

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV ŘÍZENÍ A EKONOMIKY PODNIKU



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**NÁVRH RACIONALIZOVANÉHO USPOŘÁDÁNÍ MONTÁŽNÍHO
POSTUPU VE STROJÍRENSKÉM PODNIKU**

**DESIGN OF A RATIONALIZED ARRANGEMENT OF THE ASSEMBLY
PROCEDURE IN THE ENGINEERING COMPANY**

AUTOR: Bc. Ladislav Svaták

STUDIJNÍ PROGRAM: Strojní inženýrství

VEDOUcí PRÁCE: doc. Ing. Michal Kavan, CSc.

PRAHA 2021

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Svaták** Jméno: **Ladislav** Osobní číslo: **459623**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**
Studijní program: **Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Řízení a ekonomika podniku**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Návrh racionalizovaného uspořádání montážního postupu ve strojírenském podniku

Název diplomové práce anglicky:

Design of a rationalized arrangement of the assembly process in an engineering company

Pokyny pro vypracování:

- I. Úvod – upřesnění cíle diplomové práce
- II. Charakteristika podniku, technologie a pojmů z oblasti montáže, předmětného produktu
- III. Analýza nástrojů pro proces montáže sestavy
- IV. Vymezení hranic racionalizovaného montážního systému
- V. Kapacitní propočty a času výrobního cyklu
- VI. Návrh uspořádání racionalizovaného montážního postupu
- VII. Závěrečné vyhodnocení

Seznam doporučené literatury:

- Jurová Marie: Výrobní a logistické procesy v podnikání, Grada Publishing 2016, ISBN: 978-80-247-5717-9
- Thomopoulos, Nick T.: Assembly Line Planning and Control, Springer 2013, ISBN 978-3-319-01399-2
- Shropshire Thomas: Assembly Line Balance, TDS Publishing 2018, ISBN-10: 0996872124, ISBN-13: 978-0996872126.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. Ing. Michal Kavan, CSc., ústav řízení a ekonomiky podniku FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **30.04.2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **23.07.2021**

Platnost zadání diplomové práce: **28.02.2022**

doc. Ing. Michal Kavan, CSc.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Miroslav Žilka, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně, a to výhradně s použitím pramenů a literatury, uvedených v seznamu citovaných zdrojů.

V Praze dne:

.....

Podpis

Anotace

V této práci se zabývám návrhem montážní linky pro montáž pistole CZ P-10. V teoretické části čtenářům přiblížím základy racionalizace a montáže. V praktické části nejprve představím společnost Česká zbrojovka, dále popíšu výrobek, na jehož montáž se zaměřím, určím montážní časy a cykly a rozpracuji logistickou podporu. Výsledné řešení by mělo být ergonomicky přijatelné, ekonomicky výhodné a efektivní.

Klíčová slova

montážní postup, logistika, racionalizace, strojírenský podnik, dispoziční řešení

Annotation

In this thesis I deal with the design of an assembly line for the CZ P-10 pistol assembly. In the theoretical part, I will introduce readers to the basics of rationalization and assembly. In the practical part, I will introduce the company Česká zbrojovka at first, then describe the product, which assembly I will focus on, determine the assembly times and cycles, and describe logistics support. The resulting solution should be ergonomically acceptable, cost-effective and efficient.

Keywords

assembly procedure, logistics, rationalization, engineering company, layout solution

Poděkování

Tímto děkuji za odborné vedení a konzultace, které mi poskytl vedoucí mé diplomové práce doc. Ing. Michal Kavan, CSc. Dále bych rád poděkoval společnosti Česká zbrojovka a.s., a jejím zaměstnancům, kteří se mnou spolupracovali, za jejich vstřícnost, poskytnuté informace a ochotu věnovat mi čas.

Obsah

Prohlášení.....	3
Anotace	4
Klíčová slova	4
Annotation	5
Keywords.....	5
Poděkování	6
Obsah	7
Úvod	10
I. Teoretická část	11
1. Racionalizace	11
1.1. Přidaná hodnota	13
1.2. Výrobní výpočtové charakteristiky	14
1.2.1. Kapacita výroby	14
1.2.2. Produktivita práce	15
1.2.3. Fond pracovní doby a plán počtu pracovníků	15
1.2.4. Absence a fluktuace	16
1.2.5. Výrobní takt a rytmus	16
1.2.6. Zatížení pracovního místa	17
1.3. Metody racionalizace	17
1.3.1. Analýza spotřeby času	18
1.3.2. Analýza materiálových toků	19
1.4. Ergonomie pracoviště	20
1.4.1. Osvětlení na pracovišti	21
1.4.2. Akustické podmínky na pracovišti	21
1.4.3. Mikroklimatické podmínky na pracovišti	22
1.4.4. Pracovní místo	22
2. Montáž	23
2.1. Základní pojmy montáže	24
2.2. Organizace montáže	25
2.2.1. Externí montáž	26
2.2.2. Interní montáž	27

2.3.	<i>Montážní práce</i>	31
2.3.1.	Přípravné práce	31
2.3.2.	Přizpůsobovací práce	31
2.3.3.	Spojovací práce	32
2.3.4.	Manipulační práce	32
2.3.5.	Kontrolní práce.....	33
2.3.6.	Ostatní práce.....	33
2.3.7.	Vybrané práce na stanovištích montáže	33
2.4.	<i>Montážní pracoviště</i>	35
2.5.	<i>Montážní linka</i>	36
2.5.1.	Uspořádání montážní linky	37
II.	Praktická část	39
3.	Charakteristika firmy Česká zbrojovka	39
3.1.	<i>Historie společnosti</i>	40
3.2.	<i>Organizační struktura</i>	42
4.	Výrobek CZ P-10	44
4.1.	<i>Seznámení s výrobkem</i>	44
4.2.	<i>Montážní sestava CZ P-10</i>	45
4.2.1.	Seznam součástí	47
4.2.2.	Rozpadový kusovník sestavy CZ P-10.....	48
5.	Současné řešení montáže	50
5.1.	<i>Současné montážní pracoviště</i>	52
5.2.	<i>Analýza nástrojů pro proces montáže</i>	53
5.3.	<i>Postup montáže zadané sestavy</i>	55
5.4.	<i>Kapacitní plánování a norma času</i>	58
6.	Návrhy nových řešení montáže	61
6.1.	<i>Vymezení hranic navrhovaného montážního systému</i>	61
6.2.	<i>Racionalizace současného pracoviště</i>	61
6.2.1.	Pořadač sloužící k odkládání nástrojů	62
6.2.2.	Přípravek upravující polohu krabiček	63
6.2.3.	Použití ručního lisu	64
6.2.4.	Instalace upínače rámu	66
6.3.	<i>Využití rozčleněné montáže</i>	66

6.4. Využití proudové montáže	67
6.5. Využití předmětné montáže	69
6.6. Využití linkové montáže.....	69
6.7. Automatizované nebo robotizované pracoviště.....	70
7. Výběr racionálního montážního řešení.....	71
Závěr	73
Zdroje.....	74
Seznam obrázků	76
Seznam použitých symbolů a zkratk	77

Úvod

V každém odvětví, ať už ve strojírenství, elektrotechnice nebo stavebnictví se provádí montáž, protože samostatná součást nemá v drtivé většině případů uplatnění. Teprve až po spojení několika součástí, vzniká produkt určený k používání v praxi. Jako příklad lze uvést automobil, skříň, počítač, hodinky a podobně. Jednotlivé díly, ze kterých jsou tyto produkty složeny, nemají samostatně žádnou funkci, ale po svém sestavení nabývají nové možnosti využití. Správná montáž má značný vliv na chod a životnost výrobku. Vzhledem k tomu, že tyto atributy mají velký vliv na zisk a udržení zákazníků, je montáž velice důležitá a je nutností provádět ji svědomitě a pečlivě.

Mým cílem v této práci je navrhnout nová řešení montáže pistole CZ P-10 ve firmě Česká zbrojovka a.s. a vybrat z nich racionální montážní řešení. Současné nedostatky by měly být vyloučeny a podmínky na pracovišti obecně zlepšeny. K dosažení tohoto cíle čtenáře nejdříve seznámím s teoretickým základem, následně s firmou, ve které montáž probíhá a s produktem jehož montážní řešení racionalizuji. Dále je nutné popsat nástroje používané při montáži a samotný montážní postup. Nakonec vyberu racionální montážní řešení a práci zhodnotím.

I. Teoretická část

1. Racionalizace

Racionalizace pochází z latinského slova *ratio* znamenajícího rozum. Je součástí procesu neustálého zlepšování na základě rozumového přístupu. Snoubí technické normování práce a pokrokové technologické řešení spolu s organizací práce. Racionalizační úvahy se ubírají především dvěma směry, z nichž jedním je snaha o zlepšení vlastností výstupu (účel, užitné vlastnosti) a druhým potom zlepšení způsobu provedení práce a snížení spotřeby využitých zdrojů. První směr bývá zdrojem vyšších výnosů, druhý zase přináší snížení nákladů. Cílem racionalizace je za minimálních investičních a provozních nákladů maximálně zvýšit produktivitu. Efektivní racionalizace bývá základním nástrojem pro zvýšení konkurenceschopnosti podniku. [1][2]

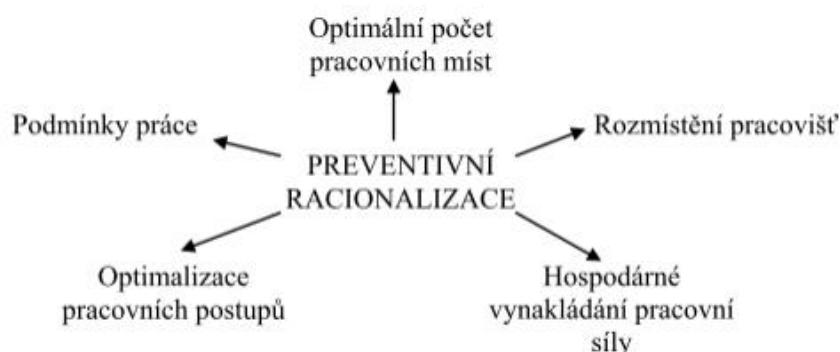
Vzhledem ke vzájemným vazbám jednotlivých činitelů celého procesního systému podniku je třeba každý prvek racionalizace vnímat v návaznosti na ostatní a tomu přizpůsobovat i navrhovaná opatření. Ty v konečném výsledku nesmí být ve vzájemném rozporu. Nutná je především soustavnost racionalizačního procesu, který musí být zajišťovaný kompetentním podnikovým útvarem a podporovat iniciativu jednotlivců i skupin. [3]

Hlavními nástroji racionalizace jsou:

- a) optimalizace provádění pracovních operací – úprava pracovního postupu, snížení doby výroby,
- b) technologičnost konstrukce – co nejjednodušší konstrukce, předcházení vzniku možných chyb v důsledku složité konstrukce,
- c) ergonomie pracoviště – zajištění pracoviště, aby odpovídalo pracovníkům, kteří jej používají, zmenšení vzdáleností jednotlivých nástrojů,
- d) technické úpravy pracoviště - přípravky, držáky, mechanismy - zmenšení dosahové vzdálenosti, snížení času jednotlivých operací,

- e) uspořádání pracoviště - na pracovišti mít pouze pomůcky, které souvisí s výrobními operacemi. [1]

Racionalizace se dělí na preventivní a korektivní. Preventivní racionalizace se zaměřuje na řešení předprojektové a projektové dokumentace. Posuzuje, zda je dostatečně utvořen projekt technického řešení a organizačního uspořádání pracovního procesu. Dále se věnuje stanovení optimálního počtu pracovních míst, jejich rozmístění a ergonomii, optimalizaci pracovních postupů, pracovních podmínek a efektivnímu využívání pracovní síly. [1]



Obrázek 1 - Oblasti preventivní racionalizace [1]

Korektivní racionalizace se zabývá již existujícím technickým vybavením, výrobními procesy a použitými technologiemi výrobního procesu. Snaží se analyzovat, řešit a navrhovat změny v organizaci pracovního procesu a v jednotlivých technických záležitostech. Výsledky těchto změn následně zahrnuje do norem spotřeby práce. [1]

Postup racionalizace má pět základních kroků:

- a) analýza pracovního systému,
- b) posouzení současného pracovního systému,
- c) vytváření racionalizačních opatření,
- d) jejich realizace,

e) vyhodnocení jejich přínosů. [1]

Využitím racionalizace lze dosáhnout pozitivních výsledků, jakými je například snížení nákladů na jednotku produkce, a to racionalizací použitých materiálů a jejich využití, racionalizací investic nebo snížení požadované kvalifikace na prováděné práce. Snížení nákladů způsobené racionalizací může firma následně využít ke snížení prodejní ceny nebo zvýšení zisků při stejné úrovni tržeb. [2]

1.1. Přidaná hodnota

Pracovní proces lze z hlediska racionalizace rozdělit na:

- a) Práce s přidanou hodnotou - činnost, díky které produkt získává přidanou hodnotu (zákazník je ochoten za tuto činnost platit). Nositelem přidané hodnoty je operátor, ovšem pouze v době produktivní činnosti. Pro nárůst produktivní činnosti by se mělo vše podřídit maximalizaci produktivního času operátora. Ten by naopak neměl řešit věci, které přímo nesouvisí s výrobním procesem a jeho momentálním úkolem.
- b) Skryté plýtvání - obvykle zabírá největší část pracovního procesu. Tato činnost sama nepřináší přidanou hodnotu, ale za daných podmínek je nutná pro realizaci práce s přidanou hodnotou. Jedná se například o přípravu jednotlivých výrobků. Dobu trvání pohybu a tím i dobu jednotlivých operací též ovlivňuje velikost dráhy dosahové vzdálenosti.
- c) Zjevné plýtvání - činnost, která zjevně není nutná pro to, aby na výrobku vznikla přidaná hodnota. Za jasně viditelné plýtvání můžeme označit, když výrobní linka stojí.

Cílem racionalizace je maximalizovat podíl činností s přidanou hodnotou tím, že je pracovníkovi umožněno dělat jen ty činnosti, které přináší zisk. Pokud bude eliminován jakýkoliv druh plýtvání, práce s přidanou hodnotou poroste.

Nositelem přidané hodnoty je pracovník v době produktivní činnosti. Ke zvýšení produktivity pracovníků, tedy i přidané hodnoty se používají racionalizační nástroje.

Procesy, které nepřidávají žádnou hodnotu, mohou vznikat velmi často organizačními nedostatky. Těmi jsou například čekání na materiál nebo na přípravky, či nekázeň pracovníků (obvykle pozdní příchody, nebo zaviněné vytváření zmetků). V rámci nedostatečně organizované práce vznikají nepravidelné a neplánované přerušení v důsledku výroby. Výměnou forem, nástrojů, či změnou sortimentu lze ztratit i několik hodin. [5]

1.2. Výrobní výpočtové charakteristiky

1.2.1. Kapacita výroby

Tato hodnota vyjadřuje nejvyšší možné množství výrobků, které zvládne výrobní jednotka (stroj, dílna, podnik) vyrobit za určité období. Závisí na charakteru, portfoliu a pracnosti výrobku, aktuálním časovém fondu, daných kapacitních normách atd. Procentuálně vyjádřený vztah mezi skutečným objemem výroby a výrobní kapacitou se nazývá využití kapacity výroby. [4]

$$VK = \frac{F_{v\check{c}}}{N_{\check{c}}} = \frac{Q}{t}$$

VK = výrobní kapacita

F_{vč} = fond výrobního času

N_č = normočas výrobku, pracnost

Q = objem výroby

t = výrobní čas

$$VKK = \frac{Q_s}{VK} * 100[\%]$$

VKK = využití výrobní kapacity

Q_s = skutečný objem výroby

1.2.2. Produktivita práce

Produktivitu práce lze vymezit jako podíl objemu výroby za jednotku času (přímo), nebo jako spotřebu času na jednotku objemu výroby (nepřímo). Množství práce lze vyjádřit časem jejího trvání (v normohodinách), který se využívá hlavně v hromadné a velkosériové výrobě. Druhý způsob, jak vyjádřit množství práce, je podle množství mzdových prostředků potřebných k jejímu provedení. Tento způsob umožňuje porovnat i různorodou výrobu. [4]

$$\text{Přímo: } \boxed{P = \frac{Q}{t}} \quad (\text{ks/min, Kč/min}) \quad \text{Nepřímo: } \boxed{p = \frac{t}{Q}} \quad (\text{min/ks, min/Kč}) \quad \boxed{P = \frac{1}{p}}$$

1.2.3. Fond pracovní doby a plán počtu pracovníků

Kapacitní plánování výroby je součástí systému ročního plánování podniku. Určuje se zde potřebný počet pracovníků k zajištění plánovaného objemu výroby.

Pro správné stanovení počtu pracovníků je nutno znát:

- výrobní úkol - množství výrobků, které se mají vyrobit za rok,
- výkonové normy pracovníků - norma času (určuje spotřebu času na výrobek), norma množství (určuje množství výrobků za jednotku času), norma obsluhy (např. 1 mechanik pro skupinu strojů),
- plánovaný počet pracovních míst pro pomocné, obsluhující a ostatní pracovníky
- fond pracovní doby dělníka - průměrný počet dní v roce, které odpracuje jeden dělník. [4]

Nakonec se plán upravuje o předpokládané procento plnění normy. [4]

$$\boxed{d = \frac{Q * VN}{F_{vč} * pVN} * 100}$$

d = počet dělníků

Q = objem výroby

VN = výkonová norma

$F_{vč}$ = fond výrobního času 1 dělníka

pVN = předpokládané přeplnění výkonové normy

1.2.4. Absence a fluktuace

Přesahuje-li fluktuace v podniku 10 % a absence 3 %, je pro něj situace nepříznivá, což se projeví poklesem produktivity práce a nižším plněním pracovních úkolů. [4]

$$F = \frac{N_o}{\phi d} * 100[\%]$$

F = fluktuace

N_o = počet pracovníků, kteří odešli

Ød = průměrný počet pracovníků

1.2.5. Výrobní takt a rytmus

Tyto veličiny se zjišťují pro sériovou a hromadnou výrobu. Výrobní takt lze vymezit buď jako čas mezi odvedením dvou po sobě následujících výrobků, nebo jako průměrný čas operace na jednom pracovišti. [4]

$$T_v = \frac{tv}{Q}$$

$$T_v = \frac{N_\epsilon}{d}$$

T_v = požadovaný výrobní takt

tv = časový fond za směnu

Q = objem výroby, počet výrobků, které mají být vyrobeny za směnu

N_ε = normovaný čas, pracnost výrobku

d = počet pracovníků (pracovních míst)

Dodržení teoretického výrobního taktu je v praxi téměř nemožné dosáhnout vlivem mnoha nedostatků. Proto se v operativním řízení využívá ukazatel nazývaný rytmus práce.

$$r = \frac{tv - (tzt + tzo)}{Q(1 + \frac{z}{100})}$$

r = rytmus práce linky

tv = časový fond

tzt = technologické ztráty

tzo = organizační ztráty

z = procento zmetkovitosti

1.2.6. Zatížení pracovního místa

Pracovní zatížení se zjišťuje výpočtem z výrobního postupu pro každé pracovní místo. Při výpočtu se využívá výrobní takt (rytmus) a normočas operací na daném místě. Zatížení každého pracovního místa bývá v intervalu mezi 80 – 120% v závislosti na potřebné kvalifikaci, podobnosti či rozdílnosti operací atd. Z pracovního zatížení lze dále získat představu o počtu pracovníků nutných pro zajištění daného místa. [4]

$$Zp = \frac{to}{Tv} * 100[\%]$$

Zp = zatížení pracovního místa v %

to = součet normočasů operací na pracovním místě

Tv = požadovaný výrobní takt

1.3. Metody racionalizace

Racionalizace práce lze dosáhnout různými přístupy a metodami. Neocenitelným přínosem pro racionalizaci je vlastní zkušenost z výroby, kdy na průběhu jednotlivých výrobních procesů lze vyzorovat určité nedostatky, neefektivní činnosti a zbytečné náklady. Tato pozorování však musí následovat vyhodnocení a návrh racionalizačních opatření.

Metodami racionalizace jsou například:

- a) hodnotová analýza,
- b) prověrka technologičnosti,
- c) pohybové studie,
 - a. MTM (Methods Time Measurement),
 - b. MOST,
 - c. REFA,
- d) časová studie práce,
 - a. snímek dne,
 - b. snímek operace,
 - c. snímek průběhu práce,
 - d. chronometráž.

1.3.1. Analýza spotřeby času

Spotřeba času je jedním ze základních měřítek ekonomiky práce. Pro potřeby racionalizace výroby, standardizace a normování práce je rozhodující soustava třídění dějů a spotřeb času z hlediska jednotlivých prvků výroby. [6]

Z hlediska normování spotřeby času pracovníka se bere v úvahu čas nutný a čas ztrátový. „Čas nutný je souhrnem různých druhů spotřeb času nevyhnutelných pro účelný průběh technologického i pracovního procesu pro splnění pracovního úkolu za účinných výrobních a pracovních metod a na pracovišti uskutečnitelných ekonomicky nejvýhodnějších technicko-organizačních podmínek.“ [7] Čas ztrátový, tedy čas pro účelný průběh technologického procesu nepotřebný (osobní ztráty, technicko-organizační ztráty a ztráty z vyšší moci), nelze do normy započítávat. [7]

Podle časové normy jsou rozlišovány časy:

- a) jednotkový – čas na výrobu jednoho kusu,
- b) dávkový – čas spotřebovaný na přípravu dávky (např. příprava pracoviště),

- c) směnný – doba nutných dějů vztahujících se k jedné směně (zahřátí stroje, úklid pracoviště na konci směny atd.).

1.3.2. Analýza materiálových toků

V průběhu výrobního procesu dochází k pohybu materiálu (polotovaru). S tím souvisejí děje jako je nakládka, přeprava, vykládka, skladování, balení, měření, počítání, expedice atd. Při jejich analýze je třeba zvážit následující faktory:

- a) produkt – jeho druh a vlastnosti,
- b) množství – sériovost,
- c) technologie – posloupnost výroby a manipulačních činností,
- d) čas – normy a termíny,
- e) služby – manipulační technika,
- f) náklady – na pořízení, na lidské zdroje atd.

Základem analýzy materiálových toků jsou grafické modely. Na těch lze přehledně znázornit jevy, procesy, vztahy mezi nimi a faktory, kterými jsou ovlivněny. Tyto modely napomáhají odhalovat zdroje ztrát ve výrobě jako například čekání, zbytečnou manipulaci, zbytečně složité přepravní dráhy, úzká místa atd. Jejich cílem je zobrazit místa nutná pro provoz, a to v logickém pořadí nezávisle na současném stavu. Důležitými kritérii pro rozhodování jsou zjištěné intenzity vztahů mezi funkčními místy, z nichž lze odvodit první parametry pro koncepci rozmístění.

[5]

Mezi grafické modely patří:

- a) Trojúhelníkové schéma – skládá se z rovnostranných trojúhelníků, navzájem seřazených tak, aby každý uzel sousedil se šesti dalšími. Trojúhelníky zde označují pracoviště nebo funkční místa a umísťují se postupně od jádra layoutu ve vzdálenosti podle intenzity jejich vztahů.
- b) Sankeyův diagram – neboli diagram toků. Velikostí toku zde může být podle okolností například počet kusů, četnost, hmotnost či jiná

hodnota. Velikost toku je úměrná šířce čáry v diagramu. U účastníků projektu předpokládá více odborných znalostí z oboru logistiky než použití trojúhelníkového schématu.

- c) Šachovnicová tabulka – názorná matice vztahů. Do jednotlivých sloupců a řádků se uvedou všechna pracoviště a skladovací prostory, poté se do odpovídajících polí zanesou charakteristiky vzájemných vazeb (vzdálenost nebo objem přepravovaného množství).
- d) Postupový graf a diagram toku materiálu – zobrazuje sled všech technologických, kontrolních a manipulačních operací daného výrobního procesu. Je v něm zanesena též doba trvání jednotlivých operací a vzdálenost spolu se způsobem přepravy. Součástí je i půdorysný plán dílny, do něhož se zakresluje cesta, čímž vzniká důležitý podklad pro racionální rozmístění pracovišť (layout).
- e) Chronogramy – znázorňují sled událostí a jejich dobu trvání. Poskytují přehled o trvání jednotlivých částí úkolu, způsobech organizace, provedení částí úkolu v čase, vzájemných vazbách atd. Patří mezi ně harmonogramy, cyklogramy, síťové grafy, Ganttovy diagramy a montážní diagramy. [4][5]

1.4. Ergonomie pracoviště

Pojem ergonomie jako název vědecké disciplíny spojené s prací byl poprvé použit v roce 1857. Skutečný vývoj ergonomie však začal až v 60. letech 20. století, kdy vznikl Mezinárodní spolek ergonomických společností. Pojem ergonomie významem představuje soubor pravidel (a zákonů), které řeší nejpříznivější vztahy mezi člověkem, pracovními prostředky a pracovním prostředím. S přibývajícím počtem nemocí z povolání je dnes ergonomie velmi aktuální téma. [8]

Ergonomie pracoviště je zásadní z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví. Zároveň má zásadní vliv na pracovní pohodu a fyzickou i psychickou zátěž pracovníka, čímž výrazně ovlivňuje jeho výkonnost. Kritéria jejího hodnocení jsou

následující: osvětlení na pracovišti, vizuální vstupy a výstupy, hlukové zatížení, mikroklimatické podmínky, uspořádání pracovního místa, organizační podmínky na pracovišti, hygienické zařízení a sociální podmínky. [8][9]

Jestliže je pracovník nucen opakovaně vykonávat stejné pracovní úkony a není mu při tom umožněno navolení pracovní polohy dle jeho požadovaných potřeb, vzniká riziko pracovní polohy. Dle hygienických norem smí pracovník v nepříjemných polohách setrvat pouze 30 minut za svoji směnu, z toho maximálně 8 minut nepřetržitě. V podmíněně přijatelných polohách lze bez překročení osmi minutového intervalu vytrvat až 160 minut. [14]

1.4.1. Osvětlení na pracovišti

Intenzita osvětlení neboli osvětlenost, je hustota světelného toku dopadajícího na danou plochu. Udává se v jednotkách lux. Pro potřeby analýzy pracoviště se rozlišuje na denní, umělé a sdružené (kombinace denního a umělého). Evropská norma pro osvětlení nařizuje, že v prostorech s trvalým pobytem osob musí být udržována osvětlenost alespoň 200 luxů. [8]

1.4.2. Akustické podmínky na pracovišti

Zvuk je mechanické vlnění, které je schopno vyvolat sluchový vjem. Frekvence tohoto vlnění, které je člověk schopen vnímat, jsou u každého jedince odlišné, nicméně leží v intervalu přibližně 16 Hz až 20 kHz. [8]

Hlukem se rozumí zvuk vyvolávající u člověka nepříjemný vjem a někdy dokonce i škodící jeho organismu. Hladiny akustického tlaku (v jednotkách dB):

- a) normální hladina – do 40 dB,
- b) obtěžující zvuk – do 65 dB (hranice hluku 85 dB),
- c) poškozující hluk – nad 130 dB,
- d) možnost úmrtí – nad 150 dB. [8]

1.4.3. Mikroklimatické podmínky na pracovišti

Mikroklimatické podmínky relevantní pro zkoumání na pracovišti jsou:

- a) teplota – dle náročnosti práce, v kanceláři je obvyklá optimální hodnota 18-20°C, při těžké práci 10-14°C,
- b) vlhkost vzduchu – optimálně v rozsahu 40-60 %,
- c) rychlost proudění vzduchu – nejlépe do 0,2m/s,
- d) záření ionizující a neionizující – rentgen (ionizující) a obrazovky,
- e) prašnost – požadována do 10mg/m³.

1.4.4. Pracovní místo

Pracovní místo je spojeno s pracovním prostředím a potřebami pracovníka. Mělo by být uspořádáno tak, aby na něm mohl pohodlně vykonávat svoji práci. Při návrhu pracoviště jsou kromě jeho vybavení a prostorového uspořádání základním ukazatelem parametry pracovníků, kteří na daném pracovišti vykonávají pracovní činnost. Dle potřeby je nutné upravit například prostor pro nohy pro lidi většího vzrůstu a dosahy pro lidi vzrůstu menšího. Dále je nezbytné vzít v potaz oblečení, obuv, ochranné pomůcky a přídavek pro pracovní vybavení. [8][9]

S pracovištěm a jeho rozměry velice úzce souvisí poloha, ve které je daná práce vykonávána. Tato poloha je z pohledu ergonomie tou nejsledovanější oblastí, protože špatnou pracovní polohou lze způsobit vážná onemocnění podpůrně pohybového aparátu. Nejčastějšími pracovními polohami je práce vestoje a vsedě. Pracovní místo a jeho ergonomii ve spojení s montáží dále rozebírám v kapitole 2.4 – Montážní pracoviště. [8][9]

2. Montáž

Montáž je činnost, kterou lze obecně popsat jako sestavování dílčích částí v jediný výsledný celek. Montážní práce jsou charakterizovány jako spojování dvou a více jednotlivých dílů do montážních skupin, podskupin a finálních produktů. Patří do závěrečné fáze výrobního procesu a vzhledem k celému výrobnímu procesu zaujímá velkou část pracnosti. Ve strojírenské výrobě se jedná o asi 30–50 % z pracnosti celé výroby. Takto vysoký podíl je zapříčiněn obvykle poměrně špatnou možností automatizace a mechanizace. Nižší procenta bývají u velkosériové výroby, vyšší potom u výroby kusové. [9][11][12]

Soubor operací, které souvisí se spojováním součástí v konečný celek, se nazývá technologický postup montáže. Jeho výchozím podkladem je montážní schéma, které zobrazuje propojení jednotlivých součástí. Technologičnost konstrukce výrobku z hlediska montáže zahrnuje takovou úpravu rozměrů, tvarů a dalších parametrů, aby byla pracnost montáže co nejnižší a zároveň měl zhotovený výrobek zachované či zdokonalené stávající funkce. Z pohledu montáže se konstruktér snaží o co nejnižší počet součástí, ze kterých se finální produkt skládá. Správně navržená konstrukce součástí přispívá ke zjednodušení montážních prací a umožňuje ve větší míře uplatnit mechanizaci a automatizaci. Naopak nevhodně zvolená konstrukce může výrazně navýšit výrobní náklady. [9][11][12][13]

V kusové výrobě probíhá montáž zpravidla na jediném pracovišti, na kterém skupina kvalifikovaných pracovníků sestavuje výrobek od základu až po finální podobu. Tímto způsobem se montují zařízení vyráběná na zakázku podle individuálních požadavků zákazníka. [11][13]

Montáž v sériové výrobě má nejčastěji podobu montážní linky, na které se plynule nebo v pravidelném taktu pohybuje dopravníkem unášený výrobek. Podél dopravníku je několik stanišť vybavených montážními přípravky, nářadím a zásobou dílů. Každé stanoviště je vybavené pro provádění konkrétního úkonu. [11][13]

Automatizovaná montáž probíhá samostatně, bez doteku lidské ruky. Montážní automaty jsou linky specializované na montáž konkrétního, obvykle jednoduchého výrobku v obrovských dávkách. Využívají se například pro výrobu žárovek, vypínačů a zásuvek, nebo výrobu komponent pro automobilový průmysl. U tohoto typu montáže obsluha pouze doplňuje zásobníky komponent a odváží hotové výrobky. [11][13]

Postup montáže:

- a) díl – spojení několika součástí, bez vlastní funkce,
- b) podsestava – montážní jednotka vzniklá spojením několika součástek a dílů, vstupuje do sestavy,
- c) sestava – řada podsestav a dílů spojených do celku, který má běžně již vlastní funkčnost,
- d) výrobek – výsledný produkt. [13]

Při montáži se v naprosté většině případů každý složitější strojírenský výrobek rozděluje do montážních prvků. Ty představují skupiny a části strojů, které mohou být spojovány odděleně a nezávisle na ostatních součástích výrobku. [12]

Pokud se jedná o složitá zařízení, bývá sestavováno technologické schéma montáže, které přesně určuje postup a pořadí montáže jednotlivých částí pro celé zařízení. Ve schématu se vyjadřuje součást obdélníkem, podsestava kruhem a sestava trojúhelníkem. V těchto tvarech je uvedeno číslo výkresu nebo pozice, název a počet montovaných součástí. [11][12]

2.1. Základní pojmy montáže

V této kapitole popisují základní pojmy, běžně se vyskytující v oblasti montáže:

- a) součást – část výrobku, zhotovena bez použití montážních prací,

- b) základní součást – reprezentuje nosnou část výrobku nebo montážního celku, montáž se začíná od ní,
- c) zařízení – souhrn několika výrobků, které mají plnit určitou funkci,
- d) montážní pohyb – nejmenší část pracovní činnosti v montážním procesu, podrobně popsán (uchopit šroubovák, nasadit klíč, otočit pákou atd.),
- e) montážní úkon – jednoduchá pracovní činnost dělníka v montážním procesu nebo přípravě součásti k montáži v rámci úseku (například upnutí součásti do svěráku nebo zapnutí stroje),
- f) montážní úsek – jedná se o část operace, která je vykonávána na jednom spoji jedním nástrojem za stejných technologických podmínek (například úprava rozměrů),
- g) montážní operace – ukončená část montážního procesu, která se provádí při montáži finálního produktu na jednom pracovišti obvykle bez přestavení montážního zařízení (nýtování, svařování...),
- h) montážní schéma – základní podklad pro zhotovení technologického postupu montáže, poskytuje přehled o vzájemném spojení součástí a umožňuje určit, jaké součásti, v jakém pořadí mají být vzájemně spojeny,
- i) technologický postup montáže – soubor operací, které souvisí se spojováním hotových součástí, podsestav a sestav ve finální produkt za pomoci přípravků, zařízení či nářadí. Odpovídá požadavkům výkresů a technickým podmínkám. [11][13]

2.2. Organizace montáže

Vhodný způsob řízení montážního procesu závisí zejména na typu a rozsahu výroby, rozměrech, hmotnosti, tvarové složitosti, pracnosti vlastní montáže, dodavatelsko-odběratelských vztazích a na vybavení podniku. Montáž je ovlivněna řadou faktorů, mezi které patří hlavně: [12]

- a) Vliv konstrukčního řešení – jakým způsobem jsou navrženy a jak složité jsou jednotlivé konstrukční skupiny, podskupiny a konečné produkty. Může výrazně ovlivnit pracnost montáže, možnosti mechanizace a automatizace montážních prací, metody zaměnitelnosti součástí a skupin, jejich velikost, hmotnost, počet atd.
- b) Vliv technologie a organizace – vztah jednotlivých faktorů (výrobní program, sériovost, pořadí a obsah montážních operací, formy organizace, velikost dávek, produktivita, pracnost atd.), které zajišťují uspořádání montáže (pracovních sil, předmětů a prostředků).
- c) Vliv pracovních podmínek a sil – vzhledem k jejich kvalifikaci, počtu, profesi, výkonu, ale také vzhledem k pracovnímu prostředí, režimu práce na montáži a odměňování.
- d) Vliv pracovních prostředků – vybavenost montážních pracovišť (nástroje, přípravky, jejich množství, univerzálnost, úroveň mechanizace a automatizace). [12]

2.2.1. Externí montáž

Externí montáž je méně obvyklá než interní a je typická pro celky, které nelze v plné velikosti převážet. Jedná se o montáž, která probíhá mimo podnik, většinou u zákazníka. Na montéry jsou kladeny vyšší nároky na samostatnost a rozhodování, protože při každé montáži mohou být jiné podmínky. Bývá snaha externí montáž pokud možno omezit, a proto se co nejvíce součástí spojuje interně a externě se provádí jen nutné úpravy. [11][13]

Často se využívá při montáži rozměrných strojů a zařízení, mostů a konstrukcí, vzduchotechnických zařízení, potrubí a armatur, rozvodných sítí nebo při elektromontážích. Většinou se jedná o stacionární montáž. [13]

2.2.2. Interní montáž

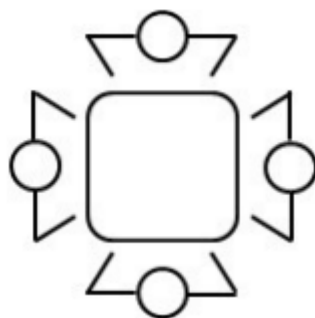
Interní montáž probíhá uvnitř daného výrobního podniku a konečný výrobek opouští výrobní proces většinou ve stavu způsobilém k přímému použití. Využívá se především při výrobě spotřebního zboží a dopravních prostředků. [13]

Podle pohybu součásti v průběhu montáže, stupně různorodosti a charakteristických vlastností montovaného produktu rozpoznáváme dvě organizační formy interní montáže: [13]

- a) Nepohyblivá – nazývaná též stacionární je typicky využívána v kusové a často i v malosériové výrobě. Dělí se do tří skupin:
 - a. soustředěná,
 - b. rozčleněná,
 - c. proudová,
- b) Pohyblivá – neboli nestacionární, je vhodná k zavedení v malosériové, velkosériové a hromadné výrobě. Pohyb montážních pracovníků okolo výrobku je zde minimální. dělí se do dvou skupin:
 - a. předmětná,
 - b. linková. [13]

2.2.2.1. Soustředěná montáž

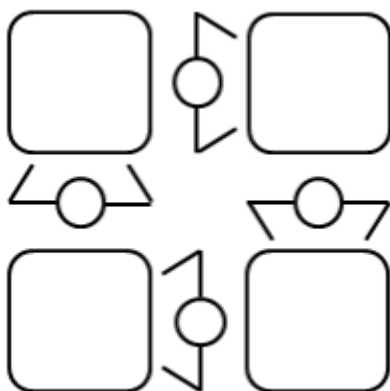
Soustředěná montáž se provádí spojováním jednotlivých součástí na jednom nepohyblivém (stacionárním) pracovišti a obvykle je vykonávána jednou skupinou pracovníků (viz obrázek 2). Využívá se především při montáži těžkých a rozměrných dílů, které jsou sestavovány podle rámcových montážních postupů bez detailního časového rozboru činností. Mezi nevýhody této metody lze zařadit vysoké nároky na kvalifikaci pracovníků, rozsáhlé montážní plochy, dlouhá doba montáže, nepravidelný časový průběh montáže, jen přibližné stanovení normy času a podobně. [11][13]



Obrázek 2 - Schéma soustředěné montáže [13] (upraveno)

2.2.2.2. Rozčleněná montáž

Při rozčleněné montáži se výrobek montuje na několika montážních pracovištích současně (viz obrázek 3). Hlavním předpokladem pro tento druh montáže je možnost rozdělení výrobku na jednotlivé díly, podsestavy a sestavy v souladu s montážním schématem a s přihlédnutím k rozsahu práce v dané montážní operaci. Časová norma se stanovuje pro celé montážní celky. Využívá se hlavně v malosériové výrobě. [11][13]

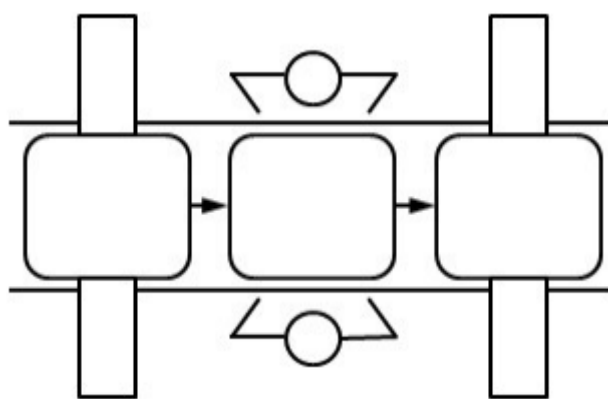


Obrázek 3 - Schéma rozčleněné montáže [13] (upraveno)

Výhodou rozčleněné montáže je schopnost provést současně předmontáže jednotlivých celků, montuje-li se více výrobků v jedné montážní hale, jednotlivé týmy montážních pracovníků postupně přecházejí od jednoho bloku ke druhému a montáž postupuje v etapách. Celková montáž nakonec představuje spojení dílů, podsestav a sestav v hotový produkt. [11][13]

2.2.2.3. Proudová montáž

Proudová montáž (viz obrázek 4) je realizována na nepohyblivých montážních pracovištích, kde specializované skupiny montážních pracovníků provádí pouze určitou část montáže. Každá skupina má vymezený určitý rozsah prací a po výkonu přechází z jednoho pracoviště na druhé. Montážní práce se dělí až na jednotlivé operace či úkony. Tento druh montáže je díky pevnému synchronizovanému taktu dopravy součástí vhodný k automatizaci. Využívá se ve velkosériové výrobě např. při výrobě valivých ložisek, měřidel, převodovek, motorů atd. [11][13]

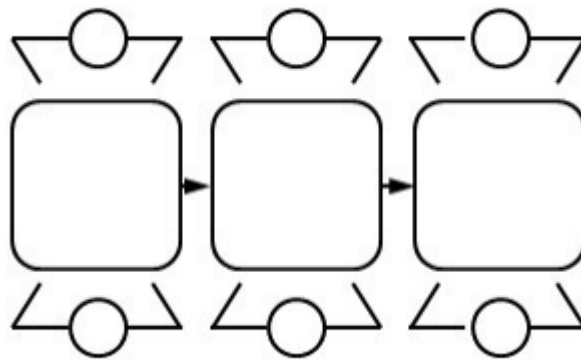


Obrázek 4 - Schéma proudové montáže [13] (upraveno)

2.2.2.4. Předmětná montáž

Takto organizovaná montáž patří mezi montáže pohyblivé a je charakterizována volným pohybem montovaného předmětu, který postupuje jednotlivými montážními pracovišti (viz obrázek 5). [13]

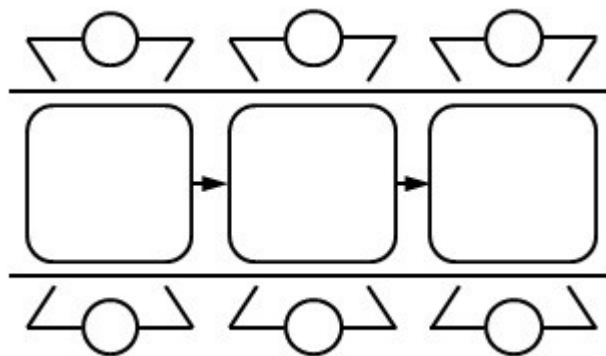
Pracovníci zde vykonávají jen danou neustále se opakující činnost a součást se mezi stacionárními pracovišti přesouvá s volným taktem. Pracoviště montérů musí být pro danou montáž vždy vhodně vybavena. Tento typ montáže je vhodný pro malosériovou až velkosériovou výrobu například obráběcích strojů, stavebních strojů, lokomotiv, elektromotor a podobných výrobků. [11][13]



Obrázek 5 - Schéma předmětné montáže [13] (upraveno)

2.2.2.5. Linková montáž

Pro tento druh montáže je charakteristický nucený pohyb montovaného předmětu, který je dán taktem montážní linky. Linková montáž bývá občas označována také jako montáž plynulá. Podle metody odběru dílu je prováděna jako synchronizovaná nebo nesynchronizovaná. Je zde nutné dodržet sled operací, které se vykonávají s periodickým taktem a nepřetržitým pohybem. Taktem montáže se nazývá časový úsek mezi smontováním dvou hotových výrobků. Takt je regulován rychlostí dopravníku. Linky se využívají při velkosériové výrobě, například čerpadel. [11][13]



Obrázek 6 - Schéma linkové montáže [13] (upraveno)

2.3. Montážní práce

Druhy prací během montáže určuje především charakter výroby. Například v kusové nebo malosériové výrobě se jedná především o manuální práce, zatímco ve velkosériové nebo hromadné výrobě jsou práce co nejvíce automatizovány. [12]

Práce prováděné při montáži strojírenských výrobků lze rozřadit do skupin popsaných v následujících odstavcích.

2.3.1. Přípravné práce

Montážní pracoviště je nutné vybavit nezbytnými pomůckami, náradím a úložným zařízením a všechny tyto prostředky umístit a seřadit do poloh přístupných pro pracovníky dle pravidel ergonomie. Další přípravné práce se například mohou týkat upevnění základní součásti (podskupiny, skupiny) na rošt, stojan, paletu, nebo do přípravku. [12]

Spojovací materiál a součásti dovezené z meziskladu nebo rovnou z výroby je často nezbytné očistit, omýt či odmastit. Některé z nich je naopak třeba promazat vhodným mazivem (například ložiska). Následně se umístí do příslušných schránek, kazet, zásobníků, kontejnerů, vozíků apod. [12]

2.3.2. Přizpůsobovací práce

Tyto práce při montáži spočívají v úpravě ploch, třídění, vyvažování a značení jednotlivých součástí. Zejména jde potom o všechny dodatečné úpravy tvarů a rozměrů podle toho, jaká je požadována přesnost nastávajícího spojení. Jedná se o dokončovací a lícovací práce, které jsou obvykle prováděny dodatečným úběrem třísky nejružnějšími způsoby, například pilováním, zabrušováním, zaškrabáváním apod. Lícovací práce bývají zapotřebí v případech, když není ekonomické, nebo technicky možné, zhotovit všechny součásti s dostatečnou přesností. [12]

Přizpůsobovací práce jsou hojně zastoupeny v kusové a malosériové výrobě, kde se součásti vyrábějí na univerzálních strojích, navíc často při nedostatečném vybavení speciálními výrobními a kontrolními přípravky. Značně velký rozsah lícovacích prací je jednou z hlavních příčin velké pracnosti montáže. Z toho důvodu je žádoucí, aby bylo dosaženo požadované přesnosti tvaru a rozměrů již při výrobě součásti. Jedná-li se o velkosériovou nebo hromadnou výrobu, je dosažení požadované přesnosti součástí ještě předtím, než se dostanou na pracoviště montáže, téměř nezbytné. [12]

2.3.3. Spojovací práce

Spojovací práce tvoří hlavní skupinu prací montáže. Právě jimi se dosahuje vzájemného spojení a ustavení jednotlivých součástí, podsestav a sestav ve finální výrobek. Patří do nich šroubování, lisování, nýtování, svařování, lepení, pájení, zalemování, kolíkování, narážení apod. Možnosti spojování jsou velice různorodé, což je dáno různými druhy použitého materiálu a konstrukčních řešení spojovaných součástí a montážních jednotek. [12]

2.3.4. Manipulační práce

K manipulačním montážním pracím se řadí nasouvání, vysouvání, vkládání, vyjímání, ustavení, naklápění, upínání, odepínání, nakládání, vykládání, přemísťování atd. Jedná se o práce, které souvisejí s přípravou a přesunem součástí na příslušné montážní pracoviště, manipulaci s materiálem a nářadím (operační manipulace), s dopravou montovaných předmětů a nářadí mezi jednotlivými pracovišti (mezioperační manipulace) a práce spojené se skladováním součástí a smontovaných celků.

Podíl operační a mezioperační manipulace na celkové pracnosti montáže je významný a dle analýz obvykle zabírá 30 % až 50 % pracovního času montérů. Tento

podíl je záhodno neustále zmenšovat zdokonalováním organizace montážního procesu a zaváděním mechanizace a automatizace manipulace s materiálem. [12]

2.3.5. Kontrolní práce

Při kontrolních pracích se kontroluje jakost součástí, jejich spojení, uložení vůle, stabilita apod. U montovaných sestav a výrobků je kontrolována především jejich správná funkce, a to například pomocí zkušebního běhu (kontrola tichosti chodu, brždění, otáčení, posouvání, volnoběhu, trvanlivosti atd.). Kontroluje se také vzhled. Jedná se o významné pomocné operace, na kterých závisí, zda bude dosažena požadovaná kvalita výrobků nebo ne. [12]

2.3.6. Ostatní práce

Mezi ostatní montážní práce lze zařadit konečnou povrchovou úpravu (např. lakování), konzervaci, balení a přípravu k expedici. [12]

2.3.7. Vybrané práce na stanovištích montáže

Montážní práce jsou realizovány v rozdílných stupních mechanizace a automatizace, od ručního až po strojní vykonávání jednotlivých prací. [9]

Dále uvádím přehled nejdůležitějších prací prováděných na montážních pracovištích:

- a) Šroubování – nejtypičtější montážní práce. Provádí se ručně (šroubováky, maticové a momentové klíče), nebo strojně (pneumatické nebo elektrické momentové a rázové šroubováky a utahováky).
- b) Lisování – využívá se v případech, kdy je třeba pevné nerozebíratelné spojení. Podle druhu deformace součásti se dělí na:
 - a. podélné – součást s přesahem je nalisována do otvoru,

b. příčné – sevření vnitřní součásti se docílí smrštěním ohřáté vnější nebo roztažením ochlazené vnitřní součásti. Ohřev se provádí pomocí plynové nebo elektrické pece, případně v olejové lázni. Ochlazování probíhá za použití tuhého oxidu uhličitého, čpavkového chladiče nebo kapalného kyslíku či dusíku.

Výhodami lisování jsou: neztenčený nosný průřez hřídele, spoj nemusí být zajištěn proti uvolnění, jednoduché zhotovení spoje. Za nevýhodu lze považovat požadavek na přesnější rozměry spojovaných součástí.

c) Nýtování – pomocí nýtů se vytváří pevné nebo pohyblivé nerozebíratelné spojení obvykle dvou součástí. Nýtování se podle konstrukce dělí na:

- a. přímé – kolmé spojení součástí, k nýtovaným součástem je přístup z obou stran,
- b. nepřímé – rovnoběžné spojení, přístup je pouze z jedné strany.

d) Svařování – používá se, když je potřeba pevného nerozebíratelného spojení. Svařováním se často spojují kovy, plasty a sklo.

e) Čištění – vzhledem k tomu, že na čistotě součásti závisí jakost celé montáže a životnost a trvanlivost výrobku, jedná se o důležitou část montážního procesu. Je možné ho provést buď chemicky (oplachování roztoky solí, saponátů, benzínem), mechanicky (ofukování, kartáčové čištění), nebo ve speciálních čistících stanicích (velkosériová a hromadná výroba).

f) Značení součástí a sestav – značení se provádí, aby se zabránilo nežádoucí záměně součástí při montáži. Běžné je značení vzájemné polohy součástí. Označují se součásti společně vyrobené nebo k sobě slícované. Značení může být provedeno barvou, mechanicky, chemicky nebo elektricky.

- g) Vyvažování – je nezbytné pro klidný chod stroje. Provádí se staticky (vyvažovací pravítka a váhy), dynamicky (vyvažovací stroje) nebo pomocí speciálních stanic vybavených elektronickým vyvažovacím zařízením (pro turbíny, čerpadla apod.). [9][14]

2.4. Montážní pracoviště

Pro pracoviště spojené s prací vestoje a neustálým zapojením obou rukou je předepsaný prostor o objemu 15 m³ pro každého pracovníka. Tento předpis se nevztahuje pouze na boxy pokladen, ovládací stanoviště, kabiny strojů a několik dalších výjimek. Dále musí být pro každého pracovníka zajištěny 2 m² podlahové plochy, přičemž šířka plochy určené pro pohyb je minimálně jeden metr. Jestliže se jedná o práce, při kterých je pracovník trvale vestoje, je nutné vybavit pracoviště pro krátkodobý odpočinek vsedě, není-li zcela nezbytné, aby zaměstnanec celou dobu stál. [8][14]

Vzhledem k tomu, že značná dělba práce pracovníky ubíjí svou monotónností jak po fyzické, tak i po psychické stránce, vzniká při stanovení dělby práce problém. Monotónní práce musí být přerušovány 5-ti až 10-ti minutovými přestávkami, a to v dvouhodinovém intervalu. Tento problém lze vyřešit též střídáním zaměstnanců mezi jednotlivými stanovišti. [14]

Montážní pracoviště by mělo být navrhováno s ohledem na:

- a) pracovní polohu pracovníka,
 - a. vsedě,
 - b. vestoje – větší dosah končetin, možnost vyvinutí větší síly,
 - c. kombinovaně – nejvhodnější z hlediska rozdílného zatěžování jednotlivých svalů,
- b) úhel zraku – úhel mezi vodorovnou rovinou a směrem zraku pracovníka,

- c) tělesné proporce operátora – rozměry pracoviště by mělo být možné nastavit dle potřeb operátora,
- d) druh pracovní činnosti,
 - a. velmi jemná – například montáž hodinek, optimální zraková vzdálenost je 12 – 25 cm, doporučená pracovní poloha je vsedě,
 - b. přesná – montáž přístrojů, optimální zraková vzdálenost 25 – 35 cm, doporučená pracovní poloha je vsedě, vestoje nebo kombinovaně,
 - c. lehká až středně těžká – montáž nástrojů či strojů, optimální zraková vzdálenost 35 – 50 cm, doporučená pracovní poloha je vsedě, vestoje nebo kombinovaně,
 - d. těžká – montáž strojů a zařízení, optimální zraková vzdálenost 50 cm a více, doporučená pracovní poloha je vestoje.

Na montážním pracovišti by mělo být dostupné zařízení pro ustavení a upnutí základní součásti, zařízení pro uložení a pohon nářadí, zásobníky pro uložení potřebných spojovacích materiálů a zásobníky montovaných součástí a případně i předmontovaných podsestav. [14]

Důležité je řešení dopravy, přístupových cest, manipulace s dopravovanými součástmi mezi jednotlivými pracovišti a také odvoz smontovaného celku. Aplikovaná řešení jsou závislá na hmotnosti a množství přepravovaných dílců spolu s taktem. Jedná se o různé vozíky (ruční, elektrické, vysokozdvížné apod.), dopravníky, jeřáby či speciální zařízení. Cílem je vybudování prostorově, kapacitně i časově vyhovujícího propojení pracovišť. [14]

2.5. Montážní linka

Montážní linku lze popsat jako soubor montážních pracovišť uspořádaných podle technologického postupu. Tato pracoviště jsou propojena mezioperační dopravou. [15]

Montážní linky dělíme zpravidla dle následujících hledisek:

- a) použití mechanizace a zapojení člověka do montáže,
 - a. ruční linky,
 - b. poloautomatizované linky,
 - c. automatizované linky,
- b) způsob provádění montážních prací,
 - a. přímo na dopravníku,
 - b. mimo dopravník,
- c) způsob prostorového uspořádání,
 - a. jednoduché linky,
 - b. rozvětvené linky,
- d) stupeň synchronizace,
 - a. synchronizované linky,
 - b. nesynchronizované linky,
- e) montážní takt,
 - a. linky s pevným montážním taktem,
 - b. linky s volným montážním taktem,
- f) počet typů výrobků montovaných na lince,
 - a. jednopředmětné linky,
 - b. víceřadové linky,
- g) pohyb součásti při montáži,
 - a. nepohyblivá – stacionární linky,
 - b. linky s pohybujícím se výrobkem. [13][15]

2.5.1. Uspořádání montážní linky

Základní prostorové uspořádání montážních linek na jednoduché a rozvětvené lze dále rozšířit podle:

- a) obsazení stran montážní linky,

- a. jednostranné – větší nároky na prostor,
 - b. oboustranné – oproti jednostrannému obsazení výrazné ušetření prostoru,
- b) směru pohybu linky,
- a. jednosměrné,
 - b. obousměrné,
- c) umístění montážních pracovišť k lince,
- a. čelní postavení - zpravidla menší požadavky na pracovní prostor, možnost manipulace se součástí oběma rukama,
 - b. boční postavení – lepší možnosti využití strojů a rozměrných přípravků při montáži. [13]

Tato uspořádání lze vzájemně kombinovat tak, aby vznikla požadovaná konfigurace linky, která bude mít v dané situaci optimální výkon.

II. Praktická část

3. Charakteristika firmy Česká zbrojovka

Obchodní firma Česká zbrojovka a.s., se sídlem Uherský Brod, Svat. Čecha 1283, PSČ 688 01, Česká republika, identifikační číslo 463 45 965, je jednou z dceřiných firem společnosti Česká zbrojovka Group SE, se sídlem Opletalova 1284/37, Nové Město, 110 00 Praha 1, identifikační číslo 291 51 961. [16][17]

Česká zbrojovka Group SE (CZG) je společně se svými dceřinými společnostmi jedním z hlavních evropských výrobců ručních palných zbraní pro ozbrojené složky, osobní obranu, lov, sportovní střelbu a další civilní využití. Své produkty prodává především pod značkami CZ (Česká zbrojovka), CZ-USA, Brno Rifles, Dan Wesson a 4M Systems. Ve svých provozech v České republice aktuálně zaměstnává asi 1 450 lidí a každý pracovní den vyprodukuje v průměru téměř 1600 zbraní. [18]

Významným rysem zbraní, na kterém si Česká zbrojovka zakládá, je jejich kvalita, dlouhodobá spolehlivost a přesnost. Kombinace těchto vlastností zaručuje trvalý zájem zákazníků o jejich nákup a používání. Protože vynikající vlastnosti Českou zbrojovkou vyráběných zbraní vytvořily za dobu její existence prestižní image na domácím i světovém trhu, považuje společnost za svou povinnost zajistit, aby jejich parametry zůstaly co nejlepší i do budoucna. [16]

Vývoj a výroba pistolí, kulovnic, malorážek, brokovnic a vzduchových zbraní zajišťuje dostatečně široký sortiment výrobků. Pro zlepšování kvality a vlastností zbraní společnost každý rok investuje značné finanční objemy na nákup vhodné technologie, zejména potom numericky řízených obráběcích strojů a výpočetní techniky. Díky konstruování výrobků za pomoci výpočetní techniky může podnik rychle reagovat na potřeby trhu a vyvíjet nové výrobky se žádanými užitnými vlastnostmi, což je důvod, proč každoročně přichází na trh s aktualizovanou nabídkou. [16]

Naprostá většina celkové produkce firmy je určena k vývozu, díky čemuž zajišťuje nejméně třetinu exportu celkové zbrojní produkce České republiky. V současnosti Česká zbrojovka představuje jedinou velkou tuzemskou firmu zaměřenou na výrobu ručních palných zbraní. [18]

Dnes působí v oblasti přesného strojírenství nejen v oboru zbraní (pro armádu, policii, sportovní a lovecké účely), ale i jakožto výrobce dílů a sestav pro letecký a automobilový průmysl a speciálního nářadí pro strojírenskou výrobu. Vzhledem k tomu, že s počtem bezmála 1 500 zaměstnanců patří v rámci Zlínského kraje k největším zaměstnavatelům, se Česká zbrojovka a.s. významně podílí na udržování zdejší sociální stability. [18]

3.1. Historie společnosti

Zbrojní továrna v Uherském Brodě byla založena již roku 1936. Tato továrna byla vybudována v rámci rozsáhlého přesunu strategicky významných výrobních kapacit tehdejšího Československa, co nejdál od západních hranic ohrožených nacistickým Německem. V době svého vzniku patřila k nejmodernějším a nejvýkonnějším ve světovém měřítku a v prvních letech své existence se úspěšně věnovala zejména vysoce náročné produkci leteckých kulometů. [18]

Po druhé světové válce byla společnost znárodněna a roku 1950 osamostatněná továrna v Uherském Brodě se postupně stala hlavním československým výrobcem ručních střelných zbraní. Nejslavnějšími produkty z bezprostředně poválečného období byly samopaly vzor 48, jež tehdy představovaly nejpokrokovější zbraně své kategorie. [18]

Dalším slavným produktem je samopal vzor 58, dnes řazený do kategorie útočná puška, který představoval československou alternativu k sovětskému Kalašnikovu automatu vzor 47. Využívaly ho domácí ozbrojené složky a zároveň byl hojně exportován za hranice. Těchto pušek vzniklo bezmála 1 000 000 kusů. [18]

Za zmínku stojí i legendární kompaktní samopal vzor 61 Škorpion, který byl velmi úspěšným pokusem o vyplnění mezery mezi klasickými samopaly a služebními pistolemi, a v řadě ohledů přelomová pistole CZ 75. Ta se ve své kategorii dlouhodobě řadí k nejpoblárnějším. [18]



Obrázek 7 – Nejznámější produkty České zbrojovky [19] (upraveno)

Roku 1992 vznikla privatizací státního podniku akciová společnost, tak jak ji známe dnes. Jedná se o český podnik vlastněný českými akcionáři. Kromě vývoje a výroby ručních střelných zbraní se zabývá i produkcí přesných součástí pro automobilový a letecký průmysl. [18]

Založení dceřiné prodejní a servisní společnosti CZ-USA zásadním způsobem posílilo postavení České zbrojovky a.s. na nejprestižnějším zbraňovém trhu světa. CZ-USA svou činností zahájila v Kalifornii v roce 1997, ale již o rok později se přesunula do státu Kansas, kde působí dodnes. V rámci tvorby mezinárodního holdingu Česká zbrojovka Group byla v roce 2018 společnost CZ-USA přetvořena na samostatný podnikatelský subjekt. [18]

V roce 2004 Česká zbrojovka a.s. začala připravovat akvizici divize Zbraně společnosti Zbrojovka Brno, a.s. Tato divize se později stala dceřinou společností České zbrojovky a.s. a byla nazvána Zbrojovka Brno, s.r.o. O rok později se prostřednictvím CZ-USA stala Česká zbrojovka a.s. vlastníkem i Dan Wesson Firearms, což je jedna z nejvěhlasnějších amerických zbraňových značek. [18]

Významná změna ve firmě proběhla roku 2006 kdy do vedení nastoupil nový management. Ke klíčovým strategickým rozhodnutím nového vedení patřilo zahájení vývoje nových automatických zbraní. Společnost se tím po delší přestávce,

zaviněné nepříznivými politickými a ekonomickými poměry po roce 1989, vrátila k tradiční významné součásti svého sortimentu. [18]

Roku 2011 vstoupila firma na trh zbraní pro ozbrojené složky a začala přezbrojovat Armádu České republiky (AČR). Součástí dodávek pro AČR byly útočné pušky CZ 805 BREN A1/A2, granátomety CZ 805 BREN G1, samopaly CZ SCORPION EVO 3 A1 a pistole CZ 75 SP-01 PHANTOM. [18]

Od roku 2018 je Česká zbrojovka a.s. součástí mezinárodního holdingu Česká zbrojovka Group SE, do něhož jsou vedle mateřské továrny v Uherském Brodě postupně začleňovány další firmy s příbuznými výrobními a vývojovými programy. [18]

Během května 2021 CZG dokončila akvizici 100% podílu společnosti Colt Holding Company LLC. „Díky této akvizici získá Skupina CZG další výrobní kapacity a vytvoří si pozici pro to, aby se mohla stát předním dodavatelem střelných zbraní a klíčovým globálním partnerem pro zákazníky z řad ozbrojených složek i pro civilní zákazníky.“ [18]

3.2. Organizační struktura

V čele společnosti stojí generální ředitel Ing. Lubomír Kovařík, MBA, který spravuje 8 úseků: úsek ředitele výzkumu a vývoje, výrobního ředitele, finančního ředitele, obchodního ředitele, personálního a bezpečnostního ředitele, ředitele nákupu, ředitele AUTO a AERO a úsek ředitele řízení kvality. Úseky se dále dělí na 42 odborů, například úsek finančního ředitele se člení na odbor controllingu, odbor účetnictví, odbor informačních technologií a odbor financí a daní. Odbory jsou ve firmě dále rozčleněny na 74 oddělení (pododborů).

Každý úsek, odbor i oddělení má přesně zadané činnosti a úkoly, které je v rámci dosahování podnikových cílů povinen plnit. Pro jasnější představu dále přikládám schéma organizační struktury společnosti, zobrazující vztahy mezi jednotlivými úseky a odbory.



Obrázek 8 – Organizační struktura CZUB

4. Výrobek CZ P-10

Montážní sestava, která má být co nejefektivněji smontována, je ruční zbraň (pistole) série CZ P-10. Ta představuje novou úroveň velkokapacitních obranných, služebních a sportovních striker fired pistolí s polymerovým rámem. Hned první model řady CZ P-10, byl prestižním americkým magazínem Guns & Ammo vyhlášen Pistolí roku 2017. Jedná se o pistoli ráže 9 mm.



Obrázek 9 – Pistole CZ P-10 C [18]

4.1. Seznámení s výrobkem

Konstrukce všech pistolí CZ P-10 využívá několika originálních patentovaných prvků. I díky těmto prvkům vynikají maximální spolehlivostí, velkou přesností, vysokou životností a kultivovaným zvládnutím výstřelu. Jsou nadstandardně uživatelsky přívětivé, na čemž se významně podílí jedinečný checkering a úchop vyřešený pomocí moderní ergonomické metodiky DiFEND. Checkering je úprava zajišťující dokonalou stabilitu zbraně v úchopu, a to pomocí výstupků po celém obvodu rukojeti. Zbraň díky nim v ruce neklouže při výstřelu ani při prudkých změnách směru míření. DiFEND je zkratka pro unikátní postup při návrhu ergonomie palných zbraní (Digital Firearm Ergonomic Design). [18]

Mechanicky a teplotně stabilní polymerový rám zesílený skelnými vlákny je vyroben z moderního materiálu s vysokou vrubovou houževnatostí. Rám, hlaveň a závěr mají speciální povrchovou úpravu, která zajišťuje odolnost proti mechanickému poškození, čímž zvyšuje životnost zbraně a současně zajišťuje odolnost proti povětrnostním vlivům. Plochý záchyt závěru je ideální pro skryté nošení. [18]

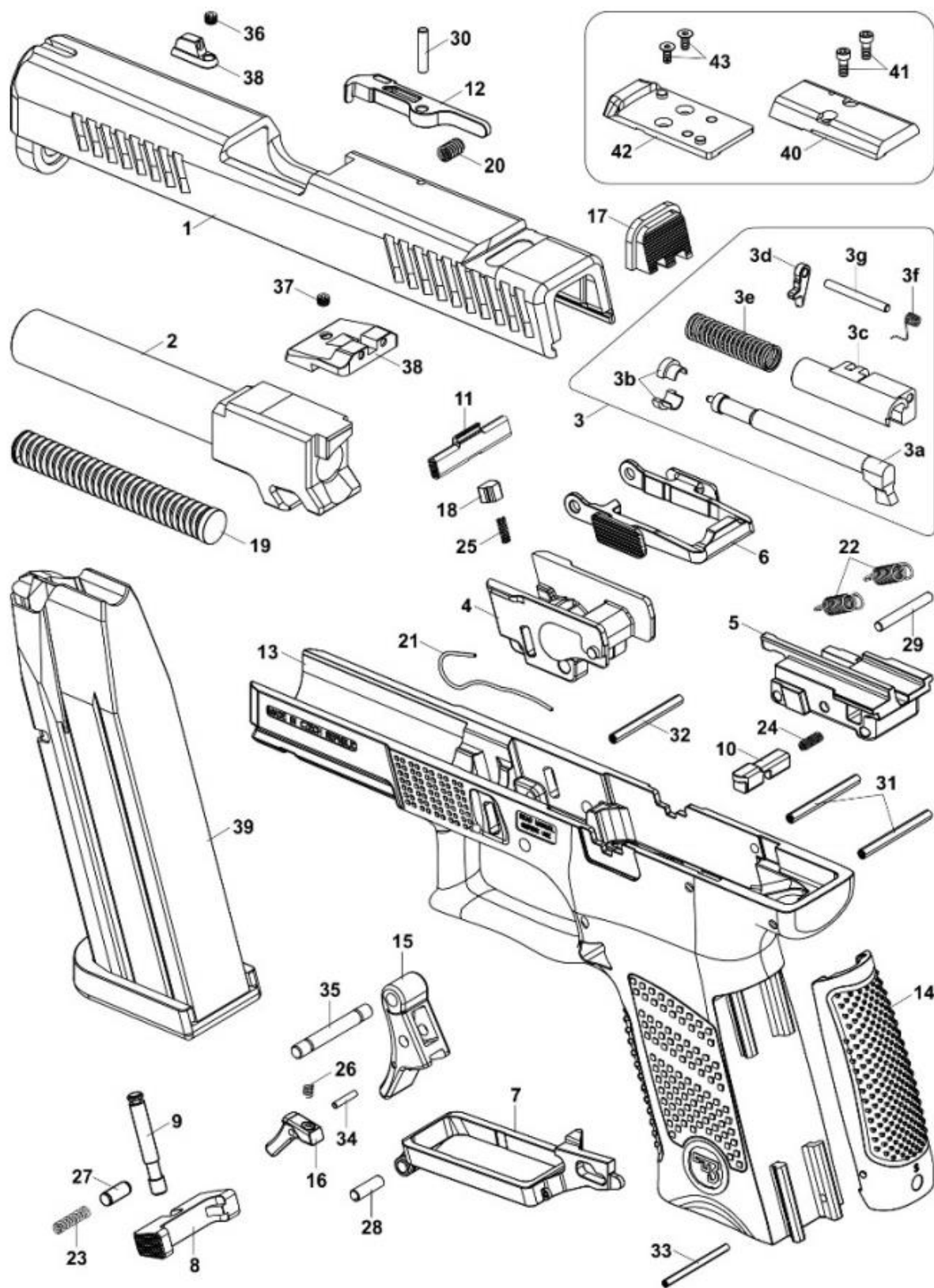
Mezi další prvky zbraně patří mířidla a výměnné hřbety rukojeti. Mířidla, pro rychlé a intuitivní zamíření zvýrazněná třemi luminiscenčními nebo tritiovými body, jsou zároveň opatřena hranou pro snadnou manipulaci se závěrem. Hřbety rukojeti v různých velikostech umožňují modifikovat úchop a upravit dosah prstu na spoušť. [18]

Zbraň má automatickou blokadu, která v kombinaci s pojistkou spouště zaručuje pádovou bezpečnost zbraně. Tato bezpečnost byla při vývoji opakovaně a důsledně testována. CZ P-10 je vhodná pro praváka i leváka a současně umožňuje pohodlnou manipulaci nedominantní rukou. [18]

4.2. Montážní sestava CZ P-10

Podle konkrétní specifikace se sestava pistole CZ P-10 může skládat až ze 49 různých dílů. Na konci montáže vystupuje výrobek o rozměrech 132 x 32 x 187 mm (výška x šířka x délka) a hmotnosti 740 g. [18]

Všechny díly sestavy jsou zobrazeny na následující straně na obrázku 10. O stranu dále je jejich seznam, ve kterém je označeno, které díly se u různých verzí mohou lišit. Montáž v současnosti komplikují obavy ze záměny právě těchto odlišných dílů. Čísla dílů na seznamu odpovídají číslům dílů na obrázku.



Obrázek 10 – Sestava CZ P-10 [20]

4.2.1. Seznam součástí

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Závěr * | 18 Kostka demontážní destičky |
| 2 Hlaveň * | 19 Pružina vratná * |
| 3 Zápalník (sestava) | 20 Pružina vytahovače |
| a) Zápalník | 21 Pružina záchytu závěru |
| b) Držák pružiny (2x) | 22 Pružina spoušťové páky (2x) |
| c) Kontejner zápalníku | 23 Pružina zádržky zásobníku * |
| d) Automatická pojistka | 24 Pružina vypínače spoušťové páky |
| e) Pružina bicí | 25 Pružina demontážní destičky |
| f) Pružina automatické pojistky | 26 Pružina pojistky spouště |
| g) Čep automatické pojistky | 27 Kolík zádržky zásobníku * |
| 4 Přední blok | 28 Čep spoušťové páky |
| 5 Zadní blok | 29 Kolík pružiny spoušťové páky |
| 6 Záchyt závěru | 30 Čep vytahovače * |
| 7 Spoušťová páka | 31 Svinutý kolík zadního bloku (2x) |
| 8 Zádržka zásobníku * | 32 Svinutý kolík předního bloku |
| 9 Čep zádržky zásobníku * | 33 Kolík hřbetu |
| 10 Vypínač spoušťové páky * | 34 Čep pojistky spouště |
| 11 Demontážní destička | 35 Čep předního bloku |
| 12 Vytahovač | 36 Šroub mušky * |
| 13 Rám | 37 Šroub hledí * |
| 14 a) Hřbet "S" | 38 Set mířidel * |
| b) Hřbet "M" | 39 Zásobník * |
| c) Hřbet "L" | 40 Krytka * |
| 15 Spoušť | 41 Šroub krytky (2x) * |
| 16 Pojistka spouště | 42 Deska kolimátoru * |
| 17 Krytka závěru | 43 Šroub desky kolimátoru (2x) * |

* Takto označené součástky jsou u jednotlivých provedení odlišné, případně u některých provedení zcela chybí.

4.2.2. Rozpadový kusovník sestavy CZ P-10

K přehlednému zobrazení návaznosti montáže slouží rozpadový kusovník. Ten obsahuje sestavy rozčleněné do konkrétních podsestav a následně na konkrétní díly.

Tento kusovník jsem sestavil podle současného montážního postupu. Díly jsou tedy seřazeny v pořadí, v jakém vstupují do sestav.

Výrobek	Sestava/díl	Podsestava/díl	Podsestava/díl	Díl	Číslo dílu
Pistole					
	Rám				13
	Hřbet				14
	Kolík hřbetu				33
	Zádržka zásobníku				
		Pružina zádržky zásobníku			23
		Kolík zádržky zásobníku			27
		Zádržka zásobníku			8
	Čep zádržky zásobníku				9
	Zadní blok				
		Pružina spoušťové páky (2x)			22
		Spoušťová páka			7
			Spoušť		15
				Pružina pojistky spouště	26
				Pojistka spouště	16
				Čep pojistky spouště	34
			Čep spoušťové páky		28
		Kolík pružiny spoušťové páky			29
		Zadní blok			5
		Pružina vypínače spoušťové páky			24
		Vypínač spoušťové páky			10
	Svinutý kolík zadního bloku (2x)				31
	Přední blok				
		Záchyt závěru			6
		Pružina záchytu závěru			21
		Přední blok			4
	Čep předního bloku				35
	Svinutý kolík předního bloku				32
	Příslušenství demontážní destičky				
		Pružina demontážní destičky			25

Kostka demontážní destičky	18
Demontážní destička	11
Závěr	
Závěr	1
Set mířidel	38
Šroub mušky	36
Šroub hledí	37
Pružina vytahovače	20
Vytahovač	12
Čep vytahovače	30
Zápalník	3
Zápalník	3a
Kontejner zápalníku	3c
Automatická pojistka	3d
Pružina aut. pojistky	3f
Čep aut. pojistky	3g
Pružina bicí	3e
Držák pružiny (2x)	3b
Krytka závěru	17
Hlaveň	2
Pružina vratná	19
Zásobník	39
Tělo zásobníku	-
Podavač	-
Pružina zásobníku	-
Doraz	-
Patka	-
Deska kolimátoru	42
Šroub desky kolimátoru (2x)	43
Krytka	40
Šroub krytky (2x)	41

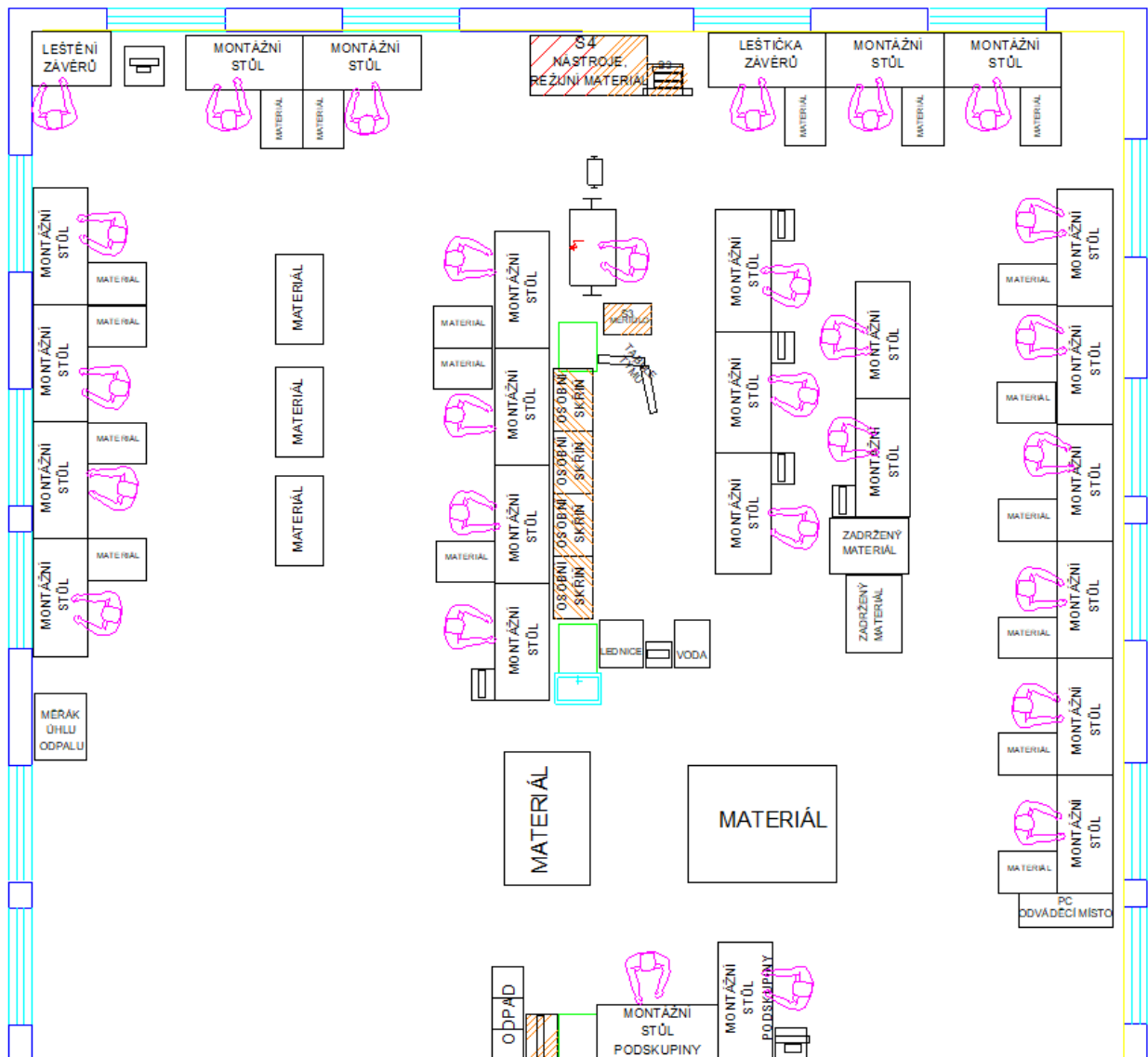
5. Současné řešení montáže

Pro firmu je typická soustředěná montáž s prvky rozčleněné montáže. Jak je popsáno v kapitole 2.2.2., soustředěná montáž se provádí spojováním jednotlivých součástí na jednom stacionárním pracovišti, zatímco při rozčleněné montáži se výrobek montuje na několika montážních pracovištích současně. Při skládání pistole CZ P-10 se velká část sestavy montuje na jednom pracovišti. Zápalek a zásobník jsou však na finální pracoviště dodávány již předmontované.

Výhodou tohoto řešení montáže je, že operátor nemusí nikde přecházet a má přehled o celé sestavě. Pracoviště jsou také velmi univerzální a náklady na jejich pořízení byly příznivé.

Naopak mezi nevýhody můžeme zařadit menší výrobní kapacity jednotlivých pracovišť, což je také jeden z důvodů, proč je na hale v současné době 23 montážních stolů, z nichž se k montáži zadané sestavy využívá téměř polovina.

Dispoziční řešení stávající montáže je znázorněno na obrázku na následující straně.



Obrázek 11 – Dispoziční řešení současné montáže

Na obrázku je znázorněná část haly věnující se montáži krátkých palných zbraní. Pistole CZ P-10 jsou sestavovány u několika ze zobrazených stolů. Mezi další zbraně montované v této části patří například CZ P-07, CZ 75 a CZ SHADOW 2.

5.1. Současné montážní pracoviště

Samotné montážní pracoviště sestává ze stolu, ergonomické židle a vozíku s materiálem. Ve vozíku s materiálem se dováží závěry, hlavně, rámy a předmontované sestavy (zápalník a zásobník). Na stole před montážníkem jsou položené nástroje, které popisují v následující kapitole, a krabičky s drobnějším materiálem.

V prostoru montážní haly CZUB je přísně zakázáno focení (hala má vlastní vrátnici s detekčním rámem a ostraha má nařizeno přelepovat i čočky fotoaparátů na mobilních telefonech), proto nebylo možné abych přiložil fotografii přímo daného pracoviště. Alespoň pro ilustraci však slouží následující obrázek, na kterém je pracoviště pro montáž pistolí České zbrojovky zřízené Českou zbrojovkou v peruánském armádním závodě FAME.



Obrázek 12 – Montážní stůl, Zdroj: Archiv CZUB

Prováděná pracovní činnost se označuje jako přesná. Platí pro ni, že optimální zraková vzdálenost by měla být 25 – 35 cm, což je splněno. Je-li pracovník nižšího,

nebo naopak vyššího vzrůstu, může si upravit výšku židle, čímž upraví i zrakovou vzdálenost.

Na pracovišti dochází jen k minimálnímu zvedání a k přenášení nedochází vůbec. I v případě, že by k němu mělo docházet, hmotnost celé sestavy se pohybuje v rozmezí do 1 kg, což i pro častou manipulaci bez problémů splňuje limit. Kumulativní zátěž je z důvodu téměř nulového zvedání i přenášení jakýchkoliv břemen po celou dobu směny taktéž naprosto v pořádku.

Osvětlení je zajištěno pomocí řady oken po celém obvodu haly (viz obrázek 11) a zářivkových trubíc nad pracovišti, a to v naprosto dostatečné míře. Hluk na hale se drží ve velmi nízké hladině, k čemuž přispívá i téměř úplná absence strojů. Nejedná se o prašné prostředí, nevyskytuje se zde žádné škodlivé záření, ani zde neproudí vzduch přílišnou rychlostí. Teplota a vlhkost vzduchu jsou též vyhovující, a proto lze prostředí montážní haly prohlásit za ergonomicky vhodné.

Zásobování probíhá tak, že hlavní díly zbraní (závěr, hlaveň, rám) jsou dopraveny výtahem z pracoviště povrchové úpravy, poté putují na popis laserem, odkud jsou v přepravkách s oddíly přepraveny na montážní stanoviště. Ostatní části jsou vydávány v krabičkách, a to na kusy, většinou pomocí váhy. Po sestavení putuje zbraň přes výstupní kontrolu a evidenci na střelnici, kde je testována.

5.2. Analýza nástrojů pro proces montáže

Firma dbá na maximální jakost svých výrobků a většina hlavních částí prochází 100% kontrolou. Díky tomu při montáži platí metoda absolutní vyměnitelnosti, což je metoda, která dovoluje montáž všech součástí bez úprav. To v praxi znamená že na montážních pracovištích není potřeba mít pilníky, brusky a podobná zařízení.

- a) Kladivo – Pro proces montáže je důležité malé kovové kladivo, kterým se především natloukají svinuté kolíky sloužící k zajištění určitých podsestav

v rámu zbraně. Kladívko je k natloukání používáno v kombinaci s na jedné straně zúženým kovovým kolíkem.

- b) Natloukací kolík – Přípravek v podobě na jedné straně zúženého kovového kolíku s ochrannou silonovou „čepičkou“ je používán v kombinaci s kladivem k natloukání svinutých kolíků a čepů. Silonová čepička na kolíku má ochrannou funkci, aby neprobíhal úder „železo na železo“ a aby se omezil hluk na hale. Úder kladiva na silon je mnohem tišší, než úder přímo na kov.
- c) Dřevěný nebo silonový blok – Tento blok slouží při natloukání svinutých kolíků a případně i čepů jako podložka. Je potřeba aby tento blok nepoškodil (například škrábanci) povrchovou úpravu zbraně a zároveň musí být dostatečně tvrdý, aby svinuté kolíky nezajely moc hluboko.
- d) Plochý šroubovák – Plochý šroubovák střední velikosti se používá při montáži závěru, kdy je potřeba zatlačit sestavu zápalníku vybavenou pružinou dovnitř do závěru, aby bylo možné nasadit krytku závěru. Další využití plochého šroubováku je při nacvakování pružiny záchyty závěru. Někdy je šroubovák též využíván k posunu menších částí, jež se usazují na místa (např. v rámu), kam je horší přístup.
- e) Křížový šroubovák – Malý křížový šroubovák se používá jen v ojedinělých případech, kdy je dle požadované specifikace zbraně třeba namontovat desku kolimátoru a její krytku.
- f) Kleště – Úzké ploché kleště jsou určeny k usazování drobných dílů na špatně přístupná místa. Někteří pracovníci si místo jejich použití pomohou plochým šroubovákem. Kleště lze použít i pro jemnou manipulaci například při nasazování pružin spoušťové páky nebo při zavádění svinutých kolíků a čepů.

Šroubováky a kleště jsou zvoleny vhodně, ovšem místo kombinace silonové podložky, kovového kolíku a kladiva bych si dovolil navrhnout ruční lis. Jde o jednoduchý nástroj o rozměrech cca 20x20 cm. Jeho cena se pohybuje v řádu tisícikorun, a vzhledem k poměrně velkému množství kolíků a čepů v každém výrobku se domnívám, že by jeho pořízení bylo výhodné. Tomuto návrhu se dále věnuji v kapitole 6.2.3.

5.3. Postup montáže zadané sestavy

Vzhledem k tomu, že zbraň sestává z mnoha dílčích částí, následuje po procesu výroby kompletace těchto součástí do výsledného funkčního celku. Sestavovány jsou díly vyráběné samotnou firmou a zakoupené, či vyrobené od subdodavatelů. Montáž je závěrečnou částí výrobního cyklu.

Při montáži je aplikována výběrová metoda – určitá skupina součástí ze kterých se provádí montáž je speciálně vybrána. Jedná se o určité hlavní části zbraně (hlaveň, závěr, rám), které jsou k sobě již před cestou na montážní stanoviště přiřazeny a následně jsou popsány na laseru shodnými výrobními čísly. Každý výrobek (zbraň) musí mít vlastní unikátní výrobní číslo a všechny jeho popsané díly musí mít číslo shodné.

V této kapitole budu uvádět za jednotlivými díly v závorce příslušná čísla, která odpovídají číslům na již dříve uvedeném obrázku 10 a to z toho důvodu, aby bylo pro čtenáře snazší zorientovat se v dílech a představit si proces montáže.

Základním dílem této sestavy, k němuž se montuje většina ostatních částí, je rám zbraně (na obrázku 10 je zobrazen pod číslem 13).

Ze všeho nejdříve se na zvláštním pracovišti smontuje sestava zápalníku (3). To probíhá tak, že se do kontejneru zápalníku (3c) nasune pružina automatické pojistky (3f), poté se pod pružinu přiloží automatická pojistka (3d), pružina se natáhne, automatická pojistka se též zasune do kontejneru zápalníku a následně se díly spojí pomocí čepu automatické pojistky (3g). Tento čep drží napnutou pružinu a pojistku v kontejneru zápalníku takovým způsobem, aby se automatická pojistka mohla v jistém rozsahu otáčet. Po dokončení této podsestavy se kontejnerem zápalníku prostrčí zápalník (3a), na který se následně z druhé strany nasune bicí pružina (3e), ta se následně stlačí a pomocí dvou držáků pružiny (3b) se díly vzájemně zajistí.

Veškerá ostatní montáž již probíhá v rámci jednoho montážního pracoviště. Jako první se uchopí největší díl sestavy - rám (13), přiloží se k němu hřbet (14), nasune se do připravených kolejniček, a nakonec se za pomoci kladiva a natloukacího kolíku zajistí kolíkem hřbetu (33).

Dalším krokem je montáž zádržky zásobníku (8). Na kolík zádržky zásobníku (27) nasadíme pružinu zádržky zásobníku (23) a vložíme je do zádržky zásobníku (8). Tu potom prostrčíme odpovídajícím otvorem v rámu (13) a pomocí čepu zádržky zásobníku (9) ji v rámu zajistíme.

Jako další se montuje podsestava zadního bloku. Ta se skládá z celkem dvanácti dílů. Zde si nejdříve připravíme spoušť (15). Pružinu pojistky spouště (26) zasuneme do pojistky spouště (16), následně je vsuneme do drážky ve spoušti (15) a zajistíme pomocí čepu pojistky spouště (34). Poté složenou spoušť přiložíme k spoušťové páce a zajistíme ji čepem spoušťové páky (28). Do každého ze dvou ok na spoušťové páce (7) zavěsíme pružiny spoušťové páky (22). Druhé konce pružin potom nastavíme k otvorům v zadním bloku (5) a přichytíme je kolíkem pružiny spoušťové páky (29). Pružiny napneme. Do vypínače spoušťové páky (10) vložíme pružinu vypínače spoušťové páky (24), potom je vložíme do zadního bloku a specifickým pohybem spoušťové páky mechanismus uvedeme do požadované pozice. Nakonec celou sestavu vložíme do zadní části rámu, nad rukojeť. Sestavu na daném místě upevníme pomocí dvou svinutých kolíků zadního bloku (31), na které jsou v rámu připravené otvory.

Pustíme se do přípravy předního bloku. Na k tomu určené výstupky předního bloku (4) nasadíme záchyt závěru (6) a jejich vzájemnou pozici určíme pomocí pružiny záchyty závěru (21), která se nejprve vloží do drážky v předním bloku a následně se zahákne za výstupek na záchyty závěru. Sestavu předního bloku vložíme do rámu a upevníme ji čepem předního bloku (35) a svinutým kolíkem předního bloku (32).

Nyní přichází na řadu demontážní destička. Do kostky demontážní destičky (18) vložíme pružinu demontážní destičky (25) a následně je obě vložíme do předního bloku (4), který je již vložen v rámu (13). Při montáži demontážní destičky musíme kostku s pružinou zamáčknout do příslušného výklenku a následně demontážní destičku (11) protahujeme skrz otvor v rámu a předním bloku až nakonec zapadne na své místo a zablokuje kostku demontážní destičky s pružinou demontážní destičky uvnitř. Sestava rámu zbraně se nyní dá považovat za kompletní.

Poslední podsestavou, kterou je třeba složit je závěr. Jedná se o horní část zbraně, která se po každém výstřelu pohybuje vzad a vpřed. Zde jako první uchopíme závěr (1) a do připravených drážek vložíme set mířidel (38). Set mířidel se skládá z hledí a mušky, jejichž parametry se mohou u jednotlivých zbraní lišit. Mířidla poté upevníme pomocí šroubu mušky (36) a šroubu hledí (37). Z boku závěru je výřez určený pro vytahovač. Nejprve do něj vložíme pružinu vytahovače (20), kterou následně přitiskneme samotným vytahovačem (12) a oba díly zajistíme na pozici pomocí čepu vytahovače (30). V zadní části závěru je otvor pro vložení již předem připravené sestavy zápalníku (3). Ten následně uzavřeme pomocí krytky závěru (17) a to tak, že krytku nasuneme do kolejničky tak, aby směřovala žebrováním ven, zatáhneme zápalník dopředu a krytku docvakneme na správnou pozici. Do přední části závěru vložíme kolíbovým pohybem jednu z hlavních částí zbraně, hlaveň (2), a jako poslední přijde na řadu vratná pružina (19) se svým vodičem, kterou nasuneme do čela závěru a následně zamáčkneme a zapřeme o zadní část hlavně. Takto sestavený závěr nasuneme zepředu na ližiny v horní části rámu a táhneme ho dozadu až dokud necvakne demontážní pojistka, která zajistí, aby závěr z rámu nesjel.

U takto složené zbraně je vhodné ověřit její funkci několikerým natažením závěru dozadu a stisknutím spouště. Správnost funkce se posuzuje pohledem, citem a sluchem.

Na závěr se do zbraně vloží zásobník (39), který je dodáván již předem smontovaný. Jen doplním, že se skládá z těla zásobníku, podavače, pružiny zásobníku, dorazu a patky.

V tuto chvíli je zbraň složená, pouze u některých jejích specifikací se pomocí dvou šroubů desky kolimátoru (43) přišroubuje deska kolimátoru (42) a na tu se pomocí dvou šroubů krytky (41) přišroubuje krytka (40). Deska kolimátoru slouží k uchycení kolimátoru neboli reflexního zaměřovače, což je optické zařízení s jednou čočkou sloužící k zaměření cíle.

5.4. Kapacitní plánování a norma času

Kapacitní plánování odráží potřebu vstupů pro zajištění výrobního plánu. Jde zejména o plán materiálových položek, plán personálu a kapacitní plán výrobních linek.

Plánování personálu z hlediska kapacit vychází z ročního plánu odbytu, který je stanoven vždy v posledním čtvrtletí předchozího roku. Kapacitní plán je sestaven ve struktuře jednotlivých výrobních úseků. Jeho bází jsou plánované počty kusů finálních výrobků a jim odpovídající normy v daném výrobním úseku. Celkový plánovaný výrobní čas je přepočten do počtu pracovníků potřebných pro zajištění požadované kapacity za pomoci fondu pracovní doby. Fond pracovní doby na 1 pracovníka vychází z údajů v následující tabulce.

Tabulka 1 - Roční fond pracovní doby pracovníka

Přítomnost	Dny
Kalendářní dny	365
Víkendové dny	107
Státní svátky	10
Dny dovolené	20
Průměrná nemocnost	14
Fond pracovní doby	214

Každá směna má 7,5 hodiny pracovní doby. Hodinový fond pracovní doby potom můžeme získat jednoduchým vynásobením.

Hodinový fond pracovní doby = fond pracovní doby * hodiny na směnu

Hodinový fond pracovní doby = 214 * 7,5 hodin

Hodinový fond pracovní doby = **1605 hodin za rok**

Výrobní úkol neboli množství výrobků, které se mají vyrobit za rok je 120 tisíc kusů zbraní. Výroba a její kapacity se uzpůsobují právě podle výrobního úkolu. Montážní čas potřebný k sestavení konečného výrobku na současném montážním stanovišti je zhruba 6 minut 30 vteřin. Po započítání času obecně nutných přestávek (oddech, hygiena...) nám vychází norma času (průměrný čas konečné montáže jedné zbraně) okolo sedmi minut. Tyto časy jsem vysledoval a změřil přímo na pracovišti. Předpokládám, že pracovníci budou někdy pracovat rychleji a jindy pomaleji, nicméně ve výsledném součtu budou plnit normu na 100 %.

Abych mohl časy dosadit do vzorce, musím je převést na stejné jednotky, proto převedu hodinový fond pracovní doby na fond výrobního času jednoho pracovníka v minutách.

Fond výrobního času 1 pracovníka = hodinový fond pracovní doby * 60

Fond výrobního času 1 pracovníka = 1605 * 60

Fond výrobního času 1 pracovníka = **96300 minut za rok**

Nyní máme všechny parametry, které potřebujeme k dosazení do vztahu:

$$d = \frac{Q * VN}{F_{vč} * pVN}$$

$$d = \frac{120000 * 7}{96300 * 1}$$

$$d = 8,72 \doteq \mathbf{9 \text{ pracovníků}}$$

Kde:

d = počet pracovníků

Q = objem výroby

VN = výkonová norma

$F_{v\check{c}}$ = fond výrobního času 1 pracovníka

pVN = předpokládané plnění výkonové normy

Ze vzorce nám vyšlo, že je potřeba 8,72 pracovníka. 9 pracovníků by tedy mělo být pro výrobu dostačujících, dokonce s jistou rezervou. Pro firmu je dobré, že dané zaokrouhlení (rezerva) není příliš velké a nebudou tedy vznikat přílišné ztráty z podmíněčně nutných přestávek. Ty vznikají, když pracovník čeká na práci.

Nepřímý výrobní personál (mistři, přípraváři, skladníci) je plánován na základě potřeby zajištění servisu v jednotlivých úsecích bez přesně definovaných propočtů.

6. Návrhy nových řešení montáže

V následující kapitole navrhuji různé způsoby řešení montáže. U těchto návrhů následně přiblížím pozitivní a negativní dopady v porovnání se současným montážním řešením, případně vysvětlím, proč dané řešení není vhodné k aplikaci.

6.1. Vymezení hranic navrhovaného montážního systému

Před začátkem návrhu systému je důležité vymežit jeho hranice. Navrhovaný montážní systém bude tvořen montážními pracovišti nebo linkou, operátory a zásobníky na vstupní materiál a hotové díly.

Zásobování materiálem je již mimo navrhovaný systém, stejně jako doprava hotových výrobků či jiných materiálů z linky.

Systém řízení výroby probíhá dle standardů firmy pomocí výrobních příkazů a též nebude součástí návrhu.

6.2. Racionalizace současného pracoviště

Současné montážní pracoviště lze vylepšit několika způsoby, o kterých se domnívám, že by urychlily nebo přinejmenším z hlediska ergonomie usnadnily a zpříjemnily práci montážním dělníkům. Jedná se o pořadač sloužící k odkládání nástrojů, přípravek k fixaci a naklonění krabiček, nákup ručního lisu a instalaci upínače rámu.

Výhodou racionalizace současného pracoviště je, že lze provést rychle, poměrně levně, a navíc zůstane zachována univerzálnost pracoviště, tudíž bude moci být použito i na montáž jiných sestav.

6.2.1. Pořadač sloužící k odkládání nástrojů

První z mých návrhů sloužících k racionalizaci pracoviště montáže pistolí CZ P-10 se týká uložení nástrojů a pomůcek. V současnosti pracovník nástroj po použití zkrátka odloží zpět na stůl, což způsobuje že je nástroj pokaždé na odlišné pozici a může se odkutálet, či někdy dokonce spadnout ze stolu.

Při použití například pěnové vložky, jako je na následujícím obrázku 13, se zajistí, že nástroje budou mít pevně danou pozici a montážník ví kam přesně pro ně sáhnout, což urychlí jeho pohyb. Uložení šroubováků a natloukacího kolíku též zamezí jejich odkutálení.



Obrázek 13 – Pořadač pěnová vložka [21]

I když by pořadač měl zamezit volnému pohybu nástrojů, nesmí být příliš těsný, nebo vysoký, aby do něj šly nástroje volně a rychle vkládat a při odebírání šly dobře uchopit. Vhodné je, aby byl zajištěn i proti klouzání a držel tak stále na místě kam si ho pracovník umístí. Toho lze docílit například podlepením gumou.

Pořadač může být vyroben z pěny (viz obrázek 13), tvrdého plastu či gumy. Vložka z tvrdého plastu se vyrábí jen ve velkých objemech, tudíž je v našem případě nevhodná (bylo by příliš drahé vyrobit ji na míru v pouze několika kusech). Gumová vložka je výrobu též složitější, tím pádem i výrazně dražší než pěnová. Pěnová vložka je nejlevnější, a přestože se nejrychleji opotřebovává, domnívám se, že je v tomto případě nejlepší volbou. Pořízení pěnového pořadače se pohybuje v řádu stovek korun.

Při začátku a ukončení směny je v pořadači rychle též rychle vidět, zdali některá položka chybí, nebo je vše na svém místě.

6.2.2. Přípravek upravující polohu krabiček

Dalším mým návrhem racionalizace montážního pracoviště je umístění krabiček obsahujících montážní součástky do vhodnější polohy. Poloha krabiček by měla být ideálně taková, aby byly v dobrém dosahu z hlediska ergonomie, aby z nich šly součástky rychle a dobře brát a zároveň do nich bylo vidět.

Na trhu se pohybuje několik firem, které sestavují konstrukce sloužící k uchycení plastových boxů a jejich správnému umístění. Jedno z možných řešení je na obrázku 14 na následující straně.

Ideální umístění plastových boxů se součástkami je v takové vzdálenosti, aby měl pracovník dostatek prostoru na vlastní montáž, ovšem zároveň do všech krabiček pohodlně dosáhnul. Těmto požadavkům odpovídá umístění v půlkruhu ve vzdálenosti téměř natažené ruky od montážníka. Vzhledem k nutnosti umístit zhruba 35 boxů s materiálem, bude nutné umístění alespoň ve dvou řadách či patrech.



Obrázek 14 – Rameno s držákem boxů [22]

Umístění lehce zešikma směrem k montážníkovi umožní snazší přístup do boxu, a navíc montážník součástky v boxech lépe uvidí a rychleji tedy najde, co potřebuje. Šikmým umístěním se dosáhne také toho, že součástky budou klouzat ke spodní části boxu a pracovník je tedy nebude muset „lovit“ po celé krabici.

Požadované polohy boxů lze docílit vyhotoveným držákem ze speciálních profilů, jehož cena se pohybuje v řádu tisíců korun, nebo i primitivními klíny (například dřevěnými) opatřenými zarážkou, jejichž cena bude výrazně nižší.

Výhodou této úpravy jsou lepší dosahové vzdálenosti a pohodlnější a rychlejší nalezení a úchop součástek.

6.2.3. Použití ručního lisu

Jak jsem zmínil již v kapitole 5.2., místo kombinace silonové podložky, kovového kolíku a kladiva lze využívat ruční lis. Ruční lis je jednoduché zařízení fungující na principu páky a v našem případě není nutné, aby zvládal vysoký tlak. K montáži čepů a svinutých kolíků je stačí pouze zavést na své místo lehkým tlakem, k čemuž postačí základní model ručního lisu. Takový model je zobrazen na další stránce na obrázku 15.

Při současné natloukací metodě musí montážník položit součást na silonový blok, nastavit svinutý kolík nebo čep do správného otvoru, jednou rukou uchopit natloukací kolík a přiložit ho k čepu a druhou rukou uchopit kladivo a poklepáním na natloukací kolík naklepat čep do otvoru. Při použití lisu by montážník musel vložit součást do lisu, nastavit svinutý kolík nebo čep do správného otvoru a následně ho pákou zatlačit na své místo.



Obrázek 15 – Ruční lis [22]

Základní model lisu, jehož cena se pohybuje okolo pěti tisíc korun, by bylo nutné vybavit gumovou či silonovou podložkou, aby nedošlo k poškození povrchové úpravy montovaných dílů.

Výhodou pořízení lisu je možnost rychlejší a snadnější aplikace čepů a svinutých kolíků. Nevýhodou je, že si obsluha musí dát pozor, aby byly zaváděné součásti před zmáčknutím páky lisu opravdu ve správné a svislé poloze, jinak může dojít k jejich destrukci.

6.2.4. Instalace upínače rámu

Vzhledem k tomu, že mnoho součástí je vkládáno a upevňováno do rámu (díl číslo 13 na obrázku 10, str. 46), navrhuji vybavit montážní pracoviště rychloupínacím zařízením pro jeho uchycení.

Jestliže si pracovník rám uchytí, bude mít obě ruce volné k provedení montáže potřebných součástí, což by mělo danou montáž urychlit. Aby čas neztrácel pro změnu upínáním rámu, navrhuji použít rychloupínací systém jako rychloupínací svěrák s měkkými čelistmi, který se upíná pootočením páky, nebo upínání založené na funkci pružiny (například pružinová svorka).

Výhodou přidání upínacího zařízení na montážní pracoviště je uvolnění ruky pracovníka, která by jinak musela nyní upnutou část držet. Tím pádem může pracovník využít k montáži obě ruce, čímž se proces urychlí. Urychlení montáže za použití obou rukou nastává díky možnosti jednou rukou vkládat součást a druhou rukou ji navádět nebo domačkávat. Zároveň je snadnější si součásti přechytnout do lepší pozice, což opět usnadňuje jejich zavedení.

Naopak nevýhodami je nutnost upnutí, které by ale mělo zabrat méně času, než kolik se ušetří montáží pomocí obou rukou a možnost, že bude upínací mechanismus i při vhodném umístění pracovníkovi překážet v pohybu na pracovišti například při braní součástí z boxů.

Cena navrhovaného rychloupínacího svěráku s měkkými čelistmi se obvykle pohybuje do dvou tisíc korun českých.

6.3. Využití rozčleněné montáže

Při rozčleněné montáži se výrobek montuje na několika montážních pracovištích současně. Hlavním předpokladem pro tento druh montáže je možnost rozdělení výrobku na jednotlivé díly, podsestavy a sestavy v souladu s montážním

schématem, což je u výrobku CZ P-10 do jisté míry možné. Celková montáž nakonec představuje spojení dílů, podsestav a sestav v hotový produkt.

Montáž by bylo možné rozčlenit na 3 pracoviště. Na prvním z nich by byly sestavovány podsestavy zadního a předního bloku, na dalším sestava závěru a na posledním by probíhala kompletace finálního výrobku.

Výhodou rozčleněné montáže je schopnost provést současně předmontáže jednotlivých celků. To by umožnilo mít na jednotlivých pracovištích méně druhů součástí, méně nástrojů a větší specializace pracovišť na konkrétní podsestavy by pravděpodobně umožnila i snížení jejich normy času. Montáž z menšího počtu dílů by též umožnila využít méně kvalifikované pracovníky. Současný stav, ve kterém se využívá několik stejných pracovišť, by bylo možné transformovat na specializovaná pracoviště rozčleněné montáže poměrně snadno.

Mezi nevýhody lze zařadit to, že některá z malých součástí by se při přepravě mohla ztratit, některý čep by mohl vypadnout a podobně. Kvůli této možnosti, spolu s možnou chybou pracovníka, která by se zpětně špatně dohledávala, by bylo nutné zřídit dodatečná pracoviště kontroly, nebo přinejmenším by museli přebírající pracovníci kontrolovat celistvost převzatých podsestav. Další problém vzniká již dříve zmíněným popisem na laseru. Po tomto popisu se v žádném případě nesmí zaměnit k sobě patřící hlaveň, závěr a rám. Hlaveň se závěrem by sice byly skládány na stejném pracovišti, ale sestava rámu by vznikala na jiném. Proto by se musely vždy dohledávat komponenty se stejným sériovým číslem, což by montáž opět zbytečně komplikovalo.

6.4. Využití proudové montáže

Proudová montáž se provádí na nepohyblivých montážních pracovištích, kde specializovaní montážní pracovníci provádí pouze určitou část montáže. Každý pracovník má vymezený určitý rozsah prací a po výkonu přechází podsestava z

jednoho pracoviště na druhé. Montážní práce se dělí až na jednotlivé operace či úkony. Tento druh montáže je díky pevnému synchronizovanému taktu dopravy součástí vhodný k automatizaci.

Vzhledem k sestavování přibližně 550 výrobků za den se nabízí využití proudové montáže. K jejímu zavedení by stačilo upravit současná pracoviště, z nichž většina je již nyní seskupena takovým způsobem, že by umožnily proudovou montáž bez dalšího přemísťování.

Podobně jako u návrhu rozčleněné montáže, i zde přichází v úvahu rozčlenění na 3 pracoviště. Práce na nich prováděné se však budou lišit. Na prvním z nich by se do rámu zavedla zádržka zásobníku a sestavil se zadní blok. Druhé pracoviště by zajišťovalo montáž hřbetu, předního bloku a demontážní destičky. Na posledním pracovišti by docházelo k montáži závěru a zavedení zásobníku plus celkové kontrole sestavy. Můžete si povšimnout, že navrhuji montáž hřbetu až na druhém pracovišti, přestože v montážním postupu jsem ji uvedl jako první. Je to z toho důvodu, že montáž na všech pracovištích musí trvat podobně dlouho, a protože hřbet může být připevněn kdykoliv, použil jsem ho k vybalancování časů pracovišť.

Výhodami proudové montáže je, podobně jako u montáže rozčleněné, možnost mít na jednotlivých pracovištích méně druhů součástí a méně nástrojů. Též užší specializace jednotlivých pracovišť by pravděpodobně snížila normy času. Oproti rozčleněné montáži by však odpadlo nebezpečí ztráty či uvolnění některé součásti, protože by byly jednotlivé celky přímo zaváděny na svá místa v rámu a upevněny. Další výhodou by bylo i snížení počtu stanovišť, která je nutné zásobovat a z kterých je nutné odebírat hotové výrobky, a to na jednu třetinu (protože se z hlediska logistiky spojí 3 pracoviště do jednoho celku). K zavedení tohoto typu montáže není potřeba výrazných zásahů do rozmístění haly.

K nevýhodám patří nutnost pečlivější kontroly než u současného systému, vzhledem k tomu, že se na montáži podílí více osob. Také by bylo opět nutné zajistit, aby hlavní součásti k sobě patřící (hlaveň, závěr a rám) nebyly v žádném

případě zaměněny. Pravděpodobně by tedy od prvního až po poslední pracoviště putovat spolu a pracovníci by museli hlídat jejich kompatibilitu, čímž však již vzniká nový prostor pro chyby.

6.5. Využití předmětné montáže

Předmětně organizovaná montáž patří mezi montáže pohyblivé. Charakterizuje ji volný pohyb montovaného předmětu, který postupuje jednotlivými montážními pracovišti. Pracovníci zde vykonávají jen danou neustále se opakující činnost.

Předmětná montáž by v našem případě byla velice podobná montáži proudové a měla by podobné výhody a nevýhody. Proto nemá význam ji dále rozpracovávat.

6.6. Využití linkové montáže

Pro tento druh montáže je charakteristický nucený pohyb montovaného předmětu, daný taktem montážní linky. Linková montáž bývá občas označována také jako montáž plynulá. Je u ní nutné dodržet sled operací, které se vykonávají s periodickým taktem a nepřetržitým pohybem. Taktem montáže se nazývá časový úsek mezi smontováním dvou hotových výrobků a je regulován rychlostí dopravníku. Linky se využívají při velkosériové výrobě.

Při využití linkové montáže vzniká kvůli stálé rychlosti dopravníku tlak na lidský personál, který je potom náchylnější k tomu, dělat chyby. Navíc má aplikace linkové montáže většinou význam až při velkosériové výrobě. Pro produkt CZ P-10, který vzniká v průměrném počtu 550 kusů za den, ji tedy nedoporučuji.

6.7. Automatizované nebo robotizované pracoviště

Dalším možným řešením by se mohla zdát především v poslední době velice populární automatizace nebo dokonce robotizace montážního pracoviště. S těmi bohužel velmi výrazně poroste cena a nároky na zabezpečení pracoviště.

Většina úkonů prováděných při montáži je pro stroj relativně komplikovaná. Například montáž pružin, kterých je v sestavě několik druhů, je pro technologii náročná. Navíc se sestavuje množství různých dílů rozdílných tvarů a velikostí, což by použití automatizace nebo robotizace ještě více komplikovalo, nemluvě o vysokých nákladech na pořízení takového systému. Automatizovat, ani robotizovat tedy toto montážní pracoviště nedoporučuji.

7. Výběr racionálního montážního řešení

Racionální řešení by mělo být nejlepším možným z hlediska bezpečnosti, rychlosti a přesnosti provedení jednotlivých operací, pořizovací ceny, bezporuchovosti a minimální rozměrové náročnosti. Současné nedostatky by měly být vyloučeny a podmínky na pracovišti obecně zlepšeny

V kapitole 6. jsem uvedl několik návrhů na změnu montážních pracovišť spolu s jejich pozitivními a negativními dopady. Některé z těchto návrhů má větší smysl realizovat než jiné. Za nejlepší z nich, tedy racionální návrh, považuji racionalizaci současného pracoviště přiblíženou v kapitole 6.2.

Automatizované nebo robotizované pracoviště stejně jako linkovou montáž jsem zavrhnul, mimo jiné proto, že náklady na pořízení těchto pracovišť jsou příliš vysoké a neodpovídají přidané hodnotě, kterou by přinesly. Automatizaci by bylo taktéž velice obtížné provést z toho důvodu, že produkt CZ P-10 má mnoho rozdílných součástí, tudíž proces jeho montáže není k automatizaci vhodný.

Česká zbrojovka a.s. si zakládá především na kvalitě svých produktů. Proto jsou z jejího hlediska nejzávažnější ty problémy, které mohou negativně ovlivnit kvalitu výrobků, a to i přesto, kdyby mohly přinést zlepšení například ve výrobních časech. I z toho důvodu jsem se rozhodnul nevybrat jako racionální řešení využití proudové, nebo rozčleněné montáže. Ty by mohly zkrátit montážní čas sestavy, ale ne o tolik, aby to převážilo všechna negativa.

Racionálním montážním řešením by bylo za současného montážního postupu sestavovat výrobek na pracovišti upraveném podle pokynů z kapitoly 6.2., kde jsou zmíněna vylepšení jako:

- a) zavedení pořadače sloužícího k odkládání nástrojů,
- b) použití přípravku k fixaci a naklonění krabiček,
- c) použití ručního lisu,
- d) instalace upínače rámu.

Tato vylepšení urychlí nebo přinejmenším usnadní a zpříjemní práci montážním dělníkům. Není nutné zavádět všechna opatření, případně je zavádět najednou, ale každé z nich je krokem k racionalizaci daného montážního pracoviště. Celkové náklady na zavedení všech čtyř vylepšení se v závislosti na zvolené variantě pohybují okolo deseti až patnácti tisíc korun českých, což vzhledem k jejich kladům vnímám jako velice příznivou cenu. Zároveň zůstane zachována univerzálnost pracoviště, které tedy bude moci být použito i na montáž jiných sestav, případně bude snadné ho upravit ke zcela jinému využití.

Závěr

První část mé práce je teoretická a tvoří informační základnu pro část praktickou. V teoretické části je vysvětleno, co je to racionalizace a následně jsou popsány základy montáže, její členění a organizace. Dále popisují činnosti, které se během montážních operací mohou vyskytovat.

Ve druhé, praktické části, jsem charakterizoval podnik a následně čtenáře seznámil s výrobkem, jehož montážní pracoviště jsem později racionalizoval. Vytvořil jsem rozpadový kusovník daného výrobku a v další kapitole jsem přiblížil současné montážní pracoviště, nástroje na něm používané a postup jakým se sestava montuje. Na závěr kapitoly jsem provedl kapacitní propočty. V další kapitole se zabývá návrhem nového řešení pracoviště. Popisují zde různé varianty řešení a jejich klady a zápory. V poslední kapitole své práce jsem zhodnotil různá řešení z předchozí kapitoly a vybral racionální montážní řešení, kterým je za současného montážního postupu sestavovat výrobek na pracovišti racionalizovaném pomocí pořadače sloužícího k odkládání nástrojů, přípravku, který naklání a fixuje krabičky v požadované pozici, ručního lisu a upínače rámu.

Cílem mé práce bylo navrhnout nová řešení montáže pistole CZ P-10 ve firmě Česká zbrojovka a.s. a vybrat z nich racionální montážní řešení. Vzhledem k odstranění hlavních nedostatků pracoviště a zlepšení podmínek pracovníků mnou navrženým montážním řešením, se domnívám, že byl cíl práce splněn.

Zdroje

- [1] BUCHTA, Miroslav. Organizace provozu podniku, Pardubice: Univerzita Pardubice, 2010. 150 s.
- [2] NOVÁK, Josef a Pavlína ŠLAMPOVÁ. Racionalizace výroby [online]. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007, 75 [cit. 2021-5-8]. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>
- [3] LÍBAL, Vladimír a kol., 1989. Organizace a řízení výroby. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury
- [4] DRDOVÁ, Vendula. Optimalizace výrobní linky ve vybraném výrobním podniku. Praha, 2007. Diplomová. Vysoká škola ekonomická v Praze.
- [5] PRECLÍK, Václav, (2002) Průmyslová logistika. Praha: Vydavatelství ČVUT
- [6] ZELENKA, Antonín a Václav PRECLÍK, (2005) Základy racionalizace práce a normování výkonu. Praha: EDUKA
- [7] ZELENKA, Antonín. Projektování výrobních procesů a systémů. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007, 135 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
- [8] Strojírenská ergonomie, 2018. Poznámky z kurzů Ladislava VANIŠE. České vysoké učení technické v Praze.
- [9] THOMOPOULOS, Nick T.: Assembly Line Planning and Control, Springer 2013, ISBN 978-3-319-01399-2
- [10] JUROVÁ, Marie: Výrobní a logistické procesy v podnikání, Grada Publishing 2016, ISBN: 978-80-247-5717-9
- [11] SHROPSHIRE, Thomas: Assembly Line Balance, TDS Publishing 2018, ISBN-10: 0996872124, ISBN-13: 978-0996872126.
- [12] ŘASA, Jaroslav, Jindřich KAFKA a Václav HANĚK. Strojírenská technologie 4: návrhy nástrojů, přípravků a měřidel: zásady montáže. Praha: Scientia, 2003. ISBN 80-7183-284-7.
- [13] PETRŮ, Jana a Robert ČEP. Základy montáže. Vyd. 1. Ostrava: Fakulta strojní VŠB-TUO, 2012, ISBN 978-80-248-2773-5.

- [14] JUŘICOVÁ, Vendula, 2015. Koncept montážní linky pro montáž centrální části systému termoregulace motoru. BRNO. Diplomová práce. VUT
- [15] HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: technologické projekty I. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
- [16] Výroční zpráva 2020 [online]. Uherský Brod: Česká zbrojovka, 2021 [cit. 2021-6-7]. Dostupné z: <https://www.czub.cz/file/3061>
- [17] Konsolidované auditované finanční výsledky za 2019 [online]. Praha: Česká zbrojovka Group SE, 2020 [cit. 2021-6-7]. Dostupné z: <https://cdn.czg.cz/docs/CZG-Ceska-zbrojovka-IFRS-consol-report-cze-signed.pdf>
- [18] CZUB - Česká zbrojovka a.s. [online]. Uherský Brod, 2021 [cit. 2021-6-7]. Dostupné z: <https://www.czub.cz/>
- [19] Vojenské zboží, vybavení, military, armáda [online]. Ostrava: Army shop, 2004 [cit. 2021-6-7]. Dostupné z: <https://www.army-shop.cz/>
- [20] CZ P-10 návod na použití. Uherský Brod: Česká zbrojovka, 2020.
- [21] BGS pěnová vložka. Topenilevne [online]. Trutnov: PROFI-UNION, spol. s r.o., 2021 [cit. 2021-6-20]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/bgs-penova-vlozka-pro-bgs-boxsys1-2-sada-kladiva-klesti-sroubovaku-12dilna-p87611/>
- [22] The item Work Bench System 3 [online]. Mokré Lazce: Haberkorn, 2021 [cit. 2021-6-20]. Dostupné z: <https://www.haberkorn.cz/download/detail/58/112/>

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Oblasti preventivní racionalizace [1]	12
Obrázek 2 - Schéma soustředěné montáže [13] (upraveno).....	28
Obrázek 3 - Schéma rozčleněné montáže [13] (upraveno).....	28
Obrázek 4 - Schéma proudové montáže [13] (upraveno).....	29
Obrázek 5 - Schéma předmětné montáže [13] (upraveno).....	30
Obrázek 6 - Schéma linkové montáže [13] (upraveno).....	30
Obrázek 7 – Nejznámější produkty České zbrojovky [19] (upraveno).....	41
Obrázek 8 – Organizační struktura CZUB.....	43
Obrázek 9 – Pistole CZ P-10 C [18].....	44
Obrázek 10 – Sestava CZ P-10 [20].....	46
Obrázek 11 – Dispoziční řešení současné montáže	51
Obrázek 12 – Montážní stůl, Zdroj: Archiv CZUB	52
Obrázek 13 – Pořadač pěnová vložka [21].....	62
Obrázek 14 – Rameno s držákem boxů [22]	64
Obrázek 15 – Ruční lis [22]	65

Seznam použitých symbolů a zkratek

VK – výrobní kapacita

$F_{v\check{c}}$ – fond výrobního času

$N_{\check{c}}$ – normočas výrobku, pracnost

Q – objem výroby

t – výrobní čas

VKK – využití výrobní kapacity

Q_s – skutečný objem výroby

P – produktivita práce

d – počet pracovníků

VN – výkonová norma

pVN – předpokládané přeplnění výkonové normy

F – fluktuace

N_0 – počet pracovníků, kteří odešli

ϕd – průměrný počet pracovníků

T_v – požadovaný výrobní takt

t_v – časový fond

r – rytmus práce linky

tzt – technologické ztráty

tzo – organizační ztráty

z – procento zmetkovitosti

Z_p – zatížení pracovního místa

t_o – součet normočasů operací na pracovním místě

MTM – Methods Time Measurement

MOST – Maynard Operation Sequence Technique

REFA – Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung

atd. – a tak dále

apod. – a podobně

% – procento

Hz – hertz

kHz – kilohertz

dB – decibel

°C – stupeň Celsia

m – metr

cm – centimetr

mm – milimetr

s – sekunda

g – gram

mg – miligram

m³ – metr krychlový

PSČ – poštovní směrovací číslo

a.s. – akciová společnost

s.r.o. – společnost s ručením omezeným

SE – Societas Europaea

LLC - Limited liability company

CZG – Česká zbrojovka Group

CZUB – Česká zbrojovka Uherský Brod

USA – United States of America

AČR – Armáda České republiky

MBA – Master of Business Administration

DiFEND - Digital Firearm Ergonomic Design