

Analýza procesu montáže na vybrané lince ve společnosti WOCO STV s.r.o.

Lenka Trlicová

Bakalářská práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Lenka Trlicová
Osobní číslo: M120161
Studijní program: B6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Řízení výroby a kvality
Forma studia: prezenční

Téma práce: Analýza procesu montáže na vybrané lince ve společnosti WOCO STV s.r.o.

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Provedte průzkum literárních pramenů a zpracujte teoretickou rešerši vztahující se k dané problematice.

II. Praktická část

- Analyzujte montážní proces na vybrané lince ve společnosti WOCO STV s.r.o.
- Navrhněte vhodná opatření pro zlepšení montážních postupů pro operátory na vybrané lince.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

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

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.


WINCEL, Jeffrey P a Thomas J KULL. People, process, and culture: lean manufacturing around the real world. 1st ed. Boca Raton: CRS Press, 2013, 131 s. ISBN 978-146-6557-895.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Eva Juříčková, Ph.D.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání bakalářské práce: 16. února 2015
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. května 2015

Ve Zlíně dne 16. února 2015


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




prof. Ing. Felicita Chroňjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE


Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků budu uvedena jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá tématem analýza procesu montáže na vybrané lince ve společnosti WOCO STV. Cílem práce je pomocí pozorování a snímkování pracovního dne navrhnout řešení, obsahující efektivní rozvržení operací mezi operátory, obsluhující výrobní buňku.

Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou. V teoretické části jsou popsány pojmy výrobní systém, výroba, montáž, výrobní buňka, časová studie. Praktická část obsahuje analýzu současného stavu a návrhy na vybalancování operací mezi operátory.

Klíčová slova: výrobní systém, výroba, montáž, výrobní buňka, časová studie, snímek pracovního dne

ABSTRACT

This bachelor's thesis is focused on analysis of assembly process on the selected line in the WOCO STV Company Ltd. The aim of this thesis is to propose solution for effective balancing of operators whose operate production line by methods observation and working day shot.

Work is divided into two parts – theoretical and practical. In theoretical part there are terms of production system, production, assembly, production cell, time studies. Practical part contains analysis of current situation and suggestions to balance operations between operators.

Keywords: production system, production, assembly, production cell, time studies, working day shot

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucí své bakalářské práce Ing. Evě Juříčkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a zpětnou vazbu při zpracování této práce. Chtěla bych také poděkovat za poskytnutou příležitost zpracovávat bakalářskou práci společnosti WOCO STV s.r.o. Velice děkuji zástupci společnosti panu Milanu Rusnokovi, panu Daliborovi Beňkovi a Ing. Janě Válkové za jejich čas a odbornou pomoc, kterou mi věnovali. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu během celého bakalářského studia.

OBSAH

ÚVOD	8
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 VÝROBNÍ SYSTÉM	11
1.1 VÝROBNÍ PROCES	11
1.1.1 Typologie výrobního procesu	11
1.2 VÝROBA	14
1.2.1 Dělení výroby dle množství jejího výstupu	14
1.3 MONTÁŽ.....	15
1.3.1 Prvky montážního procesu	16
2 VÝROBNÍ BUŇKA	17
2.1 TÝMOVÁ PRÁCE	18
2.1.1 Rozdělení týmové práce dle doby společné práce	19
2.1.2 Výhody týmové práce	19
2.1.3 Nevýhody týmové práce	20
2.2 LAYOUT	21
3 METODY MĚŘENÍ ČASU VE VÝROBĚ	23
3.1 PŘÍSTROJE K MĚŘENÍ SPOTŘEBY ČASU	23
3.2 POSTUP PŘI MĚŘENÍ ČASU	24
3.2.1 Analýza pracovního postupu	24
3.2.2 Postup měření času.....	25
3.3 METODY MĚŘENÍ ČASU	26
4 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	28
4.1 5S	28
4.2 POKA YOKE	28
4.3 JOB ROTATION	29
4.4 MOST.....	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI WOCO	32
5.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI WOCO	32
5.2 WOCO STV S.R.O.	32
6 VYRÁBĚNÝ PRODUKT NA VYBRANÉ LINCE	34
6.1 PNEUMATICKÁ SPÍNACÍ JEDNOTKA	34
6.2 POLOTOVAR MV	34
7 VÝROBNÍ PROCES VYBRANÉ LINKY	35
7.1 VÝROBNÍ PROCES LINKY G2.....	35
7.2 VYBRANÝ ÚSEK LINKY G2	35
7.2.1 Aplikované metody průmyslového inženýrství	35
7.2.2 Strojní vybavení	36
8 VÝROBNÍ POSTUPY	39

8.1	VÝROBNÍ OPERACE.....	39
9	ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU NA VYBRANÉM ÚSEKU LINKY.....	45
9.1	ROZPIS SMĚNY.....	45
9.2	ZPŮSOB SNÍMKOVÁNÍ	45
9.3	NAMĚŘENÉ HODNOTY	48
9.3.1	První směna	49
9.3.2	Druhá směna.....	52
9.3.3	Třetí směna.....	53
9.3.4	Operace 4	56
10	NÁVRH NA VYBALANCOVÁNÍ OPERACÍ MEZI OPERÁTORY BEZ ZMĚNY VE VÝROBNÍ BUŇCE.....	57
10.1	GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ ROZDĚLENÍ ČINNOSTÍ VE VÝROBNÍ BUŇCE	58
10.2	ROZDĚLENÍ OPERACÍ MEZI OPERÁTORY BEZ ZMĚNY VE VÝROBNÍ BUŇCE	58
10.2.1	Vybalancování výrobní buňky pro 4 operátory	60
11	NÁVRH NA VYBALANCOVÁNÍ OPERACÍ MEZI OPERÁTORY SE ZMĚNOU VE VÝROBNÍ BUŇCE.....	61
11.1	GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ ROZDĚLENÍ ČINNOSTÍ VE VÝROBNÍ BUŇCE	62
11.2	ROZDĚLENÍ OPERACÍ MEZI OPERÁTORY SE ZMĚNOU VE VÝROBNÍ BUŇCE	62
11.2.1	Vybalancování výrobní buňky pro 4 operátory	64
12	NÁVRH NA USNADNĚNÍ ČINNOSTI OPERÁTORŮM PŘI VÝROBĚ.....	65
12.1	MOBILNÍ ZÁSOBNÍK.....	65
12.2	INOVACE DOSAVADNÍCH ZÁSOBNÍKŮ	65
12.3	ZRYCHLENÍ OPERACE 4	66
12.4	JOB ROTATION	66
13	FINANČNÍ HODNOCENÍ USPOŘENÉHO ČASU	67
13.1	VÝŠE POTENCIONÁLNÍ ÚSPORY	67
	ZÁVĚR	68
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	69
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	70
	SEZNAM OBRÁZKŮ	71
	SEZNAM TABULEK.....	72

ÚVOD

Všeobecným trendem všech společností, nejen těch, které mají významné postavení na trhu, ale i těch střední či malé velikosti, je neustále se posouvat dopředu. Ve výrobních společnostech se jedná o zlepšování a zefektivňování řízení podniku z pohledu volby co nejvýhodnějších strategických cílů firmy tak, aby předběhla konkurenci nebo alespoň stačila jejímu tempu. Díky tomu si mnoho společností uvědomuje potřebu vylepšovat procesy napříč celou společností. Snaží se zavádět nejnovější technologie na trhu, ovšem ne vždy je to jedinou cestou k úspěchu. Další možností se nabízí aplikace průmyslového inženýrství, které je založeno na neustálém zavádění změn, aniž by byla nutná vysoká finanční investice. Soustředí se na používání metod, u nichž je výsadou po aplikaci úspora času výroby, úspora pracovní plochy a tím docílení vyššího využití, úspora přepravy, související s volbou uspořádání procesu. Při využití průmyslového inženýrství se nejedná jen o zvýšení ukazatelů v měřitelných číslech, mnohdy tuhle činnost doprovází pozitivní výsledky v podobě zvýšení spokojenosti zaměstnanců na pracovišti, ulehčení práce, vytvoření příjemnějšího pracoviště.

Práce vznikla právě z jednoho takového cíle a to uspořádat pracovní operace ve vybrané výrobní lince tak, aby pracovníci věděli, které činnosti patří na přidělené pozice, ale především, aby docházelo k rovnoměrnému zatížení všech členů pracovního týmu stejnou mírou. Pro společnost WOCO STV s.r.o. by měla tato práce mít přínos v podobě navržení vybalancovanosti linky, snížení doby výroby jednoho kusu vyráběného polotovaru.

Aplikovaná metoda časové studie, kterou se tato práce zabývá, měla za cíl zanalyzovat současný stav na vybraném úseku linky. Konkrétně pozorování pohybu pracovníků v montážní lince, vzájemnou dělbu práce mezi členy a v neposlední řadě opakovaně provést snímek pracovního dne.

Teoretická část podkresluje část praktickou tak, aby čtenář práci lépe porozuměl, ale především sloužila k nastudování dané problematiky. Konkrétně je v téhle části zpracovaná literární rešerše na téma výrobní systém, výroba a její členění, montáž, týmová práce. Zahrnuje také časovou studii, zaměřenou na snímek pracovního dne ve výrobní společnosti.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je analýza vybrané montážní linky ve společnosti WOCO STV s.r.o. Výsledky této práce přinesou společnosti úsporu času výroby připadající na jeden kus výrobku. Také možné zvýšení dosavadní normy či využití pracovníků v uspořené době na jinou činnost v rámci společnosti. Hlavním cílem je vytvořit vybalancovanou montážní linku, z pohledu rovnoměrného rozvržení činností tak, aby byly jednotlivé pozice přibližně stejně časově náročné pro všechny operátory ve výrobní buňce.

Využito bude empirických metod, konkrétně se bude jednat o pozorování činností a dělba práce mezi pracovníky, měření výkonu na vybraném úseku linky v podobě snímkování pracovního dne na několika operátorech, po celou dobu směny. Data budou zpracovány, stanoví se průměr z nastopovaných hodnot časů jednotlivých operací pro všechny pozorované operátory. Výsledkem budou návrhy na vybalancování činností mezi operátory a návrhy na usnadnění činností pracovníkům ve výrobě.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ SYSTÉM

Keřkovský (2009) charakterizoval výrobní systém jako závislost mezi charakterem výrobku (služby), trhem, objemem výroby, charakteru poptávky, použitých technologiích a dalších.

Dělení výrobního systému dle Tomka a Vávrové (2007)

- **Potenciální vstup** - (pracovní síla, výrobní prostředky, budovy, pozemky, sklady, dopravní prostředky atd.)
Spotřební vstup - během procesu je zcela spotřebován (suroviny, produkty druho-výroby, polotovary, cizí díly, výrobky, normované díly a součásti) materiál, který tvoří nepodstatnou část výrobku (pomocný materiál), provozní (režijní materiál), obchodní zboží.
- **Transformační proces** – je umožněn kombinací faktorů při dodržení určitého postupu.
- **Výstup** - může mít podobu materiální nebo nemateriální.

1.1 Výrobní proces

Pojem proces definoval (Mašín, 2005, s. 63) jako „... transformace vstup do finálního produktu prostřednictvím aktivit přidávajících tomuto produktu hodnotu. Proces je zároveň chápán jako sled opakujících se operací a činností, které vedou k výrobě finálního produktu.“

Chromjaková a Rajnoha (2011) uvádějí, že podstata procesu je propojení obsahově a logicky provázaných činností, kdy při kombinaci vstupů, činností, výstupů tvoří kompaktní celek. Dále mají za cíl přinést zákazníkovi a současně vlastníkům uspokojení.

Melčák, (1999) popsal výrobní proces jako postupnou nebo jednorázovou přeměnu výchozího materiálu, polotovaru do podoby hotového výrobku.

1.1.1 Typologie výrobního procesu

Výrobní proces dle míry plynulosti

Podle Keřkovského (2009) se dělí výrobní proces ve výrobě na:

- **Plynulý proces** – označován také jako nepřetržitá výroba. Výroba probíhá prakticky nepřetržitě tj. 24 hod. denně, 7 dní v týdnu, po celý rok. Zastavení je vyvoláno z důvodu nutných oprav výrobního zařízení. Zástupcem tohoto typu může být zpracování ropy v rafinerii nebo výroba surové oceli.
- **Přerušovaný proces** – u tohoto typu je možné výrobu po určitý čas výrobního procesu přerušit a pokračovat jindy. Přerušovaná výroba probíhá pouze v určitých předem definovaných časech. Typický zástupce přerušované výroby je strojírenství.

Rozdělení výrobního procesu dle způsobu vynakládané práce přispívající k přetváření vstupních surovin a materiálů ve výrobek

Proces můžeme rozdělit na technologické a netechnologické procesy. (Keřkovský, 2009)

- **Technologický proces** – proces, který je přímo spojen s výrobou výrobků například frézování, tepelné zpracování atd.
- **Netechnologické procesy** – neboli pomocné / obslužné. Typickým zástupce netechnologického procesu je doprava rozpracovaných výrobků mezi technologickými procesy. Dalším příkladem je kontrola kvality.

Výrobní proces podle účasti člověka ve výrobě

Základní dělení je na přímou nebo nepřímou účast. Výrobní proces s přímou účastí člověka se člení podle (Heřmana, 2001, s. 18) na:

- **ruční výrobní proces;**
- **mechanizovaný výrobní proces.**

Jestliže se člověk neúčastní bezprostředně procesu, je to označováno za nepřímou účast dále se dělí na:

- **automatizovaný proces;**
- **aparaturní výrobní proces.**

Výrobní proces dle hlediska prostorového a organizačního uspořádání

- **Technologické uspořádání**
 - Probíhají zde stejné typy operací, které jsou soustředěny prostorově do jedné organizační jednotky. Každá zakázka má definovaný postup pohybu mezi pracovišti. Objevuje se zde mezioperační doprava, která je tvořena příručními sklady nebo sklady mezi dílnami. (Tomek a Vávrová, 2007)

- Nevýhodou tohoto uspořádání je komplikovaný tok výrobků mezi pracovišti. Vhodné je použít, pokud dochází k výrobě širokého okruhu výrobků v menších objemech, kdy jsou výrobky přizpůsobeny na míru zákazníkovi. (Keřkovský, 2009)

- **Předmětné uspořádání**

- Pracoviště jsou uspořádána dle technologického postupu, tak aby docházelo k co nejmenší mezioperační přepravě výrobků a tím se zajistila plynulost výroby. Předmětné uspořádání vyžaduje úzký okruh výrobků vyráběných ve větších objemech, s omezenou možností přizpůsobení požadavkům zákazníkovi. (Keřkovský, 2009)
- Dle Tomka a Vávrové (2007) můžeme předmětné uspořádání dále dělit na uspořádání s **jednotným materiálovým tokem**, kdy jsou zařízení uspořádána podle místa ve výrobním postupu.

Výroba v centrech, kdy jsou pracoviště zahrnuta do jednoho prostoru s předmětnou organizací, které může být děleno podle stupně automatice na: - **pružné výrobní systémy**, kde je v systému plně automatizován přísun a odsun materiálu, náradí, výrobků. **Výrobní ostrůvky (hnízda)** nejsou plně automatizované, pokud nedochází k integraci s řídicí a kontrolní činností pak se jedná o buňky skupinové technologie.

Kavan (2002) uspořádání výrobního procesu v podniku rozšiřuje o dalších 5 forem uspořádání.

- **Pevné uspořádání projektu** – Nejedná se o klasickou výrobní situaci. Týká se to řízení náročné přípravy a záběhu inovace, řízení nové podnikatelské příležitosti. Příkladem může být výroba nového letadla, kdy se na místo montáže sjíždějí montážní skupiny a tisíce dílu do jednoho místa. Dochází k předmětu společného úsilí mnoha týmů lidí, dle přesně stanoveného a kontrolovaného harmonogramu, s pevně stanoveným finančním rozpočtem, pevnou lhůtou a zdrojovým rozvržením.
- **Kombinovaná uspořádání** – se nacházejí v průmyslu, ale i v jiných resortech a oblastech jako jsou nemocnice, supermarkety, dopravní podniky atd. Jedná se o různé kombinace uspořádání, které vznikají na základě podmínek trhu a konkrétních provozů.
- **Buňková výroba** – Moderní uspořádání strojů do skupinek. Buňky představují autonomní, miniaturizovanou a flexibilní obdobu předmětného uspořádání. V buňkové

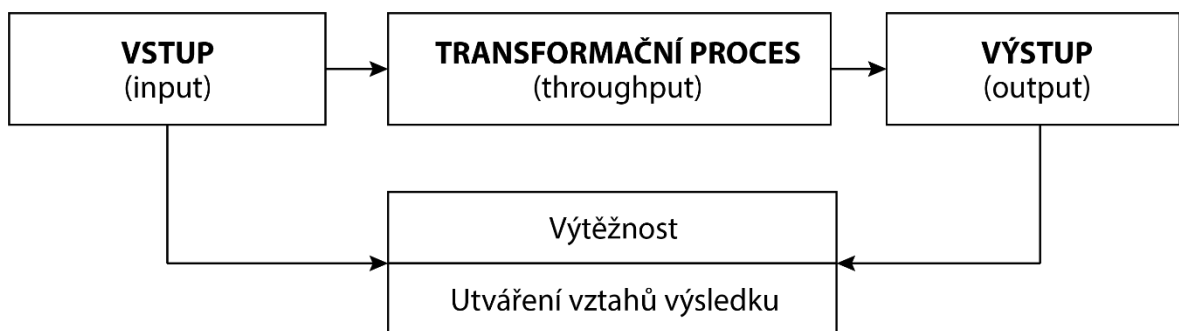
výrobě jde o integrovanou úsporu výrobních nákladů, díky zvýšení přehlednosti a vyčlenění účetních celků.

- **Skupinová technologie** - technologie výroby, která podporuje buňkové uspořádání strojů. Skupinová technologie je tříděná a typizována podle výrobních položek podobné konstrukce a podobných výrobních požadavků. Předpokladem pro skupinovou technologii je podobnost výrobků (velikost, tvar, funkce), podobné typy a pořadí výrobních operací.
- **Pružné výrobní systémy** – Jedná se o automatizovanou verzi buňkové výroby. Počítač řídí pohyb výrobku i začátek práce každého stroje. Lidské zásahy probíhají centrálně, v rovině programů řídicích systémů.

1.2 Výroba

Vstup materiálu je označen, jako začátek výroby, následuje zpracování a výsledkem je vytvoření konečného produktu určeného pro zákazníka. (Melčák, 1999)

Díky výrobě dochází k uspokojování potřeb a vytvoření věcných statků a služeb. Můžeme na ni pohlížet jako na cílevědomé lidské chování. Při použití vstupních faktorů dochází k zajištění příslušného transformačního procesu na nejhodnotnější výstupy. Zjednodušeně můžeme říct, že se jedná o kombinaci faktorů za účelem vytvoření věcných výkonů či služeb. (Tomek a Vávrová, 2007) Obrázek 1 ilustruje transformační proces ve výrobě.



Obrázek 1: Transformační proces (Tomek a Vávrová, 2007)

1.2.1 Dělení výroby dle množství jejího výstupu

- **Projekt** – činnosti zajišťující unikátní výrobní cíl, společnými prvky projektu časový rámec, pevný začátek a konec období. (Kavan, 2002)

- **Kusová výroba** – individuální zákaznické zakázky, vysoký stupeň flexibility. Malé vyráběné množství. Problém především s předpovědí požadavků, dlouhé dodací lhůty. (Tomek a Vávrová, 2007)
- **Sériová výroba** – označována také jako opakovaná výroba, typická je produkce jednoho nebo několika podobných výrobků. (Kavan, 2002)
- **Hromadná výroba** – také označovaná jako stálá, časově neomezená výroba jednoho výrobku v masové míře. Vysoký stupeň automatizace a mechanizace. Problém představuje monotónnost práce a udržení kvalifikace pracovníků. (Tomek a Vávrová, 2007)

1.3 Montáž

Montáž definoval Mašín (2005) jako pracovní činnost, při které dochází ke spojení minimálně dvou součástí tak, aby bylo docíleno utvoření podsestavy nebo hotového výrobku. Také jako montáž může být označen provoz, kde dochází k procesu montáže.

Montážní proces – podsystém výrobního systému má za cíl montáž výrobků. Montážní proces lze posuzovat z hlediska jeho začlenění do výrobního procesu, jeho funkce a regulačních vlastností. (Dušák, 2005)

„Montážní linka (assembly line): specifický druh výrobní linky, ve které převládají montážní operace.“ Definoval (Mašín, 2005.)

U linek zaměřených na montáž jsou často aplikovány **montážní přípravky**, které Dušák (2005) charakterizoval jako *„jednoúčelové pomůcky, které usnadňují sestavování a montáž výrobku. Často jde o držáky nebo stojany, do kterých se upnou jednotlivé díly v přesně definované poloze, aby bylo možné je spojit. Jindy zase umožňují otáčení montovaného celku tak, aby byl snadno přístupný ze všech stran.“*

Dle Dušáka (2005) byly definovány další pojmy.

Montážní činnost – představuje jednotlivé činnosti, které jsou prováděny při montáži. (např. čištění, šroubování, seřizování, měření, balení, expedice atd.)

Montážní operace - je ukončená část montážního procesu, která je realizovaná při montáži celku nebo výrobku jedním nebo skupinou dělníků na jednom pracovišti většinou bez přestavení montážního zařízení (např. svařování, nýtování, kontrola kvality.) Montážní operace je základní strukturální jednotka montážního procesu.

Montážní úsek - je část operace, která je vykonávána na jednom stroji, jedním nástrojem za přibližně stejných technologických podmínek (např. úprava rozměrů na místě.)

Montážní úkon - pracovní činnost nebo příprava k výrobě v montážním procese v rámci úseku, který je ucelený (např. upínání součástí do montážního přípravku, zapnutí stroje.)

Montážní pohyb – dále nedělitelná část pracovní činnosti v montážním procese. Jsou dopodrobna popisovány především u hromadné výroby. (uchopit klíč, nasadit klíč, otočit klíčem atd.)

1.3.1 Prvky montážního procesu

Prvky montážního procesu a jejich specifickou povahou u strojírenské technologie se zabýval Dušák (2005), které následně definoval v následujících bodech:

- převažuje podíl ručních prací u jednotlivých činností;
- rozdíly v množství a kvalitě při použití montážních technologií, pořadí a počtu montážních operací;
- nižší úroveň technologické přípravy montáže i vlastního procesu, zejména v nižších typech výroby;
- synchronizace s výrobou součástí, které jsou často vyráběny na různých místech a v různém čase;
- přímá účast lidského činitele přináší řadu nedefinovaných vlivů, kterou mohou komplikovat řízení procesu;
- při montáži dochází k technologické, manipulační a kontrolní činnosti s různým stupněm automatizace;
- zvyšují se nároky na manipulaci a plynulost toku materiálu;
- inovace výrobku téměř vždy znamená změnu v montážní technologii.

2 VÝROBNÍ BUŇKA

Výrobní buňky jsou považovány za moderní uspořádání strojů do skupinek (buněk). Buňky představují autonomní, miniaturizovanou a flexibilní obdobu předmětného uspořádání. Cílem buňkové výroby je propojit technologické a předmětné uspořádání s důrazem na kombinaci jejich výhod. Stroje jsou uspořádány tak aby docházelo k minimálním požadavkům na přepravu. Často se vyrábí výrobky s příbuznými postupy, takové skupiny výrobků jsou označovány jako rodina. (Kavan, 2002)

Mašín a Vytlačil (2000) rozdělili výrobní buňky do třech hlavních typů, které jsou v průmyslu běžně využívány. Společný princip, který spojuje zmíněné tři typy výrobních buněk je integrace výrobní činnosti a pracovníků. Základní typy jsou:

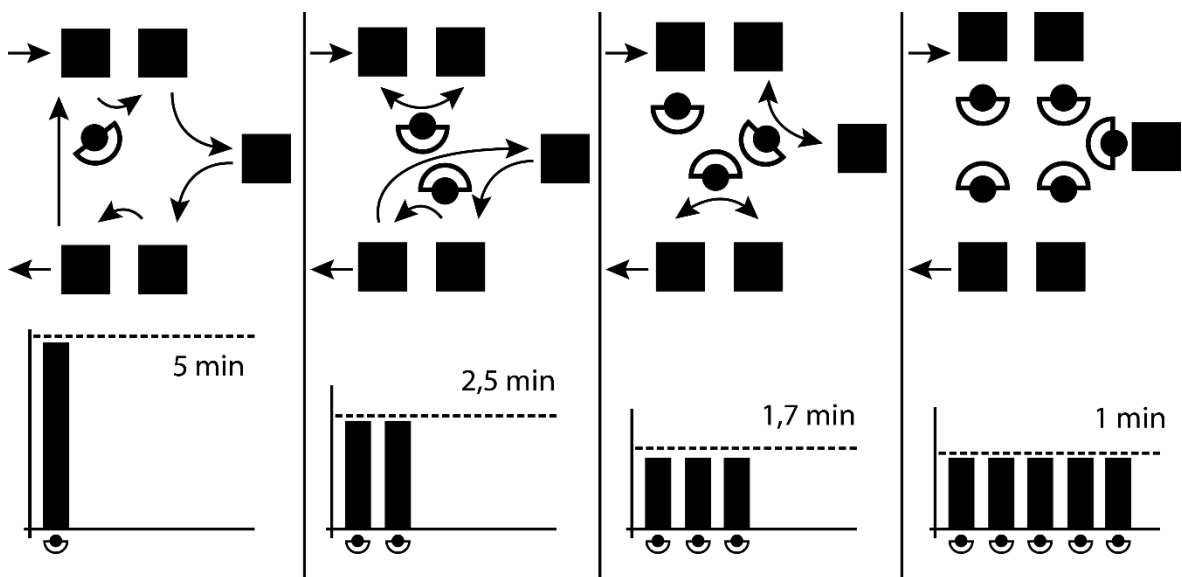
- **Buňky pro výrobu součástí** – buňky tohoto typu nejčastěji obsahují technologii, která přidává daným typům součástí více než 50%. Je to uskupení potřebných strojů a nástrojů k výrobě daného dílu, příkladem může být obrábění, lisování.
- **Montážní buňky** – mohou být dále děleny dle hierarchické úrovně na předmontážní buňky a buňky finální montáže. Předmontážní buňky přicházejí do kontaktu s díly od externích dodavatelů, jako jsou nakupované díly. Buňky finální montáže, montují předem smontované celky z předmontážních buněk.
- **Procesní buňky** – proces a postup při výrobě jsou dány technologickým procesem, které zajišťují (lakování, teplené zpracování, povrchová úprava.) Velmi často jsou založeny na rozměrných a nemobilních zařízeních, které zajišťují jeden proces pro ostatní buňky. Umístění procesních buněk závisí na objemu, velikosti komplexnosti výrobků.

O výhodách výrobních buněk se zmiňuje Košturiak a Frolík (2006) jednou z nich je zjednodušení materiálového toku, to je způsobeno seskupením strojů ve výrobní buňce. Z toho plyne také výhoda, že není potřeba vyrábět ve velkých dávkách, tím se sníží podíl časů, které nepřidávají procesu hodnotu. Snížení výrobní dávky také vyvolá menší nutnost přepravy, méně skladovací plochy a jednodušší manipulaci s materiálem.

Buňky dokážou vyrábět variabilní sortiment, variabilní velikost dávky dle objednávky, za velmi krátký průběžný čas.

Velkou výhodou je flexibilita, kterou přináší výrobní buňky. Dochází k ní díky vybavení buňky autonomními prvky (např. automatické vyhazování součástky nebo signalizace abnormalit). To je vyvoláno malou vzdáleností mezi stroji a tak může operátor obsluhovat více strojů najednou. Výkon buňky je možné přizpůsobovat dle požadavků zákazníka, pomocí změny počtu operátorů ve výrobní buňce. Princip výrobních buněk se využívají tam, kde je potřeba rychle a pružně reagovat na měnící se požadavky zákazníků.

Obrázek 2 názorně zobrazuje myšlenku flexibility buněk. Na obrázku jsou zachyceny čtyři možnosti, kdy se mění počet operátorů. To se promítá do délky výrobního času.



Obrázek 2: Flexibilita buněk s ohledem na požadavky zákazníka (Košturiak a Frolík, 2006)

2.1 Týmová práce

Týmová práce představuje efektivní uspořádání a organizaci lidské práce, která probíhá v trvalém rozvoji pracovních vztahů členů týmu. Jednotliví členové mají určité pracovní role nebo si je sami rozdělují a mění dle vlastní volby. (Mašín a Vytlačil 2000)

Týmová práce neboli skupinová práce je považována za nástroj dosahování konkurenceschopnosti podniku prostřednictvím efektivnějšího využívání lidských zdrojů. U týmové práce je potřeba vyškolit členy tak, aby mohli vykonávat širší škálu úkolů a vzájemně se zastupovat. Důraz je kladen na vztahy, komunikaci a práci s lidmi, kdy je potřeba vytvářet

skupiny dle osobních vlastností pracovníků tak, aby došlo ke sladěnému kolektivu. Ve výrobním procesu má skupina za úkol zajištění technologických operací, může se objevovat samostatná manipulace s materiálem, běžná údržba, seřizování apod. (Hüttlová, 1999)

2.1.1 Rozdělení týmové práce dle doby společné práce

Mašín a Vytlačil (2000) charakterizovali dva typy týmů dle společné doby práce.

Týmy na dobu určitou – do téhle skupiny můžeme zařadit týmy, které pracují na zlepšování, týmy simultánního inženýrství a projektové týmy.

- **Tým pro zlepšování procesů** bývá pracovníky z různých oblastí kvalifikace. Cílem může být odstraňování plýtvání.
- **Tým simultánního inženýrství** představuje vše od vývoje až po tržní využití, kdy činnosti probíhají současně. **Simultánní tým ale také projektový tým**, může být tvořen pracovníky z oblasti marketingu, projektování výrobků, vývoj, konstrukce, technologická příprava atd. U tohoto typu týmů je stanovena potřebná doba pro vyřešení projektu, po uplynutí této doby se tým rozpadá.

Týmy na dobu neurčitou – zde patří týmy výrobní, procesní (servisní), profesní nebo multi-profesní týmy.

- **Tým výrobní** představuje organizační jednotku pracovníků, kteří spolupracují na denních, výrobních úkolech. Mají na zodpovědnost realizaci, plánování, řízení nebo zlepšování procesu. Výstupem výrobního týmu je výrobek či služba ať už internímu nebo externímu zákazníkovi.
- **Tým procesní** zajišťuje realizaci celistvé především administrativní nebo duševní práce. Členové týmu mají společnou odpovědnost za splnění celého procesu.

2.1.2 Výhody týmové práce

Popsala Hüttlová (1999) jako:

- jednodušší komunikace a koordinace práce;
- neustále vzájemné učení se, tím se zvyšuje kvalifikace;
- vysoká flexibilita – reakce na požadované změny, kontinuální zlepšování;
- skupinová motivace;
- menší počet stupňů řízení;

- střídání pracovních pozic – omezení monotónnosti práce a jednostranné zatížení pracovníka.

2.1.3 Nevýhody týmové práce

Uvádí Hüttlová (1999) jako:

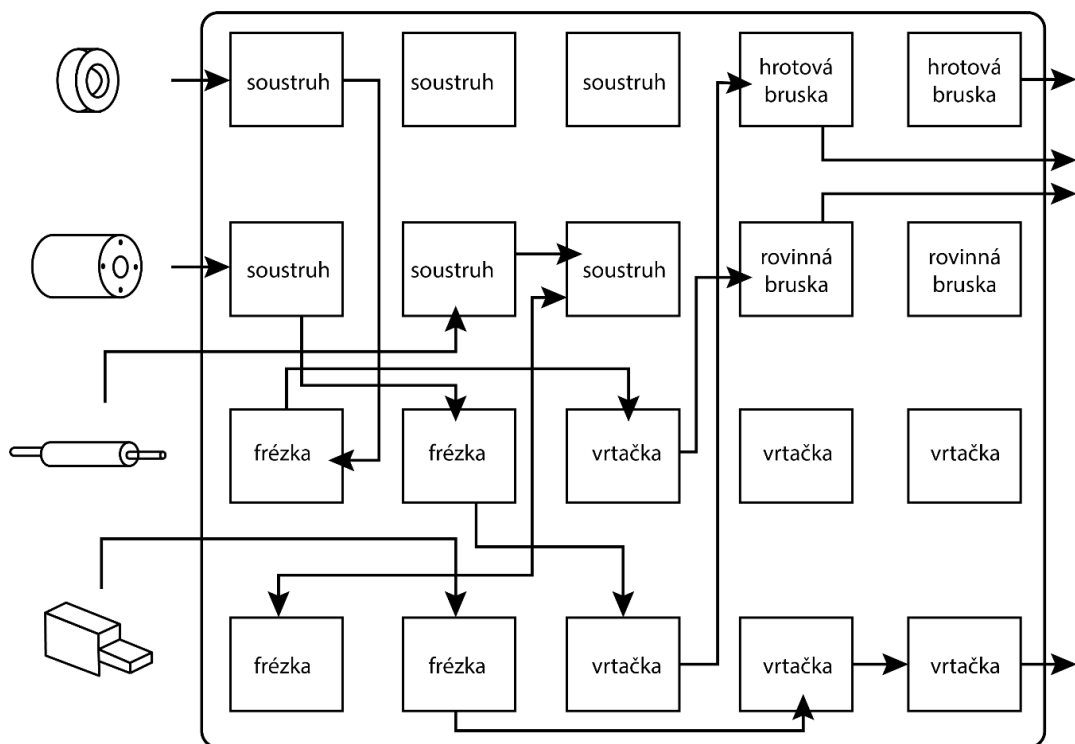
- splnění především technologický předpokladů pro skupinovou práci;
- vyšší investiční náklady spojené s projektem, vybavením a mzdové náklady spojené s rostoucí kvalifikací;
- konflikty ve skupině;
- sociální lenost – dochází ke ztrátě osobní odpovědnosti a snížení motivace, díky vzájemnému ovlivňování a sjednocování názorům může dojít k rozhodnutím, které by jednotlivci sami za sebe nikdy nepřijali.

2.2 Layout

Layout dle Mašina (2005) je charakterizován jako „... *prostorové (dispoziční) uspořádání strojů a předmětů na daném prostoru (výrobním provozu, skladu, dílně apod.)*“

Koštuariak a Frolík (2006) rozdělují layout na technologický a produktový.

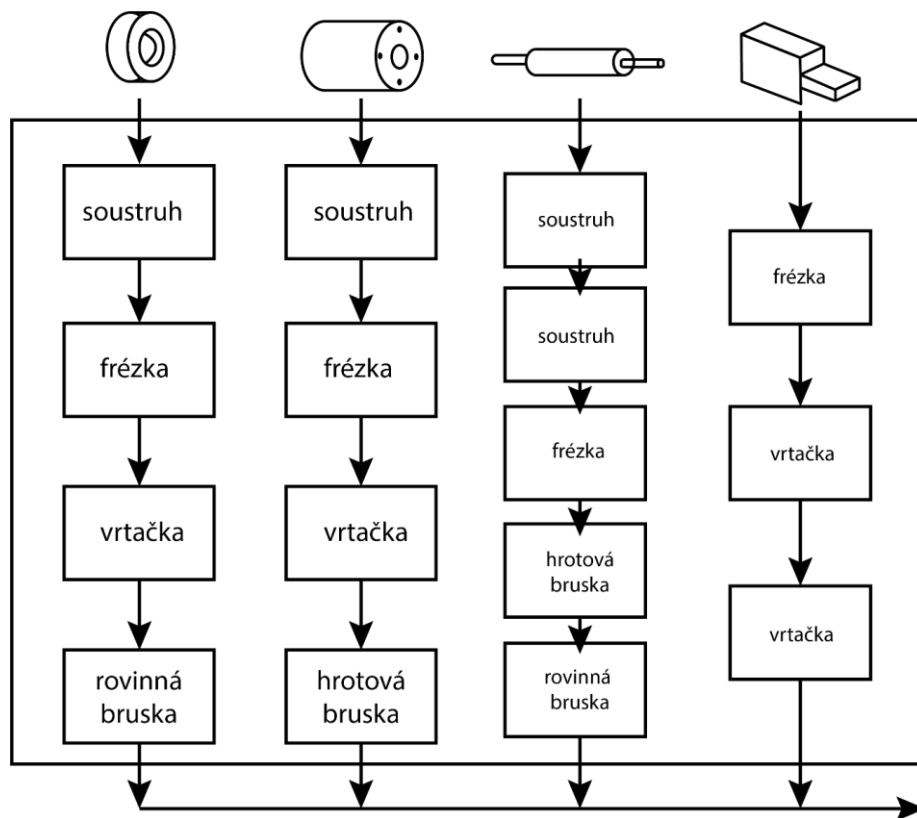
Technologický layout představuje jednotlivé strojní skupiny, dělené dle technologické podobnosti. Obrázek 3 přibližuje možnou sestavu technologického layoutu.



Obrázek 3: Technologický layout (Koštuariak a Frolík, 2006)

Produktový layout respektuje technologický postup produktu i přes to, že je v dnešní době trendem společností vyrábět široký sortiment výrobků. Z toho důvodu není vždy možné vytvořit samostatnou linku pro každý výrobek, proto je vhodné projektovat výrobní buňky pro skupinu produktů, které mají společné rysy. Layout se tvoří dle požadavků zákazníka. Konkrétně podle plánovaného sortimentu a množství.

Obrázek 4 znázorňuje produktový layout



Obrázek 4: Produktový layout (Košturiak a Frolík, 2006)

3 METODY MĚŘENÍ ČASU VE VÝROBĚ

Čas je ohraničený rozměr, ve které existují příležitosti v podobě zdroje. Množství času můžeme chápat jako možnost, kterou můžeme využít k aktuálnímu rozhodování stejně jako rozhodování ve správnou chvíli, než daná situace nastane. (Wincel a Kull, 2013)

Norma spotřeby času se uplatňuje při plánování, technologicko-organizačním projektování, operativním řízení práce. Představuje důležitou informaci pro kalkulace, tvorbu cen. Dále ji můžeme použít k měření výkonu pracovníků, pracovních skupin a pro jejich hodnocení a odměňování. (Hüttlová, 1999)

Stanovení spotřeby času slouží dvojím způsobem: (Lhotský, 2005)

- k potřebě organizovat, plánovat a řídit práci a výrobu;
- k stanovení norem spotřeby času pro jednotlivé pracovní operace a jejich složení, jako měřítko výkonnosti pracovníků, podklad k vypracování účinných forem odměňování a pobídkových systémů.

„Měření práce přináší vždy výrazné ekonomické efekty.“ (Hüttlová, 1999, s. 23)

3.1 Přístroje k měření spotřeby času

Prostředky k měření spotřeby času ve výrobě popsal Lhotský (2005.)

- **Hodinky se sekundovou ručičkou** – použití jen v případě, kdy není vyžadována přesnost měření, u měření kde stačí údaje v minutách nebo desítkách sekund např. operace, které trvají i několik hodin.
- **Stopky** – použití u operací, jejichž doba se počítá na minuty a zlomky minut. Lze využít dva způsoby měření.
 - **měření jednotlivých časů** (měří se pouze jedna operace, kdy se po odečtení údajů z číselníku ručička opět vynuluje.)
 - **měření postupných časů** - vhodné u opakujících se operací, kdy se stopky po celou dobu operace nezastavují, po ukončení se zapisuje čas postupný tj. čas, který uplynul od spuštění stopek a stále narůstá.
- **Registrační přístroje** – vhodné použít u zařízení s automatickým chodem a opakujícím se sledem činností. Přístroj je složen z hodinového stroje a registračního zařízení, který má na starost zaznamenávat na pás papíru dobu trvání jednotlivých činností.

- **Filmová kamera** – používá se u činností s opakujícím se charakterem s velmi krátkou dobou trvání, kdy je měření stopkami obtížné. Při znalosti rychlosti pohybu filmového pásu lze zjistit dobu trvání určité činnosti podle počtu obrázků od začátku do konce sledované činnosti. Tento způsob je nákladný, jako alternativa se používá videokamera, stacionární nebo mobilní.
- **Magnetofon** – Záznam se provádí dvojím způsobem. Pracovník ohlašuje začátek a konec jednotlivých činností do mikrofonu a na pásku uvede slovně popis vykonávané činnosti.
- **Videorekordér** – Výhodou je snadné pořízení přenosných údajů, možnost opakovaného přehrávání, příznivý vliv na sledovaného pracovníka, levný provoz ve srovnání s filmovým záznamem.

3.2 Postup při měření času

Probíhá ve dvou oblastech, nejprve je potřeba analyzovat pracovní postup a následně stanovit postup vedoucí k měření času.

3.2.1 Analýza pracovního postupu

Podle Hüttlové (1999) je potřeba provést analýzu současného stavu nebo první varianty projektu. Toho se docílí kladením otázek v 5 ucelených celcích.

- Účel práce – Proč se tato práce vykonává? Cílem je vyselektovat zbytečné operace případně nahradit operace technickým řešením.
- Pracovní místo (zařízení) – Proč dochází k práci na tomto pracovním místě nebo zařízení? Hledání možnosti změnit pracovní místo nebo vybavení.
- Logický sled operací – Proč se operace provádí v tomto sledu? Možnost změnit výrobní sled operací.
- Pracovník – Proč provádí operaci tento pracovník? Hledáme odpovědi, zda má pracovní dostatečnou kvalifikaci, znalosti, dovednost a schopnosti.
- Způsob provedení práce – Proč se práce provádí tímto způsobem? Zkoumání možných změn v pracovním postupu operace.

3.2.2 Postup měření času

Obecný postup, který lze aplikovat na všechny běžně používané metody měření času uvádí (Lhotský, 2005, s. 65) Postup je zachycen do 8 okruhů.

- 1) Vymezení cíle zkoumání a měření času.
- 2) Určení a vymezení vhodného objektu – vyžaduje se potřebná kvalifikace pro vykonávanou činnost a znalost základních ukazatelů pracoviště např. průměrný výkon, jakost práce, pracovní, technologické a bezpečnostní předpisy.
- 3) Zabezpečení spolupráce pracovníků na pozicích mistr, provozní technik, technolog a pracovníků, kterých se měření týká.
- 4) Zjišťování základních identifikačních údajů např. označení provozu a dílny, číslo snímku, datum pozorování, účel snímku, údaje o pozorovaném pracovníkovi, průběh vykonávané práce.
- 5) Zvolení metody zjišťování spotřeby práce a času s ohledem na požadovanou přesnost výsledků měření.
- 6) Rozčlenění sledované pracovní činnosti na dílčí složky – určení, popis, popis mezích bodů.
- 7) Stanovení doby pozorování, měření – objem spotřeby času se doporučuje stanovit v takové velikosti, aby byla zajištěna přesnost zjištěných údajů a také hospodárnost celého pozorování a měření.
- 8) Příprava vhodných pozorovacích listů a formulářů.
- 9) Vlastní pozorování, vyhodnocování a úprava zjištěných údajů a naměřených hodnot.

3.3 Metody měření času

Tabulka uvádí přehled časových studií a jejich použití v praxi.

Tabulka 1: Přehled časových studií (Hüttlová, 1999, s. 87)

Název studie	Použití
Snímek pracovního dne jednotlivce	měření všech dějů v průběhu směny u jednoho pracovníka
Snímek pracovního dne čtyř	měření všech dějů v průběhu směny u všech členů čtyř současně
Hromadný snímek pracovního dne	měření všech dějů v průběhu směny u několika pracovníků, kteří nepracují společně
Vlastní snímek pracovního dne	měření všech dějů nebo vybraných dějů ve směně pracovníkem, který provádí práci
Momentové pozorování	stanovení struktury času směny a doby trvání dějů v průběhu směny z pozorování, prováděného v náhodně volených okamžicích
Plynulá chronometráž	měření všech úkonů v operaci s pravidelným sledem úkonů
Výběrová chronometráž	měření času vybraných úkonů
Snímková chronometráž	měření času všech úkonů v operaci s nepravidelným sledem úkonů
Sumární měření	měření času celé operace bez členění na úkony
Momentové měření	stanovení doby trvání delších, nepravidelně opakovaných operací z pozorování prováděného v náhodně volených okamžicích

Snímek pracovního dne

Metoda založena na pozorování a měření veškeré spotřeby pracovního času v průběhu celé směny. Cílem snímku pracovního dne je stanovit druh a velikost spotřeby času směny, velikost a druhy ztrát, příčiny jejich vzniku. Výsledky snímku pracovního dne je zlepšování organizace výroby, optimalizace materiálové, technické a organizace výroby. Snímek pracovního dne slouží jako podklad k tvorbě norem. (Melčák, 1999)

Výhoda této metody je získání podrobných informací o průběhu práce. Naopak velikou nevýhodou je značná pracnost a časová náročnost pozorování a psychická zátěž na straně pozorovatele, ale i sledovaných pracovníků. (Hüttlová, 1999)

Snímek pracovního dne může mít podobu: (Lhotský, 2005)

- snímku pracovního dne jednotlivce;
- snímek pracovního dne čty;
- hromadný snímek;
- vlastní snímek pracovního dne.

Snímek pracovního dne jednotlivce

Výsledkem je podrobný rozbor informací o činnosti pracovníka, kdy jsou zachyceny postupné časy a výskyt sledovaných dějů. K zajištění dostatečné důvěryhodnosti dat, je potřeba provést několik pozorování, což je poměrně nákladné a pracné. Využívá se pozorovací list. (Hüttlová, 1999)

Snímek pracovního dne čty

Jedná se o pozorování skupiny pracovníků, jejichž práce na sebe navazuje. Cílem je zajištění úrovně dělby a kooperace práce, struktury času směny a využití jednotlivých pracovníků. Zaznamenávají jsou činnosti všech pracovníků i změny činnosti jednoho nebo části pracovní čty. (Hüttlová, 1999)

Hromadný snímek pracovního dne

Vhodný v případě, kdy je pozorovatel schopný pozorovat a současně zaznamenávat několik pracovišť. (Lhotský, 2005)

Hüttlová, (1999) se k této problematice vyjadřuje, že se jedná o pozorování pracovníků a měření spotřeby času u samostatně vykonávaného pracovního úkolu. Pozorovatel pravidelně obchází vybraná pracoviště a zaznamenává děje do pozorovacího listu, který je rozdělen podle pracovišť. Interval obchůzky pozorovatele je volen v závislosti na počet sledovaných pracovníků.

Vlastní snímek pracovního dne

Jedná se o speciální podobu snímkování pracovního dne. Snímkování provádí pracovník samostatně. Činní tak z důvodu, aby měl přehled o využívání času a zjištění příležitosti potenciálního vylepšení. (Lhotský, 2005)

4 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

Tato kapitola se bude zabývat vybranými metodami průmyslového inženýrství, které pomohou k pochopení praktické části.

4.1 5S

„5S (five S): metoda založená na pěti principech, pomocí kterých lze získat a udržet čisté a organizované pracoviště. Mezi tyto principy patří seiri, seiton, seiso, seiketsu a shitsuke.“ (Mašín, 2005)

Tabulka 2: Přehled pojmů 5S (Košturiak a Frolík, 2006)

japonsky	anglicky	česky	akce
seiri	sort	setřídít, separovat	definovat položky, které jsou na pracovišti podobné a které se musejí z pracoviště odstranit
seiton	straighten	systematizovat	definovat přesné místo pro položky na pracovišti
seiso	shine	společně čistit	vyčistění a uspořádání pracoviště
seiketsu	standardize	standardizovat	standardy uspořádání pracoviště
shitsuke	sustain	stále zlepšovat	audity a zlepšování systému 5S

Cílem zavedení metody 5S je zajistit zvýšení výkonnosti pracoviště, snížení úrazovosti a zatížení organismu, zvýšení autonomnosti, zlepšení kvality a stability procesu. (Košturiak a Frolík, 2006)

4.2 Poka yoke

Základní myšlenka systému poka – yoke je zastavit v okamžiku výskytu vady ve výrobního procesu, identifikovat a odstranit příčinu chyby. V každém kroku výrobního procesu je potřeba sledování potencionálních chyb, pokud je to možné vybavit stroje zpětnou vazbou a vyloučit roli omylného personálu, jehož hlavním posláním je odhalování zdroje chyb. Systém je založen na statistickém předpokladu, tedy náhodného výskytu chyb v systému. Snahou je vytvořit takový pracovní systém, který je odolný proti chybám operátorů. (Melčák, 1999),

Mašín a Vytlačil (2000) uvádějí, že termín poka - yoke vychází z japonského slova yoker – vyhnout se a poka – zbytečné chyby. Ve volném překladu tedy vyhnout se zbytečným chybám. Systém poka - yoke vyhledává možnou lidskou chybu, blokuje proces a umožňuje její odstranění než k ní dojde. Idea poka-yoke je respektovat inteligenci pracovníků a osvobodit pracovníky od psychické zátěže u opakovaných monotónních činností a uvolnit myšlení pro kreativnější jednání.

Poka – yoke má tři základní funkce:

- zastavení stroje nebo proces,
- kontrolu,
- varovné signály.

Toho se dá docílit pomocí prostředků, které mohou mít podobu vodících kolíků různých průměrů, „chybová světla, spínače, počítačidla, kontrolní listy, detektory (kontaktní, nekontaktní)

4.3 Job rotation

Jedná se o střídání na pracovních místech. Horizontální job rotation představuje obměnu pracovního místa v rámci jednoho týmu nebo mezi týmy. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 138)

Střídání pracovních úkolů spočívá v dočasném přemístování pracovníka mezi operacemi nebo pracovními místy. Výhodou je snížení jednostranné zátěže, zvyšuje pestrost práce, může docházet k zvyšování kvalifikace pracovníků. Z pohledu času může být rotace krátkodobá (v rámci průběhu pracovní směny nebo týdne) dlouhodobá (délka i několik měsíců.) (Hüttlová, 1999, s 18)

4.4 MOST

Systém MOST neboli systém normativů pohybů. Systém je založen na využívání sekvencí pohybů. Má podobu pěti variant, které se liší v použití podle opakovanosti operace, podle délky cyklu na krátký, dlouhý a podle typu operace (výrobní, administrativní). (Hüttlová, 1999)

MOST (Maynard Operation Sequence Technique): metoda měření času pracovních činností, která využívá skutečnost, že lidskou práci je možné popsat univerzálními sekvenčními modely aktivit, místo popisu pomocí detailních a nezávislých základních pohybů. Využitím tohoto principu bylo docíleno vyšší rychlosti rozboru. (Mašín, 2005)

Výhody systému MOST

- Zohledňuje i pracovní postup z pohledu produktivity práce a nepotřebných činností.
- Vhodný i pro etapu přípravy nových výrobků.
- Není potřeba měřit čas přímo stopkami.
- Definuje objektivně nutný čas na vykonání práce. Není potřeba posuzovat tempo práce. Časy odpovídají jednotné výkonnostní úrovni.
- Umožňuje analýzu alternativních řešení a výběr nákladově nejpříznivější varianty
- Systém je snadné pochopit a porozumět mu.
- Díky svým podsystémům je vhodný do libovolného prostředí.

(Košturiak a Frolík, 2006)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI WOCO

Společnost WOCO se řadí mezi výrobce nabízející inovativní řešení pro karosérie a pohony v oblasti akustiky, aktuatoriky a polymerových systémů. Konkrétně se v této oblasti zaměřuje na vývoj a výrobu systémů, které zlepšují akustický komfort a bezpečnost aut. Firma však respektuje i současné trendy v ochraně životního prostředí, proto se zaměřuje na produkty, které umí redukovat hlučnost a eliminovat uvolňování výfukových zplodin. Dále působí v oblasti redukci vibrací a průmyslových těsnění, kde nabízejí vysoce kvalitní produkty a funkční řešení. Jejich využití je především v průmyslových měřících, ovládacích a regulačních systémech a systémech vedení a rozvodů.

Zákaznické portfolio tvoří světově známé firmy jako Volkswagen, Škoda, Volvo, Audi, BMW, Renault, Porsche, General Motors, Land Rover, Bentley a mnoho dalších.

Hlavní strategií napříč společností je „*Být všude tam, kde je i náš zákazník.*“ (interní zdroj).

5.1 Historie společnosti WOCO

Společnost WOCO byla založena v roce 1956 Franz Josefem Wolfem a jeho sourozenci. Firma WOCO sídlí v Bad Soden – Salmünsteru nedaleko Frankfurtu nad Mohanem ovšem v dnešní době můžeme pobočky společnosti WOCO najít po celém světě například Japonsko, Čína, USA, Francie, Německo, Spojené arabské emiráty, Kanada, Mexiko, Brazílie, Česká republika a další.

Společnost se ve svých počátcích zaměřovala především na výrobu gumových a plastových dílů. I dnes tato oblast tvoří důležitou součást výrobního sortimentu společnosti. Na základě požadavků zákazníka bylo produktové portfolio rozšířeno o oblast inovací a inteligentních řešení problémů a trendů v automobilovém průmyslu. V současné době WOCO doprovází zákazníka během celého procesu - od prvních návrhů až k sériové výrobě jednotlivých výrobků v oblasti akustiky, aktuatoriky, polymerových systémů, vibrací a průmyslového těsnění. (interní zdroj)

5.2 WOCO STV s.r.o.

Společnost WOCO STV s.r.o. patří do německé skupiny firem WOCO Industrietechnik GmbH, která je významným dodavatelem komponentů pro automobilový trh. Společnost WOCO STV s.r.o. působí na Vsetíně od roku 1991. Nejprve v kooperaci s firmou MEZ Vsetín. Dne 1. 4. 1993 se firma osamostatnila a od té doby se zaměřuje na montáž produktů

pro automobilový průmysl, konkrétně se jedná o výrobu dílů pro motory automobilů, rozvodné systémy, řadící systémy, pneumatické a elektrické řídicí dózy pro turbodmychadla, vodní ventily a další.

Druhou oblastí je lisování gumových dílů pro automobilový průmysl. Společnost se v této oblasti soustředí na vstřikovací a transferovou technologii dílů např. hrdla pro palivové nádrže, těsnění, membrány apod. Také rozšířila své produktové portfolio o gumárenské výrobky, které jsou dále využívány ve stavebním odvětví.

Kromě produkce samotné se WOCO STV podílí i na vývoji nových dílů. Vlastní své vývojové centrum a vývojovou laboratoř. WOCO STV projektuje a programuje stroje pro vlastní výrobu a současně i pro ostatní WOCO firmy.

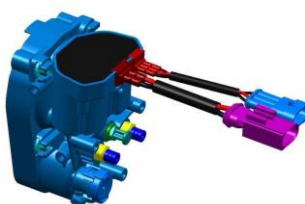
V roce 2007 se společnost stala logistickým centrem pro WOCO závody ve střední a východní Evropě.

V současné době se řadí mezi největší zaměstnavatele v okrese Vsetín. Pro společnost WOCO STV s.r.o. pracuje více než 900 zaměstnanců. (interní zdroj)

6 VYRÁBĚNÝ PRODUKT NA VYBRANÉ LINCE

6.1 Pneumatická spínací jednotka

Na vybrané lince ve společnosti WOCO STV s.r.o. se vyrábí produkt, který se dále využívá v automobilovém průmyslu. Jedná se o pneumatickou spínací jednotku, která je po kompletaci s kompresorem a jeho pohonnou jednotkou zdrojem tlakového vzduchu pro uzavřený systém vzduchového pérování. Tato koncepce přináší nejen výrazné snížení energetických nároků vlastního systému, ale navíc pomocí inovativního konceptu provázání elektronických systémů řízení stability podvozku a brzdového systému. Díky tomu zajišťuje komfortní a za všech provozních situací bezpečné vzduchové odpružení podvozku vozu. Kompletní systém vzduchového pérování je nabízen pro všechny třídy osobních a dodávkových automobilů – speciálně pro luxusní limuzíny, vozy SUV, kombi varianty a dodávkové vozy typu Transportér. První generace, u které probíhala sériová výroba, byla spuštěna již v roce 2004. Rozměry výrobku současné generace jsou: délka 194 mm, šířka 82 mm, výška 132 mm a samotná váha je 2,93 kg. (interní zdroj)



Obrázek 5: Pneumatická spínací jednotka (interní zdroj)

6.2 Polotovár MV

Tato práce se bude zabývat výrobou polotovarů MV, které slouží ve spínací jednotce k řízení tlaku vzduchu v uzavřeném obvodu vzduchového pérování. Polotovár MV vzniká na vybraném pozorovaném úseku linky a dále postupuje v procesu montáže jako jeden z komponentů finálního produktu.



Obrázek 6: Polotovár MV (interní zdroj)

7 VÝROBNÍ PROCES VYBRANÉ LINKY

Tato práce se zabývá analýzou vybraného úseku linky s označením G2. Náplní práce není analyzovat výrobní proces celé společnosti WOCO STV s.r.o. ani celý výrobní proces linky G2.

7.1 Výrobní proces linky G2

U linky G2 je výrobní postup ucelený, jednotlivé kroky na sebe plynule navazují. Operace jsou logicky sloučené do prostorově oddělených výrobních buněk, které nejsou od sebe vzdáleny. Co se týká uspořádání operací, leží na vymezeném prostoru, kde začátek procesu je uspořádán do tvaru U. Zbytek linky se dále dělí do dvou větví, které jsou zrcadlově otočené a kopírují stejné výrobní postupy, z důvodu dvojnásobné výrobní kapacity. Jedná se o montážní linku, která prokládá ruční práci s potřebnou technologií a s tím spojenou obsluhu strojů. Z časového pohledu celá linka vyrábí na 3 směny, 5 dnů v týdnu.

7.2 Vybraný úsek linky G2

Tvoří ucelený celek, kde výsledkem je polotovar MV, který představuje pro hotový produkt polotovar, který se dále montuje do sestavy spínací jednotky. Úsek vyrábějící polotovar MV je uskupen do výrobní buňky tvaru písmene U a je umístěn na začátku celé linky. Je to seskupení 10 odlišných operací, vedoucí k výrobě MV. Všechny operace jsou vybavené strojním zařízením. Ruční práce zde představuje seskládání komponent před vložením do jednotlivých zařízení nebo konečné úpravy po dokončení činnosti zařízení, případně jen vložení a vyndání komponent ze stroje.

7.2.1 Aplikované metody průmyslového inženýrství

Na celé lince je zavedená a dodržována metoda 5S. Dohled nad kompletním dodržováním a hodnocení stavu se provádí pomocí auditu jednou za týden.

Montážní linka je opatřena ve většině případů světelnými signály, kdy v případě korektní montáže se rozsvítí zelená lampa, jakmile je díl smontován špatně, rozsvítí se světlo červené.

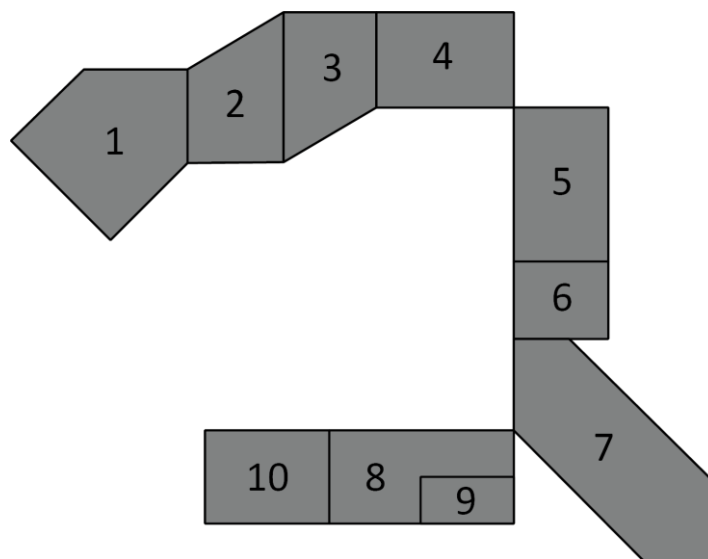
Prvky poka yoke jsou umístěny u obou laserových svářeček, kdy není možné stroj uvést do činnosti, pokud díl není umístěn ve správné poloze.

Na lince také dochází k job rotation, tedy změně pracovní pozice, konkrétně u pozorované části není toto pravidlo přesně stanovené ani striktně dodržované, nejčastěji však dochází ke střídání po jedné hodině činnosti na následující pozici.

7.2.2 Strojní vybavení

Všechny stroje mají jedinečné provedení, jsou navrženy a zkonstruované tak, aby byly schopné vyrábět polotovary MV v sériové výrobě. Stroje jsou opatřeny světelnou signalizací, kdy se po korektní montáži dílů rozsvítí zelené signalizační světlo, v opačném případě světlo červené. Součástí průběhu montáže je vizuální kontrola každého dílu, prováděná pracovníkem. Z důvodu plynulosti montáže celé linky jsou pracovní stanice vybaveny zásobníky, kde se vytvořené dílce odkládají před další pracovní operací.

Montážní stanice jsou očíslovány podle pořadí umístění ve výrobní buňce, grafické znázornění znázorňuje obrázek 7.



Obrázek 7: Layout montážních stanic (vlastní zpracování)

Montážní stanice 1

První montážní stanice je vybavena montážním otvorem, kdy po vložení těsnícího a jisticího kroužku a trnu ve správném pořadí dojde k jejich automatickému navlečení do podsestavy – tato je předána k další montáži.

Montážní stanice 2 a 3

Druhá a třetí pracovní stanice je opatřena kruhovým stolem, otočným o 180°. Obě operace mají dvojitý montážní přípravek - díky tomuto principu lze během činnosti stroje připravit k montáži další kus. Po seskládání jednotlivých komponentů a otočení stolem do pracovní polohy stroje dojde ke stlačení a přesnému zálisu montovaných dílců. Po třetí operaci následuje 100% měření smontovaného dílu pomocí statického kalibru.

Montážní stanice 4

Jedná se o poloautomat, který musí být obsluhou pravidelně doplňován vstupními komponenty dvojitého druhu. Po automatické montáži jsou hotové dílce vysunuty a odebírány obsluhou.

Montážní stanice 5

Následující operace je realizována opět pomocí poloautomatu, který vyžaduje od obsluhy vložení cívky a následné odložení hotového kusu do zásobníku. Během činnosti stroje dochází k automatickému odstřížení pomocných vodících kolíků cívky, nalisování kontaktů a kontrole ohmického odporu vinutí cívky.

Montážní stanice 6

Ruční lis s montážním přípravkem, do kterého jsou vkládány požadované součásti, jsou obsluhou pomocí stlačení páky lisu zalisovány - tím je vytvořen jednolitý díl, podsestava vnější části MV.

Montážní stanice 7

K finální operaci podsestavy vnitřní části MV slouží laserová svářečka, která je opět vybavená 180° otočným kruhovým stolem se zdvojeným přípravkem – kleštinou, pro vložení a uchycení dílu. Po otočení do polohy činnosti stroje dochází ke kontinuálnímu laserovému svaření vložených dílů.

Montážní stanice 8

Operace je realizována ručním lisem, který lisuje polotovary dosud vytvořené na lince do jednoho dílu. Je vybaven montážním přípravkem a pákou, sloužící ke stlačení a zalisování dílu.

Měřicí stanice 9

Samostatnou operaci tvoří měření, které je umístěno před finální operací. Je zde přípravek, do kterého se vkládají jednotlivé kusy. Pomocí 100% měření úchylkoměrem je ověřována správná hodnota zalisování výrobku po předcházející operaci.

Montážní stanice 10

Pulsní laserová svářečka je umístěna na konci procesu. Je zde opět otočný kruhový stůl se dvěma přípravky pro vložení dílů. Probíhá zde pulsní laserové svařování - finální spojení předchozích slisovaných dílů do výsledné podoby polotovaru MV.

Profesní obsazení linky

Potřebné komponenty, které do procesu vstupují, jsou pravidelně doplňovány a jejich stav zaznamenáván. Na tuhle činnost jsou pověřeni pracovníci, jejich úkolem je pouze doplňování zásob všech komponentů na dané lince, tak aby nedošlo k přerušení montáže, z důvodu chybějících dílců.

O linku se po technické stránce starají asistenti mechanici, kteří v případě výpadku či poruchy stroj na místě opravují.

Na vybraném úseku linky se pohybují dva nebo čtyři pracovníci ve výrobní buňce. Tato variabilita umožňuje přizpůsobení rychlosti výroby a dodávání hotových polotovaru MV pro následnou montáž v požadovaném čase a množství. Podle počtu pracovníků na daném úseku si jednotlivé pracovní činnosti rozdělí. Problematika rozdělení jednotlivých pracovních úkolů byla navržena, ovšem nedochází k 100% plnění. V týmu je stanovena vedoucí pracovníce výrobní buňky, která zaznamenává na tabuli a do tiskopisů každou hodinu stav výrobních shodných a neshodných výrobků, na konci směny vyplňuje protokoly o činnosti na lince za danou směnu.

Vedoucí směny představuje odpovědnou pracovníci za chod linky, je pouze jedna pro každou směnu a má na starosti celou linku G2. Náplní vedoucí směny je organizace práce, konkrétní obsazování lidí na pozice v celé lince, průběžná kontrola kvality výrobků v různých fázích rozpracovanosti a kontrola čistoty na pracovišti.

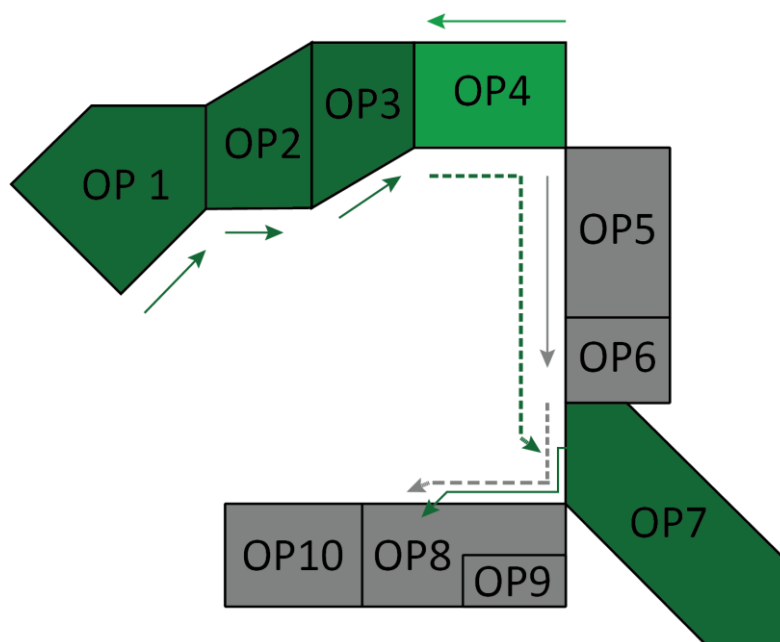
Chod celé linky je pod dohledem vedoucích pracovníků, co se týká strojů, je zde technolog zaměřen na danou linku, také odpovědná osoba za kvalitu. Pro plynulé zásobování a činnost linky jsou zde pracovníci, kteří zpracovávají objednávky, a plánují obsazenost linky na konkrétní dny. Stanovují přesné množství vyrobených výrobků a potřebu lidských zdrojů.

8 VÝROBNÍ POSTUPY

Činnost vybraného úseku linky na polotovaru představuje 10 operací, které jsou pomocí strojů a ruční práce kompletovány. Tato kapitola se zaměří na popis jednotlivých činností, které vedou k výrobě polotovaru MV. V případě výroby neshodného výrobku či poškození nevhodným zacházením v jakékoli části rozpracovanosti dochází k vyloučení kusu na přesně stanovené místa pro neshodné výrobky.

8.1 Výrobní operace

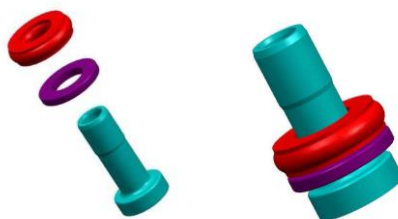
Následující layout znázorňuje pomocí šipek tok materiálu po výrobní buňce. Barevné rozlišení v odstínech zelené barvy tvoří výrobu podsestavy 1. Operace 4 je označená světlejším odstínem zelené z důvodu, vytváření komponent pro operaci 3. Operace značené šedou barvou vyznačují montáž podsestavy 2. Ke kompletaci těchto dvou podsestav a tím vytvoření polotovaru MV dochází u operace 8. Následně polotovar MV prochází měřením u operace 9 a finální operací - svařování u operace 10.



Obrázek 8: Layout výrobních operací (vlastní zpracování)

Operace 1

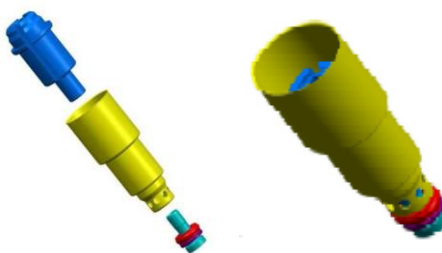
Pracovník z pravého zásobního boxu přesune těsnící kroužek společně s jisticím kroužkem z levého zásobníku do montážního otvoru. Při korektním uložení kroužků se rozsvítí zelená kontrolka, následně pracovník vloží těsnící trn a dojde k strojové montáži a spojení vložených dílů. Po signalizaci je díl odebrán, je provedena vizuální kontrola a odložen do zásobníku s hotovými trny.



Obrázek 9: Grafické znázornění operace 1
(interní zdroj)

Operace 2

Ze zásobníku je díl anker vložen do přípravku, dále je přidán ze zásobního boxu pouzdro. Do přichystaného přípravku je vložen trn z předchozího kroku. Po otočení montážním stolem o 180° dochází k nalisování. Během této činnosti pracovník připravuje další kus. Po korektní montáži se rozsvítí zelené světlo. Pracovník kontroluje pohyblivost sestavy i vizuální stránku.

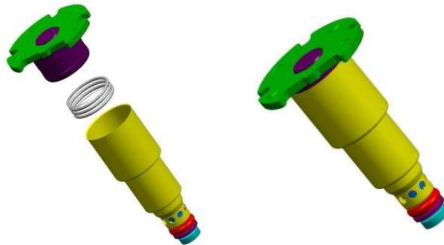


Obrázek 10: Grafické znázornění operace 2
(interní zdroj)

Operace 3

Pracovník odebere hotový díl, který vzniká u operace 2, vloží ve správné poloze do spodního přípravku, dále přiloží pružinu ze zásobního boxu a přiloží magnetkern, který je výsledkem operace 4, pomocí automatického stroje. Díky otočnému stolu o 180° může pracovník během lisování připravovat na montáž další díl stejným postupem. Po rozsvícení kontrolky je

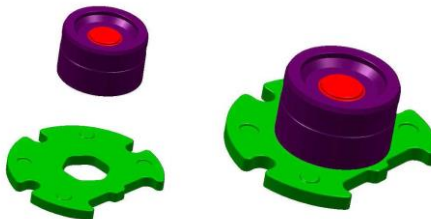
shodný produkt vizuálně zkontrolován. Následně díl pracovník vkládá do statického kalibru, kde ověřuje míru zalisování sestavy. Překontrolovaný díl vkládá na posuvný pás, který je svařován u operace 7.



Obrázek 11: Grafické znázornění operace 3
(interní zdroj)

Operace 4

Na pomocný montážní trn pracovník nasadí přichystané desky, které jsou pravidelně zapouštěny do montážní stanice. Do zásobní lišty automatického stroje, který spojuje doplňované desky s magnetkernem, které pracovník průběžně plní do zásobníku stroje. Spojení obou komponent probíhá automaticky, pracovník hotové díly odebírá, vizuálně kontroluje a odkládá do boxu. Hotový díl je použit u operace 3.



Obrázek 12: Grafické znázornění operace 4
(interní zdroj)

Operace 5

Při operaci číslo 5 vzniká dílčí produkt cívka, který je potřeba pro následnou operaci číslo 6. Ze zásobníku pracovník odebere cívku, u které vizuálně zkontroluje polohu konečných drátů. Cívka je vložena ručně do spodního přípravku zásobníku. Obsluha posune přípravek do pracovní polohy. Ve stroji dojde k automatickému odstřížení, nalisování kontaktu a změření odporu smontované cívky. Po ukončení montáže vyjede montážní přípravek, kde je zpracovaná cívka odebrána, vizuálně zkontrolována a odložena do zásobníků.



Obrázek 13: Grafické znázornění operace 5
(interní zdroj)

Operace 6

Pouzdro je přemístěno ze zásobního boxu do spodního přípravku ve správné poloze. Ze zásobníku je odebrána cívka vytvořena u operace 5 a vložena do připraveného pouzdra. Ručním stlačením páky lisu na doraz je vytvořen díl, který se vizuálně kontroluje a odkládá do zásobníku pro operaci 8. Vzniká podsestava ventilu (podsestava 2.)



Obrázek 14: Grafické znázornění operace 6
(interní zdroj)

Operace 7

Vzniklý hotový díl z operace 3, je k téhle operaci dopraven pomocí dopravníkového pásu. Operátor vsune do upínací kleštiny svařovacího otočného stolu díl odebraný z dopravníkového pásu. Sepne kleštinu dotekem spínače. Otočí stolem o 180°, následně proběhne laserové svařování. Během svařování pracovník připravuje další díl. Po svaření se díl vizuálně kontroluje a shodné díly se odkládají do desky pro hotové díly k dalšímu zpracování. Vzniklá sestava magnetkernu se používá v operaci 8. U operace 7 dochází k dokončení podsestavy 1.



Obrázek 15: Grafické znázornění operace 7
(interní zdroj)

Operace 8

Operátor vloží ze zásobníku sestavu ventilu (podsestava 2) do spodního přípravku lisu. Do připravené sestavy ventilu vloží sestavu magnetkernu (podsestava 1). Ručním stlačením páky jsou součástky zalisované. Vyjmutý slisovaný díl vizuálně zkontroluje a odloží do zásobníku k měření.



Obrázek 16: Grafické znázornění operace 8
(interní zdroj)

Operace 9

Navazuje na operaci 8. Dochází k měření každého vyrobeného dílu před konečnou operací. Pracovník provádí měření ve třech stanovených bodech pomocí úchylkoměru. Správný díl je odložen do zásobníku ke konečné činnosti.



Obrázek 17: Grafické znázornění operace 9
(interní zdroj)

Operace 10

Obsluha svářečky vloží připravený díl z operace 9 do svařovacího přípravku. Otočí stolem o 180°, kde dojde ke svaření jednotlivých dílů. Během činnosti svářečky vkládá další díl do druhé poloviny stolu. Po signalizaci zelené kontrolky je stůl otočen a odebrán svařený ventil z přípravku, pomocí štětce jsou odstraněny saze po svařování a provede se vizuální kontrola. Po očištění a kontrole je díl odložen do připravené přepravky. Tahle operace představuje konečnou činnost pro výrobu polotovaru MV. U finální operace nedochází ke změně vzhledu. Je stejná jako obrázek 17.

9 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU NA VYBRANÉM ÚSEKU LINKY

Tato kapitola se soustředí na analýzu současného stavu montážního procesu vybraného úseku linky G2. K analýze bylo využito metody snímkování celé pracovní směny. Vždy se jednalo o 100% obsazení linky. Na lince pracovali 4 pracovníci, během celé směny. Snímkování probíhalo na ranních směnách. Díky tomu, že firma vyrábí ve 3 směnách, pozorování bylo provedeno u každé směny. Snímkování bylo prováděno třikrát, dohromady byla provedená analýza u 12 různých pracovníků obsluhující linku v době pozorování.

Cílem bylo nastopovat všechny probíhající operace na vybrané lince během celé pracovní směny u všech natočených operátorů. Dále bylo potřeba vysledovat pohyb pracovníků na pracovišti a rozdělení činností do pozic, které bude následně za úkol upřesnit a stanovit efektivní pohyb a rovnoměrné rozdělení pracovních činností ve výrobní buňce.

9.1 Rozpis směny

Celá směna trvá 8 hodin. Pracovní doba je rozdělena pravidelnými přestávkami. U ranní směny je začátek v 6.00 hodin. První 15 minutová přestávka je od 7.30-7.45. Druhá přestávka určena k občerstvení je v celkové délce 20 minut. V čase od 10.10 – 10.30. Poslední třetí přestávka je v čase 12.25- 12.30. Na začátek a konec směny je dohromady počítáno 5 minut na přípravu pracoviště.

9.2 Způsob snímkování

Díky obsazenosti linky čtyřmi pracovníky na jedné směně, kteří obsluhují a montují jednotlivé komponenty a dílce, bylo potřeba využít video techniky. Celá směna byla natočená pomocí kamery na video záznam, ten byl následně zpracován. Samotné zpracování probíhalo pomocí stopek a zaznamenávání jednotlivých časů operací, u každého pracovníka. Časy byly zapisovány a tříděny do tabulky podle druhu operace.

Měření bylo jednotné a probíhalo u všech operátorů stejně. U každé operace byl stanoven začátek a konec stopované činnosti. Snímkování bylo zaměřeno na čas montáže prováděné pracovníkem. Toto stanovení proběhlo na základě požadavků společnosti, po společné konzultaci s technologem a vedoucím průmyslového inženýrství.

Stopování probíhalo pomocí přehrávání video záznamu, jednotlivé časy byly stopovány pomocí stopek a hodnoty zaznamenávány. Pokud docházelo k současné činnosti dvou operací,

byly tyto operace stopovány samostatně. Časová náročnost na snímkování jednoho pracovníka v průměru představovala 11 hodin práce.

Operace 1

Operace byla měřena od vložení těsnící kroužek z přípravného boxu do přípravku, následné vložení jistícího kroužku a trnu. Do celkového času je započítáno uložení smontovaného dílce do zásobníku.

Operace 2

Za začátek operace bylo pokládáno uchopení pracovníka ankrů ze zásobníků, vložení pouzdra a trnu do pracovního přípravku, pootočení stolem do pracovní polohy, vyndání předchozího hotového kusu, vizuální kontrola a kontrola pomoci zvukové zkoušky. Odložení shodného kusu do odkládacího blistru.

U operace nebylo počítáno se strojovým časem, protože pracovník má dvojitý montážní přípravek a tedy nemusí čekat na zhotovení kusu.

Operace 3

Operace začíná od uchopení ze zásobníku vytvořenou součástku z operace 2, přiložení pružiny z blistru a magnetkernu, který je umístěn v boxu. Po samotné montáži, pootočení pracovního přípravku do pracovní polohy stroje. Vyndání již smontovaného dílu. Vizuální kontrola a následná 100% kontrola přesnosti ve statickém kalibru.

U operace nebylo počítáno se strojovým časem, protože pracovník má dvojitý montážní přípravek a tedy nemusí čekat na zhotovení kusu.

Operace 4

Operace 4 je specifická díky tomu, že stroj je průběžně doplňován. Z toho důvodu byla zvolena metoda měření po stanovených počtech kusů pro objektivitu měření.

1 krok – Navlékání podložek na trn. Čas byl měřen od uchopení první podložky ze zásobníku po navlečení 60 ks na trn.

2 krok - Vkládání 10 ks dílců do zásobníku stroje nepřerušovaně.

3 krok - Průběžné odnášení již hotových, strojem vytvořených magnetkernů, které vždy pracovník uchopí, vizuálně zkontroluje a přesune k operaci 3.

Operace 5

Měření tohoto kroku probíhalo od uchopení cívky, kterou ihned pracovník přemístil do přípravné plochy stroje, kterou následně zasunul do pracovní polohy. Součástí měření byla i činnost stroje, automatické otevření stroje, vyjmutí a vizuální kontrola cívky a její následné odložení na odkládací prostor.

Během strojního času obsluha nemusí vyčkávat na hotový kus. Věnuje se činnosti na operaci 3 nebo operaci 6. Pro výpočet byl strojní čas odečten. Strojní čas tohoto konkrétního stroje je 11s.

Operace 6

Měření operace probíhalo od uchopení pouzdra z boxu a jeho vložení do přípravku ručního lisu k tomu vložení cívky (výsledek operace 5) do připraveného pouzdra. Tímto způsobem předchystaný kus pracovník okamžitě zalisoval stlačením páky. Provedl vizuální kontrolu a odložil do odkládacího přípravku.

Operace 7

Začátek operace je považován od uchopení podsestavy z operace 3 z přepravníku a následné vložení do laserové svářečky. Vyndání svařeného kusu ze stroje, vizuální kontrola a přendání do zásobníku.

V čase měření je i strojní čas 7s, který je v konečných časech odpočítán, kvůli stanovení ručního času. Během strojního času se pracovník věnuje operaci 8 nebo operaci 9.

Operace 8

Čas operace byl měřen od vložení dílce (výsledek operace 6) do přípravku ručního lisu k tomu přiložení svařeného dílu podsestavy (výsledek operace 7) do již připraveného dílce. Čas slisování připraveného dílce pomocí stlačení páky ručního lisu. Provedení vizuální kontroly a odložení dílu do zásobníku.

Operace 9

Operace byla měřena od chvíle, kdy pracovník uchopil ze zásobníku díl (výsledek činnosti 8), který vložil do přípravku měřicího přístroje, ověření zálisu na 3 předepsaných místech pomocí úchylkoměru. Shodný díl odložen do zásobníku.

Operace 10

U finální operace byl měřen čas od uchopení připraveného polotovaru MV, přes otočení kruhovým stolem do pracovní polohy, následné vyndání svařeného dílu umístěného v druhém montážním přípravku. Po vyndání svařeného dílu z laserové pulsní svářečky byly očištěny nečistoty vzniklé svařování, zkontrolována vizuální kvalita sváru. V čase je také odložení dílu do konečného zásobníku.

U operace nebylo počítáno se strojovým časem, protože pracovník má dvojitý montážní přípravek a tedy nemusí čekat na zhotovení kusu.

9.3 Naměřené hodnoty

Tato část je zaměřena na popis vyzorovaných údajů na vybraném úseku linky G2. U každé směny je popsáno, jak si pracovníci jednotlivé operace dělí, jaký je průměrný čas na danou operaci u každého pracovníka z časů naměřených po celou dobu směny. Celkový čas na průchod výrobku celou linkou slouží jako údaj pro srovnání. Takt linky je omezen rychlostí operace 10, toto místo může být označené jako úzké místo, podle kterého se řídí takt celé výrobní buňky díky nejdelšímu času trvání operace.

V současné době není na vybraném úseku linky dodržován standart, který by stanovoval pracovní pozice, které by zahrnovaly přesné rozdělení operací tak, aby byly vybalancovány činnosti pracovníků na lince rovnoměrně. V současné době je tolerováno, že si pracovníci mohou rozdělení činností přizpůsobit, aby docházelo k plynulému chodu linky.

Návrh na rozdělení činností byl zpracován zhruba před 3 lety. Od té doby došlo u některých pracovních operací k přemístění, proto je vyžadováno vytvoření nového návrhu.

Personální obsazování vybraného úseku linky probíhá střídáním, vytvořených neměnných pracovních týmu čtyřčlenných nebo dvoučlenných skupinek.

9.3.1 První směna

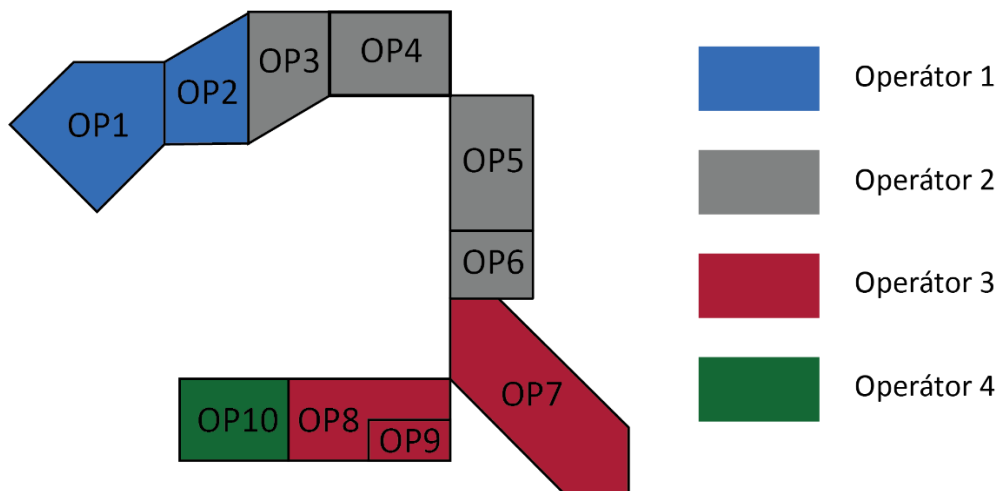
První celodenní snímkování proběhlo 24. 10. 2014. Natočena byla celá ranní směna při 100% obsazenosti, tedy čtyři pracovníci.

Snímkování ranní směny proběhlo od 6 hodin do 14 hodin. Přičemž po celou dobu probíhala výroba, s výjimkou povinných přestávek a úklidem pracoviště na konci směny v délce 20 minut.

Rozdělení činnosti během směny

Po celou dobu směny docházelo k pravidelnému střídání pracovních pozic a to po hodině práce. Po uplynutí času se posunul operátor na pozici následující. Pracovníci dodržovaly rozdělení jednotlivých operací. Lišilo se jen množství, které vykonávaly jednorázově u daných operací, než přešli na operaci následující nebo poměr vyráběných výrobků během strojního času u operace 5 a operace 7.

Grafické zpracování rozdělení činností ve výrobní buňce, směna 1



Obrázek 18: Layout první směna (vlastní zpracování)

Operátor 1

- Střídání operace 1 s operací 2

Operátor 2

U této pozice byly průběžně střídány kombinace:

- Operace 5 během strojního času stroje, činnost na operaci 3
- Operace 5 během strojního času stroje, činnost na operaci 4
- Operace 5 během strojního času stroje, činnost na operaci 6

Operátor 3

Průběžné střídání činností:

- Operace 7 během strojního času činnost na operaci 8
- Operace 9

Operátor 4

- Operace 10

Přehled průměrných časů operátorů první směny

Tabulka 3: Přehled průměrných časů operátorů první směny (vlastní zpracování)

	Operace 1	Operace 2	Operace 3	Operace 5	Operace 6	Operace 7	Operace 8	Operace 9	Operace 10
Operátor 1	4,90	5,50	4,77	3,47	4,34	3,44	3,89	4,79	16,28
Operátor 2	4,68	5,85	5,33	6,57	4,82	5,14	4,77	5,21	16,63
Operátor 3	4,94	6,58	4,89	3,78	5,29	3,65	5,06	6,70	16,86
Operátor 4	3,77	6,91	7,26	4,04	4,47	4,09	4,42	5,71	16,57
Průměr směny	4,57	6,21	5,56	4,46	4,73	4,08	4,54	5,60	16,58

Průměrné časy zachycují jen ruční práci u jednotlivých operátorů samostatně. Údaje jsou v sekundách.

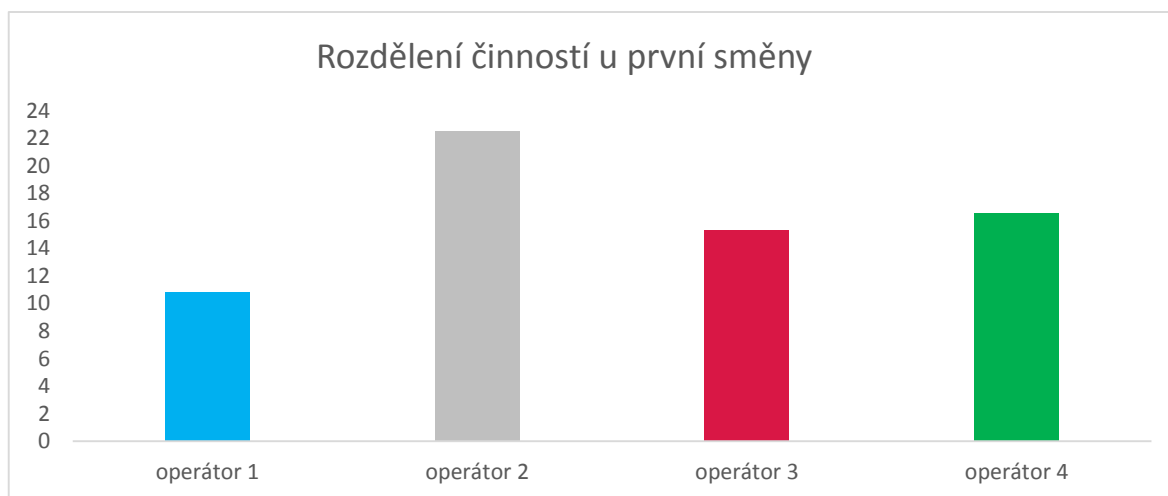
Čas průchodu jednoho kusu u první směny

Celkový čas 1ks = OP1+ OP2+ OP3 + OP4*+ OP5+ OP6+ OP7+OP8+OP9+OP10

Celkový čas 1ks = 4,57 + 6,21 + 5,56+ 5,55+4,46+4,73+4,08+4,54+5,6+16,58 = **61,88 s**

*Čas OP4 je brán jednotně celkový čas dle výpočtu v kapitole 7.3.4.

Rozdělení činností ve výrobní buňce, směna 1



Obrázek 19: Graf rozdělení činností první směna (vlastní zpracování)

Výpočet probíhal podle popsaného rozdělení činností s přihlédnutím na čas přesunu dle následující tabulky.

Tabulka 4: Výpočet časů u jednotlivých operátorů směna 1 (vlastní zpracování)

	Součet časů (s)	Výpočet přesunu (s)	Čas přesunu (s)	Celkový čas (s)
operátor 1	10,78	$(2 \cdot 1,08) / 30$	0,07	10,85
operátor 2	20,30	$(2 \cdot 1,08) / 2 + (2 \cdot 1,08) / 5 + (2 \cdot 1,08) / 3$	2,23	22,53
operátor 3	14,22	$(2 \cdot 1,08) / 2$	1,08	15,30
operátor 4	16,58			16,58

Čas přesunu představuje přemístění operátora mezi operacemi. Tento údaj vychází z tabulek metody MOST, kde je stanoven čas na jeden krok 1,08 s. Čas jednoho kroku byl dělen množstvím, vyrobeného jednorázově na sledované operaci.

9.3.2 Druhá směna

K natáčení druhé směny došlo dne 2. 3. 2015. Snímkování proběhlo na ranní směně od 6 hodin do 14 hodin. Obsazenost linky byla 100%. Pracovní činnosti probíhaly bez přerušení po celou pracovní směnu, bez času přestávek, které jsou rozmístěny pravidelně během celé pracovní směny a 20 minutového povinného úklidu v čase od 12:30-12:50.

Rozdělení činnosti během směny

U této směny nelze hovořit o pravidelné nebo opakující se rotaci střídání pozic. Pracovnice se nestřídaly v žádné pravidelnosti na daných operacích. Docházelo k intuitivnímu rozdělení činností dle potřeby pro chod linky, aby nedošlo k přerušení nebo nedostatku u některé z operací.

Každý operátor během směny působil u každé z 10 operací. Lišil se čas strávený na jednotlivých pracovištích. Na základě pozorování může být vyvozen pouze závěr, kterým činností se jednotlivé pracovnice věnovaly nejvíce během směny. Díky nahodilému rozložení činností nelze zpracovat grafické rozdělení činností jako u ostatních směn.

Operátor 5

Převládá práce u operace 10 následně pak činnost u operace 5 po většinu času směny.

Operátor 6

Věnovala se především operaci 10 a 6 v průběhu směny.

Operátor 7

Převládá činnost u operace 7 kombinována během strojního času s činností na operaci 8 nebo operaci 9.

Operátor 8

Téměř $\frac{3}{4}$ směny se pracovnice věnovala činnosti zajišťování chodu na začátku výrobní buňky, konkrétně střídala operace 1, operace 2, operace 3, operace 4.

Přehled průměrných časů operátorů druhé směny

Tabulka 5: Přehled průměrných časů operátorů druhé směny (vlastní zpracování)

	Operace 1	Operace 2	Operace 3	Operace 5	Operace 6	Operace 7	Operace 8	Operace 9	Operace 10
Operátor 5	3,90	5,59	5,38	3,41	4,11	4,31	4,04	7,17	17,48
Operátor 6	4,94	5,18	6,54	4,71	3,86	4,51	4,04	8,26	16,65
Operátor 7	4,66	5,96	9,43	3,53	4,98	4,12	6,15	12,96	19,94
Operátor 8	5,28	6,38	5,92	5,45	4,30	1,94	6,25	12,72	23,00
Průměr směny	4,69	5,77	6,82	4,27	4,31	3,72	5,12	10,28	19,27

Tabulka zachycuje pouze ruční časy operací u všech pozorovaných operátorů. Údaje jsou v sekundách.

Čas průchodu jednoho kusu u druhé směny

Celkový čas 1ks = OP1+ OP2+ OP3 + OP4*+ OP5+ OP6+ OP7+OP8+OP9+OP10

Celkový čas 1ks = 4,69 + 5,77 + 6,82+ 5,55+4,27+4,31+3,72+5,12+10,28+19,27= **69,8s**

*Čas OP4 je brán jednotně celkový čas dle výpočtu v kapitole 7.3.4.

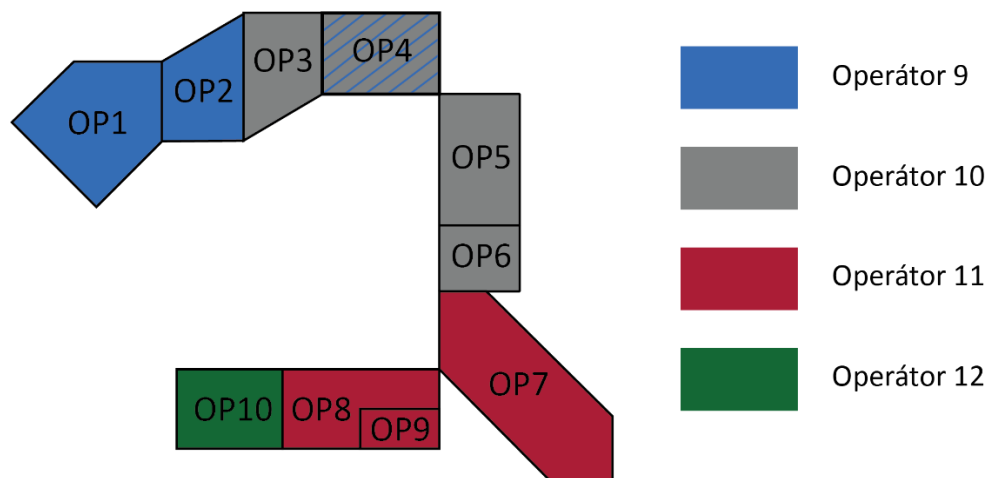
9.3.3 Třetí směna

Snímkování celé směny bylo provedeno 9. 3. 2015. Jednalo se o ranní směnu, která byla tvořena pracovním týmem z odlišné směny, jako dvě předcházející pozorování. Linka pracovala v 100% obsazenosti. Snímkování bylo zahájeno na začátku směny a tedy v 6 hodin a konec byl v 14.00. U pozorované směny nedošlo k nenadálým situacím, které by způsobily výpadek činnosti. Pracovní činnost byla přerušena jen během povinné pracovní přestávky a během povinného úklidu, který probíhal 20 minut v čase 12.25-12.45.

Rozdělení činnosti během směny

U třetí směny docházelo k rotaci ve výrobní buňce na 4 pozicích. Změna pracovní pozice probíhala po hodině práce. Pravidelnost byla narušena jedním pracovníkem, který střídal pouze pozici 1 a 2. To ovlivnilo střídání všech ostatních operátorů. Pravidelnost byla jen u pozice 3, kde následně přecházel operátor na pozici 4. Pozici 1 a 2 byly obsazeny podle toho, kde se nacházel operátor, který nevykonával úplnou rotaci po buňce.

Grafické zpracování rozdělení činností ve výrobní buňce, směna 3



Obrázek 20: Layout třetí směna (vlastní zpracování)

Operátor 9

- Střídání operace 1 s operací 2
- Operace 4 (část navlékání na trn krok 1)

Operátor 10

U této pozice byly průběžně střídány kombinace:

- Operace 5 během strojního času stroje, činnost na operaci 3
- Operace 5 během strojního času stroje, činnost na operaci 4
- Operace 5 během strojního času stroje, činnost na operaci 6

Operátor 11

- Samostatně činnost jen na operaci 7
- Operace 7 během strojního času činnost na operaci 8
- Operace 9

Operátor 12

- Operace 10

Přehled průměrných časů operátorů třetí směny

Tabulka 6: Přehled průměrných časů operátorů třetí směny (vlastní zpracování)

	Operace 1	Operace 2	Operace 3	Operace 5	Operace 6	Operace 7	Operace 8	Operace 9	Operace 10
Operátor 9	6,01	6,36	6,43	4,36	4,72				
Operátor 10	7,83	7,08	5,95	5,53	5,37	3,46	5,76	6,52	17,50
Operátor 11	5,76	7,60	6,95	4,70	4,15	4,23	5,68	7,51	19,43
Operátor 12	5,69	6,94	6,38	4,56	5,57	4,78	4,97	5,92	20,28
Průměr směny	6,32	6,99	6,43	4,79	4,95	4,16	5,47	6,65	19,07

Tabulka hodnot zahrnuje všechny ruční časy naměřené na 3. směň. Údaje jsou v sekundách.

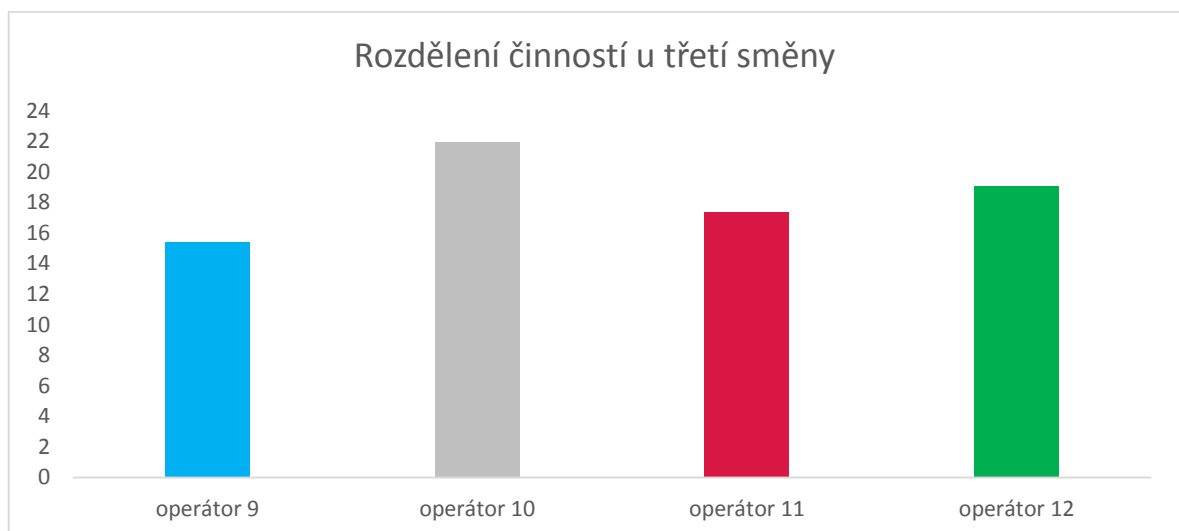
Čas průchodu jednoho kusu u třetí směny

Celkový čas 1ks = OP1+ OP2+ OP3 + OP4*+ OP5+ OP6+ OP7+OP8+OP9+OP10

Celkový čas 1ks = 6,32 + 6,99 + 6,43+ 5,55+4,79+4,95+4,16+5,47+6,65+19,07 = **70, 38s**

*Čas OP4 je brán jednotně celkový čas dle výpočtu v kapitole 7.3.4.

Rozdělení činností ve výrobní buňce, směna 3



Obrázek 21: Graf rozdělení činností třetí směna (vlastní zpracování)

Výpočet probíhal podle popsaného rozdělení činností s přihlédnutím na čas přesunu dle následující tabulky.

Tabulka 7: Výpočet časů u jednotlivých operátorů směna 3 (vlastní zpracování)

	Součet časů (s)	Výpočet přesunu (s)	Čas přesunu (s)	Celkový čas (s)
operátor 9	15,35	$(2*1,08)/30$	0,07	15,42
operátor 10	19,69	$(2*1,08)/2+(2*1,08)/5+(2*1,08)/3$	2,23	21,92
operátor 11	16,28	$(2*1,08)/2$	1,08	17,36
operátor 12	19,07			19,07

Čas přesunu představuje přemístění operátora mezi operacemi. Tento údaj vychází z tabulek metody MOST, kde je stanoven čas na jeden krok 1,08 s. Čas jednoho kroku byl dělen množstvím, vyrobeného jednorázově na sledované operaci.

9.3.4 Operace 4

Operace 4 byla měřena samostatně, po domluvě se zástupcem ze společnosti za průmyslové inženýrství. U této operace pracovník obsluhuje poloautomatický stroj. Činnost může být rozdělena do tří kroků:

- 1. krok navlékání podložek na trn
- 2. krok průběžné doplňování dílců do zásobníku stroje
- 3. krok přenášení hotových výrobků ze stroje do zásobního boxu k operaci 3

Měření bylo stanoveno:

- 1. krok byl měřen celý čas navlečení na trn, 60 ks podložek
- 2. krok měření přenášení dílců z boxu do zásobníků stroje, bez přerušení po 10 ks
- 3. krok uchopení, vizuální kontrola, přenesení a odložení do boxu

Tabulka 8: Přehled časů operace 4 (vlastní zpracování)

1. krok (s)	1. krok na 1 ks (s)	2. krok (s)	2.krok na 1ks (s)	3 krok (s)	Celkem na 1 ks (s)
122,14	2,04	12,39	1,24	2,28	5,55

10 NÁVRH NA VYBALANCOVÁNÍ OPERACÍ MEZI OPERÁTORY BEZ ZMĚNY VE VÝROBNÍ BUŇCE

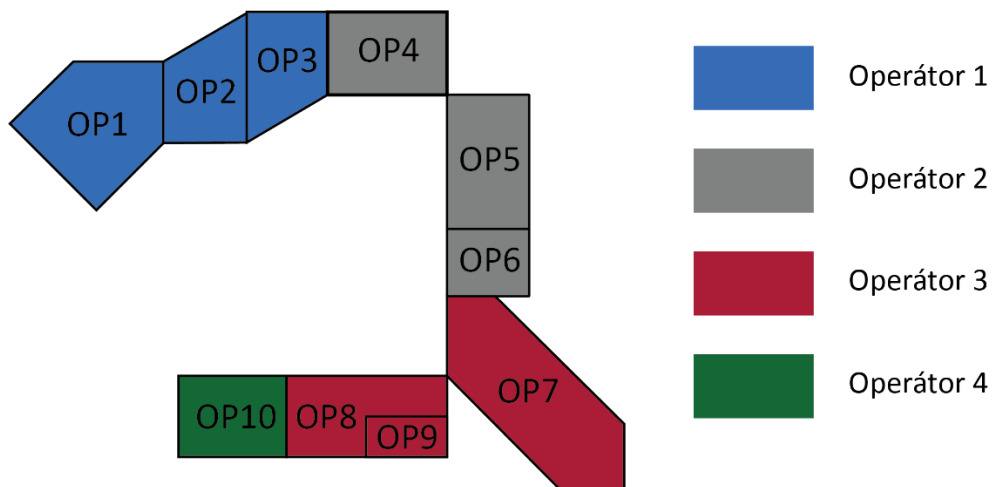
Tento návrh se zaměřuje na rovnoměrné rozdělení 10 operací pro čtyři operátory za stávajících podmínek ve výrobní buňce. Za stávající podmínky je považováno, že se nevyžaduje k realizaci návrhu změna polohy operací. Práce v jednotlivých pozicích byly rozvrženy na základě naměřených časů operací během snímkování a analýze dělení práce mezi operátory. Návrh je vytvořen k 100% obsazenosti výrobní buňky, tedy práce 4 operátorů na směně.

Tabulka 9: Přehled časů operací – návrh 1
(vlastní zpracování)

	Průměrný čas (s)
Operace 1	5,20
Operace 2	6,33
Operace 3	6,27
Operace 4	5,55
krok 1 (navlékání na trn)	2,04
krok 2 (plnění poloautomatu)	1,24
krok 3 (odebírání)	2,28
Operace 5	4,51
Operace 6	4,67
Operace 7	3,97
Operace 8	5,00
Operace 9	7,59
Operace 10	18,24

Tabulka představuje přehled průměrných ručních časů na jeden kus u všech operací, vypočítaný z průměrných hodnot všech měřených operátorů. Operace 4 je dělena do 3 dílčích kroků. Tabulka je zpracována barevně z důvodu zjednodušení pochopení sčítaných časů a rozdělení činností pro jednotlivé operátory.

10.1 Grafické zpracování rozdělení činností ve výrobní buňce



Obrázek 22: Layout návrh 1 (vlastní zpracování)

10.2 Rozdělení operací mezi operátory bez změny ve výrobní buňce

Tabulka 10: Výpočet časů u jednotlivých operátorů návrh 1 (vlastní zpracování)

	Součet časů (s)	Čas přesunu (s)	Celkový čas (s)
operátor 1	17,80	0,14	17,94
operátor 2	14,73	1,15	15,88
operátor 3	16,56	1,08	17,64
operátor 4	18,24		18,24

Tabulka znázorňuje součet časů operací, dále čas přesunu z jednotlivých operací. Čas přesunu představuje přemístění operátora mezi operacemi. Tento údaj vychází z tabulek metody MOST, kde je stanoven čas na jeden krok 1,08 s. Čas jednoho kroku byl dělen množstvím, vyrobeného jednorázově na sledované operaci. Výsledkem je celkový čas, vypočítaný pro operátory.

Výpočet operátor 1

Operátor 1 = OP1 + OP 2 + OP3 + čas přesunu

Operátor 1 = 5,2 + 6,33+ 6,27 + 0,14 = **17,94 s**

*čas přesunu = (2*1,08)/30+(2*1,08)/30 = 0,14*

Výrobní dávka na základě pozorování byla stanovena na 30 ks u operace 1, operace 2, operace 3. Započítán je jeden krok na operaci a krok zpět.

Výpočet operátor 2

Operátor 2 = OP4+ OP 5+ OP 6 + čas přesunu

Operátor 2 = 5,55 + 4,51 + 4,67 + 1,15= **15,88 s**

*čas přesunu = (2*1,08)/5+(2*1,08)/3= 1,15 s*

Výrobní dávka na základě pozorování s ohledem na reálnost dle naměřených časů byla stanovena u operace 4 na 5 ks, u operace 6 najednou 3 ks výrobků. Započítán je jeden krok na operaci a krok zpět.

Výpočet operátor 3

Operátor 3 = OP 7 + OP 8+ OP 9 + čas přesunu

Operátor 3 = 3,97 + 5,00 + 7,59 +1,08 = **17,64 s**

*čas přesunu = (2*1,08)/2= 1,08 s*

Započítány jsou dva kroky z důvodu těsné blízkosti OP 8 a OP9, které nevyžadují přesun vydělený 2 kusy (1 ks – operace 8, 1 ks operace 9)

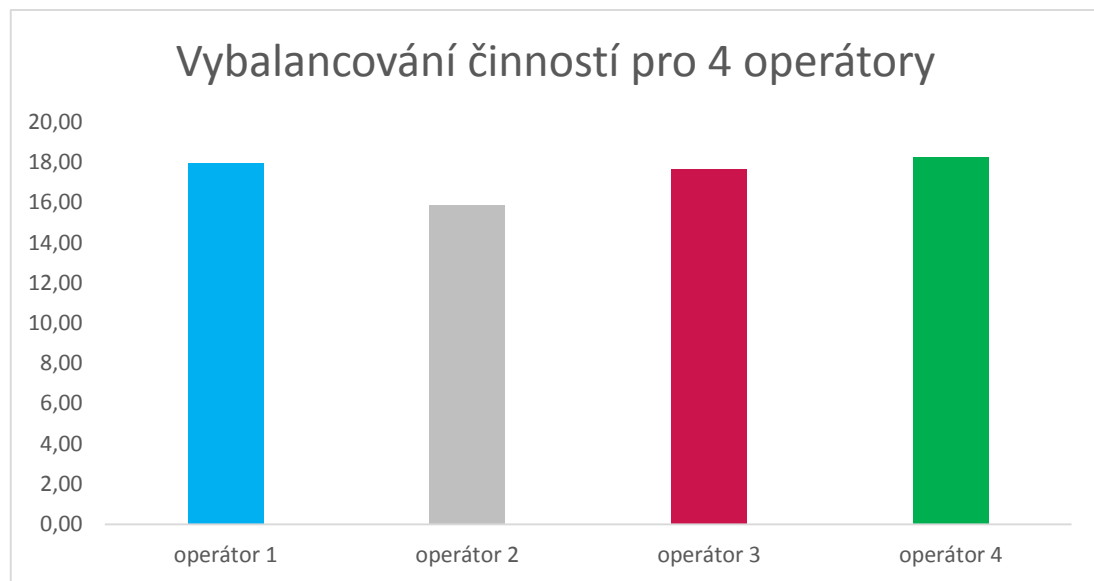
Výpočet operátor 4

Operátor 4 = OP 10

Operátor 4 = 18,24

Započítán je jen čas operace 10, z důvodu, že nedochází k přesunu operátora.

10.2.1 Vybalancování výrobní buňky pro 4 operátory



Obrázek 23: Vybalancování činností pro 4 operátory - návrh 1 (vlastní zpracování)

Grafické znázornění rozbalancování činností mezi 4 pracovníky ve vybrané výrobní buňce. Návrh zobrazuje vyvážené rozdělení činností. U operátora 2 je čas na vykonání všech přidělených činností na jeden kus nejmenší ovšem rozdíl představuje oproti operátorovi 1- 2,14 vteřin. Operátor 1, operátor 3, operátor 4 se pohybují kolem hranice 18 s na jeden kus.

11 NÁVRH NA VYBALANCOVÁNÍ OPERACÍ MEZI OPERÁTORY SE ZMĚNOU VE VÝROBNÍ BUŇCE

Navrhovanou změnou ve výrobní buňce je přesun operace 4. To by zasáhlo nejen do změny layoutu, ale především v přesunu zmíněné operace. Operace 4 by měla být přesunuta za stávající operaci 2.

Operace 4 by měla být přemístěna z důvodu nevyhovujícího materiálového toku. Výsledný produkt poloautomatického stroje je přesouván v současné době k operaci 3, kde je montován do podsestavy. To představuje opačný materiálový tok než u zbylé části výrobní buňky. Dalším důvodem je časová náročnost obsluhy stroje. V případě obsluhování stroje operátorem 1 se docílí celkové vybalancovanosti linky.

Díky přehození operací by došlo k přiblížení operace 3 k dopravníku, díky kterému se přesouvají hotové podsestavy z operace 3 k operaci 7, kde se dále svařují. Nyní je tahle vzdálenost poměrně velká a často dochází ke kroku, kdy si operátoři hotové podsestavy odkládání na pracovní stůl před vložením na dopravníkový pás. To prodlužuje výrobní čas a také zvyšuje pravděpodobnost možnosti pádu a tím vytvoření zmetku.

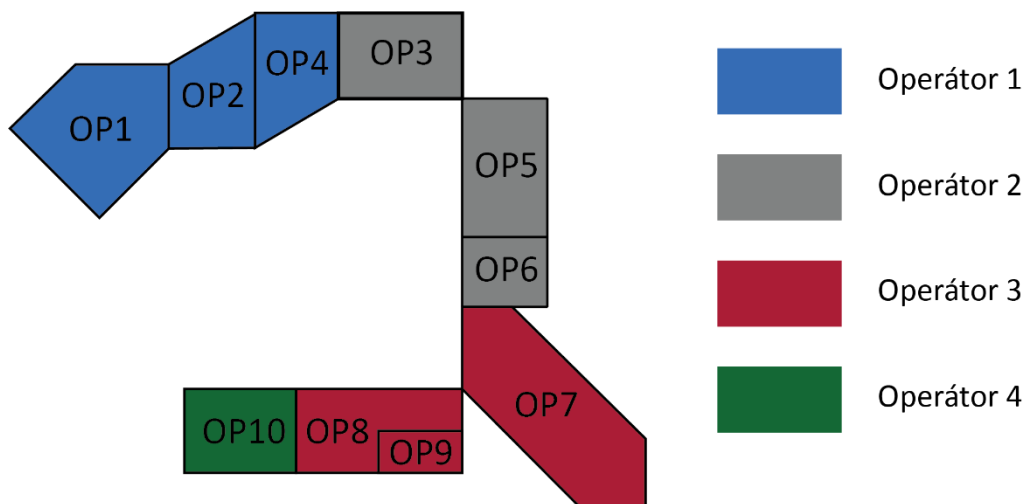
Přehození operace 4 by vyvolalo celkovou úpravu pracovní plochy operace, bylo by potřeba zajistit větší šířku pracovní plochy než je u operace 4 doposud z důvodu uložení zásobníků z operace 2 pro další potřebu montáže směřující k operaci 3. Návrh je vytvořen pro 100% obsazenost výrobní buňky, tedy práce 4 operátorů na směně.

Tabulka 11: Přehled časů operací – návrh 2
(vlastní zpracování)

	Průměrný čas (s)
Operace 1	5,20
Operace 2	6,33
Operace 3	6,27
Operace 4	5,55
krok 1 (navlékání na trn)	2,04
krok 2 (plnění poloautomatu)	1,24
krok 3 (odebírání)	2,28
Operace 5	4,51
Operace 6	4,67
Operace 7	3,97
Operace 8	5,00
Operace 9	7,59
Operace 10	18,24

Jako u předchozího návrhu bylo počítáno z průměrných časů všech operátorů. Časy jsou bez strojního času. Barevné zpracování slouží ke snadné orientaci ve výpočtu a především k přehlednosti, při rozdělování činností k jednotlivým operátorům.

11.1 Grafické zpracování rozdělení činností ve výrobní buňce



Obrázek 24: Layout návrh 2 (vlastní zpracování)

11.2 Rozdělení operací mezi operátory se změnou ve výrobní buňce

Tabulka 12: Výpočet časů u jednotlivých operátorů návrh 2 (vlastní zpracování)

	Součet časů (s)	Čas přesunu (s)	Celkový čas (s)
operátor 1	17,08	0,58	17,66
operátor 2	15,45	1,80	17,25
operátor 3	16,56	1,08	17,64
operátor 4	18,24		18,24

Tabulka znázorňuje součet časů operací u operátorů, dále čas přesunu z jednotlivých operací. Čas přesunu představuje přemístění operátora mezi operacemi. Tento údaj vychází z tabulek metody MOST, kde je stanoven čas na jeden krok 1,08 s. Čas jednoho kroku byl dělen množstvím, vyrobeného jednorázově na sledované operaci. Výsledkem je celkový čas, vypočítaný pro operátory.

Výpočet operátor 1

Operátor 1 = OP1 + OP 2 + OP4 + čas přesunu

$$\text{Operátor 1} = 5,2 + 6,33 + 5,55 + 0,58 = \mathbf{17,66 \text{ s}}$$

$$\text{čas přesunu} = (2 \cdot 1,08) / 30 + (2 \cdot 1,08) / 30 + (2 \cdot 1,08) / 5 = 0,58 \text{ s}$$

Výrobní dávka na základě pozorování byla stanovena na 30 ks u operace 1, operace 2, operace 4 byl stanoven průměr na 5 ks. Započítán je jeden krok na operaci a krok zpět.

Výpočet operátor 2

Operátor 2 = OP3 + OP 5 + OP 6 + čas přesunu

$$\text{Operátor 2} = 6,27 + 4,51 + 4,67 + 1,80 = \mathbf{17,25 \text{ s}}$$

$$\text{čas přesunu} = (2 \cdot 1,08) / 2 + (2 \cdot 1,08) / 3 = 1,80 \text{ s}$$

Výrobní dávka na základě pozorování s ohledem na reálnost dle naměřených časů byla stanovena u operace 3 na 2 ks, u operace 6 najednou 3 ks výrobků. Započítán je jeden krok na operaci a krok zpět.

Výpočet operátor 3

Operátor 3 = OP 7 + OP 8 + OP 9 + čas přesunu

$$\text{Operátor 3} = 3,97 + 5,00 + 7,59 + 1,08 = \mathbf{17,64 \text{ s}}$$

$$\text{čas přesunu} = (2 \cdot 1,08) / 2 = 1,08 \text{ s}$$

Započítány jsou dva kroky z důvodu těsné blízkosti OP 8 a OP9, které nevyžadují přesun vydělený 2 kusy (1 ks – operace 8, 1 ks operace 9)

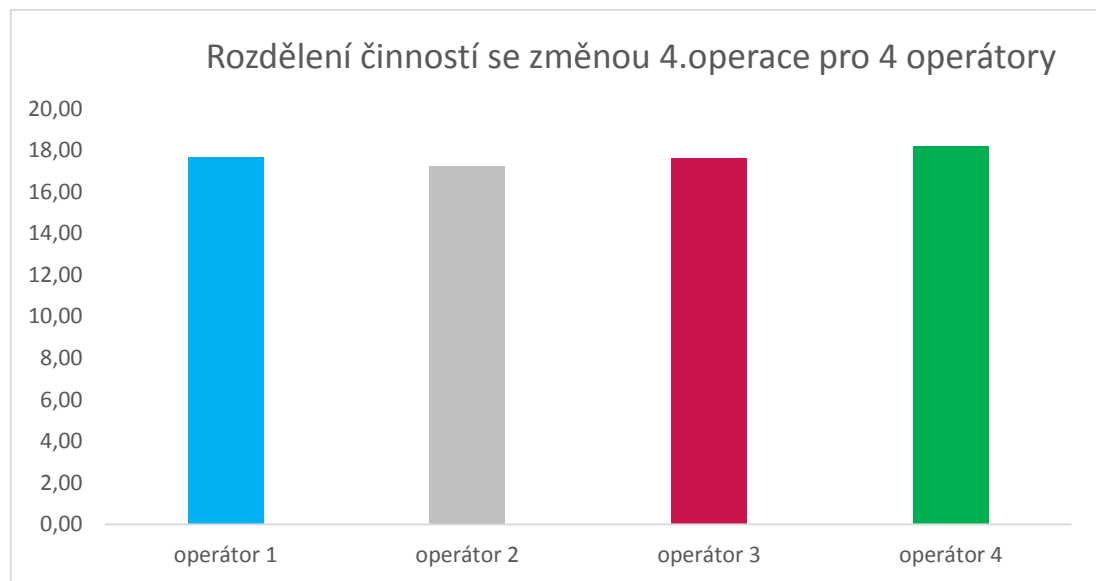
Výpočet operátor 4

Operátor 4 = OP 10

$$\text{Operátor 4} = \mathbf{18,24}$$

Započítán je jen čas operace 10, protože operátor se v rámci činnosti nepřesunuje.

11.2.1 Vybalancování výrobní buňky pro 4 operátory



Obrázek 25: Vybalancování činností pro 4 operátory - návrh 2 (vlastní zpracování)

Grafické vyjádření vybalancování linky při zavedení navrhované změny a rozdělení činností dle návrhu. Při zavedení změny výrobních operací dle návrhu by se dosáhlo celkové vybalancovanosti linky. Součet všech operací je přibližně 18 vteřin stejně, jako představuje čas úzkého místa operace 10. Nevýhodou návrhu je, že změna představuje investici do přestavby výrobní buňky.

12 NÁVRH NA USNADNĚNÍ ČINNOSTI OPERÁTORŮM PŘI VÝROBĚ

Tato kapitola zachycuje návrhy pro usnadnění, zrychlení nebo odstranění rutiny na vybraném úseku linky. Návrhy jsou uváděny na základě pozorování operátorů při činnosti.

12.1 Mobilní zásobník

Tento návrh se týká vytvoření chybějícího řešení přesunu mezi operací 6 a operací 8. V současné době je tahle situace řešena přenášením v každé ruce jeden výrobek, které jsou následně odloženy na plochu vedle operace 8. Dosavadní stav je neefektivní, zpomaluje rychlost výroby, také kvůli přenosu nebo špatnému uchopení může dojít k upadnutí vyrobeného dílce nebo sesunutí ze stolu. Tuto situaci by mohl vyřešit mobilní zásobník.

Hlavní výhodou mobilního zásobníku by měla být možnost volného pohybování. Byly by vyhotovené dva kusy, které by byly měněny pro plynulý chod výroby. To znamená, po naplnění zásobníku u operace 6 přenesení k operaci 8 a nahrazení prázdným zásobníkem. Zásobník by měl mít úchytové rukojeti pro snadnou manipulaci. Otvory do kterých se umísťují vytvořené polotovary, by měly být hluboké alespoň do 2/3 výšky výrobku, aby nedošlo během přenášení k pádu hotových kusů. Kapacita zásobníků by se mohla pohybovat kolem 10 ks s ohledem na váhu zásobníku a váhu vytvořených polotovarů.

Výhodou pro operátory by měla být především menší četnost kroků, během zajištění plynulosti výroby. Malé riziko pádu dílců a tím vytvořený zmetek nebo případné poranění.

12.2 Inovace dosavadních zásobníků

Pro lepší orientaci operátorům by mohlo dojít ke grafické změně na již existujících a zabudovaných zásobnících. Změna by se měla týkat především na začátku výrobní buňky u operace 1, operace 2. Zásobníky by měly být označené barevnou ryskou, kde by byla vyznačená kapacita min a kapacita max. Došlo by k jednoduchému vizuálnímu prvku, kdy by pracovníci věděli, kde je hranice kterou na dané operaci musejí minimálně vytvořit jako výrobní dávku najednou. Ryska by měla být stanovena dle propočtu jednorázové výroby u operace 1 a operace 2, tak aby docházelo k plynule výrobě a nedošlo k čekání nebo zpomalení výroby ve výrobní buňce.

Přínosem pro operátory by byla snadná orientace v počtu smontovaných kusů a množstvím, které je potřeba vyrobit.

12.3 Zrychlení operace 4

Jak už bylo zmíněno, operace se skládá ze tří různých činností k udržování činnosti poloautomatického stroje. Samotná inovace by se měla týkat pouze kroku 1. Činnost u kroku 1 spočívá v navlékání podložek na trn. Podložky jsou pravidelně doplňovány do boxu, kde jsou sypány bez jakékoliv pravidelnosti. Podložky musí být následně jednotlivě navlékány, což operátora zpomaluje od samotné výroby. Navlečení 60 podložek, které je potřeba umístit na trn v průměru operátorovi zabere po zaokrouhlení 122 s.

Návrh spočívá v delegování přípravné části z operátora výrobní buňky na obsluhu doplňující materiál do výrobní buňky. Příprava by představovala navlečení podložek po 10 – 20 kusech např. na nylonové stahovací pásky. Takhle připravené podložky by mohly umožnit operátorovi v buňce rychlejší manipulaci při navlékání na trn po dávkách.

12.4 Job rotation

Job rotation neboli rotace práce. Tahle změna by měla být přínosem především pro operátory ve výrobní buňce, díky které nedochází k únavě u rutinní práce. Tato práce se zabývala obsazeností linky ve 4 operátorech, kde jsou k dispozici 4 pozice. Při pozorování výrobní buňky se objevovaly pracovní týmy, které dodržovaly pravidelné střídání pracovních pozic. Ve většině případů se jednalo o pravidlo po uplynutí ± 50 minut práce na jedné pozici, došlo k posunutí na pozici následující. Za směnu pracovník udělal 1,5 rotace po výrobní buňce. Cílem tohoto návrhu je vytvoření povinnosti pravidelného střídání pozic u všech pracovních týmů, u všech operátorů, na všech směnách ve výrobní buňce. Mělo by to být zachyceno v návodech u popisu činnosti operátorů ve výrobní buňce.

13 FINANČNÍ HODNOCENÍ USPOŘENÉHO ČASU

Návrhy vypracované v této bakalářské práci, přinesou rovnoměrné rozvržení pracovních operací a rovnoměrnou zátěž pro všechny operátory v montážní buňce. Z finančního pohledu lze vypočítat úsporu času oproti stávajícímu stavu. Finanční hodnocení vychází z předpokladu, že ve společnosti WOCO STV s.r.o. Nedojde k navýšení normy v nejbližší době, z důvodu zohlednění dosavadního technického stavu strojního zařízení a momentální probíhající instalaci nové technologie do montážní buňky.

13.1 Výše potencionální úspory

Na vybraném úseku linky G2 je stanovena v současné době norma 1155 ks/směnu v obsazenosti linky čtyřmi operátory (interní zdroj).

Výpočet využitelného časového fondu směny vychází z délky směny, což představuje 8 hodin. Od délky směny jsou odečteny povinné přestávky během směny v rozsahu 45 minut.

Využitelný časový fond směny = $(8 * 60) - 45 = 435$ minut = 26 100 s

Následující tabulka zachycuje stav před změnou a stav po zavedení jednoho z návrhů. U obou návrhů činí čas na výrobu jednoho kusu výrobku 18,24 s/ks

Tabulka 13: Přehled norem a času výroby (vlastní zpracování)

	Norma (ks/směnu)	Čas výroby jednoho ks (s)
Současný stav	1155	22,60
Potenciální stav	1431	18,24

Úspora na jeden kus = $22,60 - 18,24 = 4,36$ s

Výše úspor při zachování stávající normy

Výše mzdy pro jednoho operátora ve společnosti je 0,1 EUR/minutu, Časový fond na jeden rok (2015) při třisměnném provozu a činnosti 5 dní v týdnu tvoří celkem 251 dnů. Aktuální kurz EUR v květnu 2015 - 27,4 Kč/EUR.

Úspora času = $1155 * 4,36 = 5035,8$ s = **83,93 minut**

Finanční úspora za směnu = $83,93 * 4$ operátory * 0,1 EUR = **33,572 EUR/směnu**

Finanční úspora za rok = $33,572 * 3 * 251$ dnů = 25 279,716 EUR/rok * 27,4 = **692 664,22 Kč/rok**

ZÁVĚR

Cílem práce bylo zanalyzovat vybraný úsek výrobní linky, na kterém se vyrábí polotovary MV, který je dále montován do finální sestavy ve společnosti WOCO STV s.r.o. Prvním krokem bylo seznámení s linkou, vysvětlení činností montážních stanic, které jsou instalovány do montážní linky a seznámení s prací operátorů. Po dobu dvou týdnů bylo prováděno pozorování dělby práce mezi operátory a analýza pohybu po výrobní buňce. Po této činnosti následovalo snímkování pracovního dne operátorů ve výrobní buňce. Díky obsazenosti čtyřmi operátory, bylo snímkování provedeno pomocí video kamery. Snímky byly přehrávány a stopovány za cílem stanovit průměrný čas výroby u jednotlivých operací ve výrobní buňce.

Na základě výsledků z měření časů operací byly vytvořeny dva návrhy na optimalizaci vybalancování činností v montážní buňce. První návrh vychází z myšlenky spojení operací za stávajících podmínek, v podobě jak je linka instalována ve společnosti v současné době tak, aby došlo k efektivnímu rozdělení činností pro čtyři operátory. Druhý návrh je postaven na myšlence, která vyvolá změnu ve stávajícím layoutu výrobní buňky pro polotovary MV. Při naplnění návrhu, by došlo k přehození dvou operací. Tyto operace byly zvoleny z důvodu dosavadního nevyhovujícího materiálového toku, který na rozdíl od zbylé části linky, proudí v opačném směru. Důvodem je také dosavadní nerovnoměrná vytiženost prvního operátora ve srovnání s ostatními. Tato změna by obě zmíněné příčiny mohla vyřešit a díky ní by se docílilo optimální možnosti rovnoměrného časového vytižení operátorů. Práce se také zabývá návrhy, které by usnadnily práci při samotné montáži.

Součástí práce je také zjištění finančního přínosu pro společnost. Při porovnání současného stavu a časů naměřených během analýzy, je možné na vybraném úseku výrobní linky zvýšit normu. Ovšem společnost WOCO STV s.r.o. klade důraz především na kvalitu výrobků, proto by ušetřený čas, který představuje na směnu 83,93 minut na jednoho pracovníka, mohl být věnován činnostem zabývajícím se měření kvality. V případě, že bude tento čas využit pro jinou činnost v rámci podniku, jedná se o úsporu pro sledovanou linku, která představuje na rok nemalou částku ve výši 692 664,22 Kč.

Práce byla přínosná především v prohloubení znalostí o časových snímcích, jejich realizaci a zkušenostmi, které byly nabyty během celého průběhu vypracovávání bakalářské práce. Stanovený problém, který měl být prostřednictvím této práce vyřešen, byl naplněn. Vypracované návrhy mohou být převedeny do reálného prostředí a tím docílit lepších výsledků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

DUŠÁK, Karel, 2005. *Technologie montáže: základy*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 113 s. ISBN 80-7083-906-6

HEŘMAN, Jan, 2001. *Řízení výroby*. 1. vyd. Slaný: Melandrium, 164 s. ISBN 8086175154.

HÜTTLOVÁ, Eva, 1999. *Organizace práce v podniku*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 128 s. ISBN 80-7079-778-9.

CHROMJAKOVÁ, Felicity a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 139 s. ISBN 978-80-89401-26-0

KAVAN, Michal, 2002. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: Grada, 424 s. ISBN 80-247-0199-5

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

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-868-5138-9

LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. 1. vyd. Praha: ASPI, 104 s. ISBN 80-7357-095-5

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

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902-2356-7

MELČÁK, Miloš, 1999. *Výrobní management: učební texty*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické, 253 s. ISBN 80-214-1393-x

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 378 s. ISBN 978-80-247-1479-

WINCEL, Jeffrey P a Thomas J KULL, 2013. *People, process, and culture: lean manufacturing around the real world*. 1st ed. Boca Raton: CRS Press, 131 s. ISBN 978-146-6557-895

WOCO STV, s.r.o., 2014-2015. Interní dokumenty.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GmbH Gesellschaft mit beschränkter Haftung – Společnost s ručením omezeným

MOST Metoda předem určených časů

OP Operace

s.r.o. Společnost s ručením omezeným

5S Metoda pro udržení pořádku na pracovišti

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Transformační proces (Tomek a Vávrová, 2007)	14
Obrázek 2: Flexibilita buněk s ohledem na požadavky zákazníka (Košturiak a Frolík, 2006).....	18
Obrázek 3: Technologický layout (Košturiak a Frolík, 2006).....	21
Obrázek 4: Produktový layout (Košturiak a Frolík, 2006)	22
Obrázek 5: Pneumatická spínací jednotka (interní zdroj).....	34
Obrázek 6: Polotovary MV (interní zdroj)	34
Obrázek 7: Layout montážních stanic (vlastní zpracování).....	36
Obrázek 8: Layout výrobních operací (vlastní zpracování).....	39
Obrázek 9: Grafické znázornění operace 1 (interní zdroj)	40
Obrázek 10: Grafické znázornění operace 2 (interní zdroj)	40
Obrázek 11: Grafické znázornění operace 3 (interní zdroj)	41
Obrázek 12: Grafické znázornění operace 4 (interní zdroj)	41
Obrázek 13: Grafické znázornění operace 5 (interní zdroj)	42
Obrázek 14: Grafické znázornění operace 6 (interní zdroj)	42
Obrázek 15: Grafické znázornění operace 7 (interní zdroj)	43
Obrázek 16: Grafické znázornění operace 8 (interní zdroj)	43
Obrázek 17: Grafické znázornění operace 9 (interní zdroj)	43
Obrázek 18: Layout první směna (vlastní zpracování).....	49
Obrázek 19: Graf rozdělení činností první směna (vlastní zpracování)	51
Obrázek 20: Layout třetí směna (vlastní zpracování).....	54
Obrázek 21: Graf rozdělení činností třetí směna (vlastní zpracování)	55
Obrázek 22: Layout návrh 1 (vlastní zpracování)	58
Obrázek 23: Vybalancování činností pro 4 operátory - návrh 1 (vlastní zpracování).....	60
Obrázek 24: Layout návrh 2 (vlastní zpracování)	62
Obrázek 25: Vybalancování činností pro 4 operátory - návrh 2 (vlastní zpracování).....	64

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přehled časových studií (Hüttlová, 1999, s. 87).....	26
Tabulka 2: Přehled pojmů 5S (Košturiak a Frolík, 2006).....	28
Tabulka 3: Přehled průměrných časů operátorů první směny (vlastní zpracování)....	50
Tabulka 4: Výpočet časů u jednotlivých operátorů směna 1 (vlastní zpracování)	51
Tabulka 5: Přehled průměrných časů operátorů druhé směny (vlastní zpracování)...	53
Tabulka 6: Přehled průměrných časů operátorů třetí směny (vlastní zpracování).....	55
Tabulka 7: Výpočet časů u jednotlivých operátorů směna 3 (vlastní zpracování)	56
Tabulka 8: Přehled časů operace 4 (vlastní zpracování).....	56
Tabulka 9: Přehled časů operací – návrh 1 (vlastní zpracování)	57
Tabulka 10: Výpočet časů u jednotlivých operátorů návrh 1 (vlastní zpracování)	58
Tabulka 11: Přehled časů operací – návrh 2 (vlastní zpracování)	61
Tabulka 12: Výpočet časů u jednotlivých operátorů návrh 2 (vlastní zpracování)	62
Tabulka 13: Přehled norem a času výroby (vlastní zpracování).....	67