

# **Projekt zvýšení produktivity výrobní linky hadicových systémů ve firmě TNS SERVIS, s.r.o.**

Bc. Miroslava Hlaváčová

---

Diplomová práce  
2010



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: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslava HLAVÁČOVÁ**  
Osobní číslo: **M08531**  
Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Projekt zvýšení produktivity výrobní linky hadicových systémů ve firmě TNS SERVIS, s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy a návrhu projektu.

### II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu výrobní linky hadicových systémů ve firmě TNS SERVIS, s.r.o.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte východiska pro zlepšení.
- Zpracujte ideový záměr racionalizace výroby hadicových systémů včetně studie proveditelnosti.

Závěr

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

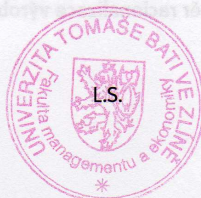
Seznam odborné literatury:

- [1] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M., a kol. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: InForm, 2002. ISBN 80-968583-1-9.  
[2] TUČEK, D., BOBÁK, R. Výrobní systémy. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 2006. 298 s. ISBN 80-7318-381-1.  
[3] VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I. Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. 247 s. ISBN 80-902235-0-8.  
[4] VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I., STANĚK, M. Podnik světové třídy: Geneze produktivity a kvality. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1997. 276 s. ISBN 80-902235-1-6.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. David Tuček, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **29. března 2010**  
Termín odevzdání diplomové práce: **3. května 2010**

Ve Zlíně dne 29. března 2010

doc. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
*děkanka*



doc. Ing. Roman Bobák, 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>;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí;
- na moji 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;
- podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu 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.

Ve Zlíně: ..... 28. 4. 2010 .....

..... *Miroslava Flewáčková* .....

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

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

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

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

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

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

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst.

3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

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

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

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce je zaměřena na zvýšení produktivity výrobní linky hadicových systémů ve firmě TNS SERVIS, s.r.o. V teoretické části jsem se nejprve zaměřila na objasnění oboru průmyslové inženýrství a následně jsem popsala některé z jeho metod. Tato část obsahuje také informace z oblasti produktivity, ergonomie, uspořádání pracovišť či projektování výrobní linky. Tyto údaje jsem využila při zpracování následujících dvou částí. Analytická část zahrnuje analýzu pracoviště a jeho jednotlivých prvků, jako je produkt, materiálový tok či vizualizace. Projektová část se zabývá projektováním linky, návrhem nového uspořádání pracoviště a především zvýšením produktivity, což je hlavní cíl této diplomové práce, přesněji jsou hlavní a dílčí cíle uvedeny v kapitole 9.

Klíčová slova: produktivita, štíhlá výroba, materiálový tok, vizualizace, layout

## **ABSTRACT**

This thesis is focused on increasing productivity of hose systems of the production line in the company TNS SERVIS, Ltd. First I focused on clearing the field of the industrial engineering and then I described some of its methods in the theoretical part. This part contains information about a productivity, an ergonomics, the workplace layout or project of production line. I based this information when I worked up following two parts. The analytical part includes an analysis of the workplace and its individual components such as a product, material flow or visualization. The project part deals with line projection, the proposal of new layout of the workplace and especially increasing productivity, which is also the main aim of this thesis. The main and partial aims are in more details in chapter 9.

Keywords: productivity, lean production, material flow, visualization, layout

Nyní bych ráda projevila dík všem, kteří mi s diplomovou prací pomáhali.

Mé poděkování si zaslouží pan doc. Ing. David Tuček, Ph.D., vedoucí mé diplomové práce, který při zpracování práce vždy přispěl s dobrou radou a navedl mě tím správným směrem.

Ráda bych poděkovala panu Ing. Jiřímu Kloudovi, řediteli firmy TNS SERVIS,s.r.o., který mě ochotně přijal a poskytl mi možnost zpracování diplomové práce.

Velké díky si zaslouží také pan Ing. Zdeněk Vaněček, se kterým jsem konzultovala veškeré informace ohledně firmy, který mi poskytl potřebné materiály a ochotně odpovídal na mé dotazy.

Děkuji také dalším pracovníkům firmy za poskytnuté materiály či informace.

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

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>13</b>
<b>1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>14</b>
1.1 VÝRAZNÉ OSOBNOSTI PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	14
1.2 ROZDĚLENÍ PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	15
1.2.1 Klasické průmyslové inženýrství .....	15
1.2.2 Moderní průmyslové inženýrství.....	16
<b>2 ŠTÍHLÁ VÝROBA</b> .....	<b>17</b>
2.1 METODY A TECHNIKY ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	18
2.1.1 Metoda 5S .....	18
2.1.2 Kaizen .....	19
2.1.3 Vizualizace .....	19
2.1.4 Štíhlé pracoviště .....	20
2.1.5 Týmová práce .....	21
2.1.6 Štíhlý layout .....	21
2.1.7 Totálně produktivní údržba - TPM .....	22
2.1.8 Systém rychlých změn - SMED .....	23
2.1.9 Management toku hodnot.....	24
2.1.10 Procesy kvality a standardizovaná práce .....	25
2.2 PLÝTVÁNÍ.....	26
<b>3 STUDIUM PRÁCE</b> .....	<b>29</b>
3.1 STUDIUM METOD .....	30
3.2 MĚŘENÍ PRÁCE .....	30
<b>4 PRODUKTIVITA</b> .....	<b>32</b>
4.1 MĚŘENÍ PRODUKTIVITY .....	33
4.2 ZVYŠOVÁNÍ PRODUKTIVITY .....	34
<b>5 ERGONOMIE</b> .....	<b>35</b>
<b>6 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ</b> .....	<b>37</b>
6.1 TECHNOLOGICKÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ .....	38
6.2 PŘEDMĚTNÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ .....	39
6.3 BUŇKOVÁ VÝROBA .....	40
<b>7 PROJEKTOVÁNÍ VÝROBNÍ LINKY</b> .....	<b>42</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>43</b>
<b>8 FIRMA TNS SERVIS, S.R.O.</b> .....	<b>44</b>



8.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE .....	44
8.2	HISTORIE FIRMY .....	44
8.3	SOUČASNOST FIRMY .....	45
8.3.1	Přehled produktů .....	45
8.3.2	Certifikace .....	46
8.3.3	Období krize .....	46
<b>9</b>	<b>DEFINOVÁNÍ PROJEKTU.....</b>	<b>48</b>
<b>10</b>	<b>ANALYTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>49</b>
10.1	ANALÝZA PRACOVIŠTĚ .....	49
10.2	ANALÝZA PRODUKTU .....	52
10.2.1	Technologický postup výroby .....	52
10.2.2	Zmetkovitost .....	58
10.3	ANALÝZA MATERIÁLOVÉHO TOKU.....	58
10.3.1	VSM .....	58
10.3.2	Procesní analýza .....	61
10.4	ANALÝZA ZAŘÍZENÍ.....	63
10.5	VIZUALIZACE PRACOVIŠTĚ .....	64
10.6	ORGANIZACE PRÁCE.....	65
10.7	ERGONOMIE .....	65
<b>11</b>	<b>ZHODNOCENÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI.....</b>	<b>66</b>
<b>12</b>	<b>PROJEKTOVÁ ČÁST.....</b>	<b>68</b>
12.1	TAKT LINKY.....	68
12.2	PROJEKTOVÁNÍ MONTÁŽNÍ LINKY .....	70
12.3	ÚPRAVA TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU.....	74
12.4	NÁVRH NOVÉHO LAYOUTU .....	75
12.5	VIZUALIZACE .....	78
<b>13</b>	<b>STUDIE PROVEDITELNOSTI .....</b>	<b>79</b>
13.1	MATERIÁLOVÝ TOK.....	80
13.1.1	VSM .....	80
13.1.2	Procesní analýza .....	84
13.2	PRODUKTIVITA .....	85
13.2.1	Produktivita před změnou .....	85
13.2.2	Produktivita po změně.....	86
13.2.3	Zhodnocení produktivity .....	88
13.3	PŘEHLED NÁKLADŮ NA PROJEKT .....	88
<b>14</b>	<b>PŘEHLED SPLNĚNÍ CÍLŮ .....</b>	<b>90</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>91</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>92</b>

<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>94</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>95</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>97</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>98</b>

## ÚVOD

Od roku 2008 neustále slyšíme pojem světová finanční krize. V České republice jí byly zasaženy zejména průmyslová odvětví jako jsou sklárny, porcelánky a především automobily, které se staly největší obětí světové finanční krize. Kvůli poklesu poptávky v oblasti automobilového průmyslu muselo mnoho automobilek i jejich dodavatelů sáhnout k úsporným opatřením, omezení investic, redukci výrobních plánů, a dokonce i k propouštění zaměstnanců. Firma TNS SERVIS, s.r.o., jako jeden z předních výrobců automobilových komponent, se musela této situaci také přizpůsobit a použít některá z těchto opatření.

Tato diplomová práce se zabývá projektem zvýšení produktivity výrobní linky hadicových systémů. V rámci společnosti již v minulosti vznikl požadavek na vylepšení této linky a můj zájem o zpracování diplomové práce byl impulsem pro realizaci této změny.

Teoretická část je zahájena seznámením se s oborem průmyslové inženýrství a výraznými osobnostmi, které se zasloužily o jeho rozvoj. Následuje objasnění pojmu štíhlá výroba, která zahrnuje několik metod průmyslového inženýrství směřujících ke zvýšení kvality, produktivity a k eliminaci plýtvání. K získání údajů týkajících se spotřeby času při práci či analýzy postupu práce slouží disciplína studium práce, popsána v samostatné kapitole. Jelikož je hlavním cílem této diplomové práce zvýšení produktivity výrobní linky, následuje objasnění pojmu produktivita a způsoby jejího měření a zvyšování. Produktivitu ovlivňují především pracovníci a správné uspořádání pracoviště, proto by mělo být pracovní prostředí uzpůsobeno pracovníkovi jakoby „na míru“, což je uvedeno v kapitole zabývající se ergonomií. Na závěr teoretické části jsem zmínila způsoby uspořádání pracovišť a důvody projektování výrobních linek.

Úvod praktické části jsem věnovala představení firmy TNS SERVIS, s.r.o., ve které jsem měla možnost zpracovávat diplomovou práci. Po seznámení se s historií i současností firmy následuje kapitola věnující se definování cílů tohoto projektu. Na tuto kapitolu navazuje analytická část, která se zabývá analýzou pracoviště hadicových systémů, konkrétně analýzou produktu, materiálového toku či vizualizace. Po provedení analýzy jsem shrnula problémové části a navrhla řešení, která byla výchozí pro projektovou část. Její první podkapitola se týká výpočtu taktu linky, který je důležitý pro následující postup projektování montážní linky. Zde se zabývám synchronizací časů a eliminací úzkých míst. S projektováním linky souvisí také změna uspořádání pracoviště, proto je další podkapitola věnována návr-

hu nového layoutu. Jelikož navrhované změny nebyly příliš náročné na realizaci, byla firma schopna tyto změny již realizovat. Důsledek těchto změn je popsán v kapitole Studie proveditelnosti, která je zaměřena na změnu materiálového toku a především srovnání produktivity před změnou a po změně uspořádání pracoviště hadicových systémů. Zda bylo dosaženo cílů definovaných v kapitole Definování projektu, je shrnuto v poslední kapitole diplomové práce s názvem Přehled splnění cílů.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity.

Zjednodušeně se dá říci, že je průmyslové inženýrství obor, který se v rámci toho, „jak důmyslněji provádět práci“, zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování z pracovišť. Výsledkem těchto činností je to, že tvorba vysoce kvalitních produktů i poskytování vysoce kvalitních služeb je snadnější, rychlejší a levnější.

Protože je průmyslové inženýrství nejmladším inženýrským oborem, má oproti těm tradičním tu výhodu, že se neustále vyvíjí a možná i pružněji reaguje na změny, které se objevují v jeho okolí. Definice průmyslového inženýrství pro 21. století zní z těchto důvodů následovně: „je to uznávaný vedoucí obor, který plánuje, navrhuje, zavádí a řídí integrované systémy, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto cílech PI zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánů a řízení nákladů. Tyto systémy budou mít socio-technickou povahu a budou integrovat lidi, informace, materiál, stroje, energii a procesy v rámci celého životního cyklu výrobku, služby nebo programu“.

Odborníci věnující se průmyslovému inženýrství se označují jako průmysloví inženýři. Jejich úkolem je hledat lepší cesty, dívat se na podnikové záležitosti s jistým nadhledem a brát v úvahu komplexní řešení problému. Konečným cílem je zvyšování ziskovosti, produktivity a jakosti díky neustálému zlepšování procesů a odstraňování plýtvání ve všech podnikových oblastech. Jejich znalosti mohou být využity téměř ve všech oblastech podnikání, od automobilek po nemocnice, od armády po výzkumné projekty. [15]

## 1.1 Výrazné osobnosti průmyslového inženýrství

Za otce průmyslového inženýrství je považován F.W. Taylor, který se na přelomu 19. a 20. století zaměřil na organizaci práce s cílem zvýšit její produktivitu. Aby byla práce efektivní a bylo ji možné řídit, uplatnil v této oblasti inženýrské postupy, které se od té doby označují jako studium pracovních metod.

Dalšími významnými postavami jsou manželé Frank a Lilian Gilbrethovi, kteří obohatili obor průmyslového inženýrství o techniku, která se označuje jako pohybové studie. Jejich hlavní myšlenkou je, že veškerá manuální práce je vždy tvořena kombinací omezeného počtu tzv. základních pohybů. Proto manželé rozdělili lidskou práci do 17 základních pohybů (např. hledání, uchopení) a pojmenovali je souhrnným názvem „therbligy“. Pomocí těchto pohybů bylo možné usnadnit i časové studie.

Předělem v oblasti měření práce, jehož hlavním nástrojem do této doby byly stopky, byla metoda MTM, kterou vytvořil další velikán průmyslového inženýrství Herold B. Maynard se svými kolegy v roce 1948. Tato metoda je kombinací časových a pohybových studií. Díky tomuto spojení vznikly systémy, které základním pohybům přiřazují předem určené časy, zjištěné na základě dlouhodobých měření práce v reálných podmínkách. Z tohoto důvodu se metoda MTM i další nazývají jako systémy předem určených časů.

Z hlediska japonského průmyslového inženýrství nelze opomenout jméno Shingeo Shingo. Tento významný průmyslový inženýr je spojen s pojmy moderního průmyslového inženýrství a managementu jako jsou např. systém SMED (výrazné zkrácení doby výměny nástrojů), poka-yoke (přístup eliminující důsledek chyb pracovníků), kanban (systém logistiky a bezskladového hospodářství) apod. [15]

## **1.2 Rozdělení průmyslového inženýrství**

Předešlý stručný přehled osobností ukazuje, že vedle tradičních metod se v oblasti průmyslového inženýrství rozvíjejí s postupem času i metody nové, které jsou nutné pro potřeby současnosti, aniž by tradiční metody musely ztrácet na významu. Průmyslové inženýrství se tedy rozděluje na klasické a moderní. [7]

### **1.2.1 Klasické průmyslové inženýrství**

Klasické průmyslové inženýrství prošlo od svých počátků dvěma základními fázemi. Jedná se o studium práce a operační výzkum.

Studium práce se zaměřuje na dosažení optimálního využití lidských a materiálových zdrojů. Toto studium využívá dvě techniky, mezi něž patří studium metod a měření práce. Obě tyto techniky se většinou využívají současně nebo v kombinaci.

Operační výzkum představuje soubor kvantitativních přístupů a metod, jako např. síťový graf, metody hromadné obsluhy, metody matematické statistiky atd. [13]

### **1.2.2 Moderní průmyslové inženýrství**

Moderní průmyslové inženýrství vzniklo z nutnosti reagovat na stále se měnící konkurenční prostředí. Vychází z praxe světových firem a převážně z výrobního systému Toyota, kde se tyto metody uplatňovaly nejdříve. Na rozdíl od klasického průmyslového inženýrství nemá úplně jasné rysy, neboť se zabývá faktorem, který lze obtížně matematicky popsat či modelovat - s člověkem vykonávajícím práci. Také se výrazně orientuje na nefyzické investice jako je rozvoj pracovníků a organizace. Zařazujeme zde programy SMED, TPM, program nulových vad atd. [7,14]



## 2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Pojem štíhlá výroba (*lean production*) označuje výrobní koncepci, kdy je výroba schopna pružně reagovat na požadavky zákazníka a na poptávku. Jelikož zákazníci požadují lepší produkty dodávané rychleji za cenu stejnou nebo nižší než platili doposud, jsou rychlost a způsob reakce důležité. Filosofie štíhlé výroby je založena také na eliminaci plýtvání a zvyšování hodnoty pro zákazníka. [14,12]

Za autory štíhlé výroby jsou považováni Taichii Ohno a Shingeo Shingo, kteří tento koncept vyvinuli ve firmě Toyota, jenž je známá svým neúnavným a systematickým přístupem k eliminaci ztrát a plýtvání. [14]

Štíhlá výroba spočívá v tom, že se výrobky vyrábí jednodušeji, v nejlepší kvalitě a při nejnižších nákladech. V této koncepci předcházejí kvalifikovaní pracovníci příčinám nedostatků a jsou speciálně vyškoleni k zastavení výroby v případě jimi zjištěných defektů. Výsledkem společného úsilí je rostoucí úroveň produktivity výroby a kvality prodávaných výrobků. Pokrok se stává hlavním rysem všeobecného růstu jakosti. Dochází ke zrychlení výrobního toku, protože odpadá množství kontrolních operací a předělovky. Štíhlá výroba by se neměla orientovat pouze na výrobky ve výrobě, ale je důležité se zaměřit také na vývoj a přípravu výrobků. [6,5]

Štíhlost znamená zvyšování výkonnosti firmy tím, že jsme schopni na dané ploše vyrobit víc než konkurence, že s daným počtem lidí a zařízení vyrobíme vyšší přidanou hodnotu než druzí, že v daném čase vyřídíme víc objednávek, že na jednotlivé podnikové procesy a činnosti spotřebujeme méně času.

Při zavádění metod lean dochází často k následujícím chybám:

- neznalost filosofie lean a jednotlivých metod;
- mechanické aplikování metod lean, které byly vytrženy z kontextu;
- aplikování konceptu lean v nevhodném prostředí;
- nepoznání souvislostí mezi jednotlivými kroky na cestě ke štíhlému podniku. [6]

## 2.1 Metody a techniky štlhlé výroby

Každá společnost, která se zabývá štlhlou výrobou, má své metody a techniky, se kterými pracuje. Někdy mají podobu domu, pod jehož střeou se tyto metody a techniky nacházejí, nebo podobu deštníku, pod kterým jsou metody a techniky ukryté. Mnohé firmy nazývají tyto metody odlišně, i když se v praxi jedná o tutéž záležitost. Proto není důležitý název, nýbrž správné využití těchto metod. Mezi metody a techniky štlhlé výroby patří vizualizace, štlhlé pracoviště, týmová práce, kaizen, procesy kvality a standardizovaná práce, štlhlý layout, TPM, management toku a hodnot a další. Některé z nich jsou stručně popsány v následujících kapitolách. [9]

Základem všech těchto metod je motivace pracovníků, která zahrnuje jejich úsilí, vytrvalost a cíle. Motivační systémy jsou dynamické a jsou nevyhnutelnou podmínkou správné a účinné implementace všech metod, které mohou zvýšit výkonnost firmy. [7]

Jestliže chceme budovat štlhlý podnik, je jako první implementována metoda 5S, která se postará o odhalení a odstranění plýtvání. [9]

### 2.1.1 Metoda 5S

Metoda 5S představuje japonskou metodu, jejímž cílem je udržet na pracovišti pouze to, co je tam potřebné a na místech, které jsou pro to určeny. Jde především o odstranění nepotřebných předmětů z pracoviště, udržování pořádku na pracovišti a standardizaci uspořádání a organizace pracoviště. Název metody pochází z pěti japonských slov začínajících na písmeno S. Vysvětlení jednotlivých slov je následující:

- Seiri (úklid) - na pracovišti zůstane pouze to, co je potřebné. Ostatní věci se z pracoviště odstraní.
- Seiton (pořádek) – stanoví se místa uspořádání potřebných věcí tak, aby byly jednoduše a rychle dostupné.
- Seiso (čištění) – pracoviště se udržuje v čistotě, neboť čištění odhaluje abnormality a předchází poruchám.
- Seiketsu (standardizace) – předchozí kroky již fungují, jsou dodržovány a monitorovány. Udržuje se vysoký standard čistoty a organizace pracoviště.

- Shitsuke (disciplína) – výcvik lidí, aby dodržovali dohodnuté standardy a staly se samozřejmostí. [7,14]

### 2.1.2 Kaizen

Filosofie kaizen je nejdůležitějším pojmem japonského managementu, neboť je klíčem k hospodářskému úspěchu a konkurenceschopnosti. Kaizen znamená neustálé zlepšování a zdokonalování, a to nejen ve sféře pracovní, ale týká se také osobního života. [4]

Zlepšování je způsob života organizace. Nevykonává se v určitých hodinách, když nejsou problémy, když je dobré počasí apod. Musí se vykonávat neustále. [6]

Cílem této filosofie je úspora nákladů, času, materiálu a personálu při současném zvyšování kvality, spolehlivosti procesů a produktivity práce.

Při zavádění této filosofie je dobré dodržovat několik zásad, mezi něž patří například:

- oprostěte se od konvenčních zafixovaných myšlenek;
- zamyslete se nad tím jak to udělat, nejen proč to nemůže být uděláno;
- nebuďte perfekcionista a dělejte to správně třeba i jen pro 50% cílů;
- pokud uděláte chybu, opravte ji hned;
- ptejte se *PROČ?* pětkrát a hledejte prvotní příčinu;
- myšlenky kaizenu jsou nekonečné.

Kaizen zahrnuje celou řadu metod a trendů, jako např. orientace na zákazníka, kroužky kontroly kvality, kanban, JIT, TPM, zvyšování produktivity. [14]

### 2.1.3 Vizualizace

Vizuální management se zařazuje ke standardním nástrojům pro zlepšování komunikace, informovanosti, pro podporu řešení problémů a pro rozvoj týmové práce.

Vizualizovat proces znamená přiblížit ho ve snadné formě všem zaměstnancům. Díky tomuto procesu můžeme okamžitě zjistit stav, ve kterém se proces nachází a také zajistit

rychlou zpětnou vazbu v případě výskytu abnormality. Jestliže něco vizuálně uspořádáme, docílíme toho, že se tím značně ovlivní produktivita lidí, jejich myšlení, rozhodování i chování.

Vizualizace se používá hlavně v těchto případech:

- upozornění na abnormality jako jsou závady na strojích, vysoké zásoby, nekvalita;
- zjednodušení procesů pomocí kanban tabule, plochy na podlaze pro palety atd.;
- zabránění chybám pomocí prostředků andon, jidoka atd.;
- lepší komunikace prostřednictvím týmové tabule, tabule zlepšení atd.;
- řízení podle cílů.

Vizuální management má tyto principy:

- vše, co je pro nás důležité, musí být vidět;
- zrakové vnímání je pro člověka nejmohutnějším informačním kanálem;
- každý žádoucí stav musí být zviditelněn tak, aby jej bezpečně rozeznala i osoba neznalá;
- prostředky zrakového vnímání lze nejlépe sdílet informace a zapojit do zvyšování produktivity všechny pracovníky firmy. [7]

#### 2.1.4 Štíhlé pracoviště

Podstatou štíhlé výroby je štíhlé pracoviště, které by mělo být upraveno tak, aby pohyby pracovníků byly co nejsnadnější, nejrychlejší a šetřil se tak čas. V zásadě jde o spojení metody 5S s principy ergonomie, analýzou a měřením práce tak, aby pracovník při minimální námaze podal maximální výkon. Mezi hlavní cíle štíhlého pracoviště patří:

- zvýšení výkonnosti;
- snížení úrazovosti a zatížení organismu;
- zvýšení autonomnosti a možnosti víceobsluhy;
- zlepšení kvality a stability procesu. [6]

### 2.1.5 Týmová práce

Týmová práce je důležitá pro správné fungování většiny prvků štíhlého podniku. Důvod tkví v tom, že většina plýtvání v podniku vzniká díky špatné komunikaci a spolupráci mezi lidmi. [6]

Týmová práce představuje způsob organizace práce, kde „všichni tahají za jeden provaz“. V týmech dochází k trvalému rozvoji pracovních vztahů všech členů, kteří mají určité pracovní role, nebo si je sami rozdělují a mění podle vlastní volby. Zavedením týmové práce dosáhly mnohé podniky většího počtu zlepšovacích návrhů, čímž přispěla k celkové optimalizaci procesů a snižování nákladů. Týmová práce se využívá jak ve výrobních oblastech, tak i v nevýrobních. [15,7]

Tým je možné charakterizovat jako energickou skupinu lidí, kteří chtějí společně dosáhnout cíle s výsledkem nejvyšší kvality. Týmy mohou být sestaveny na dobu určitou či neurčitou. Dle hierarchického uspořádání rozdělujeme týmy následovně:

- týmy top managementu – zajišťují spojení mezi organizací a okolním světem;
- týmy středního managementu – zajišťují chod práce v celé organizaci;
- projektové týmy – dočasné týmy pro vyřešení specifického problému;
- pracovní týmy – jedná se o základní týmové jednotky. [14]

### 2.1.6 Štíhlý layout

Pojem layout označuje prostorové uspořádání pracoviště. Aby bylo toto uspořádání efektivní je vhodné aplikovat metodu lean layout neboli štíhlý layout. Tato metoda umožňuje vytvoření pracoviště, na kterém jsou omezeny prvky plýtvání, které vznikají v důsledku nesprávně navrženého layoutu.

Štíhlý layout přináší tyto výsledky:

- přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici;
- minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi;
- minimální plochy na zásobníky a mezisklady;
- přímočaré a krátké trasy;

- minimální průběžné časy atd.

Při štíhlém layoutu se nepoužívají velké palety, regály, jeřáby ani vysokozdvizné vozíky, neboť tato zařízení zabírají zbytečně velkou plochu a vyžadují speciální obsluhu. [6]

### 2.1.7 Totálně produktivní údržba - TPM

V praxi se využívají různé typy systémů údržby, které se liší rozsahem činností při péči o stroje a zařízení. Mezi tyto typy údržby patří:

- **Údržba po poruše** – provádí se poté, co dojde k poruše zařízení. Tento typ údržby je vhodný pouze u zařízení, které neohrozí provoz a která nejsou nákladná.
- **Preventivní údržba** – díky pravidelnému sledování určitých parametrů jako je např. teplota, vibrace je možné určit blížící se problémy.
- **Produktivní údržba** – zaměřuje se také na náklady spojenými s údržbou.
- **Totálně produktivní údržba** – jedná se o nejkompexnější systém údržby. [14]

TPM představuje program, který při údržbě strojů a zařízení nepočítá pouze s údržbářskými specialisty, ale využívá schopností a dovedností všech pracovníků. Heslo „Já stroj obsluhuji, ty ho opravuješ“ zde tedy již neplatí, protože stroj může opravit sám obsluhující pracovník, který byl zaškolen. TPM je prováněna na celopodnikové bázi a jejím hlavním cílem je snížit prostoje strojů a jednotlivé ztráty v jejich využívání. Tyto ztráty lze rozdělit do šesti následujících skupin:

1. Prostoje související s poruchami strojů a neplánované prostoje.
2. Výměna nástrojů a forem včetně seřizování a nastavení parametrů.
3. Ztráty způsobené přestávkami ve výkonu strojů a zařízení, krátkodobé poruchy.
4. Ztráty rychlosti průběhu výrobních procesů, kdy stroje vyrábí při nižší rychlosti, než jsme plánovali.
5. Nedostatky v kvalitě, kdy náklady a práci, které jsme vložili do výroby špatného výrobku, musíme vložit opakovaně.
6. Snížení výkonu ve fázi náběhu výroby, technologické zkoušky. [16]

TPM se skládá z pěti pilířů, díky nimž lze dosáhnout a udržovat optimální podmínky pro provoz výrobních strojů a zařízení. Těmito pilíři jsou:

- zvyšování celkové efektivity zařízení (CEZ);
- realizace systému autonomní (samostatné) údržby;
- systém plánované údržby;
- trénink a vzdělávání operátorů a údržbářů;
- systém zlepšování stavu strojů. [14]

### 2.1.8 Systém rychlých změn - SMED

Metoda SMED se soustředí na snižování přechodných časů resp. doby, která uplyne od ukončení výroby posledního kvalitního kusu dávky do vyrobení prvního kvalitního kusu další dávky. Tato metoda vznikla především proto, že se stále častěji začalo uplatňovat pravidlo, že rychlý pohltní pomalého, rychlejší předběhne pomalejšího o jedno či více kol atd. Rychlost se tak stala jednou z možností, jak být lepší než konkurence. [14,16]

Spotřebovaný čas a činnosti při změnách a výměnách sortimentu nepřinášejí zvýšení hodnoty, a proto je lze považovat za plýtvání. To se rozděluje na následující čtyři kategorie:

- plýtvání při přípravě na změnu;
- plýtvání při montáži a demontáži;
- plýtvání při seřizování a zkouškách;
- plýtvání při čekání na zahájení výroby. [16]

Existují tři kroky, jak tyto druhy plýtvání eliminovat. Nejprve je však důležité uvědomit si, že některé činnosti lze provádět v době, kdy je stroj v chodu. Tyto činnosti se nazývají externí a zahrnují např. kontrolu použitého nástroje, jeho čištění, uložení do skladu, přípravu materiálu. Interní činnosti je možné naopak provádět pouze při zastavení stroje, kdy stroj není v chodu. Jedná se o činnosti jako je upnutí či odepnutí nástroje. Hlavním cílem firem využívajících tuto metodu je převedení interních činností na externí.

- **1.krok** – oddělení operací externího a interního seřizování;

- **2.krok** – přeměna interního seřizování na externí;
- **3.krok** – zlepšování jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování. [14,16]

### 2.1.9 Management toku hodnot

Management toku hodnot je základním nástrojem pro analýzu plýtvání v procesech ve výrobě, logistice, vývoji nebo administrativě. Kromě zobrazení toku hodnot od dodavatele k zákazníkovi umožňuje i plánování změn v toku hodnot a modelování budoucího stavu. Jedná se tedy o nástroj pro analýzu procesů, jejich zlepšování a komunikaci. [6]

Je nezbytné znát dva související pojmy, a to pojmy hodnota a hodnotový tok. Obecně lze říci, že hodnota je to, co je zákazník ochoten zaplatit. Hodnotový management definuje hodnotu jako poměr mezi užitnými vlastnostmi produktu a náklady. Hodnotový tok představuje souhrn všech aktivit v procesech, které umožňují přeměnu materiálu na konkrétní zboží, jenž má hodnotu pro zákazníka.

Abychom byli schopni zlepšovat procesy, je důležité hodnotový tok vidět. K tomu slouží některé techniky průmyslového inženýrství, jako např. VSM, procesní analýza, relační diagramy či videozáznamy. [11]

#### ***Mapování hodnotového toku - VSM***

Mapování hodnotového toku (*Value Stream Mapping*) slouží k popisu všech operací, které ve výrobních, servisních či administrativních strukturách přidávají i nepřidávají hodnotu. Podstatou mapování hodnotového toku je sledovat cestu materiálu od zákazníka k dodavateli a zakreslit reálný obraz každého procesu v materiálovém a informačním toku. Cílem je také eliminace procesů, které nepřidávají hodnotu.

Základní kroky VSM jsou následující:

- výběr reprezentanta pro danou skupinu výrobků;
- znázornění současného stavu;
- znázornění budoucího stavu;
- harmonogram realizace žádoucího stavu.



Mapování hodnotového toku je vhodné použít u:

- výrobku, kterého se výroba teprve zavádí;
- výrobku, u kterého se plánují změny;
- návrhu nových výrobních procesů;
- stanovení nového způsobu rozvržení výroby. [14]

### 2.1.10 Procesy kvality a standardizovaná práce

Základem každé výroby (nejen štíhlé) jsou procesy kvality a standardizovaná práce. Kvalita musí být zabudovaná stejně jako zjištění abnormalit a reakce na ně. Tam, kde nejsou procesy pod kontrolou, kde předepsané parametry kvality nebo času jsou nestabilní a vykazují široký rozptyl, tam nemohou fungovat ani další prvky štíhlé výroby. Kvalita neznamena několiknásobnou kontrolu ani hrubé směrnice kvality. Kvalita u zdroje označuje okamžité zjištění chyby, okamžité reagování, hledání a odstraňování příčiny vzniku chyby. Mezi nástroje pro řešení problémů kvality patří 7 nástrojů kvality, FMEA, QFD atd.

Kvalita u zdroje znamená, že jsou procesy zajištěny tak, aby byla chyba v procesu a zmetek okamžitě zachyceny a aby se problém okamžitě vyřešil. Využívají se k tomu následující možnosti:

- samokontrola v týmech na pracovišti;
- linka stop – každý pracovník může zastavit linku v případě vzniku chyby;
- zařízení na automatické zachycení abnormalit a zastavení procesu – jidoka;
- zařízení poka-yoke, která zabraňuje vzniku chyb v procesech.

Abychom byli schopni standardizovat práci ji musíme umět správně analyzovat a měřit. Standardy pak musí být jednoduché a srozumitelné pro všechny lidi na pracovištích, aby pochopili, co mají dělat, když proces probíhá normálně, na co si mají dávat pozor a co mají dělat, když proces probíhá jinak než má.

Standardy práce na pracovišti se zaměřují na:

- redukci variability procesů a oprav chyb;

- zvýšení bezpečnosti;
- usnadnění komunikace;
- zviditelnění problémů;
- zvýšení pracovní disciplíny atd. [6]

## 2.2 Plýtvání

Plýtváním se označuje vše, co se ve firmě realizuje a nepřidává hodnotu vyráběnému výrobku nebo službě. O tom, co přidává hodnotu či nikoliv rozhoduje sám zákazník. Co nechce zaplatit je považováno za plýtvání, proto se firmy snaží vyrábět bez plýtvání. Takový stav je jen velice těžko dosažitelný, přesto mohou firmy díky neustálému snižování plýtvání a kombinací různých metod docílit snížení plýtvání na minimální úroveň. [15,9]

Plýtvání lze rozdělit na zjevné a skryté. Z pohledu zvyšování produktivity není největším problémem plýtvání zjevné, které je možné snadno odhalit a odstranit, ale plýtvání skryté. To zahrnuje činnosti, které je nutné vykonat, ačkoliv by bylo možné je eliminovat či redukovat zlepšením pracovní metody nebo zlepšením organizace práce. Mezi skryté plýtvání lze zařadit kontrola dílů, transport dílů, vybalování dílů atd.

Mistři identifikace a odstraňování plýtvání jsou Japonci, kteří ve firmě Toyota klasifikovali plýtvání do sedmi skupin. Toto rozdělení označili jako „sedm druhů plýtvání“ a je následující:

- **Nadvýroba**
  - V případě plynulého rozjezdu výroby často dochází k tomu, že se vyrábí, i když už to není třeba. Jedná se o dobrý úmysl, ale je to chyba. Nadvýroba je totiž jedním z nejhorších druhů plýtvání, protože vyžaduje dodatečné náklady, místo pro skladování a v mnohých případech také dodatečnou práci na znehodnocených výrobcích, které se neprodaly.
- **Doprava**
  - Doprava je nejčastějším druhem plýtvání, který je ovšem nezbytný. Materiál se totiž musí dopravit ze skladu do meziskladu, odtud na pracoviště, násled-

ně ve formě polotovaru zpět do meziskladu, aby byl posléze transportován na jiné pracoviště atd.

- **Čekání**
  - Čekání patří mezi zjevná plýtvání. Lze sem zařadit čekání na materiál, čekání na opravu stroje, čekání seřízeného stroje na uvolnění do výroby či pozorování stroje operátorem.
- **Špatný pracovní postup**
  - Špatný pracovní postup může vyvolat potřebu dodatečné práce. Patří sem například dlouhé dráhy nástrojů před zahájením vlastní operace, navržení špatného materiálu nebo nevhodnou konstrukcí výrobku, nástroje či přípravku.
- **Zásoby**
  - Zásoby a jejich udržování patří mezi často diskutované problémy. Kromě dodatečných nákladů na jejich udržování zakrývají velkou část problémů, mezi které patří dlouhé časy výměn nástrojů, vadné výrobky, poruchy strojů, pohodlnost při plánování apod.
- **Zbytečné pohyby**
  - Zbytečné pohyby jsou nepotřebné pohyby, které nelze označit za práci zvyšující hodnotu výrobku. Příkladem může být zbytečná chůze pro polotovar na špatně uspořádaném pracovišti. Také chůze mezi vzdálenými stroji při vícestrojové obsluze je zahrnuta v tomto druhu plýtvání.
- **Chyby pracovníků**
  - Chyby pracovníků způsobují zvýšení nákladů díky dodatečným činnostem, kdy dochází k opakování operace, opakované kontrole, opětovnému transportu či manipulaci atd. Výše nákladů se pak odvíjí od vzdálenosti místa, kde došlo k chybě a místem, kde byla odhalena následná vada. Jestliže vadu objeví zákazník, může dojít ke ztrátě budoucích obchodů. [15]

Předešlý seznam sedmi druhů plýtvání je nezbytné doplnit o další druh, a to nevyužití schopnosti a znalosti pracovníků. Tento druh plýtvání se vyskytuje tam, kde nelze zajistit využití schopností pracovníků zaměstnavatelem, kde je rozpojen řetězec mezi podnikem a zákazníkem apod. Nevyužití znalostí pracovníků může brzdit tok myšlenek, zpomalit tvor-

bu námětů na zlepšení, vytvářet frustraci a demotivaci, dávat příležitost k promarnění zlepšení stavu.[15,11]

### 3 STUDIUM PRÁCE

Jedno staré přísloví říká, že čas je stínem pohybu. Pro potřeby podniku je vhodné ještě dodat, že čas je základem úspěchu či neúspěchu firmy. Proto je třeba již v projektování udělat vše pro to, aby všechny činnosti trvaly co nejkratší dobu a aby se neprováděly žádné zbytečné pohyby. Tímto způsobem myšlení podniky ovlivňují svoji konkurenceschopnost. Jejím základem je, aby byly časy stanovené tak jako u konkurence a aby docházelo díky lepší organizaci práce k jejich neustálému zkracování. Touto problematikou se zabývá studium práce. [7]

Studium práce je považováno za klasickou disciplínu průmyslového inženýrství. Jedná se o soubor nástrojů a metod, jejichž cílem je analýza a měření vykonávané práce. Studium práce přezkoumává pracovní postupy, snaží se o zlepšení efektivnosti využití zdrojů a definuje normy časů pro jednotlivé činnosti. Tím se stává prostředkem pro zvyšování produktivity. Studium práce zahrnuje dvě techniky, studium metod a měření práce, které se většinou využívají současně nebo v kombinaci. [15,1]



Obrázek 1 Studium práce [7]

Existuje několik důvodů, proč aplikovat studium metod a měření práce:

- růst produktivity při velmi malých investicích,
- stanovení časové normy,
- zvýšení bezpečnosti na pracovišti,
- úspory jsou viditelné hned,
- mohou být uplatněny v libovolném prostředí,
- jsou relativně jednoduché. [8]

### 3.1 Studium metod

Studium metod lze definovat jako techniku, která umožňuje rozdělit lidskou činnost na jednotlivé elementy, které jsou následně podrobeny analýze s cílem odhalit plýtvání. Teprve po provedení analýzy je možné navrhnout a provést příslušná opatření, která nepatřičné elementy eliminuje či zlepšuje. Tato technika hledá lepší cesty, jak věci dělat, čímž přispívá k dosažení vyšší produktivity díky odstraňování zbytečné práce, čekání a ostatních druhů plýtvání. [15,14]

Záznamovými prostředky této metody jsou zejména:

- pohybové studie (např. záznam pomocí therbligů),
- procesní analýza (např. diagram toku, diagram člověk-stroj),
- dotazníky, popisná analýza a kontrolní listy,
- videozáznamy, fotografie. [15]

### 3.2 Měření práce

Jedním z hlavních úkolů průmyslového inženýrství je měření času, neboť čas byl vždy jednou z nejdůležitějších veličin v inženýrských metodách, vědě i výrobě. Měření práce označuje soubor technik vytvořených pro určení času nezbytného na vykonání určité práce kvalifikovaným dělníkem na vymezené úrovni výkonu. Výstupem jsou normy spotřeby času,

které jsou základem pro plánování, projektování pracovních systémů, kalkulace, řízení práce a také měření výkonu pracovníka. [14,16]

Z historického vývoje známe následující postupy:

- hrubé odhady,
- kvalifikované odhady,
- využití historických údajů,
- časové studie pomocí přímého měření,
- systémy předem určených časů (např. MOST, MTM).

Všechny uvedené postupy se v různých případech používají dodnes. Hlavní význam pro současné průmyslové inženýrství mají především poslední dva způsoby. [16]

## 4 PRODUKTIVITA

Produktivita je veličina, která stojí v ústředí zájmu průmyslového inženýrství. Obecně vyjadřuje produktivita poměr mezi vyprodukovaným množstvím zboží či služeb a množstvím pracovní síly, materiálu a jiných zdrojů, určených k produkci.

$$P = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}}$$

Produktivita tedy ukazuje, jak výkonně a efektivně byly využity zdroje pro transformaci vstupů na výstupy. Výstup může být vyjádřen v naturálních jednotkách (kusy, litry, tuny atd.) nebo jednotkách peněžních (Kč). Mezi vstupy zařazujeme pracovní sílu, výrobní zařízení a stroje, materiály či kapitál a jsou také vyjádřeny v naturálních (počet pracovníků, počet odpracovaných hodin) či peněžních jednotkách.

Produktivita je filosofií a způsobem jednání, který je založený na vysoké motivaci lidí pro neustálé zlepšování kvality a konkurenceschopnosti.

Jedna z definic produktivity říká, že se jedná o přístup, který hledá neustále zlepšování toho, co již existuje. Je to víra, že člověk dokáže dělat lépe dnes než včera a že zítřek bude lepší jako dnešek. Znamená pevné přesvědčení o pokroku lidstva. [7,14]

Produktivita je přímo i nepřímo ovlivňována řadou faktorů vně i mimo podnik. Externí faktory jsou takové, které firma obvykle nemůže ovlivnit. Interní faktory jsou ty, které firma ovlivňuje přímo. Mezi faktory ovlivňující produktivitu patří například:

- pracovní postupy a metody,
- kvalita strojního zařízení,
- využívání kapitálu,
- úroveň schopností pracovní síly,
- systém hodnocení a odměňování atd. [7]



## 4.1 Měření produktivity

Měření produktivity by se mělo v podniku konat pravidelně. Produktivitu lze měřit parciálně nebo celkově na úrovni jednotlivých výrobních úseků anebo na úrovni celého podniku. Měření produktivity nám pomáhá zjistit, zda se podnik ubírá správným směrem. [7]

V praxi se nejčastěji využívají tyto základní ukazatele produktivity:

- **totální produktivita** - je vyjádřena jako poměr celkového měřitelného výstupu a celkového kumulovaného vstupu.

$$TP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{celkový měřitelný vstup}} = \frac{(HV \times PC) + (RV \times PR \times PC) + OST}{PS + M + K + E + Tch + V + Ad + T + Q}$$

- **parciální produktivita** - je vyjádřena jako poměr celkového výstupu k jediné konkrétní položce vstupu. Tato produktivita může sloužit jako základna, kde začít se zlepšeními.

$$PP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}} = \frac{(HV \times PC) + (RV \times PR \times PC) + OST}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}}$$

- **standard produktivity** - je vyjádřením úrovně produktivity.
- **index produktivity** - je vyjádřen jako poměr zjištěné produktivity a standardu produktivity. Udává míru úspěšnosti zvládnutí výrobního procesu. [14]

$$IP = \frac{\text{aktuální produktivita}}{\text{standard produktivity}} \times 100$$

### LEGENDA

HV - hotové výrobky	K - kapitálové vstupy
PC - prodejní cena	E - spotřeba energií
RV - rozpracované výrobky	Tch - náklady na technologii
PR - % rozpracovanosti	V - náklady na vývoj
OST - ostatní příjmy	Ad - náklady na administrativu
PS - náklady na pracovní sílu	T - náklady na trénink
M - materiálové náklady	Q - náklady na jakost

Díky měření produktivity můžeme:

- sledovat interní vývoj ve firmě,
- kvantifikovat zdroje spotřebovávané na jednotku výstupu,
- porovnávat se s konkurencí,
- určovat relativní výkon oddělení a pracovníků. [7]

## 4.2 Zvyšování produktivity

Zvyšování produktivity neznamena pracovat tvrději, ale pracovat s lepší organizací a inteligentněji. Při zlepšování produktivity je potřebné spojit metody a techniky pro zvyšování produktivity s motivací a zainteresováním pracovníků na různých úrovních firmy. Produktivita by měla být prioritou všech pracovníků. [7]

Aby firma zajistila potřebný růst produktivity, musí se soustředit na růst a zlepšování čtyř základních faktorů – využití, výkon, kvalita a metody. Při hledání zdrojů, na kterých bude možné tento růst založit, je důležité obrátit pozornost na:

- vytváření klimatu pro vysokou produktivitu,
- využívání technik a metod zvyšování produktivity,
- zlepšování vztahů lidí k práci i dalším pracovníkům,
- odstraňování plýtvání z jednotlivých procesů,
- posilování vazby „člověk-stroj“,
- zvýšení rychlosti při vývoji a inovaci. [15]

## 5 ERGONOMIE

Ergonomie je interdisciplinární věda, která se zabývá optimalizací vztahu mezi člověkem, strojem a pracovním prostředím. Obecně platí, že pracovní podmínky a pracovní prostředí se musí zaměstnanci přizpůsobovat, neboť správné uspořádání pracoviště je důležitým předpokladem pro dosažení jeho trvalé osobní výkonnosti a tudíž i efektivnosti podniku jako celku. Proto se firma stará o:

- vhodnou pracovní polohu,
- vhodné zorné podmínky pro práci,
- vhodnou výšku pracovní plochy,
- vhodné pohybové prostory,
- bezpečný přístup na pracoviště a bezpečnost při práci. [14]

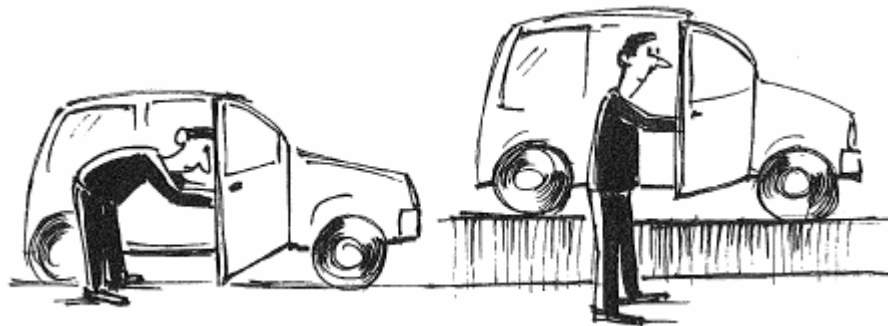
Nejčastější pracovní polohy jsou sed a stoj, ale nelze vyloučit ani ostatní polohy jako je klek, předklon, dřep a leh. Jako základní pracovní polohu lze chápat také chůzi. Z fyziologického hlediska je sed energeticky méně náročný a dolní končetiny při něm nejsou trvale zatíženy, avšak ani trvalá práce vsedě není vhodná. Pracovní poloha ve stoje umožňuje vynaložit větší svalovou sílu, větší dosah a dohled, nevýhodou je však namáhavost, zejména zvýšené zatížení nohou. Za optimální nelze pokládat žádný pohyb ani žádné držení těla. Proto se doporučuje měnit pozici těla a střídát sezení se stáním či přecházením všude tam, kde je to možné. V následující tabulce je porovnání výhod poloh sedu a stoje. [14,3]

Tabulka 1 Porovnání výhod polohy sedu a stoje [10]

Výhody sedu	Výhody stání
Menší energetická náročnost	Možnost střídání poloh
Jemnější a přesnější pohyby	Větší dosah končetin
Odlehčení nohou	Větší síla
Využití nohou k práci	Větší bdělost
Lepší soustředění	Možnost rychlého pohybu
Odpočinek při mikropauzách	Pružnější střídání pracovišť

Obecně lze za nevhodné nebo nesprávné pracovní polohy, které je třeba vyloučit nebo co nejvíce omezit, označit:

- trvalý stoj na místě bez pohybu,
- trvalý nebo častý předklon, tj. více než 15 ohnutí v zádech,
- úklon, hluboké ohyby nebo nepřírozené polohy těla v dřepu,
- častý stoj na jedné noze (např. ovládání stroje jednostrannou nožní pákou),
- dlouhodobá práce s nataženými nebo předpaženými pažemi. [10]



Obrázek 2 *Redukce zatížení pracovníka [6]*

Na základě zrakové náročnosti práce se stanovují zorné podmínky, kterým se musí přizpůsobit výše pracovní plochy. Obecně platí, že zvyšováním pracovní plochy se zlepšují zorné podmínky, ale zhoršuje se statická zátěž rukou. Proto musí být při jemné, zrakově náročné práci, pracovní plocha vyšší než při práci fyzicky namáhavé s menšími nároky na zrak. Řešení konkrétního pracoviště závisí na antropometrických rozměrech pracovníka, které bývají vyjádřeny v tabulkách. V případě, že je výška sedadla i výška manipulační plochy nastavitelná, lze přizpůsobit pracoviště individuálním fyzickým dispozicím pracovníka. [3]

## 6 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ

Pracovištěm lze nazvat ohraničenou část výrobního procesu, která je uzpůsobena pro vykonávání určitého výrobního úkolu (pracovní operace). Při navrhování prostorového řešení výroby je důležité brát ohledy na několik základních prvků, mezi něž patří:

- charakter budov – zahrnuje informace o účelu objektů, podlahové ploše, nosnosti atd.,
- inženýrské sítě – jedná se o rozvody vody, páry, plynu, elektrické energie apod.,
- manipulační prostředky – jedná se o jeřáby s pevnými jeřábovými drahami, závodové železniční vlečky atd.,
- 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 posouzení předešlých vlivů v podstatě navazuje.

Prostorové uspořádání pracovišť je také závislé na materiálových tocích. Proto je při řešení prostorové struktury nezbytné zaměřit se na:

- požadavky ergonomie,
- podmínky kvalitní, hospodárné a včasné výroby,
- snadnou kontrolu a řízení výrobního procesu,
- snadnou a hospodárnou manipulaci s materiálem, nástroji, odpadem atd. [14]

Rozmístění pracovišť v prostoru výrobní jednotky může být individuální nebo skupinové. S individuálním rozmístěním se lze setkat u nižších typů výroby, v nichž se výrobní procesy zpravidla neopakují a celkový počet pracovišť je malý. V takovýchto podmínkách je obtížné stanovit pro rozmístění strojů nebo zařízení společné znaky výrobků nebo operací. Jedná se např. o laboratoře, vývojové pokusné nebo prototypové dílny.

Skupinové rozmístění pracovišť se uplatňuje ve složitějších výrobních procesech a u vyšších typů výroby. Dělbá práce spočívá ve vyčleňování, případně slučování pracovišť podle následujících dvou možných základních hledisek:

- na základě příbuznosti výrobních operací, shodných technologií, pak se jedná o tzv. **technologické uspořádání pracoviště** (např. brusírna, válcovna, lisovna...)
- podle charakteru vyráběného předmětu vzniká **předmětné uspořádání pracovišť** (např. výroba hřídelí, ozubených kol atd.)
- další formou je kombinace předchozích dvou – **buňková výroba**. [14]

Tyto základní způsoby uspořádání výrobního procesu jsou blíže popsány v následujících podkapitolách.

## 6.1 Technologické uspořádání pracovišť

Technologické uspořádání (*Process layout*) znamená, že jsou výrobní stroje a zařízení seskupována podle jejich technologické příbuznosti. Tak vznikají dílny se stejnými druhy strojů. Zpracovávané materiály a polotovary přecházejí z jedné dílny do druhé a mohou se do téže dílny i vracet. U tohoto druhu uspořádání jsou materiálové toky dlouhé a křížují se. Technologické uspořádání se uplatňuje především u kusové a malosériové výroby. Na rozdíl od předmětného uspořádání lépe zvládá různost výrobních požadavků. [14,5]

Výhody tohoto uspořádání:

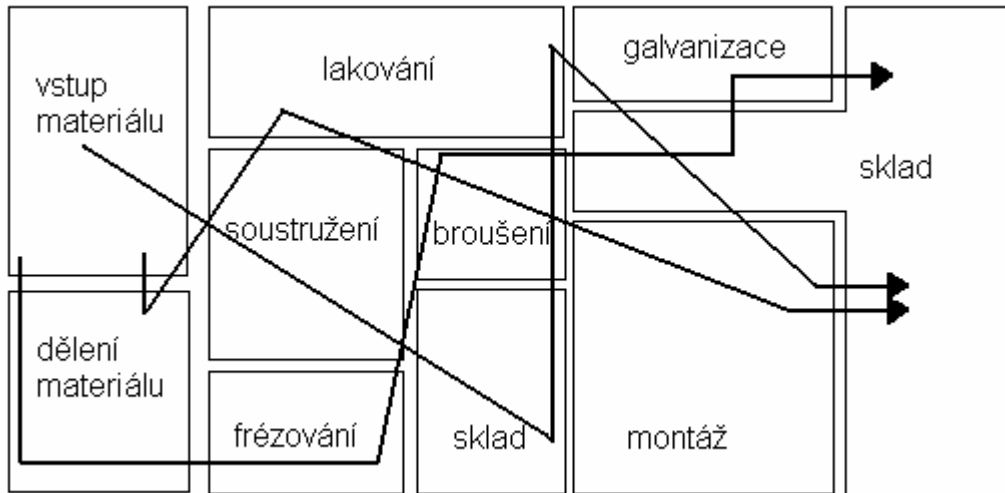
- univerzálnost,
- jednodušší organizace a větší operativnost řízení v technologicky specializovaných útvarech,
- vysoká kvalifikace pracovníků v dané specializaci,
- snadnější zabezpečení údržby strojů atd.

Nevýhody tohoto uspořádání:

- prodloužení výrobního cyklu, neboť roste podíl časů manipulačních a času přerušení vzhledem k času výrobnímu,
- dlouhé dopravní cesty,
- menší využití výrobních ploch – z důvodu vzniku velkých zásob a rozpracované výroby,

- větší pracnost výrobků,
- růst nákladů na výrobu, manipulaci a skladování. [14]

Jak může takové pracoviště vypadat je znázorněno na následujícím obrázku.



Obrázek 3 Technologické uspořádání pracoviště [14]

## 6.2 Předmětné uspořádání pracovišť

Předmětné uspořádání pracovišť (*Product layout*) seskupuje pracoviště tak, jak to vyžaduje technologický postup daného výrobku či součásti. Za sebou jsou tedy seřazena technologicky odlišná pracoviště podle sledu technologických operací a zpracovávaný předmět postupuje během výrobního procesu nejkratší cestou přímo z jednoho pracoviště na druhé. Cílem je tedy dosáhnout hladkého, rychlého a mohutného toku výrobků. Toto uspořádání odstraňuje nedostatky technologického uspořádání a využívá se při výrobě stejných nebo technologicky podobných předmětů. [14,5]

Výhody tohoto uspořádání:

- zkrácení dopravních cest, snížení počtu pracovníků manipulace,
- nižší náklady na manipulaci s materiálem,
- nižší objem rozpracované výroby,
- krátká průběžná doba výroby atd.

Nevýhody tohoto uspořádání:

- vysoké požadavky na úroveň přípravy výroby,
- vyšší nároky na údržbu strojů a zařízení,
- malá pružnost. [14]

Ukázka předmětně uspořádaného pracoviště je znázorněna na následujícím obrázku.



Obrázek 4 Předmětné uspořádání pracoviště [14]

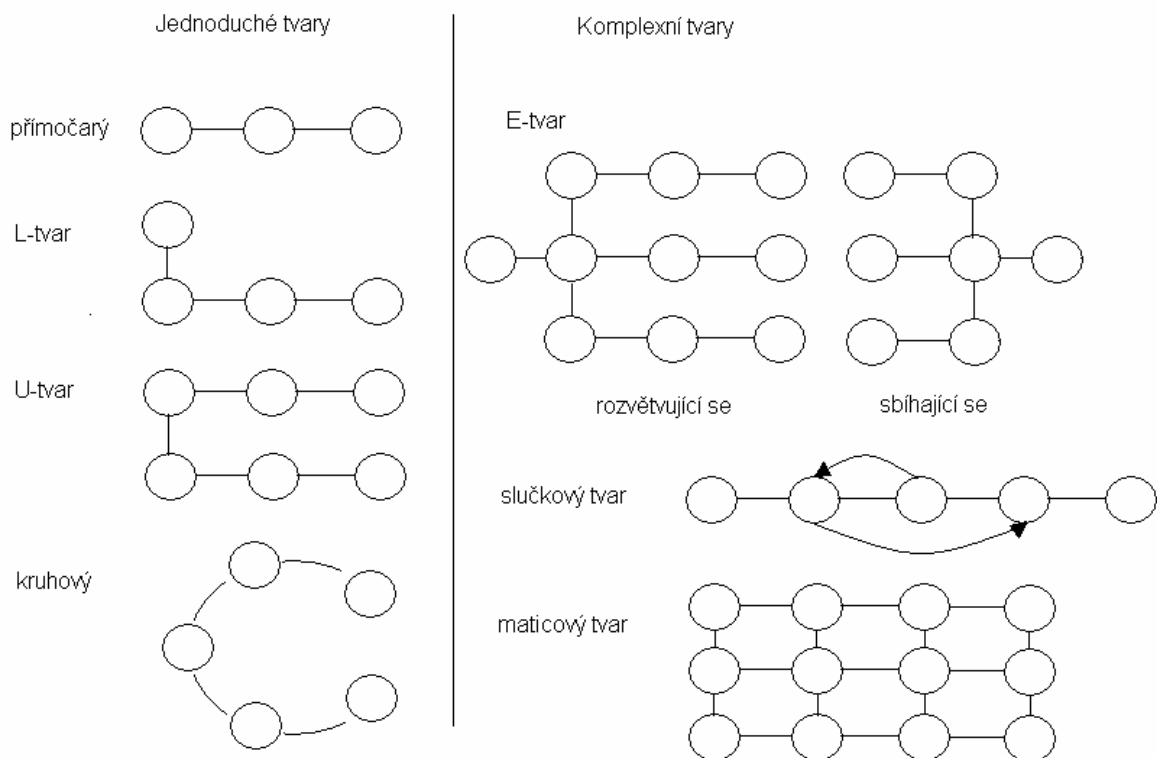
### 6.3 Buňková výroba

Buňková výroba (*Cellular manufacturing*) představuje moderní uspořádání strojů do buněk, které jsou schopné produktivně zhotovit výrobky s příbuznými výrobními požadavky. Buňky ve své podstatě znamenají jakousi autonomní, flexibilní obdobu předmětného uspořádání.

Stroje jsou v buňce uspořádány s naprosto minimálními požadavky na přepravu. Skupina podobných výrobků v buňce putuje stejnou cestou (může se přeskočit technologická operace, která není potřebná). Buňková výroba usiluje o propojení výhod technologického i předmětného uspořádání. [5]

Následující obrázek znázorňuje základní tvary výrobních buněk.





Obrázek 5 Základní tvary výrobních buněk [14]

Nejčastější typy výrobních buněk jsou:

- Týmově orientované (např. obrábění, lisování atd.)
  - vhodné použít při restrukturalizaci výrobních procesů,
  - spojují v rámci jednoho místa všechny dovednosti a schopnosti pracovníků i technologická zařízení.
- Montážní buňky
  - vytvářejí se pro skupiny montovaných výrobků,
  - projektují se ve dvou úrovních – předmontážní buňky a buňky finální montáže.
- Procesní buňky (např. tepelné zpracování, lakování atd.)
  - jsou určeny technologickým postupem. [14]

## 7 PROJEKTOVÁNÍ VÝROBNÍ LINKY

Projektování výrobních linek (*Line Balancing*) znamená získávat další ekonomické účinky předmětného uspořádání při plánování plynulého výrobního procesu. Hlavním cílem je časově synchronizovat práci do série elementárních úkonů tak, aby mohly proběhnout rychle a rutinně.

Po časové synchronizaci práce jednotlivých pracovišť se vyrovnávají úzká místa a vytváří se hladký výrobní tok, což bývá nejnáročnější úkol. Synchronizací se minimalizují časové ztráty a zabezpečuje se vysoké využití práce strojů i lidí - zvyšuje se tedy produktivita. Technologické operace se sdružují, pracovní úkony se sladují a utvářejí se jednotlivá pracoviště, která jsou obsazena zaškolenými pracovníky.

Na projektování i na výsledky výrobních linek mají značný vliv lidé, kteří jsou ovlivněni únavou či otupělostí, ale také tvořivostí a vynalézavostí. [5]

Některé firmy věří, že jsou schopny sladit výrobní linky bez navržených pracovních norem. Pravda je taková, že bez těchto norem je extrémně těžké rozlišovat mezi tím, co se zdá být jako vyvážená linka a co opravdu je vyvážená linka. [12]

### **Takt linky**

Takt se využívá k synchronizaci hodnotových toků. Takt představuje tempo, ve kterém musí každé pracoviště produkovat výrobky na základě aktuálních potřeb zákazníka. V případě, že jsou výrobky vyráběny rychleji, než udává čas taktu, vzniká nadvýroba a zvyšuje se rozpracovanost. Jestliže jsou výrobky vyráběny pomaleji než je čas taktu, může docházet u následující operace k nedostatku produktů nebo k vyvolání potřeby přesčasové práce. [11]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 8 FIRMA TNS SERVIS, S.R.O.

### 8.1 Základní údaje

**Název:** TNS SERVIS, s.r.o.

**Sídlo:** K Teplinám 619, Slušovice 763 15

**Email:** tnsservis@tnsservis.cz

**Telefon:** + 420 577 981 039

**Fax:** + 420 577 981 115

**Web:** www.tnsservis.cz



Obrázek 6 Firma TNS SERVIS, s.r.o. [16]

### 8.2 Historie firmy

Firma TNS SERVIS, s.r.o. vznikla 3.1.1991 jako privátní firma založená šesti společníky. V prvním roce své činnosti se firma věnovala převážně servisu kancelářské a výpočetní techniky. S postupným rozvojem byly služby rozšířeny o prodej výpočetní a kancelářské techniky, instalaci sítí a prodej spotřebního materiálu. Pro tuto činnost byla vybudována vlastní prodejna v centru Zlína. V roce 1992 firma rozšířila činnost o instalace bezpečnostních a tepelně odrazných fólií pro obchody a banky.

Ke konci roku 1994 byla navázána spolupráce s belgickou firmou Bosch Tienen. Za tímto účelem firma TNS SERVIS zřídila ve Vizovicích nové pracoviště, ve kterém byla zahájena

kompletace plastových komponentů pro ostřikovací systémy světlometů, vyráběné firmou Bosch.

K vytvoření optimálních podmínek pro výrobní spolupráci s firmou Bosch byla nutná restrukturalizace celé společnosti. Jejím hlavním cílem byl útlum aktivit v oblasti servisu výpočetní a kancelářské techniky a současně rozšíření výrobních aktivit. Tímto způsobem se firma TNS SERVIS na konci roku 1996 plně přetransformovala z obchodně servisní organizace na organizaci výrobní, jejíž hlavní činností se staly montážní a elektromontážní práce.

Ke konci roku 1997 na základě dobrých výsledků v oblasti kvality výrobků a služeb došlo k razantnímu nárůstu výroby držáků uhlíků pro zákazníka Bosch Bühl. Z tohoto důvodu rozšíření výroby byl vybudován nový výrobní provoz ve Slušovicích. [2]

### 8.3 Současnost firmy

Firma TNS SERVIS patří mezi přední české výrobce automobilových komponentů. Své produkty vyrábí na ploše o rozloze 7000 m<sup>2</sup>. Pro své zákazníky firma zajišťuje:

- montáž plastových komponentů pro ostřikovače světlometů automobilu,
- výroba držáků uhlíku pro malé elektromotory v automobilech,
- montáž zadních plastových stěračů pro osobní automobily,
- osazování desek plošných spojů technologií SMT.

K zákazníkům patří nadnárodní společnosti jako Robert Bosch, Automotive Lighting či Magna. Většina produkce je určena na export, především do Německa, Rakouska, Maďarska, Belgie, Mexika a Brazílie. [13]

#### 8.3.1 Přehled produktů

Na následujícím obrázku je možné vidět některé vybrané produkty z výrobního programu firmy TNS SERVIS, s.r.o., jako držák uhlíku, ostřikovače světlometů či stěrač. Speciálním výrobkem se v období Vánoc stává skleněná vánoční koule, která za doprovodu světelných efektů hraje koledy.



Obrázek 7 Přehled produktů [13]

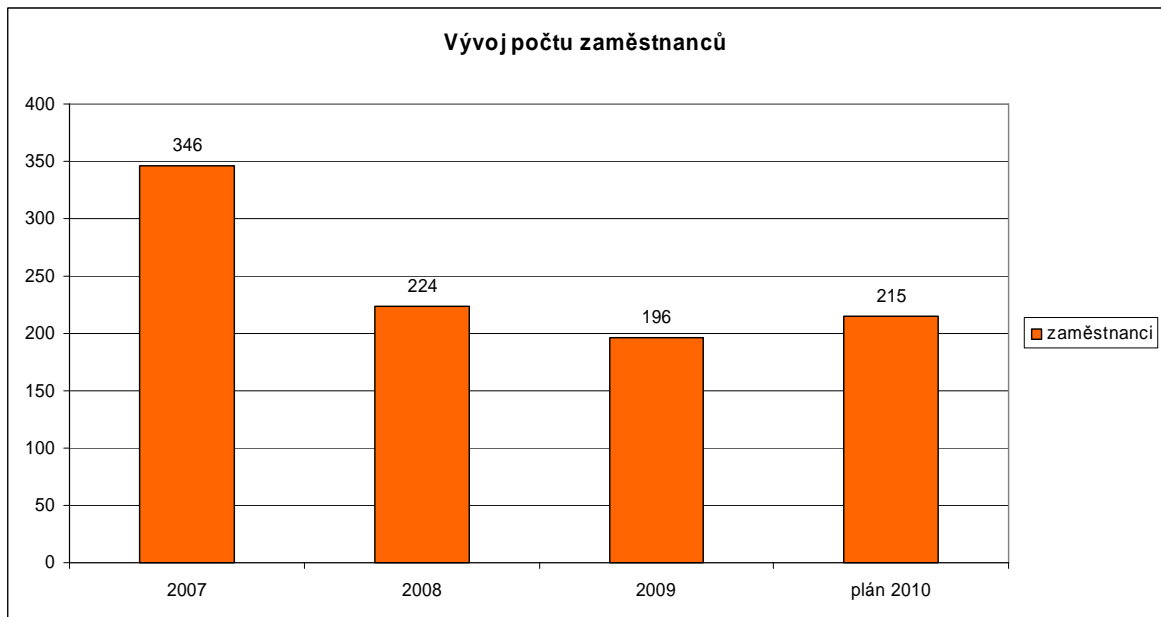
### 8.3.2 Certifikace

Jelikož kvalita finálního výrobku závisí na jednotlivých dodávaných komponentech, požadují výrobci automobilů po svých dodavatelích certifikaci systémů jakosti. Těmto požadavkům se musela přizpůsobit také firma TNS SERVIS, s.r.o., jako dodavatel automobilových komponentů, a zavedla systém jakosti podle ISO TS 16949. Tato norma představuje rozšíření požadavků ISO 9001 na organizace působící v odvětví automobilového průmyslu, které zajišťují výrobu, příslušné služby a díly. Firma je také certifikovaná na životní prostředí dle normy ISO 14001. [2,16]

### 8.3.3 Období krize

Jelikož je firma TNS SERVIS,s.r.o. výrobcem automobilových komponentů, prošla si také ona těžkým obdobím kvůli krizi v oblasti automobilového průmyslu. Z důvodu poklesu objednávek byla firma nucena snížit stav zaměstnanců a uzavřít menší výrobu v nedalekém městě Vizovice. Jak ukazuje následující graf, došlo v roce 2009 o snížení počtu zaměstnanců o téměř 50% oproti roku 2007, kdy se ještě nevědělo, že přijde světová krize. V tomto roce má firma za cíl zvýšit počet zaměstnanců na 215.

Toto období firma ustála a v současnosti se nachází na 80% původního stavu tržeb před dobou krize.



Obrázek 8 Vývoj počtu zaměstnanců [2]

## 9 DEFINOVÁNÍ PROJEKTU

Před začátkem analytické části je důležité ujasnit si hlavní a vedlejší cíle diplomové práce, a také možná omezení projektu.

### **Téma práce:**

- Projekt zvýšení produktivity výrobní linky hadicových systémů ve firmě TNS SERVIS, s.r.o.

### **Hlavní cíl:**

- Zvýšení produktivity linky hadicových systémů.

### **Vedlejší cíle:**

- Identifikace a eliminace plýtvání.
- Vybalancování linky hadicových systémů.
- Návrh nového layoutu linky hadicových systémů.

### **Omezení projektu**

- Termín odevzdání diplomové práce.
- Rozměry prostoru pro nově navržený layout.
- Neochota pracovníků spolupracovat.



## 10 ANALYTICKÁ ČÁST

Firma TNS SERVIS,s.r.o. již delší dobu přemýšlela o změně na pracovišti hadicových systémů, jelikož jeho uspořádání není již na první pohled vhodné. Proto se v následující části diplomové práce budu zabývat analýzou tohoto pracoviště.

K provedení analýz jsem využila těchto prostředků:

- firemní dokumentace;
- přímé pozorování;
- fotozáznamy a videozáznamy;
- rozhovory;
- teoretické poznatky.

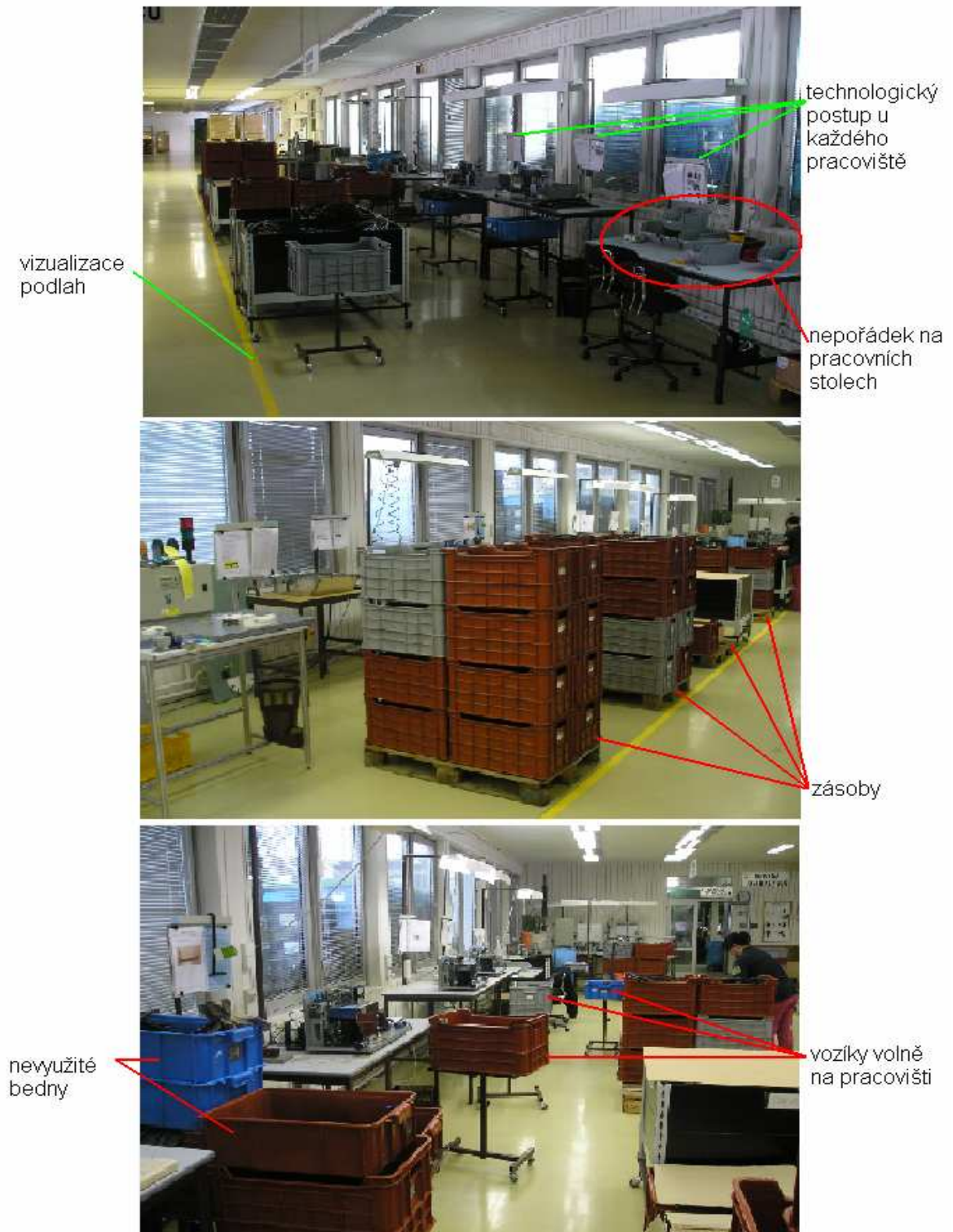
### 10.1 Analýza pracoviště

Pracoviště hadicových systémů se nachází v hale č.3, kde se kromě kompletace hadicových systémů provádí i jiné činnosti, jako např. montáž teleskopů či ostříkovačů.

Pracovní stoly zabírají prostor podél jedné zdi. Jsou uspořádány v řadě vedle sebe, přesto jsou mezi některými stoly zbytečně velké vzdálenosti, čímž toto rozmístění zabírá zbytečně velký prostor, který by se dal zmenšit. Dalším nedostatkem na pracovišti jsou velké zásoby, které se hromadí u každého pracovního stolu, a také zabírají velký prostor.

Pohyb pracovníků je omezován nejen paletami zásob, které musí obcházet, ale také vozíky, které se jim mnohdy pletou pod nohy. Důvod je ten, že vozíky nemají své místo, a proto je pracovníci umísťují i tam, kde překáží. Mezi jednotlivými stoly jsou občas k vidění prázdné bedny, které sice nebrání pohybu pracovníků, ale vytváří se dojem neupraveného prostředí. Proto by je měly pracovníci dávat tam, kam patří. Přílišné uspořádání věcí se nenachází ani na pracovním stole první operace této linky, kde jsou plastové vaničky s materiálem položeny kdekoliv a mnohdy jich je tam zbytečně moc. U ostatních pracovních stolů se uspořádání věcí udržuje. Čistota pracoviště je udržovaná, neboť vždy na konci odpolední směny pracovníci očistí stoly od nečistot způsobených ten den.

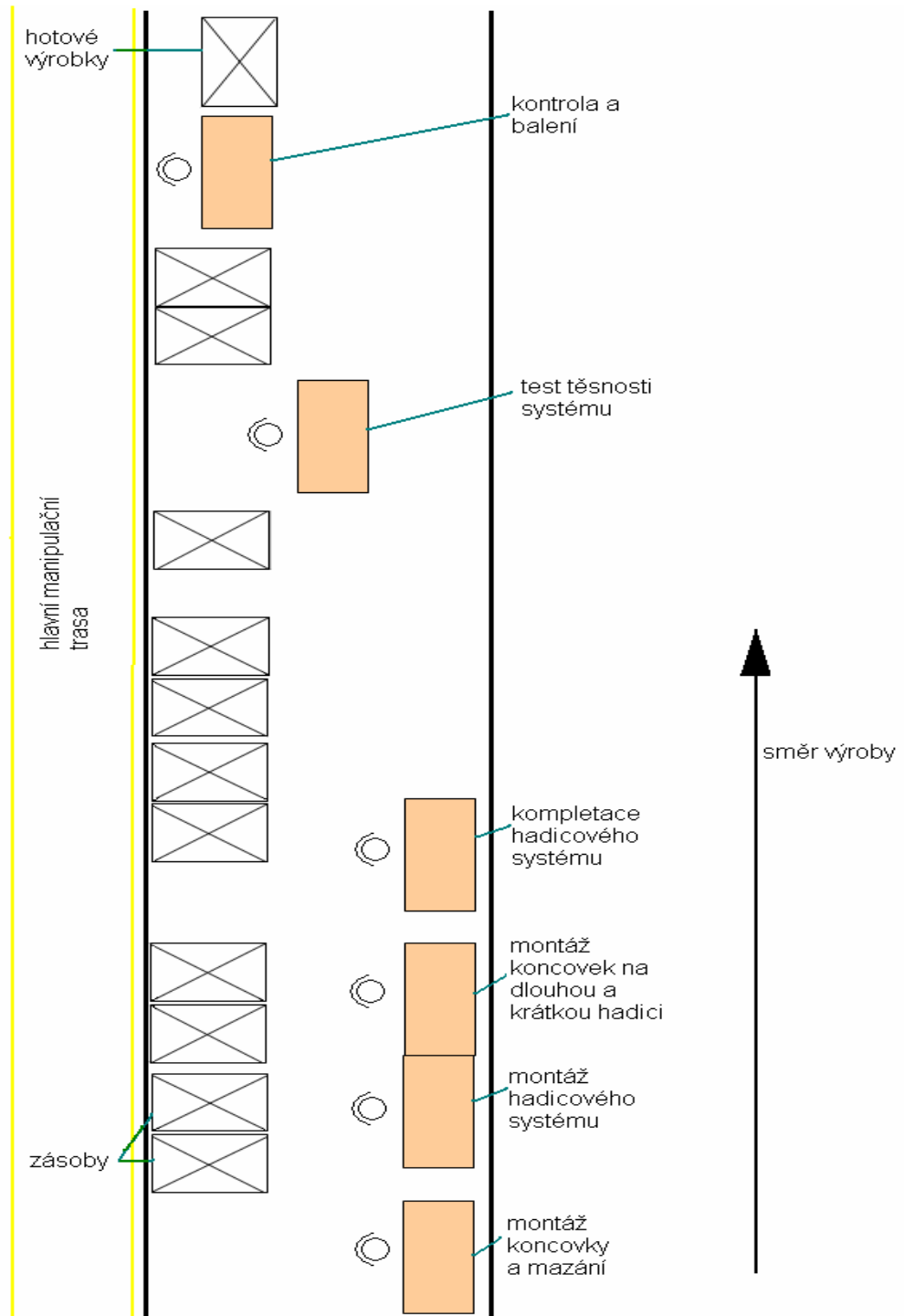
Nedostatky pracoviště jsou znázorněny na následujícím obrázku červeným označením. Zeleně jsou zvýrazněny aspekty, které jsou správné a je o nich zmínka v pozdějších kapitolách.



Obrázek 9 Analýza pracoviště [vlastní zpracování]

### Současný layout

Současné uspořádání na pracovišti hadicových systémů je možné vidět na následujícím obrázku. Stoly se táhnou podél jedné zdi a mnohdy nejsou za velkým množstvím zásob vidět. Toto uspořádání pracoviště zabírá prostor o velikosti 64,75 m<sup>2</sup>.



Obrázek 10 Layout před změnou uspořádání [vlastní zpracování]

## 10.2 Analýza produktu

Výstupem na pracovišti hadicových systémů je systém hadic VW PASSAT. Ten se nachází v přední části automobilů a slouží k ostřikování xenonových světlometů, které při zašpinění příliš oslňují protijedoucí auta.

Hadicový systém se skládá ze tří hadic různé délky, které se opatří koncovkami a následně se pomocí tzv. T-spojky kompletují dohromady.



Obrázek 11 *Hadicový systém VW PASSAT [vlastní zpracování]*

### 10.2.1 Technologický postup výroby

Každý pracovní stůl je opatřen prostorem, který je určen pro technologický postup. Ten zahrnuje slovní popis operace, kusovník a ve většině případů také fotografii. Ke změně technologického postupu dochází v případě změny materiálu, postupu či v případě reklamního opatření.

Montáži hadicového systému předchází přípravná operace dělení hadic. Ta spočívá v tom, že se do odvíječícího zařízení vloží předepsaný typ hadice, na ovládacím panelu se nastaví příslušná délka a požadovaný počet kusů hadic. Tímto končí činnost pracovníka (předačky), neboť hadice padají do přichystané bedny, jak ukazuje následující obrázek. Pracovnice

tedy odchází vykonávat jinou operaci. Dělení hadic probíhá zpravidla den před započítáním výroby hadicových systémů.



Obrázek 12 *Dělení hadic [vlastní zpracování]*

První operací u výrobní linky hadicových systémů typu VW PASSAT je montáž koncovky a následné mazání. Pracovnice má připraveny západky a koncovky, které pomocí montážního přípravku dává dohromady. Nejprve do přípravku vloží západku a následně na ni pohybem dolů nacvakne koncovku. Při této operaci si musí dát pozor na správnou orientaci západky v koncovce. Montáž koncovky zabere pracovníci průměrně 2,8 sekund.

Po montáži potřebného množství koncovek si pracovnice připraví mazací tuk, kterým pomocí štětce natře vnitřní plošky na západce, což činí 2,6 sekundy. Na jeden hadicový systém se spotřebují 4 koncovky.



Obrázek 13 *Montáž a mazání koncovek [vlastní zpracování]*

Takto připravené koncovky pracovnice přenesou k vedlejšímu pracovišti, kde dochází k montáži koncovek na hadici z obou stran. Hadice jsou na pracovišti již přichystány, takže pro ně pracovnice nemusí jít až do skladu. Prvním krokem této operace je vložení koncovky do montážního stroje a její zajištění. Následně se mezi svěrací čelisti stroje vloží hadice a mírně se nasune na koncovku tak, aby oblouk hadice směřoval k pracovnici. Směr oblouku hadice je zde velmi důležitý z důvodu správné orientace jednotlivých hadic hotového hadicového systému. Následně pracovnice stiskne ovládací tlačítko stroje, které provede navlečení hadice na koncovku. Stejným způsobem se provede nasazení koncovky na druhý konec hadice. Hadice s koncovkami na obou stranách jsou následně v bedně přeneseny na pracoviště, kde dochází ke kompletaci hadicového systému. Tato operace trvá 22 sekund.



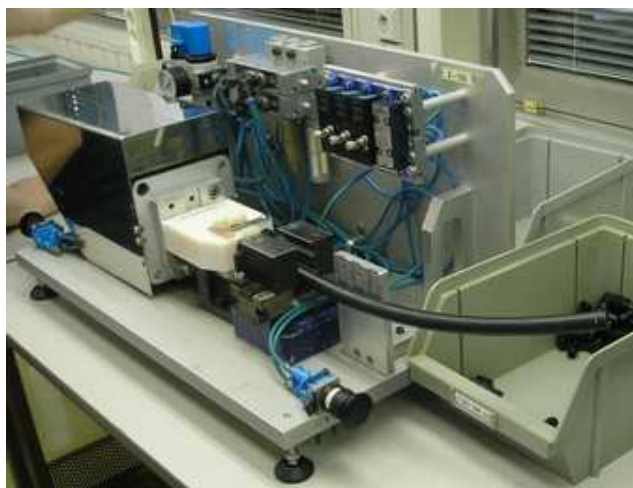
Obrázek 14 *Montáž hadicového systému*  
*[vlastní zpracování]*

U následného pracoviště se montují koncovky na dlouhou hadici, ale pouze z jedné strany. Postup vkládání koncovky i hadice do stroje je stejný jako u předchozího případu. Rozdíl je pouze ve směru hadice, její oblouk musí v tomto případě směřovat od pracovnice. Po vyjmutí ze stroje jsou hadice opět přeneseny v bedně k pracovišti kompletace hadicového systému. Nasazení koncovky na dlouhou hadici trvá 8,3 sekund.



Obrázek 15 *Montáž koncovky na dlouhou hadici [vlastní zpracování]*

Na téže pracovišti pracovnice montuje koncovku na krátkou hadici, jejíž postup montáže je naprosto stejný, jako u montáže dlouhých hadic. Jelikož je manipulace s krátkými hadicemi jednodušší, zabírá čas operace 7 sekund.



Obrázek 16 *Montáž koncovky na krátkou hadici [vlastní zpracování]*

Další operací je kompletace hadicového systému, kde se jednotlivé hadice spojí. K tomu se využije díl T-spojka, na jejíž střední konec je nasunut zelený O-kroužek. Poté je T-spojka vložena do montážního stroje. Jako první se kompletuje dlouhá hadice, která se vloží mezi

svěrací čelisti a mírně nasune na T-spojku tak, aby oblouk hadice směřoval nahoru. Stisknutím ovládacího tlačítka se provede navlečení hadice. Tento komplet se vyjme ze stroje a otočí ve stroji o 180°. Pracovnice si přichystá krátkou hadici s jednou koncovkou, vloží ji do čelistí stroje s obloukem směřujícím nahoru a zapnutím stroje navléká hadici na T-spojku, čímž se spojí dvě hadice. Třetí hadice s koncovkami na obou stranách se na T-spojku pouze navakne. Takto vyrobený hadicový systém se přenáší k pracovišti testu těsnosti systému. Kompletace trvá 18,5 sekund.



Obrázek 17 *Kompletace hadicového systému*  
[vlastní zpracování]

Testování provádí jedna pracovnice na kontrolní desce, na kterou se hadice upevní. Koncovky hadicového systému se nasunou do přípojky přívodu tlakového vzduchu. Po správném nasazení stiskne pracovnice tlačítko START, čímž se test provede. Během testování pracovnice nalepí na hadice dvě etikety, jejichž pozice je vyznačena na testovací desce. Výsledek testu je signalizován rozsvícením signálního světla. V případě, že je test těsnosti v pořádku, rozsvítí se zeleně. Takovýto systém je označen zeleným bodem na hadici v místě T-spojky a je odložen do bedny, která je určena pracovišti kontroly. Špatný test těsnosti je signalizován barvou červenou. Tyto systémy jsou odloženy do žluté přepravky a po skončení výrobní série dochází k jejich přetestování. Test těsnosti zabírá čas 34,3 sekund.





Obrázek 18 *Test těsnosti systému [vlastní zpracování]*

Na pracovišti kontroly dochází k optické kontrole hadicového systému, kdy pracovníce kontroluje:

- jednotlivé díly bez poškození;
- natření koncovek mazacím přípravkem;
- značku po testu těsnosti systému;
- správné nasunutí všech hadic u koncovek a u T-spojky;
- správné etikety a jejich umístění;
- správné natočení koncovek vůči T-spojce;
- všechny spony v koncovkách musí být černé.

Kontrola všech těchto parametrů trvá přibližně 33,1 sekund.



Obrázek 19 *Kontrola [vlastní zpracování]*

Jak jsem si mohla všimnout, pracovníce nedodržují přesný popis postupu a přizpůsobují ho tak, aby byl pohodlný. Jelikož se jedná o odchylky v rámci jedné operace, kdy např. pracovníce kompletuje na T-spojku nejprve krátkou hadici místo hadice dlouhé, nedochází k poškození výrobku. Přesto je odhalená pracovníce napomenuta.

Na tomto pracovišti se kompletují i jiné druhy hadicových systémů, proto je zde umístěno více technologických postupů svázaných v kroužkové vazbě. Díky tomu je výběr správného postupu jednoduchý. Jelikož pracovníce ví, co má dělat, nepotřebuje se dívat do technologického postupu. Pak se ale stane, že má nalistovaný postup jiného typu hadicového systému, než dělá, a jiní pracovníci či návštěvníci mohou být zmatení.

### 10.2.2 Zmetkovitost

Ze záznamů o zmetkovitosti na tomto pracovišti jsem se dozvěděla, že za poslední rok a půl nevyšel ani jeden zmetek a prý tomu tak bylo i roky předtím. Pokud se někdy stane, že u testu těsnosti zasvítí červené světlo místo zeleného, je to většinou chybou pracovníce, která jen špatně nasunula hadice na kontrolní desku.

## 10.3 Analýza materiálového toku

Pro analýzu materiálového toku jsem využila metodu mapování hodnotového toku a procesní analýzu. Materiálový tok představuje pohyb materiálu ve výrobním procesu včetně skladování. Začíná vykládkou materiálu na území závodu, vede přes sklady, výrobu a končí expedicí hotových výrobků.

Před tvorbou jak VSM tak i procesní analýzy jsem se pomocí přímého pozorování seznámila s výrobními operacemi a prostřednictvím stopek jsem naměřila jejich jednotlivé časy. Bližší informace o postupu mi dal také technologický postup, umístěný u každého pracovního stolu.

### 10.3.1 VSM

K tvorbě VSM je důležité znát nejen postup výroby a získat naměřené časy operací, ale také velikost zásob, jak ve skladu, tak i na pracovišti. Proto jsem si zjistila jejich hodnoty. Hadicový systém se skládá ze dvou hlavních částí – hadic a koncovek. Minimální množství

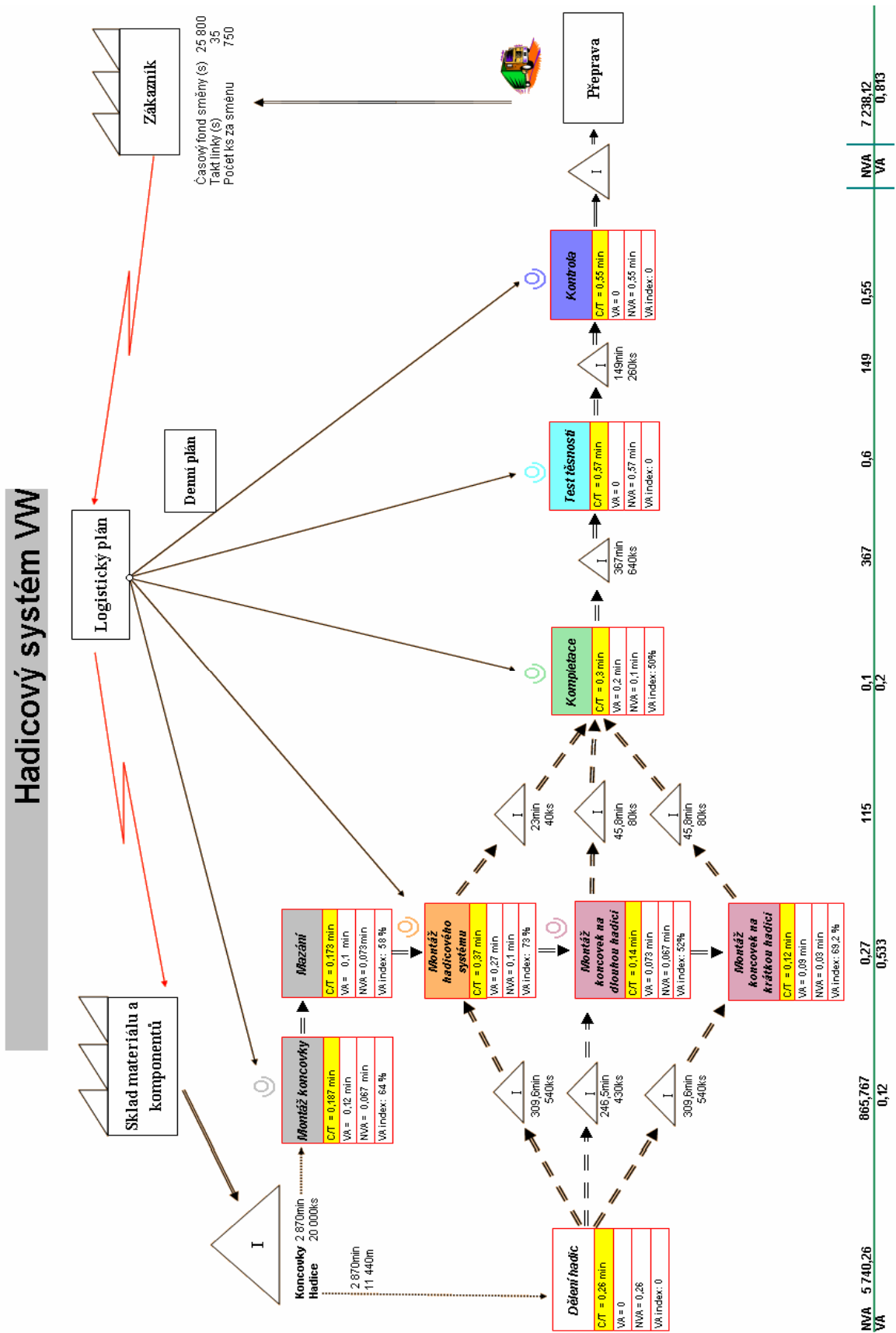
hadic, které musí být na skladě k dispozici, je 10 000m. Tato podmínka je splněna, neboť v současnosti je zde 11 440m. Koncovek je na skladu 20 000ks, minimum je 12 000ks. Hodnoty množství zásob v metrech či kusech jsem převedla na minuty, aby byly rovnatelné s hodnotami operací zaznamenaných v minutách.

Po zjištění těchto hodnot jsem roztřídila časy na přidávající a nepřidávající hodnotu a vypočítala jsem VA-index. Ten je charakterizován jako poměr doby, po kterou je výrobku přidávána hodnota, a celkové průběžné doby, po kterou výrobek vzniká. Zjištěné časy jsou uvedeny v následující tabulce. Čas přidávající hodnotu výrobku činí 0,813 min, čas nepřidávající hodnotu 7 238 min. Výsledný VA-index dosáhl hodnoty 0,0112%.

Tabulka 2 VA-index před změnou [vlastní zpracování]

Čas přidávající hodnotu	0,813 min
Čas nepřidávající hodnotu	7 238 min
Celkový čas	7 238,813 min
<b>VA-index</b>	<b>0,0112%</b>

Mapa hodnotového toku je vidět na následující straně. Je zřejmé, že je na pracovišti drženo velké množství zásob, které se pokusím v projektové části minimalizovat. Takt linky činí 35 sekund (0,582 minut) a žádná z operací jej nepřevyšuje. Proto nedochází k nedostatku produktů u následujícího pracoviště. Pro přehlednost jsou v mapě vyznačeny pracovníce a operace, které vykonávají, stejnou barvou.



Obrázek 20 VSM před změnou uspořádání pracoviště [vlastní zpracování]

### 10.3.2 Procesní analýza

Procesní analýzu znázorněnou na následujícím obrázku jsem vytvořila na základě zjištěných časů a vzdáleností. Jejím výsledkem je, že hadicový systém prochází celkem osmi operacemi a vyrobí se za 202,5 sekundy čili 3 minuty a 38 sekundy. Za celou dobu výroby urazí hadicový systém přibližně 55 metrů ve 14-ti transpotech. Dobu transportu jsem určila pomocí systému předem určených časů Basic MOST a jeho hodnota vyšla 1,08 sekundy na 1 metr. Kontrola probíhá u každé operace, avšak nejdůležitější je kontrola konečná, která je poslední operací při výrobě hadicového systému. Na pracovišti se objevuje 6 meziskladů. Čekání neprobíhá žádné.

č.	Činnost	OPERACE	TRANSPORT	KONTROLA	SKLADOVÁNÍ	ČEKÁNÍ	vzdálenost (m)	doba trvání (s)
1	Transport ze skladu	○	➡	□	△	⊔	18	19,44
2	Dělení hadic	●	➡	□	△	⊔		
3	Transport	○	➡	□	△	⊔	5	5,4
4	Mezisklad na pracovišti	○	➡	□	▲	⊔		
5	Montáž koncovky	●	➡	□	△	⊔		10,88
6	Mazání	●	➡	□	△	⊔		9,12
7	Transport	○	➡	□	△	⊔	3	3,24
8	Krok pro bednu s hadicemi	○	➡	□	△	⊔	1	1,08
9	Montáž hadicového systému	●	➡	□	△	⊔		22
10	Odložení bedny s hadicemi	○	➡	□	△	⊔	4	4,32
11	Mezisklad na pracovišti	○	➡	□	▲	⊔		
12	2 kroky pro bednu s dlouhými hadicemi	○	➡	□	△	⊔	2	2,16
13	Montáž koncovky na dlouhou hadici	●	➡	□	△	⊔		8,3
14	Odložení bedny s dlouhými hadicemi	○	➡	□	△	⊔	3	3,24
15	Mezisklad na pracovišti	○	➡	□	▲	⊔		
16	2 kroky pro bednu s krátkými hadicemi	○	➡	□	△	⊔	2	2,16
17	Montáž koncovky na krátkou hadici	●	➡	□	△	⊔		7,9

18	Odložení bedny s krátkými hadicemi	○	→	□	△	⊖	3	3,24
19	Mezisklad na pracovišti	○	→	□	△	⊖		
20	Kompletace hadicového systému	●	→	□	△	⊖		17,5
21	Transport	○	→	□	△	⊖	9	9,72
22	Mezisklad na pracovišti	○	→	□	△	⊖		
23	Krok pro bednu	○	→	□	△	⊖	1	1,08
24	Test těsnosti	●	→	□	△	⊖		34,3
25	Transport	○	→	□	△	⊖	2	2,16
26	Mezisklad na pracovišti	○	→	□	△	⊖		
27	Krok pro bednu	○	→	□	△	⊖	1	1,08
28	Kontrola	○	→	■	△	⊖		33,1
29	Uložení do krabice	○	→	□	△	⊖	1	1,08
<b>CELKEM</b>		<b>8</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>55</b>	<b>202,5</b>

Obrázek 21 Procesní analýza před změnou [vlastní zpracování]

Jednotlivé kroky procesní analýzy jsou detailně popsány v kapitole 10.2.1. V procesní analýze je znázorněna cesta materiálu. Ta začíná ve skladu materiálu a komponentů, odkud se hadice, ještě v celku, převezou na pracoviště, kde dochází k jejich dělení a následnému transportu k místu jejich montáže. Zde je vytvořen první mezisklad na pracovišti. Následuje montáž a mazání koncovek, což provádí první pracovnice. Ta přenáší připravené koncovky k vedlejšímu pracovišti, kde už na ně čeká druhá pracovnice, která provede operaci montáž hadicového systému. Tento první díl hadicového systému pak odnáší v bedně po 20-ti kusech k pracovišti kompletace hadicového systému, kde se opět tvoří mezisklad těchto hadic. Třetí pracovnice provádí operaci montáž koncovky na dlouhou hadici, která je druhým dílem hotového hadicového systému. Ji následně odnáší pracovnice v bedně k operaci kompletace hadicového systému, kde se opět tvoří mezisklad. Tato pracovnice provádí na stejném zařízení montáž koncovky na krátkou hadici, kterou také odnáší k operaci kompletace hadicového systému. U této operace se vyskytuje čtvrtá pracovnice, která tyto tři hadice kompletuje dohromady, vkládá je do beden a odváží k operaci test těs-

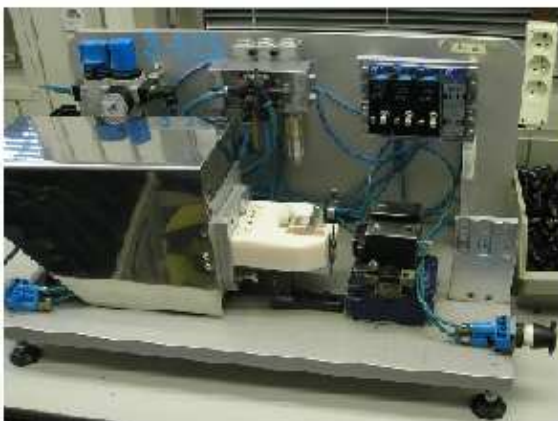
nosti. Zde se tvoří mezisklad. Poté, co pátá pracovnice hadice otestuje, přenáší je šesté pracovníci u vedlejšího pracoviště, která provede konečnou kontrolu. Před tímto pracovištěm je poslední mezisklad, za ním se nachází bedna s hotovými výrobky.

#### 10.4 Analýza zařízení

Montáž hadicového systému probíhá na dvou zařízeních. První slouží k nasazení koncovek na jednotlivé hadice, druhé k nasazení všech hadic na T-spojku. Jedná se o pneumatická zařízení, která fungují na stlačený vzduch, proto jsou zde ušetřeny náklady za elektrickou energii.

Na těchto dvou zařízeních nebyla doposud zaznamenána žádná porucha, jelikož dochází k pravidelné preventivní údržbě. U jiných strojů v rámci celé firmy, které jsou součástí výrobní linky a kde dochází k občasné poruše, je vždy určena jedna pracovnice, která je schopna dát stroj opět do pohybu bez pomoci údržbáře.

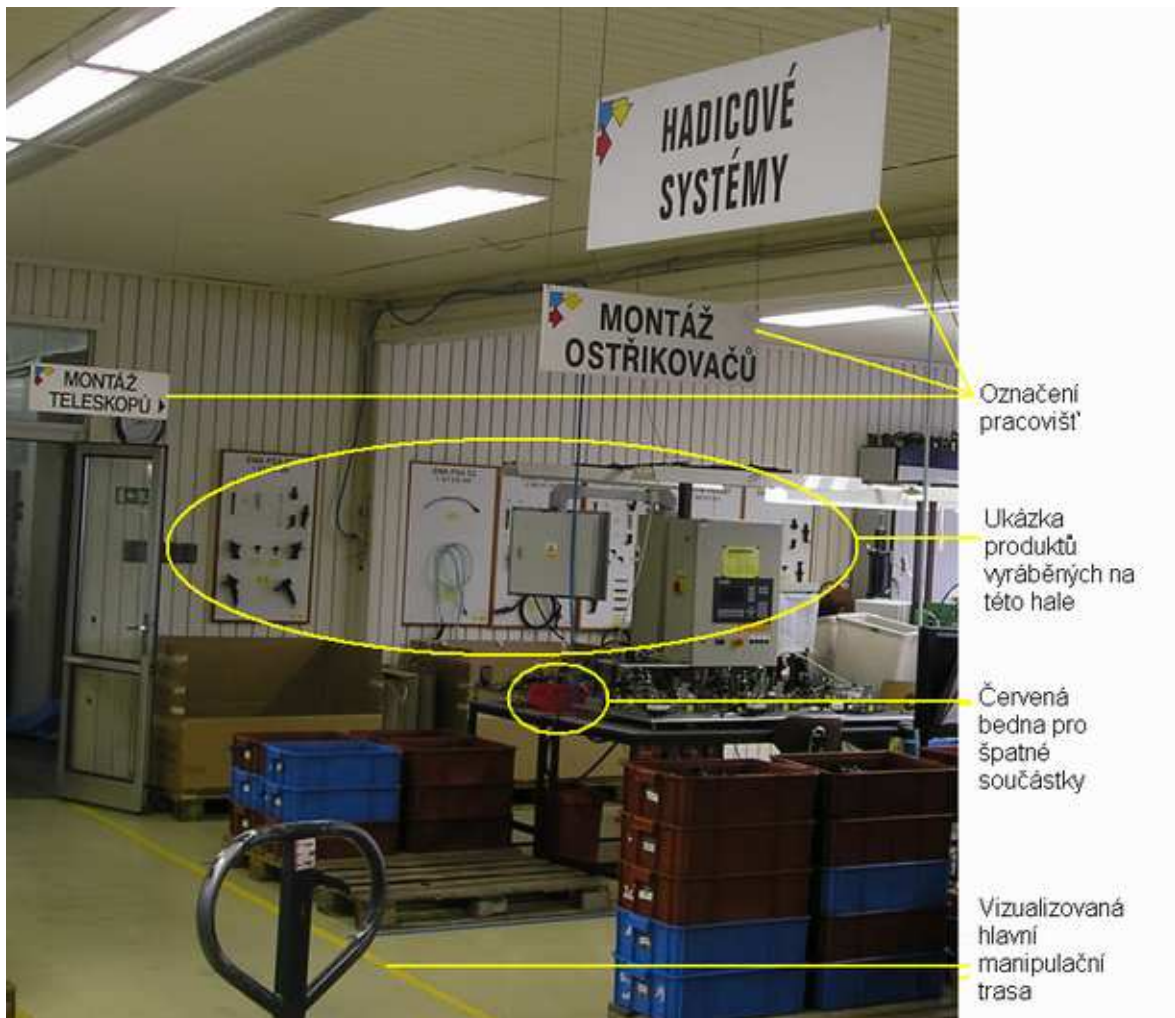
Zařízení pro testování těsnosti slouží také k testování jiných typů hadicových systémů, nejen VW PASSAT. Jelikož mají hadice jiné parametry, dochází při změně typu výrobku k výměně testovací desky. Ta je připravena za stolem a její nahrazení trvá přibližně 5 minut. Výměnu provádí předačka.



Obrázek 22 Zařízení u linky hadicových systémů [vlastní zpracování]

## 10.5 Vizualizace pracoviště

Stejně jako všechna pracoviště firmy je i toto označeno příslušnou cedulí, což urychluje orientaci v celém prostoru. Na podlaze je možné vidět žlutě vyznačenou hlavní manipulační cestu, vizualizace prostor pro palety s hotovými výrobky či materiálem chybí. Kolem pracovišť jsou vystaveny cedule s jednotlivými druhy hotových výrobků, které se v této hale vyrábí. Vizualizovaný je též seznam pracovníků, aby bylo vidět, kdo se právě vyskytuje na pracovišti a kdo sem přijde na odpolední směnu.



Obrázek 23 Vizualizace pracoviště [vlastní zpracování]

Výskyt vadných výrobků se u této výrobní linky odhalí především u dvou posledních operací, testování těsnosti a kontroly. Stroj na testování těsnosti obsahuje signalizační zařízení, které označuje dvěma druhy barvy stav hadicového systému – zelená barva značí správný výrobek, červená barva výrobek vadný.



## 10.6 Organizace práce

O tom, jakou práci budou jednotlivé pracovnice vykonávat, rozhoduje předačka, která na základě výrobního plánu přiřazuje práci jednotlivým pracovnicím. Aby nebyla práce jednotvárná, dbá předačka při psaní rozpisu na to, aby se pracovnice na jednotlivých pracovištích haly č.3 střídaly a nebyly stále na jednom místě. Každá pracovnice si prošla zaškolovacím kolečkem, takže ví, co se na které operaci provádí. Úkolem předačky je také příprava materiálů na jednotlivé pracoviště, aby se tím pracovnice nezdržovaly a aby méně zkušené nevezly omylem jiný materiál. Na konci každé směny se také stará o to, aby bylo pracoviště uklizené.

## 10.7 Ergonomie

Kolem každého pracovního stolu se vyskytuje dostatečný prostor pro pohyb pracovnic. Jelikož se jedná o činnosti, kdy je pracovnice neustále v pohybu, je k dispozici židle pouze u první operace montáže koncovek a mazání, kdy má pracovnice vše co potřebuje na pracovním stole. Židle jsou výškově nastavitelné, takže jdou uzpůsobit různému typu postavy. Nad každým pracovním stolem je světlo, které přímo osvětluje pracovní plochu. K manipulaci s bednami používají pracovnice vozíky, kterých je na pracovišti dostatek. Vozíky slouží k držení beden, kdy z jedné odebírá pracovnice hadici, provede příslušnou operaci a odloží hadici do druhé bedny, kterou následně na vozíku odveze k vedlejšímu pracovišti. Pracovnice se tedy pouze otáčí k bednám a nemusí se pro každou hadici ohýbat nebo mít bedny na stole. Vozíky jsou také výškově stavitelné. Jelikož se zde nevyskytuje žádný hlučný stroj, nemohou si pracovnice na hluk stěžovat.

## 11 ZHODNOCENÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

Tato část náleží shrnutí informací získaných v analytické části. Na základě zjištěných skutečností jsem následně vytvořila několik návrhů na zlepšení současného stavu pracoviště hadicových systémů typu VW PASSAT, kterými se budu zabývat v projektové části.

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

Pracovní stoly jsou na tomto pracovišti umístěny v řadě podél jedné zdi, a jelikož jsou mezi některými velké mezery, zabírají velký prostor, který by mohl být využit efektivněji. Další nevýhodou tohoto rozmístění jsou dlouhé trasy materiálového toku i pracovníků.

- *Vytvořit nový layout pracoviště.*
- *Zlepšit materiálový tok.*

Analýza pracoviště hadicových systémů ukázala, že se občas objevují věci tam, kde nemají být. Mám tím na mysli prázdné bedny a krabice, které mají vyhrazeny své místo ve skladu, a přesto zůstaly po většinu doby směny na pracovišti. Chybí zde tedy disciplína pracovníků, kteří toto vyhrazené místo nerespektují. Taktéž volně postavené vozíky občas překáží v cestě, proto by měly být pracovníci poučeni o jejich umístění. Na pracovním stole první operace jsou neefektivně umístěny kastlíky s materiálem, proto pro ně budou určeny prostory na stole. Na podlaze je vizualizovaná pouze hlavní manipulační cesta, tudíž by bylo vhodné vizualizaci podlah rozšířit pro lepší vnímání rozmístění pracoviště. Vizualizovaná podlaha také donutí pracovníky nechávat věci v označených prostorách.

- *Upozornění na dodržování metody 5S.*
- *Doplnit vizualizaci podlah.*

Při sledování činností a jejich měření jsem zaznamenala, že některé trasy pracovníků jsou dlouhé, tudíž se prodlužuje průběžná doba výroby hadicových systémů. Časy jednotlivých operací nemají stejnou hodnotu, proto vznikají na pracovišti zásoby rozpracované výroby. Ty jsou rozmístěny v řadě podél hlavní manipulační cesty a mnohdy jsou tak velké, že za

nimi pracovní stoly nejsou vidět. Z tohoto důvodu bude vhodné linku vybalancovat, aby vznikl plynulý materiálový tok a byly eliminovány zásoby.

- *Zkrátit průběžnou dobu výroby.*
- *Vybalancovat linku.*
- *Minimalizovat zásoby a rozpracovanou výrobu na pracovišti.*

## 12 PROJEKTOVÁ ČÁST

Po analýze pracoviště a jeho jednotlivých prvků jsem zjistila jeho nedostatky, které se v této části diplomové práce pokusím eliminovat.

Nejprve se zaměřením na výpočet taktu linky, který využiji v následující kapitole týkající se projektování montážní linky. Poté navrhnu nový layout, který vyloučí nedostatky současného uspořádání pracoviště, a doplním vizualizaci podlah. Na základě těchto návrhů byla firma schopna projekt realizovat, a proto je další část věnována studii proveditelnosti. Její prioritou je výpočet produktivity jak před změnou, tak i po změně uspořádání pracoviště a jejich porovnání.

### 12.1 Takt linky

Jak již bylo řečeno v kapitole 7, takt se využívá k synchronizaci hodnotových toků, a proto jej využiji. Pro výpočet jsem si zjistila potřebné údaje a dosadila do vzorce. Výpočet taktu linky lze vyjádřit jako poměr disponibilního času směny a požadavků zákazníka.

#### Disponibilní čas:

Čas směny	480 min
Zákonná přestávka	- 30 min
Bezpečnostní přestávka	- 10 min
<u>Čas na rozjezd a ukončení směny</u>	<u>- 10 min</u>
Disponibilní čas směny	430 min = <b>25 800 s</b>

#### Požadavky zákazníka:

Zákazník požaduje objednávku na 300 000 ks hadicových systémů za rok.

**Využitelný časový fond:**

Počet pracovních dnů v roce	253
<u>Plánovaná dovolená</u>	<u>- 20</u>
Celkový počet dnů	233
Počet týdnů	47

Jelikož je z celkového časového fondu věnováno 15% času na servis a údržbu, a ne produktu, musíme celkový počet dnů o tuto hodnotu očistit. Budeme tedy pracovat s následujícími údaji:

Celkový počet dnů	198
Počet týdnů	40

Pracuje se ve dvousměnném, pětidenním, osmihodinovém provozu.

**Výpočet požadovaného množství za jednu směnu:**

$$\text{Požadavek zákazníka} / (\text{Počet týdnů} \times \text{počet směn} \times \text{počet pracovních dnů}) = \frac{300000}{40 \times 2 \times 5} = \mathbf{750}$$

**ks za směnu**

**Takt linky:**

$$\text{Disponibilní čas} / \text{požadavky zákazníka} = 25\,800 / 750 = \mathbf{\underline{\underline{35s}}}$$

Takt linky je 35 sekund, což znamená, že by každé pracoviště této linky mělo provést operaci do 35-ti sekund.

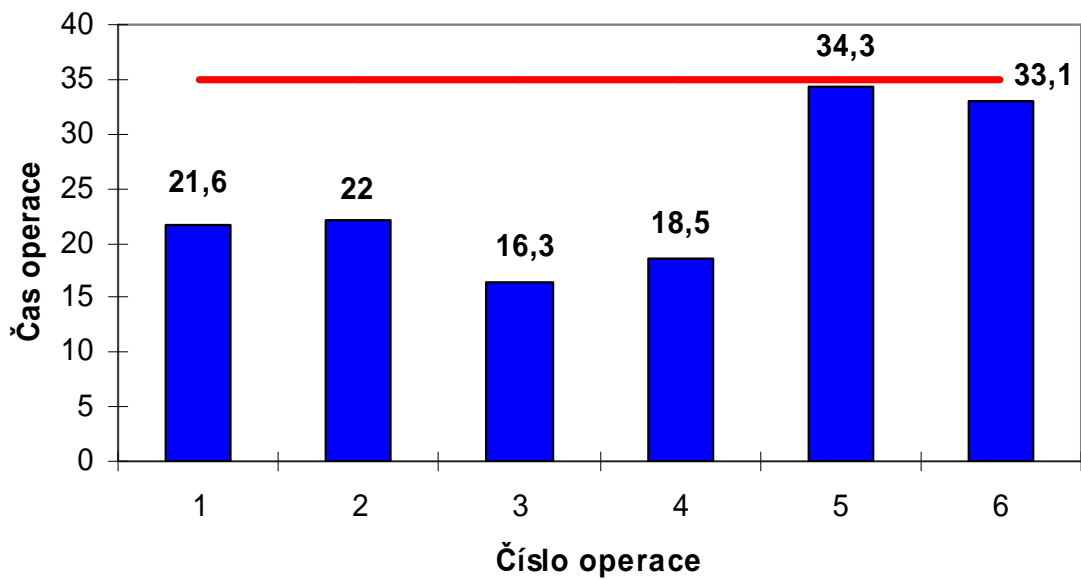
## 12.2 Projektování montážní linky

Dříve, než dojde k vybalancování linky, je důležité zhodnotit současný stav linky. V následující tabulce jsou popsány jednotlivé operace i s časy, po které jsou prováděny. Časy operací jsem získala pomocí přímého měření a jejich součet činí 145,8sekund.

Tabulka 3 *Operace před vybalancováním linky [vlastní zpracování]*

Číslo operace	Činnost	Čas (s)
1.	Montáž koncovky a mazání	21,6
2.	Montáž hadicového systému	22
3.	Montáž koncovky na dlouhou a krátkou hadici	16,3
4.	Kompletace hadicového systému	18,5
5.	Test těsnosti	34,3
6.	Kontrola	33,1
Celkem		<b>145,8 s</b>

Pro grafické znázornění vytížení jednotlivých operací vůči taktu linky se využívá Yamazumi diagram. Z něj je jasně čitelné, u kterých operací pracovník čeká nebo je plně vytížen. Takt linky dosahuje hodnoty 35 sekund. Jak již bylo řečeno v teoretické části diplomové práce, pokud jsou produkty vyráběny pod hodnotou taktu linky, vzniká nadvýroba a zvyšuje se rozpracovanost, což u této linky objevuje. Pokud jsou produkty vyráběny nad hodnotou taktu linky, dochází u se následující operace k nedostatku produktů. Tento jev zde není. Z následujícího Yamazumi diagramu je patrné, že první čtyři operace je třeba vybalancovat, jelikož pracovníci nejsou plně využiti, čímž se snižuje produktivita celé linky. Poslední dvě operace jsou v pořádku.



Obrázek 24 Yamazumi diagram před vybalancováním linky [vlastní zpracování]

### Procento ztrátových časů linky

Abych zjistila, kolik času se při výrobě na této lince nevyužilo, vypočítám procento ztrátového času. Nejprve se ale musí zjistit ztrátové časy u každé operace, a to rozdílem mezi časem taktu linky a časem operace, což je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 4 Ztrátové časy operací před vybalancováním linky  
[vlastní zpracování]

Číslo operace	Čas operace (s)	Ztrátový čas operace
1.	21,6	13,4
2.	22	13
3.	16,3	18,7
4.	18,5	16,5
5.	34,3	0,7
6.	33,1	1,9
Celkem	125,6 s	<b>64,2 s</b>

Ztrátový čas celé linky činí 64,2 sekundy. Procento ztrátového času linky je pak možné zjistit pomocí následujícího výpočtu..

Procento ztrátových časů linky = (celkový čas ztrát linky x 100) / (počet pracovišť x čas taktu)

$$= (64,2 \times 100) / (6 \times 35) = \underline{\underline{30,5\%}}$$

Procento ztrátových časů linky dosahuje hodnoty 30,5%.

### **Teoretické minimum počtu pracovišť**

Aby byla linka co nejvíce produktivní, je vhodné vědět, jaký počet pracovišť by měla mít. Ke zjištění této skutečnosti slouží vzorec pro výpočet teoretického minima pracovišť, který je charakterizován jako poměr celkového času operací a času taktu linky.

Teoretické minimum pracovišť = celkový čas operací / čas taktu

$$= 145,8 / 35 = 4,2 \approx \underline{\underline{4 \text{ pracoviště}}}$$

Aby byla linka co nejvíce produktivní, měla by se skládat ze čtyř pracovišť.

### **Vybalancování linky**

Po zjištění, že první čtyři pracoviště jsou pod hodnotou taktu, jsem se zaměřila na jejich synchronizaci, aby došlo ke zlepšení materiálového toku. Jelikož by spojení některých operací překročilo čas taktu linky, bylo možné sloučit pouze operace 3 a 4, které jsou nejkratší, ostatní operace musí zůstat zachovány. Tímto sjednocením se vytvořilo pět pracovišť, tudíž se nedosáhlo ideálního počtu pracovišť, které je rovno čtyřem. Přesto se dosáhlo snížení ztrátového času linky.

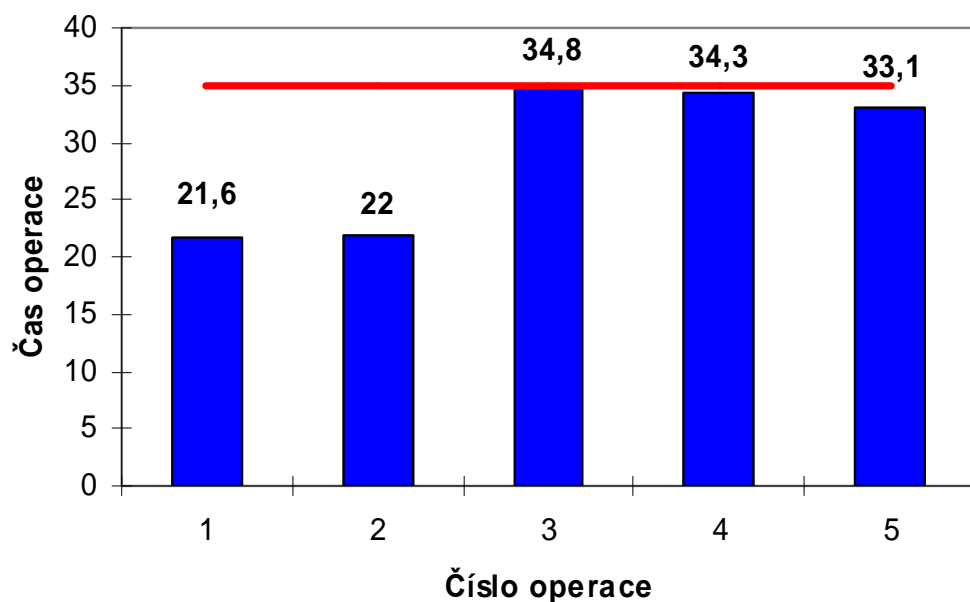
Výsledek tohoto sloučení je uveden v následující tabulce, opět i s časy operací.



Tabulka 5 Operace po vybalancování linky [vlastní zpracování]

Číslo operace	Činnost	Čas (s)
1.	Montáž koncovky a mazání	21,6
2.	Montáž hadicového systému	22
3.	Montáž koncovky na dlouhou a krátkou hadici + kompletace hadicového systému	34,8
4.	Test těsnosti	34,3
5.	Kontrola	33,1
Celkem		<b>145,8s</b>

Následující graf zobrazuje vytíženost pracovníků po vybalancování celé linky. Původně byly z šesti pracovníků vytíženy pouze dvě na téměř 100%, nyní dosahují téměř maximálního vytížení tři pracovníci z pěti. Sloučením dvou operací došlo také ke snížení ztrátového času linky a snížení počtu pracovníků. Z toho usuzuji, že vybalancování linky mělo svůj efekt.



Obrázek 25 Yamazumi diagram po vybalancování linky [vlastní zpracování]

### Procento ztrátového času linky

Pro zjištění, kolik času se po vybalancování linky ušetřilo, opět vypočítám procento ztrátového času linky. V následující tabulce jsou uvedeny ztrátové časy jednotlivých operací, jejichž součet činí 29,2 sekund.

Tabulka 6 Ztrátové časy operací po vybalancování linky  
[vlastní zpracování]

Číslo operace	Čas operace (s)	Ztrátový čas operace
1.	21,6	13,4
2.	22	13
3.	34,8	0,2
4.	34,3	0,7
5.	33,1	1,9
Celkem	125,6 s	<b>29,2 s</b>

$$\begin{aligned} \text{Procento ztrátových časů linky} &= (\text{celkový čas ztrát linky} \times 100) / (\text{počet pracovišť} \times \text{čas taktu}) \\ &= (29,2 \times 100) / (5 \times 35) = \underline{\underline{16,7\%}} \end{aligned}$$

Před vybalancováním linky dosahovalo procento ztrátových časů linky hodnoty 30,5%, nyní se snížilo na hodnotu 16,7%. Lze tedy říci, že vybalancováním došlo ke zlepšení stavu na montážní lince.

### 12.3 Úprava technologického postupu

Jednotlivé kroky technologického postupu uvedeného v kapitole 10.2.1 zůstaly zachovány, změnil se jen způsob předávání jednotlivých částí hadicového systému mezi pracovišti, který neprobíhá pomocí beden jak tomu bylo doposud, nýbrž umístěním hadic na držák, který je součástí každého stolu. Tato změna byla v technologických postupech doplněna.

## 12.4 Návrh nového layoutu

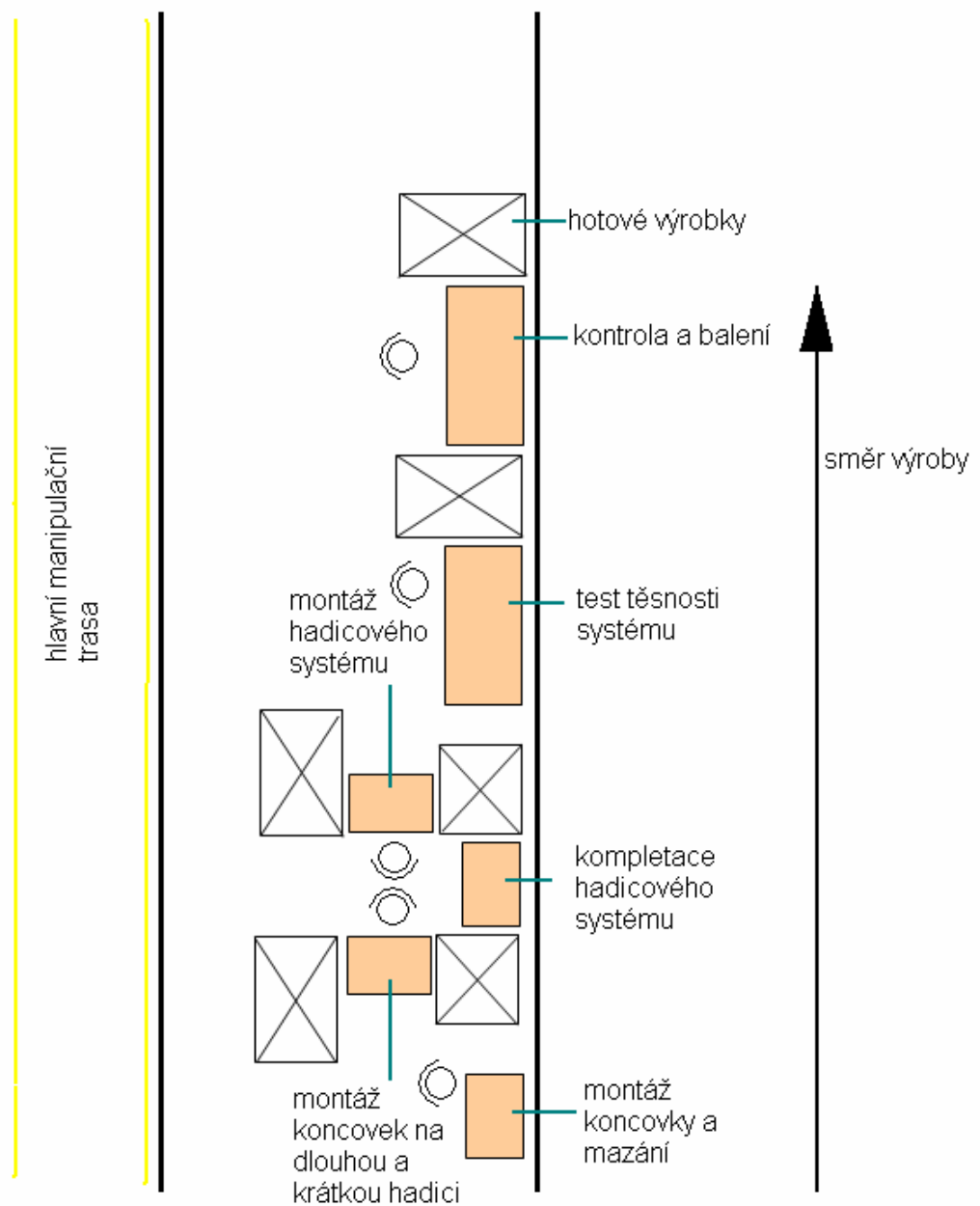
Z důvodu nesprávného rozvržení pracoviště se zde vyskytují některé druhy plýtvání jako jsou zásoby, rozpracovaná výroba, dlouhé materiálové trasy či zbytečné pohyby. Proto jsem navrhla nové uspořádání pracoviště tak, aby bylo toto plýtvání minimalizováno.

Jelikož jsou pracovní stoly u prvních čtyř operací zbytečně velké, rozhodla se firma pro koupi nových stolů. Výška těchto nových stolů je totožná s původními pracovními stoly, ovšem rozměry pracovní desky jsou menší. Původní rozměry byly 150x75 cm, nově koupené stoly mají rozměry 70x50 cm. Tímto zmenšením se dosáhne ušetření prostor pracoviště a povede k více možnostem rozmístění stolů. Předposlední pracovní stůl musí být zachován, neboť je rozměrově uzpůsoben na kontrolní desku. Poslední stůl se občas využívá pro účely kontroly jiných produktů, tudíž zůstane také zachován.

První operace montáž a mazání koncovek zůstane na stejném místě jako nyní. Následující tři operace, které kompletují hadicový systém a tvoří jádro celé výrobní linky, jsem umístila do tvaru U-linky. Jelikož zařízení na těchto pracovních stolech fungují na stlačený vzduch, není toto rozmístění omezeno místy, kde není přívod elektřiny. Prostoru k pohybu zde budou mít pracovníce dostatek. Jelikož při tvorbě nového uspořádání šlo také o zkrácení materiálového toku, budou bedny se zásobami mít své místo hned u pracovních stolů umístěných blíže u sebe. Rozložení pracovních stolů do tohoto tvaru způsobilo, že zde není potřeba používat vozíky, jelikož si pracovníce budou brát hadice přímo z beden zásob. Vozíky již tedy nebudou na pracovišti vadit.

Z důvodu velkých zásob umístěných na pracovišti bylo jedním z cílů nového layoutu jejich minimalizace. Proto došlo ke snížení ze současného počtu 12-ti palet zásob na šest palet, z toho dvě jsou polovičních rozměrů. Došlo především ke snížení zásob rozpracované výroby, kdy u nového rozmístění dochází přímo k předávání hadicového systému mezi pracovními stoly.

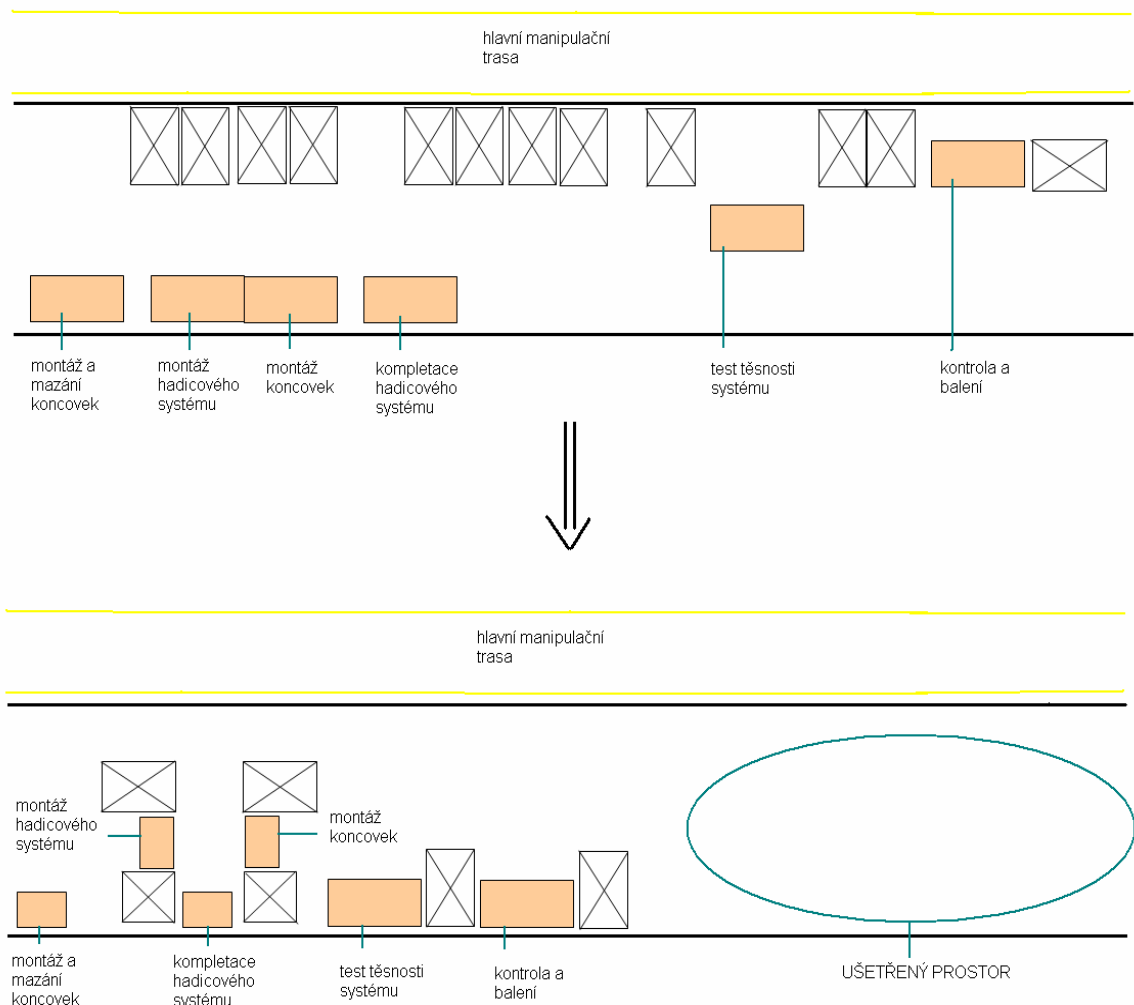
Když pracovníce převážela hadicové systémy k testu těsnosti, musela překonat vzdálenost 9-ti metrů, proto dojde ke zkrácení této vzdálenosti tím, že se toto pracoviště přemístí blíže. Veškeré tyto změny jsou znázorněny v následujícím obrázku.



Obrázek 26 Nově navržený layout [vlastní zpracování]

## Zmenšení prostoru

Realizace nového uspořádání pracoviště a nákupu menších pracovních stolů přinese také úsporu prostor, což je znázorněno na následujícím obrázku. Před změnou zabíralo pracoviště plochu o velikosti  $64,7\text{m}^2$ , po změně se docílí hodnoty  $34,9\text{m}^2$ . Díky novému uspořádání pracoviště jsme tedy ušetřili plochu o velikosti  $29,8\text{m}^2$ , která může sloužit jako prostor pro výrobu jiného produktu.



Obrázek 27 Zmenšení prostoru díky nově navrženému layoutu [vlastní zpracování]

## 12.5 Vizualizace

Jelikož se firma snaží zavádět prvky průmyslového inženýrství, zaměřila se také na vizualizaci pracoviště, což je blíže popsáno v kapitole 10.5. Co z ní chybí u linky hadicových systémů je označení ploch pro jednotlivé prvky pracoviště, jako jsou například palety s hotovými výrobky. Proto je jedním z cílů této práce navrhnout nejen nový layout, ale také doplnit vizualizaci podlah. Hlavní manipulační trasa již vyznačena je, tudíž jsem se jí zabývat nemusela. Barevné označení ploch pro palety s materiálem, nedokončenou výrobou a hotovými výrobky je uvedeno na následujícím obrázku.



Obrázek 28 *Identifikace materiálu a výrobku během výroby [vlastní zpracování]*

### 13 STUDIE PROVEDITELNOSTI

Po předvedení nového layoutu a dalších návrhů bylo možné projekt realizovat. Prozatím však bylo utvořeno jen provizorní pracoviště ke zkušebnímu provozu, tudíž ještě nebyla provedena vizualizace podlah. Nové uspořádání pracoviště ve tvaru U-linky je vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 29 *Nové uspořádání pracoviště [vlastní zpracování]*

Obrázek 30 ukazuje detail nového pracovního stolu. Díky menším rozměrům těchto nových stolů byly jednodušší možnosti jejich rozmístění a především se zmenšil prostor původního pracoviště, jak dokládá kapitola 12.4. Zařízení vyhovuje rozměrům pracovní desky, tudíž se na stole nemohou vyskytovat věci nesouvisejícími s danou operací. Dříve si pracovnice chystala hromádku materiálu ke stroji, aby ho měla blíže, nyní jsou plastové vaničky na materiál umístěny přímo u zařízení, takže je materiál brán přímo z plastové vaničky a nedochází ke vzniku nepořádku na stole. Tímto přiblížením dochází také ke zkrácení času operace. U každého pracovního stolu se samozřejmě nachází na viditelném místě technologický postup.



Obrázek 30 Detail nového pracovního stolu [vlastní zpracování]

Uskutečněním této změny došlo k ovlivnění materiálového toku, což analyzuje následující podkapitola pomocí metod VSM a procesní analýza. Hlavním cílem celé této změny bylo zvýšení produktivity linky hadicových systémů, a proto se následující část věnuje produktivitě. Nelze opomenout také náklady vynaložené na uskutečnění projektu, tudíž je uvádím v kapitole 0.

## 13.1 Materiálový tok

Pro zjištění, k jakým změnám materiálového toku došlo kvůli novému uspořádání pracoviště, použiji opět metody VSM a procesní analýzu.

### 13.1.1 VSM

V nově vytvořené mapě hodnotového toku, kterou představuje Obrázek 31, se změny týkají především zásob rozpracované výroby, kdy došlo ke zrušení zásob před operací kompletace hadicového systému. Zrušení rozpracované výroby bylo možné z toho důvodu, že při



novém uspořádání si pracovnice přímo předávají rozpracovaný hadicový systém, popřípadě jej uchytí na věšák u dané operace, kde ovšem zůstane pouze chvíli. U předposlední operace se zásoby snížily ze 640ks na 60ks, u poslední operace klesly z 260ks na 60ks.

Zjištěné časy jednotlivých operací jsou uvedeny v následující tabulce. Čas přidávající hodnotu výrobku činí 0,883 min, čas nepřidávající hodnotu dosahuje času 6 676 min. Výsledný VA-index dosáhl hodnoty 0,0132%.

Tabulka 7 VA-index po změně [vlastní zpracování]

Čas přidávající hodnotu	0,883min
Čas nepřidávající hodnotu	6 676min
Celkový čas	6 676,783min
<b>VA-index</b>	<b>0,0132%</b>

V porovnání s předešlou hodnotou VA-indexu, který činil 0,0112%, se současný zvýšil o 18%. Toto navýšení je dáno nárůstem času přidávající hodnotu a snížením času nepřidávající hodnotu. Ke zvýšení VA-indexu došlo z důvodu zkrácení času některých operací a snížením rozpracovaných zásob.

K porovnání stavu zásob před změnou a po změně, využijí speciální metriku Korunodní zásob IDD (*Inventory Dollar-Days*), která slouží ke zjištění výše zásob v systému. Vypočítá se tak, že se vynásobí přímé materiálové náklady na zakázku počtem dní, které trávila zakázka ve výrobě. Cílem je minimalizovat hodnotu IDD, kdy jakékoliv snížení tohoto ukazatele znamená zkrácení průběžné doby výroby.

K výpočtu IDD před změnou použijí následující údaje:

velikost zakázky	1 200ks
přímé materiálové náklady na 1ks výrobku	60Kč
přímé materiálové náklady na zakázku	1 200ks * 60Kč/ks = 72 000Kč
počet dní, které trávila zakázka ve výrobě	1,66 dní

**Výpočet IDD před změnou:**

$$\text{IDD} = 72\,000 \times 1,66 = \mathbf{119\,520\text{ Kč dní}}$$

Peníze vázané v zásobách dosahují v tomto případě hodnoty 119 520 Korunodní zásob.

**Výpočet IDD po změně:**

Při výpočtu ukazatele IDD po změně zůstane hodnota přímých nákladů na zakázku totožná, změní se pouze počet dní, které trávila zakázka ve výrobě, na 1,035 dní.

$$\text{IDD} = 72\,000 \times 1,035 = \mathbf{74\,520\text{ Kč dní}}$$

Peníze vázané v zásobách dosahují hodnoty 74 520 Korunodní zásob.

Porovnáním těchto dvou hodnot došlo ke snížení ukazatele IDD, tzn. peněz vázaných v zásobách o hodnotu 48 000 Korunodní zásob.

V následující mapě jsou opět znázorněny stejnou barvou pracovníci a k nim náležící operace. Jak uvádí kapitola 12.2, došlo ke sloučení operací montáže koncovek na krátkou a dlouhou hadici a kompletace hadicového systému, které nyní provádí jedna pracovníce. Proto je v mapě znázorněno pouze pět pracovníků.



### 13.1.2 Procesní analýza

Celková průběžná doba výroby činí podle nové procesní analýzy 175,6 sekundy, což je o 27 sekund méně než tomu bylo u původní procesní analýzy. Snížení je způsobeno především eliminací transportu, kdy se celková vzdálenost při výrobě hadicového systému změnila z 55m na 34m. Díky novému uspořádání pracoviště se zkrátily také časy některých operací, jelikož se materiál umístil blíže k samotné operaci. Počet meziskladů na pracovišti se zredukoval ze 6 na 3 mezisklady díky novému způsobu předávání hadic mezi pracovišti. Kontrola a čekání zůstali beze změny. Na základě snížení průběžné doby výroby a zkrácení trasy materiálu považují materiálový tok za vylepšený.

č.	Činnost	OPERACE	TRANSPORT	KONTROLA	SKLADOVÁNÍ	ČEKÁNÍ	vzdálenost (m)	doba trvání (s)
1	Transport ze skladu	○	➡	□	△	⊐	18	19,44
2	Dělení hadic	●	➡	□	△	⊐		
3	Transport	○	➡	□	△	⊐	5	5,4
4	Mezisklad na pracovišti	○	➡	□	▲	⊐		
5	Montáž koncovky	●	➡	□	△	⊐		10,88
6	Mazání	●	➡	□	△	⊐		9,12
7	Transport	○	➡	□	△	⊐	4	4,32
8	Montáž hadicového systému	●	➡	□	△	⊐		18,1
9	Odložení na držák - na dosah	○	➡	□	△	⊐	0	0,36
10	Montáž koncovky na krátkou hadici	●	➡	□	△	⊐		7,3
11	Odložení na držák - na dosah	○	➡	□	△	⊐	0	0,36
12	Montáž koncovky na dlouhou hadici	●	➡	□	△	⊐		8
13	Odložení dlouhé hadice na držák - na dosah	○	➡	□	△	⊐	0	0,36
14	Kompletace hadicového systému	●	➡	□	△	⊐		17
15	Odložení do bedny	○	➡	□	△	⊐	2	2,16
16	Mezisklad na pracovišti	○	➡	□	▲	⊐		

17	2 kroky pro bednu	○	→	□	△	D	2	2,16
18	Test těsnosti	●	→	□	△	D		34,3
19	Transport	○	→	□	△	D	1	1,08
20	Mezisklad na pracovišti	○	→	□	▲	D		
21	Krok pro bednu	○	→	□	△	D	1	1,08
22	Kontrola	○	→	■	△	D		33,1
23	Uložení do krabice	○	→	□	△	D	1	1,08
<b>CELKEM</b>		<b>8</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>175,6</b>

Obrázek 32 *Procesní analýza po změně [vlastní zpracování]*

Jak již bylo řečeno v kapitole 12.3, jednotlivé kroky technologického postupu zůstaly zachovány. Došlo pouze ke sloučení dvou operací, montáže koncovek na krátkou a dlouhou hadici a kompletace hadicového systému, které nyní provádí pouze jedna pracovnice.

## 13.2 Produktivita

Tato diplomová práce se orientuje na zvýšení produktivity linky hadicových systémů, proto se nyní zaměřím na výpočet produktivity před změnou uspořádání pracoviště a po změně a zjistím, zda došlo k jejímu zvýšení. Pro stanovení produktivity použiji vzorce z kapitoly 4.1.

### 13.2.1 Produktivita před změnou

Při výpočtu produktivity budu vycházet z následujících údajů:

Čas směny 480 min

Čas přestávek -40 min

Přípravný čas -10 min

Disponibilní čas směny 430 min

Kusový čas 3,37 min

Výstup	$430/3,37 = 128 \text{ ks/směnu}$
Prodejní cena	$2\,000\text{Kč} * 128 \text{ ks} = 256\,000\text{Kč/směnu}$
Náklady na pracovníky (jednicoví, protože pouze u těch je v tomto případě změna)	$95 \text{ Kč/hod} * 6 \text{ pracovníc} * 8 \text{ hodin} = 4\,560\text{Kč/směnu}$
Náklady na energii stroje	$15\text{Kč/hod} * 8\text{hod} = 120\text{Kč/směnu}$
Materiál	$60 \text{ Kč/ks} * 128 \text{ ks} = 7\,680\text{Kč/směnu}$

**Totální produktivita (vyjádřena na produkci za 1 směnu):**

$$TP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{celkový měřitelný vstup}} = \frac{(HV \times PC) + (RV \times PR \times PC) + OST}{PS + M + K + E + Tch + V + Ad + T + Q}$$

$$TP = \frac{256000}{4560 + 120 + 7680} = 20,7$$

Totální produktivita dosáhla hodnoty 20,7 tzn. výstup více než dvacetinásobně přesahuje hodnotu vstupů.

**Parciální produktivita práce (vyjádřena na produkci za 1 směnu):**

$$PP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}} = \frac{(HV \times PC) + (RV \times PR \times PC) + OST}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}}$$

$$PP = \frac{256000}{6 * 7,17} = 5\,950,7\text{Kč/hod}$$

Parciální produktivita práce činí 5 950,7Kč/hod s tím, že tato hodnota je vztažena k produkci za 1 směnu.

### 13.2.2 Produktivita po změně

Při výpočtu produktivity po změně budu pracovat s odlišnými hodnotami, jelikož došlo ke zkrácení kusového času o 0,38min a ke snížení počtu pracovníc ze 6 na 5. Ostatní hodnoty zůstaly zachovány.

Při výpočtu produktivity budu vycházet z následujících údajů:

Čas směny	480 min
Čas přestávek	-40 min
<u>Přípravný čas</u>	<u>-10 min</u>
Disponibilní čas směny	430 min
<u>Kusový čas</u>	<u>2,89 min</u>
Výstup	430/2,89 = 149 ks/směnu
Prodejní cena	2 000Kč * 149 ks = 298 000Kč/směnu
Náklady na pracovníky (jednicoví, protože pouze u těch je v tomto případě změna)	95 Kč/hod * 5 pracovníc * 8 hodin = 3 800Kč/směnu
Náklady na energii stroje	15Kč/hod * 8hod = 120Kč/směnu
Materiál	60 Kč/ks * 149 ks = 8 940Kč/směnu

**Totální produktivita (vyjádřena na produkci za 1 směnu):**

$$TP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{celkový měřitelný vstup}} = \frac{(HV \times PC) + (RV \times PR \times PC) + OST}{PS + M + K + E + Tch + V + Ad + T + Q}$$

$$TP = \frac{298000}{3800 + 120 + 8940} = \mathbf{23,2}$$

Totální produktivita dosáhla hodnoty 23,2 tzn. výstup více než dvacetitřínásobně přesahuje hodnotu vstupů.

**Parciální produktivita práce (vyjádřena na produkci za 1 směnu):**

$$PP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}} = \frac{(HV \times PC) + (RV \times PR \times PC) + OST}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}}$$

$$PP = \frac{298000}{5 * 7,17} = \mathbf{8\ 312,4 \text{ Kč/hod}}$$

Parciální produktivita práce činí 8 312,4Kč/hod s tím, že tato hodnota je vztažena k produkci za 1 směnu.

### 13.2.3 Zhodnocení produktivity

Tabulka 8 obsahuje vypočítané hodnoty totální a parciální produktivity před změnou uspořádání pracoviště a po změně. Totální produktivita před změnou dosahovala hodnoty 20,9, což znamená, že výstup více než dvacetinásobně přesahuje hodnotu vstupů. V důsledku snížení kusového času a počtu pracovníků se zvýšilo množství výstupu o 21ks za směnu a snížily se celkové náklady na pracovníky. Proto totální produktivita vzrostla na hodnotu 23,4. Nárůst tedy činí 12% oproti původnímu stavu.

Zvýšení výstupu a snížení počtu pracovníků mělo vliv také na výpočet parciální produktivity práce, kdy se původní hodnota 5 950,7Kč/hod zvýšila na 8 312,4Kč/hod, což představuje nárůst o 40%.

Tabulka 8 Zhodnocení produktivity [vlastní zpracování]

	<i>Před změnou</i>	<i>Po změně</i>	<i>Změna v %</i>
<b>Totální produktivita</b>	20,7	23,2	12
<b>Parciální produktivita</b>	5 950,7	8 312,4	40

### 13.3 Přehled nákladů na projekt

Celková částka na nové uspořádání pracoviště hadicových systémů dosáhla výše 22 000Kč. Byly zakoupeny tři nové pracovní stoly, které ovšem postrádají osvětlení. Proto se musely světla dokoupit zvlášť. Pro lepší ergonomické podmínky se pořídily také nové držáky na hadice, které jsou lépe uzpůsobeny k manipulaci s hadicemi. Poslední položku tvoří částka na doplnění vizualizace podlah. Jednotlivé ceny jsou uvedeny v následující tabulce. Mou práci na tomto projektu nekalkuluji.



Tabulka 9 *Přehled nákladů na projekt [vlastní zpracování]*

<b>Položka</b>	<b>Cena celkem</b>	<b>Cena za kus</b>
3 pracovní stoly	12 000Kč	4 000Kč
3 světla	6 000Kč	2 000Kč
3 držáky	1 500Kč	500Kč
vizualizace podlah	2 500Kč	
<b>CELKEM</b>	<b>22 000Kč</b>	

## 14 PŘEHLED SPLNĚNÍ CÍLŮ

V kapitole 9 jsem se zabývala definováním hlavních a dílčích cílů projektu a nyní se zaměřím na to, zda byly tyto cíle splněny.

### Hlavní cíl:

- *Zvýšení produktivity linky hadicových systémů.*

Hlavním cílem projektu bylo zvýšení produktivity linky hadicových systémů VW PASSAT. V kapitole 13.2.3 je uvedeno srovnání stavu produktivity před a po úpravě linky. Produktivita práce se zvýšila, hlavní cíl práce je tedy splněn. Tohoto zvýšení bylo docíleno pomocí vedlejších cílů práce.

### Vedlejší cíle:

- *Identifikace a eliminace plýtvání.*

Prvním z vedlejších cílů bylo identifikovat a eliminovat plýtvání. Díky pozorování a fotodokumentaci jsem tedy zjistila plýtvání na pracovišti, mezi něž patřily velké zásoby na pracovišti, dlouhý materiálový tok či dlouhé trasy pracovníků. Tyto nedostatky byly eliminovány především návrhem nového uspořádání pracoviště, který tvoří samostatný vedlejší cíl. Změny v oblasti materiálového toku jsou popsány v kapitole 13.1. V oblasti vizualizace jsem se zaměřila na doplnění vizualizace podlah, jak dokládá kapitola 12.5.

- *Vybalancování linky.*

Druhým cílem bylo vybalancování linky, kdy jsem sloučila některé operace tak, aby byly pracovnice na všech pracovištích vytíženy přibližně stejně, zkrátily se ztrátové časy linky a došlo ke snížení počtu pracovníků. Vybalancování linky je uvedeno v kapitole 12.2.

- *Návrh nového layoutu.*

Posledním cílem bylo navrhnout nový layout pracoviště hadicových systémů, který by snížil velikost zabíraného prostoru. Nově navržené uspořádání se nachází v kapitole 12.4.

Vedlejší cíle projektu byly tedy také splněny.

## ZÁVĚR

Tato diplomová práce, zaměřená na zvýšení produktivity linky hadicových systémů ve firmě TNS SERVIS,s.r.o., je koncipována do tří na sebe navazujících částí. Teoretická část obsahuje oblasti a metody průmyslového inženýrství, které jsem využila jak u následné analytické části, tak i v projektové části. V analytické části jsem se věnovala analýze pracoviště a jeho jednotlivých prvků, jako je produkt, materiálový tok či vizualizace, a snažila jsem se najít nedostatky, které by bylo možné odstranit. Projektová část se zabývá řešením nalezených nedostatků a především splněním zadaných cílů práce, které jsou definovány v kapitole 9.

Sám název práce určuje hlavní cíl projektu, a to zvýšení produktivity linky hadicových systémů. Kapitola 13.2.3 dokládá, že se po realizaci změn na pracovišti totální produktivita zvýšila o 12%, parciální produktivita práce o 40%. Hlavní cíl práce je tedy splněn. Dílčími cíly se staly identifikace a eliminace plýtvání, vybalancování linky a návrh nového layoutu. Jak uvádí kapitola 14, i těchto cílů bylo dosaženo.

Druhy a příčiny plýtvání jsem zjistila pomocí přímého pozorování, fotodokumentace a videozáznamu. Pozornost jsem zaměřila především na snížení zásob, které na pracovišti zabíraly velký prostor. Z důvodu neefektivně rozložených pracovních stolů na pracovišti, jsem navrhla jejich nové rozmístění, které mělo za následek zkrácení průběžné doby výroby a také uspořádání prostoru. Při vybalancování linky jsem se snažila o maximální vytížení pracovišť, aby se zkrátily ztrátové časy linky. Díky sloučení dvou operací bylo možné snížit počet pracovníků ze šesti na pět, tudíž se snížily náklady na pracovníce.

I když se ve firmě nevyskytuje oddělení průmyslového inženýrství, jeho metody jsou zde známy a částečně využívány. Díky možnosti zpracovávat ve firmě TNS SERVIS,s.r.o. tuto diplomovou práci jsem získala další zkušenosti v oblasti průmyslového inženýrství a měla jsem možnost sama navrhnout změny, které zlepšily chod pracoviště hadicových systémů.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] API. *Analýza a měření práce*. [online]. 2009. [cit. 2010-01-22]. Dostupné z www: <<http://e-api.cz/page/68397.analyza-a-mereni-prace/>>.
- [2] Firemní materiály firmy TNS SERVIS, spol. s.r.o.
- [3] GREGAR, A. *Řízení lidských zdrojů – vybrané kapitoly*. 1.vyd. 2007. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 134 s. ISBN 978-80-7318-601-2.
- [4] IMAI, M. *Kaizen – Metod, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. 1. vyd. Brno : Computer Press, a.s., 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.
- [5] KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing. 2002. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- [6] KOŠTURIÁK, J., FORLÍK, Z. a kol. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha : Alfa Publishing. 2006. 237s. ISBN 80-86851-38-9.
- [7] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M., a kol. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina : InForm, 2002. ISBN 80-968583-1-9.
- [8] KRIŠŤAK, J. *Analýza a meranie práce*. [online]. 2009. [cit. 2010-02-10]. Dostupné z www: <[http://www.ipaslovakia.sk/slovník\\_view.aspx?id\\_s=79](http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=79)>.
- [9] KYSEL, M. *Čo je štíhlá výroba?*. [online]. 2009. [cit. 2010-01-22]. Dostupné z www: <[http://www.ipaslovakia.sk/Default.aspx?id=26&sub\\_id=0&pos=1](http://www.ipaslovakia.sk/Default.aspx?id=26&sub_id=0&pos=1)>.
- [10] LORIKA. *Ergonomie pracovného miesta*. [online]. 2009. [cit. 2010-03-22]. Dostupné z www: <<http://www.ergonomie.name/>>.
- [11] MAŠÍN, I. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. 1. vyd. Liberec : Institut průmyslového inženýrství s.r.o., 2003. 77 s. ISBN 80-902235-9-1.
- [12] MAYNARD, H. *Maynard's industrial engineering handbook*. 5.vyd. New York : McGraw-Hill, 2001. 2048 s.
- [13] TNS SERVIS,s.r.o. [online]. 2009. [cit. 2010-01-24]. Dostupné z www: <<http://www.tnsservis.cz/>>.
- [14] TUČEK, D., BOBÁK, R. *Výrobní systémy*. [s.l.] : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 2006. 298 s. ISBN 80-7318-381-1.

- [15] VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I. *Cesty k vyšší produktivitě : Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1. vyd. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1996. 247 s. ISBN 80-902235-0-8.
- [16] VYTLAČIL, M., MAŠÍN, I., STANĚK, M. *Podnik světové třídy : Geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 1997. 276 s. ISBN 80-902235-1-6.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

VSM Mapování hodnotového toku.

5S Čistota a pořádek na pracovišti.

IDD Speciální metrika ke zjištění výše zásob.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 <i>Studium práce</i> [7] .....	29
Obrázek 2 <i>Redukce zatížení pracovníka</i> [6] .....	36
Obrázek 3 <i>Technologické uspořádání pracoviště</i> [14] .....	39
Obrázek 4 <i>Předmětné uspořádání pracoviště</i> [14] .....	40
Obrázek 5 <i>Základní tvary výrobních buněk</i> [14] .....	41
Obrázek 6 <i>Firma TNS SERVIS, s.r.o.</i> [16] .....	44
Obrázek 7 <i>Přehled produktů</i> [13] .....	46
Obrázek 8 <i>Vývoj počtu zaměstnanců</i> [2] .....	47
Obrázek 9 <i>Analýza pracoviště [vlastní zpracování]</i> .....	50
Obrázek 10 <i>Layout před změnou uspořádání [vlastní zpracování]</i> .....	51
Obrázek 11 <i>Hadicový systém VW PASSAT [vlastní zpracování]</i> .....	52
Obrázek 12 <i>Dělení hadic [vlastní zpracování]</i> .....	53
Obrázek 13 <i>Montáž a mazání koncovek [vlastní zpracování]</i> .....	53
Obrázek 14 <i>Montáž hadicového systému [vlastní zpracování]</i> .....	54
Obrázek 15 <i>Montáž koncovky na dlouhou hadici [vlastní zpracování]</i> .....	55
Obrázek 16 <i>Montáž koncovky na krátkou hadici [vlastní zpracování]</i> .....	55
Obrázek 17 <i>Kompletace hadicového systému [vlastní zpracování]</i> .....	56
Obrázek 18 <i>Test těsnosti systému [vlastní zpracování]</i> .....	57
Obrázek 19 <i>Kontrola [vlastní zpracování]</i> .....	57
Obrázek 20 <i>VSM před změnou uspořádání pracoviště [vlastní zpracování]</i> .....	60
Obrázek 21 <i>Procesní analýza před změnou [vlastní zpracování]</i> .....	62
Obrázek 22 <i>Zařízení u linky hadicových systémů [vlastní zpracování]</i> .....	63
Obrázek 23 <i>Vizualizace pracoviště [vlastní zpracování]</i> .....	64
Obrázek 24 <i>Yamazumi diagram před vybalancováním linky [vlastní zpracování]</i> .....	71
Obrázek 25 <i>Yamazumi diagram po vybalancování linky [vlastní zpracování]</i> .....	73
Obrázek 26 <i>Nově navržený layout [vlastní zpracování]</i> .....	76
Obrázek 27 <i>Zmenšení prostoru díky nově navrženému layoutu [vlastní zpracování]</i> .....	77
Obrázek 28 <i>Identifikace materiálu a výrobku během výroby [vlastní zpracování]</i> .....	78
Obrázek 29 <i>Nové uspořádání pracoviště [vlastní zpracování]</i> .....	79
Obrázek 30 <i>Detail nového pracovního stolu [vlastní zpracování]</i> .....	80
Obrázek 31 <i>VSM po změně uspořádání pracoviště [vlastní zpracování]</i> .....	83

---

Obrázek 32 *Procesní analýza po změně [vlastní zpracování]* ..... 85



**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 <i>Porovnání výhod polohy sedu a stoje [10]</i> .....	35
Tabulka 2 <i>VA-index před změnou [vlastní zpracování]</i> .....	59
Tabulka 3 <i>Operace před vybalancováním linky [vlastní zpracování]</i> .....	70
Tabulka 4 <i>Ztrátové časy operací před vybalancováním linky [vlastní zpracování]</i> .....	71
Tabulka 5 <i>Operace po vybalancování linky [vlastní zpracování]</i> .....	73
Tabulka 6 <i>Ztrátové časy operací po vybalancování linky [vlastní zpracování]</i> .....	74
Tabulka 7 <i>VA-index po změně [vlastní zpracování]</i> .....	81
Tabulka 8 <i>Zhodnocení produktivity [vlastní zpracování]</i> .....	88
Tabulka 9 <i>Přehled nákladů na projekt [vlastní zpracování]</i> .....	89

## SEZNAM PŘÍLOH

PI      Layout haly č.3

# PŘÍLOHA P I: LAYOUT HALY Č.3

TNS SERVIS s.r.o.  
CZ-Slusovice  
LAYOUT - HALA 3

