

# Návrh implementace vybraných metod průmyslového inženýrství ve výrobním procesu

Bc. Jakub Burian

---

Diplomová práce  
2021

 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: 2020/2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub Burian**  
Osobní číslo: **M19529**  
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Návrh implementace vybraných metod průmyslového inženýrství ve výrobním procesu**

### Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte teoretické poznatky charakterizující výrobu.
- Popište metody štíhlé výroby použité v praktické části.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav procesu výroby bezpečnostních kabin.
- Na základě výsledků analýzy současného stavu vypracujte návrh zlepšení výrobních procesů montáže bezpečnostních strojů.
- Zhodnoťte úspěšnost zlepšení výrobního procesu.

Závěr

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

**Seznam doporučené literatury:**

BARTOSZ, Misiurek. *Standardized Work with TWI: Eliminating Human Errors in Production and Service Processes*. New York: CRC Press, 2017, 209 s. ISBN 978-1-4987-3754-8.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Zvyšování výkonnosti výrobních a administrativních procesů*. Žilina: GEORG, 2015, 106 s. ISBN 978-80-8154-122-3.

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

KAREN, Martin a Mike OSTERLING. *The Kaizen Event Planner: Achieving Rapid Improvement in Office, Service, and Technical Environments*. New York: Productivity Press, 2017, 240 s. ISBN 978-1-4398-2782-6.

NENADÁL, Jaroslav a kol. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Albatros Media, 2018, 368 s. ISBN 978-80-726-1558-2.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **15. ledna 2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **20. dubna 2021**

L.S.

---

**doc. Ing. David Tuček, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Eva Juříčková, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 15. ledna 2021

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

### **Prohlašuji, že**

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

### **Prohlašuji,**

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

Ve Zlíně 20.5.2021

Jméno a příjmení: Jakub Burian

podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřena na odhalení a eliminaci plýtvání ve výrobním procesu vybrané firmy. Cílem je analyzování procesu montáže kabin a na základě výsledků analýzy navrhnout implementace vybraných metod průmyslového inženýrství. Cíle je dosaženo pomocí procesní analýzy v kombinaci s různými metodami průmyslového inženýrství. Podstata práce tkví v provedení chronometráže a následné analýze plýtvání na jednotlivých pracovištích, výsledkem je návrh nového nastavení a ověření výrobního procesu, kde se již nevyskytuje plýtvání, které je možné z procesu odstranit. K hlavním přínosům práce patří snížení výrobního času, uvolnění lidských zdrojů, zvýšení průtoku kabin výrobní linkou a splnění hlasu zákazníka. Dalšími přínosy diplomové práce jsou zjištění, která se nyní uplatňují na jiných montážních linkách i v jiných výrobních úsecích.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, štíhlá výroba, plýtvání, DMAIC

## **ABSTRACT**

The diploma thesis is focused on the detection and elimination of waste in the production process of a selected company. The aim is to analyse the process of assembly of cabins and, based on the results of the analysis, to propose the implementation of selected methods of industrial engineering. The goal is achieved through a process analysis in combination with various methods of industrial engineering. The essence of the work lies in the realization of chronometry and subsequent analysis of waste at individual workplaces; the result is the design of new settings and verification of the production process, where there is no longer waste which can be removed from the process. The main benefits of the work include a reduction in production time, the release of human resources, an increase in the flow of cabins through the production line and the fulfilment of the customer's voice. Other benefits of the diploma thesis are findings that are now applied on other assembly lines and in other production sections.

Keywords: industrial engineering, lean manufacturing, waste, DMAIC

Rád bych poděkoval vedoucí mé diplomové práce

*paní Prof. Ing. Felicitě Chromjakové Ph.D.*

za odborné vedení, cenné rady a připomínky, kterými mi přispěla při tvorbě diplomové práce.

Dále bych rád poděkoval firmě Fritzmeier s.r.o. za možnost zpracování diplomové práce.

Jmenovitě chci poděkovat *Ing. Luboši Voždeckému* za schválení zpracování diplomové práce a za cenné připomínky v průběhu zpracování praktické části práce.

Dále chci poděkovat *Ing. Liboru Skalickému* za trpělivost a podporu během celého studia.

Zvláštní poděkování patří

*mým nejbližším*

za podporu po dobu celého studia.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 VÝROBA</b> .....	<b>12</b>
1.1 VÝROBNÍ ZDROJE .....	12
1.2 ČLENĚNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ .....	13
1.2.1 Plynulost výrobního procesu.....	14
1.2.2 Charakter výrobní technologie.....	14
1.2.3 Typy výroby.....	15
<b>2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>17</b>
2.1 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	17
2.2 KLASICKÝ PŘÍSTUP PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	18
2.3 MODERNÍ PŘÍSTUP PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	20
2.4 ZÁKLADNÍ POJMY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	20
2.5 PLÝTVÁNÍ.....	24
2.6 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	26
<b>3 ŠTÍHLÁ VÝROBA</b> .....	<b>29</b>
3.1 HISTORIE ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	30
3.2 VYBRANÉ METODY ŠTÍHLÉ VÝROBY .....	31
<b>4 DMAIC</b> .....	<b>37</b>
<b>5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI</b> .....	<b>39</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>40</b>
<b>6 POPIS VYBRANÉHO PROCESU</b> .....	<b>41</b>
<b>7 DEFINE</b> .....	<b>43</b>
7.1 PROJEKTOVÝ TÝM .....	43
7.2 HLAS ZÁKAZNÍKA.....	45
7.3 SIPOC.....	45
7.4 NASTAVENÍ CÍLŮ PROJEKTU A CTQ .....	46
7.5 HARMONOGRAM JEDNOTLIVÝCH KROKŮ DMAIC .....	47
7.6 RIZIKA PROJEKTU .....	48
7.7 PROJEKTOVÝ LIST.....	49
<b>8 MEASURE</b> .....	<b>51</b>
8.1 POPIS SOUČASNÉHO STAVU .....	51
8.2 MANAGEMENT MONTÁŽE .....	55
8.3 CHRONOMETRÁŽ JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠŤ.....	58
<b>9 ANALYSE</b> .....	<b>61</b>
9.1 PROCESNÍ ANALÝZA VYBRANÝCH PRACOVIŠŤ.....	61
9.2 NÁVRH NA ZLEPŠENÍ .....	68
<b>10 IMPROVE</b> .....	<b>71</b>

10.1	OPTIMALIZACE PROCESŮ .....	71
10.2	INTEGRACE PROCESŮ.....	77
10.3	SYNCHRONIZACE PROCESŮ.....	80
<b>11</b>	<b>CONTROL.....</b>	<b>84</b>
11.1	OVĚŘENÍ NASTAVENÝCH PROCESŮ.....	84
11.2	VYHODNOCENÍ OPTIMALIZACE.....	86
<b>12</b>	<b>SOUHRNNÉ ZHODNOCENÍ POUŽITÝCH METOD PI.....</b>	<b>89</b>
<b>13</b>	<b>DOPORUČENÍ.....</b>	<b>90</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>93</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>95</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>96</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>99</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>100</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>102</b>



## ÚVOD

V dnešní době se čím dál častěji setkáváme se zákaznickými požadavky, které jsou ať už přímo nebo nepřímo směřovány na snižování cen. Aby byly firmy schopny čelit těmto požadavkům či konkurenčním tlakům, je zde několik možností, jak zajistit konkurenceschopné ceny. Žádná z firem nechce jít automaticky cestou snižování zisků nebo ještě horším směrem, což je výroba za cenu nižší, než jsou výrobní náklady. Jedna z cest, se kterou firmy mohou začít ihned, aniž by tlačily na své dodavatele, je zavádění prvků průmyslového inženýrství. Právě implementace prvků průmyslového inženýrství či štíhlé výroby může firmě zajistit snížení zbytečných nákladů, které na první pohled nemusí být viditelné, což je nevýhoda, kterou si některé firmy dodnes neuvědomily. Bohužel se stále setkáváme s neznalostí, ve které některé firmy žijí, což má bohužel negativní vliv na ekonomickou stabilitu a konkurenceschopnost.

Teoretická část práce začíná základní definicí výroby a výrobních prvků, protože se po celou dobu práce budeme pohybovat právě ve výrobních procesech. Poté je představeno průmyslové inženýrství a pro nás důležitý element, kvůli kterému celé průmyslové inženýrství vzniklo, a tím je plýtvání. Další část teoretické části je věnována štíhlé výrobě, kde jsou představeny základní prvky, které jsou využité v diplomové práci. Poslední kapitola práce je věnována metodice DMAIC, na které je postavena celá praktická část práce.

Úvodem praktické části je představena firma Fritzmeier s.r.o. Celá praktická část se řídí metodikou DMAIC, kterou jsem zvolil z několika důvodů, na tento složitý postup se hodí, mám s ní zkušenosti z ostatních projektů a intenzivně jsem se jí věnoval ve své bakalářské práci. Klíčovou částí praktické části je provedení chronometráže, procesní analýzy, návrhu a implementaci nového výrobního procesu, který je ověřen a funkční.

V závěrečných kapitolách jsou vyhodnoceny přínosy, které tato práce přinesla, ať už se jedná o uvolnění lidských zdrojů, ekonomické zhodnocení či vyhodnocení nástrojem Yamazumi.

V rámci časového omezení, ve kterém byla zpracovávána diplomová práce, vznikla ještě kapitola doporučení. Zde jsou zmíněny další kroky, díky nimž si firma zajistí vyšší produktivitu, loajalitu zaměstnanců a vyšší konkurenceschopnost.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této diplomové práce je zpracování dostatečného množství teoretických základů pro zpracování praktické části práce, jejímž cílem je optimalizace výrobního procesu s využitím prvků průmyslového inženýrství. Výsledkem práce je odstranění zjištěného plýtvání z výrobního procesu a s tím spojené snížení výrobního času. Veškeré úpravy vznikly na základě přesných dat, získaných na základě znalostí metod průmyslového inženýrství.

Praktická část začíná definováním problému, který vznikl navýšením zákaznického požadavku na denní produkci kabin. Na základě výsledku této práce má padnout rozhodnutí, zda je možné snížit výrobní čas na požadovanou hodnotu nebo jestli bude nutné na tomto pracovišti spustit odpolední směnu. V dalším kroku je ověřeno využití výrobního procesu pomocí chronometráže. Následuje zpracování výsledků chronometráže, další analytická práce, ve které je definováno plýtvání, které je posléze z procesu odstraněno, výsledkem této části jsou návrhy balancování jednotlivých pracovišť. Dále jsou namodelované postupy implementovány přímo do provozu. Při zavádění do provozu je znovu obnovena metoda 5S, během spuštění a ověření je také využito metody teorie omezení. V poslední fázi je provedeno vyhodnocení nového procesu, navrhnutý systémové a procesní postupy, které je nutné dodržovat, aby byla zajištěna funkčnost nově nastavených procesů. Pro úspěšné zavádění štíhlé výroby i v budoucnosti jsou firmě doporučeny ještě další kroky, které jsem v rámci této práce nemohl dále rozvinout.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 VÝROBA

Podle Tomka (2014) výroba slouží k uspokojování potřeb zákazníků tvorbou věcných statků a služeb. Výroba patří k rozhodující části hodnototvorného řetězce. Pokud by nebyla řízena efektivně, nebylo by možné dosáhnout konkurenční výhody a zajištění ekonomické existenci firmy. Váchal (2013) se shoduje s Tomkem (2014) na tom, že jde o transformaci výrobních faktorů na služby či zboží, k tomu slouží výrobní systém, bez kterého by nebylo možné provést hodnototvornou činnost. S výrobou a s výrobními procesy se nemusí nutně setkat jen ve výrobních organizacích, ale také ve všech organizacích, které poskytují služby, jen je třeba tyto procesy přesně definovat a řídit. Ze systémového pojetí je výroba Janičkem (2013) definována jako primární proces, jehož výsledkem jsou výrobky pro zákazníka. Obecně lze výrobu definovat jako procesní tok, při kterém se přeměňují suroviny na výrobky, ovšem zde je tato přeměna hodně specifická podle charakteru výroby.

## 1.1 Výrobní zdroje

Výrobní zdroje jsou podle Váchala (2013) veškeré zdroje, které se používají ve výrobním procesu. Pojem výrobní zdroje je možné nahradit ekvivalentem výrobní faktory. V dnešní době rozlišujeme čtyři hlavní skupiny:

- Půda
- Práce
- Kapitál
- Informace

V některých odborných literaturách se můžeme setkat jen se třemi skupinami (půda, práce, kapitál).

### **Půda**

Z ekonomického pohledu zahrnuje Rolný (2014) do půdy veškeré části zemského povrchu, které nejsou pod vodní hladinou, ale též všechny přírodní zdroje, jako jsou nerostné suroviny, mořské produkty, lesy, pastviny, ornice. Všechny uvedené přírodní zdroje tvoří potenciální vstupy do výrobních procesů. Rolný (2014) i Váchal (2013) se naprosto shodují na skutečnosti, že půda je jediným výrobním faktorem, který nebyl vytvořen člověkem a zároveň na něm závisí lidská existence. Ovšem zásadní problém spočívá v zásazích člověka do půdy, jelikož tyto zásahy mají nevratný či naprosto ničivý charakter.

## Práce

Lipovská (2017) označuje za výrobní faktor práce veškerou lidskou činnost, která je využívána k výrobě statků. Váchal (2013) dále upřesňuje, že se jedná se o všechny lidské zdroje, které lze uplatnit ve výrobním procesu, kde hlavní roli hraje kvalita pracovníků managementu. Za zmínku ještě stojí poznatek od Rolného (2014), který při definici práce tvrdí, že práce vytváří jen předměty nikoli hodnoty. Hodnoty jsou posléze těmto předmětům či službám určeny společností či jednotlivým člověkem. A právě člověk je tím, který vytváří hodnoty, kde je k realizaci využívána práce.

## Kapitál

Podle Váchala (2013) jej lze definovat jako výrobní faktor, vznikající v průběhu výroby a jeho vstupy jsou uplatňovány v další výrobě. Jedná se o určující znak, kterým se kapitál liší od půdy a práce. Jelikož u práce a kapitálu se nepředpokládá, že by mohly být předmětem výroby. Zde je naprostá shoda i s definicí od Rolného (2014, s. 32), ten ovšem dodává ještě zásadnější dovětek, a tím je poslání kapitálu. *Kapitálem mohou být věcné statky, výrobní prostředky, přírodní zdroje, stejně jako peníze, akcie, cenné papíry, licence atd. To vše představuje určité hodnoty, které mohou přinášet další hodnoty v podobě zisku nebo úroku, dividendy apod.*

## Informace

Janíček (2013, s. 55) říká, že *dosud neexistuje jednoznačné vymezení pojmu informace. Podle toho, v kterém vědním oboru nebo ve které oblasti lidské činnosti se používá, jsou aplikovány specifické přístupy ke zkoumání informace a jsou k dispozici různé způsoby jejího vymezení.* Za informaci můžeme považovat vše, co se podílí na zvyšování poznatkové úrovně jedince, od dat až po jednotlivé poznatky získané z poznávacích procesů. Ze systémového pohledu lze informaci označit jako nový prvek lidského poznání, získaný zpracováním dat, mající pro jedince konkrétní význam, díky kterému je jedinec schopen z informací získat nové znalosti a poznatky.

## 1.2 Členění výrobních procesů

Jurová (2016) rozděluje výrobní procesy z několika hledisek.

- Plynulost výrobního procesu
- Charakter výrobní technologie

- Typy výrob

### 1.2.1 Plynulost výrobního procesu

Váchal (2013) k plynulosti výrobního procesu dodává, že je závislá na členění technologických procesů. Z tohoto pohledu rozlišujeme výrobu plynulou (kontinuální) a výrobu přerušovanou (diskontinuální).

#### **Plynulá výroba**

Za plynulou výrobu lze podle Jurové (2016) považovat výrobu, kde se technologický proces nepřerušuje ani ve dnech pracovního klidu. Výrobky jsou ve většině případů vyráběny hromadně a tyto provozy jsou ideální pro zavádění automatizace, resp. některé provozy byly průkopníky v zavádění automatizací. Jeden z hlavních důvodů, proč výroba jede nepřetržitě, jsou náklady spojené se zastavením a rozběhem výroby.

#### **Přerušovaná výroba**

Pro určení přerušované výroby používá Keřkovský (2012) jednoduché pravidlo, jestliže je možné v určitých částech výrobního procesu přerušit a lze v něm pokračovat někdy jindy, jedná se o přerušovanou výrobu. Ta obvykle probíhá v předem definovaných časech, nejčastěji v době 6:00 – 22:00. Typickým oborem pro přerušovanou výrobu je strojírenství. Jurová (2016) doplňuje přerušovanou výrobu o nový vliv, kterým se stává mikroelektronika, díky níž i do přerušované výroby stále více proniká automatizace, která tvoří tlak na zvyšování plynulosti přerušované výroby, což se promítá v nárůstu směnnosti ve výrobních provozech.

### 1.2.2 Charakter výrobní technologie

Podle typu převažující technologie rozlišujeme:

#### **Mechanická výroba**

Synek (2011) popisuje mechanickou výrobu jako změnu tvaru a jakosti opracovávaného materiálu, přičemž se nemění vlastnosti látkové podstaty opracovávaného materiálu či polotovaru. Patří sem strojírenská, stavební, dřevozpracující či textilní výroba.

#### **Chemická výroba**

U chemické výroby dochází podle Jurové (2016) ke změně vlastností látkové podstaty u materiálů a surovin. Nejčastěji se jedná o výrobu anorganických a organických látek, zpracování rud či ropy.

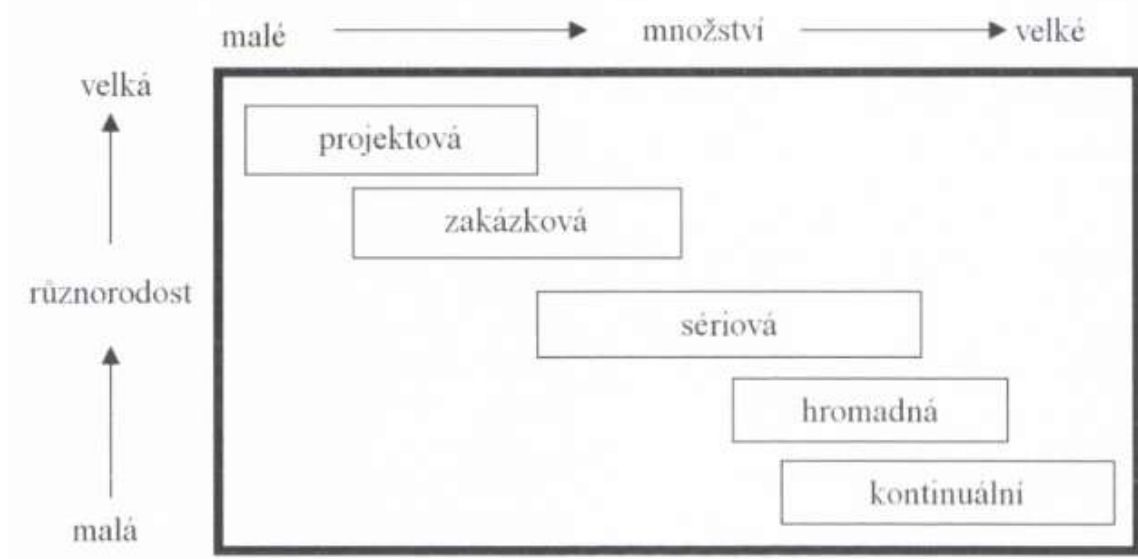
## Biologická a biochemická výroba

Jurová (2016) uvádí, že za biologickou a biochemickou výrobu můžeme považovat procesy, které využívají ke změně látkové podstaty živé organismy nebo biologické procesy, jako je zrání či kvašení. Tato výroba zahrnuje potravinářský průmysl a zemědělství.

### 1.2.3 Typy výroby

Typ výroby je určen množstvím a počtem druhů vyráběných produktů. (viz obrázek č. 1) Právě u typů výroby si můžeme všimnout odlišnosti mezi autory, někteří autoři např. Jurová (2016) uvádí jen 3 typy výroby, těmi jsou výroba kusová, sériová a hromadná. Keřkovský (2012) již v roce 2012 poukazuje na to, že se v některých odborných literaturách objevují mylně jen tři typy výroby. Přičemž Martinovičová (2019) v roce 2019 zmiňuje 5 typů výroby již jako obvyklé. Neshoda autorů u typů výroby mně přijde zvláštní. Ale v rámci této práce se přikláním a budu definovat všech pět typů výroby. Což jsou:

- Projektová výroba
- Zakázková výroba
- Sériová výroba
- Hromadná výroba
- Kontinuální výroba



Obrázek 1 Druhy výrob (Váchal, 2013, s. 464)

### **Projektová výroba**

Váchal (2013) do projektové výroby řadí výrobu výrobků či rozsáhlejších zařízení, odlišujících se od stávající výroby či ty, které jsou zcela nové a pro jejich realizaci musí být vytvořen projekt. Jde o maloobjemovou, ale velmi flexibilní výrobu. Výroba je spuštěna až po uzavření smlouvy a zpracování projektu. Jedná se o výrobu mostů, budov, lodí, speciální strojů.

### **Zakázková výroba**

Některá literatura např. Jurová (2016) označuje zakázkovou výrobu také jako kusovou výrobu. Je charakteristická velkým počtem druhů výrobků ve velmi malém množství, kdy opakovatelnost výroby je nepravidelná a v některých případech se neopakuje vůbec. Vyrábí se většinou v rozmezí jednoho až deseti kusů podle vypracované dokumentace.

### **Sériová výroba**

Váchal (2013) za sériovou či dávkovou výrobu považuje výroby, ve kterých je vyráběn menší počet druhů v různých počtech, které se pohybují v rozmezí stovek až tisíců kusů. V sériové výrobě hraje významnou roli zapojení moderních technologií, automatizace. Již sériová výroba je velmi náročná na plánování a řízení výroby včetně všech podpůrných procesů.

### **Hromadná výroba**

Tomek (2014) definuje hromadnou výrobu jako výrobu jednoho nebo několika málo druhů výrobků ve velmi vysokých počtech. Podle přesně zadané dokumentace může být vyráběno až několik statisíců kusů jednoho výrobku. Typická je výroba na výrobních linkách s minimálním podílem ruční práce, která nepřesahuje více než 10 %. Zde se setkáváme s velmi vysokou úrovní automatizace.

### **Kontinuální výroba**

Keřkovský (2012) řadí kontinuální výrobu, též označovanou jako proudovou výrobu, do hromadné výroby s tím, že se jedná o organizačně nejnáročnější formu výroby. Je charakteristická právě plynulým, optimalizovaným tokem rozpracovaných výrobků mezi jednotlivými pracovišti.



## 2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Sharma (2017) uvádí, že již v roce 1943 byla v American Society of Mechanical Engineering (A.S.M.E.) uvedena první definice průmyslového inženýrství. Ta říká, že průmyslové inženýrství se zabývá návrhem, zdokonalením a zavedením integrovaného systému pracovníků, materiálů a zařízení, a to na základě využití odborných znalostí a dovedností v matematických, fyzikálních a společenských vědách s využitím analytických metod s cílem specifikovat, předvídat a vyhodnotit výsledky získané z těchto systémů.

Mašín (2000, s. 81) uvádí současnou definici průmyslového inženýrství jako *interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy.*

Zde si můžeme všimnout, že základní definice průmyslového inženýrství za půl století nabyla jen drobných změn. Ovšem Karande (2019) potvrzuje důležitost průmyslového inženýrství. Průmyslové inženýrství je dnes velmi uznávaný vědecký obor, který se zabývá hlavně neinvestičním zvyšování produktivity. Důvodem vzniku oboru průmyslového inženýrství byla očekávání zákazníků, kdy výrobci museli navrhovat a vyrábět výrobky v největší rozmanitosti, aby bylo vyhověno zákazníkům. Před všemi průmyslovými odvětvími stojí zásadní výzva, což je výroba zboží ve správném množství, požadované kvalitě, ve správný čas a s minimálními náklady, které umožní přežití a růst firmy. Právě tyto požadavky jsou hnacím motorem pro zvýšení produktivity a efektivity organizace.

Za cíle průmyslového inženýrství považuje Mašín (2000) zaměření na vysokou kvalitu produktů, vysokou produktivitu práce a zajištění vysokého zisku, to je zabezpečeno neustálým zlepšováním procesů a odstraňováním plýtvání.

### 2.1 Historie průmyslového inženýrství

Mašín (2000) uvádí, že historie průmyslového inženýrství se začíná psát již v 19. století, kdy se lidská práce uspořádávala takovým způsobem, aby byla co nejvíce efektivní a aby bylo možné ji opravdu řídit.

**Frederick Winslow Taylor (1856 – 1915)**

Za otce průmyslového inženýrství označují shodně Sharma (2017) i Mašín (2000) Fredericka Winslowa Taylora. Jeho zaměření při zvyšování produktivity práce se soustředilo na promyšlenou organizaci. Na lidskou práci uplatňoval exaktní postupy, kdy práce byla uspořádána do nejmenšího detailu, přičemž byla zcela efektivní a šlo ji opravdu řídit. V jeho práci se objevují inženýrské postupy, které v dnešní době označujeme jako studie pracovních metod.

**Frank Bunker Gilbreth (1868 – 1924) a Lillian Moller Gilberth (1878 – 1972)**

Sharma (2017) zmiňuje manžele Gilberthovi, kteří jsou označováni za průkopníky časových a pohybových studií. Uvědomili si a začali pracovat s myšlenkou, že veškerou manuální činnost lze rozdělit do kombinací omezeného počtu základních pohybů. Právě tyto elementární pohyby usnadnily poté časové studie.

**Shingeo Shingo (1909-1990)**

Dennis (2017) představuje Shingeo Shinga jako světového experta na výrobní praktiky TPS. Během svého profesního života sbíral zkušenosti v automobilkách Toyo (dnešní Mazda) a v Mitsubishi. Od roku 1969 začal pracovat v Toyota Motor, jehož zaměření bylo na snížení časů přestavby, kde také formuloval specifickou metodu SMED.

## 2.2 Klasický přístup průmyslového inženýrství

Mašín (2000) rozděluje klasický přístup průmyslového inženýrství na operační výzkum a na studie práce.

**Operační výzkum**

Základním principem operačního výzkumu či operační analýzy je modelování úloh a technik jejich matematického řešení, které je založené na silné orientaci na exaktnost a matematiku.

Nejznámější techniky operačního výzkumu jsou:

- Síťové grafy (PERT, metoda CPM)
- Metody matematické statistiky
- Metody teorie zásob či hromadné obsluhy
- Metody řešení sekvenčních úloh

## Metody studie práce

Karande (2019) i Mašín (2000) shodně rozdělují metody studie práce na studium metod a na studium měření práce. Mašín (2000) popisuje studii metod jako techniku, díky níž je možné rozložit danou lidskou činnost na jednotlivé elementy a tyto elementy jsou poté podrobeny analýze. Tato technika napomáhá vyšší produktivitě odstraněním čekání, zbytečné práce i ostatních druhů plýtvání.

Studium měření práce slouží k určení času, který je potřebný ke splnění zadané práce kvalifikovaným dělníkem při specifikované úrovni pracovního výkonu. Výsledkem jsou normy spotřeby času.

Z historického pohledu se můžeme setkat s těmito postupy, které jsou používány i v dnešní době:

- Časové studie pomocí přímého měření
- Hrubé odhady
- Kvalifikované odhady
- Využití historických údajů
- Systém předem určených časů

Aby se předešlo subjektivnímu stanovení normy spotřeby času, byly postupem času vymyšleny metody, které určují průměrný výkon dělníka. Časy mohou být s velkou přesností určeny ještě před započítáním práce.

Karande (2019) mezi nejznámější metody řadí:

- MOST – lidská práce je rozdělena do jednotlivých sekvenční aktivit
- MTM – manuální práce je rozdělena do deseti základních pohybů
- UAS – odvozen od MTM, používán v sériové výrobě
- USD – využití standardních dat pro zpracování delších cyklů

Karande (2019) uvádí jako základní časovou jednotku systému měření času 1 TMU (Time Measurement Unit).  $1 \text{ TMU} = 0,036 \text{ sekundy}$ ,  $1 \text{ sekunda} = 27,8 \text{ TMU}$ .

Mašín (2000) upozorňuje na často přehlížený aspekt, který se v minulých desetiletích vyskytoval, a tím bylo nerespektování sociologických a organizačních aspektů. To může mít neblahý vliv na fungování průmyslového inženýrství, protože v práci průmyslových inženýrů začne chybět rozvoj do pokročilých vývojových fází, potřebných pro řešení dnešních úkolů.

### 2.3 Moderní přístup průmyslového inženýrství

Mašín (2000, s. 95) říká, že *konkurenční prostředí je a stále bude dynamické, turbulentní, riskantní a vyzývající. Ty podniky, které reagují na tento fakt inovací organizační struktury, procesů i jednotlivých pracovních metod, přežijí. Podniky, které to neudělají, pravděpodobně ne.* Moderní přístup průmyslového inženýrství nemá na rozdíl od klasických metod jasně definované techniky a jde více o komplexnější programy, které nemají zcela jasné kontury. To vychází z úvahy, že je velmi složité namodelovat či matematicky popsat lidský faktor. Dalším znakem moderního přístupu je nefyzická investice. Tzn. investice do rozvoje pracovníků či organizační struktury, které při zvyšování produktivity předcházejí investicím fyzickým.

Moderní přístupy se zabývají těmito oblastmi:

- Zlepšení organizačních systémů
- Zajištění jakosti
- Týmová spolupráce
- Rychlé změny
- Motivační systém odměňování
- Systémy měření a hodnocení produktivity
- TPM
- Zlepšování procesů a odstraňování plýtvání atd.

### 2.4 Základní pojmy průmyslového inženýrství

Pro orientaci v průmyslovém inženýrství je nutné si nejprve definovat základní pojmy z této oblasti.

#### Podnikový proces

Chromjaková (2015, s. 40) uvádí, že *smyslem existence podnikových procesů je nastavení takového systému, který umožňuje trvale poskytovat odpovídající užitek pro zákazníka ve smyslu konkrétního produktu, služby.* V rámci zavádění štihlé výroby je podle Váchala (2013) velmi důležité vytvářet, řídit a zlepšovat procesy zlepšování jako celku. Přínosy štihlé výroby budou nejlépe viditelné v okamžiku, kdy bude optimalizován celkový proces, v tom okamžiku je umožněno systematické a komplexní zlepšení místo pouhých dílčích zlepšení jednotlivých procesů. Nebude-li štihlá výroba zaváděna do všech procesů, nelze nikdy

dosáhnout maximálních přínosů. Ba naopak zlepšené procesy budou narážet na nedostatky procesů, které ještě nejsou nastaveny na metodiku štíhlé výroby.

### **Odstranění chybovosti**

Pro zajištění plynulého a stabilního výrobního procesu je nutné podle Nenadála (2018) vyvarovat se chybám. Nejúčinnější způsob jsou preventivní opatření, která mohou případným chybám předcházet. Jako kritérium lze zde považovat bezporuchovost nebo bezchybnost, jediné s přispěním stabilních procesů můžeme ve výrobě dosáhnout stabilních a hlavně zkrácených průběžných časů výroby.

Karen (2017) k chybovosti dále uvádí, že pokud chceme zavádět prvky průmyslového inženýrství, je nutné nejdříve začít právě odstraněním chybovosti. Z logického pohledu nelze přenastavit výrobní proces s vysokou variabilitou procesu. Výsledky takové práce by byly naprosto zbytečné a nic nepřinášející.

### **Flexibilita**

Bauer (2015) dodává, že pod pojmem flexibilita se skrývá jednoduché a rychlé přizpůsobení se aktuálním zákaznickým požadavkům. Vztahuje se na stroje, zařízení a organizaci práce. Nepochybně k jednomu z nepostradatelných požadavků patří pružné zapojení pracovníků do jakékoli výrobní linky v podniku a přizpůsobení výrobních zařízení takovým způsobem, aby byla rychle přestavitelná a spolehlivá. Implementace takového principu je dosti organizačně, časově i finančně náročné.

### **Standardizace**

Podle Váchala (2013) si pod pojmem standardizace lze představit tvorbu norem (standardů) pro každé výrobní pracoviště i nevýrobní pracoviště, ve všech firemních oddělení v celé firmě. Standardy je nutné neustále vylepšovat a rozvíjet, nelze se spolehnout na to, že jednou nastavený standard bude nekonečně dlouho plně funkční a pro společnost přínosný. Za přínos standardizace lze označit sdílení know-how, přehlednost, jednotnost atd.

Podle Chromjakové (2015) jsou pro zajištění standardizace procesních výkonů hlavními cíli dosažení flexibilní, stabilní a standardizované výroby. Toho lze dosáhnout jen v případě, že se orientujeme na následující body:

- Štíhlé výrobní buňky a štíhlý layout
- Správně nastavený tlakový a tahový systém toků
- Standardizované a štíhlé pracoviště

- Funkční řízení toku hodnot ve výrobních procesech
- Rychlá reakce a flexibilita ve výrobních dávkách
- Týmová spolupráce
- Systém neustálého zlepšování výrobních procesů
- Plnohodnotné dosažení požadované kvality

Bartosz (2017) za přínosy standardizace řízení podniku definuje:

- Zjednodušení systému řízení výroby
- Snížení nákladů spojených s řízením a organizací výroby
- Efektivnější využívání zdrojů
- Zkrácení časů výroby, průběžných přípravných časů i zkrácení dodacích lhůt
- Transparentní evidence výroby z pohledu spotřeby jednotlivých zdrojů
- Zvyšování bezpečnosti práce

### **Transparentnost**

Nenadál (2018) transparentnost procesů vidí v on-line sběru a analýze velkého počtu dat ve všech fázích životních cyklů jednotlivých výrobků, tato data musí být permanentně dostupná. Právě on-line dostupnost informací zpřesní a zrychlí hledání možných příležitostí ke hledání kořenových příčin či zlepšování procesů. Analýza dat vede k odhalení na první pohled „neviditelných“ souvislostí a nedostatků.

Bartosz (2017) k transparentnosti procesů upřesňuje, že u procesů musí být z prvního pohledu ihned jasná nepřesnost, případná odchylka musí být okamžitě viditelná. Z jiného úhlu pohledu se dá o transparentnosti říct, že každému pracovníkovi jsou známy jeho úkoly a cíle, to je ovšem možné jen u firem, které mají dobrou procesní úroveň a přesně nastavené odpovědnosti a kompetence.

Chromjaková (2015) upozorňuje na zásadní problém, který se v posledních letech objevuje jak ve výrobních, tak i administrativních procesech, a tím je využívání vícero softwarů, které spolu nejsou kompatibilní, čímž dochází ke špatnému zpracování či ztrátě důležitých dat. Problém může nastat právě v tom, že pracovníci nejsou schopni přesně určit, které typy informací zadávat do informačních systémů. To se poté může negativně promítnout v plánování, řízení, monitorování a kontrole reálných procesních krocích.

### **Neustálé zlepšování**

Podle Ludvíka (2019, s. 178) je *neustálé zlepšování proces, se kterým se setkáváme nejen v manažerské praxi, ale provází nás i v našem životě, a to již od narození*. Podporou

zlepšování jsou jakékoli kroky vedoucí k prevenci nebo nápravě vzniklých problémů. Jestliže by nebyl proces neustálého zlepšování ve firmách inicializován, došlo by převálcování firmy konkurencí.

Imai (2004) vidí neustálé zdokonalování jako jedno z pravidel, které je integrované do všech nástrojů zlepšování a filozofií metod moderního řízení. Ovšem u některých firem dochází ke špatnému výkladu pojmu neustálé zlepšování. Některé firmy zlepšují procesy, protože si to nejvyšší management přeje, a proto zaměstnanci musí procesy zlepšovat. Ovšem základem zlepšování je vyvarování se chybám, a to v dnešních organizacích se spoustě firem bohužel nedaří.

Váchal (2013, s. 471) uvádí, že *každé zlepšení zvyšuje transparentnost celého systému, což zpětně usnadňuje další proces zlepšování*. Z této definice lze dedukovat, že každé uskutečněné zlepšení přináší další příležitosti potenciálního zlepšení. Lze tedy říct, že jde o nekonečný koloběh. A právě firmy, které z těchto zlepšení dokáží nejvíce vytěžit, jsou schopny získat konkurenční výhody.

Dohnal (2019) říká, že v případě neustálého zlepšování platí jedno základní pravidlo, jestli chce nějaký proces zlepšovat, musím ho změřit. Právě průběžné sledování a vyhodnocování jsou prvopočátkem, který vede ke stanovování vyšších cílů, což jsou stimulační prostředky pro každé sledování.

### **Osobní odpovědnost**

Bartosz (2017) uvádí, že jedním ze znaků při zavádění štihlé výroby je závislost na jednotlivých pracovnících. Právě přesvědčení pracovníků, komunikace s nimi a jejich akceptace při zavádění štihlé výroby často představuje jeden z nejsložitějších a nejobtížnějších problémů. Zde musí střední a nižší management přesně definovat jednotlivé úkoly a cíle, ty musí pracovník přesně znát a musí být motivovaný ke spolupodílení se na procesu neustálého zlepšování. Právě princip osobní odpovědnosti umožňuje prostor pro tvořivost.

Šimánková (2019) k osobní odpovědnosti pracovníků ve výrobě během zavádění štihlé výroby popisuje, že k nejčastějším prohřeškům osobní odpovědnosti patří nedodržování kanbanového okruhu pracovníky, špatný přístup k doplňovacím místům, zbytečná manipulace. U středního managementu popisuje chyby osobního přístupu, jako je třeba nedostatečné seznámení operátorů, jakým způsobem mají pracovat s kanbanem, nedostatečné označení pracovišť a boxů, chybné nastavení kanbanového množství.

## 2.5 Plýtvání

Imai (2004) k plýtvání dodává, že rozlišujeme skryté plýtvání a zjevné plýtvání. Zjevné plýtvání je snadno odhalitelné při analýze výroby, odhalení skrytého plýtvání je mnohem složitější. Do této kategorie můžeme zařadit např. vysoké pojistné zásoby tvořící bezpečnostní polštář před nečekanými změnami ve výrobním procesu. Za matku plýtvání lze označit vysoký počet zásob, právě odstraněným nadbytečných zásob jsou odkryté další druhy plýtvání, které je nutné řešit.

Košturiak (2010, s. 45) cituje: *Postav se do kruhu v dílně a s čistou myslí a bez předpojatosti pozoruj výrobní proces. Při každém problému se pětkrát zeptej proč? Jediné, co děláme, je to, že sledujeme čas od okamžiku, kdy nám zákazník zadá objednávku, k bodu, ve kterém inkasujeme peníze. A tento čas zkracujeme tím, že odstraňujeme plýtvání. Taiichi Ohno, „otec“ výrobního systému Toyota.*

Podle Nenadála (2018) rozlišujeme 8 druhů plýtvání:

1. Nadprodukce
2. Nadměrné zásoby
3. Zmetky
4. Ztráty ze zpracování
5. Čekání
6. Nadbytečný transport
7. Nevyužitý potenciál pracovníků
8. Zbytečné pohyby

Ovšem Imai (2005) uvádí ve své knize 9 druhů plýtvání, což je z mého pohledu velký rozdíl, protože pokud sledujeme plýtvání a chceme tyto druhy eliminovat, musíme je přesně znát. V příložené tabulce č. 1 doplňuji druhy plýtvání a stručný popis.



Tabulka 1 Druhy plýtvání (upraveno podle Imaie, 2005, s. 84)

Druh plýtvání	Forma plýtvání	Opatření
Nadměrné zásoby	Skladová zásoba nepotřebných kusů	Optimalizace řízení zásob
Nekvalita	Produkce vadných kusů	Snížení nekvality
Stroje	Poruchy, nečinnost strojů, doby nastavení	Vyšší koeficient využití
Náklady	Vysoké investice vzhledem k výstupům	Omezení výdajů
Nepřímá práce	Nadměrný počet zaměstnanců na nepřímou práci	Efektivita práce
Výroba produktů	Výroba výrobků s více funkcemi, než je nezbytné	Snížení nákladů
Skrytý potenciál	Zaměstnání pracovníků, kde je můžou nahradit stroje nebo méně kvalifikovaný pracovníci	Zavedení opatření šetřící nebo maximalizující práci
Zbytečný pohyb	Nedodržování standardů práce	Vyšší pracovní standardy
Nová výroba	Pomalý začátek při stabilizaci výroby nových výrobků	Zrychlení přechodu k plné výrobě

### Kořenové příčiny plýtvání

Za kořenové příčiny plýtvání označuje Imai (2004), Svozilová (2011) a Shingo (2019) tyto důvody:

- Nedodržení disciplíny, čistoty a pořádku na pracovišti
- Chybné plánování, nestálé dodávky materiálu
- Nevhodně vypracované pracovní postupy
- Špatné layouty, dlouhé vzdálenosti
- Nedostatečná údržba strojů, dlouhé časy seřízení
- Výroba tlakem
- Nedostatečný trénink zaměstnanců
- Nevhodná či špatná historická rozhodnutí vedoucích pracovníků či managementu

### Přínosy odstranění plýtvání

Shingo (2019) tyto důvody upřesňuje:

- Snižování nákladů
- Eliminování nejručnějších rizik

- Odpovědnost zaměstnanců za odvedenou práci, za produkt, odpovědnost ke společnosti
- Zvyšování konkurenceschopnosti, schopnost dodávat zákazníkům lepší hodnotu
- Vyšší pružnost procesů, rychlejší reakce firmy na změny v okolí firmy či na změny v zákaznických požadavcích
- Pružnější reakce na konkurenční změny

Jednotlivým druhům plýtvání jsem se intenzivně věnoval ve své bakalářské práci, proto jsou v rámci diplomové práce jen okrajově zmíněny a nejsou dále detailně rozepisovány, co se za jednotlivými druhy plýtvání přesně skrývá.

## 2.6 Vybrané metody průmyslového inženýrství

### Chronometráž

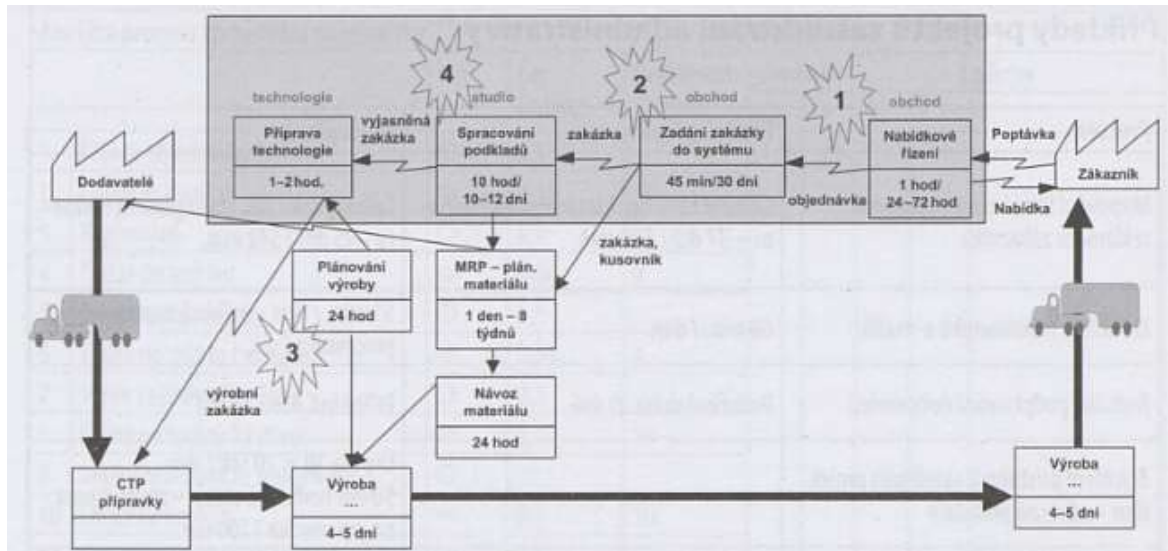
Podle Dlabace (2015) patří tato metoda mezi nejčastěji používané způsoby určení výkonové normy. Cílem metody je sledování času určité operace. Principem je rozdělení měřené operace do několika menších úseků, ve kterých je spotřeba času evidována do předem připravených formulářů. Při správném použití metody vznikají tyto výhody:

- Vysoká spolehlivost naměřených hodnot
- Definice problematických míst
- Přesun jednotlivých úkonů mezi pracovníky
- Eliminace extrémních hodnot v jednotlivých úkonech

### Mapování toku hodnot, VSM

Podle Váchala (2013) se metoda mapování toku hodnot (VSM – Value Stream Mapping / VSD Value Stream Desing) zabývá mapováním a navrhováním toku hodnot. Tento nástroj je užíván k zmapování materiálového a informačního toku výrobního systému. Podle Kinga (2015) znázornění toku hodnot má být prováděno proti směru materiálového toku, od příjmu výrobku zákazníkem k odběru dodavatelského materiálu, to usnadňuje lepší pochopení nastaveného výrobního procesu a umožňuje to lepší odhalení možných příčin plýtvání. Po vytvoření mapy toku hodnot je vypracován návrh požadovaného stavu. (Desing)

Košťuriak (2010, s. 196) *Spomocí toku hodnot tedy umíme říct, kolik procent času z celkové průběžné doby výroby je materiál uskladněný v zásobě, jak dlouhá je skutečná průběžná doba výroby, kde se hromadí materiál a proč, stav zásob a obrátku zásob, rozpracovanost výroby, využití zdrojů aj.*



Obrázek 2 Ukázka mapy toku hodnot (Košťuriak s. 167)

### Princip tahu, Pull

Velmi často se můžeme setkat s anglickým označením Pull a u japonských výrobců se také může objevit označení Kanban.

Podle Svozilové (2011, s. 182) je systém tahu založen na tom, že zákazník procesu dává svým odběrem signál k zahájení výroby dalšího výrobku nebo souboru výrobků, který zmenšenou zásobu v místě odběru doplní. Kapacitní plánování a flexibilita systému tahu jsou závislé na délce výrobních cyklů daného výrobku. Jestliže je systém tahu nastaven až k místu odběru u zákazníka, musíme do systému tahu započítat také dopravu do místa odběru.

Kato (2017) k principu tahu dále doplňuje, že základním cílem je vyrábět jen podle zákaznických požadavků, ve správný čas mít vyroben požadovaný výrobek ve správném počtu a odpovídající kvalitě. Z pohledu řízení musí být výroba daného výrobku spuštěna až v okamžiku, kdy existuje konkrétní zákaznická poptávka.

Karen (2017) uvádí, že přínosem tahového systému je snížení stavu zásob, minimalizování četností případů, kdy je zastavena výrobní linka z důvodu chybějícího materiálu. V okamžiku zavedení tahové systému dojde k transparentnosti a samořiditelnosti systému, která pomáhá k jednoduššímu řízení a plánování výroby.

### Teorie omezení TOC

Svozilová (2011) teorie omezení je známa pod zkratkou TOC, tato zkratka pochází z anglického Theory of Constraints a byla definována známým fyzikem Eliyahuem Goldrattem. Jedná se o velmi jednoduchý analytický nástroj, který má pomoci určit nejslabší místo v procesu bránící zvýšení výkonnosti ostatních procesů. Po odstranění nejslabšího místa se v procesu objeví další slabé místo, které je nutno opět odstranit, tento postup se může několikrát opakovat. Nenadál (2018) cíle této metody definuje následovně:

- Zajištění maximálního průtoku (zvýšení přidané hodnoty za jednotku času)
- Zajištění maximálního využití kapacity úzkého místa
- Při správné použití identifikuje omezení, jeho příčiny a následky
- Lokální optima podřízena celku

### 3 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Váchal (2013, s. 466) dodává ke štíhlé výrobě, že *(štíhlá výroba) vznikala nejprve jakou soubor dílčích zkušeností s novými metodami v japonské firmě Toyota a postupně se začala šířit do ostatních průmyslově vyspělých zemí, které do ní přispěly svým vkladem*. Jde o nově vytvořený koncept strategie, která primární důraz klade na plnění zákaznických požadavků a úsporné hospodaření se všemi potenciálními zdroji.

Tetteh (2018) uvádí, že jednoduše se dá o štíhlé výrobě říct, že cílem je vyrábět více s menšími zdroji. Samotná štíhlá výroba byla popsána a implementována již ve zmiňované firmě Toyota, ovšem nejednalo se o nový objev, prvky štíhlé výroby se vyvíjely od počátků průmyslové výroby.

Karen (2017) se však domnívá, že až důsledné a systematické zavádění řady metod vedlo k úspěchu v automobilce v Japonsku. Tento systém byl v Toyotě zaváděn a používán řadu let, až bylo prokázáno, že používání různých metod přináší vyšší užitek než při použití jen některých samostatných částí. Prvopočátky štíhlé výroby spadají do oblasti hromadné výroby, ovšem je možné ji aplikovat do jiných druhů výrob či služeb.

Charakteristika štíhlé výroby dle Ludvíka (2019):

- Na prvním místě zaměření na potřeby zákazníka
- Odstranění všech druhů plýtvání ze všech procesů
- Vytvoření potřebných metod do systému zlepšování, který nikdy nebude definitivní a vždy se bude lišit podle tradic a charakteru podniku, který chce zavádět štíhlou výrobu
- Vtáhnutí všech pracovníků do systému neustálého zlepšování, cílem je hledání drobného zlepšení, které ve svých důsledcích povede ke zlepšení celého podniku.

Za přínosy štíhlé výroby můžeme podle Thompsona (2014) považovat minimální či nulové:

- Přestavby s přínosem diverzifikovaných produktů
- Defekty s benefitem vyšší kvality
- Plýtvání snižující náklady
- Zpoždění zvyšující spolehlivost dodávek
- Zranění podporující BOZP
- Stížnosti vytvářející důvěru a sebejistotu
- Poruchy zvyšující využitelnost strojů a zařízení
- Neexistence „červených čísel“ vytvářející firemní růst

Štěpán (2019) si všímá, že ve spoustě firem se o pojmu štíhlé výroby hodně mluví, firmy se jej snaží v žebříčku firemních hodnot zařadit hodně vysoko. Ovšem prosazení do praxe je mnohem složitější, za čímž můžeme hledat časové vytížení pracovníků, nebo nechuť cokoli zaběhlého měnit. A právě zde je velmi důležité, aby hodnoty štíhlé výroby sdílela celá firma od nejvyššího managementu až po posledního pracovníka v logistice či výrobě. Dále je důležité si uvědomit fakt, že štíhlá výroba se netýká jen samostatného výrobního úseku, ale i dalších firemní úseků.

### 3.1 Historie štíhlé výroby

Karen (2017) uvádí, že první myšlenky, které jsou přímo spojené se zaváděním štíhlé výroby, sahají do Japonska do období po konci II. světové války. Tehdy pracovníci firmy Toyota přišli hned s několika revolučními metodami, které se osvědčily a jsou používány více než půl století.

#### **Masaaki Imai (1930)**

Hines (2014) označuje Masaaki Imaie za zakladatele a průkopníka metody Kaizen. Je autorem knih Kaizen a Gemba Kaizen. V roce 1985 založil ve Švýcarsku Kaizen institut, který v dnešní době působí ve 30 zemích a zaměstnává více než 400 profesionální poradců. V průběhu kariéry přispěl k vybudování integrovaných postupů Kaizen, TQM, TPM a JIT. Lze jej také označit za prvního, který začal organizovat studijní mise Kaizen či metod štíhlé výroby do Japonska.

#### **Taiichi Ohno (1912 – 1990)**

Za svého života patřil k předním japonským podnikatelům, Dennis (2017) jej považuje za otce TPS (Toyota Production System), díky kterému se přenesla štíhlá výroba do USA. V TPS uvedl do praxe metodu 7 druhů plýtvání, v japonštině označovanou jako muda. Dále poukázal na koncept JIT (Just in Time), kterým lze zvýšit zisk a zákaznický servis.

#### **William Edwards Deming (1900-1993)**

Podle Nicholase (2015) již za svého života proslul svojí průkopnickou prací při statistickém řízení jakosti v Japonsku. Je také označován za otce japonského poválečného zázraku v letech 1950 a 1960, kdy se Japonsko stalo jednou z nejvýkonnějších ekonomik světa, ačkoli se na konci II. světové války nalézalo v troskách. Rozpracoval PDCA cyklus (Plan, Do, Check, Act) a definoval 7 smrtelných chorob firem.

### 3.2 Vybrané metody štihlé výroby

Košturiak (2009) tvrdí, že pro správné pochopení metodiky štihlé výroby je nutné znát základní metody štihlé výroby. Teprve po pochopení a správné kombinaci jednotlivých nástrojů lze počítat s úspěšnou implementací a přínosů štihlé výroby.

Krok	Popis	Metody
<b>1. Analýza současného stavu</b>	Analýza toku hodnot, identifikace plýtvání a jeho příčin	Mapování toku hodnot, audit, snímkování, workshopy, modelování a simulace procesů, strom současných problémů, diagram konfliktu
<b>2. Definování budoucího stavu a postupu změny</b>	Definování cílového stavu, metrik a postupu změny	Mapa budoucího stavu, strom budoucích problémů, strom překážek, akční plán, projekt změny, hoshin kanri
<b>3. Optimalizace procesů</b>	Odstranění plýtvání z jednotlivých procesů	MOST, 5S a štihlé pracoviště, kvalita v procesu, chybuvedomnost procesu, vizualizace, standardizovaná práce, SMED, TPM, LCIA, proces kaizen
<b>4. Integrace procesů</b>	Odstranění plýtvání mezi procesy	Výrobní buňky, integrovaný tok – spine (rybí kost), kanban, autonomní výrobní a servisní týmy, flow kaizen
<b>5. Synchronizace procesů</b>	Zajištění plynulého toku materiálu a informací	Heijunka, záchranná brzda, andon, interní a externí milk run

Obrázek 3 Příklad redukce nákladů ve štihlé výrobě (Košturiak, 2009, s. 69)

#### Kaizen

Váchal (2013) překládá slovo Kaizen jako zdokonalení nebo změnu k lepšímu. (kai = změna, zen = dobrý), Kaizen lze také považovat za synonymum slova nekonečné zdokonalování. Podle Košturiaka (2010, s. 7) je *Kaizen neustálé zlepšování procesů, činností, lidí a jejich spolupráce v podniku. Základem tohoto systému je kultura zlepšování, nespokojenost se současným stavem, neustálé hledání a odstraňování plýtvání. Pohled na problémy jako na příležitost*. Podíváme-li se do firmy Toyota, kde její inženýři jsou strůjci filozofie Kaizen, zjistíme, že Kaizen filozofie je postavená na dvou základních pilířích a těmi je neustálé zlepšování procesů a respekt k lidem. Velmi často se můžeme setkat s větou, že zaměstnanci Toyoty nechodí do zaměstnání jen vyrábět auta, ale chodí do zaměstnání přemýšlet, jakým způsobem vyrábět auta co nejlépe.

Imai (2004) poukazuje na důležitost správně nastavené firemní kultury. Protože právě špatně nastavená firemní kultura má za následek, že některé ze zavedených prvků se nepodařilo udržet při životě. Ovšem vraťme se k úspěchům metodiky Kaizen, zde se jedná dlouhodobý

a náročný proces. Jednotlivá drobná zlepšení v něm nekončí jen na daném útvaru, ale jsou promítnuta do celého podniku.

## 5S

Thompson (2014) nezapomíná na další klasický koncept spojený s filozofií Kaizen, a to 5S koncepce. Jde o podnikový systém určený pro řízení a organizování výrobních operací, u kterých je vyžadováno zpravidla méně pracovního úsilí, času pro výrobu výrobků s méně defekty, prostoru a kapitálu. Svozilová (2011) poukazuje na to, že koncepce 5S pochází stejně jako Kaizen z Japonska. Jde o soubor pěti japonských slov: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. Imai (2005) popisuje jednotlivé kroky.

- Seiri (vytřídit) V tomto kroku vytřídit všechny nepotřebné díly, nářadí, stroje. Zjednodušeně vše, co není potřeba, odstranit z pracoviště.
- Seiton (uspořádat) uspořádání věcí takovým způsobem, aby každá měla své místo, kde ji pracovník najde.
- Seiso (udržovat čistotu) cílem tohoto kroku je udržování čistoty a pořádku na pracovišti.
- Seiketsu (standardizace) zde je úkolem automatizovat a standardizovat udržování čistoty a pořádku na pracovišti.
- Shitsuke (disciplína) cílem je naprosté dodržování nově nastavených standardů.

## Poka-Yoke

Imai (2004) uvádí jako cíl Poka-Yoke nalezení a aplikace jednoduchých a levných technických řešení, díky kterým bude dosaženo bezzávadnosti v situacích, kdy se může objevit jakákoli náhodná příčina, která může vyvolat změnu, popřípadě i vadu. Náhodnou veličinu můžeme najít kdekoli ve výrobním procesu od strojů a zařízení, materiálů, podmínkách v pracovním prostředí, používaných metodách a samozřejmě také v lidech. Kato (2017) poukazuje na to, že nejvíce se tato metoda poslední dobou začíná zaměřovat na nedokonalost lidského faktoru. Bohužel právě lidské chyby jsou takřka ve všech procesech a mají různé příčiny, ať už jsou to příčiny úmyslné či neúmyslné. Jedním z možných řešení odstranění lidského faktoru by byla plná automatizace, což je ovšem ve většině našich provozů naprosto nereálné.

K lidským chybám, proti kterým Poka-Yoke bojuje, patří:

- Jasná úmyslná chyba
- Nepozornost



- Špatná koncentrace
- Nevyhovující nebo nedostatečná kvalifikace
- Chybějící technika
- Nepozornost
- Špatná pracovní disciplína
- Nevysvětlitelné jednání

### **Kanban**

Russell-Walling (2012) uvádí, že systém Kanban stejně jako předchozí metody štíhlé výroby pochází z Japonska, v tomto případě z firmy Toyota, autorem je Taichi Ohno. Lze ho zařadit jako představitele tahového řízení principu řízení zásob. Kanban vznikl při rozpracování metody JIT. V překladu jde o označení Kan pro kartu či štítek a Ban pro signál.

Podle Rothera (2017) je Kanban používán nejvíce mezi pracovišti ve výrobní dílně, kde rozpracovaný polotovár či výrobek postupuje z jednoho pracoviště ke druhému až po kompletní finalizaci. Imai (2004) jím označuje optimalizaci zásob v sériové nebo opakované výrobě. Princip koncepce je založen na poskytnutí jen potřebných dílů a komponent, ze strany dodavatele či skladu do výroby v daném počtu, čase. O tom, které komponenty budou jednotlivá pracoviště potřebovat, informují štítky, které cirkulují v rámci nastaveného procesu v jednotlivých dílnách.

### **Andon**

Mašín (1996) uvádí k principu Andon, že má velkou souvislost s principem Jidoka a celkově se řadí do takzvaných poruchových a varovných světel. Základní princip vychází z toho, že nastavené provozní stavy, které neodpovídají standardům, musí být okamžitě a zřetelně signalizovány. Ihned musí být vzbuzena pozornost obsluhy a dalších pracovníků. K tomu účelu právě slouží poruchová světa či světelné panely, která předávají informaci rovnou bez jakéhokoli zdržení. Shingo (2019) doplňuje, že na pracovištích s vyšší koncentrací operací je často využíváno světelných tabulí k zobrazení aktuálního stavu celkového provozu. Tento princip také slouží k vizualizaci výskytu problému na výrobní lince a též jako signalizace pro spuštění záchranné brzdy.

### **Jidoka**

Jidoka je další z metod štíhlé výroby, která má své kořeny v Japonsku ve firmě Toyota. Princip metody je podle Mašína (1996) založen na důsledném monitoringu kvality. Jde o způsob, jakým je zvyšována kvalita a stimulována odpovědnost jednotlivých pracovníků za

kvalitu. Je zde uplatňována myšlenka, že „kvalitu se nedá vykontrolovat, kvalita se musí vyrábět“.

Imai (2004) doplňuje, že Jidoka je založená na nastavené 100% kontrole, díky čemuž se výrazně liší od běžného statistického řízení kvality. Základní myšlenky principu Jidoka jsou:

- Každý pracovník je oprávněn spustit varovný signál či úplně zastavit výrobní proces v okamžiku, kdy zpozoruje abnormalitu
- Z toho plyne, že každý pracovník je kontrolorem kvality
- Každý pracovník má vědomí o tom, že na kvalitě záleží
- Je zvyšováno vědomí o tom, že firmě na každém pracovníkovi záleží



Obrázek 4 Využití metody Andon v praxi (Vytlačil, 1999, s. 162)

### Heijunka

Je další pojem z okruhu principů a metod vymyšlených a rozvíjených ve společnosti Toyota známým pod pojmem TPS (Toyota Production System). Podle Košturiaka (2010) se Heijunka překládá jako vyrovnaní pracovního zatížení, přičemž Váchal (2013) uvádí k překladu Heijunka, že jde o rovnoměrný plán. Zde bych s autory souhlasil, ale osobně bych pojem Heijunka označil jako vybalancování procesu či vybalancování výroby.

Blokdyk (2020) dále uvádí k této metodě, že cílem je rovnoměrné rozdělení výroby a práce. Cíl metody vychází z poznatku kolísání potřeby zákazníků a různě dlouhých či nepravidelných odběrech. Právě proto je důležité vyrábět nejvíce odebírané výrobní typy v pravidelných (denních) dávkách v menších počtu kusů. V tomto principu se připouští

menší počet zásoby již hotových výrobků. Právě nivelizovaný plán výroby má za úkol předcházet přenášení nadměrným výkyvům v objednávkách na zásobovací procesy.

Košuriak (2010) doplňuje, že v praktické rovině jde o tabuli, na níž jsou časově uspořádány objednávky přeměněné na kanbanové karty. To umožňuje lepší rozprostření výroby v jednotlivých polotovarech či produktech v rámci veškerého dostupného výrobního času.

### **Gemba**

Vytlačil (1997) označuje v překladu z japonštiny, že jde o označení reálného místa či reálného prostředí, kde je prováděna samotná činnost, ať už se jedná o vyrábění výrobků či poskytování služeb. Z výrobních procesů se může jednat o výrobní halu, dílnu, u služeb to mohou být kanceláře či různé salony atd. Aby bylo zavádění Gemby životaschopné a úspěšné, musí být pro pracovníky firem a manažery standardním přístupem. U všech autorů Vytlačil (1997), Imai (2004) i Hafey (2015) dochází k naprosté shodě u pravidel Gemba zlepšování, Vytlačil je trefně označuje jako „zlatá pravidla“. Pro zajištění excelentních výsledků je vhodné využít pěti zlatých pravidel Gemba zlepšování.

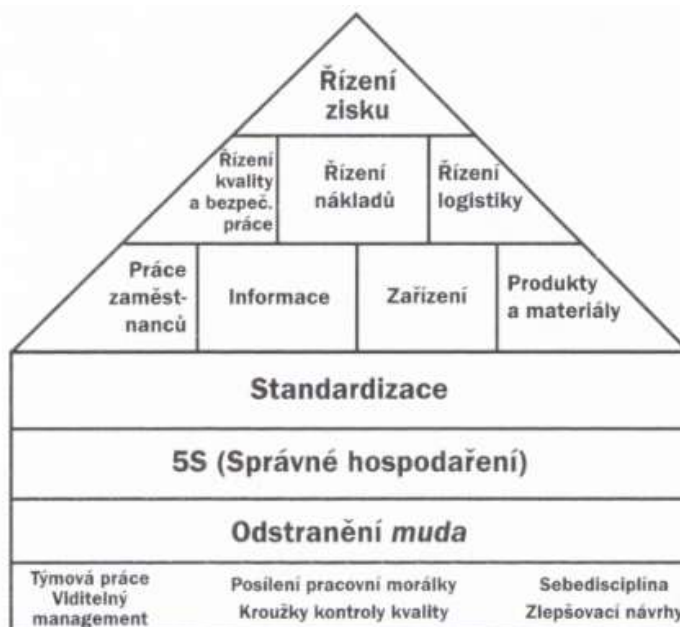
1. V okamžiku, kdy se objeví problém, je nutné nejdříve jít na místo, kde se problém objevil (Gemba)
2. Pokud existují, provést kontrolu reálných a hlavně pravdivých dat (Gemjitsu)
3. Zajištění dočasných opatření na místě vzniku problému
4. Nalezení kořenové příčiny
5. Zajištění formulace a standardizování preventivních opatření

Imai (2004) doplňuje, že jde o aktivitu managementu, kdy pracovníci managementu sledují produkční procesy na vlastní oči přímo v procesu. Sleduje se putování výrobku od prvního po poslední proces, kdy je zacíleno na zjišťování plýtvání v procesech.

Imai (2004), ale i i Hafey (2015) se shodují u Gemba myšlení, že proto, aby byla implementace Gemby účinná a funkční, je nutné znát a pracovat s těmito pojmy:

- Gemba – reálné prostředí (místo vzniku hodnoty)
- Gembutsu – reálné věci (materiál, díly, výrobky, stroje)
- Gemjitsu – reálné informace, fakta (data, čísla, pravdivé odpovědi na otázky týkající se problémového procesu)

Seznam dalších druhů metod štíhlé výroby (upraveno podle Váchala s. 477 - 478)



Obrázek 5 Řízení v domě Gemba (Imai, 2005, s. 35)

Tabulka 2 Další využívané metody štíhlé výroby (zdroj: autor)

Zkratka	Název	Český překlad	Princip metody	Přínosy
JIT	Just in Time	Právě v čas	Dodání potřebných dílů přesně na čas	Snižuje nadvýrobu
	One-Piece-Flow	Tok jednoho kusu	Sleduje tok jednoho kusu procesy	Snížení nákladů na skladování
	Bottleneck	Úzké místo	Vyhledání úzkého místa v procesu	Zvýšení propustnosti procesu
EPEI	Every Part Every Interval	Každý díl v každém okamžiku	Zjištění flexibility výrobního zařízení	Přehlednost výroby na zařízeních
FIFO	First In First Out	První do, první ven	Zajištění zpracování v pořadí	Sledovatelnost procesu a dávek
	Hanedashi	Třetí ruka	Stroj vykonává neproduktivní úkony	Zvýšení produktivity výroby
	Chaku - chaku	Vložit - vložit	Výrobní linka ve tvaru U, pracovník obchází jednotlivá pracoviště	Zvýšení produktivity práce
	Yamazumi	Hromadění	Sloupcový graf	Identifikace VE, NVA, VA

## 4 DMAIC

Svozilová (2011) k anglickému originálu Define – Measure – Analyze – Improve – Control přidává český překlad Definujte – Měřte – Analyzujte – Zlepšete – Řiďte. Zde pozor na poslední krok Control, který může vést k mylnému překladu kontrolujte.

Podle Nenadála (2018) byl cyklus DMAIC původně zaveden a používán při projektech Six Sigmy. Ovšem svojí univerzálností pronikl i do ostatních oblastí zlepšovatelských projektů. Provádění cyklu postupuje od shora dolů. Tím se postup řešitelského týmu dostává od obecných ke konkrétním krokům.

### **Define**

Svozilová (2011) upřesňuje, že fáze Define je zaměřena na nalezení a pojmenování cílů projektu, které přímo souvisí se splněním zákaznických potřeb procesu. Cílem této fáze je mít vymezený a definovaný problém, stanovený rozsah projektu a sestavený projektový plán.

### **Measure**

V kroku Measure dochází k získání dat o chování současného procesu při zohledněním zadání projektu. V této fázi je nutné zjistit, které faktory mají podíl na vzniku problémů v procesu či co je skryto za nedostatečnou výkonností či kvalitou. Cílem této fáze je mít zdokumentovaný proces a současnou výkonnost do detailů, které budou využity v následujících analýzách.

### **Analyze**

Nenadál (2018) označuje tuto fázi za analytickou. Úkolem této fáze je vyhodnocení nashromážděných údajů z předchozích kroků, a to za pomoci matematických, grafických a statistických nástrojů. Cílem je zjištění a potvrzení příčiny, co způsobuje rozdíl mezi definovaným cílem a současnou výkonností procesu.

### **Improve**

Svozilová (2011) říká, že v této fázi projektu dochází k odstranění potvrzené příčiny problému, k nastavení nových parametrů procesu. Cílem je zavedení a otestování nově nastavených procesů a navrhnutí implementačního plánu.

## Control

V poslední fázi je inovovaný a plně funkční proces předán vlastníkovvi projektu. Musí být zajištěna standardizace nového procesu a zajištění udržitelnosti zavedených změn. Cílem je návrh nového plánu řízení a kontroly, zajištění aktualizace procesních dokumentů, stabilizace zavedení změny.

Cyklus DMAIC je v mé diplomové práci zohledněn jen v základních bodech, cyklus DMAIC byl hlavním tématem mé bakalářské práce, kde jsem se jednotlivým cyklům věnoval do detailu.

## 5 SHRNU TÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část diplomové práce představuje základní prvky výroby, výrobní zdroje a členění výrobních procesů. U výrobních prvků je z mého pohledu zajímavé zjištění, že dodnes neexistuje jasná shoda u definice informace. Ačkoli se jedná o zažité slovo, které je denně používané, mezi odborníky nepanuje jednoznačná shoda. Po představení základních prvků výrobního prostředí se práce věnuje definici průmyslové inženýrství, historii, základním pojmům průmyslového inženýrství a plýtvání. Dále je představena štihlá výroba, její průkopníci a v poslední kapitole teoretické části jsou definovány jednotlivé kroky metodiky DMAIC.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 6 POPIS VYBRANÉHO PROCESU

Praktickou část diplomové práce jsem se rozhodl implementovat ve firmě Fritzmeier s.r.o. Firma Fritzmeier s.r.o. je dceřinou společností německé soukromé firmy Fritzmeier Systems GmbH. Firma se orientuje na výrobu bezpečnostních kabin, bezpečnostních rámců a karosérií pro zemědělské a stavební stroje, dále vyrábí díly pro nákladní i osobní vozy. Prvopočátky sahají do roku 1926, kdy byla firma založena v bavorské obci Grosshelfendorf. V České republice působí společnost od roku 1992, kdy byla v Rousínově založena firma GFR s.r.o. Firma začínala v České republice jen s několika zaměstnanci, jenže s expanzí přestávaly výrobní prostory v Rousínově stačit a v roce 1998 byla firma přesunuta do průmyslové zóny města Vyškova, do bývalých výrobních prostorů Zbrojovky. Výrobní prostory v průběhu let byly rekonstruovány a v roce 2006 došlo k výrazné investici do nové haly lakovny a montáže. Firma ke konci března 2021 zaměstnává cca. 550 zaměstnanců a za rok 2020 dosáhla obratu přes 1,65 miliardy Kč. Hlavním odběratelem dílů a komponentů je mateřská firma Fritzmeier Systems GmbH. K nejvýznamnějším zákazníkům celého koncernu patří z oblasti automotive firmy BMW, Mercedes, Evobus. Z oboru stavební techniky firmy Komatsu, Kubota, Bobcat, Caterpillar, Hitachi, Linde, Jungheinrich, Kalmar, Dynapac, Hamm, Ammann, Liebherr. Z oblasti zemědělské techniky se jedná o firmy Lindner či Fendt.



Obrázek 6 Letecký pohled na areál firmy (zdroj: firemní materiál)

Výroba je složena ze čtyř základních výrobních středisek:

- Přípravna
- Svařovna
- Lakovna
- Montáž

Pro zpracování praktické části diplomové práce jsem si vybral výrobní linku na středisku montáže. Jedná se o výrobní linku Bobcat, na které kvůli navýšení zákaznické poptávky dochází ke zpoždění dodávek, protože výrobní linka není schopna plnit požadované počty. Právě metody průmyslového inženýrství a štíhlé výroby mají odhalit, zda je nutné na této výrobní lince spustit dvousměnný provoz nebo jestli přínosy průmyslového inženýrství umožní firmě a pracovníkům zvládat zákaznické požadavky v objednaných počtech jen v průběhu ranní směny. Aby byl zajištěn správný postup a dodržení jednotlivých kroků, využili jsme pro zpracování tohoto obsáhlého projektu metodiku DMAIC.



Obrázek 7 Minibagr Bobcat s bezpečnostní kabinou z firmy Fritzmeier s.r.o.

(zdroj: firemní materiál)

## 7 DEFINE

V první fázi jsem si s vedením společnosti definoval základní cíle celého projektu, termíny a zajistil podporu nejvyššího managementu, která bude nutná pro úspěšné dokončení celého optimalizačního projektu. Po zajištění plné podpory od vedení společnosti jsem začal složením projektového týmu, poté definováním procesního problému, který byl pro celý projekt klíčový. Cílem této fáze je vytvoření projektového listu, který bude podepsán ekonomickým jednatelem společnosti.

### 7.1 Projektový tým

Pro definování procesního problému jsem si musel vybrat vhodný tým, se kterým celou tuto problematiku budeme řešit. Při výběru týmu jsem si uvědomoval, že se bude jednat o komplexní a velmi náročný projekt, proto bude nutné mít v týmu pracovníky, kteří o procesu montáže něco vědí a jejich přístup k práci a přínos pro projekt bude velmi dobrý. Oslovil jsem několik pracovníků s žádostí, aby se připojili do týmu, a někteří mé pozvání přijali a stali se jeho součástí. Jednalo se o mistra montáže odpovědného za tuto výrobní linku, technologa, pracovníka výstupní kontroly montáže a dva operátory výrobní linky. Jednotlivé pracovníky projektového týmu stručně představím:

#### **Projektový vedoucí (autor této práce)**

Ve společnosti Fritzmeier s.r.o. pracuje již 15 roků, zařazení pod oddělením kvality. Zkušenosti se štihlou výrobou sbírá posledních deset roků nejdříve jako účastník různých Lean Six Sigma projektů, od roku 2017 již jako certifikovaný Black Belt, který má na starosti řízení a podporu veškerých technických Lean Six Sigma projektů, kde funguje jako podpora pro jednotlivé řešitele. Od roku 2018 provádí také vstupní školení pracovníků do štihlé výroby, Leanu a Six Sigmy.

#### **Mistr montáže**

Pro firmu pracuje již více než 10 let, již před nástupem do firmy sbíral zkušenosti na vedoucích pozicích ve výrobě. S projekty Leanu a Six Sigmy má již mnohaleté zkušenosti, byl několikrát členem týmu. Samotný projekt zatím nevedl, a to z důvodu chybějícího úvodního školení na úrovni Yellow či Green Belta.

### **Technolog**

Ve firmě pracuje již 6 roků na pozici technologa, který se věnuje těmto typům kabin, do týmu byl vybrán právě proto, aby mohl řešit různé technické problémy, na které v rámci projektu můžeme narazit, ať už se jedná o problémy na svařenci či různé montážní problémy. V průběhu projektu bude mít na starosti také úpravy pracovních návodek, protože určitě dojde k různým změnám v uspořádání pracovních postupů. Tento pracovník již absolvoval školení Green Belt a s optimalizačními projekty má zkušenosti.

### **Pracovník výstupní kontroly**

Ve firmě pracuje již 9 roků, prvních pět roků pracoval na různých pracovních pozicích na montáži. Díky dobrému pracovnímu nasazení a pracovním výsledkům byl přeřazen na pracovní pozici pracovníka výstupní kontroly. Do projektového týmu byl nominován ze dvou důvodů. Prvním jsou zkušenosti z výroby, díky nimž tyto kabiny zná a v mnoha případech objeví případnou příčinu problému. Dalším důvodem je sledování kvality po provedení optimalizace. Aby mohla být optimalizace prohlášena za úspěšnou, nesmí dojít k poklesu kvality. V případě zakolísání kvality musí výstupní kontrolor okamžitě reagovat. Nejhorší, co by mohlo nastat, je nekvalita, která by byla zjištěna až u zákazníka a projevila by se zákaznickými upozorněními či dokonce reklamacemi.

### **Operátor montážní linky č. 1**

U firmy je zaměstnán šestým rokem, jeho specializací na montáži je práce s lepidly a lepení komponentů do kabin. Právě lepení je jednou z nejvíce odborně náročných prací na montáži. Od pracovníka se očekávají v projektu kritické připomínky k uspořádání jednotlivých pracovišť, aby nedošlo k porušení technologických postupů, které by mohly mít neblahý vliv na přilnavost nalepených oken. Tento projekt bude jeho první zkušenost s optimalizačními projekty v rámci firmy.

### **Operátor montážní linky č. 2**

Poslední člen týmu je ve firmě zaměstnán teprve 3 roky, ovšem jeho zkušenosti z předchozích zaměstnání vynahrazují nižší délku zaměstnání ve firmě. Zaměření pracovníka je na čistou montážní práci, která není výrazně náročná z pohledu technologických postupů. Přínos do projektu by měl být ve znalostech jednotlivých pracovních postupů a možných úprav, které budou navrhnuty po procesní analýze. I u tohoto projektového účastníka se bude jednat o první zkušenost v projektovém týmu.

## 7.2 Hlas zákazníka

Ve hlasu zákazníka (angl. VOC Voice of Customers) jsou jasně a přesně vyjádřeny zákaznické potřeby a požadavky. Hlas zákazníka musí být specifikován přesně a musí být oboustranně schválen a dodržován. Protože právě hlas zákazníka určuje možné změny v procesech, které stojí společnost nemalé úsilí a náklady. V našem případě je hlas zákazníka zobrazen v tabulce č. 2.

Tabulka 3 Hlas zákazníka (zdroj: autor)

<b>Hlas zákazníka (Voice of Customers)</b>		
V našem případě je hlas zákazníka sbírán přímo od zákazníka. Zákazník má nový požadavek, kterým je dlouhodobé navýšení objednávek. Aktuální stav objednávek činí průměrně 21,5 kabiny za den, nový požadavek je navýšení počtu na 24 kabin za den.		
<b>VOC</b>	<b>Potřeba</b>	<b>CTQ</b>
Zákazník upravil denní zákaznický požadavek na 24 kabin.	Ověřit proces montáže. Snížit výrobní čas pod hodnotu 225 min. / kabina nebo zavést odpolední směnu.	Výrobní čas nižší než 225 min. / kabina.

## 7.3 SIPOC

Pro pochopení celého procesu montáže kabin byla vytvořena SIPOC mapa, která nám ukazuje návaznost jednotlivých podnikových procesů. Pro členy týmu bude důležitá v pochopení toho, kdo je pro náš proces dodavatelem a kdo je zákazníkem našeho výrobního procesu.

Tabulka 4 SIPOC mapa pro výrobu kabin Bobcat (zdroj: autor)

Supplier	Input	Process	Output	Customer
Zákazník	Týdenní plán	Zpracování plánu	Výrobní plán	Zadání práce
Přípravna	Přichystání jednotlivých komponentů	Výroba jednotlivých komponentů	Hotové jednotlivé komponenty	Svařovna
Svařovna	Přichystání jednotlivých podskupin	Svaření jednotlivých podskupin	Svařenec (kabina)	Lakovna
Lakovna	Barva	Lakování	Lakovaná kabina	Montáž
Montáž	Montážní komponenty	<b>Montáž komponentů do kabiny</b>	Smontovaná kabina	Výstupní kontrola
Kontrola	Nastavení funkcí kabiny	Výstupní kontrola hotové kabiny	Kabina s uvolněním	Expedice

#### 7.4 Nastavení cílů projektu a CTQ

Cílem této práce a celého projektu je snížení výrobního času za pomoci metod průmyslového inženýrství a štíhlé výroby. Na začátku projektu jsem odhadoval možnou úsporu ve výrobním čase na cca. 10 % aktuálního výrobního času. Celkový výrobní čas činil před optimalizací 252 minut, cílem je dostat se pod 225 minut. Právě čas 225 minut je hraniční v následném rozhodování, zda bude nutné na tomto pracovišti rozjíždět druhou pracovní směnu. Jestli by nebylo možné dostat se pod 225 minut, musela by být zavedena odpolední směna. CTQ vychází přesně podle hlasu zákazníka.

Tabulka 5 Nastavení cílů projektů, CTQ (zdroj: autor)

CTQ / Výchozí hodnoty / Měřitelné cíle			
CTQ	Název	Výchozí hodnota	Cílová hodnota
CTQ 1	Snížení výrobního času	252 min.	< 225 min.

## 7.5 Harmonogram jednotlivých kroků DMAIC

Po sestavení projektového týmu proběhla první projektová schůzka, kde jsme naplánovali jednotlivé kroky a termíny. Projektové kroky a termíny byly v rámci projektové schůzky schváleny. Definování jednotlivých kroků proběhlo za pomoci metodiky SMART. Každý krok musel být dosažitelný v reálném čase, který byl jednoznačně časově ohraničený.

Tabulka 6 Harmonogram jednotlivých kroků (zdroj: autor)

Proj. fáze	Harmonogram	Projektový týden splnění	Odpovědná osoba	Splněno
Define	1. Složení týmu	do konce 2	Projektový vedoucí	
Measure	2. Chronometráž jednotlivých operací	do konce 5	Projektový vedoucí	
Analyse	3. Analýza naměřených údajů	do konce 12	Projektový vedoucí	
Improve	4. Implementace prvků štíhlé výroby	do konce 14	Projektový vedoucí	
	5. Zkušební režim	do konce 16	Projektový vedoucí	
Control	6. Ověření výrobních časů	do konce 19	Projektový vedoucí	
	7. Ukončení a předání projektu	do konce 20	Projektový vedoucí	

V rámci první projektové schůzky bylo také vyjasněno, že není možné začít s následujícím bodem, dokud není zcela splněn bod předchozí. Jestliže se nepodaří splnit daný bod v určeném termínu, musí být informován Champion projektu, se kterým poté bude konzultován důvod nedodržení termínu a náhradní termín.

Tabulka 7 Plánovaný harmonogram optimalizačního projektu (zdroj: autor)

LSS optimalizační projekt Bobcat																				
Projektový týden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Po																				
Út	x		x		x		x		x		x		x		x		x		x	
St		x		x		x		x		x		x		x		x		x		x
Čt																				
Pá																				
Define																				
Measure																				
Analyse																				
Improve																				
Control																				

## 7.6 Rizika projektu

Do rizik projektu jsme zařadili tyto nejdůležitější body, které mají vzájemné vazby a mohou se ovlivňovat:

Tabulka 8 Rizika projektu (zdroj: autor)

Rizika projektu
Noví pracovníci
Nespolupráce managementu montáže
Zastupitelnost pracovníků

### Noví pracovníci

V případě, že by se na vybalancovanou linku dostal zcela nový pracovník, došlo by k tomu, že právě tento pracovník by určoval pracovní tempo celé výrobní linky (vzniklo by tzv. úzké místo). Celá linka by pak vyprodukovala nižší počet kabin, než bylo nastaveno, což by se negativně promítlo na produktivitě práce celé linky. Zcela noví pracovníci jsou vysokým rizikem, ať už směrem k nižší produktivitě, tak i k požadované kvalitě.

### Nespolupráce managementu montáže

Jestliže by mistři montáže nebo vedení montáže nedodržovali projektem nastavené způsoby řízení a doporučení, může dojít k tomu, že nastavené postupy nebudou fungovat a výrobní linka nebude dosahovat nastavených výsledků, které se budou odrážet v nižší produktivitě práce. V zahraničí se tento přístup označuje „not invented here“. Není to náš nápad,



nebudeme se nad tím vůbec zamýšlet. Někdo cizí nemůže vědět, jak to u nás funguje. A veškeré i sebelepší nápady jsou odmítány, negovány. Právě pohled z venku bez provozní slepoty je jedna z věcí, kterou firma nyní nutně potřebuje. Zde už je to jen na rozhodnutí nejvyššího managementu, jestli chce mít progresivní firmu nebo jí stačí usazení a pohodlnost v rutinních, denních provozních záležitostech.

### **Zastupitelnost**

Na montážní lince musí být plně funkční zastupitelnost pracovníků, v případě, že mistři nebudou schopni pracovní pozici obsadit zcela zaučeným pracovníkem, musí výrobní linka přejít na výrobu s nižším počtem pracovníků. Jinak nastane situace, která je zmiňována v předchozím bodě u nových pracovníků, což se neblaze promítne nejenom na produktivitu práce.

## **7.7 Projektový list**

Po stanovení všech důležitých bodů v projektu byly tyto jednotlivé body zakotveny do projektového listu. Ten nám slouží k tomu, abychom v rámci projektu věděli, kterými otázkami se ještě budeme zabývat a které jsou již mimo naše kompetence. Po doplnění všech údajů do projektového listu byl projektový list představen ekonomickému jednateři ke schválení, které potvrdil svým podpisem. Podpis projektového listu má i další význam, a tím je potvrzení podpory projektu vrcholovým vedením společnosti, čímž celému projektovému týmu vedení společnosti projevilo důvěru ke splnění očekávaných přínosů. A také je zde možnost se v případě jakýchkoli problémů obrátit přímo na vrcholové vedení společnosti. Právě podepsání projektového listu Championem projektu je pro nás posledním krokem ve fázi Define.

Tabulka 9 Zpracovaný projektový list (zdroj: autor)

<b>Project charter</b>	<b>Optimalizace montáže kabin Bobcat</b>	FV - BB02
<b>Black Belt</b>	Jakub Burian	
<b>Projektový tým</b>	Pracovník TPV se znalostí Green Belt, mistr montáže, pracovník výstupní kontroly, 2 pracovníci montáže	
<b>Champion</b>	Ekonomický jednatel společnosti	
<b>Cíl projektu</b>		
Prověřit stávající výrobní časy, nastavit nové odpovídající výrobní časy. Z hodnoty 252 min. / ks pod hodnotu 225 min. / ks		
<b>Popis problému</b>		
Nastavené výrobní časy neodpovídají realitě, jsou příliš vysoké a tím dochází k neefektivitě ve výrobním procesu.		

Problém		Business case - COPQ (Popis)
<b>Oblast zlepšování</b>	Montáž	Na montážní lince jsou nastavené časy, které neodpovídají realitě. Časy jsou vysoké a dochází k neefektivnímu využívání pracovní doby. Správným nastavením výrobního procesu a systému řízení výroby dojde k roční úspoře přesahující více než 4500 hodin.
<b>Název procesu</b>	Montáž Bobcat	

V rámci projektu (IS)	Mimo rámec projektu (IS NOT)	Rizika projektu
Technologické postupy	Nedostatek kabin	Noví pracovníci
Úprava výrobních časů	Zastupitelnost	Nespolupráce mngmtu montáže
		Zastupitelnost pracovníků

CTQ / Výchozí hodnoty / Měřitelné cíle			
CTQ	Název	Výchozí hodnota	Cílová hodnota
CTQ 1	Snížení výrobního času	252 min.	< 225 min.
CTQ 2			

Projektový plán	
<b>Start</b>	1. projektový týden
<b>Konec</b>	20. projektový týden

Champion	Ekonomický jednatel Podpis
BB	Jakub Burian Podpis

## 8 MEASURE

Ve fázi Measure bude úkolem zajištění dat potřebných k analýze. Nejdříve dojde k seznámení se současným stavem a způsobem řízení, poté bude provedena chronometráž všech operací u všech typů kabin. V případě tohoto projektu se jedná o 3 typy kabin na 12 pracovištích, to znamená celkově 36 náměrů k analyzování.

### 8.1 Popis současného stavu

Na základě navýšení zákaznických požadavků má být provedena analýza současného stavu. Cílem analýzy jsou poznatky pro implementaci metod štíhlé výroby, které poté budou převedeny do praxe. Na základě vytvoření předpokládaného modelu výroby rozhodnout o tom, jestli výrobní linka bude pracovat jen na ranní nebo i na odpolední směnu, jaký bude počet pracovníků na výrobní lince. Za stávající situace již není možné na výrobní lince vytvořit další pracoviště, protože linka je plně obsazena právě 12 pracovníky.

Na výrobní lince Bobcat jsou montovány tři typy kabin Sirius 1, Sirius 2, Sirius 3, ve zkratce S1, S2, S3. Každý výrobní typ je specifický a výrobní postupy nejsou u jednotlivých typů totožné. Výrobní linku tvoří 12 pracovníků, kteří mají nastavenou současnou pracovní normu na 252 min. / kabina. To při 7,5 hodinové pracovní době (450 min.) odpovídá denní produkci 21,5 kabin. Podle nových ročních zákaznických požadavků má být vyráběno 24 kabin za den. Tento stav by bylo možné dosáhnout za předpokladu přesčasových hodin, což není z dlouhodobého pohledu žádoucí.

Tabulka 10 Stávající stav výrobního procesu (zdroj: autor)

Zákaznický požadavek ks/den	21,5
Časová norma na 1 ks (v min.)	252
Pracovní doba (v min.)	450
Počet pracovníků	12
Celkové fond pracovní doby (v min.)	5400
Výrobní takt (min. / pracovník)	21,0

Pokud bychom vycházeli ze současné normy 252 min. / ks a chtěli bychom dodržet zákaznický požadavek 24 ks / den, muselo by dojít k úpravě pracovní normy a navýšení počtu pracovníků na montážní lince. To, jak je uvedeno výše, je z technických důvodů nemožné, v takovém případě by bylo nutné zavést odpolední směnu. Dále by podle výpočtů

došlo k tomu, že by byla práce pro 13,44 pracovníků, což je z pohledu nastavení pracovního procesu dosti nešťastné, dovolím si tvrdit takřka nemožné.

Tabulka 11 Model s novým zákaznickým požadavkem s aktuálním výrobním časem

(zdroj: autor)

Zákaznický požadavek ks/den	24,0
Časová norma na 1 ks (v min.)	252
Pracovní doba (v min.)	450
Počet pracovníků	13,44
Celkové fond pracovní doby (v min.)	6048
Výrobní takt (min. / pracovník)	18,75

Další možnou variantou by bylo plnění zakázek pomocí přesčasových hodin. To je ale v rozporu se standardy štíhlé výroby, protože za přesčasové hodiny musí firma platit zákonné příplatky, a to nepovede ke snižování nákladů. Podle propočtů v níže přiložené tabulce by byl denní požadavek na necelou 1 přesčasovou hodinu na pracovníka. V ročním součtu to činí 2 700 přesčasových hodin na výrobní linku.

Tabulka 12 Výpočet nového zákaznického požadavku s využitím přesčasových hodin

(zdroj: autor)

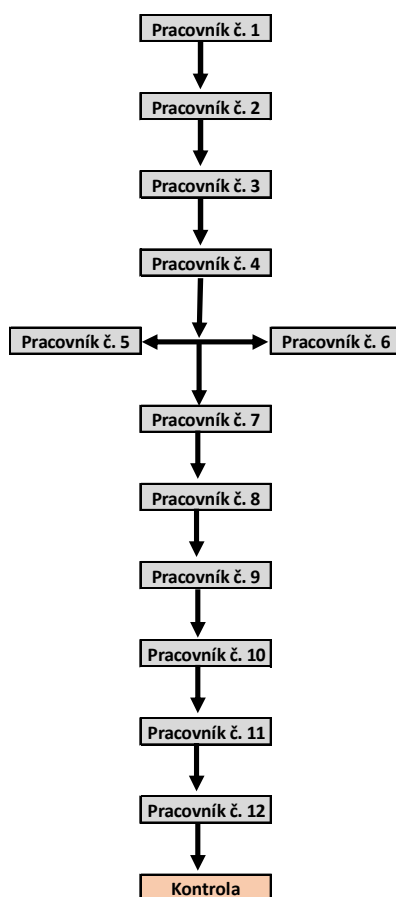
Zákaznický požadavek ks/den	24,0
Časová norma na 1 ks (v min.)	252
Pracovní doba (v min.)	450
Počet pracovníků	12
Požadavek na přesčas (v min.)	648
Denní přesčas na pracovníka (v min.)	54,00

Avizované objednávky pro následující obchodní rok jsou uvedené v tabulce č. 12, právě roční objednávky jsou důležité pro nastavení výrobního taktu. Pokud je výrobní takt vypočítán z jiného údaje, může to mít fatální následky při plnění zákaznických požadavků. Vyrobené počty kusů nemusí odpovídat zákaznickým požadavkům.

Tabulka 13 Nový zákaznický požadavek (zdroj: autor)

Výrobní typ	Počet ks / rok	Vyjádřeno v %
S1	350	6,46%
S2	1320	24,35%
S3	3750	69,19%
Celkem	5420	100,00%

Výrobní linka je složena z 12 pracovníků, většina z nich pracuje samostatně, problém nastává u některých operací, kdy pracovníci v jednom okamžiku pracují na jedné kabině, což může vést k jejich zdržení. Na přiloženém obrázku je zobrazen sled jednotlivých operací.



Obrázek 8 Aktuální sestava pracovníků na výrobní lince (zdroj: autor)

### Stručný popis činností jednotlivých pracovníků:

#### Pracovník č. 1

Oblepení páskami rámu levého a zadního okna, aktivace levého a zadního výřezu okna, protažení závitů a nalepení záslepek v zadní části kabiny. Nanesení tmelu na rám levého a

zadního okna, zaaretování nalepených oken, odlepení papírových pásek z rámu levého a zadního okna, očištění skla o přetoky tmele.

### **Pracovník č. 2**

Protažení závitů ve vnitřku kabiny, instalace háčku v kabině, montáž držáku pro přední okno, nachystání nýtů, nýtování, chystání, aktivace a primerování levého a zadního okna.

### **Pracovník č. 3**

Příprava předního okna pro instalaci do kabiny, aktivace okna, očištění okna, aktivace rámu pravého okna, instalace těsnící gumy do rámu pravého okna, aktivace výřezu okna.

### **Pracovník č. 4**

Instalace přípravku pro přední horní okno, instalace předního horního okna do kabiny, aretace okna, zajištění okna, oblepení papírovými páskami, primerování okna, tmelení předního okna z vnitřní a venkovní strany, odstranění přetoků tmele a papírových pásek, tmelení rámu pro pravé okno, nalepení pravého okna, zaaretování pravého okna.

### **Pracovník č. 5**

Přichystání kabeláže pro instalaci do kabiny, instalace kabeláže do kabiny, montáž konektorů do instalované kabeláže.

### **Pracovník č. 6**

Primerování předního spodního okna, aktivace rámu předního spodního okna, přilepení rámu do kabiny, přilepení předního spodního okna do rámu, upevnění svorkami, očištění přetoků tmele z venkovní strany.

### **Pracovník č. 7**

Odstranění přípravku předního horního okna, odstranění aretačních pomůcek, očištění vodící lišty předního okna, oblepení spáry mezi předním oknem a kabinou papírovou páskou, tmelení oblepené spáry, roztažení tmele, odstranění přetoků tmele, nalepení sériového čísla kabiny.

### **Pracovník č. 8**

Přichystání a kontrola střešního skla, nabroušení povrchu skla podle přiložené šablony, primerování skla a hran, odmaštění povrchu kabiny před nalepením střešního okna, oblepení

výřezu střešního okna papírovou páskou a těsnící gumou, nanesení tmelu do výřezu střešního okna, nalepení střešního okna, odstranění papírových pásek, vložení závaží na střešní okno.

#### **Pracovník č. 9**

Chystání plynové vzpěry, chystání kabeláže pro motorky stěračů, protažení závitů pro plynovou vzpěru, montáž plynové vzpěry, natření kolejnic pro přední okno vazelínou, montáž motorku, chystání a upevnění stěrače, zapojení kabeláže motorků, nastavení předního okna v otevřené pozici.

#### **Pracovník č. 10**

Odstranění aretační podložek z předního okna, upevnění kabeláže v přední venkovní části, chystání hadičky ostřikovačů, instalace hadičky ostřikovačů, předmontáž dílů do stropního čalounění, montáž stropního čalounění do kabiny, vyzkoušení předního okna po instalaci stropního čalounění.

#### **Pracovník č. 11**

Protažení pantů dveří, protažení závitů pro dveře, montáž pantů do kabiny, instalace uchycení otevřených dveří, montáž plastové rukojeti pro otevření dveří zevnitř, nasazení dveří na kabinu, nastavení dveří, namazání pantů, dotažení šroubů u pantů, kontrola nastavení dveří.

#### **Pracovník č. 12**

Přichystání dílů pro operaci č. 11, montáž kolíku pro zavření dveří, odstranění svorek, nalepení plastových záslepek, umytí kabiny.

#### **Výstupní kontrola**

Poslední pracovníkem na výrobní lince je pracovník výstupní kontroly, který je v rámci organizačního zařazení zcela mimo veškeré pracovníky výroby, je zařazen pod oddělení kvality. Úkolem pracovníka výstupní kontroly je provést optickou, mechanickou kontrolu a elektrický test komponentů na kabině. V případě, že veškeré kontrolní parametry budou odpovídat nastaveným standardům, potvrdí tuto skutečnost uvolněním kabiny v interním softwaru a kabinu uvolní k expedici.

## **8.2 Management montáže**

V současné době je montáž řízena pěti vedoucími pracovníky, ve složení vedoucí montáže, hlavní mistr montáže a tři mistři. Jelikož se montážní linky vyskytují v různých výrobních

halách, tak je odpovědnost za jednotlivé výrobní linky rozdělena mezi mistry a hlavního mistra.

### **Personální obsazení výrobních linek**

O personálním obsazení jednotlivých výrobních linek rozhodují mistři vždy ráno před zahájením směny, kdy zajišťují obsazení výrobních linek, v dnešní covidové době je bohužel proměnlivost personálu na denním pořádku. Nelze spoléhat na naplánované obsazení linek, které bylo vytvořeno den předem. Je na denním pořádku, že několik pracovníků ze dne na den padne do karantény nebo rovnou onemocní nemocí Covid-19. Při plánování obsazení jednotlivých výrobních linek vycházejí mistři z aktualizované matice zastupitelnosti, kterou mají k dispozici a kterou si pravidelně aktualizují. V posledních třech měsících se průměrná absence pracovníků pohybuje na hranici 20 procent. Ovšem nelze celých 20 % nepřítomných pracovníků svádět jen na Covid-19, podíl nepřítomných pracovníků vlivem této nemoci činí asi jen polovinu, ostatní nepřítomnosti jsou způsobené dlouhodobou nemocností či jinými důvody. Pro zajištění splnění zákaznických požadavků jsou nyní velmi využívány přesčasové hodiny, které jsou ze strany vedení společnosti ještě podpořeny motivačními bonusy za odpracované přesčasové hodiny. Jelikož zastupitelnost neodpovídá na všech pracovištích požadovaným standardům, dochází k tomu, že na některé výrobní operátory jsou vyšší nároky na přesčasové hodiny a u jiných operátorů jsou nároky na přesčasového hodiny minimální. Právě u pracovníků, kteří již několikátý měsíc dosahují zákonného maxima přesčasových hodin, dochází ke snížení pracovního výkonu a výkyvům v kvalitě, které se při odpracování standardní pracovní doby nevyskytují. Ovšem tohle riziko je v dnešní velmi složité době tolerováno a ke všem pracovníkům, kteří mají zásluhy podíl na plnění zákaznických plánů, je přístupováno s velkým respektem.

Plánování personálních kapacit probíhá stále bohužel v papírové podobě bez využití softwarové podpory, která by mistrům ulehčila práci a obsazení jednotlivých pracovních míst by probíhalo bez větších časových ztrát, které v některých extrémních případech mohou trvat i desítky minut, což se později projevuje ve snížené produktivitě jednotlivých výrobních linek.

### **Zastupitelnost**

Z důvodu vyšší fluktuace zaměstnanců montáže v posledních letech zaviněné ekonomickou konjunkturou nedosahuje zastupitelnost na jednotlivých pracovištích požadovaným standardům. Při cca. 80 zaměstnancích a stejném počtu pracovních operacích umí ½



zaměstnanců zastoupit jen na 1 či 2 pracovištích. Při vyšší nepřítomnosti pracovníků dochází k tomu, že mistři nemohou dané pracovní místo obsadit řádně zaškoleným pracovníkem. Málo či nevhodně zaškolený pracovník má poté negativní vliv na požadovanou produktivitu práce a také na kvalitu. Ani jeden z těchto prvků není pro štíhlou výrobu žádoucí.

Zaškolení pracovníků na další pracovní pozice je v posledních měsících téměř nemožné, zvýšená absence výrobních operátorů neumožňuje zaškolování na dalších pracovištích. Zde se management montáže dostává do uzavřeného bludného kruhu. Mistři nemají volné kapacity, které by se mohly zaškolovat na nové pracovní operace, nízká zastupitelnost nedovoluje možné kombinace mezi zaškolenými pracovníky. Obsazení pracovišť špatně zaškolenými nebo nezaškolenými pracovníky snižuje významně produktivitu práce. Pro splnění zakázek jsou nutné přesčasové hodiny, které by v případě řádně zaškolených pracovníků nutné nebyly. To vše je vedením společnosti přechodně tolerováno, protože prioritou je plnění zákaznických požadavků a dodání kabin včas. Výše popsaný uzavřený bludný kruh má bohužel negativní vliv na ekonomické ukazatele, ale i tohle je jedna z nepřímých daní covidové doby.

### **Odměňování pracovníků**

Mzdové hodnocení pracovníků montáže se skládá z pevné a variabilní složky mzdy. Pevná složka mzdy je garantovaná vnitřním mzdovým předpisem. Pracovníci jsou zařazeni podle výkonnosti a zkušeností do mzdových tříd. Rozdíl mezi mzdovými třídami činí cca. 1000–1200 Kč měsíčně. Variabilní složka mzdy je složena z vícero složek: osobní hodnocení, prémiová výkonová složka, příplatek za dodržování integrovaného systému managementu (ISM). Osobní hodnocení je pro každého pracovníka montáže stanovováno ze strany mistrů každý měsíc individuálně, s tím, že vedoucí pracovníci mohou se sumou podle potřeby manipulovat, ale musí dodržet celkovou sumu, která je určena pro montáž jako celek. Příplatek za dodržování integrovaného systému managementu je vyplácen všem zaměstnancům, kteří se aktivně zapojili do implementace integrovaného systému a dále splnili v daném měsíci fond pracovní doby. Prémiová výkonová složka je vypočítávána z pevné složky mzdy, kdy pevná složka mzdy je násobena získanými procenty z produktivity práce. Prémiová složka mzdy činí zhruba 20 % ze mzdy. Na pracovišti montáže je sledována produktivita montáže jako celku, ale také jednotlivých výrobních linek. Pro přiznání prémie je důležitý výsledek celé montáže, podle kterého poté vedoucí pracovníci určují prémie všem výrobním operátorům na montáži. To znamená, že daná výrobní linka může mít výbornou produktivitu v daném měsíci, ale nemusí dostat prémie podle výkonu na

své výrobní lince. Tento způsob vyplacení prémie vidím jako diskutabilní, který vede k demotivaci pracovníků směrem k pracovnímu výkonu a k udržení vysoké produktivity.

### 8.3 Chronometráž jednotlivých pracovišť

Nejdůležitější část kapitoly Measure je provedení chronometráže u všech tří typů kabin Bobcat S1, S2 a S3 na všech 12 pracovištích. Celkově se jedná o 36 náměrů, které musí být pečlivě připravené pro další zpracování. Jako příklad jsem zde vybral operaci č. 1, typu S3. Stejným způsobem byla zpracována data pro všechna ostatní pracoviště a typy jednotlivých kabin.

Tabulka 14 Výsledky chronometráže na pracovišti č. 1, typu kabiny S3 (zdroj: autor)

Operace č. 1, typ S3	Naměřený čas v min.
Oblepení levého okna těsnící gumou	0:01:25
Oblepení zadního okna těsnící gumou	0:03:15
Oblepení levého okna papírovou páskou	0:05:10
Oblepení zadního okna papírovou páskou	0:06:30
Chystání aktivátoru	0:07:15
Aktivace levého okna	0:07:25
Aktivace zadního okna	0:07:30
Nachystání svorek	0:08:20
Nachystání zajišťovacích provázků	0:08:35
Nachystání dalších svorek	0:09:15
Protažení zadního závitu	0:11:20
Nalepení záslepek	0:11:35
Tmelení levého okna	0:13:10
Tmelení zadního okna	0:13:40
Přinesení levého okna	0:14:15
Nalepení levého okna	0:14:30
Odpáskování + zaaretování	0:15:55
Přinesení zadního okna	0:16:35
Nalepení zadního okna	0:16:50
Odpáskování + zaaretování	<b>0:18:55</b>

V tabulce č. 14 jsou uvedeny naměřené časy jednotlivých pracovních pozic u všech typu kabiny S1. V první sloupci je uvedena pracovní operace, poté naměřený čas, se kterým se bude v dalších kapitolách dále pracovat. V posledním sloupci je uveden současný takt linky, ve kterém by měla být daná pracovní operace splněna. V tabulkách č. 15 až 17 jsou zobrazeny náměry jednotlivých pracovišť a jednotlivých typů kabin.

Tabulka 15 Výsledek měření u kabiny S1 (zdroj: autor)

Typ S1 Operace	Čas pro nové nastavení	Současný stav
1	20:49	21:00
2	15:14	21:00
3	08:50	21:00
4	11:28	21:00
5	16:35	21:00
6	13:34	21:00
7	12:10	21:00
8	12:52	21:00
9	14:42	21:00
10	14:21	21:00
11	12:52	21:00
12	12:20	21:00
Celkem	<b>2:45:46</b>	4:12:00

Tabulka 16 Výsledek měření u kabina S2 (zdroj: autor)

Typ S2 Operace	Čas pro nové nastavení	Současný stav
1	16:48	21:00
2	13:28	21:00
3	10:30	21:00
4	09:27	21:00
5	11:49	21:00
6	13:13	21:00
7	10:25	21:00
8	09:43	21:00
9	16:27	21:00
10	14:10	21:00
11	11:01	21:00
12	12:20	21:00
Celkem	<b>2:29:22</b>	4:12:00

Tabulka 17 Výsledek měření u kabiny S3 (zdroj: autor)

Typ S3 Operace	Čas pro nové nastavení	Současný stav
1	15:40	21:00
2	09:43	21:00
3	06:34	21:00
4	13:05	21:00
5	15:21	21:00
6	14:10	21:00
7	11:31	21:00
8	10:35	21:00
9	13:29	21:00
10	12:56	21:00
11	12:04	21:00
12	11:59	21:00
Celkem	<b>2:27:07</b>	4:12:00

## 9 ANALYSE

V této fázi projektu dojde ke zpracování naměřených dat z předchozího kroku. Po zpracování dat bude vyhodnocena efektivita jednotlivých pracovišť u všech typů kabin. Pro nás bude nejdůležitější zjištění, kolik % z celkové procesu spadá do kategorie NVA, tedy do odstranitelného plýtvání.

### 9.1 Procesní analýza vybraných pracovišť

Po seznámení se s jednotlivými pracovními operacemi byla provedena analýza práce jednotlivých pracovníků pomocí chronometráže pro všechny 3 výrobní typy kabin. Jde tedy o měření 36 pracovních pozic, které jsou na této montážní lince vykonávány. V rámci obrovského množství dat je zde zpracována analýza pracovní operace č. 1 pro typ kabiny S3.

Celý proces měření kabin neprobíhá jen na jedné kabině, ale na několika kabinách. U první kabiny neprobíhá celkové měření jednotlivých kroků, ale jen zjištění celkového výrobního času dané operace, měřený pracovník je pozorován, zda dodržuje pracovní postupy a do práce mu není žádným způsobem zasahováno. U této kabiny je již zaznamenáváno možné plýtvání a možnosti, jakými by se dalo odstranit. U druhé kabiny je opět zaznamenán jen čas zahájení a čas ukončení operace, aby po měření mohlo dojít ke srovnání, zda jsou všechny celkové časy totožné. Až u třetí kabiny dochází k měření jednotlivých pracovních kroků. Pracovní kroky jsou zaznamenány v papírově podobě, po ukončení náměrů jsou převedeny do elektronické podoby. V tabulce č. 18 je zpracována pracovní pozice č. 1 typu S3, kde jsou uvedeny naměřené časy a poté časy po odečtení druhů plýtvání, které je ihned z procesu odstranitelné. Uvedené časy jsou bez 5% sociálního přídatku, který je dopočítán až na konci po vyhodnocení všech 12 pracovních operacích.

Tabulka 18 Upravené výsledky chronometráže na pracovišti č. 1, typu S3 (zdroj: autor)

Operace č. 1, typ S3	Naměřený čas	Zjištěné plýtvání
Oblepení levého okna těsnící gumou	0:01:25	0:00:25
Oblepení zadního okna těsnící gumou	0:03:15	0:00:15
Oblepení levého okna papírovou páskou	0:05:10	
Oblepení zadního okna papírovou páskou	0:06:30	
Chystání aktivátoru	0:07:15	0:00:15
Aktivace levého okna	0:07:25	
Aktivace zadního okna	0:07:30	
Nachystání svorek	0:08:20	0:00:15
Nachystání zajišťovacích provázků	0:08:35	
Nachystání dalších svorek	0:09:15	0:00:15
Protážení zadního závitu	0:11:20	0:01:00
Nalepení záslepek	0:11:35	
Tmelení levého okna	0:13:10	0:00:25
Tmelení zadního okna	0:13:40	
Přinesení levého okna	0:14:15	0:00:10
Nalepení levého okna	0:14:30	
Odpáskování + zaaretování	0:15:55	
Přinesení zadního okna	0:16:35	0:00:10
Nalepení zadního okna	0:16:50	
Odpáskování + zaaretování	<b>0:18:55</b>	
		0:03:10

Po odečtení plýtvání jednotlivých pracovních kroků byl vypočítán nový pracovní čas, na který bude výrobní proces nastavován. Plýtvání bylo odhaleno ve formě zbytečného chození pro materiál či pracovní pomůcky, nebo čekání na kolegy z předchozích operací či na obsluhu VZV. Upravené výsledky jsou zobrazeny v tabulce č. 19.

Tabulka 19 Naměřené časy na operaci č. 1, typu S3 po odstranění plýtvání (zdroj: autor)

Operace č. 1	Čas operací pro nastavení linky	Čas v sek.	Čas operací po odstranění plýtvání
Oblepení lev. okna těs. gumou	0:01:00	60	0:01:00
Oblepení zad. okna těs. gumou	0:01:35	155	0:02:35
Oblepení lev. okna pap. páskou	0:01:55	270	0:04:30
Oblepení zad. okna pap. páskou	0:01:20	350	0:05:50
Chystání aktivátoru	0:00:30	380	0:06:20
Aktivace levého okna	0:00:10	390	0:06:30
Aktivace zadního okna	0:00:05	395	0:06:35
Nachystání svorek	0:00:35	430	0:07:10
Nachystání zajišť. provázků	0:00:15	445	0:07:25
Nachystání dalších svorek	0:00:25	470	0:07:50
Protážení zadního závitu	0:01:05	535	0:08:55
Nalepení záslepek	0:00:15	550	0:09:10
Tmelení levého okna	0:01:10	620	0:10:20
Tmelení zadního okna	0:00:30	650	0:10:50
Přinesení levého okna	0:00:25	675	0:11:15
Nalepení levého okna	0:00:15	690	0:11:30
Odpáskování + zaaretování	0:01:25	775	0:12:55
Přinesení zadního okna	0:00:30	805	0:13:25
Nalepení zadního okna	0:00:15	820	0:13:40
Odpáskování + zaaretování	0:02:05	945	<b>0:15:45</b>

Analýzou všech 36 pracovních pozic byly vyhodnoceny výrobní časy pro jednotlivé pracovní operace u jednotlivých typů kabin. Právě analýza naměřených hodnot ukázala, jak moc je tento proces neefektivní a jak obrovské rezervy pro zlepšení skrývá.

V tabulkách č. 20 – 22 je zobrazeno plýtvání a nový pracovní čas pro jednotlivé pracovní operace.

Tabulka 20 Výsledky chronometráže u výrobního typu S1 (zdroj: autor)

Typ S1 Operace	Naměřený čas	Plytvání	Čas po odečtu plytvání	Sociální čas +5%	Čas pro nové nastavení
1	19:50	00:00	19:50	00:59	20:49
2	15:05	00:35	14:30	00:44	15:14
3	08:55	00:30	08:25	00:25	08:50
4	11:20	00:25	10:55	00:33	11:28
5	15:48	00:00	15:48	00:47	16:35
6	13:50	00:55	12:55	00:39	13:34
7	12:25	00:50	11:35	00:35	12:10
8	13:40	01:25	12:15	00:37	12:52
9	14:45	00:45	14:00	00:42	14:42
10	14:30	00:50	13:40	00:41	14:21
11	12:15	00:00	12:15	00:37	12:52
12	11:45	00:00	11:45	00:35	12:20
Celkem	2:44:08	0:06:15	2:37:53	0:07:54	<b>2:45:46</b>

Tabulka 21 Výsledek chronometráže u typu S2 (zdroj: autor)

Typ S2 Operace	Naměřený čas	Plytvání	Čas po odečtu plytvání	Sociální čas +5%	Čas pro nové nastavení
1	18:15	02:15	16:00	00:48	16:48
2	14:10	01:20	12:50	00:39	13:28
3	10:00	00:00	10:00	00:30	10:30
4	09:10	00:10	09:00	00:27	09:27
5	11:30	00:15	11:15	00:34	11:49
6	12:35	00:00	12:35	00:38	13:13
7	09:55	00:00	09:55	00:30	10:25
8	09:15	00:00	09:15	00:28	09:43
9	17:00	01:20	15:40	00:47	16:27
10	14:00	00:30	13:30	00:41	14:10
11	10:30	00:00	10:30	00:32	11:01
12	11:45	00:00	11:45	00:35	12:20
Celkem	2:28:05	0:05:50	2:22:15	0:07:07	<b>2:29:22</b>



Tabulka 22 Výsledek chronometráže pro typ S3 (zdroj: autor)

Typ S3 Operace	Naměřený čas	Plýtvání	Čas po odečtu plýtvání	Sociální čas +5%	Čas pro nové nastavení
1	18:55	04:00	14:55	00:45	15:40
2	10:25	01:09	09:16	00:28	09:43
3	06:15	00:00	06:15	00:19	06:34
4	12:40	00:13	12:27	00:37	13:05
5	15:15	00:38	14:37	00:44	15:21
6	14:20	00:51	13:29	00:40	14:10
7	12:20	01:22	10:58	00:33	11:31
8	10:55	00:51	10:04	00:30	10:35
9	13:35	00:44	12:51	00:39	13:29
10	13:10	00:51	12:19	00:37	12:56
11	11:30	00:00	11:30	00:35	12:04
12	11:25	00:00	11:25	00:34	11:59
Celkem	2:30:45	0:10:38	2:20:07	0:07:00	<b>2:27:07</b>

V níže přiložených tabulkách č. 23 až 25 je vypočítáno využití pracovníků na jednotlivých pracovištích. Tyto údaje jsou hodně důležité pro určení potřebného počtu pracovníků.

Tabulka 23 Vyhodnocení využití pracovníků na jednotlivých operacích typu S1 (zdroj: autor)

Typ S1 Operace	Čas pro nové nastavení	Současný stav	Rozdíl	Využití procesu v %
1	20:49	21:00	00:11	99,17%
2	15:14	21:00	05:46	72,52%
3	08:50	21:00	12:10	42,08%
4	11:28	21:00	09:32	54,57%
5	16:35	21:00	04:25	79,00%
6	13:34	21:00	07:26	64,57%
7	12:10	21:00	08:50	57,92%
8	12:52	21:00	08:08	61,23%
9	14:42	21:00	06:18	70,00%
10	14:21	21:00	06:39	68,35%
11	12:52	21:00	08:08	61,25%
12	12:20	21:00	08:40	58,75%
Celkem	<b>2:45:46</b>	4:12:00	<b>1:26:14</b>	<b>65,78%</b>

Tabulka 24 Vyhodnocení využití pracovníků na jednotlivých operacích typu S2

(zdroj: autor)

Typ S2 Operace	Čas pro nové nastavení	Současný stav	Rozdíl	Využití procesu v %
1	16:48	21:00	04:12	80,00%
2	13:28	21:00	07:31	64,17%
3	10:30	21:00	10:30	50,00%
4	09:27	21:00	11:33	45,00%
5	11:49	21:00	09:11	56,25%
6	13:13	21:00	07:47	62,92%
7	10:25	21:00	10:35	49,58%
8	09:43	21:00	11:17	46,25%
9	16:27	21:00	04:33	78,33%
10	14:10	21:00	06:49	67,50%
11	11:01	21:00	09:59	52,50%
12	12:20	21:00	08:40	58,75%
<b>Celkem</b>	<b>2:29:22</b>	4:12:00	<b>1:42:38</b>	<b>59,27%</b>

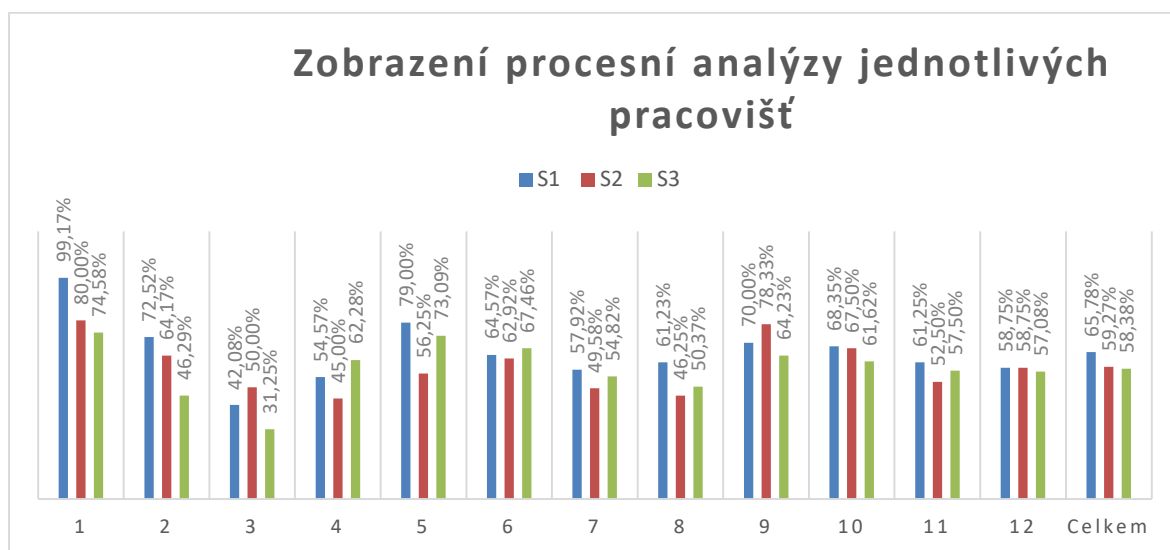
Tabulka 25 Vyhodnocení využití pracovníků na jednotlivých operacích typu S3

(zdroj: autor)

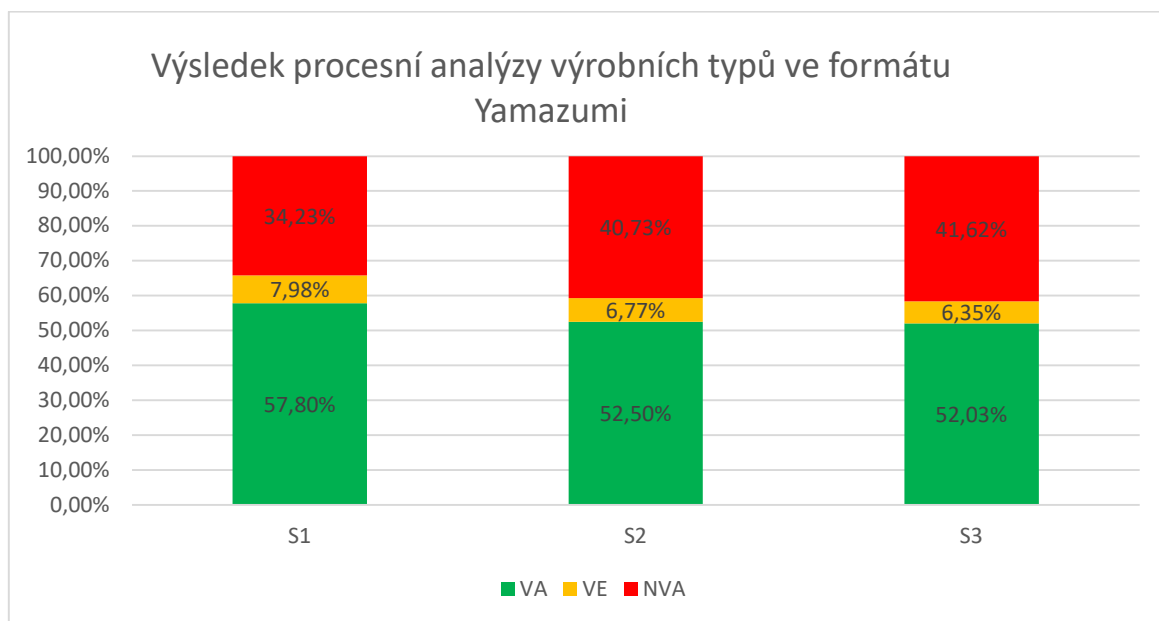
Typ S3 Operace	Čas pro nové nastavení	Současný stav	Rozdíl	Využití procesu v %
1	15:40	21:00	05:20	74,58%
2	09:43	21:00	11:17	46,29%
3	06:34	21:00	14:26	31,25%
4	13:05	21:00	07:55	62,28%
5	15:21	21:00	05:39	73,09%
6	14:10	21:00	06:50	67,46%
7	11:31	21:00	09:29	54,82%
8	10:35	21:00	10:25	50,37%
9	13:29	21:00	07:31	64,23%
10	12:56	21:00	08:04	61,62%
11	12:04	21:00	08:56	57,50%
12	11:59	21:00	09:01	57,08%
<b>Celkem</b>	<b>2:27:07</b>	4:12:00	<b>1:44:53</b>	<b>58,38%</b>

Po prostudování výše uvedených tabulek je zřejmé, že nastavený proces je využíván jen z přibližně 60 %. Ostatní tvoří jen čas nepřinášející firmě žádnou hodnotu, ať už je to ve formě čekání či různých prostojů, protože pracovníci mají určenou práci hotovou.

Ovšem zajímavé zjištění a jeden z faktů, který nemusí být přímo ve výrobě vidět, je ten, že nejužší místo procesu se nachází přímo na začátku, kdy v samotném procesu nedochází k výraznému hromadění zásob. Pro méně zkušené manažery proto nemusí být tento fakt na první pohled viditelný. To automaticky vede k tomu, že neodhalí vzniklý problém a úzké místo není z procesu odstraněno.



Obrázek 9 Výsledek procesní analýzy jednotlivých pracovišť (zdroj: autor)



Obrázek 10 Výsledek procesní analýzy ve formátu Yamazumi (zdroj: autor)

Z grafů na obrázcích č. 9 a 10 je patrné, že procesní analýza prokázala plýtvání v nastaveném výrobním procesu ve výši cca. 40 %. Vezmeme-li v úvahu, že některá odborná literatura uvádí hranici cca. 5 % plýtvání v procesu jako přípustnou, máme příležitost pro zlepšení ve výši cca. 35 % výrobního času. Největší příležitost pro zlepšení je u výrobního typu S3, který je zároveň nejvíce vyráběným výrobním typem.

## 9.2 Návrh na zlepšení

Na základě znalostí ročních zákaznických objednávek a změřeného výrobního času byl sestaven model průměrné spotřeby času a počtu pracovníků, podle kterého poté budou nastaveny nové pracovní operace.

Tabulka 26 Výpočet budoucího výrobního času (zdroj: autor)

Výrobní typ	Počet ks / rok	Výrobní čas / ks	Roční výrobní čas v min.	Roční výrobní čas v hod.
S1	350	165,75	58013	966,9
S2	1320	149,36	197155	3285,9
S3	3750	147,11	551663	9194,4
Celkem	5420		806830	13447,2

Průměrný výrobní čas na 1 kabinu	<b>149 min.</b>	<b>2,48 hod.</b>
----------------------------------	-----------------	------------------

Po stanovení průměrného výrobního času v tabulce č. 26 byl vypočítán počet pracovníků, který bude vyrábět výrobu 24 kabin za 7,5 hodinovou pracovní směnu.

Tabulka 27 Výpočet počtu operátorů (zdroj: autor)

Denní požadavek	24 kabin
Časová norma	149 min. / ks
Celková spotřeba času	<b>3576 min.</b>
Dostupný čas v min.	450 min. / pracovník
Počet pracovníků	<b>7,95 pracovníka</b>

Z uvedené tabulky č. 27 je vidět, že pracovní činnost bude stíhat 7,95 pracovníků. Protože jen stěží lze dosáhnout 0,95 pracovníka na pracovišti, bylo s vedením společnosti dohodnuto, že pracoviště bude nastaveno na 8 pracovníků a průměrný výrobní čas bude počítán s hodnotou 150 min. Zde se to může zdát jako nelogický krok, ovšem v dalších krocích má

tato jedna obětovaná minuta obrovský význam, kterým lze charakterizovat rozdíl mezi štíhlou výrobou a tradičním přístupem ke zlepšování procesů.

Z určeného výrobního času 150 minut na jednu kabinu byl sestaven model pro denní výrobu a počet pracovníků. Pro zajištění denní výroby 24 kabin je nutné mít na pracovišti 8 pracovníků. V případě, že by došlo k poklesu denní poptávky, jsme schopni zareagovat snížením pracovníků na montážní lince a úpravou operací na jednotlivých pracovištích. Tzn. došlo by k úpravě výrobního taktu, pracovník by na jedné kabině odvedl více operací. To vše je viditelné z příložené tabulky č. 28.

Tabulka 28 Výpočet výrobního taktu pro 8, 7 a 6 výrobních operátorů (zdroj: autor)

		Počet kabin									
		24		21		18		15		12	
Počet pracovníků		Minuty	Hodiny	Minuty	Hodiny	Minuty	Hodiny	Minuty	Hodiny	Minuty	Hodiny
	8		450,00	7,50	393,75	6,56	337,50	5,63	281,25	4,69	225,00
7		514,29	8,57	450,00	7,50	385,71	6,43	321,43	5,36	257,14	4,29
6		600,00	10,00	525,00	8,75	450,00	7,50	375,00	6,25	300,00	5,00
5		720,00	12,00	630,00	10,50	540,00	9,00	450,00	7,50	360,00	6,00
4		900,00	15,00	787,50	13,13	675,00	11,25	562,50	9,38	450,00	7,50

Počet kabin	24	21	18	15	12
Počet pracovníků	8	7	6	5	4
Výrobní takt v min.	<b>18,75</b>	<b>21,43</b>	<b>25,00</b>	<b>30,00</b>	<b>37,50</b>

Tato jednoduchá tabulka č. 28 nám bude sloužit k plánování počtu pracovníků a eventuálnímu počtu přesčasových hodin v případě, že bychom nemohli mít na lince požadovaný počet 8 pracovníků. Na montážní lince lze vyrábět i s nižším počtem zaměstnanců, tento postup je po praktické stránce velmi náročný, protože vyžaduje znalost více než jen jedné pracovní operace. A právě znalost vícero pracovních operací bude v našem případě dosti důležitá. Ideální stav by byl, aby všichni pracovníci znali každou z osmi operací a po pravidelných intervalech se na jednotlivých pracovních operacích střídali. Tím bychom měli zajištěnou kvalitní zastupitelnost v případě jakéhokoli nečekaného výpadku pracovníka. Další z věcí, která musí nastat, je mít zaškolené i pracovníky mimo výrobní linku, kteří v případě dlouhodobého výpadku některého

z kmenových 8 pracovníků dokáží v pracovním tempu zastoupit. Ovšem nastavení systému zastupitelnosti a řízení zastupitelnosti jde mimo tohle ověření pracovního procesu montáže kabin.

Na základě znalostí počtu zaměstnanců a výrobního taktu jsem musel provést rozvržení jednotlivých pracovníků do výrobní linky. Aby bylo možné pracovníkům umožnit plynulou práci bez vyhýbání se nadbytečným kabinám, byl maximální počet kabin v lince určen na 19. Po operaci lepení předního, zadního, levého a pravého okna a po operaci střešního okna musely kabiny zůstat minimálně 1 hodinu v klidu, bez možnosti další práce na kabinách. Zde se jedná o čas schnutí tmele, který zajišťuje správné přilnutí k povrchu kabiny. V případě, že by tento čas nebyl dodržen, hrozí špatná přilnavost a uvolnění či vypadnutí lepeného skla. V tomto hodinovém intervalu je kabiny možné na montážní lince posouvat, ale jakákoli montáž je na kabinách zakázána. Právě správné sestavení výrobní linky vidím jako jeden ze stěžejních úkolů jak v tomto případě, tak i v jiných případech. Naprosto tak rozbijeme nastavené procesy a začínáme s jejich spuštěním od nuly. A jestliže dojde k chybným rozhodnutím, může být odstranění chyb jak časově, tak i finančně dosti náročné.

Nad modelem ideálního nastavení výrobní linky jsem strávil hodně času, protože omezení ze strany výrobní linky v maximálním počtu kabin na lince a časů schnutí byly dosti výrazné. Nakonec jsem vyšel z následující úvahy. Jestliže máme výrobní takt 18,75 minuty, musíme tmelit 3 kabiny zároveň, čímž se výrazně přiblížíme hodně 60 minut. A na tomto základě jsem poté vymyslel nový tok kabin po lince. Do mé změny byla linka zásobena po jedné kabině. Po zavedení změny jsou do výrobní linky dávány 3 kabiny zároveň. Zde jsem dospěl ještě k jednomu zásadnímu závěru, pokud je to technicky možné, jsou do linky dávány 3 kabiny stejné typu. A to z důvodu, že u všech tří kabin je tímto postupem zajištěn naprosto stejný pracovní postup a nehrozí, že by si pracovník kabinu spletl a provedl by jiné úkony, než je po něm požadováno.

Na prvních třech pracovištích operátoři pracují na 3 kabinách zároveň, na konci výrobního taktu třetí kabiny posunou všechny tři kabiny zároveň, čímž je zajištěno schnutí tmelů podle technologických postupů. Od čtvrtého pracoviště jsou kabiny odebírány po jedné a je zde spuštěn plynulý tok. V daném okamžiku a se znalostmi které jsem měl, mně tato varianta připadla jako ta nejlepší. Pracovním postupem jsme si garantovali dodržení technologických časů schnutí.

## 10 IMPROVE

V této části dojde k zavedení navržených zlepšení do provozu. V našem případě jde o vyzkoušení navržených úprav na jednotlivých pracovištích, stále musíme mít na paměti, že jsme mohli nějakou drobnost přehlédnout, což se později může negativně promítnout. Mnohem jednodušší je zjištění takového nedostatku v průběhu implementace než po ukončení optimalizace. Cílem této části je zavedení a ověření navržených zlepšovacích kroků.

### 10.1 Optimalizace procesů

Po náměrech byly časy očištěny o odstranitelné plýtvání, které bylo při prvotním měření zjištěno. Většinou se jednalo o zbytečné chození pro materiál nebo čekání. Zbytečné chození bylo odstraněno přemístěním materiálu v rámci výrobní linky. Hlavní část čekání byla odstraněna přenastavením výrobních operací.

Na základě upravených časů a výrobního taktu byl sestaven nový výrobní postup, odpovídající 8 pracovníkům a výrobě 24 kabin za pracovní směnu. Když už jsem zpracovával výrobní postup pro 8 pracovníků, dovolil jsem si přichystat také výrobní postupy pro 7 a 6 pracovníků. Postup pro 7 a 6 pracovníků může management montáže využít v případě, kdy chybí kmenový pracovník z výrobní linky a na jeho pozici nemůže nikdo zaskočit, nebo v případě ponížení zakázek ze strany odběratele.

Nejdříve byly seřazeny všechny výrobní operace pod sebou, přesně podle postupu měření, k náměrům byl doplněn čas, viz příloha č. I. Poté byla podle metody Heijunka k jednotlivým pracovníkům přiřazována práce takovým způsobem, abychom se co nejvíce přiblížili požadovanému výrobnímu taktu. V tabulce č. 29 je představena operace č. 1 z výrobního typu kabiny S3. Stejným způsobem byly zpracovány všechny pracovní operace na všech třech výrobních typech (tedy dalších 35 pracovních postupů).

Tabulka 29 Návrh nového pracovního postupu pro operaci č. 1, typ S3 (zdroj: autor)

<b>Operace č. 1 typ S3</b>	<b>Čas v sek.</b>
Oblepení lev. okna moosgumou	60
Oblepení zad. okna moosgumou	95
Oblepení lev. okna páskou	115
Montáž háčku	20
Montáže matek u stropu 2x	20
Donesení kabeláže	10
Rozbalení kabeláže	10
Upevnění el. páskou (obmotání)	120
Procvaknutí průchodek 2x	15
Nachystání věcí	10
Instalace v kabině	570
	<b>1045</b>

Pracovní operace se podařilo sestavit takřka do dokonalého stavu, kdy rozdíl mezi jednotlivými pracovními operacemi je v řádu sekund. To je v případě této výrobní linky naprosto dostačující. Jednotlivá uspořádání jsou zobrazena v tabulkách č. 30 až 38.

Tabulka 30 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S3, pro 8 pracovníků

(zdroj: autor)

<b>Operace typ S3</b>	<b>Výrobní čas ve sekundách</b>	<b>Výrobní čas + 5% soc. přídatku (sek)</b>	<b>Výrobní čas v minutách</b>
1	1045	1097	18,29
2	1050	1103	18,38
3	1050	1103	18,38
4	1055	1108	18,46
5	1050	1103	18,38
6	1055	1108	18,46
7	1045	1097	18,29
8	1060	1113	18,55
<b>Celkem</b>	<b>8410</b>	<b>8831</b>	<b>147,18</b>



To stejné se také podařilo pro sestavu 7 pracovníků.

Tabulka 31 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S3, pro 7 pracovníků

(zdroj: autor)

Operace typ S3	Výrobní čas ve sekundách	Výrobní čas + 5% soc. přídavku (sek)	Výrobní čas v minutách
1	1200	1260	21,00
2	1205	1265	21,09
3	1200	1260	21,00
4	1205	1265	21,09
5	1195	1255	20,91
6	1205	1265	21,09
7	1200	1260	21,00
<b>Celkem</b>	<b>8410</b>	<b>8831</b>	<b>147,18</b>

Rozdělení práce pro 6 pracovníků má menší odchylku u posledního pracovníka, tato hodnota odchylky je stále akceptovatelná.

Tabulka 32 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S3, pro 6 pracovníků

(zdroj: autor)

Operace typ S3	Výrobní čas ve sekundách	Výrobní čas + 5% soc. přídavku (sek)	Výrobní čas v minutách
1	1390	1460	24,33
2	1405	1475	24,59
3	1405	1475	24,59
4	1405	1475	24,59
5	1410	1481	24,68
6	1380	1449	24,15
<b>Celkem</b>	<b>8410</b>	<b>8831</b>	<b>147,18</b>

Pro kabiny výrobního typu S2

Tabulka 33 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S2, pro 8 pracovníků

(zdroj: autor)

Operace typ S2	Výrobní čas ve sekundách	Výrobní čas + 5% soc. přídatku (sek)	Výrobní čas v minutách
1	1070	1124	18,73
2	1070	1124	18,73
3	1068,25	1122	18,69
4	1070	1124	18,73
5	1065	1118	18,64
6	1065	1118	18,64
7	1055	1108	18,46
8	1071	1125	18,74
<b>Celkem</b>	<b>8534,25</b>	<b>8961</b>	<b>149,35</b>

Tabulka 34 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S2, pro 7 pracovníků

(zdroj: autor)

Operace typ S2	Výrobní čas ve sekundách	Výrobní čas + 5% soc. přídatku (sek)	Výrobní čas v minutách
1	1225	1286	21,44
2	1230	1292	21,53
3	1214	1275	21,25
4	1210	1271	21,18
5	1225	1286	21,44
6	1220	1281	21,35
7	1210	1271	21,18
<b>Celkem</b>	<b>8410</b>	<b>8961</b>	<b>149,35</b>

Tabulka 35 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S2, pro 6 pracovníků

(zdroj: autor)

Operace typ S2	Výrobní čas ve sekundách	Výrobní čas + 5% soc. přídatku (sek)	Výrobní čas v minutách
1	1410	1481	24,68
2	1425	1496	24,94
3	1430	1502	25,03
4	1420	1491	24,85
5	1425	1496	24,94
6	1424	1495	24,92
<b>Celkem</b>	<b>8410</b>	<b>8831</b>	<b>147,18</b>

## Rozdělení pracovišť pro typ kabiny S1

Tabulka 36 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S1, pro 8 pracovníků

(zdroj: autor)

Operace typ S1	Výrobní čas ve sekundách	Výrobní čas + 5% soc. přídatku (sek)	Výrobní čas v minutách
1	1200	1260	21,00
2	1185	1244	20,74
3	1190	1250	20,83
4	1175	1234	20,56
5	1180	1239	20,65
6	1182	1241	20,68
7	1185	1244	20,74
8	1175	1234	20,56
<b>Celkem</b>	<b>9472</b>	<b>9945</b>	<b>165,75</b>

Tabulka 37 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S1, pro 7 pracovníků

(zdroj: autor)

Operace typ S1	Výrobní čas ve sekundách	Výrobní čas + 5% soc. přídatku (sek)	Výrobní čas v minutách
1	1345	1412	23,54
2	1361,5	1430	23,83
3	1365	1433	23,89
4	1350	1418	23,63
5	1350	1418	23,63
6	1345	1412	23,54
7	1355	1423	23,71
<b>Celkem</b>	<b>9472</b>	<b>9945</b>	<b>165,75</b>

Tabulka 38 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S1, pro 6 pracovníků

(zdroj: autor)

Operace typ S1	Výrobní čas ve sekundách	Výrobní čas + 5% soc. přídatku (sek)	Výrobní čas v minutách
1	1585	1664	27,74
2	1595	1675	27,91
3	1565	1643	27,39
4	1572	1650	27,50
5	1575	1654	27,56
6	1580	1659	27,65
<b>Celkem</b>	<b>9472</b>	<b>9945</b>	<b>165,75</b>

Jelikož jsou jednotlivé pracovní operace různě dlouhé, není možné, aby všechna pracoviště měla naprosto stejné výrobní časy. Zde jsem se snažil, aby rozdíl mezi jednotlivými pracovišti byl co nejmenší. Ne vždy se to úplně podařilo, ale rozdíl v řádu několika sekund či několika desítek sekund je stále akceptovatelný.

Výrobní linku je možné uzpůsobit pro pracovní výkon v 8, 7 a 6 pracovnících. V tomto rozložení vidím velkou výhodu. Jestliže budou mít mistři montáže nedostatek zaškolených pracovníků, může výrobní linka vyrábět v menším počtu pracovníků bez omezení produktivity práce. Úplně stejně mohou mistři využít tohoto nastavení v okamžiku, kdy nastane zakolísání dodávaných dílů či při poklesu zákaznických objednávek.

V průběhu rozdělování pracovních operací měli pracovníci časovou rezervu, kterou využili pro restart metody 5S. Právě pořádek a přehled na pracovišti výrazně napomáhá ke

snížení plýtvání. Na obrázku č. 11 je vidět změna, která na pracovištích nastala po obnovení 5S.



Obrázek 11 Pracoviště po znovu zavedení 5S (zdroj: autor)

## 10.2 Integrace procesů

Nyní máme rozděleny veškeré pracovní operace, proces je nastaven na výrobu kabin v 8, 7 a v 6 pracovnících. Vypadá to, že by vše mohlo fungovat, jenže se dostáváme k jednomu z nejzásadnějších a nejsložitějších problémů v této práci. To je nastavení výrobní linky na 3

typy kabin, které mají odlišné výrobní časy. A otázka, kterou jsem si v tomto okamžiku kladl, byla naprosto jasná, jak nastavit výrobní proces, aby mezi jednotlivými operacemi nedocházelo ke zbytečnému čekání a prostojům. V praxi nám hrozí dvě negativa, buď má pracovník daný typ kabiny vyroben rychleji než následující operace a kabinu nelze dále posunout, anebo má pracovník kabinu hotovou později než následující operace a v tom případě, pracovník na následující kabině nemůže pokračovat. Ovšem ani jednu z variant nemůžeme při různých výrobních časech vyloučit, to znamená, že si tyto varianty připustíme a musíme s nimi v dalších krocích počítat.

Nakonec i tento problém má svoje řešení. Pracovníci na každé operaci budou začínat svoji práci přípravami. To znamená, že prvotní práce na dané operaci se vždy obejde bez kabiny. Pracovník začne přípravu, a pokud na pracovišti ještě nebude mít kabinu, může plynule pokračovat v přípravě. To ovšem zahrnuje přenastavení jednotlivých pracovních kroků v daných operacích, které je zobrazeno v tabulce č. 39.

Tabulka 39 Rozdělení předmontáží u jednotlivých pracovišť pro typ S3 (zdroj: autor)

<b>Pracoviště č. 1</b>	<b>Čas v sek.</b>
Donesení kabeláže 3 ks	10
Rozbalení kabeláže	10
Upevnění el. páskou (obmotání)	120
Procvaknutí průchodek 2x	15
Nachystání věcí	10
Celkem (v sek.)	165
Výrobní série po 3 ks	<b>495</b>

<b>Pracoviště č. 2</b>	<b>Čas v sek.</b>
Chystání aktivátoru	30
Aktivace levého okna	10
Aktivace zadního okna	5
Nachystání svorek	35
Nachystání špagátů	15
Nachystání dalších svorek	25
Celkem (v sek.)	120
Výrobní série po 3 ks	<b>360</b>

<b>Pracoviště č. 3</b>	<b>Čas v sek.</b>
Příprava venkovní strany okna	60
Příprava vnitřní strany okna	45
Aktivace okna	15

<b>Pracoviště č. 5</b>	<b>Čas v sek.</b>
Přinesení střešního skla	15
Sundání pásky ze skla	5
Přiložení šablony	10
Nabroušení skla podle šablony	40
Očištění lihem	45
Primerování první vrstva	85
Primerování druhá vrstva	35
Primerování hran	20
Celkem (v sek.)	255
Výrobní série po 3 ks	<b>765</b>

<b>Pracoviště č. 6</b>	<b>Čas v sek.</b>
Chystání plynové vzpěry	20
Přinesení motorku a příbalu	25
Chystání věcí	15
Chystání motorku a kabeláže	75
Celkem (v sek.)	135
Výrobní série po 3 ks	<b>405</b>

<b>Pracoviště č. 7</b>	<b>Čas v sek.</b>
Přinesení dveří	10
Protažení pantů	20

Očištění Loctitem	10
Nalepení gumy	10
Celkem (v sek.)	140
Výrobní série po 3 ks	<b>420</b>

Donesení stropního čalounění	35
Celkem (v sek.)	65
Výrobní série po 3 ks	<b>195</b>

Pracoviště č. 4	Čas v sek.
Donesení př. Sp. O.	20
Kontrola skla	15
Vložení do rámu	10
Primerování rámu okna	30
Celkem (v sek.)	75
Výrobní série po 3 ks	<b>225</b>

Pracoviště č. 8	Čas v sek.
Montáž dílu na čalounění	120
Nachystání nýtovačky	30
Nachystání nýtů	15
Přinesení vody	60
Celkem (v sek.)	225
Výrobní série po 3 ks	<b>675</b>

Při porovnání jednotlivých operací zjistíme, že nejméně času na přípravu probíhá na pracovišti číslo 7. Zde je čas přípravy jedné kabiny 65 sekund. Jelikož se vždy bude pracovat v sérii tří kabin, je celkový čas na přípravu 195 sekund. Viz tabulka č. 40.

Tabulka 40 Porovnání časů předmontáže u jednotlivých pracovních operací v sek.

(zdroj: autor)

Operace	Předpříprava
1. operace	495
2. operace	360
3. operace	420
4. operace	225
5. operace	765
6. operace	405
7. operace	<b>195</b>
8. operace	675

Srovnáme-li výrobní časy nejrychleji vyrobené kabiny (147,11 min. / ks) a nejpomaleji vyrobené kabiny (165,75 min. / ks), dojdeme k rozdílu 18,64 min. na jednu vyrobenou kabinu. Jestliže tento rozdíl podělíme pracovními operacemi, dostaneme 2,33 min. na jednu výrobní operaci. Již víme, že největší riziko je na operaci č. 7, kde jsme schopni přípravami získat 195 vteřin, což je 2,25 min. Pro operaci č. 7 musíme připustit 0,08 min. možné ztráty. Jelikož se jedná o necelých 5 sekund, je to pro nás opět zanedbatelná ztráta. Další variantou, jak této ztrátě předcházet je, aby do výrobní linky nebyly dávány nejpomalejší a nejrychlejší typ kabiny za sebou. Potom jsme schopni zajistit, že zde nebudou žádné ztráty.

Aby nastavené procesy správně fungovaly, musí být ze strany mistrů montáže kontrolovány a nastavený pracovní postup musí být nekompromisně vyžadován. Jestliže by pracovníci



nedodržovali nastavené pracovní postupy, docházelo by k tomu, že by kabiny nebyly posouvány v rámci výrobní linky v nastavených taktech a vznikalo by nežádoucí plýtvání. To by se projevilo sníženým pracovním výkonem, neplněním termínů a zpožděním dodávek k zákazníkovi.

Časy předpříprav na jednotlivých pracovištích mohou plnit ještě jeden důležitý aspekt v případě, že na výrobní lince dojde k nějakému problému, ať už kvalitativního či procesního charakteru. I když pracovník nedostane kabinu včas v požadovaném taktu, může plynule pracovat, aniž by byl nějakým způsobem omezen, právě díky tomu, že se na každé z operací začíná předpřípravami. Ovšem jak je graficky ukázáno v tabulce č. 40, časové rozložení předpříprav není u každé pracovní operace stejné a u operace č. 7 je čas pro předpřípravu jen 195 sekund.



Obrázek 12 Kabina připravena na odvozovém místě (zdroj: autor)

### 10.3 Synchronizace procesů

K zajištění plynulého chodu výrobní linky musí správně fungovat zásobování linky kabinami a materiálem. Zajištění linky materiálem je v kompetencích zásobovače výrobní



linky. Ten má pro každý skladový díl nastaven systém Kanban, u spotřebního materiálu je nastavený systém min – max., který dovoluje mít na pracovišti jen předem určené množství materiálu. A mělo by být zajištěno právě potřebné množství. Informace o skladbě kabin dostávají každý den ráno pracovník na první operaci a řidič vysokozdvizného vozíku, který má na starosti zásobování linky kabinami. Takto je zajištěno, že do výrobní linky budou dány právě potřebné kabiny a nikoli jiné, které daný den nemají být vyrobeny. Na obrázku č. 12 je zobrazeno plovoucí místo umístěné na konci výrobní linky, které slouží jako signálka pro řidiče VZV. Jakmile je kabina umístěna na tomto místě, je určena k odvozu. Tohle místo je viditelné z hlavní komunikace, kudy řidiči VZV během dne nejvíce projíždí.

Ve výrobní lince je nainstalován nově systém Andon. Každý z pracovníků má právo v okamžiku, kdy zjistí problém, zastavit výrobu. Vizualní zařízení zajistí, že během několika minut dorazí na místo odpovědný pracovník výstupní kontroly a určený směnový mistr, kteří se jako první ujmou řešení daného problému.



Obrázek 13 Systém Andon, (zdroj: autor)

Managementu montáže byly předány body, které je nutné dodržovat, aby byla zajištěna funkčnost jednotlivých procesů a aby byla zajištěna dlouhodobá udržitelnost nově nastaveného výrobního procesu.

## **Udržitelnost projektu lze dosáhnout jen za dodržení těchto bodů:**

### ***Nastavení a dodržování procesního řízení***

- *Dodržování pracovní doby*
- *Celá výrobní linka začíná ve stejný čas (6:00)*
- *Přesčasy musí být předem schválené*
- *Důsledné dodržování nastavených pracovních postupů*
- *Nutnost pravidelné kontroly posunu kabin na lince ze strany mistrů (v určitých intervalech 6:56, 7:52, 8:48, 9:44 atd.), když není splněno, ptát se proč?*
- *Přehled ze strany mistrů o délce a náplni jednotlivých pracovních operací*
- *Kabiny do linky vkládat po 3*
- *Nelze pracovníkům nařizovat, aby čekali na kabinu a „nic nedělali“*

### ***Koncepční rozhodování***

- *Nelze vytahovat rozpracované kabiny z linky*
- *Přesčasy, u přesčasu znát důvod, proč je nutný, když nebude vyroben vyšší počet kabin*
- *U přesčasových hodin musí být stejný výkon, jako v normální pracovní době*
- *Zastupující pracovník musí vykonávat stejné činnosti jako stálý zaměstnanec, nelze aby dělal jen část činností*
- *Posilování některých pracovišť pouze v naprosto výjimečných případech, když posílit, znát důvod proč, informace do výpočtu produktivity*
- *Přehled mistrů o vykonané práci, operativní upravení začátku a konce pracovní doby pracovníků*
- *Prerzdělování práce jednotlivých pracovníků, provádět pouze na základě znalosti pracovních postupů*
- *Pokud je to možné, dávat do linky 3 kabiny stejného typu*

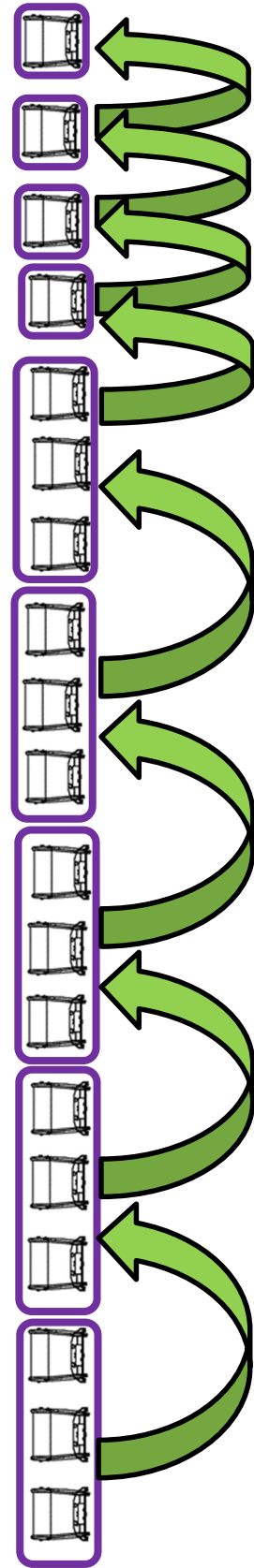
### ***Plně funkční zastupitelnost***

- *Na každém pracovišti musí být minimálně 2 zaškolení pracovníci, kteří znají daný pracovní postup*

Na obrázku č. 14 je zobrazen Layout výrobní linky před přenastavením výrobní linky a po nastavení výrobní linky. Ve výrobní lince došlo k rozšíření o další místo určené ke schnutí tmelů. Celkový čas jedné kabiny na výrobní lince po přenastavení činí 356 minut.

Pracovníci Pozice	1 prac.		Schnutí		3 pracovníci		1 pracovník		1 pracovník		1 pracovník		1 pracovník		1 prac.				
	Lepení	Elektro			Spodní okno + střešní okno	Sτέραč	Čalounění	Dveře	Umytí	Kontrola									
Výrobní takt	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21			
Počet kabin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Pozice Pracoviště Výrobní takt	1 pracovník		2 pracovníci		2 pracovníci		Schnutí		2 pracovníci		1 pracovník		1 pracovník		1 pracovník		1 prac.		
	Elektroinstalace	Přední, levé, pravé, zadní sklo							Spodní okno + střešní okno	Motorek	Dveře	Čalounění	Kontrola						
Výrobní takt	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75
Počet kabin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19



Obrázek 14 Nový a starý layout výrobní linky (zdroj: autor)

## 11 CONTROL

Poslední část metodiky DMAIC je věnována ověření nově nastavených procesů. Cílem bude ověření, zda jsou veškeré implementované kroky plněny přesně podle zadání a zda vše funguje přesně podle nastavení dle nastavení v části Improve. Po ověření pracovních výkonů a potvrzení těchto výkonů vedoucím pracovníkem dojde k předání projektu odpovědnému pracovníkovi.

### 11.1 Ověření nastavených procesů

Výrobní linka byla přestavěna na požadovaný počet 8 pracovníků. Jednotlivá pracoviště byla upravena přesně podle požadavků uvedených v dřívějších kapitolách. Před spuštěním zkušebního režimu bylo všech 8 pracovníků seznámeno s novým pracovním postupem. Každý z pracovníků měl možnost se k úpravám vyjádřit, případně navrhnout jiný pracovní postup, který by měl ještě lepší logickou návaznost.



Obrázek 15 Obrázky z přenastavení výrobního procesu (zdroj: autor)

Po přenastavení výrobní linky byl spuštěn zkušební režim, který trval v plném dozoru jeden týden. Během tohoto týdne byly řešeny různé nedostatky, které se se změnou pracovních operací objevily. V průběhu tohoto zkušebního týdne byly zásadní problémy vyřešeny a pracovníci mohli pracovat v nově nastaveném systému. Následující dva týdny fungovala

výrobní linka dále ve zkušebním režimu, ale už bez mého trvalého sledování. V případě problému jsem se na linku dostavil do několika minut.

Během ověření procesu jsme využívali také teorii omezení TOC (Theory of Constraints), tato metoda nám pomáhala poukázat na možné úzké místo. Zjištěnému úzkému místu zobrazenému v tabulce č. 41 jsme se poté intenzivně věnovali a snažili jsme se ho odstranit. Po odstranění úzkého místa se na jiném pracovišti objevilo jiné úzké místo, které bylo nutné opět odstranit. Takto jsme pokračovali několikrát, dokud jsme se nedostali do určených výrobních taktů.

Tabulka 41 Vývoj TOC v průběhu prvních 15 dnů (zdroj: autor)

Operace	Pracovní den po zavedení optimalizace														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2			X	X	XX	XX	XX	XX	XX						
3			X	X	XX	XX	XX	XX	XX						
4								X	X	XX	XX	XX	XX		
5								X	X	XX	XX	XX	XX		
6															
7	XX	XX													
8	XXX	XXX	XX	XX											

Nejužší místo v procesu
Úzké místo v procesu
Nedodržení pracovního postupu

Po uplynutí zkušebního režimu určeného na 3 týdny bylo provedeno ověření výrobních časů. Ověření výrobních časů probíhalo za mé účasti a za účasti vedoucího montáže, což je nejvýše postavený pracovník odpovědný za montáž. Při ověření byly zaznamenány pracovní časy, které poté jednotliví pracovníci montáže podepsali, čímž potvrdili, že s tímto časem souhlasí a že zapsaný čas odpovídá realitě.

Jelikož si některé činnosti v jednotlivých pracovních operacích „sedly“, jsou výsledné časy měření ještě nižší. To znamená, že pracovníci jsou schopni pracovat v nastaveném pracovním tempu, a ještě mají drobné časové rezervy. Rozdíl času mezi nastaveným výrobním taktem a reálným časem je v celkovém vyhodnocení označen jako ztráta (červeně). A to z důvodu, že pracovník má práci hotovou dříve než vyžaduje výrobní takt. Jelikož je na každé kabině úspora cca. 100 minut, rozhodlo vedení společnosti o tom, že tyto rozdíly nemají být dále řešeny a budou k dobru pracovníkům.



## 11.2 Vyhodnocení optimalizace

Optimalizaci montážní linky můžeme hodnotit pozitivně. Z původních výrobních časů 252 minut / kabina jsme se dostali na úroveň cca. 150 min. / kabina. To znamená úsporu výrobního času cca. 100 minut / kabina. V přepočtu na výrobní pracovníky jsme se dostali z počtu 12 pracovníků na 8 pracovníků. Zvýšil se i počet vyrobených kabin za směnu z původních 21,5 kabin / směna na nyníšších 24 kabin / směna. To také znamená snížení výrobního taktu z 21 minut na 18,75 minuty. Také bylo odpovězeno na otázku, zda je výrobní linka schopna splnit zákaznické požadavky během ranní směny anebo zda je nutné spustit výrobu i na odpolední směně. Zákaznický požadavek 24 kabin za den je výrobní linka schopna splnit během ranní směny a není potřebné rozjíždět odpolední směnu. Momentální maximální kapacita výrobní linky při třísměnném provozu činí 72 kabin za jeden den.

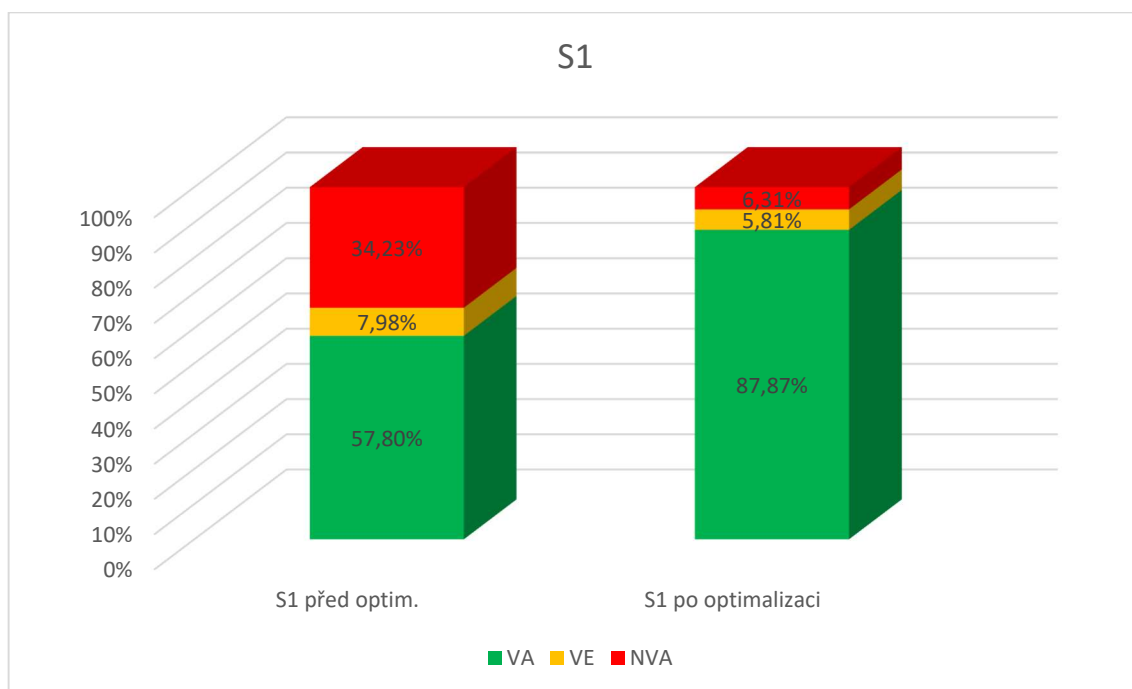
Z ekonomického pohledu přináší optimalizace roční úsporu hodin více než 9 200 hodin, což v přepočtu na firemní hodinovou sazbu činí více než 194 000 Eur. Odečteme-li náklady spojené s optimalizací a zakoupené pracovní nářadí, je i tak roční úspora více než 140 000 Eur, což ke dni 22. 4. 2021 činí dle aktuálního kurzu 25,86 Kč / euro úsporu přesahující hodnotu 3 600 000 Kč.

Tabulka 42 Roční vyhodnocení po zavedení prvků štíhlé výroby (zdroj: autor)

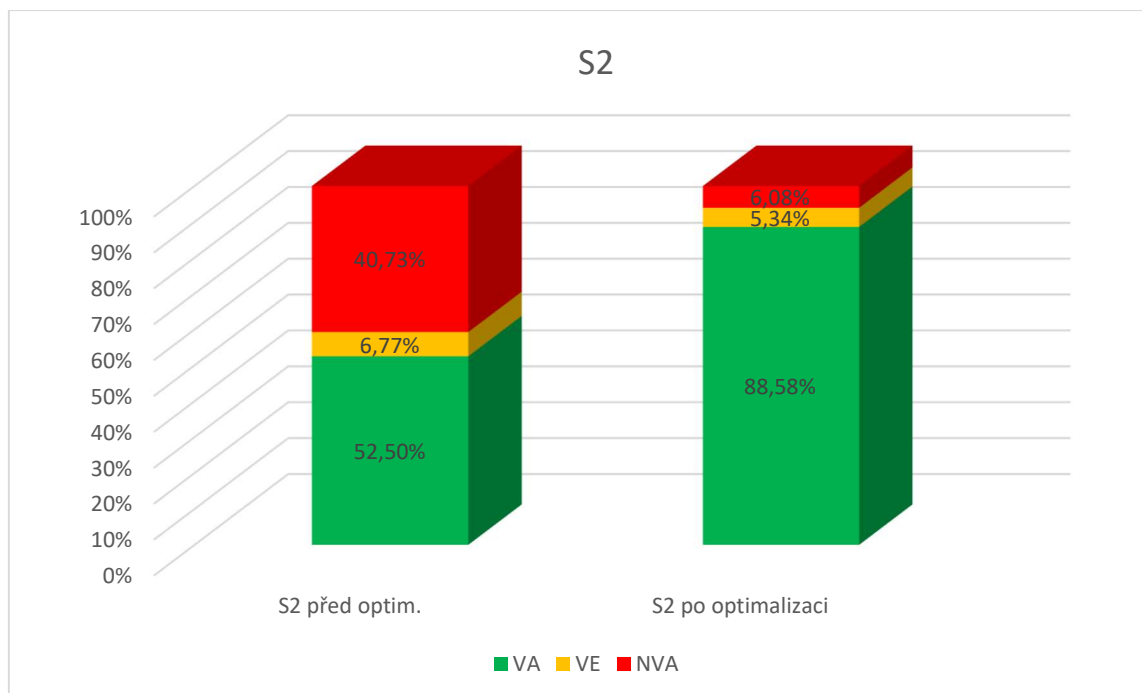
Typ	Počáteční čas v min.	Čas po úpravě v min.	Úspora na 1 kabinu v min.	Roční počet ks	Roční úspora minut	Roční úspora v hodinách	Roční úspora v € (sazba 15,50 €**)
S1	252	<b>165,75</b>	86,25	350	30187	503	7 796,50 €
S2	252	<b>149,36</b>	102,64	1320	135484	2258	34 999,00 €
S3	252	<b>147,11</b>	104,11	3750	393337	6555	101 602,50€
				5438	552870	<b>9214,50</b>	<b>144 398,00 €</b>

Z montážní linky byli uvolněni 4 pracovníci, budou-li tito pracovníci efektivně využiti v jiných výrobních, mohou pomoci firmě ve zvýšení obrátu. Pro výpočet navýšení obrátu montáže jsem použil průměrné hodnoty za rok 2020. Montáž dosahuje průměrného měsíčního obrátu 1 500 000 Euro\*\* při 100 zaměstnancích. Průměrný obrát na pracovníka činí 15 000 Eur za měsíc. Z toho můžeme dopočítat, že 4 zaměstnanci mohou pomoci navýšit obrát montáže o cca 60 000 Eur. Při přepočtu na roční hodnotu by dosahoval průměrný obrát těchto 4 pracovníků více než 720 000 Eur. Zde se jedná jen o odhad, nikoli o přesnou hodnotu, ta je v současné době nevyočitatelná.

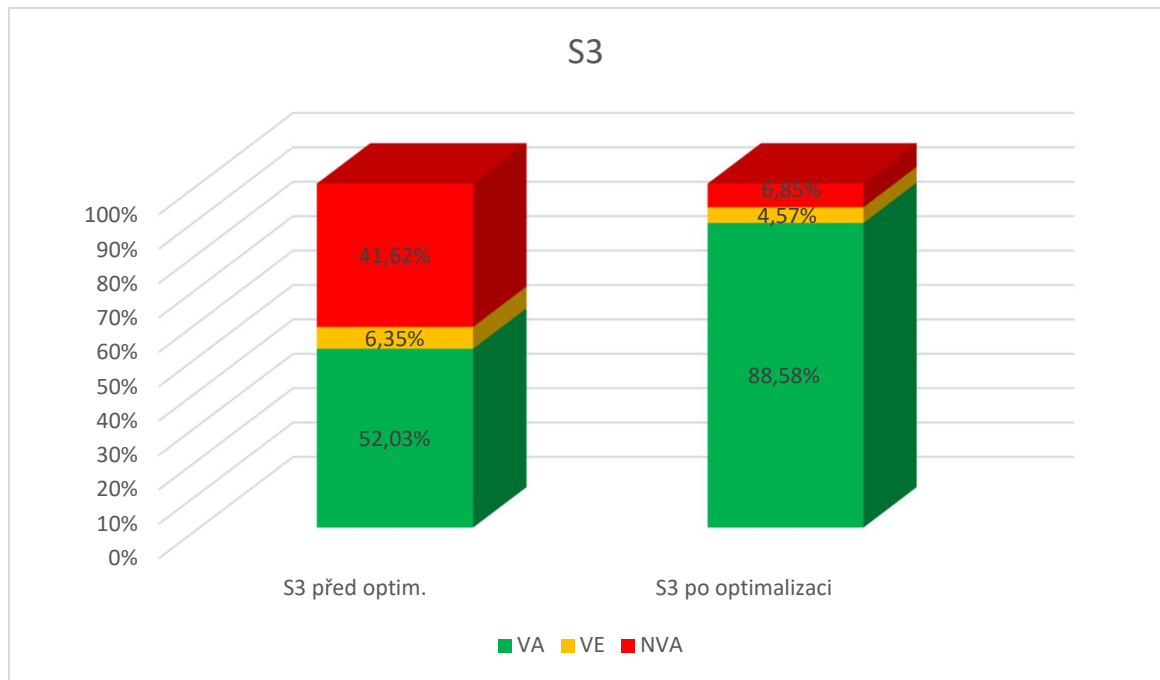
\*\* částky byly z důvodu zachování citlivých informací pozměněny



Obrázek 16 Vyhodnocení Yamazumi pro výrobní typ S1 (zdroj: autor)



Obrázek 17 Vyhodnocení Yamazumi pro výrobní typ S2 (zdroj: autor)



Obrázek 18 Vyhodnocení Yamazumi pro výrobní typ S3 (zdroj: autor)

Po optimalizaci dosahuje čas přidané hodnoty necelých 90 % z celkového času, což považuji za velmi slušné, zvláště když porovnám hodnoty před optimalizací, kdy čas přidané hodnoty nedosahoval ani u jednoho typu kabin 60 %. Zbývající neproduktivní čas, který po optimalizaci dosahuje hodnoty 6 % u každého typu kabin, je možné ještě snížit. Ale nyní to nepovažuji za zcela vhodné. Doporučuji nechat nějaký čas, aby si jednotlivé operace a výrobní operátoři ještě více „sedli“, v případě, že je napadnout nějaké zlepšovací návrhy, mohou je podat v rámci Kaizen zlepšování.

Ovšem je otázka, zda by případné další přenastavení výrobního procesu přineslo další výrazné zlepšení a za jak dlouho by se věnovaný čas a náklady vrátily zpět. Jistým přínosem by určitě mohlo být zapojení automatizace do výrobního procesu, ale tento přístup není v rámci společnosti na pořadu dne, protože zapojení automatizace musí být nejdříve implementováno do oblastí s vyšší přidanou hodnotou práce.



## 12 SOUHRNNÉ ZHODNOCENÍ POUŽITÝCH METOD PI

Za úspěchem optimalizace stojí kombinace několika metod průmyslového inženýrství, které nás dovedly k odhalení a odstranění plýtvání v procesu montáže kabin. Kdybychom použili jen jednu vybranou metodu, nebyl by přínos práce tak velký jako v kombinaci různých metod. Jak uvádím v teoretické části na straně 24, rozlišujeme plýtvání zjevné a skryté. Zjevné plýtvání bychom s největší pravděpodobností dokázali odhalit i bez hlubších znalostí průmyslového inženýrství, ale pro odhalení skrytého plýtvání už jsou nutné znalosti PI. V tabulce č. 43 uvádím použité jednotlivé metody, druhy plýtvání, které daná metoda dokáže odstranit, a přínosy použité metody.

Tabulka 43 Použité metody průmyslového inženýrství (zdroj: autor)

Název metody	Odhalení problému	Přínosy metod
<b>Chronometráž</b> s. 60	Čekání, nadvýroba, zbytečné chování a manipulace	Odstranění NVA z výrobního procesu, zlepšení ergonomie
<b>5S</b> s. 74	Hledání materiálu, náradí, zvýšená BOZP, záměna dílů, nekvalita	Přehlednější pracoviště, pořádek na pracovišti, zajištění kvality produktu
<b>Odhalení úzkého místa (TOC)</b> s. 82	Odhalení úzkého místa ve výrobním procesu	Zrychlení průtoku kabin výrobní linkou, odstranění čekání na následujících operacích
<b>Gemba Kaizen</b> s. 85	Neustálými drobnými zlepšeními zajištění zlepšení na svém pracovišti a při svých pracovních činnostech	Zajištění kvality výrobku, zvýšení produktivity práce, odstranění veškerého Muda z výrobního procesu
<b>Heijunka</b> s. 69	Vybalancování výrobního procesu, všichni operátoři pracují ve stejném výrobním taktu	Odstranění čekání a nadvýroby z výrobního procesu, zrychlené průtoky kabin výrobní linkou
<b>Andon</b> s. 78	Nekvalita na montované kabině či nekvalita vstupujícího dílu	Zajištění kvality výrobku, zastavení práce při nekvalitě

## 13 DOPORUČENÍ

Poslední kapitola je věnována okruhům, které nebylo možné v rámci této diplomové práce zavést. Hlavním důvodem je časové omezení, kdy není možné uvést v život témata, která představují větší časovou náročnost na přípravu a zavedení do praxe.

### Zastupitelnost

Během optimalizace došlo k uvolnění 4 pracovníků, se kterými se počítá do jiných výrobních linek. Nyní je ovšem nutné zajistit dokonalou zastupitelnost na jednotlivých pracovních pozicích. Základní myšlenkou a cílem je, aby všichni kmenoví pracovníci výrobní linky ovládali všechny pracovní pozice. To se projeví jako obrovská výhoda při absenci některého z kmenových pracovníků, když za něj bude muset pracovat nekmenový operátor. Právě tito uvolnění pracovníci nyní pomohou při zaškolování kmenových zaměstnanců na jednotlivé pozice a dále po svém zaškolení mohou na montážní lince vypomáhat v případě absence některého z kmenových zaměstnanců. Protože zaškolení není možné provádět v okamžiku, kdy není volný personál, samotné zaškolení pracovníků bude probíhat několik dalších měsíců podle předem určeného harmonogramu. Zaškolení pracovníků bude sledováno a vyhodnocováno mistry, kteří si ověří, že pracovníci jsou dokonale zaškoleni a požadovanou práci zvládají v odpovídajícím pracovním tempu a v kvalitě. Osobně nedoporučuji vkládat nezaškoleného operátora do výrobní linky, protože právě nezaškolený pracovník bude určovat výkon celé výrobní linky, který bude rozhodně mnohem nižší, než bylo nastaveno touto optimalizací. Řešením je zde práce s menším počtem operátorů, kdy je podle uvedené matice výkonů zajištěna požadovaná produktivita práce a případný nižší počet vyrobených kabin je možné řešit formou přesčasových hodin. Plná sestava 8 operátorů vyrobí za pracovní směnu 24 kusů kabin, v případě, kdy se bude vyrábět jen se 7 operátory, bude v plném výkonu vyrobeno 21 kabin. Jestliže bude do výrobní linky zařazen nezaškolený pracovník, může klesnout výkon výrobní linky v 8 operátorech i pod hranici 21 kusů kabin a zde se dostáváme do situace, kdy je lepší, aby výrobní linka pracovala jen v 7 operátorech, protože produktivita práce bude vyšší než v 8 operátorech. Chybějící počet kabin může být vyroben během přesčasových hodin, v tomto případě, kdy do počtu 24 kabin chybí 3 kabiny je to otázka jedné hodiny přesčas, což není až taková zátěž pro jednotlivé pracovníky. Zde právě očekávám manažerský přístup od mistrů montáže, aby si uvědomili, co je pro ně i pro firmu výhodnější, jak z pohledu počtu vyrobených kabin, tak i z pohledu produktivity práce a s tím spojených nákladů.

### Změna prémiového hodnocení operátorů

V rámci vstupní analýzy bylo zjištěno, že prémiové hodnocení operátorů montážních linek je závislé na výsledku produktivity práce celé montáže, nikoli jen jejich montážní linky. To znamená, že i když bude výkon výrobní linky hodně dobrý, mohou pracovníci obdržet jen průměrné prémie. Tento nastavený způsob vyplácení prémie vidím jako velmi nešťastný a demotivační k vyšším výkonům. Vedení společnosti bylo s touto skutečností seznámeno a uznalo stávající způsob jako nevyhovující a nutný k úpravě či úplné změně. Stávající prémiové hodnocení bylo takto nastaveno v době spuštění montážní haly ve Vyškově, kdy na montážní hale byly jen 2 výroby. Současný stav je 10 různých na sobě nezávislých montážních výrob. Základní myšlenou při nastavení nového prémiového hodnocení bylo to, aby nový prémiový ukazatel byl jednoduchý, pro každého zaměstnance montáže pochopitelný a transparentní v myšlence „za slušnou práci slušná odměna“.

Jeden z prioritních bodů je zajištění vyplácení prémie pro každou výrobní linku zvlášť, to znamená, že pracovník obdrží přesně takovou částku, jakou si daná výrobní linka, podle předem daného schématu, zaslouží. Již nebudou jednotlivé montážní linky závislé na průměrné hodnotě ze všech deseti montážních linek.

Vedení společnosti byl představen jeden z konzultovaných návrhů, který byl vybrán jako nejvíce férový a motivační. Před spuštěním pracovní směny je podle počtu přítomných zaměstnanců určen denní výkon linky. V případě, že se podaří tento výkon splnit, je všem pracovníkům výrobní linky přiznána plná denní odměna, jestliže se nepodaří splnit požadovaný počet kabin, je vyplacena jen část určené odměny. Na konci směny vyhodnotí mistr úspěšnost výrobní linky a na sledovací tabuli napíše denní výkon linky a jména operátorů, kteří daný den na výrobní lince pracovali. Takto pracovníci vědí, jaká částka je jim každý den přiznána a že svoje prémie opravdu mohou svým proaktivním přístupem ovlivnit.

Tento návrh byl vedením společnosti schválen a od března 2021 probíhá zkušební provoz, který potrvá do 30. 6. 2021. V průběhu měsíce června dojde k vyhodnocení zkušebního provozu, kde budou jednotlivé výhody a nevýhody konzultovány s vedoucími pracovníky montáže, navrhovateli této změny a vedením společnosti. Jestliže bude shoda mezi vedením společnosti a vedoucími pracovníky montáže, bude tato úprava prémiového hodnocení spuštěna do praxe s platností od 1. 7. 2021.

### **Sledování produktivity jednotlivých linek a pracovníků**

V dnešní době není bohužel zaveden žádný systém, který by na denní či měsíční bázi vyhodnocoval produktivitu práce jednotlivých zaměstnanců. Pohyb zaměstnanců mezi jednotlivými výrobními linkami na montáži sledují mistři montáže ve formě excelové tabulky. Ale naprosto chybí propojení s denní produktivitou linek. Respektive zatím chybí vyhodnocování produktivity výrobních linek na denní či týdenní bázi. Vše je hodnoceno jen měsíčně. Zde máme návrh na denní sledování výkonů výrobních linek a pracovníků v linkách. Firma již několik let využívá softwarových služeb firmy Kentico a SAP. Zde by bylo vhodné doplnit a doprogramovat software o sledování pohybu pracovníků mezi linkami a o denní sledování produktivity jednotlivých linek.

Na každé pracovní lince musí být doinstalovaný docházkový terminál, kde si pracovníci při příchodu na pracoviště označí příchod, při přeřazení na jiné pracoviště či při odchodu z pracoviště označí odchod. Tento terminál bude sledovat počet pracovníků na lince, resp. spotřebu jejich pracovního času. Zde získáme přehled o denní spotřebě pracovního času jednotlivých montážních linek a nyní už stačí jen provést propojení mezi softwary, protože do softwaru Kentico jsou zaznamenávány všechny vyprodukované kabiny z jednotlivých montážních linek.

Jelikož se jedná velmi sofistikované softwary, tak po propojení bude možné online sledování aktuální produktivity jednotlivých linek, denní, týdenní či měsíční sledování produktivity jednotlivých montážních linek či montáže jako celku. To bude mít za následek vyšší transparentnost, protože se nebude muset čekat na měsíční uzávěrku, která ukáže výslednou produktivitu. Online sledování produktivity také zajistí vyšší angažovanost všech pracovníků ve výrobě, protože ti budou mít také svůj zájem, aby produktivita montáže dosahovala nastavených a pro ně motivačních hodnot.

## ZÁVĚR

Cíl diplomové práce definovaný v úvodu praktické části byl splněn. Výsledkem diplomové práce je výrazné odstranění plýtvání z výrobního procesu, které bylo odhaleno procesní analýzou. Počet vyrobených kabin stoupl z původního počtu 21,5 kabiny za směnu na 24 kabin za směnu, přičemž poklesl počet pracovníků na výrobní lince. Původní stav pracovníků na výrobní lince na jedné směně byl 12 pracovníků, po zavedení prvků štíhlé výroby klesl počet pracovníků na 8. Výrobní čas byl původně 252 minut na kabinu, po přenastavení došlo k poklesu o cca. 100 minut na hodnotu cca. 150 minut, podle výrobního typu. Touto prací bylo také zjištěno, že na výrobní lince není nutné rozjíždět druhou směnu, zákaznický požadavek bude úspěšně plněn jen během jedné pracovní směny v délce 450 minut. Z ekonomického pohledu došlo k roční úspoře více než 9 200 hodin, což se převedeno na hodinovou sazbu rovná více než 144 000 Eur. To ke dni 22. 4. 2021 znamená dle aktuálního kurzu 25,86 Kč / euro úsporu přesahující hodnotu 3 720 000 Kč.

Tato práce bohužel neobsahuje univerzální návod na eliminaci plýtvání, který by bylo možné aplikovat v jakékoli firmě. Výrobní procesy jsou u každé firmy jiné a mají svoje specifické postupy a zákaznické požadavky. V této práci lze najít cestu, kterou se firma v budoucnu může vydat, aby trvale docházelo ke snižování plýtvání i v dalších, nejenom výrobních procesech, což sice bude velmi složité, ale v případě správného uchopení je zde obrovský potenciál pro zvýšení ekonomických ukazatelů, firemní kultury a dalších zaměstnaneckých benefitů.

Jednoznačně bych doporučil větší zaměření na efektivitu středního a nižšího managementu montáže. Právě od těchto pracovníků musí na výrobní operátory přecházet tlak na dodržování prvků štíhlé výroby. Budou-li pracovníci středního a nižšího managementu prvky štíhlé výroby sami porušovat, nebude možné nikdy dosáhnout namodelovaných a do praxe zavedených kroků, které mají za úkol snižovat zbytečné plýtvání. Další doporučení, které je nutné v co nejkratší době aplikovat, je změna prémiového hodnocení výrobních operátorů a pracovníků managementu montáže. Hodnocení musí být motivační a pracovníci si musí být vědomi toho, že za dobře a kvalitně odvedenou práci budou velmi dobře ohodnoceni, a také si musí uvědomit, že nízká produktivita práce a nízká kvalita práce nebude tolerována.

Touto prací jsem chtěl také poukázat na to, že optimalizace výrobního procesu neznamena jen zpevnění výkonové normy. S tímto názorem se ze strany nižšího či středního

managementu neustále setkávám. Ba naopak, výsledkem optimalizace musí být komplexní úprava pracovních podmínek. Cílem optimalizací musí být odstranění zbytečných činností nepřidávajících přidanou hodnotu pro zákazníka, nastavení správných a účinných pracovních nástrojů a nastavení nového pracovního procesu tak, aby byl pro pracovníky jednodušší, rychlejší, přehlednější, jedním slovem efektivnější. Protože nemůžeme chtít po pracovnících vyšší výkony, když jim k tomu nezajistíme vhodné pracovní podmínky. Společným cílem všech pracovníků firmy musí být zajištění dlouhodobé konkurenceschopnosti firmy.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

JIT	Just in Time
NVA	Non Value Added
TPM	Toyota Production System
TPS	Total Produktivite System
TQM	Total Quality Management
VA	Value Added
VE	Value E
VSM	Value Stream Mapping
5S	5S z jap. Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Analyza a měření práce [online]. Praha, 2015 [cit. 17.4.2021]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>.

BARTOSZ, Misiurek, 2017. *Standardized Work with TWI: Eliminating Human Errors in Production and Service Processes*. New York: CRC Press, 209 s. ISBN 978-1-4987-3754-8.

BLOKDYK, Gerardus, 2020. *Heijunka a Complete Guide*. Brisbane: Emero Publishing, 310 s. ISBN 978-1-8673-1154-6.

BAUER, Miroslav a Ingrid HABURAIIOVÁ, 2015. *Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery*. Brno: BizBooks, 124 s. ISBN 978-80-265-0390-3.

DENNIS, Pascal, 2017. *Lean Production Simplified*. 3. doplněné vydání. Boca Raton: CRC Press, 215 s. ISBN 978-1-4987-0888-3.

DOHNAL, Marek, 2019. *Efektivní údržba jako cesta k maximalizaci potenciálu výrobních zařízení*. Úspěch. č. 3/2019, s. 5. ISSN 1803-5183.

HAFEY, Robert B., *Lean Safety Gemba Walks, A Methodology for Workforce Engagement and Culture Change*. Boca Raton: CRC Press, 173 s. ISBN 978-1-4822-5899-8.

HINES, Tony, 2014, *Supply Chain Strategies*, New York: Routledge, 354 s. ISBN 978-0-203-63166-9.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2015. *Zvyšování výkonnosti výrobních a administrativních procesů*, Žilina: George, 106 s. ISBN 978-80-8154-122-3.

IMAI, Massaki, 2004, *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, s. 272. ISBN 978-80-251046-1-3.

IMAI, Massaki, 2005, *Gemba Kaizen*, Brno: Computer Press, 314 s. ISBN 80-251-0850-3.

JANÍČEK, Přemysl, Jiří MAREK a kol., 2013, *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. Praha: Grada, 592 s. ISBN 978-80-247-4127-7.

KARANDE, Ashok a Kishor KADUKAR, 2019, *The Elements of Industrial Engineering*. Bilaspur: Sankalp Publication, 160 s. ISBN 978-93-88660-60-0.



- KAREN, Martin a Mike OSTERLING, 2017. *The Kaizen Event Planner: Achieving Rapid Improvement in Office, Service, and Technical Environments*. New York: Productivity Press, 240 s. ISBN 978-1-4398-2782-6.
- KATO, Isao a Smalley ART, 2017. *Toyota Kaizen Methods, six steps to Improvement*. New York: CRC Press, 156 s. ISBN 978-14-3988-400-3.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístup k řízení výroby*, 3. doplněné vydání. Praha: C.H.Beck, 176 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KING, L.Peter a Jennifer S. KING, 2015. *Value Stream Mapping for the Process Industries*. Boca Raton: CRC Press, 244 s. ISBN 978-14-8224-768-8.
- KOŠTURIÁK, Ján, 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.
- LIPOVSKÁ, Hana, 2017. *Moderní ekonomie, jednoduše o všem, co byste měli vědět*. Praha: Grada, 256 s. ISBN 978-80-271-0120-7.
- LUDVÍK, Filip, 2019. *Efektivní řízení kvality*. Praha: Albatros Media, 248 s. ISBN 978-80-907-5305-1.
- MARTINOVIČOVÁ, Dana, 2019. *Úvod do podnikové ekonomiky*. Praha: Grada, 224 s. ISBN 978-80-271-2034-5.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 254 s. ISBN 80-902235-0-8
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- NENADÁL, Jaroslav a kol. 2018, *Management kvality pro 21. století*. Praha: Albatros Media, 368 s. ISBN 978-80-726-1558-2.
- NICHOLAS, John, 2015, *Lean Production for Competitive Advantage*. New York, CRC Press, 527 s. ISBN 978-1-4398-9416-3.
- ROLNÝ, Ivo, 2014, *Budujeme důvěryhodnou firmu*, Praha, C. H. Beck, 165 s. ISBN 978-80-7400-286-1.
- ROTHER, Mike, 2017, *TOYOTA KATA, Systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada, 288 s. ISBN 978-80-271-0435-2.

RUSSELL-WALLING, Edward, 2012, *Management 50 myšlenek, které musíte znát*. Praha: Slovart, 208 s. ISBN 978-80-7391-605-3.

SHARMA, Satish Ch. a T.R. BANGA, 2017. *Industrial Engineering and Mangement*. New Delhi: Khanna Book Publishing, 828 s. ISBN 978-93-86173-07-2.

SHINGO, Shigeo, 2019, *A Revolution in manufacturing: The SMED System*. New York: Routledge, 384 s. ISBN 978-13-514-6949-4.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

SYNEK, Miloslav, 2011. *Manažerská ekonomika*, Praha: Grada, 480 s. ISBN 978-80-247-3494-1.

ŠIMÁNKOVÁ, Barbora, 2019. *Změna layoutu montáže v RM Gastro*. Úspěch č. 2/2019, s. 9. ISSN 1803-5183.

ŠTĚPÁN, Karel, 2019. *TPM prochází celou firmou*. Úspěch č. 3/2019, s. 18. ISSN 1803-5183.

TETTEH, Edem G. a Hans CHAPMAN, 2018. *Lean Six Sigma for Optimal System Performance in Manufacturing and Service Organizations: Emerging Research and Opportunities*. Hershey: IGI Global, 186 s. ISBN 978-15-2254-063-2.

THOMPSON, Jim, 2014. *LEAN PRODUCTION: How to Use the Highly Effective Japanese Concept of Kaizen to Improve Your Efficiency*. Toronto: Productive Publications, 152 s. ISBN 978-1-55270-667-4.

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

VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA, 2013. *Podnikové řízení*. Praha: Grada. 688 s. ISBN 978-80-247-4642-5.

VYTLAČIL, Milan, Ivan MAŠÍN a Miroslav STANĚK, 1997, *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. Liberec: IPI. s. 276. ISBN 978-80-9022-351-6.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Druhy výrob .....	15
Obrázek 2 Ukázka mapy toku hodnot.....	27
Obrázek 3 Příklad redukce nákladů ve štíhlé výrobě .....	31
Obrázek 4 Využití metody Andon v praxi.....	34
Obrázek 5 Řízení v domě Gemba .....	36
Obrázek 6 Letecký pohled na areál firmy.....	41
Obrázek 7 Minibagr Bobcat s bezpečnostní kabinou z firmy Fritzmeier s.r.o. ....	42
Obrázek 8 Aktuální sestava pracovníků na výrobní lince .....	53
Obrázek 9 Výsledek procesní analýzy jednotlivých pracovišť.....	67
Obrázek 10 Výsledek procesní analýzy ve formátu Yamazumi.....	67
Obrázek 11 Pracoviště po znovu zavedení 5S .....	77
Obrázek 12 Kabina připravena na odvozovém místě .....	80
Obrázek 13 Systém Andon .....	81
Obrázek 14 Nový a starý layout výrobní linky.....	83
Obrázek 15 Obrázky z přenastavení výrobního procesu .....	84
Obrázek 16 Vyhodnocení Yamazumi pro výrobní typ S1.....	87
Obrázek 17 Vyhodnocení Yamazumi pro výrobní typ S2.....	87
Obrázek 18 Vyhodnocení Yamazumi pro výrobní typ S3.....	88

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Druhy plýtvání .....	25
Tabulka 2 Další využívané metody štihlé výroby .....	36
Tabulka 3 Hlas zákazníka .....	45
Tabulka 4 SIPOC mapa pro výrobu kabin Bobcat .....	46
Tabulka 5 Nastavení cílů projektů, CTQ .....	47
Tabulka 6 Harmonogram jednotlivých kroků .....	47
Tabulka 7 Plánovaný harmonogram optimalizačního projektu .....	48
Tabulka 8 Rizika projektu .....	48
Tabulka 9 Zpracovaný projektový list .....	50
Tabulka 10 Stávající stav výrobního procesu .....	51
Tabulka 11 Model s novým zákaznickým požadavkem.....	52
Tabulka 12 Výpočet nového zákaznického požadavku.....	52
Tabulka 13 Nový zákaznický požadavek .....	53
Tabulka 14 Výsledky chronometráže na pracovišti č. 1, typu kabiny S3 .....	58
Tabulka 15 Výsledek měření u kabiny S1 .....	59
Tabulka 16 Výsledek měření u kabina S2 .....	59
Tabulka 17 Výsledek měření u kabiny S3 .....	60
Tabulka 18 Upravené výsledky chronometráže na pracovišti č. 1, typu S3 .....	62
Tabulka 19 Naměřené časy na operaci č. 1, typu S3 po odstranění plýtvání .....	63
Tabulka 20 Výsledky chronometráže u výrobního typu S1 .....	64
Tabulka 21 Výsledek chronometráže u typu S2 .....	64
Tabulka 22 Výsledek chronometráže pro typ S3 .....	65
Tabulka 23 Vyhodnocení využití pracovníků na jednotlivých operacích typu S1 .....	65
Tabulka 24 Vyhodnocení využití pracovníků na jednotlivých operacích typu S2 .....	66
Tabulka 25 Vyhodnocení využití pracovníků na jednotlivých operacích typu S3 .....	66
Tabulka 26 Výpočet budoucího výrobního času .....	68
Tabulka 27 Výpočet počtu operátorů .....	68
Tabulka 28 Výpočet výrobního taktu pro 8, 7 a 6 výrobních operátorů .....	69
Tabulka 29 Návrh nového pracovního postupu pro operaci č. 1, typ S3 .....	72
Tabulka 30 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S3, pro 8 pracovníků..	72
Tabulka 31 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S3, pro 7 pracovníků..	73
Tabulka 32 Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S3, pro 6 pracovníků..	73

Tabulka 33	Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S2, pro 8 pracovníků..	74
Tabulka 34	Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S2, pro 7 pracovníků..	74
Tabulka 35	Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S2, pro 6 pracovníků..	75
Tabulka 36	Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S1, pro 8 pracovníků..	75
Tabulka 37	Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S1, pro 7 pracovníků..	76
Tabulka 38	Nové uspořádání jednotlivých pracovišť pro typ S1, pro 6 pracovníků..	76
Tabulka 39	Rozdělení předmontáží u jednotlivých pracovišť pro typ S3 .....	78
Tabulka 40	Porovnání časů předmontáže u jednotlivých pracovních operací .....	79
Tabulka 41	Vývoj TOC v průběhu prvních 15 dnů .....	85
Tabulka 42	Roční vyhodnocení po zavedení prvků štihlé výroby .....	86
Tabulka 43	Použité metody průmyslového inženýrství .....	89

## **SEZNAM PŘÍLOH**

### **PŘÍLOHA P I. ROZPIS ČINNOSTÍ PRO VÝROBNÍ TYP S3**

## PŘÍLOHA P I. ROZPIS ČINNOSTÍ PRO VÝROBNÍ TYP S3

Kabina S3	Počet pracovníků na lince		
	8	7	6
Popis práce			
Oblepení lev. okna moosgumou	60	60	60
Oblepení zad. okna moosgumou	95	95	95
Oblepení lev. okna páskou	115	115	115
Oblepení zad. okna páskou	80	80	80
Chystání aktivátoru	30	30	30
Aktivace levého okna	10	10	10
Aktivace zadního okna	5	5	5
Nachystání svorek	35	35	35
Nachystání špagátů	15	15	15
Nachystání dalších svorek	25	25	25
Protážení zadního závitu	65	65	65
Nalepení záslepek	15	15	15
Tmelení levého okna	70	70	70
Tmelení zadního okna	30	30	30
Přinesení levého okna	25	25	25
Nalepení levého okna	15	15	15
Odpáskování + zaaretování	85	85	85
Přinesení zadního okna	30	30	30
Nalepení zadního okna	15	15	15
Odpáskování + zaaretování	125	125	125
Nachystání věcí	15	15	15
Protážení závitů	15	15	15
Montáž háčku	20	20	20
Montáže matek u stropu 2x	20	20	20
Montáž držáku pro př. Okno	40	40	40
Nachystání nýtovačky	30	30	30
Nachystání nýtů	15	15	15
Nýtování 2x	25	25	25
Uložení nýtovačky	20	20	20
Protážení závitů zadní část 2x	30	30	30
Nalepení záslepek zadní část 5x	60	60	60
Chystání šroubu a gum. Záslepek	50	50	50
Nachystání lev. okna + kontrola	30	30	30
Donešení zad. okna + kontrola	60	60	60
Chystání aktivátoru	30	30	30
Aktivace	25	25	25
Primerování	65	65	65
Donesení předního okna	30	30	30
Povolení šroubů	15	15	15

Příprava venkovní strany okna	60	60	60
Příprava vnitřní strany okna	45	45	45
Aktivace okna	15	15	15
Očištění Loctitem	10	10	10
Nalepení gumy	10	10	10
Aktivace pravého rámu okna	15	15	15
Chystání moosgumi	5	5	5
Lepení moosgumi	55	55	55
Chystání bočního okna, kontrola	40	40	40
Aktivace	25	25	25
Instalace přípravku horního okna	45	45	45
Donesení okna	15	15	15
Instalace okna	15	15	15
Aretace okna	50	50	50
Vložení podložek	20	20	20
Vysředění okna	20	20	20
Zajištění páskami	15	15	15
Sundání upínek	60	60	60
Oblepení okna páskou	40	40	40
Primerování	20	20	20
Chystání špičky na tmelení	15	15	15
Výměna na pistoli	20	20	20
Tmelení př. okna vnitřek	10	10	10
Tmelení př. okna venek	15	15	15
Výměna špičky	40	40	40
Tmelení př. okna venkovní část	40	40	40
Setření tmele	35	35	35
Strhnutí pásek	50	50	50
Utření mýdlovou vodou	45	45	45
Tmelení pravého rámu okna	45	45	45
Lepení pravého okna	80	80	80
Zaaretování pravého okna	90	90	90
Donesení kabeláže	10	10	10
Rozbalení kabeláže	10	10	10
Upevnění el. páskou (obmotání)	120	120	120
Procvaknutí průchodek 2x	15	15	15
Nachystání věcí	10	10	10
Instalace v kabině	570	570	570
Napínování koncovek	130	130	130
Namazání rámu př. sp. okna	20	20	20
Donesení př. sp. o.	20	20	20
Kontrola skla	15	15	15



Vložení do rámu	10	10	10
Primerování rámu okna	30	30	30
Sundání gumiček z př. hor. o.	40	40	40
Oblepení horní části sp. o.	35	35	35
Příprava př. sp. o.	10	10	10
Nalepení př. sp. o. + vycentrování	40	40	40
Upevnění př. sp. o.	70	70	70
Očištění př. sp. o. Loctitem	20	20	20
Nalepení moosgummi	55	55	55
Nalepení pásy	50	50	50
Aktivace	40	40	40
Nachystání pr. sp. o.	30	30	30
Aktivování skla	45	45	45
Primerování	35	35	35
Nachystání svorek	30	30	30
Nanesení tmele (nový tmel 1/3)	90	90	90
Nalepení skla	35	35	35
Sundání pásek	20	20	20
Upěvnění svorkami	45	45	45
Očištění tmele z vnitřní strany	30	30	30
Očištění rámu spod. př. okna	15	15	15
Nalepení moosgummi	40	40	40
Primerování	25	25	25
Nachystání podložek	25	25	25
Sundání střešního přípravku	15	15	15
Sundání svorek	15	15	15
Sundání pásek	30	30	30
Nachystání pistole (1/4)	60	60	60
Natmelení rámu př. sp. o.	45	45	45
Rozetření tmele	50	50	50
Očištění vod. Lišty Loctitem	30	30	30
Oblepení páskou - mezi kab. a oknem	110	110	110
Tmelení ve vnitř. rámu okna	70	70	70
Stáhnutí tmele	60	60	60
Odlepení pásek	20	20	20
Uhlazení tmele	35	35	35
Nalepení sériového čísla	20	20	20
Přinesení skla	15	15	15
Sundání pásy ze skla	5	5	5
Přiložení šablony	10	10	10
Nabroušení skla podle šablony	40	40	40
Očištění lihem	45	45	45

Primerování první vrstva	85	85	85
Primerování druhá vrstva	35	35	35
Primerování hran	20	20	20
Chystání pro lepení kabiny	45	45	45
Odmaštění	30	30	30
Oblepení moosgummou	70	70	70
Oblepení papírovou páskou	50	50	50
Aktivace	25	25	25
Tmelení	45	45	45
Nalepení střešního okna	45	45	45
Odlepení pásek	20	20	20
Vložení závaží na střechu	25	25	25
Chystání plynové vzpěry	20	20	20
Přinesení motorku a příbalu	25	25	25
Chystání věcí	15	15	15
Chystání motorku a kabeláže	75	75	75
Protážení závit pro plyn. vzpěru	10	10	10
Montáž hlavy pro vzpěru	40	40	40
Montáž plynové vzpěry	20	20	20
Montáž zámečku pro uzav. okna	75	75	75
Natření kolejnič vazelínou	75	75	75
Montáž motorku	120	120	120
Chystání stěrače	30	30	30
Upevnění stěrače	15	15	15
Zapojení kabeláže + uložení	175	175	175
Dotažení nastav. zadních hříbků	35	35	35
Vyhnutí držáku	40	40	40
Vytáhnutí podložek z před. okna 6x	20	20	20
Zadělení krytky před. kabeláže 2x	40	40	40
Upevnění kabeláže	15	15	15
Chystání hadičky	20	20	20
Instalace hadičky	55	55	55
Montáž těs. gumy nad před. oknem	55	55	55
Nastavení hříbků nad předním ok.	80	80	80
Přichycení hadičky vevnitř	20	20	20
Donesení stropního čalounění	35	35	35
Montáž dílu na čalounění	120	120	120
Montáž čalounění do kabiny	205	205	205
Montáž zadních hříbků	35	35	35
Vyzkoušení předního okna	30	30	30

Přinesení dveří	10	10	10
Protažení pantů	20	20	20
Protažení závitů v kabině 7x	40	40	40
Montáž pantů	50	50	50
Instalace puku	120	120	120
Montáže červené koncovky	20	20	20
Podložky na panty	10	10	10
Nasazení dveří	15	15	15
Srovnání dveří	20	20	20
Dotažení pantů	20	20	20
Namazání dveří	15	15	15
Namazání pantů	10	10	10
Nastavení zavírání dveří	90	90	90
Sundání krytu	20	20	20
Chystání podložky do krytky	20	20	20
Montáž podložky puku	35	35	35
Dotažení	35	35	35
Nastavení	55	55	55
Dotažení na sílu	10	10	10
Nasazení krytu	30	30	30
Kontrola nastavení dveří	20	20	20
Nalepení záslepky + chystání puku	325	325	325
Přinesení vody	60	60	60
Umytí kabiny	300	300	300