátor)



Obrázek 60 Vložení dílu 3B do dílu 3A (vlastní zpracování)

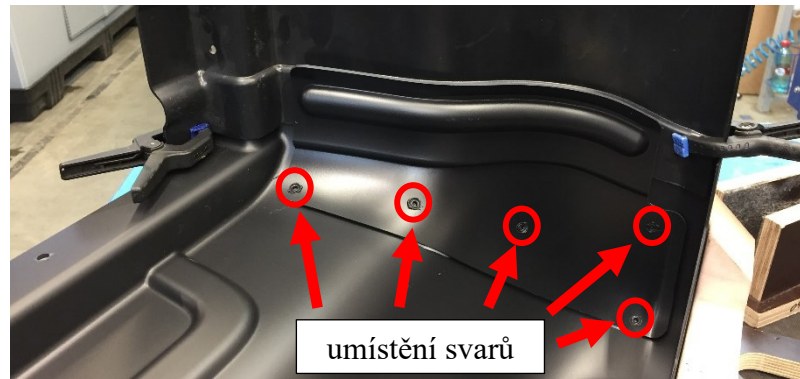


Obrázek 61 Umístění svárů na díle 3B (vlastní zpracování)

12.2.9 Vložení dílu 3D na díl 3A

Operátor vloží díl 3D na díl 3A. Následně operátor na díl 3D lehce zatlačí, aby lepidlo lépe přilnulo mezi díly, a svaří díl 3D a 3A pomocí ultrazvukové svářečky v pěti svárech.

(vzdálenost 1 metr, čas 24 s, 1 operátor)



Obrázek 62 Umístění svarů na díle 3D (vlastní zpracování)

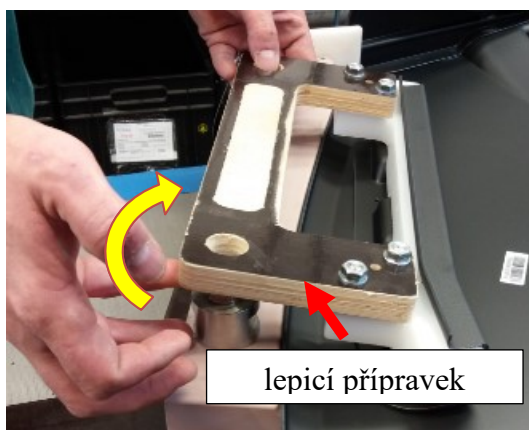
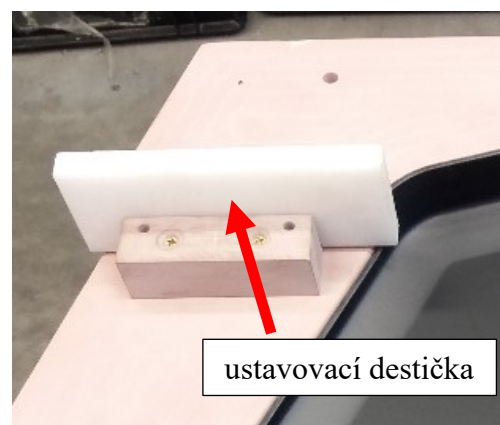
12.2.10 Odejmutí plastových svorek, vyjmutí lepicího přípravku a ustavovací destičky

Operátor výroby odejme plastové svorky, které sloužily k uchycení dílů 3A a pomocného přípravku. Následně vyjme lepicí přípravek dílu 3C a poté vyjme ustavovací destičku, která se nachází ve spodní části dílu 3A.

(vzdálenost 0 metrů, čas 6 s, 1 operátor)



Obrázek 63 Odejmutí plastových svorek (vlastní zpracování)

Obrázek 65 Vyjmutí lepicího přípravku
(vlastní zpracování)Obrázek 64 Vyjmutí ustavovací
destičky (vlastní zpracování)

12.2.11 Uložení dílu č. 3 na stojan

Operátor výroby uloží díl č. 3 včetně pomocného přípravku na stojan a vizuálně jej při přenosu zkontroluje. Následně operátor naskenuje čárové kódy na dílech pomocí čtečky čárových kódů a poté nalepí na díl č. 3 štítek označující tento díl.

Kapacita jednoho stojanu při ukládání dílu č. 3 je čtrnáct kusů. Zde je nutné nechat díly 30-40 minut, než uběhne doba síťování do dosažení manipulační pevnosti.

(vzdálenost 2 metrů, čas 22 s, 1 operátor)



Obrázek 66 Uložení dílu č. 3 na stojan

(vlastní zpracování)

12.3 Procesní analýza výrobního dílu č. 3

Na základě montážního postupu byla vypracována procesní analýza montážního dílu č. 3. Procesní analýza je vypracována na základě délky operací chronometráže a vypracovaného montážního postupu.

Tabulka 5 Procesní analýza výrobního dílu č. 3

č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (s)	Počet pracovníků	Možnost zlepšení
1	Doprava a přichystání boxu s díly 3A (přepočítáno na 1 ks)	O	→	□	▽	▸	0,25	2	1	
2	Vybalení dílu 3A	O	→	□	▽	▸	3	13	1	
3	Připnutí pomocného přípravku	O	→	□	▽	▸	0	11	1	
4	Vložení dílu 3C do lepicího přípravku a vystředění dílu 3A	O	→	□	▽	▸	1	12	1	
5	Usazení dílu 3B do lepicího přípravku	O	→	□	▽	▸	1	11	1	
6	Nanesení lepidla na díly 3B, 3C a 3D	O	→	□	▽	▸	0,5	32	1	l.p. pro díl 3D
7	Vložení dílu 3C na díl 3A a svaření	O	→	□	▽	▸	0	18	1	
8	Vložení dílu 3B na díl 3A a svaření	O	→	□	▽	▸	1	17	1	
9	Vložení dílu 3D na díl 3A a svaření	O	→	□	▽	▸	1	24	1	
10	Odejmutí plastových svorek, vyjmutí lepicího přípravku a ustavovací desičky	O	→	□	▽	▸	0	6	1	
11	Vizuální kontrola kompletu	O	→	□	▽	▸	0	4	1	
12	Uložení dílu č. 3 na stojan, naskenování kódů, označení dílů	O	→	□	▽	▸	2	18	1	
Celkem	Četnost	10	1	1	0	0				
	Součet času (s)							168		
	Vzdálenost (m)						9,75			

(vlastní zpracování)

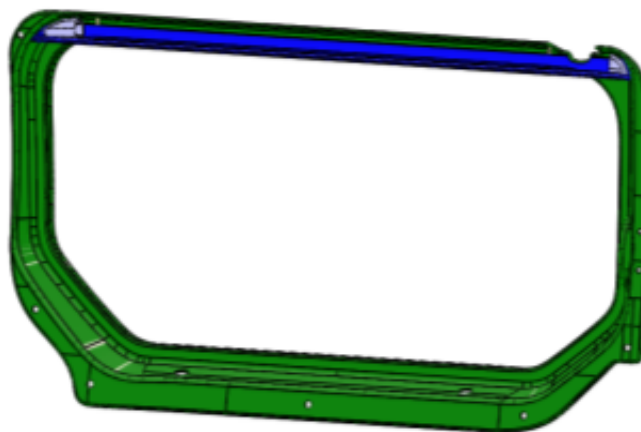
12.3.1 Shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 3

Jedná se o montáž, kdy k dílu 3A jsou přimontovány zbylé díly dle kusovníku a následně je finální díl č. 3 uložen na stojan.

Hlavními nedostatky pro implementaci cobota byl zjištěný chybějící lepicí přípravek dílu 3D, a jako operace vhodná pro implementaci cobota byla vybrána operace č. 6, z důvodu délky operace nanášení lepidla – 32 sekund.

13 VÝROBNÍ DÍL Č. 4

Opět u výrobního dílu č. 4 se jedná o předmontážní proces, kdy se později výrobní díl používá k montáži oken kamionu. Díl je rámem okna.



Obrázek 67 Výrobní díl č. 4 (interní materiály)

13.1 Kusovník výrobního dílu č. 4

Výrobní díl č. 4 se skládá z následujících dílů:

- Díl 4A (základní rám) 1x
- Díl 4B (hlavní lišta) 1x
- Kovový pin 2x

Díl 4B se skládá z dílů 1x 4BA (pomocná lišta), 1x 4BB (malý klín) a 1x 4BC (velký klín).

13.2 Montážní postup výrobního dílu č. 4

Hlavními montážními činnostmi jsou lepení pomocí lepicí pistole a svařování dílů pomocí ultrazvukové bodové svářečky. Pro montáž výrobního dílu je důležitá příprava na začátku směny, tedy naplnění lepicí pistole, příprava dílu pro montáž dílu č. 4 a dalších pracovních pomůcek.

13.2.1 Dopravení přepravního boxu s díly 4A na pracoviště

Dovezení potřebných dílů na pracoviště probíhá stejně jako u ostatních výrobních dílů, tedy telefonicky mezi operátorem a skladníkem. Pro splnění normy montáže výrobního dílu č. 4 je potřeba 2 přepravních boxů, kdy se v každém nachází 50 kusů dílu 4A.

(vzdálenost 5 metrů, čas 40 s, 1 operátor) / 1 přepravní box

13.2.2 Vložení dílu 4BA do lepicího přípravku

Operátor výroby ojehlí díl 4BA a vloží ho do lepicího přípravku. Tuto operaci provede po 8 kusech, tzn. 8 dílů vloží do 8 lepicích přípravků.

(vzdálenost 0 metrů, čas 8 s, 1 operátor) / 1 kus

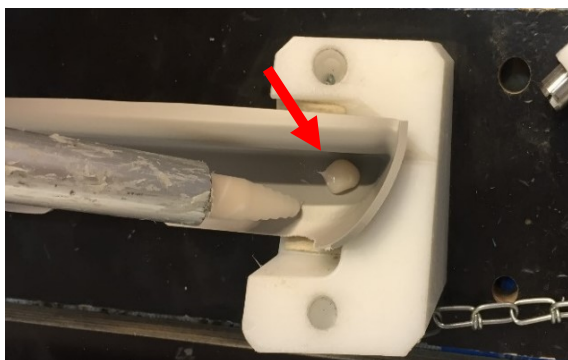


Obrázek 68 Vložení dílu 4BA do lepicího přípravku (vlastní zpracování)

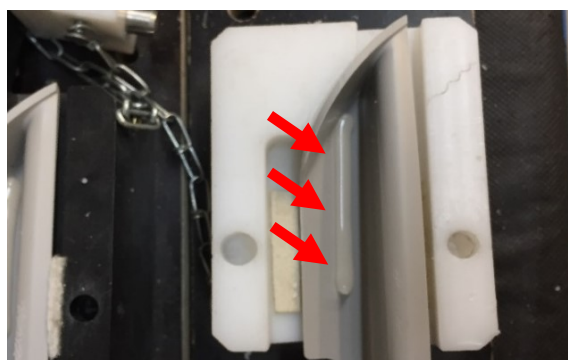
13.2.3 Nanesení lepidla na díl 4BA

V tomto kroku nanese na díl lepidlo do krajů dílu. Do jednoho kraje pouze bodové nanesení a do druhého nanesení lepidla vedením lepicí pistole po přímce.

(vzdálenost 1 metr, čas 7 s, 1 operátor) / 1 kus



Obrázek 70 Nanesení lepidla na díl 4BA (a)
(vlastní zpracování)

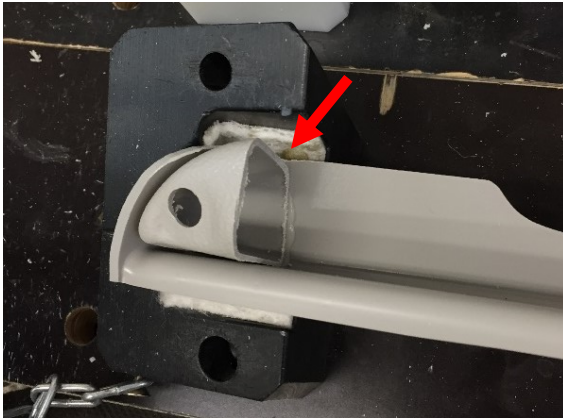


Obrázek 69 Nanesení lepidla na díl 4BA
(b) (vlastní zpracování)

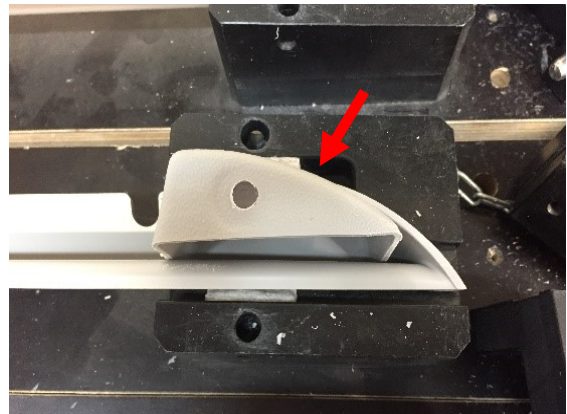
13.2.4 Vložení dílů 4BB a 4BC do dílu 4BA

V místech, ve kterých je v dílu 4BA nanesené lepidlo, operátor výroby přiloží díly 4BA a 4BB tak, že na místo bodového nanesení lepidla umístí díl 4BB a v místě nanesení tažením umístí díl 4BC.

(vzdálenost 0 metrů, čas 7 s, 1 operátor)



Obrázek 72 Vložení dílu 4BB do dílu 4BA
(vlastní zpracování)

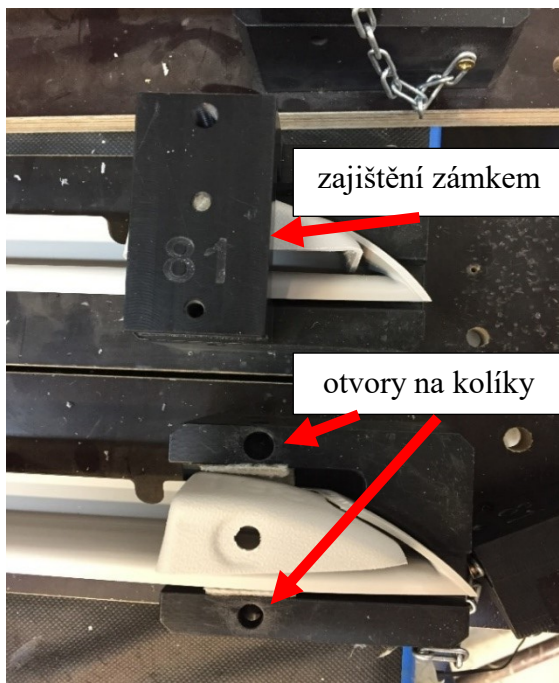


Obrázek 71 Vložení dílu 4BC do dílu 4BA
(vlastní zpracování)

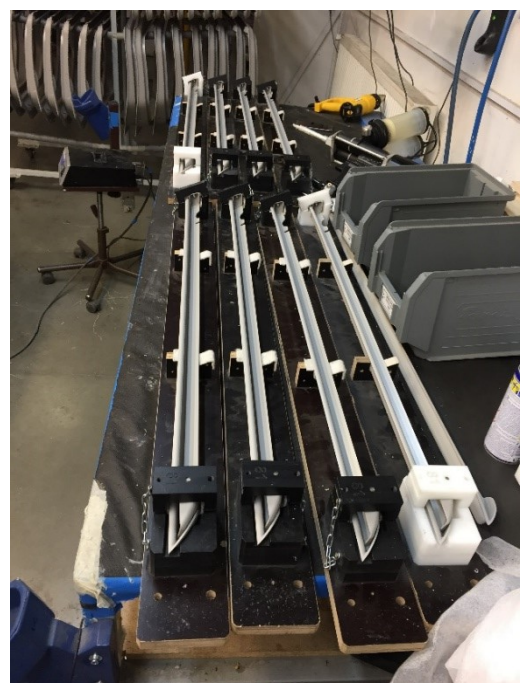
13.2.5 Zajištění spoje zámkem

Operátor zafixuje spoje pomocí zámkem, který zajistí přilnutí lepidla k dílům. V zámku se nacházejí kolíky, které zapadnou do otvorů v lepicím přípravku. Po montáži prvních osmi kusů operátor výroby opakuje tento proces a v době čekání sítování ojehlí díly 4BA.

(vzdálenost 0,5 metru, čas 7 s, 1 operátor)



Obrázek 74 Zajištění dílu 4B zámkem
(vlastní zpracování)

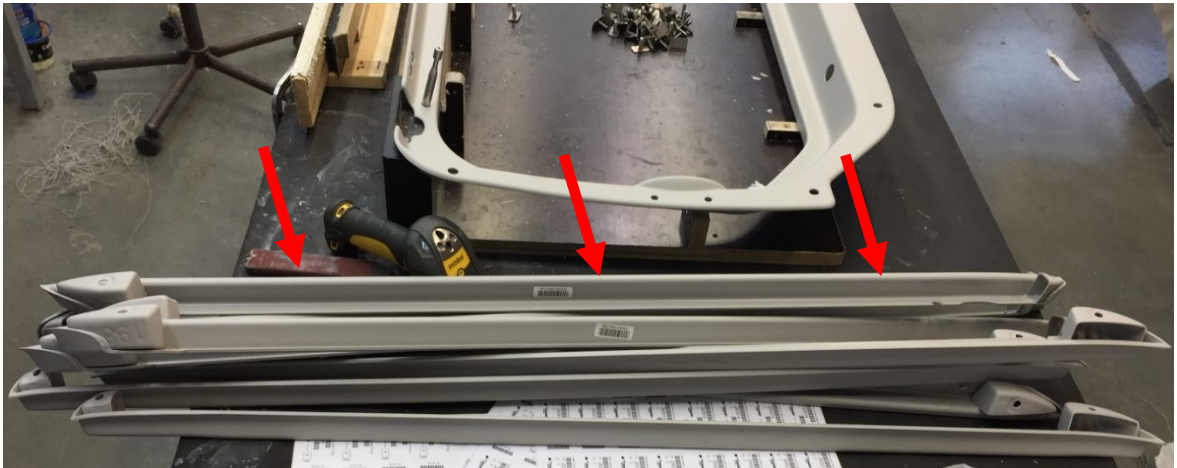


Obrázek 73 Zajištěné díly 4B zámkem
(vlastní zpracování)

13.2.6 Vyjmutí dílu 4B a přichystání dílů na pracovní stůl

Jakmile uplyne potřebná doba pro síťování, operátor vydělá díl 4B z lepicího přípravku, oddělá fixující kostky a vyskládá si díly na pracovní stůl. Nyní operátor výroby opakuje všech 5 předcházejících operací, aby snížil spotřebu času (čekání na síťování).

(vzdálenost 0,5 metru, čas 5 s, 1 operátor) / 1 kus

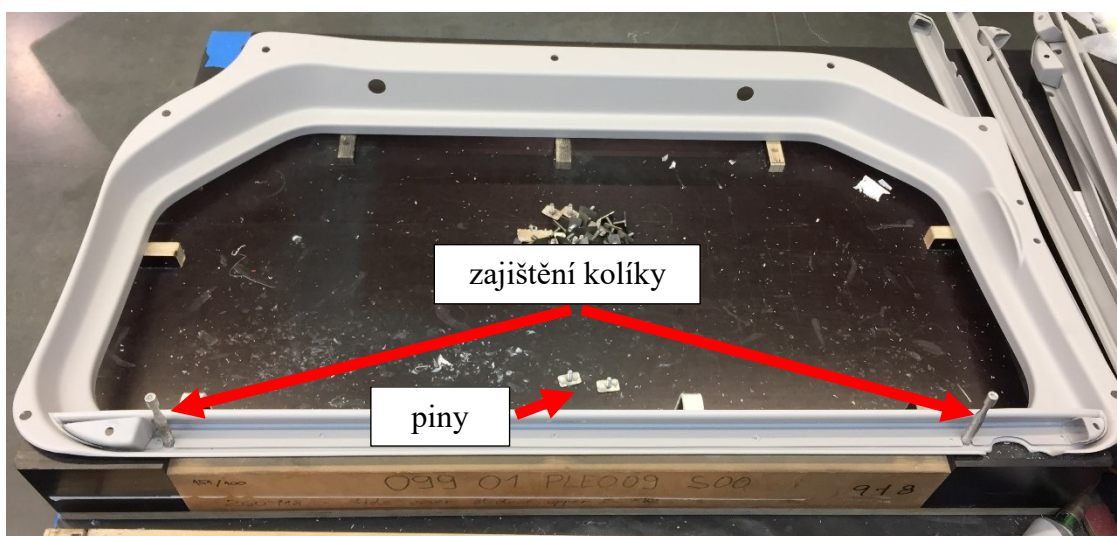


Obrázek 75 Vyjmutí dílu 4B (vlastní zpracování)

13.2.7 Vložení dílu 4A do lepicího přípravku

Jelikož díly jsou ojehlené a předpřipravené na stojanu, operátor výroby uchopí díl 4A a vloží jej do lepicího přípravku. Vložený díl zajistí dvěma kolíky, čímž se díl v lepicím přípravku vystředí.

(vzdálenost 3 metry, čas 16 s, 1 operátor)



Obrázek 76 Vložení dílu 4A do lepicího přípravku (vlastní zpracování)

13.2.8 Naskenování čárových kódů a příprava pinů

Operátor si připraví 2 kusy kovového pinu a pomocí čtečky čárových kódů naskenuje kódy na dílech 4A a 4B.

(vzdálenost 2 metry, čas 15 s, 1 operátor)

13.2.9 Vložení dílu 4B do lepicího přípravku

Operátor výroby vloží díl 4B rovnou částí dílu vně od lišty lepicího přípravku, čímž zajistí správné vložení dílu na lepicí přípravek a díl tak vystředí.

(vzdálenost 0,5 metru, čas 5 s, 1 operátor)



Obrázek 77 Vložení dílu 4B do lepicího přípravku (vlastní zpracování)

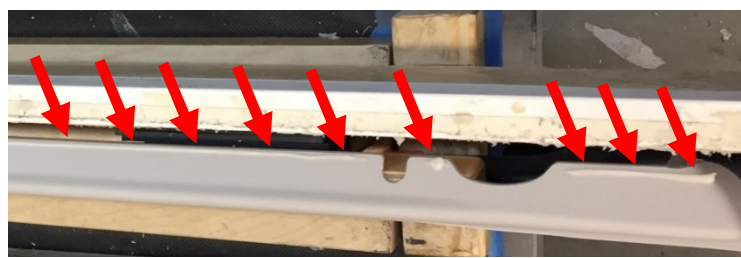
13.2.10 Nanesení lepidla na piny a díl 4B

Operátor pomocí lepicí pistole nanese lepidlo na kovové piny bodovým nanesením a na díl 4B po vnitřní straně k lepicímu přípravku tak, že směšovač je při nanášení opírá o lepicí přípravek.

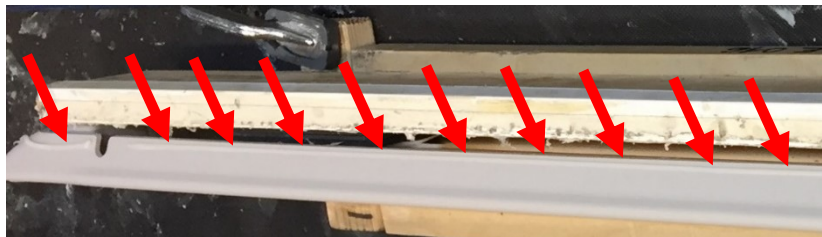
(vzdálenost 1 metr, čas 28 s, 1 operátor)



Obrázek 79 Nanesení lepidla na piny
(vlastní zpracování)



Obrázek 78 Nanesení lepidla na díl 4B (a)
(vlastní zpracování)



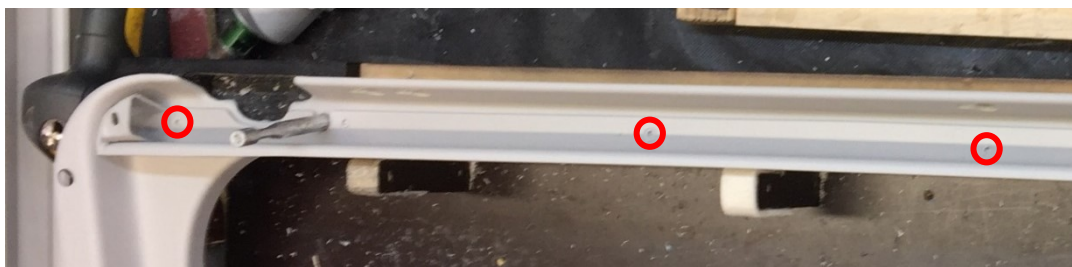
Obrázek 80 Nanesení lepidla na díl 4B (b)

(vlastní zpracování)

13.2.11 Vložení dílu 4B do dílu 4A a svaření

Díl 4B, na kterém je naneseno lepidlo, operátor vloží stranou s naneseným lepidlem na díl 4A, lehce na díl zatlačí, aby lepidlo přilnulo k dílům a poté zajistí spoj šesti sváry pomocí ultrazvukové bodové svářečky.

(vzdálenost 0 metrů, čas 34 s, 1 operátor)



Obrázek 81 Vložení dílu 4B do dílu 4A a svaření (a) (vlastní zpracování)



Obrázek 82 Vložení dílu 4B do dílu 4A a svaření (b) (vlastní zpracování)

13.2.12 Vyjmutí kolíků, manipulace s dílem a montáž pinů

Operátor vyjme kolíky z dílu, otočí svařený díl o 180° a vloží do něj 2 kovové piny s naneseným lepidlem (delší strana na pinu musí být zarovnána vodorovně s hranou dílu) a tento díl vizuálně zkontroluje, poté zadá do systému, zda se jedná o OK/NOK/Opravu dílu.

(vzdálenost 1 metr, čas 26 s, 1 operátor)



Obrázek 83 Vyjmutí kolíků, manipulace a montáž pinů (vlastní zpracování)

13.2.13 Uložení finálního dílu č. 4 na stojan a označení štítkem

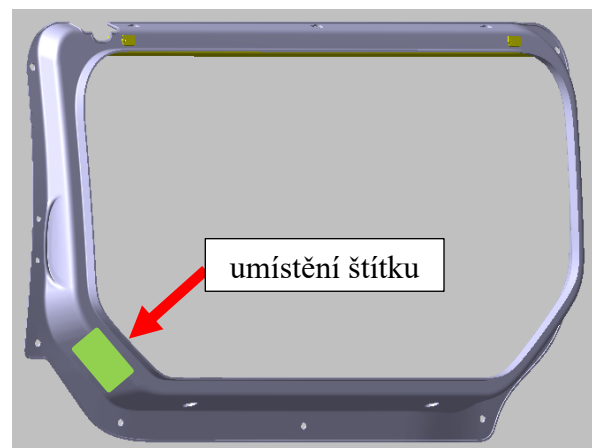
Operátor výroby vyjme díl z lepicího přípravku, díl vizuálně zkontroluje a vloží jej na stojan.

Uložený díl č. 4 označí štítkem.

(vzdálenost 2 metry, čas 12 s, 1 operátor)



Obrázek 85 Uložení dílu č. 4 na stojan
(vlastní zpracování)



Obrázek 84 Umístění štítku na díle č. 4
(vlastní zpracování)

13.3 Procesní analýza dílu č. 4

Na základě montážního postupu byla vypracována procesní analýza montážního dílu č. 4. Procesní analýza byla vypracována pomocí metody chronometráže, která určila délku spotřebovaného času na operaci. Délka spotřeby času je poté uvedena v procesní analýze.

Tabulka 6 Procesní analýza výrobního dílu č. 4

č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (s)	Počet pracovníků	Možnost zlepšení
1	Doprava a přichystání boxu s díly 4A (pře počítáno na 1 ks)	O	→	□	∇	▸	0,10	0,8	1	
2	Vložení dílu 4BA do lepicího přípravku	O	→	□	∇	▸	0	8	1	
3	Nanesení lepidla na díl 4BA	O	→	□	∇	▸	1	7	1	Implementace cobota
4	Vložení dílu 4BB a 4BC do dílu 4BA	O	→	□	∇	▸	0	7	1	
5	Zajištění zámkem	O	→	□	∇	▸	0,5	7	1	
6	Vyjmutí dílu 4B a přichystání dílu	O	→	□	∇	▸	0,5	5	1	
7	Vložení dílu 4A do lepicího přípravku a svaření	O	→	□	∇	▸	3	16	1	
8	Naskenování kódů a příprava pinů	O	→	□	∇	▸	2	15	1	
9	Vložení dílu 4B do lepicího přípravku	O	→	□	∇	▸	0,5	5	1	
10	Nanesení lepidla na piny a díl 4B	O	→	□	∇	▸	1	28	1	uchycení pinů; implementace cobota
11	Vložení dílu 4B do dílu 4A a zajištění kolíky a svaření	O	→	□	∇	▸	0	34	1	
12	Vyjmutí kolíků, otočení dílu a montáž pinů	O	→	□	∇	▸	1	26	1	
13	Vizuální kontrola	O	→	□	∇	▸	0	4	1	
14	Uložení dílu č. 4 na stojan a označení štítkem	O	→	□	∇	▸	2	8	1	
Celkem	Četnost	12	1	1	0	0				
	Součet času (s)							170,8		
	Vzdálenost (m)						11,60			

(vlastní zpracování)

13.3.1 Shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 4

U výrobního dílu č. 4 probíhá předmontáž dílu 4B, který je součástí finálního dílu č. 4. Probíhá zde montáž, tedy spojení dílů pomocí nanesení lepidla na díly a poté bodové ultrazvukové svaření. Finální díl se ukládá na stojan.

Hlavními nedostatky pro implementaci cobota bylo zjištění chybějícího uchycení pinů. Jako operace vhodná pro implementaci cobota byla vybrána operace č. 10 (v procesní analýze), z důvodu délky operace nanášení lepidla – 28 sekund.

Avšak na základě zpracovaného montážního postupu bylo zjištěno, že nejvhodnější operace pro nanášení lepidla na díly je operace č. 3, jelikož operátor výroby tuto operaci provádí celkem osmkrát, tzn. potřeba času operace na jeden díl je 7 sekund, avšak s osmi opakováními činí celková spotřeba času 56 sekund.

14 PŘEDSTAVENÍ KOLABORATIVNÍHO ROBOTY

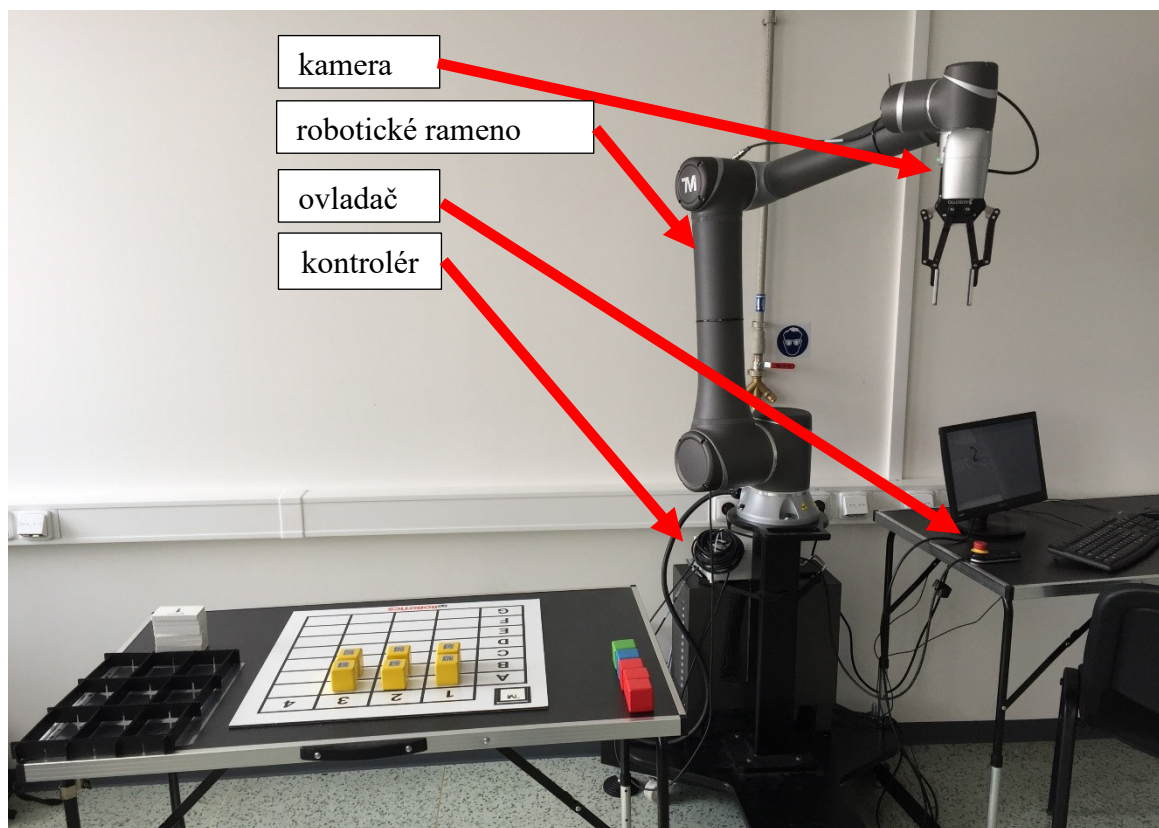
Management společnosti rozhodl o implementaci kolaborativního robota společnosti TECHMAN, model TM12M. Tento kolaborativní robot byl vybrán především na základě jeho dosahu a rozměrů výrobních dílů, a také nosnosti robotického ramena.

Během dvoudenního školení (konajícího se 4.–5. 4. 2019) byly zjištěny parametry kolaborativního robota TM12M.

14.1 Kolaborativní robot TM12M

TECHMAN ROBOT TM12M je kolaborativní robot, který je navržen tak, aby mohl bezpečně spolupracovat v těsné blízkosti člověka. Robot splňuje standard ISO 10218-1 a ISO/TS 15066 („robotická bezpečnost“), a tak může být cobot součástí montážního procesu. Primární účel použití cobota je paletizace, manipulace s předměty, vyhledávání cíle a předmětů, mimo to lze na cobota upevnit nástroj, tudíž je i schopen nanášet lepidlo nebo bodově svařovat. Předností kolaborativního robota není rychlost, ale především široké uplatnění.

Cobot se skládá z následujících dílů: ovladače, kontroléru, robotického ramena a kamery.



Obrázek 86 Kolaborativní robot TM12M (vlastní zpracování)

14.2 Parametry kolaborativního robota TM12M

V následující tabulce jsou uvedeny základní parametry kolaborativního robota.

Tabulka 7 Parametry kolaborativního robota

Váha kolaborativního robota		33,3 kg
Nosnost cobota		12 kg
Dosah robotického ramene		1300 mm
Rychlost pohybu ramene		1,3 m/s
Počet bodů volnosti		6 otáčejících bodů
Pracovní rozsah kloubů robotického ramene	J1	+/- 270°
	J2, J4, J5	+/- 180°
	J3	+/- 166°
	J6	+/- 270°
Rychlost ramen	J1~J2	120°/s
	J3	180°/s
	J4~J5	180°/s
	J6	180°/s
Přesnost opakovatelnosti		+/- 0,1 mm
Teplotní rozpětí, ve kterém je cobot schopen pracovat		0–50°C

(interní materiály, vlastní zpracování)

14.3 Vliv cobota na podnik

Jak již plyne z teoretické části bakalářské práce, kolaborativní robot může spolupracovat s operátorem výroby. Na základě plánované implementace kolaborativního robota bude cobot součástí montážního procesu, a tak bude vázán na operátora výroby. Tudiž z ekonomického hlediska zde nevzniká úspora v podobě mzdových nákladů, avšak implementací se zlepší pracovní podmínky operátorů výroby a v případě nižší spotřeby času operace nanášení lepidla dojde ke zvýšení produktivity a také k efektivnějšímu využívání času.

15 VÝBĚR DÍLŮ PRO ROBOTICKÉ PRACOVIŠTĚ DLE KRITÉRIÍ

Jelikož se jedná o první implementaci cobota, společnost neměla žádné zkušenosti v oblasti kolaborativních robotů. Proto byla nutná účast na školení, na kterém byla zjištěna kritéria zaručující správný výběr dílů pro robotické pracoviště dle požadavku zákazníka.

15.1 Kritéria výběru

Dle zjištěných parametrů je kolaborativní robot TM12M multifunkční, takže byla stanovena pouze tři kritéria v rámci omezení cobota:

- Dosah kolaborativního robota.
- Rozměry výrobních dílů.
- Tvar dílu.

15.1.1 Dosah kolaborativního robota

Dosah kolaborativního robota je jedním z parametrů uvedených v tabulce 7, kdy v rámci vhodnosti dílů je parametr dosahu prodloužen o délku lepicí pistole (viz. obrázek 16, s. 45)

15.1.2 Rozměry výrobních dílů

Rozměry výrobních dílů jsou interním tajemstvím společnosti, jelikož se jedná o citlivá data, která by mohla být zneužita konkurencí v neprospěch firmy.

15.1.3 Tvar dílu

Po projednání s průmyslovým inženýrem bylo ověřeno, že tvar dílů vyhovuje stanovenému úhlovému rozsahu kloubů robotického ramene.

15.2 Výběr vhodných dílů

Jelikož rozměry výrobních dílů jsou utajeny společností, rozhodnutí probíhalo formou projednání s průmyslovým inženýrem firmy, kdy po předložení parametrů kolaborativního robota a kritérií výběru jím byly všechny výrobní díly (viz. tabulka č. 1, s. 43) odsouhlaseny.

16 DOPORUČENÍ PRO VÝBĚR VÝROBNÍCH DÍLŮ

Všechny výrobní díly splňují kritérium dosahu ramene kolaborativního robota, avšak bylo nutné navrhnout doporučení, které přispějí ke správnému a přesnému nanesení lepidla na výrobní díly.

16.1 Doporučení na základě spotřeby času

Jak z hlediska ergonomického a ekonomického, tak z hlediska náročnosti programování bylo nejvhodnější doporučit výrobní díly na základě časové náročnosti operace nanášení lepidla, jelikož se jedná o nejlepší kritérium v rámci těchto hledisek. Aby byl kolaborativní robot schopen nanášet lepidlo na díly v požadované přesnosti, a tak zajistit přesnost opakovaného procesu, je nutné, aby byly díly usazeny v lepicím přípravku. Proto jsou navržena doporučení, řešící především lepicí přípravky u časově nejnáročnějších operací dílů.

Toto doporučení podporuje také fakt, že technolog společnosti navrhl transportní vozíky, na kterých budou usazeny přípravky pro lepení. Předpokladem pro přesnost nanesení lepidla je uvedení transportního vozíku s přípravky do požadované polohy.



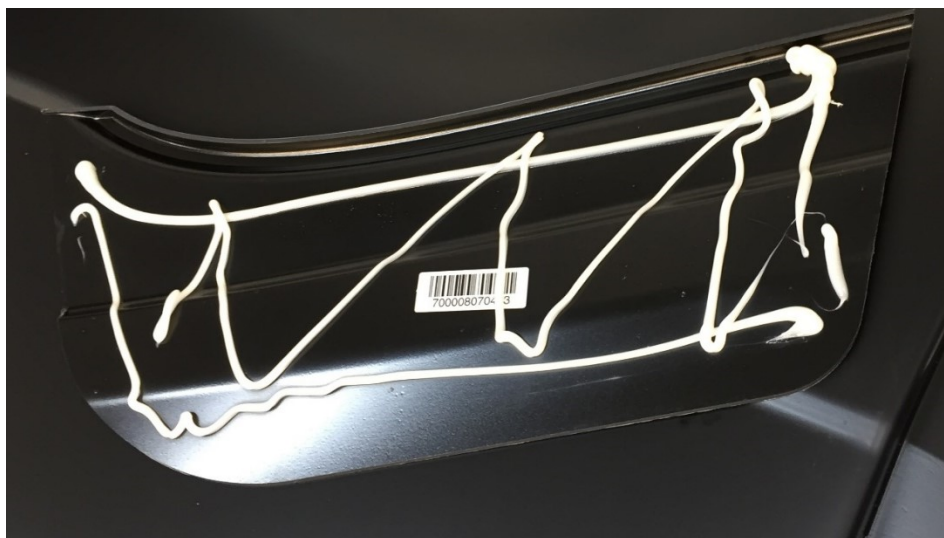
Obrázek 87 Neergonomická pozice při nanášení lepidla na díl 1A (vlastní zpracování)

16.1.1 Výrobní díl č. 1

Na základě shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 1 byla vybrána operace č. 12 (v procesní analýze) z důvodu délky operace nanášení lepidla. Jelikož díl 1B nemá lepicí přípravek, jako navrhované doporučení je nanášení lepidla na díl 1A, jelikož díl 1A lepicí přípravek má. Při analýze bylo zjištěno, že operátor výroby nanáší lepidlo na díl 1B, avšak tento díl postrádá lepicí přípravek, tudíž je vhodnější nanášet lepidlo přímo na díl 1A.

Na základě analýzy výrobního dílu č. 1 bylo zjištěno, že společnost nedisponuje lepicím přípravkem pro díl 1C, tudíž v případě rozhodnutí implementace kolaborativního robota na tuto operaci bude potřeba lepicího přípravku pro díl 1C. V rámci tohoto rozhodnutí musí být brán v potaz čas operace nanášení lepidla na díl 1C a doba převozu transportního vozíku s lepicím přípravkem dílu 1C.

V případě dílu 1D bylo po konzultaci s průmyslovou inženýrkou rozhodnuto o zachování stávajícího montážního procesu.

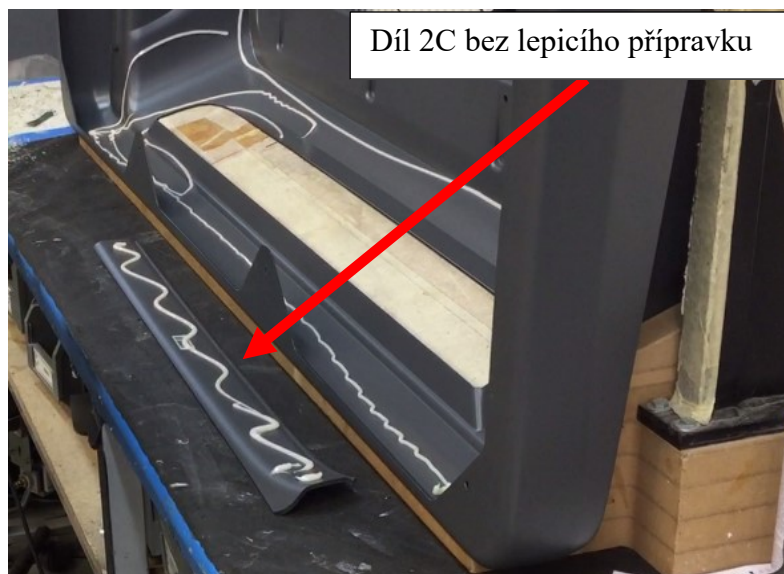


Obrázek 88 Chybějící lepicí přípravek při operaci nanášení lepidla na díl 1C
(vlastní zpracování)

16.1.2 Výrobní díl č. 2

Na základě shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 2 (v procesní analýze) byla dle délky operace nanášení lepidla vybrána operace č. 8. Při této operaci dochází k nanesení lepidla na díl 2A, přičemž díl 2A je usazen v lepicím přípravku. Díl 2B, který je svařen k dílu 2A je vystředěn, tudíž je v přesné poloze, a tak je vhodný pro implementaci kolaborativního robota.

U dílu 2C bylo zjištěno, že operace nanášení lepidla probíhá bez lepicího přípravku, proto je nutné při implementaci kolaborativního robota implementovat i lepicí přípravek pro tento díl. Lepicí přípravek umístěný na transportním vozíku v požadované pozici zajistí přesnost nanášení lepidla na díl.



Obrázek 89 Díl 2C bez lepicího přípravku (vlastní pracování)

16.1.3 Výrobní díl č. 3

Na základě shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 3 byla doporučena operace č. 6 (v procesní analýze) dle délky operace nanášení lepidla. Při této operaci dochází k nanesení lepidla na díly 3B, 3C a 3D. Díly 3B a 3C jsou usazeny v lepicích přípravcích. U dílu 3D bylo zjištěno, že operace nanášení lepidla probíhá bez lepicího přípravku, tudíž pro zajištění přesnosti nanášeného lepidla kolaborativním robotem je nutné usadit díl 3D do lepicího přípravku.

Dále bylo navrženo připevnění lepicích přípravků na podstavec, na kterém budou všechny lepicí přípravky pro montáž dílu č. 3. Připevnění lepicích přípravků na podstavec bylo navrženo především z důvodu rychlého usazení a vyjmutí lepicích přípravků z transportního vozíku, ale také hlavně z důvodu minimalizace rizika změny polohy lepicích přípravků na transportním vozíku a odstranění nepřesnosti nanášeného lepidla kolaborativním robotem.

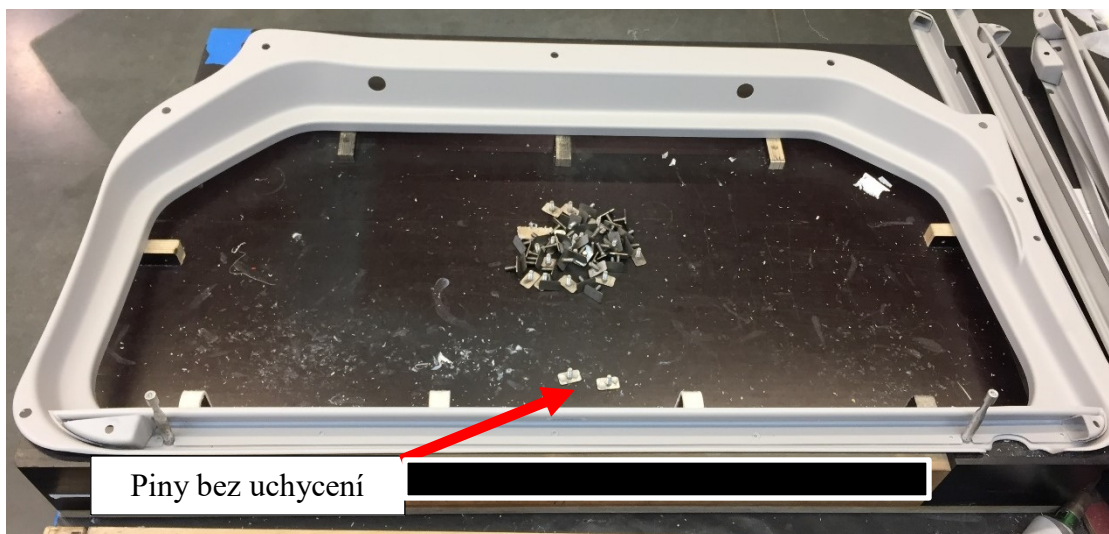


Obrázek 90 Díl 3D bez lepicího přípravku (vlastní zpracování)

16.1.4 Výrobní díl č. 4

Na základě shrnutí procesní analýzy výrobního dílu č. 4 byly doporučeny jako vhodné operace pro implementaci kolaborativního robota operace č. 10 a č. 3 (v procesní analýze). Celková délka operace č. 3 je 56 sekund, takže zde je vhodná implementace vzhledem k předpokládanému použití transportního vozíku. Stejně jako u doporučení výrobního dílu č. 3 bylo navrženo připevnění osmi lepicích přípravků na podstavec z důvodu časové úspory při usazení a vyjmutí lepicích přípravků na transportní vozík, odstranění nepřesnosti nanášeného lepidla a minimalizaci rizika změny polohy lepicích přípravků na transportním vozíku.

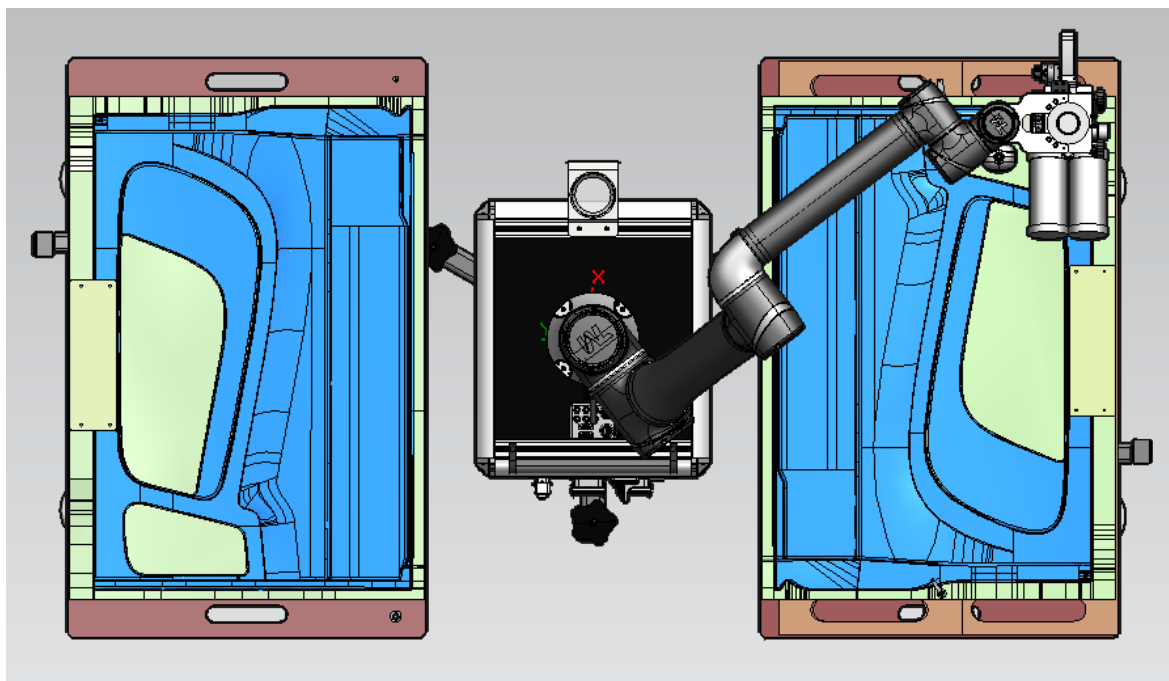
Jako další vhodná operace pro implementaci byla vybrána operace č. 10 – spotřeba času operace je 28 sekund. Avšak hlavním zjištěným nedostatkem bylo chybějící uchycení pinů. Bez fixace pinů se při nasazení kolaborativního robota zvyšuje riziko nepřesnosti nanášeného lepidla, které odstraňuje navrhované uchycení k lepicímu přípravku dílu 4B.



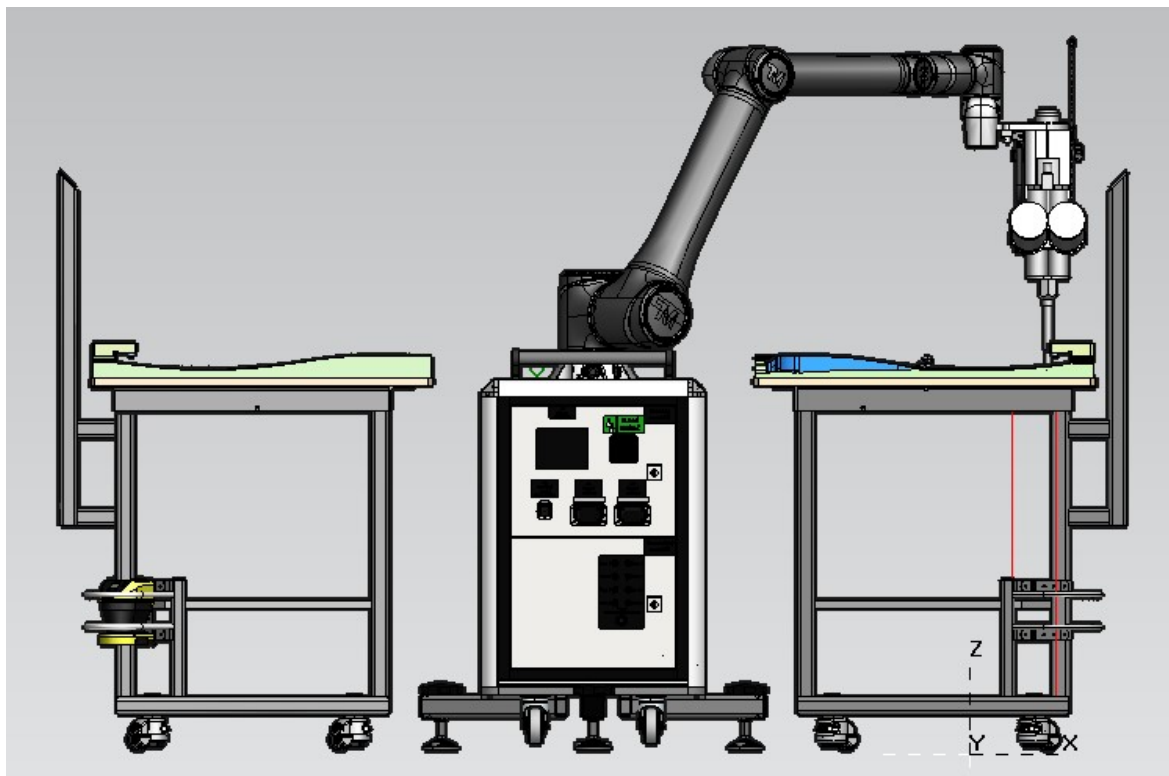
Obrázek 91 Piny pro montáž dílu č. 4 bez uchycení (vlastní zpracování)

16.1.5 Přínos doporučení pro společnost

Společnost mi poskytla některé jejich 3D modely vytvořené na základě mých doporučení.

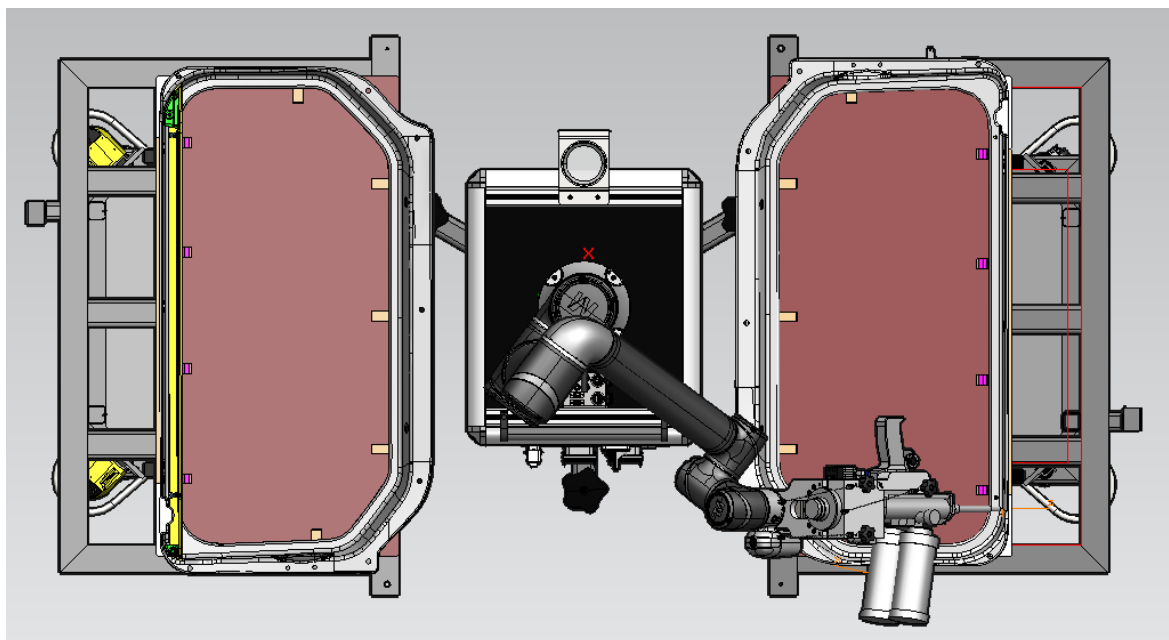


Obrázek 92 Nanášení lepidla cobotem na díl 1B (a)
(interní materiály společnosti ZlínRobotics)



Obrázek 93 Nanášení lepidla cobotem na díl 1B (b)

(interní materiály společnosti ZlínRobotics)



Obrázek 94 Nanášení lepidla na díl 4A (interní materiály společnosti ZlínRobotics)

17 SHRNU TÍ PRAKTICKÉ ČÁSTI

V praktické části byla stručně představena společnost, s jejíž spoluprací bakalářská práce vznikla. Následně je v praktické části uveden význam analýzy výrobních dílů pro společnost, jelikož rozhodnutí o nasazení kolaborativního robota bylo na základě požadavků zákazníka, tedy nejen z ekonomických důvodů.

Další kapitola popisuje kontext montážního procesu v rámci společnosti a také zde byly uvedeny a popsány pomůcky důležité pro montáž výrobních dílů.

V následujících kapitolách jsou představeny jednotlivé výrobní díly. U každého výrobního dílu je uveden kusovník spolu s montážním postupem. Montážní postupy jsou shrnuty na konci kapitoly každého výrobního dílu prostřednictvím procesní analýzy. Jednotlivé nedostatky zjištěné z procesní analýzy jsou uvedeny pod jednotlivými tabulkami procesních analýz.

V další kapitole je představen kolaborativní robot, kterého se společnost rozhodla implementovat do montážního procesu, včetně jeho parametrů, které přispěly ke správnému výběru. Důležitou podkapitolou této části je také vliv implementovaného cobota na podnik.

V předposlední kapitole byla definována kritéria pro výběr dílů a poté byl proveden jejich výběr. Výsledkem zjištění bylo, že všechny výrobní díly (výrobní díl č. 1 až výrobní díl č. 4) splňují daná kritéria.

Poslední kapitola se zabývá doporučeními podle časové náročnosti operace nanášení lepidla, kdy bylo zkoumáno, zda mají všechny díly, na které je nanášeno lepidlo, lepicí přípravky. Podle shrnutí procesních analýz byla zjištěna absence lepicích přípravků a doporučena implementace přípravků do montážního procesu.

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vybrat výrobní díly pro robotické pracoviště, jelikož bylo rozhodnuto o nasazení kolaborativního robota do procesu montáže. V teoretické části jsou uvedeny poznatky o montáži, která je součástí výrobního systému. Také jsou v ní uvedeny metody obsažené v praktické části sloužící k analyzování operací a určování spotřeby času jednotlivých operací.

Jelikož se ve společnosti ENBOS Slušovice s.r.o. rozhodli o implementaci kolaborativního robota, v teoretické části je popsán nástup průmyslu 4.0, spolu s definicí robota a kolaborativního robota a vysvětlen rozdíl mezi nimi. V posledních kapitolách teoretické části je ukázán vývoj průmyslových robotů spolu s hrozbami automatizace a robotizace pro společnost.

Důvod, proč se společnost ENBOS Slušovice s.r.o. rozhodla pro nasazení kolaborativního robota, není ekonomického charakteru, ale především se jednalo o požadavek zákazníka.

Na základě rozhodnutí bylo nutné vytvořit postup montážního procesu, který byl zpracován formou technologického procesu obohaceného fotografiemi. Dále bylo nutné zjistit jednotlivé časy operací. Časy spotřeby jednotlivých operací byly zjištěny pomocí metody chronometráže. Pro znázornění celého montážního procesu byly zpracovány procesní analýzy, do kterých byl přenesen čas jednotlivých operací z chronometráže.

Jelikož se jedná o první instalaci kolaborativního robota ve společnosti, bylo nutné zjistit omezení a kritéria výběru.

Na školení o kolaborativním robotu bylo zjištěno, že kolaborativní robot je multifunkční zařízení, a tak byla stanovena kritéria pro správný výběr vhodných dílů. Jelikož rozměry jednotlivých dílů jsou interním tajemstvím společnosti, po konzultaci s jejich průmyslovým inženýrem byly všechny analyzované výrobní díly schváleny jako vhodné.

Z hlediska ergonomického, ekonomického i z důvodu náročnosti programování bylo doporučeno vybírat díly dle délky operace nanášení lepidla.

Pro robotizaci operace nanášení lepidla bylo klíčové zjištění, že díl musí být usazen v lepicím přípravku. Bylo tedy navrženo usazení dílů do lepicích přípravků u dílů, které tento přípravek nemají, konkrétně se jednalo o díly 1C, 2C, 3D a uchycení pinů (u výr. dílu č. 4).

Dále ve společnosti navrhli transportní vozík, jehož součástí budou lepicí přípravky. Dalším doporučením bylo připevnění lepicích přípravků na podstavec, který vymeze jejich polohu při usazení a vyjmutí lepicích přípravků na vozík, čímž dojde k úspoře času, a zároveň se

odstraní riziko změny polohy lepicích přípravků na transportním vozíku, což zvýší přesnost nanášení lepidla kolaborativním robotem.

Výsledky mých doporučení se promítly do 3D modelů implementace cobota, které byly poskytnuty spolupracující firmou a jsou umístěny v kapitole 14.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BENEŠ, Pavel, 2014. *Automatizace a automatizační technika: prostředky automatizační techniky*. 5., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 304 s. ISBN 978-80-251-3747-5.

HOMOLA, Jan. 2016. Co si myslí čeští manažeři o iniciativě Průmyslu 4.0. *Automatika: trendy v automatizaci a průmyslové robotice*. Brno: Nová média, s.r.o. 1(3), 52 s. ISSN 2464-7197.

HOMOLA, Jan. 2017. Kooperativní roboty – velký přehled trhu. *Automatika: trendy v automatizační technice*. Brno: Nová média, s.r.o., 2(1), 32 s. ISSN 2464-7197.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK, 2017. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 105 s. ISBN 978-80-7454-680-8.

JUROVÁ, Marie a kolektiv, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

KABEŠ, Karel, 2019. Skvělé perspektivy průmyslové robotiky. *Automa: časopis pro automatizační techniku*, Děčín: FCC Public. 25(2-3), 80. ISSN 1210-9592.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 137 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.

KOLÍBAL, Zdeněk a kolektiv, 2016. *Roboty a robotizované výrobní technologie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně - nakladatelství VUTIUM, 787 s. ISBN 978-80-214-4828-5.

MAŘÍK, Vladimír a kolektiv, 2016. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 262 s. ISBN 978-80-7261-440-0.

MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.

ŘASA, Jaroslav, Václav HANĚK a Jindřich KAFKA, 2003. *Strojírenská technologie: Návrhy nástrojů, přípravků a měřidel : zásady montáže*. 4. Praha: Scientia, 505 s. ISBN 80-7183-284-7.

STERMAN, John, 2000. *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world*. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 982 s. ISBN 0-07-231135-5.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 223 s. Expert. ISBN 978-80-247-3938-0.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 366 s. Expert. ISBN 978-80-247-4486-5.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2017. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. Půhonice: Professional Publishing, 200 s. ISBN 978-80-906594-4-5.

TRES, Paul A, 2017. *Designing plastic parts for assembly*. 8th edition updated. Munich: Hanser, 415 s. ISBN 978-1-56990-668-2.

WILSON, Mike, 2015. *Implementation of robot systems: an introduction to robotics, automation, and successful systems integration in manufacturing*. Amsterdam: Elsevier, BH, xv, 229 s. ISBN 978-0-124-04733-4.

SEZNAM INTERNETOVÝCH ZDROJŮ

DLABAČ, Jaroslav. 2015. Analýza a měření práce. *Academy of Productivity and Innovations* [online]. [cit. 2019-02-28]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

DUCHOSLAV, Petr, 2017. Co je to kolaborativní robot? 5 věcí, které byste o něm měli vědět. *Factory Automation* [online]. [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/co-je-to-kolaborativni-robot-5-veci-ktere-byste-o-nem-meli-vedet>

Google Maps. [Online] Google. [cit. 2019-03-21]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/@49.2184918,17.645364,12z>

KOLÍBAL, Zdeněk, 2016. Minulost a budoucnost robotů. *Automa: časopis pro automatizační techniku* [online]. Brno: FCC Public, [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/minulost-a-budoucnost-robotu-2009_05_39014_4718

VOJÁČEK, Antonín. 2017. Robot vs. Cobot. *Automatizace* [online]. [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/robot-vs-cobot.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- BOZP Bezpečnost a ochrana zdraví při práci.
- cobot Kolaborativní robot (Collaborative robot)
- CPS Kyberneticko-fyzické systémy (Cyber-Physical Systems).
- IFR Mezinárodní robotická federace (International Federation of Robotics).
- IoT Internet věcí (Internet of Things).
- IT Informační technologie.
- l.p. Lepicí přípravek.
- R.U.R. „Univerzální roboti pana Rozuma“ (Rossum’s Universal Robots).

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Pozitivní zpětná vazba.....	15
Obrázek 2 Negativní zpětná vazba	15
Obrázek 3 Obecné schéma transformačního procesu	19
Obrázek 4 Druhy montáží v typech výroby.....	23
Obrázek 5 Ultrazvukový svár (a) před svařením, (b) po svaření.....	24
Obrázek 6 Symboly pohybových studií.....	25
Obrázek 7 Základní vztahy tržní orientace	26
Obrázek 8 Prvky průmyslu 4.0	28
Obrázek 9 Vývoj prodeje průmyslových robotů ve světě.....	35
Obrázek 10 Logo společnosti	39
Obrázek 11 Poloha společnosti.....	39
Obrázek 12 Přístrojová deska montovaná společností ENBOS Slušovice s.r.o.	40
Obrázek 13 Kapotáž traktoru ZETOR	40
Obrázek 14 Organizační struktura společnost	41
Obrázek 15 Ultrazvuková svářečka	44
Obrázek 16 Lepicí pistole	45
Obrázek 17 Výrobní díl č. 1.....	46
Obrázek 18 Díl 1DA	47
Obrázek 19 Díl 1D.....	48
Obrázek 20 Díl 1DA	48
Obrázek 21 Díl 1A.....	49
Obrázek 22 Vložení dílu 1B do lepicího přípravku.....	49
Obrázek 23 Vybalení dílu 1B	49
Obrázek 24 Skenování dílů.....	50
Obrázek 25 Nanesení lepidla na díl 1C	50
Obrázek 26 Nanesení lepidla na díl 1D	50
Obrázek 27 Svaření dílu 1Ba 1C	51
Obrázek 28 Vložení klínu do dílu 1D.....	51
Obrázek 29 Vložení dílu 1A do dílu 1D.....	51
Obrázek 30 Svaření dílu 1D.....	52
Obrázek 31 Nanesení lepidla na díl 1A	52
Obrázek 32 Svaření dílu 1A.....	53

Obrázek 33 Naskenování čárového kódu dílu 1A	53
Obrázek 34 Uložení dílu č. 1	54
Obrázek 35 Označení dílu č. 1	55
Obrázek 36 Výrobní díl č. 2.....	58
Obrázek 37 Vložení dílu 2A do lepicího přípravku.....	59
Obrázek 38 Nanesení lepidla na díl 2B	59
Obrázek 39 Vložení dílu 2B na díl 2A	60
Obrázek 40 Svaření dílu 2B.....	60
Obrázek 41 Vytvořené sváry na dílu 2B.....	61
Obrázek 42 Nalepení štítku na díl č. 2.....	61
Obrázek 43 Nanesení lepidla po obvodu dílu 2B	62
Obrázek 44 Nanesení lepidla na díl 2A a 2C.....	62
Obrázek 45 Vložení dílu 2C a svaření	63
Obrázek 46 Vložení dílu 2D na díl 2A	63
Obrázek 47 Sváry na díle 2D (a)	64
Obrázek 48 Sváry na díle 2D (b)	64
Obrázek 49 Umístění dílu č. 2 na stojan.....	65
Obrázek 50 Použití výrobního dílu č. 3	67
Obrázek 51 Výrobní díl č. 3.....	67
Obrázek 52 Vložení dílu 3A do lepicího přípravku.....	68
Obrázek 53 Připnutí pomocného přípravku.....	69
Obrázek 54 Vložení ustavovací destičky.....	69
Obrázek 55 Vložení dílu 3C do lepicího přípravku.....	69
Obrázek 56 Usazení dílu 3B do lepicího přípravku.....	70
Obrázek 57 Nanesení lepidla na díl 3B	71
Obrázek 58 Nanesení lepidla na díly 3C, 3D.....	71
Obrázek 59 Sváry na dílu 3C.....	71
Obrázek 60 Vložení dílu 3B do dílu 3A	72
Obrázek 61 Umístění svárů na díle 3B	72
Obrázek 62 Umístění svárů na díle 3D.....	73
Obrázek 63 Odejmutí plastových svorek.....	73
Obrázek 64 Vyjmutí ustavovací destičky	73
Obrázek 65 Vyjmutí lepicího přípravku	73

Obrázek 66 Uložení dílu č. 3 na stojan	74
Obrázek 67 Výrobní díl č. 4.....	76
Obrázek 68 Vložení dílu 4BA do lepicího přípravku	77
Obrázek 69 Nanesení lepidla na díl 4BA (b)	77
Obrázek 70 Nanesení lepidla na díl 4BA (a)	77
Obrázek 71 Vložení dílu 4BC do dílu 4BA	78
Obrázek 72 Vložení dílu 4BB do dílu 4BA	78
Obrázek 73 Zajištěné díly 4B zámkem	78
Obrázek 74 Zajištění dílu 4B zámkem	78
Obrázek 75 Vyjmutí dílu 4B.....	79
Obrázek 76 Vložení dílu 4A do lepicího přípravku.....	79
Obrázek 77 Vložení dílu 4B do lepicího přípravku	80
Obrázek 78 Nanesení lepidla na díl 4B (a)	80
Obrázek 79 Nanesení lepidla na piny	80
Obrázek 80 Nanesení lepidla na díl 4B (b).....	81
Obrázek 81 Vložení dílu 4B do dílu 4A a svaření (a)	81
Obrázek 82 Vložení dílu 4B do dílu 4A a svaření (b)	81
Obrázek 83 Vyjmutí kolíků, manipulace a montáž pinů	82
Obrázek 84 Umístění štítku na díle č. 4.....	82
Obrázek 85 Uložení dílu č. 4 na stojan	82
Obrázek 86 Kolaborativní robot TM12M.....	85
Obrázek 87 Neergonomická pozice při nanášení lepidla na díl 1A.....	88
Obrázek 88 Chybějící lepicí přípravek při operaci nanášení lepidla na díl 1C	89
Obrázek 89 Díl 2C bez lepicího přípravku	90
Obrázek 90 Díl 3D bez lepicího přípravku	91
Obrázek 91 Piny pro montáž dílu č. 4 bez uchycení	92
Obrázek 92 Nanášení lepidla cobotem na díl 1B (a)	92
Obrázek 93 Nanášení lepidla cobotem na díl 1B (b)	93
Obrázek 94 Nanášení lepidla na díl 4A	93

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Seznam výrobních dílů	43
Tabulka 2 Procesní analýza výrobního dílu č. 1	56
Tabulka 3 Procesní analýza výrobního dílu č. 2	66
Tabulka 4 Kusovník dílu č. 3	67
Tabulka 5 Procesní analýza výrobního dílu č. 3	75
Tabulka 6 Procesní analýza výrobního dílu č. 4	83
Tabulka 7 Parametry kolaborativního robota	86

SEZNAM PŘÍLOH

PI Chronometráž

PŘÍLOHA P I: CHRONOMETRÁŽ

CHRONOMETRÁŽ OPERACÍ dílu č. 1			Datum pozorování: 22. 1. 2019								Průměr
			od: 9:00				do: 10:20				
č.	Název operace	Konečný mezní bod	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)								
			č	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Vybalení dílu 1A z ochranné folie a přichystání dílu	Uchopení dílu 1A	J	0:00:10	0:00:11	0:00:11	0:00:10	0:00:12	0:00:11	0:00:10	0:00:11
		Odložení dílu	K	0:00:10	0:03:18	0:06:26	0:09:34	0:12:51	0:16:02	0:19:13	0:22:22
2	Vybalení dílu 1B z ochranné folie	Uchopení dílu 1B	J	0:00:12	0:00:10	0:00:11	0:00:12	0:00:11	0:00:11	0:00:11	0:00:11
		Odložení obalu	K	0:00:22	0:03:28	0:06:37	0:09:46	0:13:02	0:16:13	0:19:24	0:22:33
3	Vložení dílu 1B do lepícího přípravku	Vytočení těla	J	0:00:07	0:00:06	0:00:06	0:00:05	0:00:06	0:00:06	0:00:06	0:00:06
		Zapadnutí dílu do l.p.	K	0:00:29	0:03:34	0:06:43	0:09:51	0:13:08	0:16:19	0:19:30	0:22:39
4	Načtení čárových kódů a manipulace s díly 1C, 1D	Uchopení čtečky	J	0:00:07	0:00:07	0:00:07	0:00:07	0:00:06	0:00:07	0:00:07	0:00:08
		Odložení čtečky	K	0:00:36	0:03:41	0:06:50	0:09:58	0:13:14	0:16:26	0:19:37	0:22:47
5	Nanesení lepidla na díly 1D a 1C	Uchopení lepicí pistole	J	0:00:13	0:00:15	0:00:13	0:00:13	0:00:13	0:00:13	0:00:12	0:00:13
		Odložení lepicí pistole	K	0:00:49	0:03:56	0:07:03	0:10:11	0:13:27	0:16:39	0:19:49	0:23:00
6	Přiložení dílu 1C na díl 1B a svaření	Uchopení dílu 1C	J	0:00:15	0:00:16	0:00:16	0:00:17	0:00:16	0:00:16	0:00:16	0:00:16
		Odložení svářečky	K	0:01:04	0:04:12	0:07:19	0:10:28	0:13:43	0:16:55	0:20:05	0:23:16
7	Vložení dílu 1D do dílu 1A a zajištění klíny	Uchopení dílu 1D s l.p.	J	0:00:08	0:00:08	0:00:08	0:00:10	0:00:08	0:00:08	0:00:07	0:00:08
		Vložení druhého klínu	K	0:01:12	0:04:20	0:07:27	0:10:38	0:13:51	0:17:03	0:20:12	0:23:24
8	Svaření dílu 1D s dílem 1A	Uchopení dílu 1A	J	0:00:21	0:00:22	0:00:21	0:00:20	0:00:21	0:00:22	0:00:20	0:00:21
		Odložení svářečky	K	0:01:33	0:04:42	0:07:48	0:10:58	0:14:12	0:17:25	0:20:32	0:23:45
9	Vizuální kontrola sváru	Otočení dílu zpět o 90°	J	0:00:05	0:00:04	0:00:05	0:00:07	0:00:05	0:00:04	0:00:05	0:00:05
		Kontrola pevnosti	K	0:01:38	0:04:46	0:07:53	0:11:05	0:14:17	0:17:29	0:20:37	0:23:50
10	Nanesení lepidla na díl 1A	Uchopení lepicí pistole	J	0:00:22	0:00:24	0:00:26	0:00:28	0:00:28	0:00:28	0:00:26	0:00:26
		Odložení lepicí pistole	K	0:02:00	0:05:10	0:08:19	0:11:33	0:14:45	0:17:57	0:21:03	0:24:16
11	Vložení dílu 1A na díl 1B a svaření dílů	Uchopení dílu 1A	J	0:00:43	0:00:42	0:00:42	0:00:40	0:00:42	0:00:42	0:00:45	0:00:42
		Odložení svářečky	K	0:02:43	0:05:52	0:09:01	0:12:13	0:15:27	0:18:39	0:21:48	0:24:58
12	Načtení čárového kódu na dílu 1A	Uchopení čtečky	J	0:00:05	0:00:05	0:00:05	0:00:05	0:00:05	0:00:05	0:00:05	0:00:05
		Označení v systému	K	0:02:48	0:05:57	0:09:06	0:12:18	0:15:32	0:18:44	0:21:53	0:25:03
13	Přenesení finálního kompletu na stojan	Uchopení dílu 1	J	0:00:10	0:00:09	0:00:10	0:00:11	0:00:10	0:00:11	0:00:10	0:00:09
		Přesunutí ke stojanu	K	0:02:58	0:06:06	0:09:16	0:12:29	0:15:42	0:18:55	0:22:03	0:25:12
14	Vizuální kontrola finálního kompletu popřípadně oprava	Otočení dílu o 180°	J	0:00:05	0:00:05	0:00:04	0:00:06	0:00:05	0:00:05	0:00:04	0:00:04
		Uložení dílu na stojan	K	0:03:03	0:06:11	0:09:20	0:12:35	0:15:47	0:19:00	0:22:07	0:25:16
15	Nalepení štítku na díl 1	Uchopení štítku	J	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:03	0:00:04	0:00:04
		Nalepení štítku	K	0:03:07	0:06:15	0:09:24	0:12:39	0:15:51	0:19:03	0:22:11	0:25:20
Suma (celková průměrná délka trvání úkonů)											0:03:10

(vlastní zpracování)

CHRONOMETRÁŽ DÍLU 1D			Datum pozorování: 22. 1. 2019								Průměr
			od: 10:30				do: 11:00				
č.	Název operace	Konečný mezní bod	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)								
			č	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Nanesení lepidla na díl 1DA	Uchopení 1DA	J	0:00:07	0:00:06	0:00:07	0:00:07	0:00:06	0:00:07	0:00:07	0:00:08
		Odložení lepicí pistole	K	0:00:07	0:00:20	0:00:35	0:00:50	0:01:04	0:01:19	0:01:33	0:01:48
2	Vložení dílu 1DB na díl 1DA a svaření	Uchopení 1DA	J	0:00:07	0:00:08	0:00:08	0:00:08	0:00:08	0:00:07	0:00:07	0:00:09
		Odložení dílu 1D	K	0:00:14	0:00:28	0:00:43	0:00:58	0:01:12	0:01:26	0:01:40	0:01:57
Suma (celková průměrná délka trvání úkonů)											0:00:15

(vlastní zpracování)

CHRONOMETRÁŽ OPERACÍ dílu č. 2			Datum pozorování: 29. 1. 2019									
			od: 9:00					do: 10:20				
č.	Název operace	Konečný mezní bod	č	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)								Průměr
				1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Vybalení dílu 2A a vložení dílu do lepicího přípravku	Uchopení dílu 2A	J	0:00:25	0:00:26	0:00:26	0:00:26	0:00:24	0:00:26	0:00:27	0:00:26	0:00:26
		Uložení dílu do l.p.	K	0:00:25	0:03:36	0:06:50	0:10:12	0:13:26	0:16:45	0:20:04	0:23:23	
2	Nanesení lepidla na díl 2B	Uchopení dílu 2B	J	0:00:09	0:00:10	0:00:11	0:00:10	0:00:10	0:00:10	0:00:10	0:00:10	0:00:10
		Konec nanášení lepidla	K	0:00:34	0:03:46	0:07:01	0:10:22	0:13:36	0:16:55	0:20:14	0:23:33	
3	Vložení dílu 2B na díl 2A	Vykročení k dílu 2A	J	0:00:05	0:00:04	0:00:05	0:00:05	0:00:04	0:00:05	0:00:06	0:00:06	0:00:05
		Vystředění dílu	K	0:00:39	0:03:50	0:07:06	0:10:27	0:13:40	0:17:00	0:20:20	0:23:39	
4	Bodové svaření dílu 2B a 2A	Uchopení svářečky	J	0:00:12	0:00:11	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:12
		Odložení svářečky	K	0:00:51	0:04:01	0:07:18	0:10:39	0:13:52	0:17:12	0:20:32	0:23:53	
5	Načtení čárových kódů na dílech a nalepení štítku	Uchopení čtečky	J	0:00:10	0:00:11	0:00:10	0:00:10	0:00:10	0:00:09	0:00:10	0:00:10	0:00:10
		Nalepení štítku	K	0:01:01	0:04:12	0:07:28	0:10:49	0:14:02	0:17:21	0:20:42	0:24:03	
6	Nanesení lepidla na díly 2B, 2A, 2C	Uchopení lepicí pistole	J	0:00:30	0:00:32	0:00:36	0:00:32	0:00:30	0:00:32	0:00:31	0:00:35	0:00:32
		Odložení lepicí pistole	K	0:01:31	0:04:44	0:08:04	0:11:21	0:14:32	0:17:53	0:21:13	0:24:38	
7	Vložení dílu 2C na díl 2A a vytvoření svárů	Uchopení dílu 2C	J	0:00:21	0:00:21	0:00:22	0:00:21	0:00:23	0:00:22	0:00:21	0:00:20	0:00:21
		Odložení svářečky	K	0:01:52	0:05:05	0:08:26	0:11:42	0:14:55	0:18:15	0:21:34	0:24:58	
8	Odstranění přebytečného lepidla	Uchopení lízátka	J	0:00:14	0:00:14	0:00:13	0:00:14	0:00:13	0:00:13	0:00:14	0:00:15	0:00:14
		Odložení lízátka	K	0:02:06	0:05:19	0:08:39	0:11:56	0:15:08	0:18:28	0:21:48	0:25:13	
9	Vybalení dílu 2D	Uchopení dílu 2D	J	0:00:11	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:14	0:00:12	0:00:12	0:00:13	0:00:12
		Zatlačení na díl 2D	K	0:02:17	0:05:31	0:08:51	0:12:10	0:15:22	0:18:40	0:22:00	0:25:26	
10	Svaření dílu 2D a 2A	Uchopení svářečky	J	0:00:26	0:00:28	0:00:29	0:00:26	0:00:28	0:00:29	0:00:29	0:00:28	0:00:28
		Odložení svářečky	K	0:02:43	0:05:59	0:09:20	0:12:36	0:15:50	0:19:09	0:22:29	0:25:54	
11	Načtení čárového kódu dílu 2D	Uchopení čtečky	J	0:00:06	0:00:05	0:00:05	0:00:06	0:00:06	0:00:07	0:00:07	0:00:07	0:00:06
		Odložení čtečky	K	0:02:49	0:06:04	0:09:25	0:12:42	0:15:56	0:19:16	0:22:36	0:26:01	
12	Uložení dílu č. 2 na stojan	Uchopení dílu 2	J	0:00:16	0:00:15	0:00:16	0:00:16	0:00:18	0:00:16	0:00:16	0:00:15	0:00:16
		Přesunutí ke stojanu	K	0:03:05	0:06:19	0:09:41	0:12:58	0:16:14	0:19:32	0:22:52	0:26:16	
13	Vizuální kontrola kompletu	Otočení dílu o 180°	J	0:00:05	0:00:05	0:00:05	0:00:04	0:00:05	0:00:05	0:00:05	0:00:05	0:00:05
		Uložení dílu na stojan	K	0:03:10	0:06:24	0:09:46	0:13:02	0:16:19	0:19:37	0:22:57	0:26:21	
Suma (celková průměrná délka trvání úkonů)											0:03:18	

(vlastní zpracování)

CHRONOMETRÁŽ OPERACÍ dílu č. 3			Datum pozorování: 8. 2. 2019									
			od: 09:00					do: 10:30				
č.	Název operace	Konečný mezní bod	č	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)								Průměr
				1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Vybalení dílu 3A	Uchopení dílu 3A	J	0:00:12	0:00:12	0:00:13	0:00:13	0:00:14	0:00:13	0:00:13	0:00:14	0:00:13
		Vložení dílu 3A do l.p.	K	0:00:12	0:02:52	0:05:32	0:08:21	0:11:09	0:13:54	0:16:42	0:19:30	
2	Připnutí pomocného přípravku	Uchopení svorky	J	0:00:10	0:00:10	0:00:11	0:00:12	0:00:11	0:00:11	0:00:11	0:00:12	0:00:11
		Připnutí druhé svorky	K	0:00:22	0:03:02	0:05:43	0:08:33	0:11:20	0:14:05	0:16:53	0:19:42	
3	Vložení dílu 3C do lepicího přípravku a vystředění dílu 3A	Uchopení dílu 3C	J	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:13	0:00:12	0:00:12	0:00:11	0:00:11	0:00:12
		Vložení destičky	K	0:00:34	0:03:14	0:05:55	0:08:46	0:11:32	0:14:17	0:17:04	0:19:53	
4	Usazení dílu 3B do lepicího přípravku	Uchopení dílu 3B	J	0:00:11	0:00:11	0:00:10	0:00:11	0:00:12	0:00:12	0:00:11	0:00:10	0:00:11
		Usazení dílu 3B	K	0:00:45	0:03:25	0:06:05	0:08:57	0:11:44	0:14:29	0:17:15	0:20:03	
5	Nanesení lepidla na díly	Uchopení lepicí pistole	J	0:00:30	0:00:32	0:00:34	0:00:32	0:00:32	0:00:31	0:00:32	0:00:32	0:00:32
		Lepicí pistole	K	0:01:15	0:03:57	0:06:39	0:09:29	0:12:16	0:15:00	0:17:47	0:20:35	
6	Vložení dílu 3C na díl 3A a svaření	Uchopení l.p. pro 3C	J	0:00:19	0:00:16	0:00:18	0:00:17	0:00:18	0:00:18	0:00:16	0:00:20	0:00:18
		Odložení svářečky	K	0:01:34	0:04:13	0:06:57	0:09:46	0:12:34	0:15:18	0:18:03	0:20:55	
7	Vložení dílu 3B na díl 3A a svaření	Uchopení dílu 3B	J	0:00:17	0:00:16	0:00:17	0:00:17	0:00:17	0:00:17	0:00:17	0:00:18	0:00:17
		Odložení svářečky	K	0:01:51	0:04:29	0:07:14	0:10:03	0:12:51	0:15:35	0:18:20	0:21:13	
8	Vložení dílu 3D na díl 3A a svaření	Uchopení dílu 3D	J	0:00:24	0:00:25	0:00:24	0:00:24	0:00:24	0:00:26	0:00:24	0:00:22	0:00:24
		Odložení svářečky	K	0:02:15	0:04:54	0:07:38	0:10:27	0:13:15	0:16:01	0:18:44	0:21:35	
9	Odejmutí plastových svorek, vyjmutí lepicího přípravku a ustátovací destičky	Uchopení svorky	J	0:00:05	0:00:05	0:00:06	0:00:06	0:00:04	0:00:06	0:00:06	0:00:07	0:00:06
		Odložení destičky	K	0:02:20	0:04:59	0:07:44	0:10:33	0:13:19	0:16:07	0:18:50	0:21:42	
10	Vizuální kontrola kompletu	Uchopení dílu	J	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:05	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:04
		Otočení dílu	K	0:02:24	0:05:03	0:07:48	0:10:38	0:13:23	0:16:11	0:18:54	0:21:46	
11	Uložení dílu č. 3 na stojan, naskenování kódů, označení dílů	Vykročení ke stojanu	J	0:00:16	0:00:16	0:00:20	0:00:17	0:00:18	0:00:18	0:00:22	0:00:18	0:00:18
		Uložení dílu na stojan	K	0:02:40	0:05:19	0:08:08	0:10:55	0:13:41	0:16:29	0:19:16	0:22:04	
Suma (celková průměrná délka trvání úkonů)											0:02:46	

(vlastní zpracování)

CHRONOMETRÁŽ OPERACE dílu č. 4			Datum pozorování: 22. 2. 209									
			od: 9:00				do: 10:30					
č.	Název operace	Konečný mezní bod	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)								Průměr	
			č	1	2	3	4	5	6	7		8
1	Výjmutí dílu 4B a přichystání na pracovní stůl	Uchopení zámku	J	0:00:04	0:00:05	0:00:06	0:00:05	0:00:04	0:00:05	0:00:05	0:00:04	0:00:05
		Odložení dílu 4B	K	0:00:04	0:02:24	0:04:43	0:07:00	0:09:19	0:11:40	0:14:02	0:16:26	
2	Vložení dílu 4A do lepicího přípravku	Uchopení dílu 4A	J	0:00:15	0:00:16	0:00:16	0:00:14	0:00:16	0:00:16	0:00:17	0:00:17	0:00:16
		Zajištění kolíkem	K	0:00:19	0:02:40	0:04:59	0:07:14	0:09:35	0:11:56	0:14:19	0:16:43	
3	Naskenování čárových kódů a příprava pinů	Uchopení pinu	J	0:00:15	0:00:14	0:00:14	0:00:17	0:00:15	0:00:15	0:00:15	0:00:16	0:00:15
		Odložení čtečky	K	0:00:34	0:02:54	0:05:13	0:07:31	0:09:50	0:12:11	0:14:34	0:16:59	
4	Vložení dílu 4B do lepicího přípravku	Uchopení dílu 4B	J	0:00:05	0:00:05	0:00:04	0:00:05	0:00:05	0:00:05	0:00:05	0:00:06	0:00:05
		Vložení dílu 4B	K	0:00:39	0:02:59	0:05:17	0:07:36	0:09:55	0:12:16	0:14:39	0:17:05	
5	Nanesení lepidla na piny a díl 4B	Uchopení lepicí pistole	J	0:00:26	0:00:28	0:00:27	0:00:27	0:00:28	0:00:28	0:00:29	0:00:28	0:00:28
		Odložení lepicí pistole	K	0:01:05	0:03:27	0:05:44	0:08:03	0:10:23	0:12:44	0:15:08	0:17:33	
6	Vložení dílu 4B do dílu 4A a svaření	Uchopení dílu 4B	J	0:00:36	0:00:34	0:00:33	0:00:34	0:00:34	0:00:35	0:00:34	0:00:34	0:00:34
		Odložení svářečky	K	0:01:41	0:04:01	0:06:17	0:08:37	0:10:57	0:13:19	0:15:42	0:18:07	
7	Výjmutí kolíků, manipulace a montáž pinů	Uchopení kolíku	J	0:00:26	0:00:25	0:00:26	0:00:26	0:00:26	0:00:26	0:00:26	0:00:28	0:00:26
		Označení v systému	K	0:02:07	0:04:26	0:06:43	0:09:03	0:11:23	0:13:45	0:16:08	0:18:35	
8	Uložení dílu č. 4 na stojan	Uchopení dílu 4	J	0:00:12	0:00:11	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:12	0:00:14	0:00:12	0:00:12
		Označení štítkem	K	0:02:19	0:04:37	0:06:55	0:09:15	0:11:35	0:13:57	0:16:22	0:18:47	
Suma (celková průměrná délka trvání úkonů)											0:02:21	

(vlastní zpracování)

CHRONOMETRÁŽ DÍLU 4B			Datum pozorování: 22. 4. 209									
			od: 9:00				do: 10:30					
č.	Název operace	Konečný mezní bod	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)								Průměr	
			č	1	2	3	4	5	6	7		8
1	Vložení dílu 4BA do lepicího přípravku	Uchopení dílu 4BA	J	0:00:08	0:00:08	0:00:07	0:00:08	0:00:08	0:00:08	0:00:07	0:00:09	0:00:08
		Uložení dílu 4BA do l.p.	K	0:00:08	0:00:37	0:01:04	0:01:33	0:02:03	0:02:32	0:02:59	0:03:28	
2	Nanesení lepidla na díl 4BA	Uchopení lepicí pistole	J	0:00:08	0:00:06	0:00:07	0:00:07	0:00:07	0:00:07	0:00:06	0:00:08	0:00:07
		Odložení lepicí pistole	K	0:00:16	0:00:43	0:01:11	0:01:40	0:02:10	0:02:39	0:03:05	0:03:36	
3	Vložení dílu 4BB a 4BC do dílu 4BA	Uchopení dílu 4BB	J	0:00:06	0:00:07	0:00:07	0:00:08	0:00:07	0:00:07	0:00:07	0:00:06	0:00:07
		Vložení dílu 4BC	K	0:00:22	0:00:50	0:01:18	0:01:48	0:02:17	0:02:46	0:03:12	0:03:42	
4	Zajištění spoje zámek	Uchopení zámku	J	0:00:07	0:00:07	0:00:07	0:00:07	0:00:07	0:00:06	0:00:07	0:00:07	0:00:07
		Odložení zámku	K	0:00:29	0:00:57	0:01:25	0:01:55	0:02:24	0:02:52	0:03:19	0:03:49	
Suma (celková průměrná délka trvání úkonů)											0:00:29	

(vlastní zpracování)

Přepravní box a stojan			Datum pozorování: 29. 1. 2019					
			od: 9:00		do: 12:00			
č.	Název operace	Konečný mezní bod	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)				Průměr	
			č	1	2	3		4
1	Přichystání prázdného boxu a stojanu	Uchopení vozíku	J	0:00:49	0:00:48	0:00:50	0:00:52	0:00:50
		Přesunutí stojanu	K	-	-	-	-	
Suma (celková průměrná délka trvání úkonů)							0:00:50	

(vlastní zpracování)