

# **Projekt optimalizace montážní linky ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o.**

Bc. Petr Matěj

---

Diplomová práce  
2013



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: 2012/2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr Matěj**  
Osobní číslo: **M11485**  
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt optimalizace montážní linky ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

### Úvod

#### I. Teoretická část

- Proveďte literární rešerši z oblasti metod průmyslového inženýrství a na jejím základě formulujte teoretická východiska pro zpracování analytické a projektové části.

#### II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu na vybrané montážní lince ve společnosti Hella Autotechnik, s.r.o.
- Na základě provedené analýzy navrhněte zlepšení pomocí metod průmyslového inženýrství.
- Vypracujte projekt optimalizace montážní linky s cílem zvýšení efektivity zařízení a odstranění plýtvání.

### Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3. vyd. Praha: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.  
KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.  
MAŠÍN, Ivan. Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.  
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 307 s. ISBN 80-902235-6-7.  
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Řízení výroby a nákupu. Praha: Grada Publishing, 2007, 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jitka Lišková  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: 22. února 2013  
Termín odevzdání diplomové práce: 2. května 2013

Ve Zlíně dne 22. února 2013

  
prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
děkanka



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

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1</sup>;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2</sup>;
- podle § 60<sup>3</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

---

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

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

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

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

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

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

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

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

- podle § 60<sup>4</sup> odst. 2 a 3 mohou užít své dílo – diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a použité informační zdroje jsem citoval;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 20.4.2013



<sup>4</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

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

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

## **ABSTRAKT**

Předkládaná diplomová práce se zabývá optimalizací montážní linky ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o., konkrétně pak vytvořením buňky předmontážních pracovišť a navržením nového materiálového a informačního toku pomocí metody Kanban. V teoretické části se práce věnuje štíhlé výrobě, prostorovému uspořádání, metodě Kanban a metodám měření práce. Tyto poznatky jsou použité v praktické části, kde se práce věnuje analýze současného stavu, sbírání dat a jejich vyhodnocování. Následně jsou tato data použita při návrhu opatření, tvorbě nového prostorového uspořádání a navrhování metody Kanban. Tato opatření jsou v projektové části podrobena ekonomické analýze.

Klíčová slova: HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o., Kanban, layout, plýtvání, optimalizace

## **ABSTRACT**

This master thesis is about optimization of an assembly line in Hella Autotechnik Company, above all specifically the creation of preassembly cell and creation of new material and information flow while using the Kanban method. The theoretical part is about lean production, spatial arrangement, the Kanban method and methods of work measurement. These findings are used in the practical part, where the thesis is about analyzing current state, data collection and their evaluation. These data are used for suggestion measures, creating a new layout and the Kanban method. These measures are put through economic analysis in the project part.

Keywords: Hella Autotechnik Company, Kanban, layout, wasting, optimization

Na tomto místě bych velice rád poděkoval zejména své vedoucí diplomové práce paní Ing. Jitce Liškové za trpělivost, ochotu a odborné vedení, které mi velice pomohlo při tvorbě této práce. Dále poděkování patří zaměstnancům HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o., panu Ing. Petru Roubíčkovi za bezproblémovou komunikaci a Tomáši Vyjídáčkovi, který mi poskytl mnoho cenných rad a důležitých informací v průběhu zpracování této práce.

Děkuji také všem pracovním a pracovníkům společnosti, se kterými jsem přišel při zpracování diplomové práce do styku a kteří mi svojí pracovní činností poskytli potřebná data.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 VÝROBA</b> .....	<b>12</b>
1.1 ZÁKLADNÍ TYPY VÝROBY .....	13
1.1.1 Výrobní proces dle míry plynulosti.....	13
1.1.2 Výrobní proces dle množství a druhů výrobků .....	14
1.2 TECHNOLOGICKÝ POSTUP.....	16
<b>2 PRVKY ŠTÍHLÉ VÝROBY</b> .....	<b>17</b>
2.1 KANBAN.....	18
2.1.1 Kanban karta .....	19
2.1.2 Princip Kanbanu.....	21
2.1.3 Důvody pro zavedení Kanban systému .....	21
2.2 PLÝTVÁNÍ.....	23
<b>3 METODY MĚŘENÍ PRÁCE</b> .....	<b>25</b>
3.1 POSTUP PŘI ANALÝZE PRÁCE .....	25
3.2 TECHNIKY MĚŘENÍ PRÁCE .....	25
3.3 ČASOVÉ STUDIE.....	26
3.3.1 Snímek pracovního dne jednotlivce .....	27
3.3.2 Snímky operace .....	29
<b>4 PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ</b> .....	<b>31</b>
4.1 TECHNOLOGICKÉ A PŘEDMĚTNÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠTĚ .....	32
4.1.1 Technologické uspořádání pracoviště .....	32
4.1.2 Předmětné uspořádání pracoviště.....	33
4.2 VÝROBNÍ BUŇKY .....	34
4.2.1 Týmově orientované výrobní buňky .....	35
4.2.2 Montážní buňky .....	35
4.2.3 Procesní buňky .....	36
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>37</b>
<b>5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI</b> .....	<b>38</b>
5.1 KONCERN HELLA .....	38
5.1.1 Profil koncernu.....	38
5.1.2 Mise a vize společnosti .....	39
5.2 HELLA V MOHELNICI .....	39
5.2.1 Profil společnosti.....	40
5.2.2 Milníky společnosti .....	40
5.2.3 SWOT analýza .....	41
<b>6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU</b> .....	<b>44</b>
6.1 PŘEDMONTÁŽ SKUPIN VÝROBKŮ .....	44
6.2 ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠŤ .....	46
6.2.1 Montáž skupiny rámu a pouzdra .....	47
6.2.2 Montáž tepelného plechu do BL reflektoru .....	52
6.2.3 Montáž potkávacího reflektoru .....	56



6.2.4	Montáž dálkového reflektoru .....	61
6.3	ANALÝZA ČINNOSTI PRACOVNÍKŮ .....	65
6.3.1	Snímky pracovního dne pracovnice č. 1 .....	65
6.3.2	Snímky pracovního dne pracovnice č. 2 .....	68
6.3.3	Snímky pracovního dne pracovnice č. 3 .....	70
6.3.4	Snímek pracovního dne pracovnice č. 4 .....	72
6.3.5	Spaghetti diagram.....	74
<b>7</b>	<b>SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI .....</b>	<b>75</b>
<b>8</b>	<b>VYMEZENÍ PROJEKTU .....</b>	<b>76</b>
8.1	DEFINOVÁNÍ PROJEKTU .....	76
8.2	CÍLE PROJEKTU.....	76
8.3	LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU .....	76
8.4	RIZIKOVÁ ANALÝZA .....	78
<b>9</b>	<b>PROJEKT .....</b>	<b>80</b>
9.1	TAKT MONTÁŽNÍ LINKY.....	80
9.2	NÁVRH ZMĚNY PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ PŘEDMONTÁŽNÍCH PRACOVÍŠŤ .....	82
9.2.1	Nevýhody současného prostorového uspořádání .....	82
9.2.2	Návržení nového layoutu .....	83
9.2.3	Přínosy související s novým layoutem.....	85
9.2.4	Návrhy na zefektivnění pracovní činnosti.....	86
9.2.5	Náklady změny prostorového uspořádání .....	88
9.2.6	Ekonomické a neekonomické přínosy navrhovaných změn .....	91
9.3	NÁVRH ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU ŘÍZENÍ VÝROBY - KANBAN.....	93
9.3.1	Stanovení regulačního okruhu.....	93
9.3.2	Úložná místa.....	94
9.3.3	Kanban karta .....	95
9.3.4	Počet Kanbanových karet pro regulační okruh .....	96
9.3.5	Kanban tabule.....	97
9.3.6	Náklady na pořízení Kanban systému .....	98
9.3.7	Ekonomické úspory spojené se zavedením Kanban systému .....	98
9.4	NÁVRH ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO ZPŮSOBU VYCHYSTÁVÁNÍ MATERIÁLU .....	98
9.4.1	Náklady opatření .....	101
9.4.2	Ekonomické přínosy opatření .....	102
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>103</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>104</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>108</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>109</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>111</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>112</b>

## ÚVOD

Když Karl Benz koncem 19. století vytvořil svůj první automobil, neměl sebemenší představu o tom, kam by se za další 140 let mohl automobilový průmysl posunout. V dnešní době se tento průmysl řadí mezi nejrychleji se rozvíjející se obory na světě. (Automobilový průmysl, 2013). V ruku v ruce s vývojem a výrobou stále novějších typů automobilů jde také vývoj a výroba jejich komponentů.

Pryč je doba, kdy drtivá většina aut byla osázena halogenovými světlomety. V 90. letech 20. století se na trhu objevila technologie xenonových žárovek. Nejprve se tato technologie používala společně s technologií halogenových žárovek, kdy světlomety byly vybaveny xenonovými potkávacími světly, kdežto dálková světla byla stále na bázi halogenu. V roce 2003 již byly některé světlomety vybaveny dokonce natáčecími bi-xenony, tedy potkávacím i dálkovým xenonovým reflektorem, které navíc reagovaly na otáčení volantu a natáčely se ve směru jízdy. (HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o. - Vývoj světlometů, 2011)

Ani to však nebyla a není hranice pro další rozvoj světelné techniky. Ač poměrně nákladné, ve stále větší míře se pro vnější osvětlení vozidla používají svítící diody, tzv. LEDky.

Pokud chce být podnik obzvlášť v tomto odvětví úspěšný, musí se neustále vyvíjet a přizpůsobovat se. V současné době se pro nejednoho podnik stala noční můrou sousloví „výrobní takt zákazníka“. Je to právě zákazník, kdo nepřímou řídí činnost firmy. Ta musí být flexibilní, vyrábět efektivně a v automobilovém průmyslu musí klást velký důraz na vývoj nových technologií. Kdo se nepřizpůsobí, nemá velkou šanci přežít.

Diplomová práce se bude zabývat optimalizací montážní linky na předmontážních pracovištích, která jsou součástí montáže konečného produktu – světlometu pro vůz AUDI A3.

Cílem této práce je v první, teoretické části, stanovit východiska a literární prameny vztahující se k systému Kanban, měření práce a prostorového uspořádání pracoviště. Tyto poznatky budou použity v praktické části rozdělené na část analytickou a projektovou.

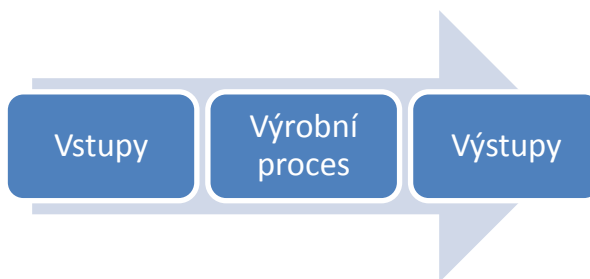
Analytická část poslouží jako zdroj informací a dat pro část projektovou, jejíž hlavním cílem bude navrhnutí opatření pro odstranění plýtvání stávajícího stavu včetně ekonomického propočtu těchto opatření. S tím souvisí vytvoření nové buňky předmontážních pracovišť kompletujících skupiny výrobků, které posléze vstupují jako polotovary do montáže světlometu. Pro řízení toku materiálu a informací bude mezi nově vytvořenou buňkou předmontážních pracovišť a skladem navrhnut systém řízení Kanban.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝROBA

Výroba slouží v rámci podniku obecně k vytváření materiálních a nemateriálních statků, které odpovídají tržní poptávce. Jedná se především o výrobu materiálních statků a služeb, které jsou považovány za nemateriální statky. Produkce zboží a služeb je spojena s konkrétním výstupem.

Výstup vzniká tím, že se vstupní faktory podrobí transformačnímu procesu. Má-li tento transformační proces přispět k žádoucí přeměně v konečný produkt, vyžaduje ke své realizaci účast lidských výkonů – pracovní síly – a podnikových prostředků (stroje, nástroje, přípravky, počítače). (Tomek a Vávrová, 2000, s. 18) Tento princip je znázorněn na Obrázku 1.



Obr. 1. Proces přeměny vstupu na výstup

(Keřkovský a Tomsa, 2012, s. 3)

Keřkovský a Tomsa (2012, s. 2) definují termín **výroba** jako „transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou.“

Heřman (2001, s. 6) ve své definici konkretizuje výrobní faktory a blíže specifikuje vyrobené statky.

„Výrobu je možno definovat jako transformační proces, jehož vstupy tvoří suroviny, materiály a polotovary, energie a informace a výstupy jsou výrobky nebo služby, odpad včetně emisí a informace o průběhu a výsledku produkčního procesu.“ (Heřman, 2001, s. 6)

Do výroby vstupují určité výrobní faktory, které jsou posléze ve výrobním procesu přeměněny na konečné výrobky či služby, které jsou určeny pro zákazníka, který je spotřebovává. Výrobní faktory (dále jen VF) Keřkovský a Tomsa (2012, s. 2) rozlišují na čtyři hlavní skupiny. Jsou to **půda, práce, informace** – primární VF a **kapitál** – sekundární VF. Kucharčíková (2011, s. 24) se ve své definici mírně odlišuje, informace totiž chápe

jako součást **lidského kapitálu**, kterému přisuzuje roli čtvrté hlavní skupiny VF. Ty v sobě zahrnují mimo informace také faktor managementu podniku a znalosti.

Tato diplomová práce se zabývá optimalizací procesu montáže světlometů, kterých se (včetně dílů svítidel) vyrobilo v roce 2011 na území České republiky v celkové hodnotě 62 960 tis. Kč, což v porovnání s rokem 2010, kdy hodnota těchto vyrobených statků činila 53 320 tis. Kč, představuje nárůst o zhruba 18 %. (Výroba vybraných výrobků v průmyslu 2011, 2012)

## 1.1 Základní typy výroby

Základní typy výroby charakterizuje celá řada autorů (Heřman 2001, s. 10), (Tuček a Bobák, 2006, s. 41), (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11), (Melčák, 1999, s. 37). Tato kapitola vybírá kategorie a předkládá základní typy výroby dle charakteristik Keřkovského a Valsy (2012, s. 11)

Uspořádání a struktura konkrétních výrob a jejich řízení závisí na charakteru výrobku, trhu, objemu výroby, charakteru poptávky, použitých technologiích a některých dalších faktorech. Výroba bývá klasifikována podle následujících hledisek, pro potřeby diplomové práce budou vybrána tato hlediska:

- Podle míry plynulosti.
  - plynulá;
  - přerušovaná.
- Podle množství a počtu druhů výrobků.
  - kusová;
  - sériová;
  - hromadná. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11)

Z důvodu implementace projektu diplomové práce v hromadné výrobě, bude toto rozdělení v následujících podkapitolách více specifikováno.

### 1.1.1 Výrobní proces dle míry plynulosti

**Plynulou výrobou** můžeme chápat jako výrobu, která je nepřetržitá, kontinuální.

V plynulé výrobě jsou technologické a manipulační procesy bezprostředně spojeny. V tomto směru se může jednat o činnosti zpracování ropy v rafinerii či výrobu surové oceli – tyto činnosti probíhají takřka bez přestávky, sedm dní v týdnu.

Pauzy představuje nutná oprava zařízení a jejich údržba. Z ekonomického hlediska je zajištění plynulé výroby, tj. výroby, která probíhá i v noci, o svátcích a víkendech, nákladnější. Týká se to zajištění potřebných podmínek a prostředí pro pracovníky, mezi které patří například doprava, stravování či osvětlení. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11; Prostorové uspořádání pracovišť, 2009)

Naopak **přerušovanou výrobu** je možno po určitých částech výrobního procesu přerušit a pokračovat později.

Ve výrobě přerušované je technologický proces kombinován s manipulačními procesy, pomocí kterých je materiál nebo polotovary, přemísťován z jednoho pracoviště na druhé. Taková výroba probíhá například pět dní v týdnu v určitém časovém rozmezí (například od 6 do 22 hodin).

S tímto typem výroby se lze setkat například ve strojírenském průmyslu. Z ekonomického hlediska nečinnost u přerušované výroby prodlužuje průběžné doby výroby, zvyšuje výrobní zásoby či vyvolává kolísání výkonnosti. Naproti tomu však v přerušované výrobě existují lepší podmínky pro údržbu zařízení a nápravu z důvodu výpadků či poruch. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11; Prostorové uspořádání pracovišť, 2009)

### 1.1.2 Výrobní proces dle množství a druhů výrobků

Dle tohoto kritéria je výroba dělena autory (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11; Heřman, 2001, s. 18) na **výrobu kusovou, sériovou a hromadnou**. Kavan (2002, s 23) k tomuto dělení přiřazuje ještě **projekt**.

*“Projekt je množina výrobních činností směřující k dosažení unikátního výrobního cíle. Dnešní projekty obvykle mívají širší rozsah unikátních činností. Příkladem může být vývoj nového výrobku, instalace pružné výrobní linky, přestěhování složitého výrobního zařízení z jedné haly do druhé atd. Společným prvkem všech projektů je časový rámeček, pevný začátek a konec prací.”* (Kavan, 2002, s. 23)

**V kusové výrobě** se produkuje určitý typ různých výrobků v malých množstvích. Tyto výrobky se liší dle zákaznickovy specifikace potřeb. Příkladem je výroba letadel.

**Sériová výroba** je charakteristická pro produkci jednoho nebo několika podobných výrobků či služeb. Tato výroba se provádí v dávkách, kdy se po dokončení jedné série většinou přechází na výrobu jiné série.

U **hromadné výroby** se vyrábí jeden druh výrobku ve velkém množství. Průběh procesu se pravidelně opakuje a tím je do značné míry standardizován. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 12)

Výroby kusové, sériové a hromadné mají svá specifika, tyto charakteristiky jednotlivých typů výrob rozlišuje Tabulka 1.

Tab. 1. Charakteristiky jednotlivých typů výrob (Heřman, 2002, s. 19)

Ukazatel	Kusová výroba	Sériová výroba	Hromadná výroba
Množství výrobků jednoho typu za rok	Malé (desítky)	Velké (sta až tisíce)	Značně velké (desetitisíce)
Počet druhů výrobků	Velký (stovky)	Menší (desítky)	Malý
Počet typů výrobků	Velký (desítky)	Malý (3-10)	Velmi malý (1 až 3)
Opakování výroby výrobku téhož typu	Nepřavidelné, příp. žádné	Pravidelné (např. měsíční)	Nepřetržitá výroba
Uspořádání dílen	Technologické, výjim. předmětné	Předmětné, někdy technologické	Předmětné
Výrobní a dopravní zařízení	Univerzální, unikátní	Univerzální, některé součásti na linkách	Specializované, jednoúčelové l inky
Kvalifikace dělníků	Multikvalifikovanost	Dobrá	Nízká, jen zaučení
Průběžná doba výroby	Dlouhá (měsíc až rok)	Kratší (týdny, měsíce)	Krátká (dny, týdny)
Special. pracovišť	Malá	Částečná	Úplná
Možnost změny výrobního programu	Snadná	Obtížná	Velmi obtížná
Plánování a řízení	Náročné	Středně obtížné	Snadné
Využití výr. zařízení	Nízké	Dobré	Vysoké
Náklady na jednici	Vysoké	Poměrně nízké	Nízké

Jednotlivé typy výrob výrazně liší (viz. Tabulka 1). Například u požadavků na kvalifikaci pracovníků je zřejmé, že kusová výroba vyžaduje pracovníky s vyšší úrovní kvalifikace, oproti tomu u hromadné výroby jsou požadavky nízké, stačí jen zaučení. Z jednotlivých charakteristik vyplývá i ekonomická nákladovost každého typu. (Heřman, 2002, s. 19)

## 1.2 Technologický postup

Výrobní proces, který vede ke zhotovení výrobků, bývá většinou vyjádřen ve formě technologického postupu. Ten bude využit při získávání dat pro praktickou část této práce a v této kapitole bude blíže specifikován.

Při zjednodušeném pohledu můžeme říci, že technologický postup je tvořen popisem posloupnosti operací (úseků, úkonů a pohybů), vedoucích ke zhotovení výrobku. Technologický postup podle Tomka a Vávrové (2007, s. 87) obsahuje dvě části, a sice:

- Materiálovou část.
  - Tato část obsahuje přesnou specifikaci použitého materiálu a polotovarů vyrobených v předchozích výrobních fázích, jejich limit spotřeby či také označení dodavatelského místa – tedy například dílny či skladu. Pojem „přesná specifikace“ lze chápat jako jednoznačné určení z hlediska druhu, typu, rozměru a jakostní normy, eventuálně provedení, barvy a podobně.
- Výkonovou část.
  - Výkonová část obsahuje postupný popis jednotlivých operací či úkonů. Tento popis obsahuje údaje o době trvání, a to jak vlastního kusového (operačního) času, tak času přípravy a zakončení. Dalším důležitým údajem je označení provádějícího pracoviště (dílna, provoz, ...), zařízení, profese a předpokládané kvalifikace provádějícího pracovníka, specifikace nástrojů, náradí a přípravků.

Keřkovský a Valsa (2012, s. 16) poukazují na fakt, že v závislosti na charakteru výrob bývají u jednotlivých operací v technologických postupech uváděny další informace, například ve strojírenské výrobě informace o použitém speciálním náradí, přípravcích, spoluvyráběných dílech, upozornění na nutnost použití zvláštních výrobních postupů ve specifických případech. V technologických postupech se rovněž uvádějí potřebné plánovací údaje a údaje dokumentující průběh výrobního procesu (např. výsledky kontrolních operací).



## 2 PRVKY ŠTÍHLÉ VÝROBY

Úkolem průmyslového inženýrství je zlepšovat firemní procesy, a to především základní – ty, které firmu „živí“. Řízení štíhlé výroby mezi tyto procesy patří. (Ježek, 2006) Aplikováním prvků štíhlé výroby dochází ke zvyšování efektivnosti a odstraňování plýtvání – některé z těchto prvků budou v této kapitole popsány.

Štíhlá výroba, nebo také anglicky Lean Production, je jedním z klíčových konceptů realizovaných v posledních letech v průmyslových podnicích. Chromjaková jej chápe jako „... komplexní systém, orientovaný především na změnu myšlení v oblasti řízení a organizace výrobních konceptů, které jsou realizovány na podnět lidí – manažerů a s podporou technologického vybavení.“ (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 44)

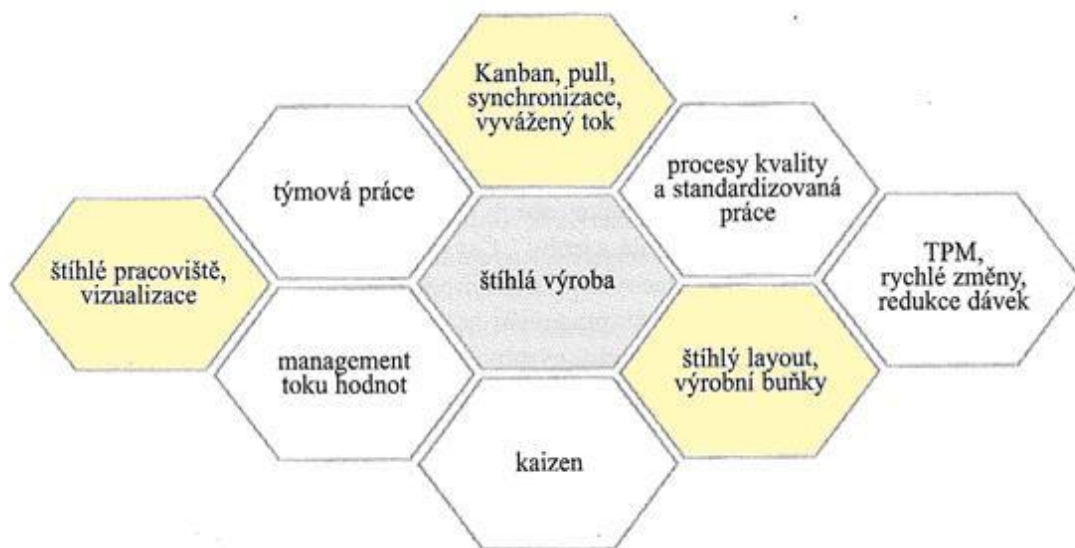
Podobnou definici nabízí i Mašín, který hovoří o Lean Production jako o „metodologii komplexního zlepšování procesů, která zefektivňuje veškeré činnosti spojené s výrobou a eliminuje v nich plýtvání s cílem redukovat průběžnou dobu výroby, snížit rozpracovanost i zásoby, snížit náklady a zvýšit jakost pomocí technik a nástrojů průmyslového inženýrství.“ Mašín (2005, s. 44)

Tuček při definování štíhlé výroby vyzdvihuje tato fakta:

- systematické zkoumání celkového procesu tvorby hodnot a jeho optimalizace pomocí kontinuálních zlepšovateckých aktivit;
- důraz na řešení problémů pracovníky přímo na místě, přičemž rozhodující roli hraje tým;
- vytváření kooperačních vztahů mezi partnery tvorby hodnot s cílem vytvoření optimálního materiálového toku. (Tuček a Bobák, 2006, s. 226)

Koncept štíhlé výroby je proces, který využívá těchto klíčových principů pro tvorbu produktů:

- výroba na objednávku;
- plynulý tok materiálu a informací ve výrobě;
- malé velikosti výrobních dávek;
- vykonávání výrobních operací správně napoprvé;
- implementace buňkové výroby;
- strategie nulové chyby v každém procesu;
- just-in-time. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 44)



Obr. 2. Štlhlá výroba a její prvky (Košturiak a Frolík, 2006, s. 23)

Obrázek 2 graficky zobrazuje určité prvky štlhlé výroby, jejichž aplikování dochází k eliminaci plýtvání. Pro potřeby praktické části se autor bude dále věnovat těmto:

- Kanban systém;
- štlhlé pracoviště, vizualizace;
- štlhlý layout.

## 2.1 Kanban

Sixta a Mačát (2005, s. 241) charakterizují Kanban jako bezzásobovou technologii, která byla poprvé vyvinuta v 50. a 60. letech minulého století japonskou firmou Toyota Motors a rychle se rozšířila hlavně do výrobních podniků po celém světě. Nejvíce se tento systém používá ve strojírenské výrobě a zvláště pak v automobilovém průmyslu.

### Historie systému Kanban

Tento systém, známý též jako TPS (Toyota Production System), byl vyvinut společností Toyota Motors Company v 50. a 60. letech 20. století Taichiim Ohnem. Ten byl se skupinou svých spolupracovníků oslněn významem supermarketů v každodenním životě Spojených států. (Liker, 2007, s. 143)

### Co je to Kanban?

Kanban je totéž co vývěska, jmenovka, návěstí, tabule, vizitka, a poněkud obecněji vzato pak určitý druh signálu. Odesláním karty (Kanbanu) nazpět vznikne signál předchozímu pracovišti, aby byl znovu naplněn konkrétním množstvím dílů nebo aby byla zpět odeslána

karta s podrobnými informacemi o dílech a o tom, kde jsou umístěny. (Liker, 2007, s. 144) Filozofie tohoto systému spočívá v tom, že díly a materiály by se měly dodávat přesně v tom okamžiku, kdy je výrobní proces potřebuje.

### 2.1.1 Kanban karta

Kanbanové karty jsou připojovány k přeprávkám (palety, ekobaly) obsahujícím standardní množství daného druhu dílu. Sixta a Mačát (2005, s. 98) rozlišují dva druhy karet – pohybové a dopravní.

Materiálové a informační toky v Kanban systému probíhají dle Sixty a Mačáta (2005, s. 98) v následujícím pořadí:

- Odběratel odešle dodavateli prázdný přepravní prostředek s kartou (Kanbanem), a jednou výrobní průvodkou, která má funkci objednávky. To znamená, že přesun dílů z dodávajícího (předchozího) pracoviště iniciuje pracoviště momentálně používající přepravní prostředek.
- Dodání prázdného přepravního prostředku s kartou k dodavateli (předchozí pracoviště) je podnětem k zahájení výroby příslušné dávky potřebných dílů. Z toho vyplývá, že dodavatel nesmí vyrábět dříve, než obdrží výrobní kartu.
- Touto dávkou je přepravní prostředek naplněn, opět označen kartou a odeslán odběrateli (následujícímu pracovišti). Přepravní prostředek by neměl být naplněn menším, ale ani větším počtem dílů.
- Odběratel je povinen došlou dávku převzít a zkontrolovat. (Sixta a Mačát, 2005, s. 98)

### Obsah Kanban karty

Tuček a Bobák (2006, s. 75) uvádějí, že obsahem Kanban karty jsou tyto náležitosti:

- místo výroby (předřazený stupeň);
- popis výrobku, způsob zpracování, identifikační číslo a grafické zobrazení;
- místo spotřeby dílů;
- množství a velikost dávky, kapacita dopravního prostředku, počet karet v oběhu;
- grafické informace pro identifikaci karty: číselné, barevné proužky, čárové kódy atd. (Tuček a Bobák, 2006, s. 75)

**Praktický příklad Kanban karty (Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav)**

Na Obrázku 3 je vyznačena Kanban karta používaná ve společnosti Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav. Čísla vepsaná v kroužcích podávají údaje, které obsahuje Kanban karta. Tyto údaje jsou:

1. "Název dílu.
2. Modifikace (tzn. pro jaký vůz se používá).
3. Číslo dílu.
4. Typ palety (dle balícího předpisu).
5. Množství kusu na paletě.
6. Odpisové středisko (důležité pro správné odepisování materiálu).
7. Skladová skupina (mění se podle místa uložení ve skladu, podle toho se mění barva Kanban karty).
8. Pevné úložiště ve skladu.
9. Cílová adresa linky (přesnější popis místa, kam má být přepravka uložena).
10. Kanban číslo.
11. Čárový kód skladového systému Ineas (speciální označení v ŠA a.s. Mladá Boleslav).“ (Sixta a Mačát, 2005, s. 244)

KARTA č.: 1 z celkem: 1	TRUBKA CHLAZENÍ ← 1		
	NÁZEV DÍLU (SDI (A)) ← 2		
	<b>6Q0 121 064 E</b> ← 3		
	ČÍSLO DÍLU		3660 ← 6
	KLT 6428 ← 4	50 ks ← 5	STŘEDISKO
	PALETA/SCHRÁNKA	Ka/pal	
	7		
	13 - 13C - 13 - 1	M1 - U70 - R54 - 2	
	ADRESA SKLADU ← 8	ADRESA LINKY ← 9	
			M1 / M1 P0234 Kanban číslo 10
ZDE PŘEHNOUT!	P0234		
			11
		83182000140830	

Obr. 3. Kanban karta používaná ve Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav (Sixta a Mačát, 2005, s. 244)

## Výpočet počtu Kanban karet

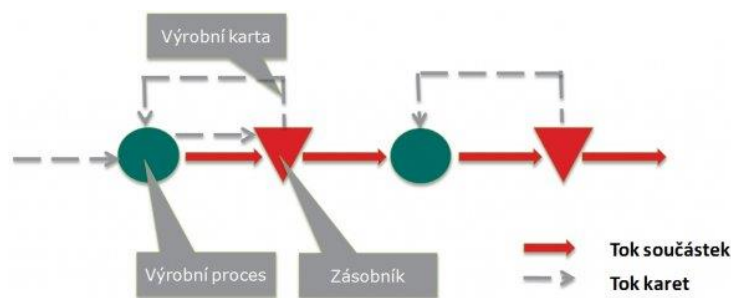
Bylo definováno mnoho výpočtů pro výpočet potřebných Kanban karet. Přehled vzorců pro výpočet počtu kanbanových karet je uveden v Příloze I (Čuján a Málek, 2008, s. 188; Kanban Calculation, 2006)

### 2.1.2 Princip Kanbanu

Podstatou dílenského řízení výroby Kanban je tzv. "tahání" součástek výrobním procesem tak, jak požaduje montáž, bez zbytečné rozpracovanosti a zbytečných meziskladů. Snahou tohoto systému je postupná eliminace všech skladů. Další principy by se daly shrnout do těchto bodů:

- Objednacím množstvím zde je obsah jednoho přepravního prostředku, nebo jeho násobku, plně naplněného vždy konstantním množstvím materiálu.
- Dodavatel ručí za kvalitu a odběratel má poté povinnost objednávku převzít.
- Kapacity dodavatele a odběratele jsou vyvážené a jejich činnosti jsou synchronní.
- Spotřeba materiálu je rovnoměrná bez velkých výkyvů a sortimentních změn. (Sixta a Žižka, 2009, s. 30; Kanban a jeho aplikace, 2012)

Princip Kanbanu je znázorněn na Obrázku 4.



Obr. 4. Princip Kanbanu (Kanban a jeho aplikace, 2012)

### 2.1.3 Důvody pro zavedení Kanban systému

U každého systému řízení výroby je nutné se zajímat o to, v čem tkví výhoda jeho používání. Kanban systém je charakteristický tím, že jeho implementací se v první etapě dosahují hlavně nepřímé přínosy, které ale v konečném důsledku výrazně přispívají k získání přímých přínosů ve výrobě.

V porovnání s jinými systémy dílenského řízení je výška nákladů na jeho zavedení zanedbatelná.

Důvody pro zavedení tohoto systému jsou následující:

- zavedením Kanban systému dochází ke snižování velikosti výrobních dávek, čímž je možná pružnější reakce na potřeby zákazníka;
- menší výrobní dávka znamená méně dílů v oběhu, to snižuje požadavky na prostor a snižuje ztráty u nekvalitní výroby, roste produktivita;
- nižší požadavky na prostor a nižší ztráty z nekvalitní výroby znamenají úsporu financí;
- Kanban systém napomáhá k výrobě JIT (Just-in-time) = výroba právě včas v okamžik potřeby;
- tento systém je jednoduchým vizuálním systémem řízení. (Kanban, 2010)

Tuček a Bobák (2006, s. 77) rozdělují Kanban systém na tzv. interní a externí. Externí Kanbanový okruh představuje dodávky materiálu externím dodavatelem přímo na místo spotřeby. Množství a spotřebu položek na místech spotřeby sleduje dodavatel a dodává položky v potřebném množství a ve stanovených termínech.

Praktická část diplomové práce se bude zabývat interním Kanbanovým okruhem, tedy okruhem uvnitř firmy.

Zavedení interního Kanbanu jako důležitého nástroje ke zlepšování procesů má ve firmách tyto přínosy:

- *“delegování procesu operativního plánování na operátory a dělníky;*
- *nulový nedostatek materiálu na následující operaci;*
- *eliminaci nadvýroby;*
- *redukce zásob;*
- *úspora plánovačů;*
- *objeví se všechny skryté chyby procesu, což je příležitost pro další zlepšování;*
- *nikdo z dělníků si nemůže stěžovat na nedostatek materiálu v důsledku špatného plánování;*
- *systém zlepšuje komunikaci zákazník – dodavatel (následující pracoviště – předcházející pracoviště);*
- *umožňuje dělníkům více přemýšlet nad souvislostmi (v dané části výrobního procesu).“* (Tuček a Bobák, 2006, s. 77)

## 2.2 Plýtvání

Se zavedením systému Kanban souvisí také plýtvání, kdy některé prvky plýtvání by měly být zavedením tohoto systému odstraněny nebo eliminovány.

Košturiak a Frolík (2006, s. 19) charakterizují plýtvání jako *“...všechno, co zvyšuje náklady výroby nebo služby bez toho, aby zvyšovalo jejich hodnotu.”* (Košturiak a Frolík, 2006, s. 19)

V praxi se setkáváme s několika druhy plýtvání, z nichž každý určitým způsobem působí, že tato činnost nepřidává konečnému výrobku žádnou hodnotu a mělo by být v zájmu podniků, aby takovéto plýtvání eliminovaly.

Liker (2007, s. 55) zmiňuje 7 typů plýtvání, které na základě podnikatelských nebo výrobních procesů stanovila firma Toyota. Typy ztrát dle Toyota jsou:

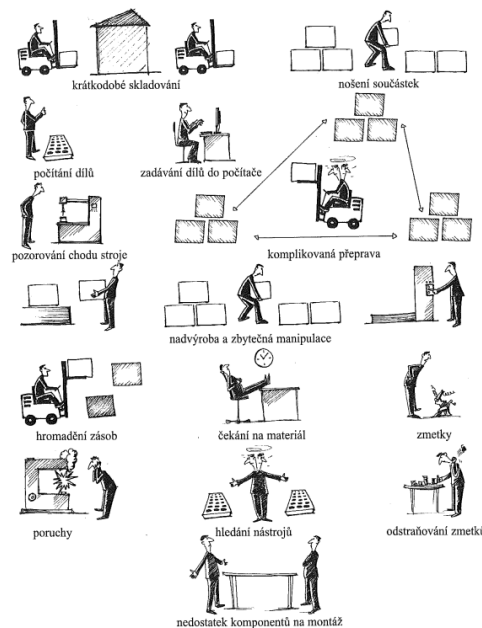
- Nadvýroba.
  - Zahnuje výrobu položek, na které nejsou objednávky. Ta vyvolává ztráty v podobě přezaměstnanosti a skladovacích a dopravních nákladů v důsledku nadměrných zásob hotových výrobků.
- Čekání.
  - Za čekání považujeme například dělníky, kteří pouze dohlížejí na automatická zařízení nebo musí postávat a čekat na další krok procesu, případně nemají co dělat z důvodu vyčerpání zásob, prostojů či poruch zařízení.
- Doprava či přemísťování, které nejsou nezbytné.
  - Rozložení pracovního procesu na velkou vzdálenost, vyvolání potřeby neefektivní přepravy, přesunu materiálů, dílů nebo hotového zboží do skladu a ze skladu či mezi procesy – to vše je zahrnuto do zbytečné manipulace.
- Nadměrné či nepřesné zpracování.
  - Za nadměrné a nepřesné zpracování se považuje třeba podnikání nepotřebných kroků ke zpracování dílů, nebo také neefektivní zpracování vinou špatných nástrojů a chybného konstrukčního řešení výrobku, které jsou příčinou zbytečných pohybů a způsobují vady.

- Nadbytečné zásoby.
  - Příčinou delších průběhových dob bývají nadbytečné zásoby surovin, rozpracované výroby či hotového zboží. Nadbytečné zásoby mohou také zakrývat problémy typu nevyváženosti výroby, opožděných zásilek a jiných.
- Zbytečné pohyby.
  - Za ztrátový se považuje pohyb, kdy zaměstnanci musí vyhledávat díly, nástroje, případně se pro ně natahovat nebo urovnávat a skladovat na sebe.
- Vady.
  - Výroba vadných dílů a jejich následné úpravy = plýtvání. K tomu můžeme zahrnout opravy, předělávky, náhradní výrobu, kontrolu a dohled.

Osmým typem plýtvání, který nebyl definován Toyotou, ale Liker (2007, s. 55) jej zmiňuje, je tento:

- Nevyužitá tvořivost zaměstnanců.
  - Ztráty času, dovedností, nápadů a příležitostí k učení v důsledku toho, že se nezajímáme o své zaměstnance nebo jim nenasloucháme.

Z jiného úhlu pohledu se na plýtvání dívají Košturiak a Frolík (2006, s. 19), kteří charakterizují celkem čtrnáct druhů plýtvání. Ty jsou znázorněny na Obrázku 5.



Obr. 5. Druhy plýtvání (Košturiak a Frolík, 2006, s. 19)



### 3 METODY MĚŘENÍ PRÁCE

Měření práce patří dle Tučka a Bobáka (2006, s. 111) mezi racionalizační metody, které vychází z předpokladu, že rozhodujícím činitelem ve výrobě je pracovní síla. Organizaci práce je možné chápat jako racionalizaci spotřeby času a optimalizaci podmínek výkonnosti. Organizace práce hledá optimální sladění činností lidí, techniky, výrobního zařízení za co nejlepšího využití materiálních i pracovních zdrojů, vysoké efektivnosti výroby a zabezpečení ochrany zdraví člověka.

Tato kapitola má za cíl blíže definovat vybrané metody měření práce. Ty poté budou použity v praktické části diplomové práce.

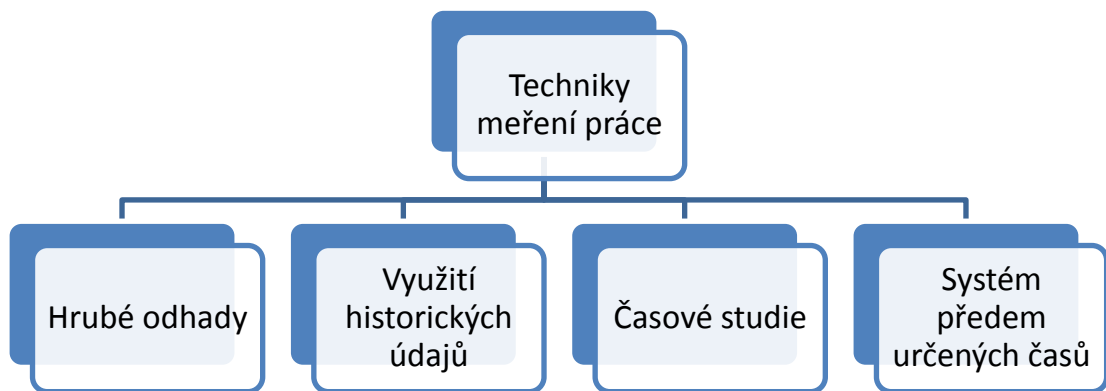
#### 3.1 Postup při analýze práce

Při analýze práce se vychází z klasického PDCA cyklu (plan-do-check-act), tedy „plánuj, udělej, zkontroluj, jednej“. Tento cyklus lze při analýze detailněji rozčlenit do následujících osmi kroků:

1. *“Vyber – práci, která má být zkoumána a její hranice*
2. *Zaznamenej – vypovídající fakta o této práci s využitím přímého pozorování a sběru potřebných, dodatečných údajů z vhodných zdrojů*
3. *Přezkoumej – způsob, jakým je práce vykonávána*
4. *Navrhni – praktičtější, hospodárnější a efektivnější metodu, jak práci vykonávat*
5. *Zhodnot’ – různé alternativy pro zlepšené metody*
6. *Definuj – novou metodu*
7. *Zaved’ – novou metodu*
8. *Udržuj – nový stav, kontroluj jako prevenci proti návratu k původnímu stavu“*  
(Hozáková, 2009, s. 8)

#### 3.2 Techniky měření práce

Existují různé způsoby, jak práci měřit (viz. Obrázek 6). Při měření práce lze využít hrubých odhadů, které ale často bývají poměrně nepřesné. To samé se dá říci při využívání historických údajů.



Obr. 6. Techniky měření práce (Analýza a měření práce, 2012)

Výsledkem měření za pomoci technik měření práce jsou podklady, které by měly vést k těmto výstupům:

- zvýšení produktivity při velmi malých investicích;
- definování časové normy;
- úspory při použití metod jsou viditelné okamžitě. (Analýza a měření práce, 2012)

Diplomová práce bude při vypracovávání projektu sbírat potřebná data pomocí časových studií práce. Tyto studie budou v následujících kapitolách blíže charakterizovány

### 3.3 Časové studie

Časové studie se dle Tučka a Bobáka (2006, s. 112) využívají jako podklady pro tvorbu norem spotřeby práce. Dle Lhotského (2005, s. 65) mezi ně patří:

- Momentové pozorování.
- Snímek pracovního dne (SPD).
  - SPD jednotlivce;
  - hromadný SPD;
  - SPD čety;
  - vlastní SPD;
  - snímek výrobního procesu.
- Snímek operace.
  - plynulá chronometráž;
  - výběrová chronometráž;
  - obkročná chronometráž;
  - snímek průběhu práce. (Lhotský, 2005, s. 65)

### 3.3.1 Snímek pracovního dne jednotlivce

*Snímek pracovního dne je technika nepřetržitého pozorování veškeré spotřeby času během směny. Cílem je získat komplexní přehled o spotřebě času, identifikovat plýtvání, určit poměr činností nepřidávajících hodnotu, popřípadě navrhnout novou formu organizace práce. Snímek pracovního dne se často používá pro definování nepravidelných činností, které slouží jako podklad pro stanovení velikosti přírážky nebo všude tam, kde potřebujeme získat informaci o aktuálním stavu využití jednotlivých pracovníků, např. pro možnost nastavení vícestrojové obsluhy.“ (Dlabač, 2012)*

Záznam časů se provádí do předem připraveného záznamového formuláře. V něm jsou důležité údaje záznamů časů a činností, které se následně vyhodnocují. Pozorovací list pro snímek pracovního dne dle Akademie produktivity a inovací je znázorněn na Obrázku 7. Použitý snímek pracovního dne je vyobrazen v Příloze II.

	Datum:	<b>POZOROVACÍ LIST</b> PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE	List č.:		
	Směna:		Pozoroval:		
	Od do:		Pozorovaný:		
Pracoviště:		Název stroje (ev. č.):			
Výrobek 1 (název, číslo):		Dosáhnutý výr. výkon:			
Výrobek 2 (název, číslo):		Dosáhnutý výr. výkon:			
Výrobek 3 (název, číslo):		Dosáhnutý výr. výkon:			
Postupný čas	Výpočet času			Symbol	Popis
	od	do	čas		
6:20:00					začátek pozorování
	6:20:00	6:23:30			výměna brusného kotouče
	6:23:30	6:28:00			konzultace s mistrem
	6:28:00	6:32:40			broušení rámu
	6:32:40	6:35:20			montáž bočních dílů k rámu
	6:35:20	6:45:30			sveřování držáků
	6:45:30	6:46:30			odložení hotového výrobku
	6:46:30	7:02:50			manipulace - odvoz výrobků na sklad (8 ks)

Obr. 7. Pozorovací list pro snímek pracovního dne dle Akademie produktivity a inovací (Pavelka, 2012)

Pavelka (2012) definuje postup analýzy snímku pracovního dne takto:

1. *“Výběr pracovníka.*
2. *Seznámení s pracovištěm.*
3. *Vymezení sledovaných dějů.*
4. *Stanovení počtu snímků.*
5. *Měření.*
6. *Vyhodnocení.*“ (Pavelka, 2012)

Údaje ze snímků pracovního dne se využívají pro:

- *“rozbory a návrhy opatření ke zdokonalení organizace práce a odstranění ztrát;*
- *zjišťování příčin nízkých výkonů;*
- *analýzy vysoce produktivních postupů;*
- *zjišťování stupně využití pracovníků, výrobních zařízení;*
- *stanovení normovaných hodnot časů směnových, dávkových a časů obecně nutných přestávek;*
- *zjišťování potřebných počtů pracovníků a stanovení norem obsluhy a normativů početních stavů.*“ (Lhotský, 2005, s. 66)

Získaná data ze snímkování je vždy potřebné roztřídit, vyhodnotit a navrhnout možné řešení. Výstupem jsou zpravidla návrhy na eliminaci plýtvání a rozbory ukazatelů výkonnosti, stejně jako doporučení na odstranění překážek v procesech. Za nejčastější by se v českých podnicích daly označit problémy v logistice, bezpečnosti práce, nezavedení standardů a automatizace, nekvalitě a rovněž v nekvalifikovanosti pracovníků.

Za největší výhodu časových studií, konkrétně snímku průběhu práce, je stálý styk pozorovatele a pracovníka přímo na pracovišti v reálném čase, poznání, zachycení a analýza procesů. I v moderní organizaci je mnoho nevyužitého potenciálu v lidském faktoru, ale mnohdy se stává, že samotní operátoři nejsou schopni přímo definovat nápravné opatření problému, avšak dokážou jej snadno popsat. Pokud se analyzuje celá linka, případně část výroby, pomáhají časové studie odhalovat problémy v komplexnějším měřítku, což má nesporné výhody. Na povrchu procesu bývají mnohdy vidět jen důsledek problému, ale jeho příčiny mohou být diametrálně odlišné a týkat se jiných procesů. Dokonce často zasahují hlouběji, než je možné si uvědomovat.

Mezi nevýhody patří časová náročnost analýzy, stejně jako psychické zatížení pozorovatele i pozorovaných. (Pavelka, 2012)

### 3.3.2 Snímky operace

*Snímky operace jsou metodou přímého měření skutečné spotřeby času při opakujících se pracovních operacích i jejich částí. Z naměřených hodnot se vyhodnocuje trvání jednotlivých dílčích částí (prvků) a celé operace připadajících na zpracovanou jednotku (ks, l, kg apod.) (Lhotský, 2005, s. 73)*

Chronometráž operace															
Operace: Montáž rozlika											Datum pozorování: 15. 6. 2011		Pozorovací list č.: 1		
											od: 5:20		do: 7:00		
											Krycí list č.:				
P. č.	Název měřené části (úkon)	Konečný mezní bod	N	Pořadová čísla měření (kusů, cyklů)										Průměr	Poznámka
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Nahrubování matice	Z: uchopení matice	J	0:00:14	0:00:16	0:00:15	0:00:12	0:00:16	0:00:11	0:00:16	0:00:17	0:00:14	0:00:15	0:00:15	
		K: uchopení měřidla	P	0:00:14	0:01:00	0:03:23	0:04:59	0:06:38	0:08:18	0:10:06	0:11:45	0:13:30	0:15:09		
2	Měření + korekce	Z: uchopení měřidla	J	0:00:18	0:00:16	0:00:21	0:00:16	0:00:26	0:00:20	0:00:15	0:00:17	0:00:18	0:00:14	0:00:18	
		K: odložení měřidla	P	0:00:32	0:02:08	0:02:44	0:05:15	0:07:04	0:08:38	0:10:21	0:12:02	0:13:48	0:15:24		
3	Kontrolace + založení ramene	Z: odložení měřidla	J	0:00:13	0:00:12	0:00:09	0:00:11	0:00:13	0:00:16	0:00:19	0:00:13	0:00:15	0:00:14	0:00:14	
		K: puštění ramene	P	0:00:45	0:02:20	0:03:53	0:05:26	0:07:17	0:08:56	0:10:40	0:12:15	0:14:03	0:15:36		
4	Příprava komponentů pro další montáž	Z: puštění ramene	J	0:00:07	0:00:07	0:00:08	0:00:07	0:00:11	0:00:05	0:00:06	0:00:07	0:00:07	0:00:08	0:00:07	
		K: odložení malé matice	P	0:00:52	0:02:27	0:04:01	0:05:33	0:07:28	0:09:01	0:10:48	0:12:22	0:14:10	0:15:52		
5	Upevnění rozlika + přesun do výchozí polohy	Z: odložení malé matice	J	0:00:35	0:00:18	0:00:22	0:00:34	0:00:18	0:00:19	0:00:16	0:00:38	0:00:19	0:00:19	0:00:20	
		K: puštění ramene	P	0:01:12	0:02:45	0:04:23	0:05:57	0:07:46	0:09:20	0:11:02	0:12:50	0:14:29	0:16:00		
6	Učtyčení ramene velkou matiči + zkouška ramene	Z: puštění ramene	J	0:00:14	0:00:14	0:00:16	0:00:16	0:00:15	0:00:19	0:00:18	0:00:18	0:00:15	0:00:12	0:00:16	
		K: uchopení klíče	P	0:01:26	0:02:59	0:04:39	0:06:13	0:08:01	0:09:39	0:11:20	0:13:08	0:14:44	0:16:19		
7	Dosažení klíčem	Z: uchopení klíče	J	0:00:08	0:00:09	0:00:08	0:00:09	0:00:06	0:00:09	0:00:08	0:00:08	0:00:10	0:00:11	0:00:09	
		K: uchopení matice	P	0:01:34	0:03:08	0:04:47	0:06:22	0:08:07	0:09:48	0:11:28	0:13:16	0:14:54	0:16:31		
Sigma (celková průměrná délka trvání operace)												0:01:38			
Úpozdění pracovníků - materiálový tok: - nevhodné uspořádání klíčů - materiál nevhodně ergonomicky umístěn (zóny dosahu)			Rozber pracovních úseků: Čas (s)				Přívěry: - příprava komponentů pro další montáž								
Detailování opatření:															
1. Úprava pracovního postupu (řady + dokumentace), bez přídělových komponent															
2.															
3.															
4.															
5.															
6.															

Obr. 8. Ukázka chronometráže operace (Dlabač, 2012)

Jak bylo uvedeno v kapitole 3.3, mezi typy snímků operace patří plynulá, výběrová a obkročná chronometráž a snímek průběhu práce. Aby byly patrné rozdíly jednotlivých snímků, budou blíže charakterizovány všechny typy chronometráže, důraz bude kladen na plynulou chronometráž, která bude dále využita v praktické části. Použitý formulář je vyobrazen v Příloze III.

### Výběrová chronometráž

Výběrová chronometráž je takový druh chronometráže, u kterých není předmětem zkoumání celá operace, ale jen některé nepravidelně i pravidelně se opakující předem známé úkony. Pozorovatel zaznamenává jen průběžný čas začátku a ukončení vybraných úkonů. (Novák a Šlampařová, 2007, s. 42)

**Obkročná chronometráž**

Obkročná chronometráž slouží ke zjišťování času trvání velmi krátkých částí operace. Toho se dosahuje tím, že se sečte klouzavě několik krátkých pracovních prvků do měřitelného komplexu a po vykonaném měření se zpětně vypočítávají elementární prvky. (Novák a Šlampová, 2007, s. 42)

**Snímek průběhu práce**

Snímková chronometráž je druh snímku operace k průzkumu takových operací, jejichž průběh není možné stanovit předem. Při pozorování je zaznamenáván nejen čas (jako u chronometráže), ale i účel jeho použití (název úkonu či operace). Jedná se o kombinaci metody snímku pracovního dne a chronometráže. (Novák a Šlampová, 2007, s. 42)

**Plynulá chronometráž**

Při plynulé chronometráži se měří plynule (nepřetržitě) časový průběh operace s pravidelným, předem známým, sledem dílčích úkonů. Před samotným pozorováním se nejdříve zapíše dílčí části operace do pozorovacího listu a během pozorování se průběžně zaznamenávají postupné časy změřené v každém mezním bodě, jak postupně narůstají a cyklicky probíhají. To znamená, že se po celou potřebnou dobu nezastavují stopky.

V případě, že je během měření času operace přerušen pravidelný cyklus, zaznamenávají se příčiny tohoto přerušení a doba jeho trvání na vyhrazeném místě pozorovacího listu. Tyto časy se poté vylučují z jednotkových časů. Spotřeba času se měří nejčastěji metodou postupných časů. V praxi se tento snímek používá zejména v podmínkách sériové a hromadné výroby. (Lhotský, 2005, s. 73)

## 4 PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVÍŠTĚ

Základem prostorové struktury výrobního procesu je dle Tučka a Bobáka (2006, s. 234) pracoviště, relativně ohraničená část výrobního procesu přizpůsobená pro vykonávání určitého výrobního úkolu (pracovních operací).

Jedním z vedlejších cílů projektové části diplomové práce je i návrh nového layoutu předmontážních pracovišť. Cílem této kapitoly je blíže charakterizovat buňkovou výrobu.

Kavan (2002, s. 186) tvrdí, že v prostředí omezených zdrojů a deficitu kapitálu se většinou provádí dílčí změny uspořádání výrobních procesů, ale zato promyšlené. Potřeba změn je zpravidla vyvolávána:

- *“malou efektivitou dosavadní výroby (vysoké náklady, úzká místa);*
- *poruchami výrobního toku;*
- *změnami konstrukce zastaralých výrobků a služeb;*
- *zaváděním zcela nových výrobků a služeb;*
- *změnami rozsahu výstupu nebo změnami jeho skladby;*
- *modernizací výrobního zařízení a technologie;*
- *ekologickými a legislativními požadavky;*
- *nezbytnými změnami v organizaci práce atd. “* (Kavan, 2002, s. 186)

Při navrhování prostorového řešení je důležité brát v potaz několik základních prvků, která vytváří určitá omezení návrhu. Jedná se o:

- charakter budov – zahrnuje informace o účelu objektů, podlahové ploše, nosnosti atd.;
- inženýrské sítě – rozvody vody, páry, elektrické energie, plynu apod.;
- manipulační prostředky – jedná se o jeřáby s pevnými jeřábovými drahami, interní firemní železnice apod.;
- typ výroby – předurčuje rozmístění pracovišť tak, že od nižších typů výroby k vyšším rostou požadavky na dokonalejší uspořádání výroby;
- technologický postup – zhotovení součástek a výrobků je určujícím faktorem, na který v podstatě navazuje posouzení předešlých vlivů. (Hlaváčová, 2010, s. 37)

Při optimalizaci prostorového řešení jsou obvyklé dosahované efekty následující:

- snížení manipulační náročnosti o 10 – 40 %;

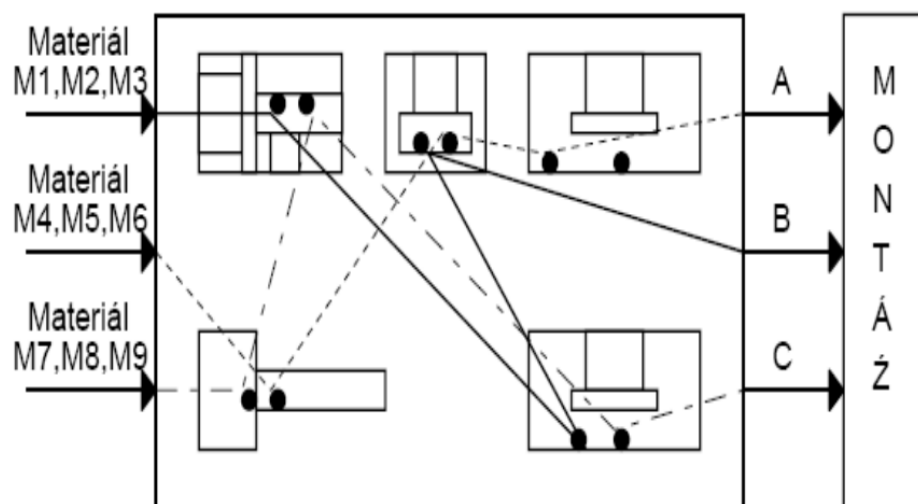
- snížení celkového počtu manipulací s výrobkem v průběhu jeho zpracování o 15 – 35 %, tím se omezí riziko poškození výrobku a materiálu;
- snížení počtu pracovníků zajišťující materiálové toky v provozu (5 – 20 %);
- snížení rozpracovanosti o 20 – 40 %;
- zvýšení disponibilní kapacity procesu eliminací ztrátových časů obsluhy a prostojů způsobených čekáním na materiál;
- omezení investiční náročnosti díky snížení nároků na disponibilní plochy. (Návrh layoutu, 2010)

#### 4.1 Technologické a předmětné uspořádání pracoviště

V následující kapitole budou definovány základní charakteristiky technologického a předmětného uspořádání pracoviště jako teoretický podklad pro charakterizování buňkové výroby jako součásti předmětného uspořádání pracoviště.

##### 4.1.1 Technologické uspořádání pracoviště

Při technologickém uspořádání jsou výrobní stroje a zřízení seskupována podle jejich technologické příbuznosti. Vytvářejí se zde dílny se stejnými druhy strojů, proto se v praxi tato organizace označuje jako “dílnské uspořádání“. Graficky je technologické uspořádání znázorněno na Obrázku 9.



Obr. 9. Technologické uspořádání pracoviště (Prostorové uspořádání pracovišť, 2009)



Za výhody tohoto typu uspořádání Kavan (2002, s. 187) zmiňuje například:

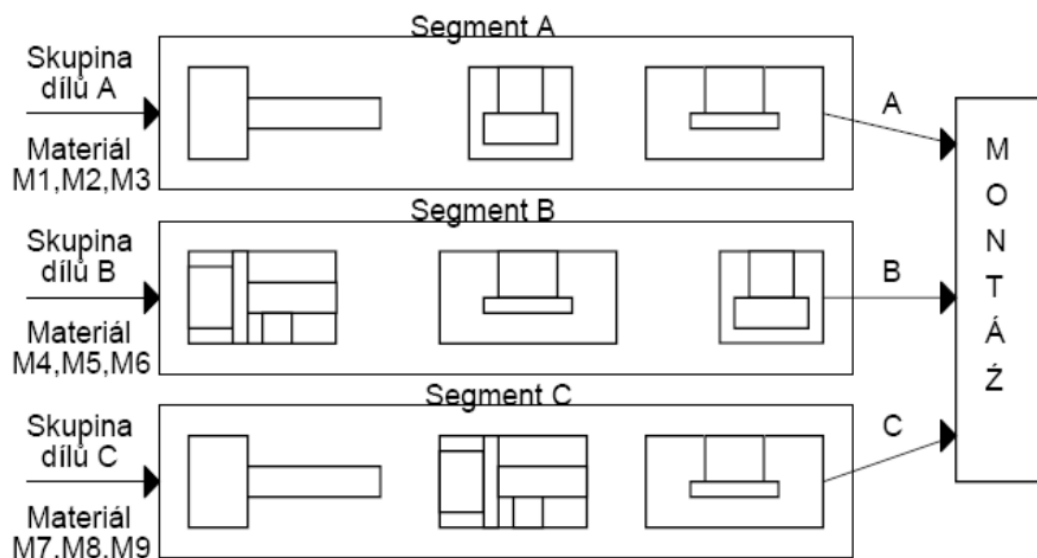
- umožňuje uspokojit širokou škálu výrobních požadavků;
- není tak choulostivé na výpadky výroby z titulu poruch zařízení;
- zařízení je univerzálnější, flexibilnější a méně nákladné na pořízení i údržbu.

Technologické uspořádání má taktéž řadu nevýhod, mezi které patří například:

- prodloužení výrobního cyklu, neboť roste podíl časů manipulačních a času přerušení vzhledem k času výrobnímu;
- dlouhé dopravní cesty – velké nároky na manipulaci s materiálem – větší počet pracovníků zabývajících se manipulací;
- větší pracnost výrobků. (Tuček a Bobák, 2006, s. 236)

#### 4.1.2 Předmětné uspořádání pracoviště

Cílem předmětného uspořádání je dosažení hladkého, rychlého a mohutného toku výrobků. Na jedné nebo několika výrobních položkách jsou postupně za sebou prováděny všechny potřebné technologické operace. Ekonomickým výsledkem jsou velmi nízké výrobní náklady a vysoká konkurenceschopnost, avšak při předpokladu zajištěného odbytu. (Kavan, 2002, s. 187) Graficky je předmětné uspořádání znázorněno na Obrázku 10.



Obr. 10. Předmětné uspořádání pracoviště (Prostorové uspořádání pracoviště, 2009)

Mezi některé výhody předmětného uspořádání výroby lze zařadit například tato:

- umožnění velmi efektivní výroby;
- šetření nákladů na školení lidí při vysoké kvalitě práce;
- nízké materiálové náklady výrobku. (Kavan, 2002, s. 187)

Mezi nevýhody pak lze naopak zařadit například tyto:

- vysoké požadavky na úroveň přípravy výroby;
- vyšší nároky na údržbu strojů a zařízení;
- malá pružnost – obtížně se provádějí změny výrobního programu. (Tuček a Bobák, 2006, s. 239)

Prakticky se předmětné uspořádání uplatňuje dle Tučka a Bobáka (2006, s. 239) ve dvou základních formách v závislosti na počtu a výrobním množství vyráběných předmětů jako:

- hnízdové;
- linkové.

**Hnízdové uspořádání výroby** charakterizují Tuček a Bobák (2006, s. 239) jako vhodné pro výrobu většího počtu druhů výrobků a nižšího množství technologicky podobných výrobků. V závislosti na počtu vyráběných dílů, složitosti výroby a stupni mechanizace, automatizace a integrace technologických a manipulačních činností může být hnízdové uspořádání vytvořeno jako:

- volně rozptýlené;
- buňkové;
- řadové.

Tuček a Bobák (2006, s. 040) zmiňují, že **linkové uspořádání výroby** se používá při výrobě menšího počtu výrobků a vyššího výrobního množství technologicky podobných produktů. Linkové uspořádání se na základě počtu vyráběných dílců realizuje jako:

- pružná linka;
- proudová linka.

## 4.2 Výrobní buňky

V moderní praxi se dle Tučka a Bobáka (2006, s. 243) nejčastěji využívá prostorové uspořádání buňkové a řadové.

Mašín a Vytlačil (2000, s. 164) tvrdí, že v případě výrobních buněk je v první řadě nutné porozumět třem hlavním typům výrobních buněk, které jsou často využívány v průmyslu. Tyto typy buněk se od sebe v určitých aspektech odlišují, mají však jeden společný princip, který umožňuje, aby fungovaly – efektivně integrují výrobní činnosti i pracovníky a vytvářejí základ pro plynulé zlepšování. Mezi základní tři typy výrobních buněk patří:

- týmově orientované výrobní buňky;
- montážní buňky;
- procesní buňky.

#### **4.2.1 Týmově orientované výrobní buňky**

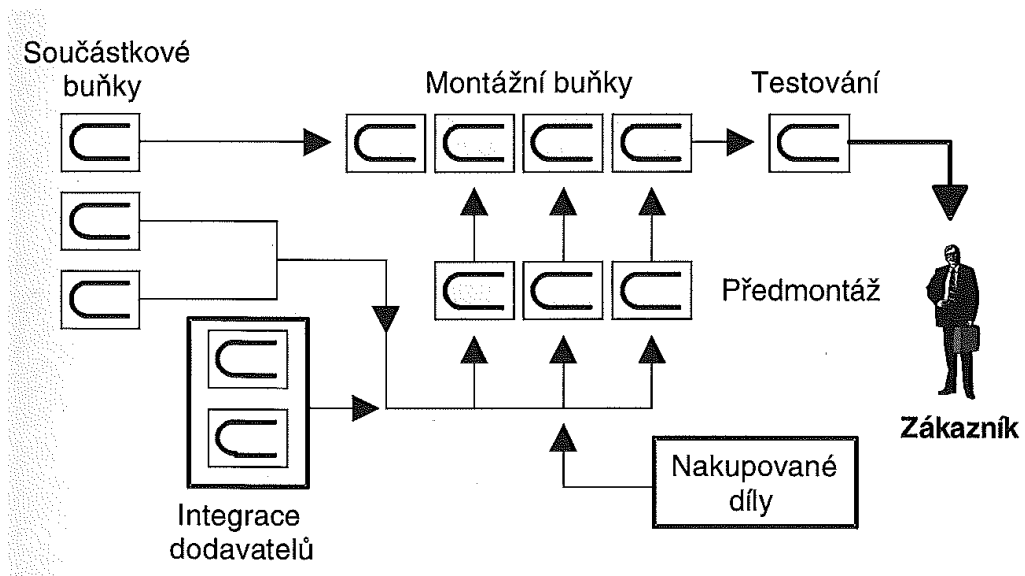
Mašín a Vytlačil (2000, s. 165) definuje týmově orientované buňky jako výrobní jednotky, v kterých je integrováno veškeré technologické zařízení i nástroje řízení, potřebné pro komplexní výrobu rodiny geometricky nebo procesně příbuzných dílů.

Přínosy týmově orientovaných buněk charakterizují Tuček a Bobák (2006, s. 244) takto:

- vytvářejí předpoklady pro zavedení a využití výrobních týmů zodpovědných za všechny činnosti potřebné pro výrobu daných produktů, což znamená větší vázanost buňky na kvalitu;
- dispoziční uspořádání buněk přispívá k úspoře místa a zkracování logistických řetězců;
- spojení buněk a týmů vytváří podmínky pro odstraňování plýtvání a zlepšování procesů. (Tuček a Bobák, 2006, s. 244)

#### **4.2.2 Montážní buňky**

Montážní buňky se vytvářejí většinou pro rodiny montovaných výrobků. Mohou se projektovat ve dvou hierarchických úrovních jako předmontážní buňky nebo buňky finální montáže. O potřebě využívat jednu nebo obě úrovně rozhoduje komplexnost montovaného výrobku. Předmontážní buňky odebírají součásti z buněk na jejich výrobku a od externích dodavatelů jako nakupované díly. Montážní buňky pak montují předem smontované celky z předmontážních buněk. Příklad grafického znázornění montážní buňky je vyobrazen na Obrázku 11. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 167)



Obr. 11. Montážní buňka (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 167)

#### 4.2.3 Procesní buňky

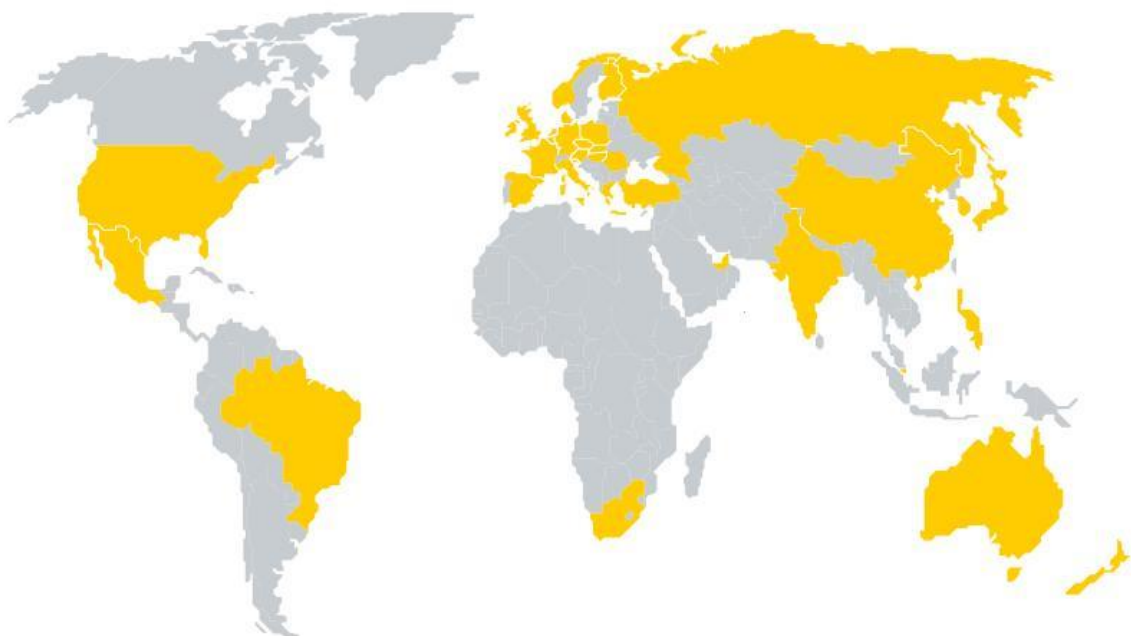
Procesní buňka charakterizuje Mašín a Vytlačil (2000, s. 169) jako buňky, které jsou předem určeny technologickým procesem, která zajišťují – tepelné zpracování, povrchové úpravy, lakování apod.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

### 5.1 Koncern HELLA

HELLA KGaA Hueck & Co. je globálně postavený, nezávislý rodinný podnik, který vyvíjí a vyrábí pro automobilový průmysl komponenty a systémy světelné techniky a elektroniky. Disponuje jednou z celosvětově největších obchodních organizací k distribuci autodílů, příslušenství, diagnostiky a servisních služeb. S více než 4 800 zaměstnanci ve výzkumu a vývoji patří HELLA k významným inovátorům na trhu. Díky svému patří koncern HELLA k top 50 světovým dodavatelům pro automobilový průmysl a 100 největším německým průmyslovým podnikům. (Koncern Hella, 2013)



Obr. 12. Rozmístění poboček koncernu HELLA (Global Vision, 2012)

#### 5.1.1 Profil koncernu

**Název:** Hella KGaA Hueck & Co.

**Sídlo:** Rixbecker Straße 75, 59552 Lippstadt, Německo

**Počet zaměstnanců:** 27 000

**Tržby (obchodní rok 2011/2012):** 4 800 mil. EURO

**Globální pozice:** 70 poboček ve 31 zemích světa (Global Vision, 2012)

### 5.1.2 Mise a vize společnosti

**Mise:** Poskytovat zákazníkům inovativní produktu a služby, které splňují jejich potřeby – tedy takové, které společnost dělá již více než 100 let v oblasti osvětlení, elektroniky a náhradních dílů (Products & Services, 2013)

**Vize:** Řízení inovací na základě tradičních hodnot – tato filozofie stojí v čele úspěchu společnosti HELLA a poskytuje základ pro jasnou strategii, která společnost odlišuje a dělá ji jedinečnou. (Global Vision, 2012)

## 5.2 HELLA v Mohelnici

Firma HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o. Mohelnice byla založena v roce 1992 jako stoprocentní dceřiná společnost německého koncernu HELLA KGaA Hueck & Co. Strategickým rozhodnutím vedení HKG bylo následovat firmu Volkswagen do České republiky a založit zde závod na výrobu světelné techniky pro nové typy vozů Škoda Auto, a.s. Tento strategický cíl byl realizován v průběhu let 1992 - 1994, kdy byl vystavěn závod v Mohelnici a zavedena výroba světlometů, zadních světlů, blinkrů a ostřikovačů světlometů pro vozy Škoda Felicia. Úspěšné zvládnutí tohoto projektu bylo odrazovým můstkem pro získání dalších zakázek pro zákazníky z celé automobilové branže.

Světlomety vyrobené v Mohelnici putují k výrobcům automobilových značek, jako jsou Volkswagen, Ford, Jaguar, Land Rover, Renault, Audi, Nissan, Mitsubishi, Volvo, DAF, Scania a dalších.

V rámci podnikatelského sdružení Hella Mohelnice mezi sebou úzce spolupracují firmy:

- HELLA AUTOTECHNIK NOVA (HAN – zjednodušeně výrobní závod);
- HELLA AUTOTECHNIK (HAT – vývojová část včetně měření a testování výrobků);
- Hella Corporate Center Central & Eastern Europe (HCC CEE – podpora IT, služby nákupu, financí, lidských zdrojů, atd).

Od roku 2001 se HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o. podílela společně s mateřskou firmou stále větší mírou na procesu vývoje výrobků. Výsledkem posouzení schopností v oblasti vývoje výrobků bylo rozhodnutí o zásadní reorganizaci dílčího vývojového střediska HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o. na zřízení uceleného vývojového centra za účelem poskytnutí komplexního servisu současným i budoucím zákazníkům.

Nedílnou součástí tohoto rozhodnutí také bylo, aby vybudované vývojové kapacity byly doplněny o ucelený řetězec vývojových služeb včetně komplexního měření a testování výrobků. (O firmě, 2013)



Obr. 13. HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o. v Mohelnici (O firmě, 2013)

### 5.2.1 Profil společnosti

**Název:** HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o.

**Sídlo:** Družstevní 338/16, 789 85 Mohelnice, Česká republika

**Počet zaměstnanců:** 1408 (HAN, HAT, HCC CEE)

**Tržby (obchodní rok 2010/2011):** 5 200 mil. CZK (pouze HAN) (Hella v Mohelnici, 2013)

### 5.2.2 Milníky společnosti

Důležité milníky společnosti HELLA v Mohelnici by se daly shrnout do těchto bodů:

**1992** – založení dceřiné společnosti HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o.

**1994** – zahájení výroby

**1995** – zahájení činnosti Technického centra pro vývoj světlometů

**1997** – založení skupiny pro vývoj a výrobu montážních linek pro Hella koncern

**1998** – firma dosáhla počtu 500 zaměstnanců

**1999** – první samostatné kompletní projekty z Technického centra



**2000** – zahájení výroby plastových krycích skel pro světlometry

**2002** – kolaudace logistického centra

**2004** – vybudování a zahájení činností Měřicího a testovacího centra

**2007** – firma dosáhla počtu 1000 zaměstnanců

**2008** – vznik správního centra pro střední a východní Evropu – Hella Corporate Center Central & Easter Europe, s.r.o.

**2008** – koncernové rozhodnutí o vybudování autonomního Technického centra pro Hella koncern (Důležité milníky společnosti HELLA v Mohelnici, 2013)

### 5.2.3 SWOT analýza

SWOT analýza je jedním ze základních nástrojů strategického managementu. Definuje silné (Strengths) a slabé (Weaknesses) stránky, příležitosti (Opportunities) a hrozby (Threats). Silné a slabé stránky se řadí k vnitřním faktorům, potažmo k tzv. interní analýze, neboť se jedná o prvky definované vnitřními vlivy – lidským kapitálem a zkušenostmi, duševním vlastnictvím, vybavením či kapacitami. Příležitosti a hrozby se naopak řadí k vnějším faktorům, k tzv. externí analýze. Faktem však je, že tyto vnější faktory mohou být do značné míry ovlivněny faktory interními. (Zikmund, 2010; Chapman, 2010)

Všechny čtyři kvadranty SWOT analýzy byly ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o. konzultovány s managementem, na základě těchto konzultací byla jednotlivým bodům přiřazena určitá váha (v %).

#### Silné a slabé stránky

Tab. 2. Silné stránky společnosti (vlastní zpracování)

Silné stránky	podíl (%)
vysoká kvalita výrobků	40
výborná organizace práce	30
dobré jméno firmy	17
dlouhodobá tradice firmy	8
dobrá péče o zaměstnance	5

Mezi silné stránky společnosti patří zejména dvě s celkovým podílem 70 %. Jedná se o vysokou kvalitu výrobků a výbornou organizaci práce. Každý výrobek, který prochází

velkým množstvím operací od lisování, přes lakování až po montáž, je pečlivě kontrolován, následující pracovní středisko je vždy kontrolním bodem pro předcházející pracoviště, čímž dochází k zajištění vysoké kvality výrobků a zamezení reklamací od odběratele.

Ve výrobě platí, že pro předcházející pracoviště je zákazníkem pracoviště následující – tedy je potřebná 100 % kvalita.

Výrobní proces a kladení důrazu na vysokou kvalitu je také výrazným činitelem v oblasti organizace práce. Každý pracovník má přesně určený pracovní postup, ví, od koho výrobek přebírá a kdo je jeho odběratelem. Pracovní činnosti jsou navrhovány tak, aby bylo lidského potenciálu co nejvíce využito a nedocházelo k plýtvání lidského faktoru.

Tab. 3. Slabé stránky společnosti (vlastní zpracování)

Slabé stránky	podíl (%)
Vysoká fluktuace zaměstnanců	70
Nižší úroveň mezd oproti mateřské společnosti	30

Mohelnický region, stejně jako celý bývalý okres Šumperk, se potýká s nedostatkem pracovních míst a vysokou nezaměstnaností. Ta aktuálně v březnu 2013 činila v Olomouckém kraji 9,96 %, v Mohelnici a okolí byla v lednu 2013 nezaměstnanost dokonce 13,25 %. (Mohelnický zpravodaj 2013, 2013; Krajská správa ČSÚ v Olomouci, 2013)

Často se tedy v tomto regionu stává, že pracovníci odcházejí do jiných regionů, případně se stěhují celé rodiny, s čímž se může potýkat také mohelnický závod. Tato vysoká fluktuace je tedy nejvýraznější slabou stránkou s podílem 70 %.

Zbýlých 30 % pak tvoří nižší úroveň mezd pracovníků oproti mateřské společnosti. Ta sídlí v Německu a tento fakt může mít neblahý důsledek na motivaci jednotlivých zaměstnanců.

**Příležitosti a hrozby**

Tab. 4. Příležitosti společnosti (vlastní zpracování)

<b>Příležitosti</b>	<b>podíl (%)</b>
Otevření nových trhů	45
Využití chyb konkurence a jejich neschopnost reagovat na poptávku	35
Zlepšující se ekonomika ČR	20

Příležitosti může společnost ovlivnit v některých případech jen nepřímo ovlivnit - například sama vyvine nový produkt, případně příležitost vytvoří vhodným marketingem. V případě HELLA v Mohelnici se jedná zejména o otevření nových trhů s podílem 45 %. I když je HELLA celosvětovým koncernem s pobočkami v Asii i Austrálii, potenciální nové trhy jsou více než vítanou příležitostí na další rozvoj firmy. Mezi další významnou příležitost lze zařadit konkurenty, kteří by nereagovali na vývoj trhu, podcenili by situaci a jejich neschopnost vhodně reagovat na poptávku by se stala výhodou a příležitostí pro mohelnický závod. Ačkoliv je podíl poměrně vysoký (35 %), je tato situace poměrně nepravděpodobná, neboť v oblasti Automotive je inovace důležitou součástí firem.

Tab. 5. Hrozby společnosti (vlastní zpracování)

<b>Hrozby</b>	<b>podíl (%)</b>
Vstup nového konkurenta na trh	50
Migrace stávajících i potenciálních zaměstnanců ven z regionu	30
Zvýšení bariér vstupu	20

V případě, že na trh vstoupí nový konkurent, znamená to potenciální hrozbu nejen pro firmu v Mohelnici, ale pro všechny další společnosti zabývající se výrobou světlometů, neboť by došlo ke zvýšení nabídky na trhu, větší konkurenci a hrozbě snížení tržeb. To lze považovat s podílem 50 % za největší hrozbu. Další hrozbou pak může být migrace stávajících, ale i potenciálních zaměstnanců – tato hrozba tvoří 30 %. O migraci jsem se již zmiňoval u analýzy slabých stránek společnosti. Faktem však zůstává, že tuto hrozbu může svou činností společnost nepřímo ovlivnit například speciálními benefity pro zaměstnance, čímž by se podpořila motivace pracovníků zůstat v regionu.

## 6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Pro potřeby projektu optimalizace montážní linky AUDI A3 NF na pracovištích předmontáže skupin výrobků pro automobil značky Audi byly analyzovány právě pracoviště předmontáže těchto skupin, které posléze vstupují do montáže konečného produktu – tedy předního světlometu pro automobil AUDI A3 NF. Tato montážní linka vyrábí tři druhy předních světlometů s ohledem na požadavek zákazníka. Jedná se o světlomety:

- halogenové (dále Hal);
- bi-xenonové (dále bi-xe);
- LEDkové.

Varianta světlometů na bázi technologie LED je vyráběna v minimálním množství, montážní linka je přetypována vždy jen pro potřebu aktuální objednávky, která čítá několik desítek kusů. Analytická a projektová část tak bude věnována předmontáži skupin pro potřeba halogenových a bi-xenonových světlometů.

Osobní automobil AUDI A3, pro které jsou světlomety vyráběny, je vyobrazen na Obrázku 14.



Obr. 14. Audi A3 (Eibach Suspension Program for the New Audi A3, 2013)

### 6.1 Předmontáž skupin výrobků

Předmontáž skupin výrobků, které vstupují do tohoto typu vozidla, probíhá na čtyřech párových pracovištích, vždy pro pravé a levé světlo. Jedná se o tato montážní místa:

- E140 – montáž skupiny rámu a pouzdra (Bi-xe)
- 120 – montáž tepelného plechu do BL reflektoru (Hal)
- 100 – montáž potkávacího ABBL reflektoru (Hal)

- 90 – montáž dílkového FL-TFL PO reflektoru (Hal)

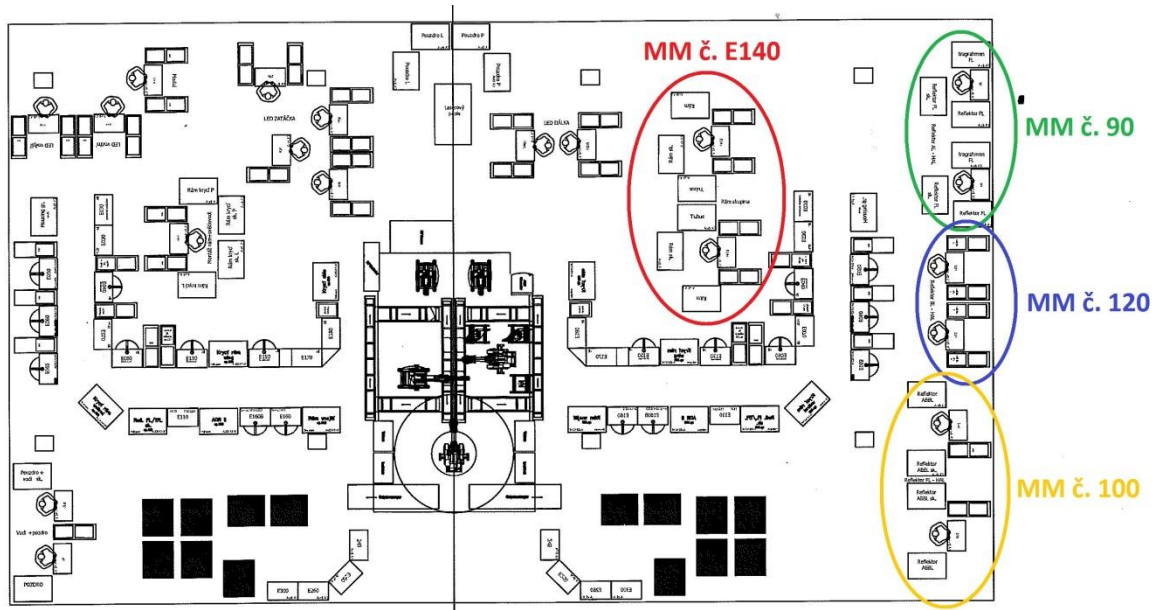
Předmontáž skupin se tedy skládá ze tří párových montážních míst pro halogenovou variantu, čtvrtá – montáž rámu a pouzdra – je pracovištěm pro bi-xenonový světlomet.

### **Současný layout**

V současnosti jsou montážní místa skupin výrobků umístěna v těsné blízkosti montážní linky AUDI A3 NF, avšak bez přímého toku materiálu. Vyrobené kusy na předmontáži jdou nejprve do skladu, odkud jsou zpětně dodávány pro potřeby linky. Plán výroby na montáži skupin je řízen dle ročních objednávek zákazníka, ty se upravují na týdenní plány, které zohledňují odvolávky od zákazníka. Týdenní plán je pak mistrem aktualizován na denní plány, které se odvíjí od tempa výroby a reagují na nečekaný vývoj (porucha, čekání, atd.). Jedná se tak o princip tahu, kdy výroby nepřímo svými požadavky řídí zákazník. Doplňování materiálu pro potřeby montáže skupin je řízeno milk-runem, který projíždí v pravidelných intervalech a pokud v supermarketu chybí ekobal s materiálem, načte čtečkou čárový kód umístěný na supermarketu pod chybícím ekobalem, kterým vyšle signál pro objednání materiálu. Při další jízdě pak tento materiál doplní a případně načte další čárové kódy chybějících ekobalů.

Na Obrázku 15 je znázorněn současný layout linky Audi A3 NF včetně všech montážních míst skupin výrobků. Montážní místa pro halogenové skupiny jsou umístěny podél jedné zdi v řadě. Tato pracoviště tvoří 3 párová montážní místa – č. 90, č. 100 a č. 120. Čtvrté montážní místo – č. E140 (taktéž párové) – je umístěno ve volném prostoru v blízkosti pravé strany montážní linky. Z pohledu stojící operátorky jsou pracoviště umístěna tak, aby vlevo byla montáž skupiny pro levou stranu a naopak.

Na těchto pracovních místech se ve třech směnách střídají vždy dvojice pracovníků, které nahodile doplňují pracovníce přicházející na přesčas. Obvykle jsou však obsluhovány pouze dvě montážní místa v závislosti na potřebách montážní linky světlometu.



Obr. 15. Současný layout včetně montáže skupin výrobků (vlastní zpracování)

## 6.2 Analýza jednotlivých pracovišť

Před tím, než budou jednotlivá pracoviště analyzována, je důležité vypočítat, jaký je disponibilní čas jedné směny. Tento čas bude následně využit při porovnání přímých naměrů a jednotlivých norem na pracovištích.

### Disponibilní čas směny

Čas na rozjezd a ukončení směny, diskuze s mistrem, úklid pracoviště a činnosti, které přímo nesouvisí s montáží, není ve společnosti stanoven přímo v minutách, ale představuje 7 % času směny po odečtení zákonné přestávky. Tento čas tedy představuje 7 % z času 450 minut ( $450 \times 0,07 = 31,5$  minuty). Ve výpočtu disponibilního času směny bude tento čas uveden pouze jako “čas na rozjezd a ukončení směny“.

Disponibilní čas

Čas směny	480 min
Zákonná přestávka	30 min
<u>Čas na rozjezd a ukončení směny</u>	<u>31,5 min</u>
<b>Disponibilní čas směny (dále DČS)</b>	<b>418,5 min (= 25 110 s)</b>

### 6.2.1 Montáž skupiny rámu a pouzdra

Na montážním místě (dále MM) č. E140 probíhá **Montáž skupiny rámu a pouzdra** pro světlomet **AUDI A3 BiXE/AFS**. BiXE představuje zkratku pro bi-xenonový světlomet, ve kterém má uživatel možnost přepínání mezi moduly xenonového potkávacího i dálkového světla. Varianta AFS navíc zahrnuje funkci natáčení světlometů při průjezdu zatáčkou.

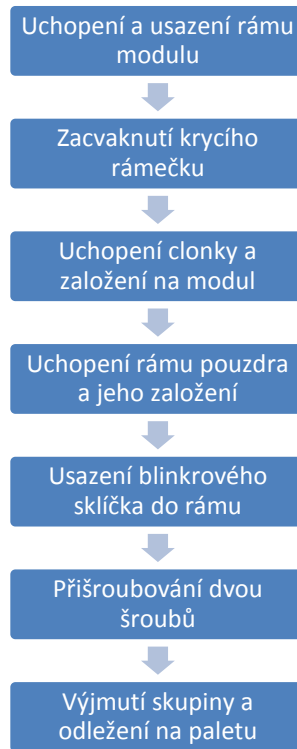
Tato stanoviště jsou dvě, jedno pro pravou a druhé pro levou stranu světlometů.



Obr. 16. Montážní místo  
č. E140 (vlastní zpracování)

#### **Technologický postup montážního místa č. E140**

Pracovnice vezme rám modulu, který zkontroluje a ofoukne ionizovaným vzduchem, založí jej do zakládání a poté zacvakne krycí rámeček. Poté následuje sled operací, který je graficky znázorněn na Obrázku 17.



Obr. 17. Technologický postup na montážním místě č. E140 (vlastní zpracování)

Operátorka se řídí danými pokyny ke kvalitě, musí tedy kontrolovat, zdali nejsou přítomny dekorativní vady na clonce, rámu pouzdra, krycím rámečku, klinkrovém sklíčku. Dále potom dohlíží na správné dotlačení a dolisování všech dílů a u všech dílčích operací na pracovišti musí používat rukavice, aby nedošlo k poškození povrchu materiálu. Zhotovená skupina rámu a pouzdra je vyobrazena na Obrázku 18.

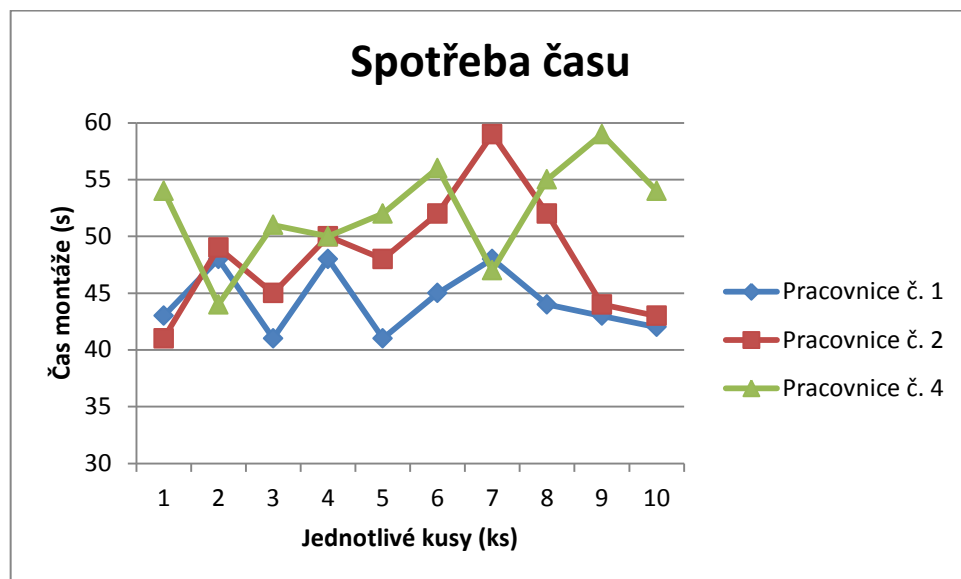


Obr. 18. Skupina rámu a pouzdra (vlastní zpracování)



### Analýza pracoviště č. E140

Při analýze jednotlivých pracovišť bylo využito chronometráže, zaznamenávány byly časy montáže deseti po sobě jdoucích kusů. Měření prvního kusu začalo uchopením rámu modulu a ukončeno bylo odložením hotového kusu do palety, čímž automaticky započalo měření kusu druhého. Na pracovišti č. E140 byly sledovány celkem tři pracovníce, v této práci jsou označeny jako pracovníce č. 1, 2 a 4. Pracovnice č. 3 byla pozorována na jiných pracovištích. Spotřeba času na jeden kus skupiny rámu a pouzdra zjištěná přímým měřením je znázorněn na Obrázku 19.



Obr. 19. Časy montáže jednoho kusu skupiny rámu a pouzdra (vlastní zpracování)

Naměřené časy jasně ukazují, že každá pracovníce potřebuje na montáž jednoho kusu skupiny rámu a pouzdra jinou spotřebu času. Při pozorování bylo zjištěno, že největší rozdíly vytváří dílčí činnost usazení blinkrového sklíčka. Například pracovníce č. 1 tuto operaci vykonala za necelých 10 sekund, pracovníce č. 2 a č. 4 pak potřebovaly zhruba 15 sekund. V konečném důsledku je vidět, že rozmezí mezi průměrným časem nejrychlejší a nejpomalejší pracovníce je téměř 8 s/kus. Operaci tedy lze na základě naměřených časů označit za nestabilní proces.

Na délku operace má vliv také vizuální kontrola a případné odkládání zmetků – zejména proces vizuální kontroly trvá každé jednotlivé pracovníci různou dobu. Normy jsou pro všechny pracovníce stejné.

### Porovnání naměřených časů s normou pracoviště

Při chronometráži byly zaznamenávány časy cyklických operací, při porovnání s normou pracoviště je tedy nutné doplnit časy dílčích necyklických činností, které musí pracovnice při montáži vykonávat. Jedná se zejména o umísťování prokladů mezi jednotlivé řady ekobalů a odkládání prázdných a přípravu plných ekobalů a palet.

Na montáži skupiny rámu a pouzdra pracovnice musí paletu s hotovými kusy prokládat vždy po 8 kusech. U clonky, která je vstupním materiálem, je potřeba odložit proklad vždy po 12 kusech, u BL sklíčka je tato činnost potřebná po 10 kusech, z palety, která obsahuje rámy, je nutné odstranit proklad po 8 kusech a u rámu modulu se jedná o činnost po 30 kusech.

Na základě odborného odhadu byly těmto činnostem přiřazeny časy, které budou přičteny k naměřeným časům operace. Při výpočtu bude využit požadavek zákazníka na bi-xenonové světlomety, který činí 89 ks za směnu.

Clonka	30 s/proklad
Rám	45 s/proklad
Rám modulu	45 s/proklad
BL sklíčko	30 s/proklad
Hotová skupina	45 s/proklad

V Tabulce 6 je uveden výpočet četností prokládání jednotlivých palet a ekobalů včetně přiřazení časů.

Tab. 6. Četnost prokládání jednotlivých palet a ekobalů (vlastní zpracování)

Materiál	Četnost prokládání za směnu	Po zao-krouhlení	Četnost x přiřazené časy činnosti (s)	Čas na 1 kus (s)	Suma časů na 1 kus (s)
	89/12 (8;8;10;8)				
Clonka	7,41	8	240	2,79	24,03
Rám	11,125	12	540	6,07	
Rám modulu	11,125	12	540	6,07	
BL sklíčko	8,9	9	270	3,03	
Hotová skupina	11,125	12	540	6,07	

Mimo prokládání jednotlivých řad musí pracovnice také odložit prázdný ekobal či paletu a přisunout si plný. Paletu zaplněnou hotovou skupinou pracovnice odsunuje po 64 kusech, u

clonky se jedná o výměnu ekobalu po 132 kusech. Paleta s rámy modulu je vyměňována po 270 kusech, u palety s rámy je tato činnost nutná po 64 kusech a ekobal s BL sklíčkem je vyměňován po 70 kusech.

Na základě odborného odhadu byly těmto činnostem přiřazeny časy, které budou přičteny k naměřeným časům operace. Při výpočtu bude využit požadavek zákazníka, který činí 89 ks za směnu.

Clonka	45 s/výměnu ekobalu
Rám	120 s/výměnu palety
Rám modulu	120 s/výměnu palety
BL sklíčko	45 s/výměnu ekobalu
Hotová skupina	120 s/výměnu palety

V Tabulce 7 je uveden výpočet četností výměny palet a ekobalů včetně přiřazení časů.

Tab. 7. Četnost výměn prázdných ekobalů a palet za plné (vlastní zpracování)

Materiál	Četnost výměny za směnu	Po zao-krouhlení	Četnost x přiřazené časy činnosti (s)	Čas na 1 kus (s)	Suma časů na 1 kus (s)
	89/132 (64;270;70;64)				
Clonka	0,67	1	45	0,51	8,27
Rám	1,39	2	240	2,70	
Rám modulu	0,33	1	120	1,35	
BL sklíčko	1,27	2	90	1,01	
Hotová skupina	1,39	2	240	2,70	

Při pozorování nedošlo ani v jednom případě k naplnění normy, přesto jsou časy uvedeny v tabulce nižší, než je požadavek normy (viz Tabulka 8). Ačkoliv je norma teoreticky splnitelná, prakticky tomu tak není. Důvody jsou následující:

- Nedodržování technologického postupu (neofukování ionizovaným vzduchem).
- Zrychlení činnosti montáže při přítomnosti pozorovatele.

Tab. 8. Porovnání naměřených časů s normou pracoviště (vlastní zpracování)

Pracovnice	Norma na kus (s)	Norma při plném využití DČS (ks)	Průměrný naměřený čas na kus (s/ks)	Čas necyklických činností (s/ks)	Kusy/směnu při plném využití DČS (ks)
č. 1	93,6	268	44,3	32,3	327
č. 2	93,6	268	48,3	32,3	311
č. 4	93,6	268	52,2	32,3	297

### 6.2.2 Montáž tepelného plechu do BL reflektoru

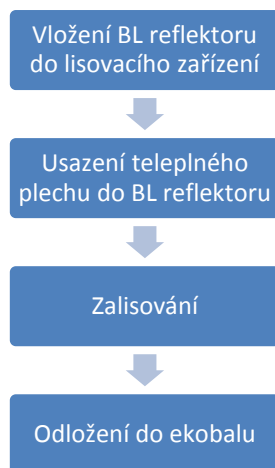
Na MM č. 120 probíhá **Montáž tepelného plechu do BL reflektoru** pro světlomet **AUDI A3 Halogen**. Zkratka BL označuje blinkrový reflektor, který vstupuje do halogenového světlometu, ve kterém jsou potkávací i dálková světla vybavena halogenovými žárovkami. Toto pracoviště je párové, každé pro jednu stranu světlometu.



Obr. 20. Montážní místo č. 120 (vlastní zpracování)

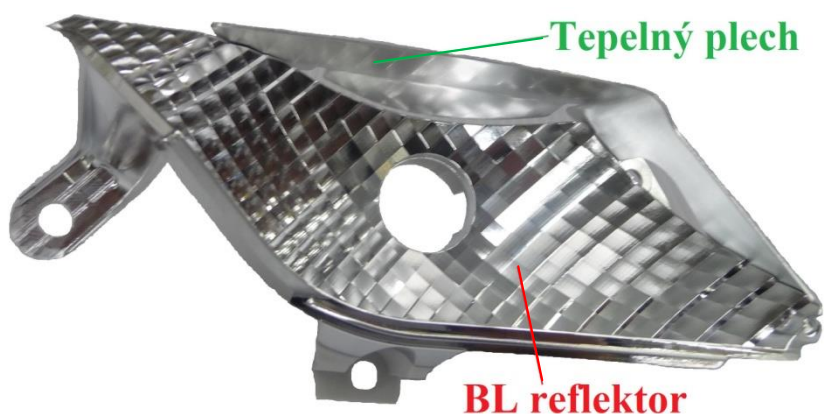
### Technologický postup montážního místa č. 120

Pracovnice uchopí BL reflektor a založí jej do přípravku lisovacího zařízení. Poté uchopí tepelný plech, který usadí do BL reflektoru a stiskne START – poté dojde k zalisování tepelného plechu do reflektoru. Po zalisování pracovnice vyjme skupinu reflektoru z přípravku a odloží ji do ekobalu. Graficky je technologický proces znázorněn na Obrázku 21.



Obr. 21. Technologický postup na montážním místě č. 120 (vlastní zpracování)

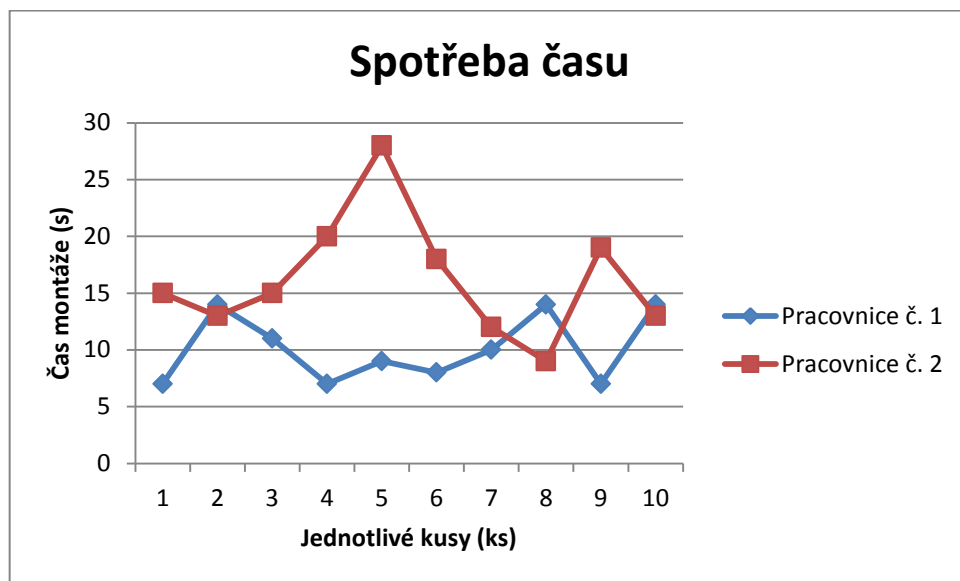
U BL reflektoru je nutné dávat pozor na dekorativní vady a při manipulaci s reflektorem dát pozor na poškození optického rázu (otisky prstů, prach, škrábance). Na tomto pracovišti je nutné používat rukavice, aby nedošlo k poškození povrchu materiálu. Zhotovená skupina BL reflektoru je vyobrazena na Obrázku 22.



Obr. 22. Skupina BL reflektoru (vlastní zpracování)

### Analýza pracoviště č. 120

V porovnání s ostatními analyzovanými pracovišti je montáž BL reflektoru časově poměrně nenáročná a pro vyrobení určitého potřebného množství je potřeba menší časový prostor. Při sběru dat se na tomto pracovišti vystřídaly pouze dvě pracovnice. Měření prvního kusu začalo uchopením BL reflektoru a ukončeno bylo odložením skupiny reflektoru do ekobalu, čímž bylo automaticky započato měření kusu druhého. Spotřeba času na jeden kus skupiny BL reflektoru zjištěná přímým měřením je znázorněn na Obrázku 23.



Obr. 23. Časy montáže jednoho kusu skupiny BL reflektoru (vlastní zpracování)

Jak již bylo zmíněno výše, montáž jednoho kusu na tomto montážním místě je poměrně časově nenáročná v porovnání se zbylými třemi pracovišti. Mezi pracovnicí č. 1 a č. 2 je však patrný poměrně velký rozdíl v době montáže. Pracovnice č. 1 stihla zalisovat jednu skupinu BL reflektoru za zhruba 10 sekund, tatož operace pak pracovnici č. 2 zabrala přes 16, což v porovnání představuje 6 sekund rozdílu.

Rozdíl mezi těmito dvěma pracovnicemi je vytvořen zejména z důvodu zručnosti jednotlivých pracovnic při usazování tepelného plechu do BL reflektoru. Pracovnici č. 1 tato dílčí operace trvala 4,4 sekundy, oproti tomu pracovnice č. 2 se tou samou činností zaobírala 9,4 sekundy. Operaci tedy lze na základě naměřených časů označit za nestabilní proces.

### Porovnání naměřených časů s normou pracoviště

Při chronometráži byly zaznamenávány časy cyklických operací, při porovnání s normou pracoviště je tedy nutné doplnit časy dílčích necyklických činností, které musí pracovnice při montáži vykonávat. Jedná se zejména o umísťování prokladů mezi jednotlivé řady ekobalů a odkládání prázdných a přípravu plných ekobalů.

Na montáži skupiny BL reflektoru pracovnice musí ekobal s hotovými kusy prokládat vždy po 10 kusech. U BL reflektoru, který představuje vstupní materiál, je potřeba odložit proklad vždy po 12 kusech. Teplený plech je dodáván manipulátem, tuto činnost tak pracovnice nevykonává.

Na základě odborného odhadu byly těmto činnostem přiřazeny časy, které budou přičteny k naměřeným časům operace. Při výpočtu bude využit požadavek zákazníka na halogenové světlomety, který činí 46 ks za směnu.

BL reflektor	30 s/proklad
Hotová skupina	45 s/proklad

V Tabulce 9 je uveden výpočet četností prokládání jednotlivých ekobalů včetně přiřazení časů. Postup propočtu je založen na stejném principu jako u analýzy pracoviště č. E140.

Tab. 9. Četnost prokládání jednotlivých ekobalů (vlastní zpracování)

Materiál	Četnost prokládání za směnu	Po zao-krouhlení	Četnost x přiřazené časy činnosti (s)	Čas na 1 kus (s)	Suma časů na 1 kus (s)
	46/10 (12)				
BL reflektor	4,6	5	150	3,26	7,17
Hotová skupina	3,83	4	180	3,91	

Mimo prokládání jednotlivých řad musí pracovnice také odložit prázdný ekobal a přisunout si plný. Ekobal zaplněný hotovou skupinou pracovnice odsunuje po 100 kusech, u BL reflektoru se jedná o výměnu ekobalu po 120 kusech.

Na základě odborného odhadu byly těmto činnostem přiřazeny časy, které budou přičteny k naměřeným časům operace. Při výpočtu bude využit požadavek zákazníka, který činí 46 ks za směnu.

BL reflektor	45 s/výměnu ekobalu
Hotová skupina	90 s/výměnu ekobalu

V Tabulce 10 je uveden výpočet četností výměny ekobalů včetně přiřazení časů.

Tab. 10. Četnost výměn prázdných ekobalů a za plné (vlastní zpracování)

Materiál	Četnost výměny za směnu	Po zao-krouhlení	Četnost x při-řazené časy činnosti (s)	Čas na 1 kus (s)	Suma časů na 1 kus (s)
	46/120 (100)				
BL reflektor	0,38	1	45	0,98	2,94
Hotová skupina	0,46	1	90	1,96	

Montáž BL reflektoru neprobíhá v tak velké četnosti jako ostatní montážní místa, a to hlavně kvůli časové nenáročnosti operace. Při pozorování tedy nebylo možné zjistit, jestli byla norma splněna, neboť činnost na tomto pracovišti probíhala vždy jen pár minut (vyrobení potřebného množství kusů bez zbytečných zásob).

Pracovnice č. 1 po zohlednění časů pomocných činností pracovala pod hranicí normy (viz Tabulka 11), pracovnice č. 2 však již tuto normu neplnila. Rozdíl mezi oběma pracovníci byl zejména v jejich manuální zručnosti.

Tab. 11. Porovnání naměřených časů s normou pracoviště (vlastní zpracování)

Pracovnice	Norma na kus (s)	Norma při plném využití DČS (ks)	Průměrný naměřený čas na kus (s/ks)	Čas necyklických činností (s/ks)	Kusy/směnu při plném využití DČS (ks)
č. 1	21,6	1162	10,1	10,11	1242
č. 2	21,6	1162	16,2	10,11	954

### 6.2.3 Montáž potkávacího reflektoru

Na MM č. 100 probíhá **Montáž potkávacího reflektoru** pro světlomet **AUDI A3 Halogen**. Toto pracoviště je párové, každé pro jednu stranu světlometu.

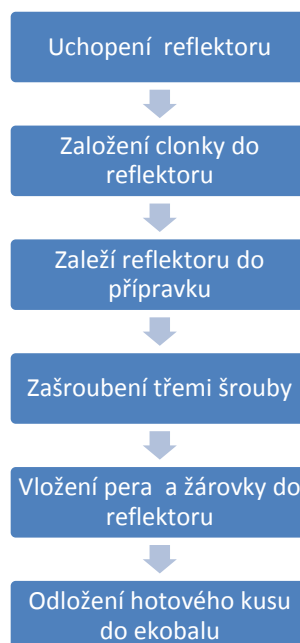




Obr. 24. Montážní místo  
č. 100 (vlastní zpracování)

### Technologický postup montážního místa č. 100

Operace začíná uchopením reflektoru, který pracovnice zkontroluje a ofoukne ionizovaným vzduchem. Poté následuje sled operací, který je graficky znázorněn na Obrázku 25.



Obr. 25. Technologický postup na montážním místě č. 100 (vlastní zpracování)

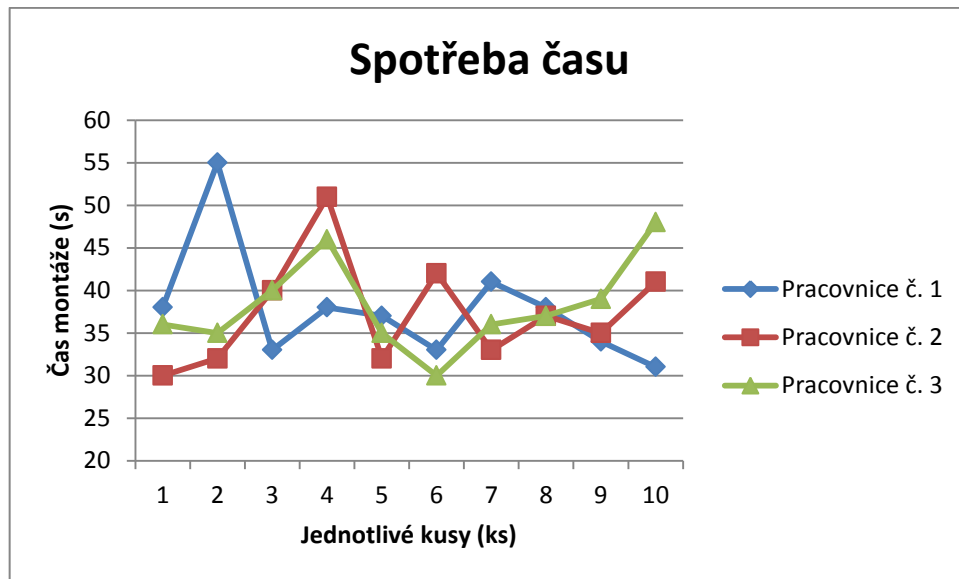
U reflektoru a clonky je z důvodu, že se jedná o dekorativní díly, nutné zkontrolovat, zda jsou díly nepoškozeny a dávat pozor na to, aby manipulací nevznikly optické vady (otisky prstů, prach, škrábance). Na tomto pracovišti je nutné používat rukavice, aby nedošlo k poškození povrchu materiálu. Zhotovená skupina potkávacího reflektoru je vyobrazena na Obrázku 26.



Obr. 26. Skupina potkávacího reflektoru (vlastní zpracování)

### **Analýza pracoviště č. 100**

Přímé měření na montážním místě č. 100 započalo uchopením prvního kusu potkávacího reflektoru, měření prvního kusu bylo ukončeno jeho odložením do palety, čímž automaticky začalo měření druhého kusu. Spotřeba času na jeden kus potkávacího reflektoru zjištěná přímým měřením je znázorněna na Obrázku 27.



Obr. 27. Časy montáže jednoho kusu skupiny potkávacího reflektoru  
(vlastní zpracování)

Při analýze pracoviště č. 100 byly sledovány tři pracovníce. Průměrný čas na 1 kus, který je pro všechny tři pracovníce v rozmezí 37 – 38 sekund na kus, ukazuje, že časové rozdíly doby montáže jsou mezi jednotlivými pracovníci zanedbatelné. Z grafu je ale patrné, že tato operace je nestabilním procesem, zaznamenan byl rozdíl 25 sekund montáže jednoho kusu mezi pracovníci č. 1 a pracovníci č. 2.

### Porovnání naměřených časů s normou pracoviště

Při chronometráži byly zaznamenávány časy cyklických operací, při porovnání s normou pracoviště je tedy nutné doplnit časy dílčích necyklických činností, které musí pracovníce při montáži vykonávat. Jedná se zejména o umístování prokladů mezi jednotlivé řady ekobalů a palet a odkládání prázdných a přípravu plných ekobalů a palet.

Na montáži skupiny potkávacího reflektoru pracovníce musí paletu s hotovými kusy prokládat vždy po 35 kusech. U nepracovaného reflektoru, který představuje vstupní materiál, je potřeba odložit proklad vždy po 35 kusech. Proklad clonky je tato činnost potřebná po 42 kusech.

Na základě odborného odhadu byly těmto činnostem přiřazeny časy, které budou přičteny k naměřeným časům operace. Při výpočtu bude využit požadavek zákazníka, který činí 46 ks za směnu.

Potkávací reflektor 45 s/proklad

Clonka 30 s/proklad

Hotová skupina 45 s/proklad

V Tabulce 12 je uveden výpočet četností prokládání palet a ekobalů včetně přiřazení časů.

Tab. 12. Četnost prokládání jednotlivých palet a ekobalů (vlastní zpracování)

Materiál	Četnost prokládání za směnu	Po zaokrouhlení	Četnost x přiřazené časy činnosti (s)	Čas na 1 kus (s)	Suma časů na 1 kus (s)
	46/35 (42;35)				
Potkávací reflektor	1,31	2	90	1,96	5,22
Clonka	1,09	2	60	1,30	
Hotová skupina	1,31	2	90	1,96	

Mimo prokládání jednotlivých řad musí pracovnice také odložit prázdný ekobal či paletu a přisunout si plný. Paletu zaplněnou hotovou skupinou pracovnice odsunuje po 315 kusech, po stejném množství si musí vyměnit paletu neopracovaného reflektoru, který představuje vstupní materiál. U clonky se jedná o výměnu ekobalu po 294 kusech.

Na základě odborného odhadu byly těmto činnostem přiřazeny časy, které budou přičteny k naměřeným časům operace. Při výpočtu bude využit požadavek zákazníka, který činí 46 ks za směnu.

Potkávací reflektor 120 s/výměnu palety

Clonka 45 s/výměnu ekobalu

Hotová skupina 120 s/výměnu palety

V Tabulce 13 je uveden výpočet četností výměny palet a ekobalů včetně přiřazení časů.

Tab. 13. Četnost výměn prázdných ekobalů a palet za plné (vlastní zpracování)

Materiál	Četnost výměny za směnu	Po zaokrouhlení	Četnost x přiřazené časy činnosti (s)	Čas na 1 kus (s)	Suma časů na 1 kus (s)
	46/315 (294;315)				
Potkávací reflektor	0,15	1	120	2,61	6,2
Clonka	0,16	1	45	0,98	
Hotová skupina	0,15	1	120	2,61	

Při pozorování nedošlo ani v jednom případě k naplnění normy, přesto jsou časy uvedeny v tabulce nižší, než je požadavek normy (viz Tabulka 14). Ačkoli je norma teoreticky splnitelná, prakticky tomu tak není. Důvody jsou následující:

- Nedodržování technologického postupu (neofukování ionizovaným vzduchem).
- Zrychlení činnosti montáže při přítomnosti pozorovatele.

Tab. 14. Porovnání naměřených časů s normou pracoviště (vlastní zpracování)

Pracovnice	Norma na kus (s)	Norma při plném využití DČS (ks)	Průměrný naměřený čas na kus (s/ks)	Čas necyklických činností (s/ks)	Kusy/směnu při plném využití DČS (ks)
č. 1	57,06	440	37,8	11,42	510
č. 2	57,06	440	37,3	11,42	515
č. 3	57,06	440	38,2	11,42	506

#### 6.2.4 Montáž dálkového reflektoru

Na MM č. 90 probíhá **Montáž dálkového reflektoru** pro světlomet **AUDI A3 Halogen**.

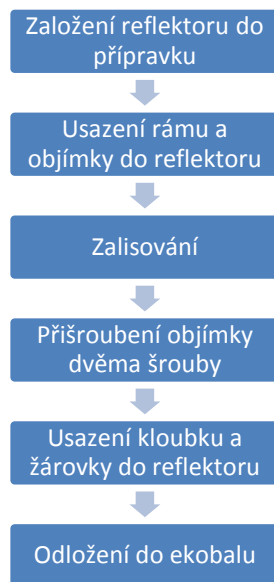
Tato stanoviště jsou dvě, jedno pro pravou a jedno pro levou stranu světlometů.



Obr. 28. Montážní místo č. 90 (vlastní zpracování)

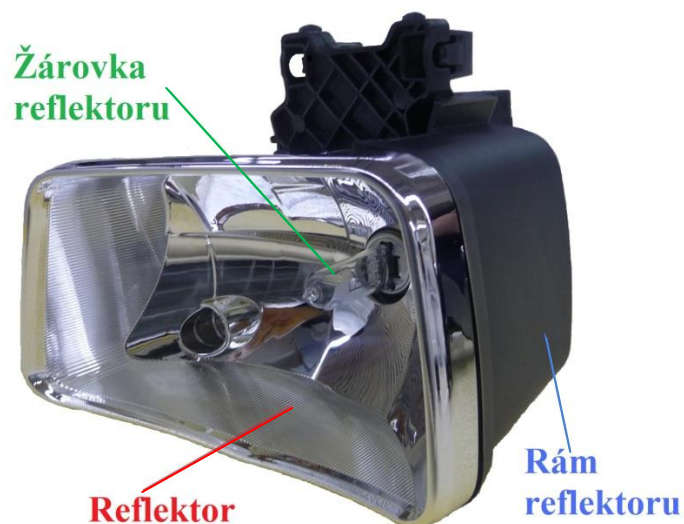
**Technologický postup montážního místa č. 90**

Pracovnice vezme dálkový reflektor, zkontroluje jej a ofoukne ionizovaným vzduchem a založí jej do přípravku. Následuje sled operací, který je graficky znázorněn na Obrázku 29.



Obr. 29. Technologický postup na montážním místě č. 90 (vlastní zpracování)

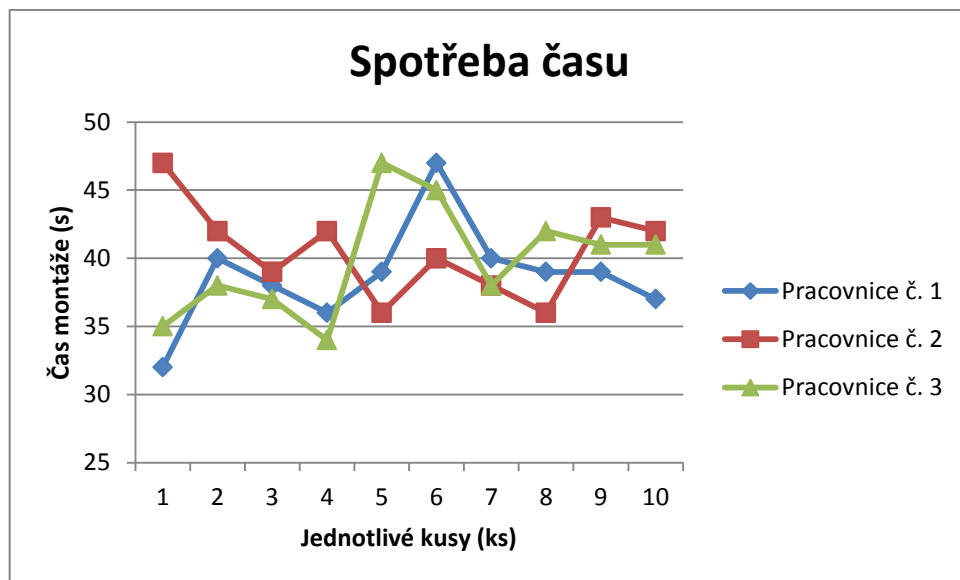
Reflektor a nosný rám jsou dekorativními díly, proto je nutné zkontrolovat, že jsou díly nepoškozeny a při manipulaci s reflektorem dát pozor na optické poškození (otisky prstů, prach, škrábance). Skupina dálkového reflektoru je vyobrazena na Obrázku 30.



Obr. 30. Skupina dálkového reflektoru (vlastní zpracování)

### Analýza pracoviště č. 90

Měření na pracovišti, na kterém se montuje dálkový reflektor, začalo uchopením prvního kusu reflektoru a po montáži bylo ukončeno odložením do palety. Odložení bylo zároveň začátkem měření druhého kusu. Spotřeba času na jeden kus dálkového reflektoru zjištěná přímým měření je znázorněna na Obrázku 31.



Obr. 31: Časy montáže jednoho kusu skupiny potkávacího reflektoru  
(vlastní zpracování)

Naměřené časy u jednotlivých pracovníků jsou podobné jako u montážního místa č. 100 velice podobné a s minimálními rozdíly. To poukazuje na skutečnost, že operace nevyžaduje vysokou manuální zručnost a nevznikají tak mezi pracovníky při dílčích operacích časové rozdíly. Faktem je, že montáž probíhala u jednotlivých pracovníků s 15 sekundovým rozdílem, proto operaci lze na základě naměřených časů označit za nestabilní.

### Porovnání naměřených časů s normou pracoviště

Při chronometracích byly zaznamenávány časy cyklických operací, při porovnání s normou pracoviště je tedy nutné doplnit časy dílčích necyklických činností, které musí pracovníci při montáži vykonávat. Jedná se zejména o umístění prokladů mezi jednotlivé řady palet a odkládání prázdných a přípravu plných palet.

Na montáži skupiny rámu a pouzdra pracovníci musí paletu s hotovými kusy prokládat vždy po 35 kusech. U neopracovaného reflektoru, který je vstupním materiálem, je potřeba odložit proklad vždy po 40 kusech, to samé platí pro nosný rám reflektoru.

Na základě odborného odhadu byly těmto činnostem přiřazeny časy, které budou přičteny k naměřeným časům operace. Při výpočtu bude využit požadavek zákazníka, který činí 46 ks za směnu.

Dálkový reflektor	45 s/proklad
Nosný rám	45 s/proklad
Hotová skupina	45 s/proklad

V Tabulce 15 je uveden výpočet četností prokládání jednotlivých palet včetně přiřazení časů.

Tab. 15. Četnost prokládání jednotlivých palet (vlastní zpracování)

Materiál	Četnost prokládání za směnu	Po zao-krouhlení	Četnost x přiřazené časy činnosti (s)	Čas na 1 kus (s)	Suma časů na 1 kus (s)
	46/40 (40;35)				
Reflektor	1,15	2	90	1,96	5,88
Nosný rám	1,15	2	90	1,96	
Hotová skupina	1,31	2	90	1,96	

Mimo prokládání jednotlivých řad musí pracovnice také odložit paletu a přisunout si plnou. Paletu zaplněnou hotovou skupinou pracovnice odsunuje po 315 kusech, vyměnit paletu neopracovaného reflektoru, který představuje vstupní materiál, musí pracovnice po 360 - stejně jako u nosného rámu.

Na základě odborného odhadu byly těmto činnostem přiřazeny časy, které budou přičteny k naměřeným časům operace. Při výpočtu bude využit požadavek zákazníka, který činí 46 ks za směnu.

Dálkový reflektor	120 s/výměnu platey
Nosný rám	120 s/výměnu palety
Hotová skupina	120 s/výměnu palety

V Tabulce 16 je uveden výpočet četností výměny palet a včetně přiřazení časů.



Tab. 16. Četnost výměn prázdných palet za plné (vlastní zpracování)

Materiál	Četnost výměny za směnu	Po zaokrouhlení	Četnost x přiřazené časy činnosti (s)	Čas na 1 kus (s)	Suma časů na 1 kus (s)
	46/315 (315;360)				
Reflektor	0,15	1	120	2,61	7,83
Nosný rám	0,15	1	120	2,61	
Hotová skupina	0,13	1	120	2,61	

Při pozorování nedošlo ani v jednom případě k naplnění normy, přesto jsou časy uvedeny v tabulce nižší, než je požadavek normy (viz Tabulka 17). Ačkoli je norma teoreticky splnitelná, prakticky tomu tak není. Důvody jsou následující:

- Nedodržování technologického postupu (neofukování ionizovaným vzduchem).
- Zrychlení činnosti montáže při přítomnosti pozorovatele.

Tab. 17. Porovnání naměřených časů s normou pracoviště (vlastní zpracování)

Pracovnice	Norma na kus (s)	Norma při plném využití DČS (ks)	Průměrný naměřený čas na kus (s/ks)	Čas necyklických činností (s/ks)	Kusy/směnu při plném využití DČS (ks)
č. 1	61,56	407	38,7	13,71	479
č. 2	61,56	407	40,5	13,71	463
č. 3	61,56	407	39,8	13,71	469

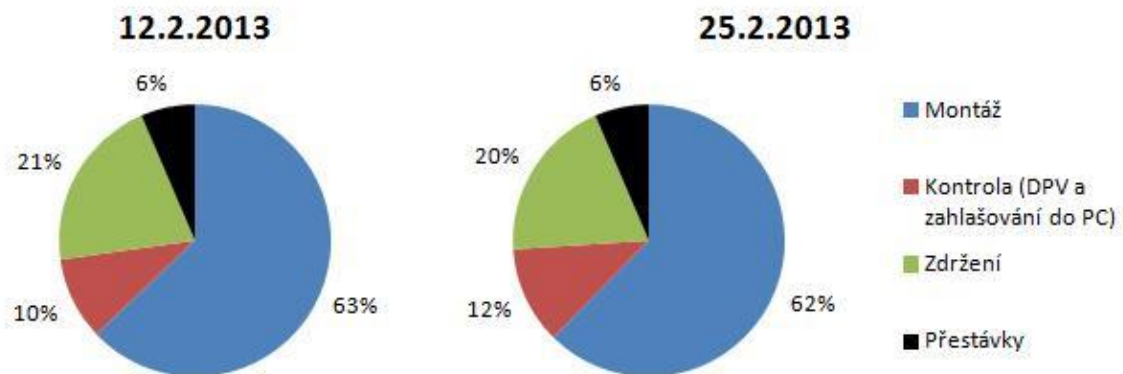
### 6.3 Analýza činnosti pracovníků

Následující část bude věnována činnosti pracovníků na montážních místech č. 90, č. 100, č. 100 a č. E140. Tato pracoviště byla analyzována v předchozí kapitole. Celkem se na předmontáži skupin mění šest pracovníků ve třech denních směnách, které jsou nahodile doplňovány pracovníci přicházejícími na přesčas. Při analýze činnosti pracovníků byly pozorovány celkem čtyři pracovníci.

#### 6.3.1 Snímky pracovního dne pracovníce č. 1

Operátorka č. 1 je zároveň tzv. přední dělnicí, má tak na starosti zápis hotových kusů do denního plánu výroby (dále jen DPV) a také hlášení hotových kusů do počítače (dále jen PC). Oproti druhé pracovníci na těchto montážních místech tak vykonává o jednu činnost navíc. Pracovnice č. 1 byla sledována ve dvou dnech – 12.2.2013 a 25.2.2013.

Pracovnice byla oba dny sledována 465 minut. Nejvíce času se věnovala montáži, nezanedbatelná část však připadla i na činnosti, které pracovníci zdržovaly. Hodnota kontroly (tedy zapisování do DPV a PC) se pohybovala vždy nad hranicí 10 % pozorované doby. Hodnota zdržení se v obou případech pohybovala mezi 20 – 21 %, což představuje 96 minut, respektive 91 minut z doby pozorování. Podíly jednotlivých činností v rámci daného pozorování jsou znázorněny na Obrázku 32.

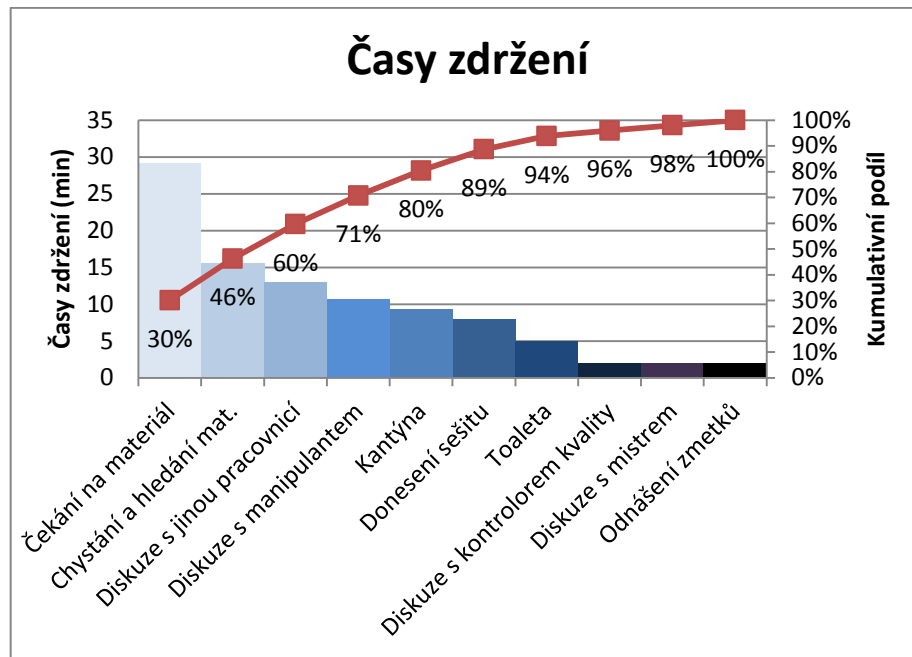


Obr. 32. Snímek pracovního dne pracovnice č. 1 (vlastní zpracování)

Vzhledem k velkému podílu zdržení, byly tyto prvky plýtvání dále analyzovány a rozděleny na jednotlivé činnosti. K analýze časů zdržení byl využit Paretův diagram.

#### **Analýza ztrátových časů ze dne 12.2.2013**

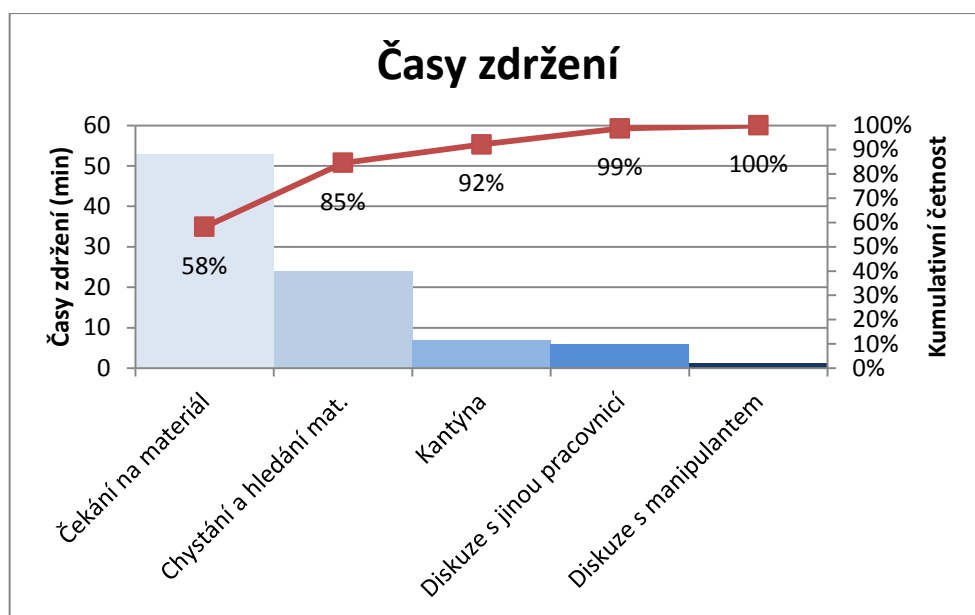
Z grafu, který je znázorněn na Obrázku 33, vyplývá, že takřka 30 minut z celkové doby zdržení je čekání na materiál. Tato hodnota představuje podíl 30 % z celkového času zdržení. Mezi nezanedbatelné položky patří diskuze s manipulátem či s jinou pracovnící na montáži skupin, dále potom příprava pracoviště a chystání materiálu. Pracovnice navíc odešla během směny do kantýny na téměř 10 minut, a to v pracovní době mimo čas přestávky.



Obr. 33. Časy zdržení pracovníce č. 1 - 12.2.2013 (vlastní zpracování)

**Analýza ztrátových časů ze dne 25.2.2013**

Velké časové zdržení bylo způsobeno několika faktory, které jsou blíže analyzovány na Obrázku 34. Tento graf ukazuje, že oproti předešlému měření došlo ke snížení druhů zdržení z deseti na pět, konečný čas je však podobný. Čekání na metriál zabralo více než 50 minut z celkového času směny, což představuje celkový podíl 58 % ztrátového času. Přes 20 minut se pak pracovníce věnovala přípravě pracoviště a hledání potřebného materiálu.



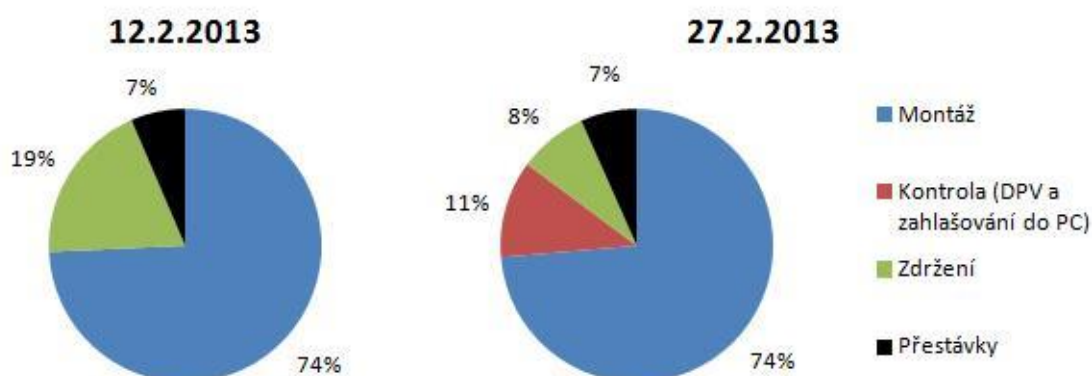
Obr. 34. Časy zdržení pracovníce č. 1 - 25.2.2013 (vlastní zpracování)

### 6.3.2 Snímky pracovního dne pracovnice č. 2

Operátorka č. 2 byla pozorována ve dvou dnech – 12.2.2013 a 27.2.2013. První den byla tato pracovnice operátorkou, která hotové kusy hlásila vrchní dělnici. Po reorganizaci směn došlo k tomu, že pracovnice č. 2 byla přední dělnicí a měla tak na starosti zápis hotových kusů do DPV a PC.

Pracovnice byla po oba dny pozorována 465 minut. Při prvním pozorování pracovnice věnovala takřka tři čtvrtiny sledovaného času montáži a kromě 30 minut, které jsou vyhrazeny na zákonné přestávky, tvořily zbytek sledování ztrátové časy. Ty tvořily dohromady 90 minut.

Při druhém pozorování se pracovnice stejnou dobu věnovala montáži, ztrátové časy představují podíl 8 %. Při pozorování pracovnice zapisovala potřebné údaje do DPV a PC – tato činnost představuje podíl 11 %. Podíly jednotlivých činností v rámci daného pozorování jsou znázorněny na Obrázku 35.

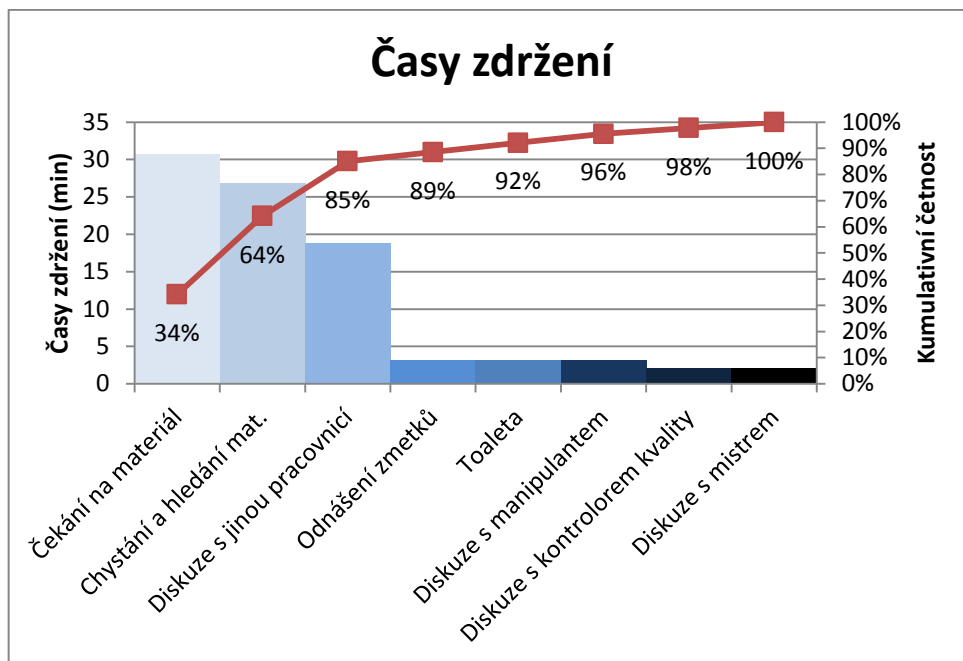


Obr. 35. Snímek pracovního dne pracovnice č. 2 (vlastní zpracování)

V následujících dvou podkapitolách budou blíže analyzovány časy zdržení jednotlivých pozorování. K analýze časů zdržení byl využit Paretův diagram.

#### Analýza ztrátových časů ze dne 12.2.2013

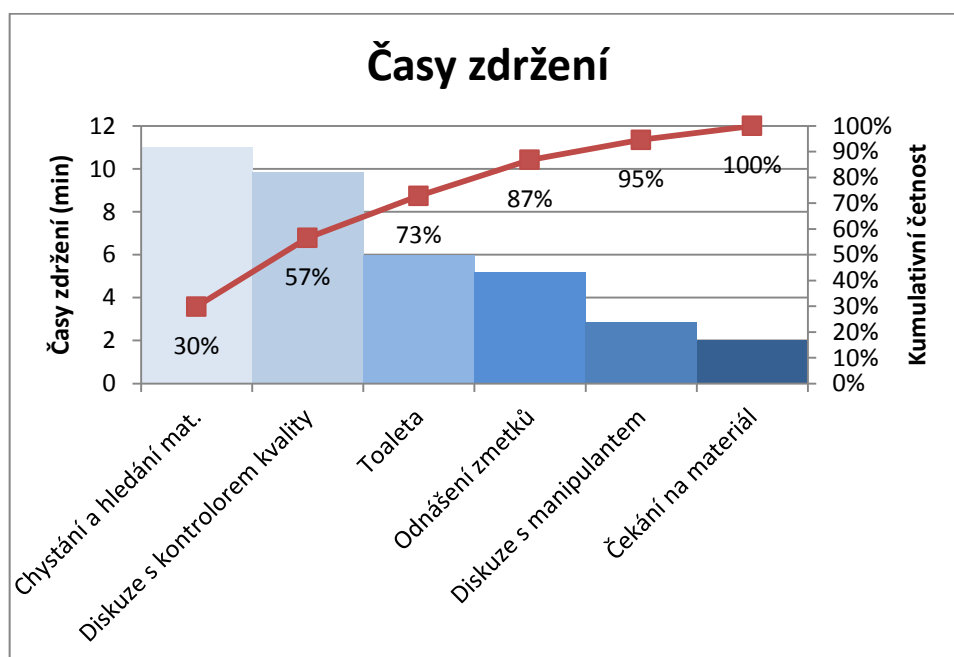
Při sledování 12.2.2013 byly identifikováno celkem 8 druhů zdržení, z nichž nejvýznamnější tvořily dvě – čekání na materiál a chystání pracoviště a hledání potřebného materiálu. Dohromady tyto dvě činnosti zabraly téměř jednu hodinu a představují podíl 64 %. Výrazné zdržení způsobila také diskuze s jinou pracovnicí, kterou v tomto případě představoval vrchní dělnice. Veškeré časy zdržení jsou analyzovány na Obrázku 36.



Obr. 36. Časy zdržení pracovnice č. 2 - 12.2.2013 (vlastní zpracování)

### Analýza ztrátových časů ze dne 27.2.2013

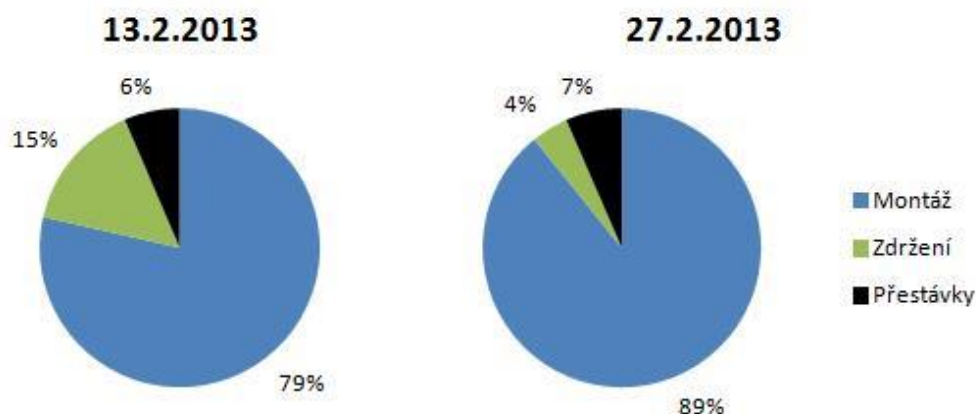
Pracovnice během pozorování takřka nečekala na materiál, na druhou stranu strávila zhruba deset minut diskuzí s letuškou a chystáním pracoviště a hledáním materiálu. Při své práci navíc odnášela do připravené poličky zmetky – při této činnosti musela absolvovat vždy několik kroků. Veškeré časy zdržení jsou analyzovány na Obrázku 37.



Obr. 37. Časy zdržení pracovnice č. 2 - 27.2.2013 (vlastní zpracování)

### 6.3.3 Snímky pracovního dne pracovnice č. 3

Operátorka č. 3 byla pozorována ve dvou dnech – 13.2.2013 a 27.2.2013. Tato pracovnice plní funkci řadové dělnice, nemá tedy na starosti hlášení hotových kusů do DPV a PC. Hotové kusy hlásí vždy přední dělnici na směně. Pracovnice byla 13.2.2013 sledována 464 minut, druhé pozorování trvalo 458 minut. V prvním případě se pracovnice 79 % ze sledovaného času věnovala montáži, celých 15 % však věnovala činnostem, které se dají považovat za činnosti ztrátové. Při druhém měření byl podíl věnovaný montáži 89 %, 4 % představovala různé formy zdržení, v tomto případě se jedná o 20 minut. Podíly jednotlivých činností v rámci daného pozorování jsou znázorněny na Obrázku 38.

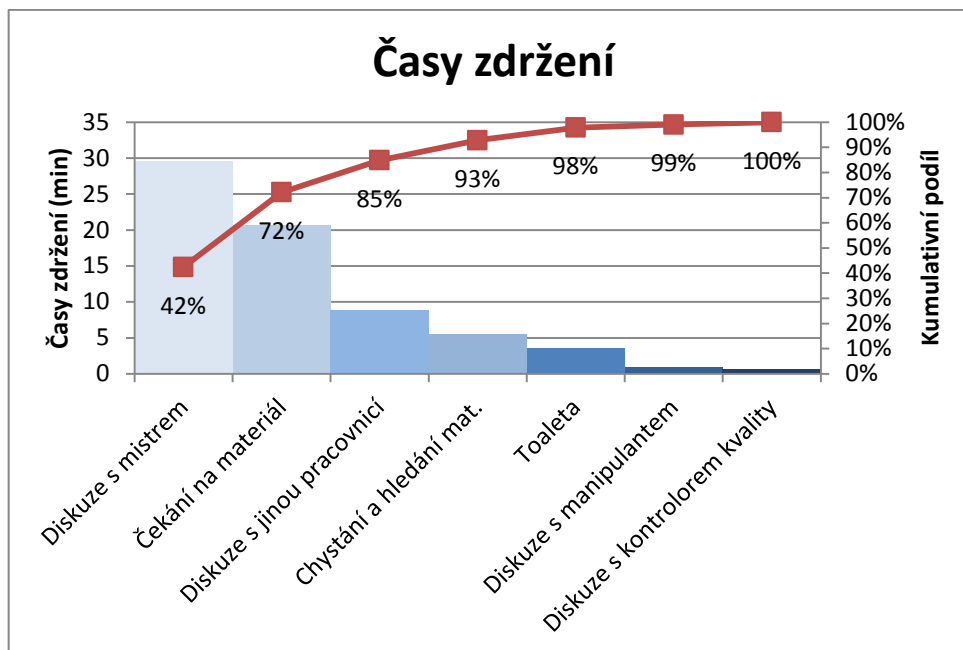


Obr. 38. Snímek pracovního dne pracovnice č. 3 (vlastní zpracování)

V následujících dvou podkapitolách budou blíže analyzovány časy zdržení jednotlivých pozorování. K analýze časů zdržení byl využit Paretův diagram.

#### Analýza ztrátových časů ze dne 13.2.2013

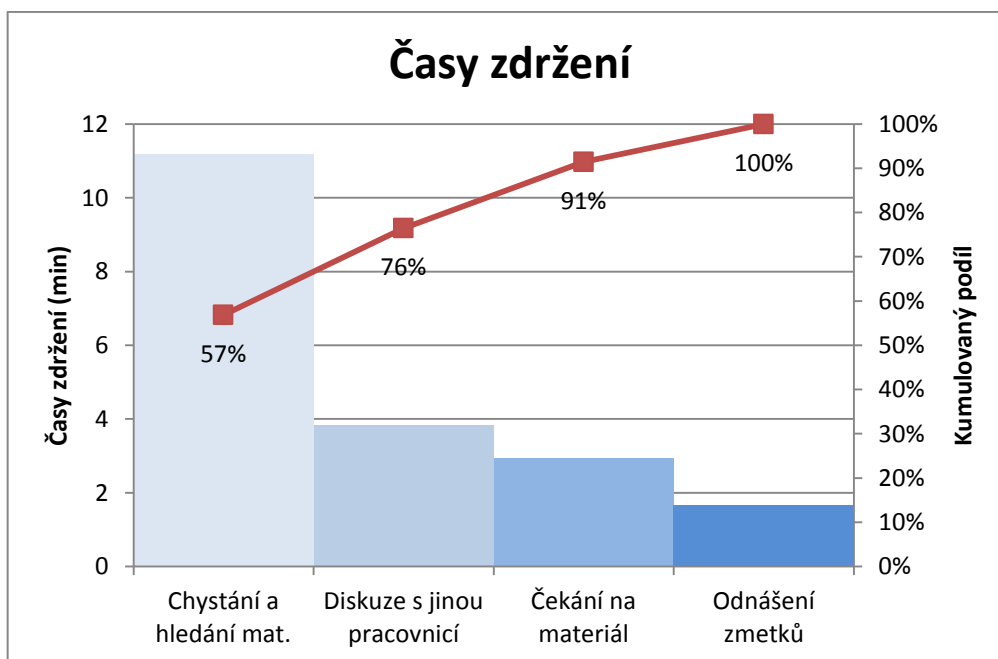
Při sledování 13.2.2013 byly identifikováno celkem sedm druhů zdržení. Z celkového času 30 minut pracovnice diskutovala s mistrem. Jednalo se však o poradu mezi mistrem a operátory na směně, a to jak pracovníky z montážní linky, tak i s pracovníky z předmontáží skupin výrobků. Za další významné zdržení se dá označit dvacetiminutové čekání na vstupní materiál, kdy pracovnice pro jeho nedostatek nemohla provádět montáž. Dohromady tato dvě zdržení zaujímají podíl 72 % z celkového času zdržení. Veškeré časy zdržení jsou analyzovány na Obrázku 39.



Obr. 39. Časy zdržení pracovníce č. 2 - 13.2.2013 (vlastní zpracování)

#### Analýza ztrátových časů ze dne 27.2.2013

V porovnání s jinými snímky pracovního dne bylo 27.2.2013 zaznamenáno poměrně málo ztrátového času. Za nejvýznamnější lze považovat chystání pracoviště a hledání materiálu, které trvalo 11 minut. V porovnání s jinými pozorováními lze konstatovat, že čekání na materiál (necelé 3 minuty) je zanedbatelné. Veškeré časy zdržení jsou analyzovány na Obrázku 40.



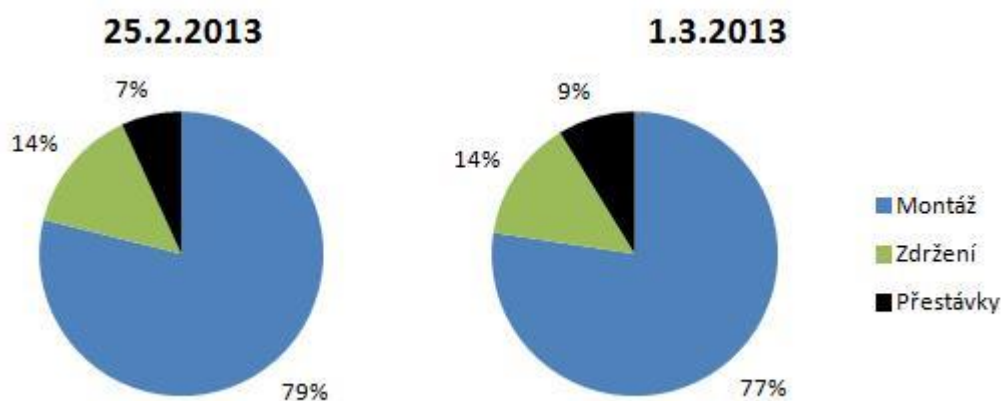
Obr. 40. Časy zdržení pracovníce č. 3 - 27.2.2013 (vlastní zpracování)

### 6.3.4 Snímek pracovního dne pracovnice č. 4

Operátorka č. 4 byla pozorována ve dvou dnech – 25.2.2013 a 1.3.2013. Tato pracovnice plní funkci řadové dělnice, nemá tedy na starosti hlášení hotových kusů do DPV a PC. Hotové kusy hlásí vždy vrchní dělnici na směně.

Pracovnice č. 5 byla 25.2.2013 na pracovišti montáže skupin výrobků vůbec poprvé, proto bylo potřeba ji na montážních místech zaučit. Zaučení probíhalo za přítomnosti přední dělnice či jiné kompetentní pracovnice, které pracovnici ukázaly činnosti na jednotlivých stanovištích.

Pracovnice byla 25.2.2013 sledována 438 minut, druhé pozorování trvalo 341 minut. Montáž v obou případech představuje podíl v rozmezí 77 – 79 %. V obou případech pozorování bylo zdržení 14 %. Podíly jednotlivých činností v rámci daného pozorování jsou znázorněny na Obrázku 41.



Obr. 41. Snímek pracovního dne pracovnice č. 4 (vlastní zpracování)

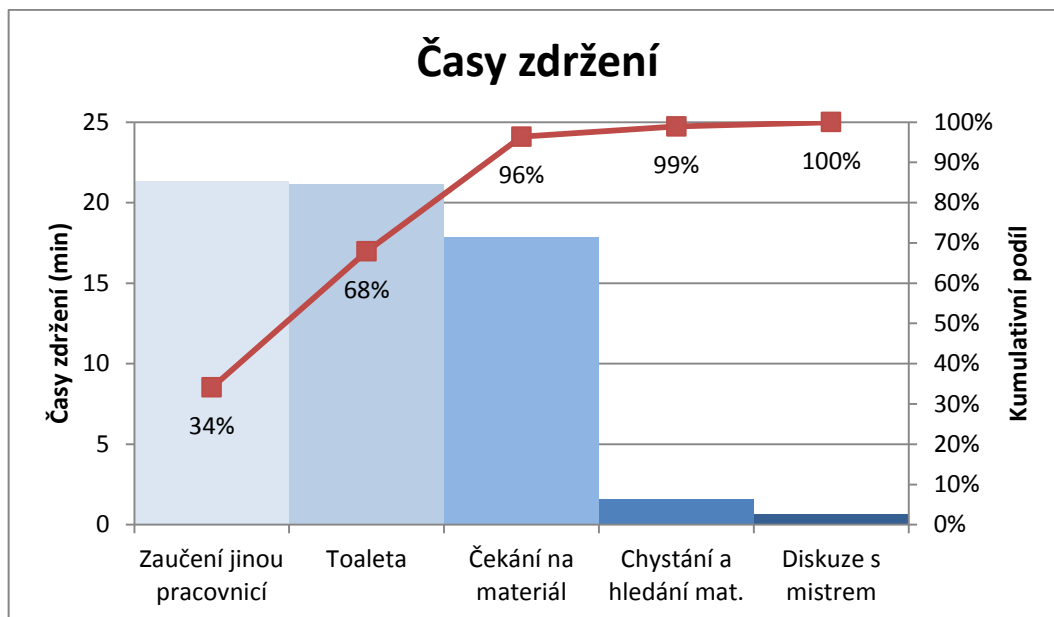
Vzhledem k velkému podílu zdržení, byly tyto prvky plýtvání dále analyzovány a rozmělněny na jednotlivé činnosti. K analýze časů zdržení byl využit Paretův diagram.

#### Analýza ztrátových časů ze dne 25.2.2013

Jak již bylo zmíněno, pracovnice byla na pracovišti poprvé a bylo nutné zaučení.

I přes tuto potřebnou činnost ji zařazují do zdržení, které představuje přes 20 minut čistého času. Zanedbat nelze ani zdržení z důvodu nedostatku materiálu, na který pracovnice musela čekat dohromady přes 17 minut. Přes 20 minut pracovnice strávila na toaletě. Veškeré časy zdržení jsou analyzovány na Obrázku 42.

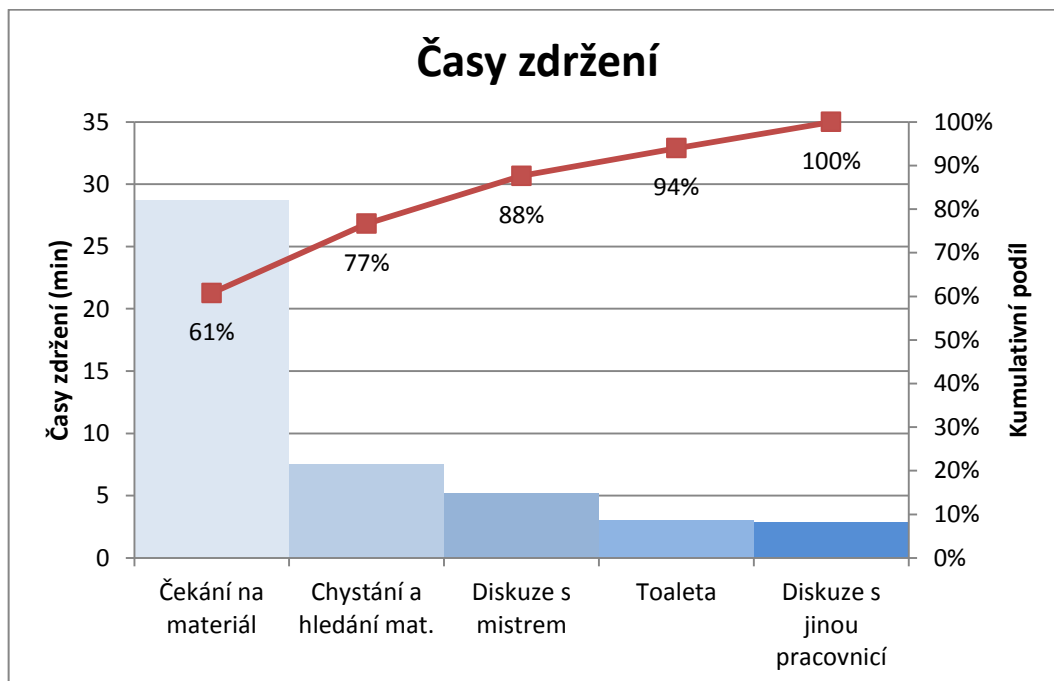




Obr. 42. Časy zdržení pracovníce č. 4 – 25.2.2013 (vlastní zpracování)

#### Analýza ztrátových časů ze dne 1.3.2013

Stejně jako v několika předešlých případech, i v tomto největší zdržení představuje čekání na materiál. Na ten musela pracovníce během sledované doby čekat téměř půl hodiny. Další identifikovaná zdržení nepřesahují 10 minut, součtem však tvoří již poměrně vysokou dobu zdržení, téměř 20 minut. Veškeré časy zdržení jsou analyzovány na Obrázku 43.

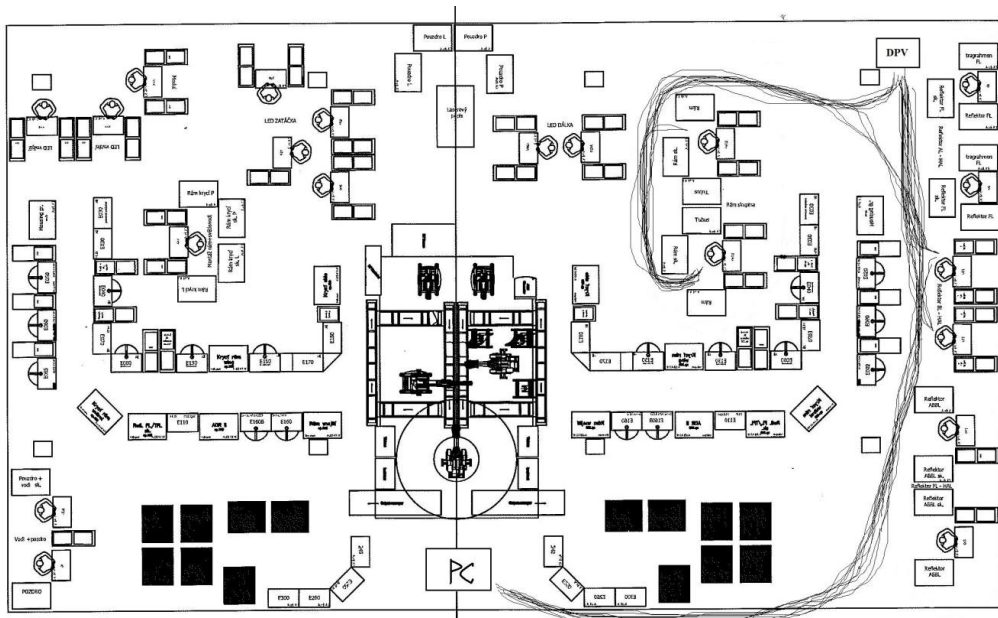


Obr. 43. Časy zdržení pracovníce č. 4 - 1.3.2013 (vlastní zpracování)

### 6.3.5 Spaghetti diagram

Pro zachycení pohybu pracovníka v jistém časovém období použijí Spaghetti diagram. Pohyby jednotlivých pracovníků se takřka nelišily, z tohoto důvodu znázorním diagram pracovníce č. 1 ze dne 25.2.2013, který považuji za reprezentativní (viz Obrázek 44).

Pracovnice byla sledována 465 minut, při kterých nachodila dohromady 835 metrů, z toho 250 metrů představuje opuštění pracoviště a odchod do kantýny – tato vzdálenost v diagramu není zaznamenána. Pracovnice celkem 14 krát za pozorovanou dobu prováděla zápis do DPV a PC – tato činnost představuje včetně přechodů dobu 45 minut. Tato fakta budou využita při návrhu nového layoutu.



Obr. 44. Spaghetti diagram pracovníce č. 1 - 25.2.2013 (vlastní zpracování)

## 7 SHRUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

V analytické části jsem se zaměřil na činnosti pracovníků a analýzu pracovišť. Na základě zjištěných informací jsem vytvořil několik návrhů na zlepšení současného stavu pracovišť předmontáže skupin výrobků, které budou blíže popsány v projektové části této práce.

### **Zhodnocení získaných údajů a možnosti řešení**

Současné prostorové řešení předmontáže skupin výrobků s sebou nese řadu nevýhod. Jednou z nich je, že jednotlivá montážní místa jsou poměrně daleko od sebe, čímž se komunikace mezi přední dělnicí a operátorkou stává obtížnější. S tím souvisí také velká vzdálenost mezi počítačem, do kterého přední dělnice několikrát za směnu hlásí hotové kusy, jednotlivými pracovišti. Výčet dalšího druhů plýtvání uvádím v projektové části.

- Návrh nového layoutu.
- Odstranění plýtvání.

Při přímém pozorování bylo zjištěno, že montáž jedné skupiny na libovolném pracovišti trvala pracovnícím vždy méně času, než stanoví norma. Je však nutné uvést další fakta, a sice ta, že tempo montáže bylo jiné, když pracovnice zpozorovaly, že jsou prováděny náměry, než když montovaly s vědomím, že náměry zrovna neprobíhají. Avšak v obou případech pracovnice nedodržovaly přesně technologický postup, když na třech pracovištích, na kterých mají provádět ofouknutí výrobku ionizovaným vzduchem, tuto činnost neprováděly.

- Upozornění na dodržování technologického postupu.

Mezi montážní linkou a předmontáží skupin došlo při pozorování v jednom případě k zastavení činnosti montážní linky z důvodu chybějícího materiálu z montáží skupin. To bylo způsobeno informační bublinou mezi oběma pracovišti. Větší zdržení však s sebou nese čekání na vstupní materiál pro potřeby předmontáže. To vzniká kvůli ukládání ekobalů do supermarketu na špatné místo milk-runnerem. Z tohoto důvodu pracovnice na předmontážích často musely čekat na materiál a nevykazovaly žádnou činnost.

- Zavedení Kanban systému.
- Zavedení vizualizace.

## 8 VYMEZENÍ PROJEKTU

Před začátkem projektové části je důležité definovat hlavní, projektové a vedlejší cíle projektu, které by měly být výstupem celé diplomové práce.

### 8.1 Definování projektu

*Název projektu:* Optimalizace montážní liny ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o.

*Vlastník projektu:* Tomáš Vyjídáček, procesní inženýr

*Vedení projektu:* Tomáš Vyjídáček, procesní inženýr  
Bc. Petr Matěj, diplomant, student UTB ve Zlíně  
Ing. Jitka Lišková, vedoucí práce

### 8.2 Cíle projektu

*Projektový cíl:* Vytvořit návrh hnízda předmontážních pracovišť montážní linky AUDI A3 NF s důrazem na odstranění plýtvání současného stavu

*Vedlejší cíle:* Návrh nového layoutu předmontážních pracovišť  
Odstranění plýtvání současného řešení  
Navrhnout systém Kanban pro řízení materiálního a informačního toku mezi hnízdem předmontážních pracovišť a skladem  
Navrhnout prvky vizualizace pro vychystávání materiálu

### 8.3 Logický rámec projektu

S projektem souvisí řada výstupů a aktivit. Ty jsou, stejně jako rizika a předpoklady spojená s realizací projektu, součástí logického rámce projektu. V něm je znázorněn také časový plán projektu. Logický rámec je znázorněn na Obrázku 45.

UTB ve Zlíně, FaME	Projekt optimalizace montážní linky ve společnosti HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o.		HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o.	
Petr Matěj	Logický rámec		č. 1	
	Strom/hierarchie cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření/způsob ověření	Předpoklady a rizika
Hlavní cíl (přínosy, širší cíl)	Optimalizace montážní linky	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zvýšení produktivity montážní linky</li> </ul>	Celková produktivita linky	
Projektové cíle / (účel, specifický cíl)	1 Vytvoření návrhu hnízda předmontážních pracovišť montážní linky AUDI A3 NF s důrazem na odstranění plýtvání současného řešení	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nový layout a snížení času prostojů</li> </ul>	Firemní dokumentace	Neochota vedení Neochota zaměstnanců Realizace projektu v požadované kvalitě Definování všech potřebných úkonů
Výstupy (výsledky)	1.1 Vytvoření nového „hnízda“ na pracovištích montáže skupin výrobků	<ul style="list-style-type: none"> <li>Layout pracoviště</li> </ul>	Dokumentace Layoutu	
	1.2 Identifikace a odstranění plýtvání	<ul style="list-style-type: none"> <li>Snížení prostojů a zvýšení doby montáže</li> </ul>	Firemní dokumentace	
	1.3 Navrnutí systému Kanban	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eliminace nahodilého čekání na materiál</li> </ul>	Firemní dokumentace	
Aktivity	1.1.1 Vytvoření nového layoutu 1.1.2 Porady s odbornými pracovníky  1.2.1 Snímkování pracovního dne jednotlivců 1.2.2 Chronometráže operací  1.3.1 Návrh Kanban karet a tabule  1.3.2 Porady s odbornými pracovníky	Prostředky  Ve vlastní režii	Časový rámec aktivit  1.1.1 březen – duben 2013 1.1.2 leden – duben 2013  1.2.1 leden – únor 2013 1.2.2 leden - únor 2013  1.3.1 duben 2013 1.3.2 duben 2013	
				Předběžné podmínky Projekt schválen vedením společnosti

Obr. 45. Logický rámec projektu (vlastní zpracování)

## 8.4 Riziková analýza

K definování rizik projektu a diplomové práce jako takové bude využita metoda RIPRAN. Tato metoda vznikla původně pro analýzu rizik automatizačních projektů v rámci výzkumného záměru na VUT v Brně v roce 2000. Autorem této metody je Branislav Lacko postupně tuto metody na základě předešlých zkušeností rozšiřoval, nejprve v roce 2005 a poté také v roce 2009. (Ripran, 2012)

Celý proces analýzy rizik podle metody RIPRAN se skládá z následujících fází:

1. příprava analýzy rizik;
2. identifikace rizika;
3. kvantifikace rizika;
4. odezva na riziko;
5. celkového zhodnocení rizika. (Ripran, 2012)

Tab. 18. RIPRAN analýza (vlastní zpracování)

ID	Hrozba	P-nost	ID	Scénář	P-nost	P-nost celkem	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Neochota firmy poskytnout důležité informace	25%	1.1	potíže při zpracování DP	75%	18,75 %	20% SD	malá	Komunikace
			1.2	pozdě odevzdaná DP	25%	6,25%	100% VD	velká	
2	Nedostatečné znalosti studenta	35%	2.1	nekvalitní DP	50%	17,50 %	100% VD	střední	Více studovat
			2.2	neobhájení DP	50%	17,50 %	100% VD	Velká	
3	Nespolupracující zaměstnanci	50%	3.1	špatné náměry	20%	10%	20% SD	střední	Komunikace
			3.2	časové zdržení projektu	80%	40%	20% SD	malá	

Jak je patrné z výše uvedené tabulky, v rámci tohoto projektu byly definovány celkem tři možné hrozby. Je pochopitelné, že hrozeb by bylo možno definovat více, avšak výše uvedené považuje autor za nejvíce možné. Každé hrozbě byla přiřazena na základě kvalifikovaného odhadu určitá pravděpodobnost, jako největší hrozba se tedy jeví nespolupracující zaměstnanci s pravděpodobností 50 %. Pro tuto hrozbu byly stanoveny

dva možné scénáře, které by na základě nespolupráce mohly nastat. Jedná se o špatné náměry (například zbytečné ztráty, které se běžně nekonají) a celkové zdržení projektu. Obě tyto varianty mají střední dopad na projekt a hodnota rizika je pro časové zdržení projektu malá. Při špatných náměrech se poté jedná o střední hodnotu rizika.

Dále byly určeny dvě hrozby, a sice nedostatečné znalosti studenta pro vypracování projektu a neochota firmy poskytnout potřebné údaje. Obě tyto zdánlivě nepravděpodobné hrozby s sebou nesou pro určité scénáře velké hodnoty rizika. Jedná se o situaci, kdy by došlo k pozdnímu odevzdání diplomové práce, případně jejímu neobhájení.

## 9 PROJEKT

Ačkoliv jsou v současné době pracoviště předmontáže skupin umístěny v těsné blízkosti linky, toto řešení není zcela optimální a nese s sebou celou řadu nevýhod.

V úvodu projektové části se diplomant zaměří na výpočet taktu montážní linky, která nepřímo udává i takt pro předmontáž skupin výrobků. Poté bude navržen nový layout předmontážních pracoviště, přičemž důraz bude kladen na odstranění plýtvání současného stavu. Pro plynulý materiální a informační tok mezi hnízdem předmontážních pracovišť a skladem bude navrhnout Kanban systém. Pro odstranění časů čekání bude využito prvků vizualizace.

### 9.1 Takt montážní linky

Aby došlo k synchronizaci hodnotového toku mezi montážní linkou a pracovištěm předmontáže, využijí taktu montážní linky. Takt linky lze vyjádřit jako poměr disponibilního času směny a požadavku zákazníka.

#### Disponibilní čas směny

Disponibilní čas směny byl již vypočítán v kapitole 6.2. Po odečtení přestávek a času určeného na rozjezd a ukončení směny, úklid pracoviště, toalety a diskuze vyšel disponibilní čas **418, 5 minuty (25 110 sekund)**.

#### Forecast požadavků zákazníka v letech 2013 – 2015

Tab. 19. Požadavky zákazníka v letech 2013 - 2015  
(vlastní zpracování)

Typ světlometu	Rok		
	2013	2014	2015
Halogen	90 670 ks	<b>91 000 ks</b>	85 000 ks
Bi-xenon	120 000 ks	<b>176 000 ks</b>	164 000 ks

Zákazník požaduje v letech 2013 – 2015 vždy rozdílný počet kusů. Jak je zřejmé z Tabulky 19, halogenový typ světlometů má spíše sestupnou tendenci, kdy rozdíl mezi rokem 2013 a 2015 činí o více jak 5 tisíc kusů méně.



Naopak tomu je u bi-xenonových světlometů, kde rozdíl mezi léty 2013 a 2015 představuje nárůst o 44 tisíc kusů. Pro potřeby diplomové práce budu pracovat s daty pro rok 2014, kdy je požadavek ve sledovaných letech nejvyšší.

### Využitelný časový fond

Využitelný časový fond je ve společnosti nastaven tak, že plánované odstávky a dovolená zabírají jeden pracovní měsíc, tedy dvacet dní. Montáž je plánována na jedenáct měsíců.

$$\text{Počet pracovních dnů} \quad 11 \times 20 = 220 \text{ dnů}$$

$$\text{Počet týdnů} \quad 220 / 5 = 44 \text{ týdnů}$$

Na montážní lince i předmontáži skupin výrobků se pracuje ve třísměnném, pětidenním, osmihodinovém provozu.

### Požadované množství za jednu směnu

Požadavek zákazníka / (počet týdnů x počet směn x počet pracovních dnů)

$$\underline{\text{Halogen:}} \quad \frac{91\,000}{44 \times 3 \times 5} = 137,9 \text{ (138 ks za směnu)}$$

$$\underline{\text{Bi-xenon:}} \quad \frac{176\,000}{44 \times 3 \times 5} = 266,7 \text{ (267 ks za směnu)}$$

### Takt linky

Disponibilní čas / požadavek zákazníka

$$\frac{25\,110}{138 + 267} = \mathbf{62 \text{ sekund}}$$

Vzhledem k tomu, že oba typy světlometů se vyrábějí na jedné montážní lince, byly požadavky zákazníka na oba typy světlometů sečteny. Pro uspokojení požadavku zákazníka je tedy potřeba, aby jeden kus libovolného typu světlometu byl hotov do 62 sekund.

### Cyklový čas

Cyklový čas je na montážní lince stanoven ve dvou různých časech, každý pro jeden typ.

Halogen – **57 sekund**

Bi-xenon – **60 sekund**

Je zřejmé, že cyklový čas montážní linky odpovídá požadavku zákazníka, přičemž oba vytváří časovou rezervu navíc, ta je však využita při montáži světlometů s technologií LED. Ta však probíhá jen v řádu desítek kusů a pouze občasně, nikoliv pravidelně.

## **9.2 Návrh změny prostorového uspořádání předmontážních pracovišť**

Současný layout pracovišť předmontáže není zcela optimální a vyskytuje se zde řada potíží. Ty budou nyní blíže přiblíženy a následně bude navrhnout nový layout, který by měl tyto nedostatky eliminovat.

### **9.2.1 Nevýhody současného prostorového uspořádání**

#### **Hlášení do Denního plánu výroby (DPV) a počítače (PC)**

Hlášení do DPV má na starosti přední dělnice, druhá dělnice nahlašuje vždy po hotové paletě nebo určitém množství kusů (například před přestávkou). Přední dělnice tedy zapisuje jak své kusy, tak i kusy druhé operátorky – nejprve zapisuje do fyzického DPV, poté odchází k PC.

Tyto dvě místa jsou od sebe vzdálena 30 metrů. Při pozorování bylo zjištěno, že přední dělnice se touto činností zabývá v průměru 50 minut za směnu. Velké vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti navíc způsobují plýtvání v případě, kdy operátorka jde zahlásit hotové kusy přední dělnici, která může pracovat i na 20 metrů vzdáleném montážním místě.

#### **Informační bubliny mezi montážní linkou a předmontáží skupin**

Jak bylo zmíněno v analytické části práce, i přes zdánlivou blízkost montážní linky a předmontáže skupin vznikají informační bubliny mezi oběma pracovišti, kdy pracovnice předmontáže není informována o přetypování linky na jiný typ světlometů a až v okamžiku, kdy v lince dojdou zásoby potřebného materiálu ze skupin výrobků, dojde k přesunu pracovnice a montáži požadované skupiny.

#### **Příprava pracoviště, hledání a chystání materiálu**

Výroba je řízena na základě principu tahu, což má vliv také na „různorodost“ operací pracovnice během jedné směny, kdy se přesunuje na základě denního plánu. Může tak strávit celou směnu například na montáži skupiny rámu a pouzdrům, může však za směnu obsluhovat i všechna čtyři pracoviště.

Při přesunu pracovníce musí zahlásit hotové kusy, uklidit pracoviště a nachystat si následné pracoviště. Vzhledem k velkým vzdálenostem tato činnost často trvá v řádech minut. Pracovnícům často chybí základní materiál, jakým jsou například nopy na prokládání jednotlivých řad v paletách, případně mřížové proklady mezi jednotlivými kusy v řadě.

### **Obtížná komunikace mezi pracovníci**

Současné prostorové uspořádání nenabízí ideální možnost, jak mezi sebou obě pracovníce na směně mohou komunikovat. V případě jakéhokoliv problému, při kterém je vyžadováno vzájemné komunikace mezi operátorkami, musejí obě často přerušit svoji činnost, případně jedna se přesune k druhé, která zůstává na svém stanovišti.

### **Obtížná manipulace s materiálem**

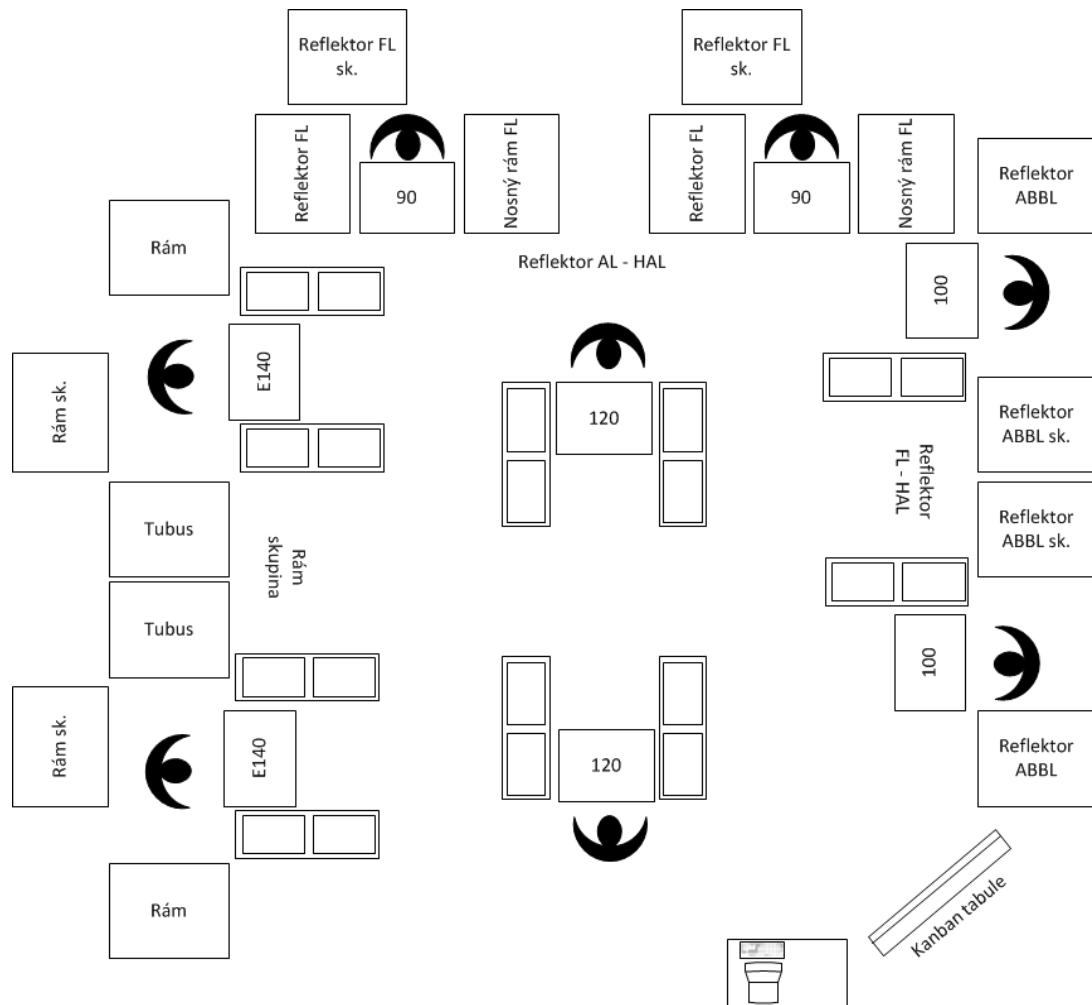
Mezi pravou stranou montážní linky a pracovišti předmontáže je poměrně úzký prostor, který je potřebný pro manipulaci s paletami. Často vznikají problémy, kdy manipulát projíždí s paletou a zavadí o konstrukci linky, případně o jinou paletu.

#### **9.2.2 Navržení nového layoutu**

Zmíněné druhy plýtvání jsou odrazem zejména současného uspořádání pracoviště. Proto diplomant navrhl nové uspořádání tak, aby bylo toto plýtvání co nejvíce minimalizováno. V době dokončení diplomové práce ještě nebylo přesně určeno místo, kam by se takto vytvořené hnízdo umístilo, nicméně předpokladem je umístění ve stejné hale, ve které leží montážní linka tak, aby vzdálenost naopak nebyla příliš velká.

Ačkoliv se nejedná o typickou buňku, kdy na začátku vstupuje určitý materiál a na konci je vyhotoven hotový výrobek, diplomant se rozhodl vytvořit buňku ve tvaru “U“. Tato buňka byla navrhována tak, aby manipulace s materiálem byla co nejméně náročná, proto jsou pracoviště umístěna tak, aby uvnitř probíhala manipulace pouze s ekobaly.

Objemnější palety tak zůstanou vně celého hnízda. Dvnitř této buňky bylo usazeno montážní místo č. 120, tedy montáž tepelného BL reflektoru. Tím se zajistí maximální využití prostoru uvnitř buňky, který by za jiných okolností zůstal prázdný.



Obr. 46. Návrh nového uspořádání předmontážních pracovišť (vlastní zpracování)

Takto navrhnuté pracoviště je decentralizované, proto navrhuji umístit k buňce dostatečně velký stůl s PC (v současné době je využíváno jednoho PC pro linku i pro předmontáž skupin), vedle kterého by měl být umístěn DPV ve fyzické podobě. Tímto se odstraní zbytečné přecházení mezi stolcem s DPV a PC, vzdálenost mezi těmito dvěma místy je nyní zhruba 30 metrů.

U nového návrhu je mezi párovým pracovištěm č. 90 (montáž potkávacího reflektoru) vytvořena drobná mezera pro průchod manipulantů i pracovnice. Manipulanti tohoto prostoru mohou využít pro jednodušší doplňování materiálu. Operátorky, které by se v dané chvíli nacházely na pracovišti č. 90, díky němu mohou dojít k PC a DPV kratší cestou, než kdyby musely celou buňku obcházet.

Mimo stůl je buňka doplněna navíc o Kanban tabuli, která bude sloužit pro umístění Kanban karet, které budou zavedeny mezi skladem a buňkou předmontáže skupin.

### 9.2.3 Přínosy související s novým layoutem

Pouze samotným návrhem nového layoutu je docíleno odstranění několika druhů plýtvání, které byly přiblíženy v kapitole 9.2.1. Ty se dají shrnout do následujících bodů:

- Pracovnice blíže k sobě.
  - Oproti původnímu řešení jsou v novém návrhu pracovnice umístěny v buňce, kde jsou vzdálenosti mezi montážními místy minimální. To usnadní komunikaci mezi jednotlivými pracovníci (nemusí jedna za druhou chodit velké vzdálenosti), navíc přesun na jiné pracoviště během směny díky menší vzdálenosti nebude příliš časově náročné.
- Odstraněn chaos u montážní linky.
  - Při stávajícím řešení manipulanti často při přesunu materiálu způsobují kolize způsobené úzkými průjezdy pro palety mezi montážní linkou a pracovišti předmontáže. Přemístění pracovišť předmontáže tento problém řeší, u montážní linky vznikne nový využitelný prostor.
- DPV a PC v těsné blízkosti buňky.
  - Vzhledem k tomu, že implementováním nového layoutu vznikne samostatné hnízdo, je třeba jej vybavit počítačem. V současné chvíli pracovnice využívají PC, který je společný jak pro pracoviště předmontáže, tak i pro montážní linku a jeho lokace není pro pracovnice předmontáže ideální. V novém layoutu je PC umístěn na stole vedle Kanban tabule. Tento stůl bude navíc vyhrazen i pro sešit DPV, odstraní se tím tak zbytečné pocházení od stolu DPV ke stolu s PC, jak je tomu nyní.
- Eliminace informačních bublin.
  - Vzhledem k tomu, že navrhnutý layout počítá s decentralizovaným řízením, je tím eliminován i vznik informačních bublin, které nastávaly při současném řešení. Pracovnice by díky Kanban systému měly přesně vědět, co vyrábět a neměla by nastat situace, kdy montážní linka musí zastavit výrobu z důvodu nedostatku materiálu ze strany předmontážní buňky.

Výše zmíněná fakta s sebou přináší úspory v podobě odstranění plýtvání zejména v podobě odstranění nadbytečné chůze – hlavně při změně pracoviště a nezbytnou diskuzí s pracovníci. To s sebou přináší ekonomické úspory v podobě snížení časů na přesun mezi jednotlivými pracovišti a tedy zvýšením časů, které mohou být věnovány montáži.

Vzhledem k tomu, že při pozorování byly tyto časy zaznamenávány dohromady s chystáním pracoviště či hledáním materiálu, nelze tuto úsporu konkrétně stanovit.

#### **9.2.4 Návrhy na zefektivnění pracovní činnosti**

Některé činnosti, které ne úplně souvisejí se změnou layoutu, nejsou vykonávány pracovníci zcela efektivně a dají se považovat za plýtvání. Návrhy budou nyní detailně popsány.

##### **Zapisování do dokumentace**

###### **Současný stav**

Nyní pracovníci provádějí zapisování do sešitu DPV a do PC nahodile vždy po určitém množství vyrobených kusů. To provádí přední dělnice, která zapisuje jak své kusy, tak kusy druhé dělnice na směně, případně operátorky na přesčase. Při pozorování pracovníci tuto činnost vykonávaly v průměru 50 minut za směnu.

###### **Návrh opatření**

Pracovníci, která je zodpovědná za zapisování do sešitu DPV a PC, nebude tuto činnost vykonávat vždy po určitém množství hotových kusů, ale vždy až na konci směny. Na tuto činnost bude vymezeno 10 minut na konci směny, dalších 5 minut bude mít pracovníci na nachystání sešitu DPV – tato činnost bude probíhat na začátku směny. Pro zaznamenávání důležitých údajů, jako jsou průběžné vyrobené kusy na daném pracovišti (např. před přesunem na jiné pracoviště či při hotové paletě), bude oběma pracovníci sloužit malý sešit, který budou mít každá pracovníci u sebe (každá jeden) a potřebné údaje vždy neprodleně zaznamená do svého sešitu. Údaje z něj pak přední dělnice použije při zápisu do DPV a PC na konci směny.

##### **Stanovit časy přítomnosti mistra v buňce**

###### **Současný stav**

V současnosti není určený přesný čas, kdy se mistr pohybuje v okolí montážní linky, potažmo předmontáže skupin (mistr je pro obě pracoviště stejný). Nastávají tak situace, kdy pracovníci předmontáže potřebují mluvit s mistrem, kterého v případě jeho nepřítomnosti hledají mimo své pracoviště.

### **Návrh opatření**

Stanovit pevný čas, kdy se mistr bude vyskytovat v okolí buňky tak, aby jej mohly pracovnice kontaktovat a probrat případné náměty či problémy. Pokud by pracovnice věděly, že se mistr bude poblíž pracoviště vyskytovat například čtyřikrát za směnu v intervalu dvou hodin vždy 15 minut, předešlo by se přerušení montáže z důvodu hledání mistra.

### **Zajistit dostatek pomocného materiálu (nopy, proklady)**

#### **Současný stav**

Ačkoliv pracovnice používají nopy a proklady z palet příchozího materiálu, při pozorování nastávaly situace, kdy pracovnícím chyběly nopy a mřížové proklady jednotlivých řad. Tuto nastalou situaci řešily odchodem z pracoviště a hledáním tohoto pomocného materiálu, což se rovná plýtvání.

### **Návrh opatření**

Tento druh plýtvání lze odstranit umístěním krabice či palety s náhradními nopami a proklady tak, aby tento pomocný materiál pracovnice nemusely zbytečně vyhledávat a přesně věděly, kde jej mohou v případě jeho nedostatku nalézt.

### **Proklady v ekobalech clonky (bi-xenon)**

#### **Současný stav**

Při pozorování 25. února 2013 byl při montáži skupiny rámu a pouzdra použit ekobal s clonkou (vstupní materiál). Pracovníci bylo po vizuální kontrole z celkového počtu 58 kusů označeno za zmetek 23, což představuje 40 % zmetkovitost. 1. března 2013 pak bylo za zmetky označeno 14 ze 132 kusů v balení (10,7 %). Nejčastěji se jednalo o drobné odřenyiny po povrchu clonky. Vzhledem k tomu, že clonky jsou v jednodolítých řadách volně položeny, za velice pravděpodobnou příčinu lze označit chybějící mřížový proklad mezi jednodolítými clonkami v dané řadě. Manipulace s takto zajištěným ekobalem způsobuje tření mezi clonkami, při němž dojde k poškrábání.

### **Návrh opatření**

Ekobaly s clonkami vybavit mřížovými proklady mezi jednodolítými clonkami, což zabrání vzájemnému poškrábání.

## Dodržovat technologický postup

### Současný stav

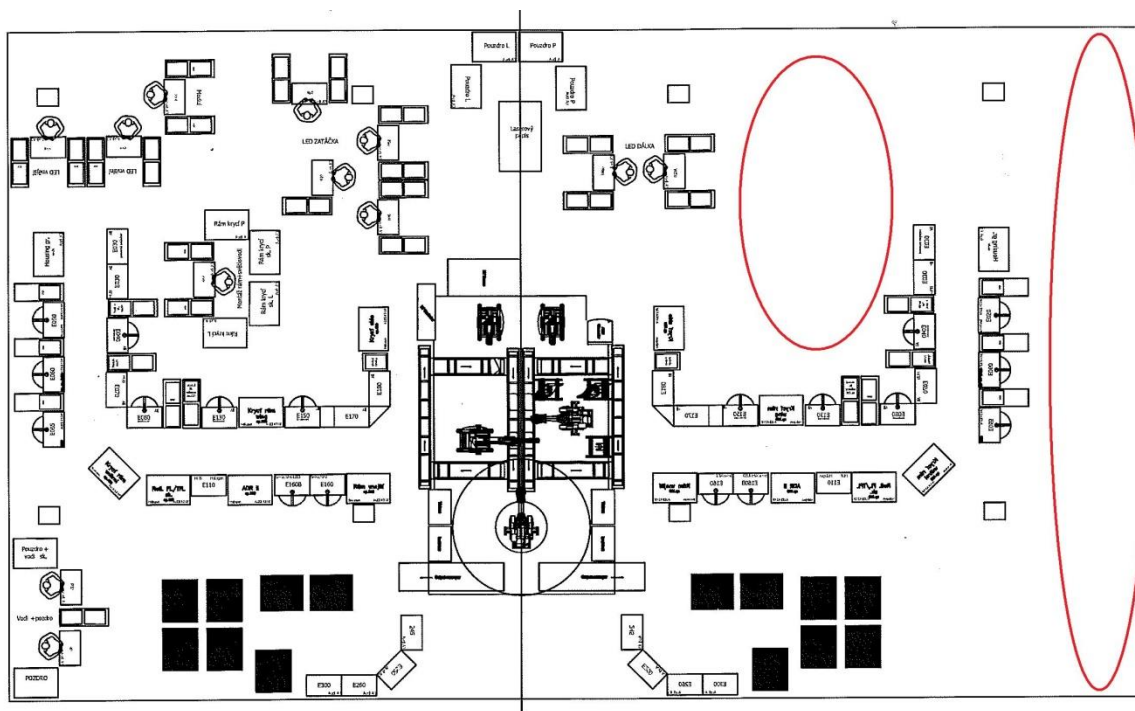
Pracovnice neplní předepsaný technologický postup. Při pozorování bylo zjištěno, že díly, které měly pracovnice na jednotlivých montážních místech ofouknout ionizovaným vzduchem, což by vedlo k prevenci usazené prachových částic, ofukovány nebyly a pracovnice provedly pouze vizuální kontrolu.

### Návrh opatření

Upozorňování pracovníků na plné dodržování technologického postupu.

### 9.2.5 Náklady změny prostorového uspořádání

Sloučením těchto montážních míst do jedné buňky vznikne volný prostor u montážní linky, který může společnost využít pro jiné účely. Tento prostor, který představuje 80 m<sup>2</sup>, je znázorněn na Obrázku 47.



Obr. 47. Prostor uspořádný přesunem a vytvořením předmontážního hnízda (vlastní zpracování)

Se změnou layoutu pracoviště souvisí příprava layoutu a zakreslení do firemního systému, která probíhá před samotnou změnou. Poté následuje fyzické přestavení pracovišť.



### Náklady na potřebný prostor

Nové prostorové uspořádání s sebou nese větší nároky na prostor vzhledem k tomu, že montážní místa nejsou umístěna podél zdi, ale v buňce, ve které je potřebné větší místo na manipulaci. Nově navržená buňka zabere místo o rozloze 97 m<sup>2</sup>, což je v porovnání s původním stavem nárůst o 17 m<sup>2</sup>. Při ceně 7000 Kč/m<sup>2</sup> lze snadno vypočítat náklad potřebný pro novou buňku.

**Náklady na prostor (17m<sup>2</sup> navíc) (17 x 7000)**

**119 000 Kč**

### Příprava změny layoutu

Na tuto aktivitu je potřebná součinnost tři zaměstnanců, a sice **mistra pracoviště, procesního inženýra a pracovníka kreslicího layoutu**. Mistr s procesním inženýrem připraví potřebné materiály a poté další pracovník zodpovědný za kreslení layoutu tuto změnu zakreslí do firemního systému. Náklady přípravy změny layoutu představuje mzda pracovníka za dobu, po kterou se přípravě bude věnovat. Tyto údaje jsou znázorněny v Tabulce 20.

Tab. 20. Náklady přípravy změny layoutu (vlastní zpracování)

Pracovník	Doba činnosti (h)	Mzda (Kč/hod)	Náklady na jednotlivé pracovníky (Kč)	Suma nákladů na pracovníky (Kč)
Mistr	4	400	1 600	4 400
Procesní inženýr	4	300	1 200	
Pracovník kreslicí layout	4	400	1 600	

### Fyzická změna layoutu

Fyzická změnu layoutu je vhodné naplánovat na směnu, kdy bude naplánována montáž světlometů s LED technologií, což povede k nulovým nákladům spojených s přerušením předmontáže na dobu nutně potřebnou pro přestavení.

Na fyzickou změnu layoutu pracoviště jsou potřeba 4 pracovníci a doba stěhování pracovišť byla po konzultaci s procesním inženýrem stanovena na 8 hodin. Hodinová mzda jednoho pracovníka činí 300 Kč/hod.

**Personální náklady fyzické změny layoutu (4 x 8 x 300) 9 600 Kč**

S implementací souvisí přerušení předmontáže skupin. Její přerušení je naplánováno na 8 hodin, po této době by měla být nově vytvořená buňka k dispozici k montáži. Doba

potřebná pro přemístění pracovišť odpovídá délce jedné směny. Pro výpočet nákladů s pojených s přerušením montáže budu počítat s průměrným směnovým požadavkem zákazníka na halogenové a bi-xenonové světlomety.

Průměrný směnový požadavek na halogenové světlomety	46 ks/směnu
Průměrný směnový požadavek na bi-xenonové světlomety	89 ks/směnu

Tento požadavek přímo určuje i požadavek na předmontáže skupin.

Montážní místo č. E140	89 ks/směnu
Montážní místo č. 120	46 ks/směnu
Montážní místo č. 100	46 ks/směnu
Montážní místo č. 90	46 ks/směnu

Ceny jednotlivých skupin se liší, jejich cena bude následně uvedena.

Skupina rámu a pouzdra	55,82 Kč/ks
Skupina potkávacího ABBL reflektoru	36,94 Kč/ks
Skupina dálkového FL-TFL reflektoru	71,82 Kč/ks
Skupina B1 reflektoru	11,32 Kč/ks

V případě dodržení 8 hodin na přemístění montážních míst spojených s tvorbou nového layoutu, bude tato doba představující tři směny považována za ztrátu a je nutné ji připočítat k nákladům. V případě, že by pracovníci splnili na pracovišti požadavek zákazníka, byly by vytvořeny skupiny o následujících hodnotách.

Skupina rámu a pouzdra	4 967, 98 Kč/směnu
Skupina potkávacího ABBL reflektoru	1 699, 24 Kč/směnu
Skupina dálkového FL-TFL reflektoru	3 303, 72 Kč/směnu
<u>Skupina BL reflektoru</u>	<u>520, 72 Kč/směnu</u>

**Náklady způsobené přerušením výroby 10 481, 66 Kč**

Pracovníci předmontáže budou během této směny přeřazeni na jiné pracoviště, jejich mzdové náklady není třeba započítat.

**Celkové náklady změny layoutu 139 081, 66 Kč**

### 9.2.6 Ekonomické a neekonomické přínosy navrhovaných změn

V této kapitole budou blíže specifikovány ekonomické a neekonomické přínosy jednotlivých návrhů opatření související s návrhem nového layoutu a úpravou pracovních činností pracovníků.

Aby bylo možné stavit ekonomický přínos určitého opatření, je primárně nutné stanovit ceny skupin výrobků. U skupiny rámu a pouzdra, která je vstupním materiálem pro montáž bi-xenonového světlometu, je cena jednoho kusu skupiny **55,82 Kč/ks**. Cena skupin pro halogenový světlomet bude vypočítána jako podíl součtu cen jednotlivých skupin.

#### Cena jednotlivých skupin - halogen

Skupina potkávacího ABBL reflektoru	36,94 Kč/ks
Skupina dálkového FL-TFL reflektoru	71,82 Kč/ks
<u>Skupina BL reflektoru</u>	<u>11,32 Kč/ks</u>
Suma	120,08 Kč
<b>Průměrná cena jedné skupiny</b>	<b>40,03 Kč/ks</b>

Pro vyjádření ekonomického přínosu je dále potřeba stanovit dobu výroby jedné skupiny. Zde bude využito norem na jednotlivých pracovištích. U skupiny rámu a pouzdra, která je vstupním materiálem pro montáž bi-xenonového světlometu, je doba montáže jednoho kusu skupiny **93,60 s/ks**. Doba montáže skupin pro halogenový světlomet bude vypočítána jako podíl součtu doby trvání montáže skupin.

#### Doba montáže jednotlivých skupiny - halogen

Skupina potkávacího ABBL reflektoru	57,06 sekund/ks
Skupina dálkového FL-TFL reflektoru	61,56 sekund/ks
<u>Skupina BL reflektoru</u>	<u>21,60 sekund/ks</u>
Suma	140,22 sekund
<b>Průměrná doba montáže jedné skupiny</b>	<b>46,74 sekund</b>

#### Ekonomický přínos

Ekonomický přínos lze dopočítat u návrhu na změnu **zapisování do sešitu DPV a PC**. Vzhledem k tomu, že průměrně se pracovníce zabývá touto činností 50 minut za směnu a

návrh opatření počítá s 15 minutami, lze tento návrh vyjádřit úsporou času ve výši 35 minut, která by tak měla být využita k montáži.

Vzhledem k rozdílnému požadavku zákazníka na odběr halogenových a bi-xenonových světlometů, je nutné před výpočtem přiřadit váhu jednotlivým skupinám. Na základě požadavků zákazníka byla vypočítána váha pro **bi-xenonovou skupinu 66 %**, pro **halogenové skupiny je váha 34 %**.

Časová úspora vzniklá snížením doby činnosti

v minutách	35 min/směnu
v sekundách	2 100 sekund/směnu

Cena vyrobených kusů díky časové úspoře za směnu

$$\text{bi-xenon} \quad \frac{2100 \times 0,66}{93,6} \times 55,82 = 781,48 \text{ Kč}$$

$$\text{halogen} \quad \frac{2100 \times 0,34}{46,74} \times 40,03 = 600,45 \text{ Kč}$$

**Součet cen vyrobených kusů díky časové úspoře za směnu 1 381,93 Kč**

Díky výpočtu bylo zjištěno, že za 35 minut směny lze pracovníci vyrobit 14 ks skupiny rámu a pouzdra a 15 kusů libovolné skupiny pro halogenový světlomet.

Cena vyrobených kusů díky časové úspoře za rok

(781,48 + 600)	za směnu	1 381,93 Kč/směnu
(1381,93 x 3)	za den	4 145,79 Kč/den
(4145,79 x 5 x 20)	za měsíc	<u>414 579 Kč/měsíc</u>
(414579 x 11)	<b>za rok</b>	<b>4 560 369 Kč/rok</b>

Díky navrhovanému opatření vznikne poměrně velký časový prostor, který by měl být využit výhradně pro montáž. V případě jeho plného využití dojde k roční úspoře více než 4 mil. Kč ročně.

### Neekonomický přínos

#### **Diskuze s mistrem**

Diskuze s mistrem, do které patří i porada svolávána právě mistrem, je potřebná. Pracovnice bývají upozorňovány na změny v plánu výroby či kontrolovány. Nelze určit

přesnou dobu trvání diskuzí, které mohou být různě dlouhé v závislosti na velikosti řešeného problému. Navrhnutým opatřením však dojde k přesnému určení doby pobytu mistra v lince, čímž se odstraní případné hledání mistra mimo pracoviště.

### **Zajištění pomocného materiálu**

Vzhledem k tomu, že tato činnost byla zaznamenávána dohromady s přípravou pracoviště při přesunu mezi jednotlivými stanovišti, nelze zpětně přesně určit poměr časů, kdy kterou činnost pracovnice vykonávala. Zajištěním dostatečného množství pomocného materiálu v buňce však dojde k eliminaci jeho nedostatku v buňce a tedy i k jeho hledání mimo pracoviště.

### **Mřížové proklady v ekobalech clonky**

Doplněním mřížových prokladů by mělo být docíleno snížení zmetkovitosti clonek.

## **9.3 Návrh zlepšení současného stavu řízení výroby - Kanban**

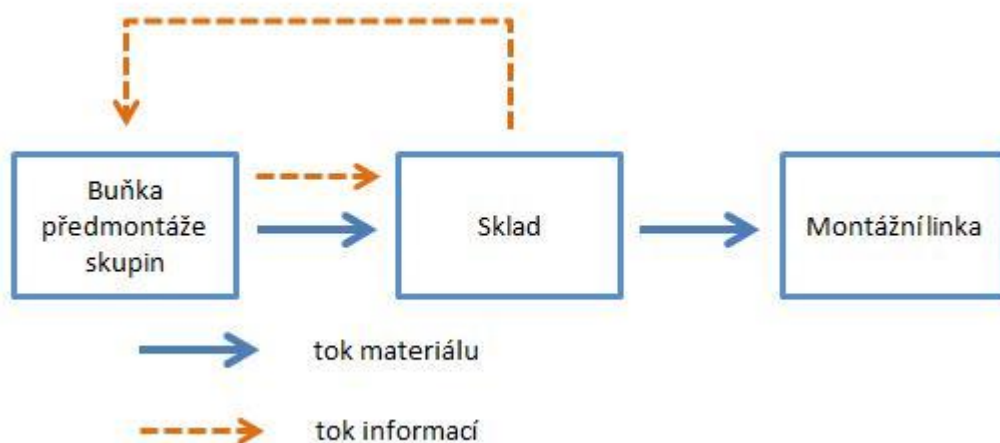
S novým projektem taktéž souvisí nové řízení toku materiálu a informací, které v tomto případě představuje Kanban systém. Ten byl detailně popsán v teoretické části práce a tyto poznatky budou nyní použity. Tento projekt se bude týkat řízení toku materiálu mezi nově vytvořenou buňkou předmontáže skupin výrobků a montážní linkou. Vzhledem k nákladové nenáročnosti budu implementovat kartičkový Kanban.

Ačkoliv by mělo být vyráběno na sklad, ze kterého montážní linka tyto skupiny odebírá, v reálu nastávají i nahodilé situace. Ty spočívají v tom, že pracovnice se na předmontáži věnovala montáži skupiny rámu a pouzdra a nebyla informována o přetypování montážní linky na halogenovou variantu světlometu. To způsobilo, že montážní linka po chvíli spotřebovala zásoby skupiny potkávacího reflektoru. Až poté byla pracovnice informována o přetypování a potřebě montáže skupiny potkávacího reflektoru. V tomto konkrétním případě došlo k zastavení montáže v lince na 45 minut, než pracovnice dodala minimální možnou zásobu a bez potřeby skladu byla tato skupina dodána do linky.

Cílem zavedení Kanban systému je odstranění těchto nahodilých situací.

### **9.3.1 Stanovení regulačního okruhu**

Při implementování tohoto systému je nutné stanovit regulační okruh. V tomto případě se bude jednat o okruh mezi buňkou předmontáže skupin, skladem a montážní linkou. Tento okruh je znázorněn na Obrázku 48.



Obr. 48. Tok materiálu a informací v regulačním okruhu (vlastní zpracování)

Okruh je nastaven tak, aby materiál, který představují skupiny výrobků, doprovázený kartami obíhal mezi buňkou předmontáže skupin a skladem. Kanban zajistí, aby materiál (skupiny výrobků) nebyl vychystáván jednorázově, ale jen ve chvíli jeho potřeby.

Systém bude fungovat tak, že na Kanban tabuli budou umístěny karty dle časové posloupnosti a v tom pořadí budou tyto požadavky také plněny. Pracovnice odebere z tabule Kanban kartu, která zároveň představuje objednávku na výroby. Po vyrobení požadovaného množství si hotový materiál odebere manipulát, který tento materiál společně s kartou přemístí do skladu. Ten reaguje na požadavky montážní linky, v případě požadavku odesílá materiál k montáži a prázdnou kartu posílá zpět na předmontáž skupin výrobků, kde je tato karta následně umístěna na tabuli a celý proces začíná znovu.

### 9.3.2 Úložná místa

Hotové skupiny výrobků jsou umísťovány do skladu, není tak zajištěn přímý tok materiálu mezi montážní linkou a předmontáží skupin. Důvodem toho je omezený počet pracovníků na předmontáži a rozdílné časy montáže konečného světlometu a montáže skupin výrobků. Z tohoto důvodu je potřeba držet určitou pojistnou zásobu každé skupiny výrobků.

Ta byla na základě konzultace s procesním inženýrem stanovena pro každou skupiny výrobků, přičemž v potaz byla brána kapacita skladu. Každá strana skupiny výrobků (pravá a levá) má svoji vlastní pojistnou zásobu.

Pojistné zásoby jsou nastaveny takto:

- skupina rámu a pouzdra – 3 palety;

- skupina BL reflektoru – 2 ekobaly;
- skupina potkávacího reflektoru – 1 palety;
- skupina dálkového reflektoru – 1 palety.

Skupina rámu a pouzdra, stejně jako ostatní montážní místa, je pracovištěm párovým. To znamená, že například pro levou a pravou stranu skupiny rámu a pouzdra je pojistná zásoba dohromady šest.

### 9.3.3 Kanban karta

Tyto karty budou obíhat po regulačním okruhu. Jednotlivé množství kusů v Kanbanu bude dáno kapacitou ekobalu či palety. Pravidlem bude, aby docházelo ke správnému naplnění materiálu, naplnění palety či ekobalu menším či větším množstvím materiálu je nepřipustné. Označení “L“ v názvu položky značí levou stranu skupiny výrobků. Příklad Kanban karty je znázorněn na Obrázku 49.

Název položky		Karta č.
<b>Skupina rámu a pouzdra - L</b>		<b>0001/4</b>
Č. položky		Dodavatel
		<b>Předmontáž skupin - HAL, BiXE</b>
Obal	Počet kusů	Odběratel
<b>Paleta</b>	<b>64</b>	<b>Montážní linka AUDI A3 NF</b>
		<b>Čárový kód</b>

Obr. 49: Příklad Kanban karty pro regulační okruh (vlastní zpracování)

#### Obsah Kanban karty

Kanban karta není standardizovaná a její vizuální podoba se může lišit na základě potřeb daného podniku a informací, které má karta nést. Uvedený příklad Kanban karty obsahuje:

- název položky;
- číslo položky, pod kterým je vedena v informačním systému podniku;
- označení obalu, ve kterém je položka dodávána;
- počet kusů v jednom obalu;

- číslo kanban karty (číslo před lomítkem je pořadovým číslem Kanban karty, za lomítkem je hodnota celkového množství Kanban karet pro danou skupinu výrobků);
- označení dodavatele;
- označení odběratele;
- čárový kód (nese informace o materiálu).

### 9.3.4 Počet Kanbanových karet pro regulační okruh

Vzorce pro výpočet potřeby Kanban karet jsou uvedeny v Příloze I. Pro potřeby tohoto regulačního okruhu diplomant použil vzorec pod číslem 3.

Tab. 21. Výpočet kanbanových karet (vlastní zpracování)

Položka	Vzorec	Výsledek	Zaokr.
Skupina rámu a pouzdra	$K = \frac{60 \times 1,066666667 + 192}{64}$	4	4
Skupina BL reflektoru	$K = \frac{63 \times 1,583333329 + 200}{100}$	2,99	3
Skupina potkávacího reflektoru	$K = \frac{63 \times 4,987499999 + 315}{315}$	1,99	2
Skupina dálkového reflektoru	$K = \frac{63 \times 4,987499999 + 315}{315}$	1,99	2

Při výpočtu diplomant vycházel s průměrné poptávky za hodinu, dodací lhůty v hodinách a pojistné zásoby, která byla stanovena na základě kapacitních dispozic skladu. Konkrétně to znamená, že například u skupiny rámu a pouzdra budou použity čtyři Kanban karty, tři z nich budou umístěny na připraveném materiálu ve skladu případně čekající na doplnění na Kanbanové tabuli u předmontáže, jedna bude uvolněna pro dodání hotové skupiny z předmontážního pracoviště.

U všech montážních míst se jedná o párová pracoviště, to znamená, že celkový počet Kanban karet bude dvojnásobný – 22 karet.



### 9.3.5 Kanban tabule

Kanban tabule je nezbytným prvkem celého systému. Na Kanban tabuli se připevňují jednotlivé karty. Kanban tabule (viz. Obrázek 50) je na levé straně rozložena na hodinové úseky celého pracovního dne, které slouží k lepší orientaci při plánování a pracovníce s určitým časovým předstihem ví, jaká další montáž bude následovat. Následně je tabule rozdělena na tři části, každá část pro jeden den, přičemž tyto tři části jsou pro všech pět pracovních dnů – nadpisy dnů jsou umístěny magnetem a lze je měnit.

Kanban tabule			
	PONDĚLÍ	ÚTERÝ	STŘEDA
6 - 7			
7 - 8			
8 - 9			
9 - 10			
10 - 11			
11 - 12			
12 - 13			
13 - 14			
14 - 15			
15 - 16			
16 - 17			
17 - 18			
18 - 19			
19 - 20			
20 - 21			
21 - 22			
22 - 23			
23 - 24			
24 - 1			
1 - 2			
2 - 3			
3 - 4			
4 - 5			
5 - 6			Karty čtvrtek - pátek

Obr. 50. Návrh Kanban tabule (vlastní zpracování)

Pravidla regulačního okruhu jsou následující:

- materiál smí být po předmontáži vyžadován pouze v případě, že disponuji kartou;
- pracovník předmontáže vydá pouze potřebný materiál uvedený na kartě;

- karty je nutné zpracovávat výhradně podle jejich umístění na tabuli;
- ke každému materiálu (paletě, ekobalu) musí být připevněna karta;
- v případě nálezu karty mimo tabuli se karta odevzdá vedoucímu montážní buňky.

### 9.3.6 Náklady na pořízení Kanban systému

Náklady při zavádění tohoto systému představuje investice do nákupu Kanban tabule a karet. Po konzultaci bylo rozhodnuto o uvolnění částky **5 000 Kč** na pořízení těchto prvků.

### 9.3.7 Ekonomické úspory spojené se zavedením Kanban systému

Zavedení Kanban systému má za cíl odstranění nahodilých událostí spojených se špatným tokem informací mezi pracovišti montáže, předmontáže skupin a skladem. To v současnosti spočívá v tom, že pracovnice předmontáží nejsou dostatečně informovány o současném stavu montáže konečného produktu a v aktuální chvíli nevyrábí potřebný materiál. Při pozorování byla tato událost zaznamenána jednou. Z tohoto důvodu byla montáž světlometů přerušena na dobu **45 minut (2 700 sekund)**. Pro výpočet ekonomické úspory tak bude počítáno právě s touto dobou.

Tato nahodilá událost byla spojená s čekáním na montáž halogenového typu světlometu, ekonomická úspora bude tedy vyčíslena právě pro halogenový světlomet. Využito bude též času cyklu montážní linky, který v případě halogenu představuje **57 s/ks**. Cena jednoho kompletního halogenového světlometu činí **495 Kč/ks**.

#### Ekonomická úspora spojená se zavedením Kanban systému

$$\frac{2700}{57} \times 495$$

**23 265 Kč**

## 9.4 Návrh zlepšení současného způsobu vychystávání materiálu

Při pozorování bylo zjištěno, že nejvýznamnějším zdržením je čekání na vstupní materiál. Ve 100 % případů se jednalo o chybějící ekobal s materiálem potřebným pro předmontáž skupin. Čekání bylo způsobeno zejména:

- uložení ekobalu na špatné místo v supermarketu milk-runnerem;
- ekobal uložen mimo supermarket;
- pracovnice spotřebovala materiál u montážního místa; nový materiál doplněn manipulátem s časovým odstupem.

Sledovány byly celkem čtyři pracovníce, každá dvakrát, přičemž doba čekání na materiál byla u každé pracovnice odlišná. V Tabulce 22 jsou uvedeny jednotlivé časy čekání na materiál u jednotlivých pracovnic. Z ní vyplývá, že časy čekání jsou velice rozdílné, například pracovnice č. 1 musela při druhém pozorování čekat na materiál dohromady 50,85 minuty, naopak u pracovnice č. 2 bylo při druhém měření zaznamenáno celkové čekání na materiál pouze 2 minuty. Uvedené časy představují sumu čekání za směnu, kdy pracovnice pracovaly na různých stanovištích. Z tohoto důvodu bude při ekonomickém zhodnocení počítáno s průměrným časem čekání. Po součtu všech časů čekání a jeho vydělením vzniká průměrná doba čekání na materiál, která je 22,85 minuty za směnu.

Tab. 22. Časy čekání na materiál jednotlivých pracovnic (vlastní zpracování)

Pracovnice	Čekání na materiál (min)		Suma časů čekání (min)	Průměrný čas čekání za směnu (min)
	1. měření	2. měření		
č. 1	29,09	50,85	182,77	<b>22,85</b>
č. 2	30,68	2,00		
č. 3	20,68	2,94		
č. 4	17,85	28,68		

V současné chvíli je materiál dodáván ve třech barevných variantách ekobalu, a sice:

- modré;
- šedé;
- zelené.

Ke každému ekobalu je připojena průvodka materiálu s názvem, který slouží jako hlavní identifikační zdroj pro umístění materiálu na správné místo.



Obrázek 51: Barevné varianty ekobalů (vlastní zpracování)

### Návrh řešení současného stavu

Vzhledem k tomu, že projekt je zaměřen na čtyři párová pracoviště, navrhuji zajištění barevně odlišných ekobalů, kdy každá barva bude sloužit jako vizuální pomůcka pro dané pracoviště:

- Montážní místo č. E140 – modrá barva
- Montážní místo 120 – šedá barva
- Montážní místo č. 100 – zelená barva
- Montážní místo č. 90 – nepoužívá ekobaly

Současně navrhuji na jednotlivé ekobaly umístit nálepku s vyobrazeným materiálem. Tyto ekobaly by tak byly určeny vždy pro daný typ materiálu (viz. Obrázek 52)



Obrázek 52: Vizualizace ekobalu, stav před a po návrhu opatření  
(vlastní zpracování)

Podobný způsob řešení navrhuji také pro supermarket, kde by bylo vhodné umístit obrázek daného materiálu vedle čárového kódu. Tento obrázek by milk-runnerovi usnadnil orientaci a okamžitě by věděl, jaký typ materiálu má do supermarketu umístit (viz. Obrázek 53)



Obrázek 53: Vizualizace supermarketu, stav před a po návrhu opatření (vlastní zpracování)

### 9.4.1 Náklady opatření

Pro implementování tohoto opatření je potřeba vynaložení určitých peněžních prostředků, které však jsou v porovnání s ekonomickými přínosy minimální.

Montážní místo č. 90 nepoužívá žádné ekobaly, cílem tak je barevné varianty ekobalů roztřídit a přiřadit k jednotlivým pracovištím tak, aby každé pracoviště používalo jemu určenou barevnou variantu. Vzhledem k tomu, že společnost disponuje dostatečným množstvím ekobalů, není třeba vynakládat jakékoliv náklady na nákup nových ekobalů.

<u>Výše nákladů na nákup nových ekobalů</u>	0 Kč
---	------

Se zavedením tohoto opatření souvisí taktéž pořízení polepů s obrázky jednotlivého materiálu. S jednotlivými montážními místy se pojí tento materiál v ekobalu:

- Montážní místo č. E140 – clonka rámu modulu, BL sklíčko
- Montážní místo č. 120 – BL reflektor
- Montážní místo č. 100 – clonka reflektoru
- Montážní místo č. 90 – nepoužívá ekobaly

Celkem jsou čtyři různé materiály v ekobalech, přičemž pracoviště jsou párová, to znamená, že například pracoviště č. E140 potřebuje BL sklíčko pro pravou i levou stranu – každá v jiném ekobalu, avšak tvar (i obrázek) je stejný.

Ekobaly jsou postupně odebírány a po jejich vyprázdnění odeslány zpět k doplnění, jejich množství je velké. Při pořizování polepů navrhuji nakoupit větší množství polepů najednou, jelikož jejich pořízení není příliš nákladné.

Manipulací se polepy mohou po čase poškodit a bude potřebná jejich výměna, proto je vhodné mít dostatečnou zásobu polepů.

### Kalkulace polepů

Pro každé pracoviště (bez ohledu na pravou a levou stranu) navrhuji nákup 50 ks polepů na jeden typ materiálu. Polep bude o rozměrech 10 x 15 cm ze samolepící fólie, jednotlivý polep bude ořezaný a zajištěný laminací.

Počet potřebných polepů (50 x 4 x 2)	400 ks
<u>Cena jednoho ks polepu</u>	<u>10,80 Kč/ks</u>
<b>Celková cena 400 ks polepů</b>	<b>4 320 Kč</b>

### 9.4.2 Ekonomické přínosy opatření

Vzhledem k rozdílnému požadavku zákazníka na odběr halogenových a bi-xenonových světlometů, je nutné před výpočtem přiřadit váhu jednotlivým skupinám. Na základě požadavků zákazníka byla vypočítána váha pro **bi-xenonovou skupinu 66 %**, pro **halogenové skupiny je váha 34 %**.

Při výpočtu budou využity údaje použity v kapitole 9.2.6, a sice se jedná o hodnoty ceny skupiny rámu a pouzdra (**55,82 Kč/ks**) a délku montáže jedné skupiny (**93,60 s/ks**). Dále budou použity průměrné hodnoty halogenových pracovišť, kde průměrná cena je **40,03 Kč/ks** na libovolnou halogenovou skupinu a průměrná doba montáže libovolné skupiny činí **46,74 s/ks**.

Průměrná časová úspora díky odstranění čekání na materiál

v minutách 22,8 min/směnu

v sekundách 1368 sekund/směnu

Cena vyrobených kusů díky časové úspoře za směnu

$$\text{bi-xenon} \quad \frac{1368 \times 0,66}{93,6} \times 55,82 = 502,38 \text{ Kč/směnu}$$

$$\text{halogen} \quad \frac{1368 \times 0,34}{46,74} \times 40,03 = 360,27 \text{ Kč/směnu}$$

**Součet cen vyrobených kusů díky časové úspoře za směnu 862,65 Kč/směnu**

Cena vyrobených kusů díky časové úspoře za rok

(502,38 + 360,65) za směnu 862,65 Kč/směnu

(862,65 x 3) za den 2587,95 Kč/den

(2587,95 x 5 x 20) za měsíc 258 795 Kč/měsíc

(258795 x 11) **za rok 2 846 745 Kč/rok**

## ZÁVĚR

Předkládaná diplomová práce měla za hlavní cíl vytvoření nezávisle fungujícího hnízda vytvořeného z pracovišť předmontáže skupiny výrobků, které slouží jako vstupní materiál pro finální montáž světlometu pro automobil AUDI A3. Dalším cílem bylo v takto navržené buňce odstranit plýtvání současného stavu a pro řízení materiálového a informačního toku mezi finální montážní linkou a buňkou předmontáží vytvořit systém řízení Kanban.

V prvním kroku této práce bylo nutné nejprve stanovit teoretická východiska potřebná pro splnění cíle práce. V něm byla charakterizována výroba, následně byl popsán systém Kanban. Následovala rešerše věnována metodám měření práce a prostorovému uspořádání výroby.

Takto nabrané teoretické poznatky byly následně použity v praktické části. V ní se diplomant soustředí na seznámení a následnou analýzu jednotlivých předmontážních pracovišť, stejně jako na analýzu činnosti jednotlivých pracovníků předmontáže. Důležité informace byly získány na základě konzultací s odbornými pracovníky, managementem, jakožto také s manipulanty a řadovými operátory.

Druhy a příčiny plýtvání byly identifikovány na základě přímého pozorování a fotodokumentace. Pozornost byla zaměřena zejména na ztrátové časy činnosti pracovníků, na které mělo nemalý vliv neefektivní rozložení pracovní stolů na pracovišti. Při sestavování nového layoutu, který byl navrhnout v projektové části, byl kladen důraz na takové prostorové uspořádání, aby díky němu bylo co nejvíce zjištěných zdržení eliminováno. Úspory vzniklé novým layoutem byly ekonomicky zhodnoceny, přičemž diplomant neopomněl zmínit ani nákladový propočet. Pro řízení materiálového a informačního toku byl použit systém řízení Kanban včetně propočtu potřebných karet pro jednotlivý materiál.

Společnost HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o. je moderní společností, která soudí, že neustále je co zlepšovat. Z tohoto důvodu byla diplomantem tato společnost vybrána pro zpracování projektu diplomové práce, který optimalizuje montážní linku na předmontážních pracovištích, čímž odstraňuje činnosti nepřidávající hodnotu. Projekt tak zapadá do koncepce neustálého zlepšování a nabízí prostor pro optimalizaci výrobního systému. Cíl práce byl splněn.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### Monografie

ČUJAN, Zdeněk a Zdeněk MÁLEK. *Výrobní a obchodní logistika*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 200 s. ISBN 978-80-7318-730-9.

HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby*. Vyd. 1. Praha: Melandrium, 2001, 167 s. ISBN 80-86175-15-4.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: Kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

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

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 3. Praha: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Vyd. 1. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta. *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2011, 344 s. ISBN 978-80-251-2524-3

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

LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.

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

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 307 s. ISBN 80-902235-6-7.

MELČÁK, Miloš. *Výrobní management: Učební texty*. Vyd. 1. Zlín: Vysoké učení technické v Brně, 1999, 253 s. ISBN 80-214-1393-X.



SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.

SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. *Logistika: Metody používané pro řešení logistických projektů*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009, 238 s. ISBN 978-80-251-2563-2.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: Grada Publishing, 2000, 408 s. ISBN 80-7169-955-1.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2006, 298 s. ISBN 80-7318-381-1.

### Internetové zdroje

Automobilový průmysl. *Czechinvest* [online]. 2013 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://www.czechinvest.org/automobilovy-prumysl>

DLABAČ, Jaroslav. Analýza a měření práce. *Akademie produktivity a inovací* [online]. 2012 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68397.analyza-a-mereni-prace/>

Důležité milníky společnosti HELLA v Mohelnici. *HELLA* [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: [http://www.hella.com/produktion/HellaPortal/WebSite/Internet\\_cz/Internet\\_HAT\\_cz/OFir-me/historie\\_Helly/historie\\_Helly.jsp](http://www.hella.com/produktion/HellaPortal/WebSite/Internet_cz/Internet_HAT_cz/OFir-me/historie_Helly/historie_Helly.jsp)

Eibach Suspension Program for the New Audi A3. *Fortitude* [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: [http://fourtitude.com/news/aftermarket\\_tuner\\_news/eibach-suspension-program-for-the-new-audi-a3/](http://fourtitude.com/news/aftermarket_tuner_news/eibach-suspension-program-for-the-new-audi-a3/)

Global Vision. *HELLA KGaA Hueck & Co.* [online]. 2012 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: [http://www.hella.com/hella-com/assets/media\\_global/HELLAGlobalvision\\_2012\\_2013.pdf](http://www.hella.com/hella-com/assets/media_global/HELLAGlobalvision_2012_2013.pdf)

HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o. - Vývoj světlometů. *HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o.* [online]. 2011 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: [http://www.hella.com/produktion/HellaPortal/WebSite/Internet\\_cz/Internet\\_HAT\\_cz/Tech-nologie/Development/Development.jsp](http://www.hella.com/produktion/HellaPortal/WebSite/Internet_cz/Internet_HAT_cz/Tech-nologie/Development/Development.jsp)

Hella v Mohelnici. *HELLA Česká republika* [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <http://www.hella.com/hella-cz/903.html?rdeLocaleAttr=cs>

- CHAPMAN, Alan. SWOT analysis. In: *Businesscall.com* [online]. 2010 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <http://www.businessballs.com/swotanalysisfreetemplate.htm>
- JEŽEK, Otakar. Co je to průmyslové inženýrství a k čemu slouží. *PRODUKTIVITA.CZ* [online]. 2006 [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/ru/chto-je-prumyslove-inzenyrstvi-a-k-cemu-slouzi.html>
- KANBAN. *Dynamic future* [online]. 2010 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.dynamicfuture.cz/priklady-z-praxe/kanban/>
- Kanban a jeho aplikace. *Akademie produktivity a inovací* [online]. 2012 [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68342.kanban-a-jeho-aplikace/>
- Kanban Calculation. *Lean Sigma Supply Chain* [online]. 2006 [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://www.resourcesystemsconsulting.com/blog/kanban-calculation/>
- Koncern Hella. *HELLA KGaA Hueck & Co.* [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <http://www.hella.com/hella-cz/382.html?rdeLocaleAttr=cs>
- Krajská správa ČSÚ v Olomouci. *Český statistický úřad* [online]. 2013 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/xm/redakce.nsf/i/home>
- Mohelnický zpravodaj 2013. *Mohelnice* [online]. 2013 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <http://mu-mohelnice.cz/mohelnicky-zpravodaj-2013/ds-5805/archiv=0&p1=78572>
- Návrh layoutu. *Dynamic future* [online]. 2010 [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.dynamicfuture.cz/produkty/navrh-layoutu/>
- O firmě. *HELLA* [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: [http://www.hella.com/produktion/HellaPortal/WebSite/Internet\\_cz/Internet\\_HAT\\_cz/OFirme/OFirme.jsp](http://www.hella.com/produktion/HellaPortal/WebSite/Internet_cz/Internet_HAT_cz/OFirme/OFirme.jsp)
- PAVELKA, Marcel. Analýza a měření práce. *Akademie produktivity a inovací* [online]. 2012 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>
- Products & Services. *HELLA KGaA Hueck & Co.* [online]. 2013 [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: <http://www.hella.com/hella-com/31.html>
- Prostorové uspořádání pracovišť. *Web.flkr.utb.cz/* [online]. 2009 [cit. 2013-02-07]. Dostupné z: [http://web.flkr.utb.cz/cs/docs/VOL\\_pr\\_6.pdf](http://web.flkr.utb.cz/cs/docs/VOL_pr_6.pdf)
- RIPRAN. *RIPRAN* [online]. 2012 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <http://www.ripran.cz/>

Výroba vybraných výrobků v průmyslu 2011. *Český statistický úřad* [online]. 2012 [cit. 2013-03-28]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/2012edicniplan.nsf/p/8004-12>

ZIKMUND, Martin. Kde se vzala a k čemu všemu je vlastně SWOT analýza. In: *BusinessVize* [online]. 2010 [cit. 2013-03-13]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/planovani/kde-se-vzala-a-k-cemu-vsemu-je-vlastne-swot-analyza>

### **Akademické práce**

HLAVÁČOVÁ, Miroslava. Projekt zvýšení produktivity výrobní linky hadicových systémů ve firmě TNS SERVIS, s.r.o. Zlín, 2010. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

HOZÁKOVÁ, Hana. Projekt zvýšení výkonnosti pracoviště laseru ve firmě Scheidel, a.s. Zlín, 2009. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

NOVÁK, Josef a ŠLAMPOVÁ. *Racionalizace výroby*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2007.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

BiXe	Bi-xenonový reflektor
DČS	Disponibilní čas směny
DPV	Denní plán výroby
HAL	Halogenový reflektor
HAN	Hella Autotechnik Nova
HAT	Hella Autotechnik
HCC CEE	Hella Corporate Center Central & Easter Europe
MM	Montážní místo
PC	Počítač
PDCA	Plan-do-check-act
ŠA	Škoda Auto
TPS	Toyota Production System

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Proces přeměny vstupu na výstup .....	12
Obr. 2. Štíhlá výroba a její prvky.....	18
Obr. 3. Kanban karta používaná ve Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav .....	20
Obr. 4. Princip Kanbanu .....	21
Obr. 5. Druhy plýtvání.....	24
Obr. 6. Techniky měření práce .....	26
Obr. 7. Pozorovací list pro snímek pracovního dne dle Akademie produktivity a inovací .....	27
Obr. 8. Ukázka chronometráže operace.....	29
Obr. 9. Technologické uspořádání pracoviště .....	32
Obr. 10. Předmětné uspořádání pracoviště .....	33
Obr. 11. Montážní buňka .....	36
Obr. 12. Rozmístění poboček koncernu HELLA .....	38
Obr. 13. HELLA AUTOTECHNIK, s.r.o. v Mohelnici .....	40
Obr. 14. Audi A3 .....	44
Obr. 15. Současný layout včetně montáže skupin výrobků .....	46
Obr. 16. Montážní místo č. E140.....	47
Obr. 17. Technologický postup na montážním místě č. E140 .....	48
Obr. 18. Skupina rámu a pouzdra .....	48
Obr. 19. Časy montáže jednoho kusu skupiny rámu a pouzdra.....	49
Obr. 20. Montážní místo č. 120 .....	52
Obr. 21. Technologický postup na montážním místě č. 120 .....	53
Obr. 22. Skupina BL reflektoru .....	53
Obr. 23. Časy montáže jednoho kusu skupiny BL reflektoru.....	54
Obr. 24. Montážní místo č. 100 .....	57
Obr. 25. Technologický postup na montážním místě č. 100 .....	57
Obr. 26. Skupina potkávacího reflektoru.....	58
Obr. 27. Časy montáže jednoho kusu skupiny potkávacího reflektoru .....	59
Obr. 28. Montážní místo č. 90 .....	61
Obr. 29. Technologický postup na montážním místě č. 90 .....	62
Obr. 30. Skupina dálkového reflektoru.....	62
Obr. 31: Časy montáže jednoho kusu skupiny potkávacího reflektoru .....	63

Obr. 32. Snímek pracovního dne pracovnice č. 1 .....	66
Obr. 33. Časy zdržení pracovnice č. 1 - 12.2.2013 .....	67
Obr. 34. Časy zdržení pracovnice č. 1 - 25.2.2013 .....	67
Obr. 35. Snímek pracovního dne pracovnice č. 2 .....	68
Obr. 36. Časy zdržení pracovnice č. 2 - 12.2.2013 .....	69
Obr. 37. Časy zdržení pracovnice č. 2 - 27.2.2013 .....	69
Obr. 38. Snímek pracovního dne pracovnice č. 3 .....	70
Obr. 39. Časy zdržení pracovnice č. 2 - 13.2.2013 .....	71
Obr. 40. Časy zdržení pracovnice č. 3 - 27.2.2013 .....	71
Obr. 41. Snímek pracovního dne pracovnice č. 4 .....	72
Obr. 42. Časy zdržení pracovnice č. 4 – 25.2.2013 .....	73
Obr. 43. Časy zdržení pracovnice č. 4 - 1.3.2013 .....	73
Obr. 44. Spaghetti diagram pracovnice č. 1 - 25.2.2013 .....	74
Obr. 45. Logický rámec projektu .....	77
Obr. 46. Návrh nového uspořádání předmontážních pracovišť .....	84
Obr. 47. Prostor uspořádaný přesunem a vytvořením předmontážního hnízda.....	88
Obr. 48. Tok materiálu a informací v regulačním okruhu .....	94
Obr. 49: Příklad Kanban karty pro regulační okruh .....	95
Obr. 50. Návrh Kanban tabule .....	97
Obrázek 51: Barevné varianty ekobalů.....	99
Obrázek 52: Vizualizace ekobalu, stav před a po návrhu opatření.....	100
Obrázek 53: Vizualizace supermarketu, stav před a po návrhu opatření.....	100

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Charakteristiky jednotlivých typů výrob .....	15
Tab. 2. Silné stránky společnosti .....	41
Tab. 3. Slabé stránky společnosti.....	42
Tab. 4. Příležitosti společnosti .....	43
Tab. 5. Hrozby společnosti .....	43
Tab. 6. Četnost prokládání jednotlivých palet a ekobalů.....	50
Tab. 7. Četnost výměn prázdných ekobalů a palet za plné.....	51
Tab. 8. Porovnání naměřených časů s normou pracoviště.....	52
Tab. 9. Četnost prokládání jednotlivých ekobalů .....	55
Tab. 10. Četnost výměn prázdných ekobalů a za plné.....	56
Tab. 11. Porovnání naměřených časů s normou pracoviště.....	56
Tab. 12. Četnost prokládání jednotlivých palet a ekobalů.....	60
Tab. 13. Četnost výměn prázdných ekobalů a palet za plné.....	60
Tab. 14. Porovnání naměřených časů s normou pracoviště.....	61
Tab. 15. Četnost prokládání jednotlivých palet .....	64
Tab. 16. Četnost výměn prázdných ekobalů a palet za plné.....	65
Tab. 17. Porovnání naměřených časů s normou pracoviště.....	65
Tab. 18. RIPRAN analýza .....	78
Tab. 19. Požadavky zákazníka v letech 2013 - 2015.....	80
Tab. 20. Náklady přípravy změny layoutu .....	89
Tab. 21. Výpočet kanbanových karet .....	96
Tab. 22. Časy čekání na materiál jednotlivých pracovníků .....	99

## **SEZNAM PŘÍLOH**

PŘÍLOHA I: Vzorce pro výpočet Kanban karet

PŘÍLOHA II: Formulář snímku pracovního dne

PŘÍLOHA III: Formulář chronometráže



## PŘÍLOHA P I: VZORCE PRO VÝPOČET KANBAN KARET

č.	Vzorec	Vysvětlivky
1.	$K = \frac{q \times t(1 + z)}{c}$	K – počet Kanban karet q – průměrný denní požadavek t – doba nutná k realizaci z – velikost pojistné zásoby c – kapacita kontejneru
2.	$K = \frac{(RT \times AC)}{CONT} \times (SF + C)$	K – počet Kanban karet RT – dodací lhůta k doplnění jedné dávky AC – průměrná spotřeba za určitý čas CONT – obsah jednoho Kanbanu SF – pojistný faktor C – konstanta (standardně 1)
3.	$K = \frac{(d \times L + S)}{C}$	K – počet Kanban karet d – průměrná poptávka za hodinu L – dodací lhůta v hodinách S – velikost pojistné zásoby C – kapacita kontejneru
4.	$(K - 1) \times S = D \times L$	K – počet Kanban karet S – velikost kanbanové hladiny D – průměrná denní spotřeba L – dodací lhůta k doplnění jedné dávky
5.	$K = \frac{DD \times LT + SS \times \sqrt{\frac{LT}{TB}}}{\frac{KB + (DD \times EPEI)}{KB}}$	K – počet Kanban karet DD – denní spotřeba LT – dodací lhůta SS – statisticky vykalkulované pojistné zásoby TB – čas přípravy a zakončení práce KB – množství v jednom Kanbanu EPEI – interval dodávky od dodavatele

## PŘÍLOHA P II: FORMULÁŘ SNÍMKU PRACOVNÍHO DNE

### Snímek pracovního dne

Datum:	
Zpracoval:	
Pozorovaný:	
Směna:	
Montážní místo:	

Název operace:

č.	vzdálenost [m]	čas, začátek činnosti	doba trvání	popis operace	Symbol	pozn.
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						

## PŘÍLOHA P III: FORMULÁŘ CHRONOMETRÁŽE

Název operace:		CHRONOMETRÁŽ OPERACE										Pozorovací list č.:					
Linka:												Datum pozorování:		od:		do:	
													Pozorovaný:				
č.	Název něřené části (úkon)	Konečný mezní bod	Pořadová čísla měření													Průměr	
			N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13
1		Z:	J														
		K:	P														
2		Z:	J														
		K:	P														
3		Z:	J														
		K:	P														
4		Z:	J														
		K:	P														
5		Z:	J														
		K:	P														
6		Z:	J														
		K:	P														
7		Z:	J														
		K:	P														
8		Z:	J														
		K:	P														
9		Z:	J														
		K:	P														
10		Z:	J														
		K:	P														
Suma (celková doba trvání operace)																	

