

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: Strojírenská technologie – technologie obrábění

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Komplexní hodnocení výrobního procesu na vybraném pracovišti

Autor: **Bc. Štěpánka ŠAMBERGEROVÁ**  
Vedoucí práce: **Ing. Kateřina BÍCOVÁ, Ph.D.**

Akademický rok 2019/2020

### **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni. Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: 22. 7. 2020

.....  
podpis autora

### **Autorská práva**

Podle Zákona o právu autorském. č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora, firmy Shape Corp. a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala paní Ing. Kateřině Bícové Ph.D. za cenné rady a vedení mé diplomové práce tím správným směrem. Dále bych chtěla poděkovat mé rodině a mému příteli za veškerou podporu během studia. A v neposlední řadě patří dík i společnosti Shape Corp. v Plzni za možnost psát tuto práci v přátelském a vždy nápomocném kolektivu.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Bc. Šambergerová	<b>Jméno</b> Štěpánka	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	Strojírenská technologie – technologie obrábění		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Ing. Bícová, Ph.D.	<b>Jméno</b> Kateřina	
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU – FST – KTO		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Komplexní hodnocení výrobního procesu na vybraném pracovišti		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	69	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	64	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	5
---------------	----	-------------------------	----	--------------------------	---

<p><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Diplomová práce se zabývá hodnocením vybraného výrobního procesu prostřednictvím několika metod, které jsou součástí metodiky společnosti Shape Corp. Následně navrhuje novou metodiku a na závěr obě zhodnotí.</p>
<p><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p>Hodnocení, automobilový průmysl, IATF 16949, výrobní systém Toyota, výrobní systém Shape, metodika společnosti, časová a pohybová studie, matice odpovědnosti RACI, Ganttův diagram, Kanban</p>

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Bc. Šambergerová	Name Štěpánka	
<b>FIELD OF STUDY</b>	Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Bícová, Ph.D.	Name Kateřina	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU – FST – KTO		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Complex assessment of production process at selected workplace		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machining Technology	<b>SUBMITTED IN</b>	2020
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	69	<b>TEXT PART</b>	64	<b>GRAPHICAL PART</b>	5
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DECEIPTION</b>  <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRUBUTIONS</b>	Diploma thesis deals with the evaluation of selected production process through several methods which are part of Shape Corp's methodology. Consequently a new methodology is proposed and in conclusion it evaluates both types.
<b>KEY WORDS</b>	Evaluation, automotive industry, IATF 16949, production system Toyota, production system Shape, company methodology, time and movement study, RACI responsibility matrix, Gantt chart, Kanban

# Obsah

Seznam tabulek.....	2
Seznam obrázků .....	3
Seznam zkratk.....	5
1. Úvod.....	6
1.1 Obecný úvod do problematiky .....	6
1.2 Pohled legislativy pro automobilový průmysl na hodnocení .....	6
1.2.1 IATF 16949 .....	7
1.3 Představení firmy .....	8
2. Vybrané metody pro popis a hodnocení procesu.....	10
2.1 Výrobní systém Toyota .....	10
2.1.1 Štíhlá výroba.....	11
2.1.2 Just In Time (JIT).....	12
2.1.3 Jidoka.....	12
2.1.4 Heijunka .....	13
2.1.5 Kanban.....	15
2.1.6 Kaizen.....	16
2.1.7 14 zásad .....	16
2.2 Metody pro popis procesu .....	17
2.2.1 Chronometráž .....	17
2.2.2 Matice odpovědnosti RACI.....	18
2.2.3 Ganttův diagram .....	19
2.3 Zavedená metodika společnosti.....	20
2.3.1 List měření času (TMS).....	21
2.3.2 Rovnovážený pracovní graf (WBC).....	22
2.3.3 List kapacity stroje (MCS) .....	23
2.3.4 Tabulka standardizovaných pracovních kombinací (SWCT).....	23
2.3.5 Schéma standardizované práce (SWC).....	24
2.3.6 Nástroj pro návrh nápravných opatření .....	24
3. Současný stav hodnocení – aplikace zavedené metodiky .....	26
3.1 Popis vybraného pracoviště.....	26
3.2 Popis procesu.....	28
3.3 Aplikace jednotlivých metod.....	30
3.3.1 Vytvoření listu měření času (TMS).....	30

3.3.1.1	Vyhodnocení TMS .....	33
3.3.2	Vytvoření Yamazumi grafu .....	34
3.3.2.1	Vyhodnocení diagramu Yamazumi .....	36
3.3.3	Zjištění kapacity stroje (MCS) .....	36
3.3.3.1	Vyhodnocení zjištěných dat z listu kapacity stroje.....	37
3.3.4	Vytvoření tabulky standardizovaných pracovních kombinací (SWCT).....	37
3.3.4.1	Vyhodnocení tabulky standardizovaných pracovních kombinací .....	39
3.3.5	Vytvoření schéma standardizované práce (SWC) .....	39
3.3.5.1	Zjištěná data ze schématu standardizované práce .....	40
3.3.6	Nástroj pro návrh nápravných opatření a jeho vyhodnocení .....	40
3.4	Shrnutí výsledků aplikovaných metod .....	42
4.	Návrh úpravy metodiky pro hodnocení procesu.....	44
4.1	Plynulá chronometráž.....	45
4.2	Aplikace matice odpovědnosti RACI.....	47
4.2.1	Vyhodnocení matice RACI .....	47
4.3	Aplikace Ganttova diagramu .....	48
4.3.1	Vyhodnocení Ganttova diagramu .....	51
4.4	Aplikace systému Kanban .....	52
5.	Zhodnocení výsledků .....	54
6.	Závěr.....	55
	Seznam použité literatury a další zdroje.....	56
	Seznam příloh.....	58

## Seznam tabulek

Tab. 3-1: Zjištěné hodnoty časové fluktuace pro oba operátory [19]

Tab. 3-2: Shrnutí výsledků aplikovaných metod na vybraném pracovišti, zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4-1: Tabulka pro tvorbu Ganttova diagramu pro operátora 1 [s], zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4-2: Tabulka pro tvorbu Ganttova diagramu pro operátora 2 [s], zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4-3: Tabulka kapacity vybraného pracoviště, zdroj: vlastní zpracování



## Seznam obrázků

- Obr. 1-1: Podniky společnosti Shape Corp[4]
- Obr. 1-2: Ukázka portfolia společnosti Shape, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 1-3: Výrobní závod Shape Corp v Plzni, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 2-1: Základní pilíře systému Toyota [3]
- Obr. 2-2: Andon dávající signál pomoci dalšího pracovníka [7]
- Obr. 2-3: Výrobní plán před aplikací metody Heijunka [9]
- Obr. 2-4: Výrobní plán po aplikaci metody Heijunka [9]
- Obr. 2-5: Ganttův diagram pro složitější proces [17]
- Obr. 2-6: Podstata systému SPS – dům[4]
- Obr. 3-1: Fotka vybraného pracoviště, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-2: Vybrané pracoviště na layoutu firmy s popisem materiálového toku, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-3: Skluzový systém na pracovišti, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-4.: Layout pracoviště s popisem jednotlivých beden s materiálem, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-5: Markovací stanice, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-6: Regály s válečkovým systémem pro posuv boxů, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-7: Chronometráž pro operátora na levé straně [19]
- Obr. 3-8: Chronometráž pro operátora na pravé straně[19]
- Obr. 3-9: Hodnoty periodické práce pro operátora 1 (na levé straně pracoviště), zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-10: Vypracovaný Yamazumi diagram pro zkoumaný proces, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-11: List kapacity stroje, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-12: Schéma pohybů a činností pro operátora 1, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-13: Schéma pohybů a činností pro operátora 2, zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-14: Pracoviště layoutu s jednotlivými drahami operátorů a s vyznačenou světelnou bránou [mm], zdroj: vlastní zpracování
- Obr. 3-15: Návrhy nápravných opatření, zdroj: vlastní zpracování

Obr. 4-1: Chronometráž provedena pro List měření času – operátor 1 [18]

Obr. 4-2: Chronometráž provedena pro List měření času – operátor 2 [18]

Obr. 4-3: Matice odpovědnosti RACI pro hodnocený výrobní proces, zdroj: vlastní zpracování

Obr. 4-4: Ganttův diagram pro operátora 1 [20]

Obr. 4-5: Zásoba materiálu v regálech, zdroj: vlastní zpracování

## Seznam zkratk

ISO – International Organization for Standardization = Mezinárodní organizace pro normalizaci

IATF – International Automotive Task Force = Norma sjednocující celosvětové požadavky v automobilovém průmyslu

TPS – Toyota Production Systém = Výrobní systém Toyota

SPS – Shape Production Systém = Výrobní systém Shape

JIT – Just In Time – právě včas = metoda řídicí logistické toky nejen uvnitř firmy (snížení skladovacích ploch, materiál jde na čas na dané pracoviště)

# 1. Úvod

## 1.1 Obecný úvod do problematiky

Kvalita je pro automobilový průmysl bezesporu jednou z nejdůležitějších věcí. A i když kvalita výrobku je pro zákazníka uspokojující, nemusí to pro firmu, která tento výrobek vyrobila, nutně znamenat výhru. Pro společnost působící v automobilovém průmyslu je důležité dodržování všech požadavků podle normy IATF 16949, která rozšiřuje požadavky normy ISO 9001.

Je nutné se jako výrobce v oblasti automobilového průmyslu neustále zlepšovat. To souvisí s používáním různých metod pro identifikaci a zmírnění rizik, optimalizaci toku materiálu a manipulaci s materiálem. Pro dodržování efektivnosti procesu se často využívají i zásady štihle výroby. Vždy platí, že zrychlení procesu o určitou dobu může několikanásobně zvýšit výnosy firmy. Tato hodnota záleží na sériovosti výroby – u kusové výroby se jedná o minuty, u velkosériové či hromadné výroby stačí i sekunda pro změnu činnosti ze ztrátové na výdělečnou.

Jednotlivé optimalizace musí brát v potaz nejen zlepšování výrobního procesu, ale také ergonomii, pracovní prostředí a motivaci lidí. Protože i sebelepší vylepšení nebude fungovat, pokud ji lidé budou používat špatně, nebo v horším případě ji nebudou používat vůbec.

Cílem této diplomové práce je ověřit zavedenou metodiku společnosti pro hodnocení procesů na vybraném pracovišti a navrhnout případné úpravy včetně zařazení dalších metod pro komplexní hodnocení výrobního procesu.

Prvním úkolem práce je vytvořit prvotní časovou a pohybovou studii. Následně budou aplikovány jednotlivé metody, které se běžně používají ve společnosti, a zhodnotí se jejich výstupy. Poté bude zkoumáno, zda mají dostatečně vypovídající hodnotu pro komplexní hodnocení výrobního procesu a budou navrženy případné úpravy včetně zařazení dalších metod a nástrojů pro komplexní hodnocení výrobního procesu. Vše se bude řídit dle požadavků legislativy pro automobilový průmysl a specifických požadavků podniku.

## 1.2 Pohled legislativy pro automobilový průmysl na hodnocení

Každé průmyslové odvětví má daná pravidla, podle kterých by se mělo řídit. Ať už se jedná o pravidla chování na trhu pro všechny společnosti, nebo jednotlivé normy. Pro získání dobrého jména a dosažení určitého úspěchu na trhu je nutné normy specifické pro odvětví dodržovat. Pro získání certifikátu je nejprve nastaven systém, který je poté auditován a na základě kladného výsledku dostává společnost certifikát. Tím se upisuje každému dodavateli i odběrateli, že je vše řízeno dle této certifikované normy.

V automobilovém průmyslu je těchto norem několik. Záleží na zemi, ve které se firma nachází – například v Německu je norma VDA 6.1 popisující systém managementu v automobilovém průmyslu. Jsou zde ale i normy mezinárodního významu jako je ISO 9001 nebo IATF 16949. První zmíněná norma je všeobecného charakteru. Udává instrukce, jak

nastavit a řídit jednotlivé systémy podniku. IATF 16 949 je už konkrétní norma, která je určena pro automobilový průmysl.

### 1.2.1 IATF 16949

Obecně lze říct, že je používána jako návod pro nastavení základních řídicích procesů v automobilovém průmyslu. Pomáhá dosáhnout spokojenosti zákazníků a zároveň zlepšovat kvalitu výrobků. Hlavním cílem je neustálé zlepšování všech procesů, které je realizováno prostřednictvím dobrého plánování kvality. Využívá například princip TQM (totální řízení kvality), který řeší kvalitu ve všech dimenzích. Tento standard vyžaduje certifikaci zavedeného systému řízení a výsledkem je získání certifikátu. [1]

Důležitým krokem je vzít dodržování normy za své a brát to jako pomocný prvek, který se snaží neustále zlepšovat buď již zvládnuté projekty, nebo teprve zaváděné nové výrobky. Díky tomuto osvojení firma získá mnoho přínosů. Mezi hlavní výhody patří:

- jednotný přístup k systému managementu kvality – vyloučení několikanásobných certifikačních auditů (ISO 9001, VDA 6.1 apod.);
- uznání certifikace podle IATF 16949 zahraničními zákazníky;
- preferování prevence vad a snižování variability a ztrát v dodavatelském řetězci;
- identifikace, řízení a neustálé zlepšování procesů realizovaných v organizaci (procesy zaměřené na zákazníka, pomocné procesy a procesy managementu);
- uplatňování moderních metod a nástrojů pro řízení organizace a kvality poskytovaných služeb a produktů;
- garance stability výrobního procesu a tím i stabilní a vysokou kvalitu poskytovaných služeb a produktů zákazníkům;
- prokázání vhodnosti, účinnosti a efektivnosti vybudovaného systému managementu kvality třetí nezávislou stranou;
- zvýšení důvěry veřejnosti a státních kontrolních orgánů;
- vybudovaný samo regulující systém reagující pružně na změny požadavků zákazníků, legislativních požadavků i změn uvnitř organizace. [2]

Jak již bylo uvedeno v hlavních výhodách, mezi důležité aspekty nejen pro zavedení normy ve společnosti, ale i k jejímu dodržování, je důležité nastavit jednotný přístup k systému managementu kvality. To může být uskutečněno pomocí politiky kvality, která má normou stanovená určitá pravidla. Mezi hlavní zásady patří dostupnost veškerých informací, jejich porozumění a aplikace v rámci celé firmy. Zároveň je nutné zajistit přidělení odpovědnosti a pravomoci správné osobě, sdělit veškeré pravomoci a dojít k pochopení celého systému. Tento úkol má na starost vrcholové vedení. Cílem správného delegování pravomocí a odpovědnosti je splnění požadavků normy a uskutečnění faktu, že z procesů vycházejí plánované výstupy.

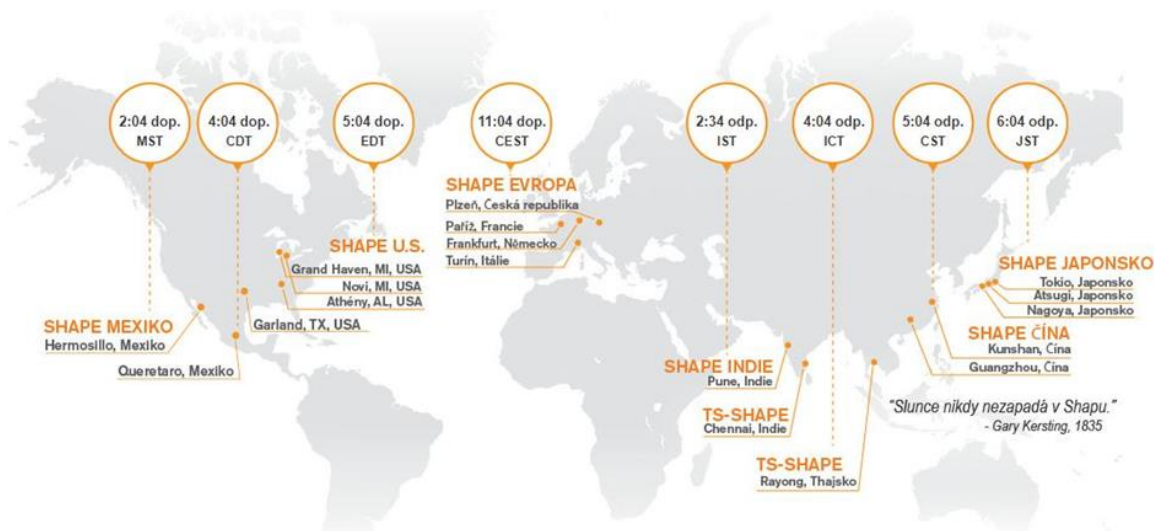
Plánování je jednou z kapitol normy IATF 16949. Tento pojem v sobě skrývá ale více než jen vytváření plánu pro výrobu. Je to například i utváření opatření pro řešení rizik a příležitostí. Prvním krokem je analýza rizik, která vychází z poznatků z auditů produktů nebo ze stažení vadných produktů. Dalším krokem je vytvoření preventivních opatření. To je důležité pro

eliminaci daných potencionálních rizik společnosti. Cílem je snížit dopad negativních vlivů. Tato opatření se musí neustále přezkoumávat. Důležitá je i tvorba havarijních plánů pro přesné stanovení toho, jak se za daných situací, pokud by k nim došlo, zachovat. [3]

### 1.3 Představení firmy

Diplomová práce je zpracována ve firmě Shape Corp v Plzni. Je to americká společnost, která má podniky po celém světě (viz obrázek 1-1) a zaměstnává více než 3 500 zaměstnanců. Nejedná se pouze o výrobní závody, ale i o podporu v určitých oblastech (engineering, kvalita, obchod).

Výrobní závody se nacházejí v Severní Americe, Asii a Evropě na celkové ploše více než 600 km<sup>2</sup>. Celkově se společnost Shape Corp zaměřuje na výrobu z vysokopevnostní oceli (až 1700 MPa), hliníku a plastu. Tyto materiály jsou zpracovány pomocí několika procesů jako je lisování, svařování, lepení a vstřikování plastů. V ČR je výroba zaměřena pouze na ocel.



Obr. 1-1: Podniky společnosti Shape Corp [4]

### Portfolio výrobků

Shape Corp je globálním lídrem v oblasti pokročilých systémů nárazové energie, díky kterým chrání cestující, chodce i samotné vozy. Aplikuje svou expertízu do nárazníkových systémů, absorbérů nárazu a ostatních komponentů (nejen) v oblasti řízení energie. [4]

Portfolio společnosti se skládá ze tří základních skupin:

- konstrukční prvky karoserie
- plastové díly
- nárazníkové systémy (obrázek 1-2)



Obr. 1-2: Ukázka portfolia společnosti Shape Corp, zdroj: vlastní zpracování

### Výrobní závod v České republice

Shape Corp Česká republika se nachází v průmyslové zóně Borská pole v Plzni. Zaměstnává zhruba 350 zaměstnanců a zaměřuje se na výrobu pro automobilový průmysl. Strojový park je velice rozsáhlý a skládá se z 6 roll-formingových linek, více než 20 svařovacích center, 3 laserových a plazmových center a dalších strojů. Výrobní plocha zaujímá 7618 m<sup>2</sup>.



Obr. 1-3: Výrobní závod Shape Corp v Plzni, zdroj: vlastní zpracování

## 2. Vybrané metody pro popis a hodnocení procesu

Pro hodnocení jakéhokoliv procesu existuje nespočet metod. Může se jednat o jednotlivé nástroje, metodiky nebo dokonce obsáhlé systémy, pomocí nichž firma ovládá chod firmy napříč všemi odděleními. Ve společnosti Shape Corp, ve které se nachází hodnocené pracoviště, se při vytváření vlastního systému inspirovali výrobním systémem Toyota (TPS). Jedná se o osvědčený systém, který pokrývá nastavené standardy firmy. Veškeré principy myšlení vycházejí ze základních pilířů, které jsou zobrazeny na obr. 2-1. Tím je myšleno, že každý pracovník firmy je pomocí nastoleného řádu veden k dodržování kvality v každém úseku procesu, dbá na správné rozvržení výroby (Heijunka) atd.

Jak bývá zvykem, aby bylo možné daný řád dodržovat, je nutné tuto předlohu pochopit a umět ji následně používat. Proto se tato kapitola bude zabývat výrobním systémem Toyota, dalšími metodami, které jsou vhodné pro poznání pracoviště či procesu, i představením zavedené metodiky ve společnosti Shape Corp.

### 2.1 Výrobní systém Toyota

Tento systém pochází z Japonska. Je to ale i určitý způsob myšlení, který se postupně rozvíjel díky pozorování konkurence. Již v 80. letech minulého století se ostatní automobiloví výrobci začali zajímat o japonskou kvalitu, jelikož japonská auta byla známá jako spolehlivější a méně poruchová oproti americkým vozům společností GM, Ford či Chrysler. Tato provozní excelence ale nevznikla během jednoho dne. Toyota začínala jako malá firma, která měla omezené prostory, a i díky tomu byla nucena vyrábět jen požadovaný počet kusů a vyhnuli se nadvýrobě a následnému plýtvání při skladování těchto zásob. Zároveň několikrát navštívila americké firmy, zkoumala jejich výrobní systémy a hledala chyby, kterých se chtěla vyvarovat. A tak vznikla provozní excelence, díky které patří mezi světové jedničky v automobilovém průmyslu.

Většina úspěchu je založena na metodice společnosti, díky které se pomocí neustálého zlepšování posouvají dál a jsou konkurence schopní. Mezi hlavní nástroje patří:

- Just In Time (JIT),
- Kaizen,
- Jidoka
- Heijunka.

Tyto metody vytvořily základy štíhlé výroby.

Popis tohoto systému zní jednoduše, a proto si ho chce spousta společností také vybudovat. Ale většina výrobců opomíjí první krok – tento princip myšlení si musí osvojit nejen vedení firmy, ale i každý zaměstnanec. Podle toho každý den jednat a nezapomínat, že hlavním článkem výrobní společnosti je operátor, a tak k němu i přistupovat. Protože bez dobrých výrobních pracovníků může mít firma sebelepší management, ale úspěchu nedosáhne.

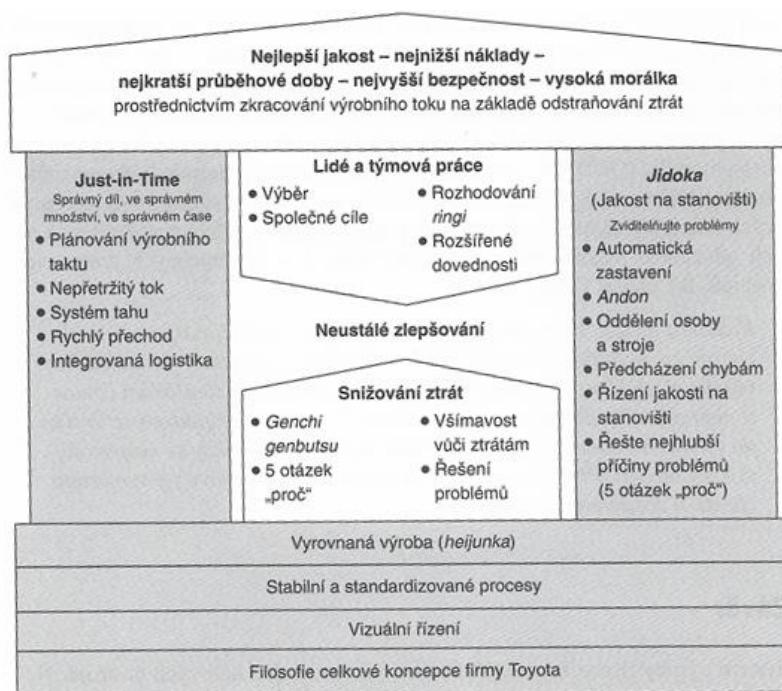
Další věc, kterou by každý pracovník společnosti měl mít na paměti, je to, že nikdo není neomylný, každý dělá chyby a nikdo neví všechno. S tímto přístupem by poté měl pracovat a



umět se postavit každé výzvě i problému. To je skvěle shrnuto v citátu Fujio Cho (prezident Toyota Motor Corporation) z roku 2002:

*„Nejvyšší hodnotu přikládáme skutečné implementaci a aktivnímu jednání, Existuje tolik věcí, jímž lidé nerozumějí, a proto je vyzýváme: jděte prostě dál a aktivně jedněte, něco vyzkoušejte. Pochopíte, jak málo toho víte, budete čelit svým vlastním chybám a jednoduše budete moci tyto chyby napravit, udělat vše znovu a při druhém pokusu postřehnete další chybu nebo jinou věc, která se vám nelíbí, takže to budete moci předělat ještě jednou. A tak prostřednictvím trvalého zlepšování či spíše zlepšování opírajícího se o praktické jednání se člověk může povznést na vyšší úroveň praxe a znalostí.“ [5]*

Název přístupu TPS vychází ze zkratky tří anglických slov – Toyota production system. Má několik základů, které je nutné dodržet a postupně pak na ně stavět další principy a techniky – tak, jak je ukázáno i na obrázku 2-1. Je jasné, že pro chod celého systému je důležité dodržovat všechny základy i pilíře, aby nedošlo k jeho zborcení. Pro optimalizaci, ať už celé výroby nebo pouze její části, se často využívá princip **štíhlé výroby**.



Obr. 2-1: Základní pilíře systému Toyota [5]

### 2.1.1 Štíhlá výroba

Hlavním úkolem je snažit se eliminovat činnosti, které nepřidávají hodnotu a odstranit plýtvání. Tím dojde k zefektivnění procesů, zkrátí se výrobní čas a zvyšuje se produktivita stroje. Existuje mnoho metod, které lze pro tuto optimalizaci použít, například je to cyklus PDCA, systém Kanban, Kaizen, 5S nebo Six sigma. Výrobní podniky v České republice tyto způsoby neustálého zdokonalování používají již běžně a nejčastěji se pomocí nich zaměřují na oblast racionalizace a zefektivnění práce a procesů. Hlavním bodem je využití všech zdrojů, a to nejen potenciálu strojního vybavení, ale také lidí.[6]

### 2.1.2 Just In Time (JIT)

Prvním důležitým pilířem systému je metoda JIT, která řídí logistické toky nejen uvnitř firmy, ale i mimo ní tak, že není potřeba téměř žádná skladovací plocha zásob a materiál jde ihned na další stanoviště. Díky tomu nedochází k plýtvání ve formě skladování dílů (vázání kapitálu) a nutnosti ploch pro tuto činnost. Princip je velmi jednoduchý – materiál je na pracoviště dovezen přesně v ten okamžik, kdy je potřeba. To je ale velice náročné na plánování a koordinaci všech procesů. Výhodou je snižování skladovacích a zároveň i dopravních nákladů.

### 2.1.3 Jidoka

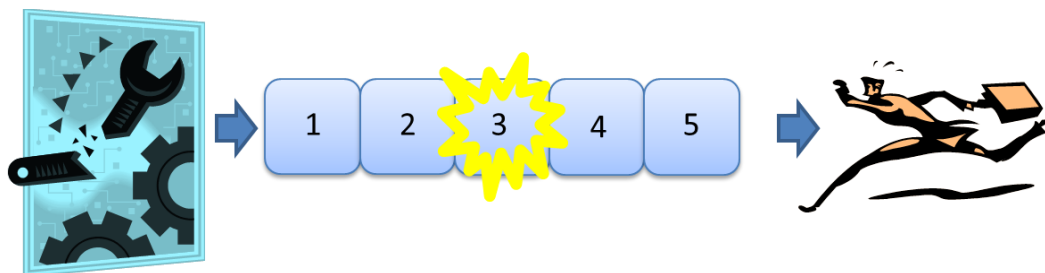
Jedná se o druhý pilíř systému Toyota. Je to určitý přístup k výrobnímu procesu, který zvyšuje jeho kvalitu a je založen na neustálém sledování výroby a při náznaku abnormality zastavuje celý proces. Vše se děje v reálném čase a díky tomu dochází k odhalování a následnému odstranění (nebo snížení dopadu) příčiny zjištěné abnormality.

Důraz je kladen na odpovědnost pracovníků, které vede k uvědomění si, že kvalita je závislá na každém zaměstnanci. To znamená, že záleží na každém člověku ve firmě (od vrcholového vedení, až po operátora ve výrobě). Současně je důležité každou abnormalitu řešit v čase, kdy se vyskytne, a okamžitě pracovat na její nápravě a odstranění příčin. To vše i za cenu zastavení výroby.

Patří mezi nástroje štíhlé výroby. Pro zajištění dané kvality ve všech fázích výroby má čtyři základní prvky:

- 1.) **genchi genbutsu** (jdi a sám se ujisti – zkoumání situace na místě výskytu, ne z kanceláře od stolu)
- 2.) **andon**
- 3.) **standardizace**
- 4.) **poka yoke** [7]

2.) **Andon** je informační nástroj, který dává viditelný nebo slyšitelný signál a upozorňuje na abnormalitu. Tento signál může použít kdokoli ve firmě a každé pracovní místo je jím vybaveno. Díky tomu pracovník může dát vědět ostatním, že se vyskytl problém (obrázek 2-2 – rozsvícení signálu a zavolání pomoci) a podle předem stanoveného signálu je patrné, zda se jedná o abnormalitu, kterou sám vyřeší, při které potřebuje pomoc, nebo dokonce kdy je nutné zastavit stroj či linku. Nejčastěji se používá světelná tabule, která je dobře viditelná pro všechny zaměstnance.



Obr. 2-2: Andon dávající signál pomoci dalšího pracovníka [8]

Mezi nejpoužívanější druhy patří:

- Semafor
- Zvukový signál
- Kontrolní desky [8]

Pomocí Andonu může výrobní systém rychle identifikovat problémy a následně najít jejich příčinu a pružně reagovat na aktuální stav. Ne vždy ale dokáže odstranit všechny poruchy.

### 3.) Standardizace

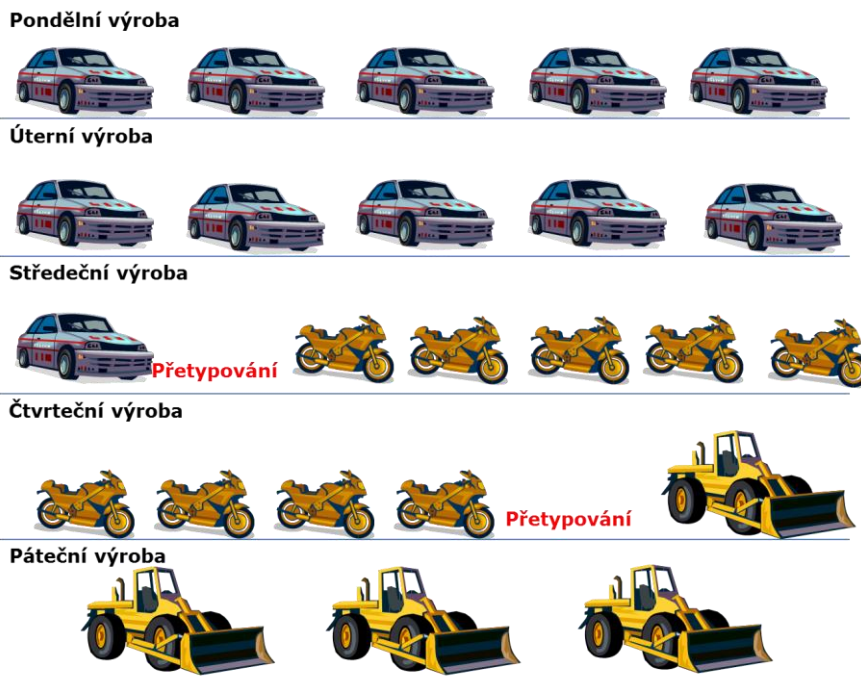
*„Standardizace je proces, při kterém dochází k výběru, sjednocování a ustálení jednotlivých variant postupů, procesů, vstupů a jejich kombinací, ale stejně tak i výstupů, činností a informací v procesu řízení firmy nebo v jeho dílčích částech.“ [9]*

Tento proces má několik přínosů nejen pro zákazníka, ale i pro výrobce. Mezi největší přínosy patří zjednodušení a zrychlení vývoje a výroby výrobku, možnost vyšší automatizace a robotizace, snižování fixních nákladů, jednodušší plánování a řízení výrobního procesu a efektivnější využití výrobního zařízení. [9]

**4.) Poka Yoke** se ve zkratce snaží zabránit špatné manipulaci s určitým dílem nebo s více díly najednou, a tím nedochází k chybám. Může se jednat buď o elektrické či mechanické zařízení nebo jen o úpravu nějakého přípravku.

#### 2.1.4 Heijunka

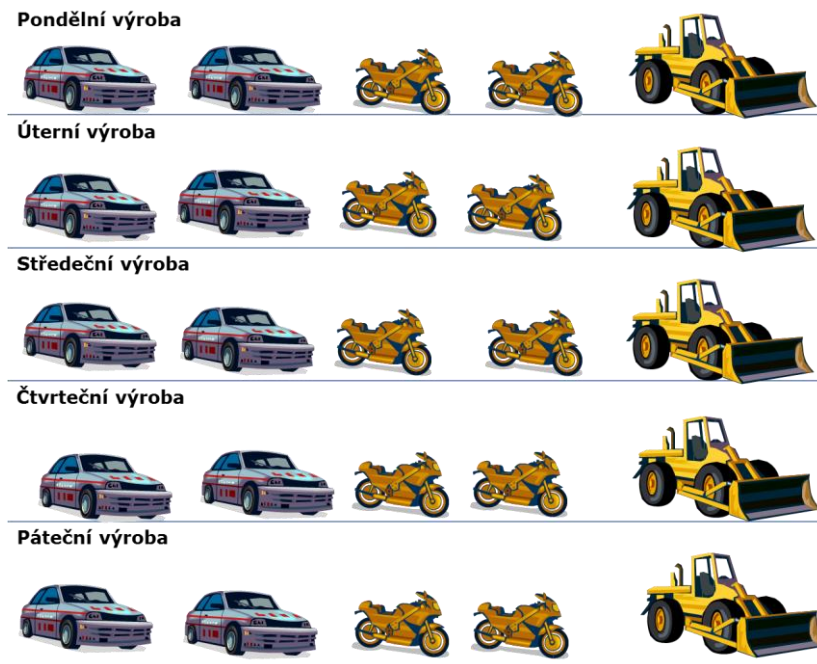
Jeden ze základních kamenů systému Toyota se zabývá správným rozvržením výroby – co, kdy se má vyrobit a v jakém množství tak, aby pokryli veškeré požadavky všech zákazníků a dokázali pružně reagovat na změny. Je běžnou praxí, že firma vyrábí tak, jak přicházejí zakázky. To znamená, že jeden den dělají jeden typ výrobku, dokud nemají hotovo, i za cenu toho, že bude potřeba přesčas. Další den je potřeba vyrobit jiný typ výrobku, ale toho je již méně a nestačí pokrýt celou směnu. Tím vzniká určitá nevyváženost výroby a pro firmu to představuje další plýtvání, kdy první den musí pracovníkům zaplatit přesčas, a druhý den naopak zaměstnancům platí i přes to, že nepracují. V těchto případech je velice důležité plánování a rozvržení výroby. Pro úplné pochopení je na obr. 2-3. zobrazen systém výroby před aplikací metody Heijunka a následně na obrázku 2-4 je ukázka výrobního plánu po aplikaci.



Obr. 2-3: Výrobní plán před aplikací metody Heijunka [10]

„Heijunka definuje společný násobek taktů jednotlivých typů výrobků. Heijunka pracuje podobně jako vlak, který odjíždí z nádraží podle jízdního řádu (v přesně definovaných intervalech) a všechny výrobky (cestující) musí být v daném čase připraveny, jinak jim vlak ujede. Heijunka kombinuje metody rozvrhování s vizuální tabulí, na které jsou s pomocí kanban karet nebo průvodek definovány jednotlivé sekvence. Tabule má sloupce na kanban karty pro každý interval a řádky pro každý typ výrobku.“ [10]

Z toho vyplývá, že výrobní plán není vytvořen podle toho, jak zákazník objednává, ale snaží se veškerou výrobu rozprostřít. Díky tomu se nikdy nestane, že by firma neměla co expedovat k zákazníkovi. A to i v případě, kdy by došlo k nějakému většímu zastavení výroby z určitých důvodů (jelikož vždy bude mít alespoň jednu dávku hotovou). Po aplikaci metody dochází, jak již bylo zmíněno výše, k rozprostření výrobního plánu do všech směn týdne – zobrazeno na obrázku 2-4.



Obr. 2-4: Výrobní plán po aplikaci metody Heijunka [10]

### 2.1.5 Kanban

Pro správný chod štíhlé firmy je nepostradatelné vybudování systému interní logistiky. K tomu může být využit právě Kanban. Slovo pochází z japonštiny a lze přeložit jako karta nebo štítek. Jeho kořeny sahají do amerických supermarketů.

Ve zkratce je inspirován doplňováním zboží do regálů. Zákazník si vezme danou potravinu i s kartou, kterou prodavač na pokladně odebere a vhodí do určené skříňky. Ve skladu je pak zboží nalezeno a doplněno do regálu na obchodě. Současně je ve skladu druhý typ karet, který se dá do jiné schránky určené na tyto karty, a ty určují, že je potřeba dané zboží objednat od dodavatele, aby ve skladu nechybělo. Díky tomu se nikdy nestane, že potravina nebude ve skladu a následně v obchodu nedostupná. A tento systém je převeden do výrobního podniku, jen potraviny jsou nahrazeny vyráběnými nebo nakupovanými díly.

Je to vlastně tahový systém řízení výroby, který reaguje na jednotlivé objednávky – ať už se jedná o doplnění materiálu do regálu nebo výrobu. Dochází k vyvážení výrobního procesu, snižují se zásoby, a to souvisí i se snižováním nákladů. Zároveň zlepšuje schopnost firmy plnit termíny. [11]

Předpoklady zavedení Kanban systému:

- vyškolený, ale hlavně motivovaný personál
- vysoký stupeň opakování výroby, bez velkých výkyvů v poptávce
- vzájemně harmonizované kapacity
- rychlé postupy přetypování zařízení
- připravenost personálu v případě zvýšeného poptávky dělat přesčasy (částečná pružnost kapacit)
- rychlé odstranění poruch by měli zvládnout dobře vyškolení operátoři zařízení

- výkonná kontrola kvality přímo na pracovišti
- připravenost managementu na všech úrovních delegovat pravomoci
- správně navržený layout dílny, s tendencí k linkovému uspořádání – plynulé toky [11]

Aby všechny zmiňované benefity nastaly, je nutné si již ve fázi organizaci výroby stanovit, že se zavede systém Kanban. Je totiž potřeba vytvořit specifický layout výrobních strojů. Pokud se například jedná o firmu, která má ve svém portfoliu více než jeden typ výrobku, je nutné stroje, které vyrábí jeden druh dílů, dát k sobě. Tím se sníží materiálové toky a urychlí doprava mezi jednotlivými stanovišti.

Základní pravidla pro fungování Kanban systému:

- personál následujícího procesu je povinen odebrat dílce z předcházejícího procesu, tak jak to předepisuje příslušná Kanban karta (množství, typ atd.)
- výrobní personál může vyrábět jen podle poptávky (dle výrobních Kanban karet)
- pokud na pracovišti nejsou k dispozici žádné Kanban karty, nesmí být realizována žádná činnost (doprava, výroba)
- Kanban karty jsou vždy přepravovány společně s paletami a dílci (kromě jejich návratu)
- výrobní personál odpovídá za to, že jen výrobky se stoprocentní kvalitou budou vloženy do palet pro následující proces -> pokud se vyskytne chyba, následuje stop celého procesu a odstranění chyby tak, aby se nemohla opakovat [11]

### 2.1.6 Kaizen

Kaizen je filozofie, která vede k neustálému zlepšování všech procesů ve firmě. Slovo pochází opět z japonštiny a znamená “dobrá změna“. Hlavním princip je zapojení všech pracovníků, ať už se jedná o vrcholový management nebo operátory ve výrobě. Neexistuje, aby vedoucí pracovník vše řídil pouze od stolu, a zároveň toto zlepšování netrvá jen pár minut, ale je to kontinuální proces.

Přistupuje se ke všemu tak, že nic není dokonalé natolik, aby to nešlo ještě zlepšit. Proto je tento přístup postaven na dvou slovech:

- **zlepšování** – všechno se dá zlepšovat – kvalita, plnění termínů, náklady, produktivita
- **neustále** – nic na světě není pevně stanoveno, všechno se neustále mění a vyvíjí – trhy, výrobky, zákazníci a jejich požadavky [12]

### 2.1.7 14 zásad

Existuje 14 zásad, které firma Toyota dodržuje již od jejího založení. I to ji činí celosvětově úspěšnou. Je však jasné, že tento nastavený systém jde přenést do každé společnosti jen obecně a je potřeba si ho upravit dle aktuálních podmínek. Tento určitý přístup a typ myšlení udává, jak se rozvíjet a neustále se zlepšovat. Celý koncept zahrnuje nejen nespočet metod pro optimalizaci výroby, ale také k vytyčení cílů, zvolení správné cesty a samozřejmě i motivaci lidí a upřednostňování týmové práce. [5, 13]

1. Zakládejte své manažerská rozhodnutí na dlouhodobé filozofii, a to i na úkor krátkodobých finančních cílů
2. Vytvořte nepřetržitý procesní tok, který vám umožní odkrýt problémy
3. Využívejte systémů „tahu“, abyste se vyhnuli nadvýrobě
4. Vyrovnávejte pracovní zatížení – pracujte jako želva, nikoli jako zajíc
5. Vytvářejte kulturu, která dovoluje zastavit proces, aby se vyřešily problémy a aby se správné kvality dosáhlo hned napoprvé
6. Standardizované úkoly jsou základem neustálého zlepšování a posilování pravomocí zaměstnanců
7. Užívejte vizuální kontroly, aby vám nezůstaly skryty žádné problémy
8. Užívejte pouze důkladně prověřených technologií, které prospívají lidem i procesům
9. Vychovávejte vůdčí osobnosti, které stoprocentně rozumějí práci, žijí filozofii firmy a učí jí druhé
10. Rozvíjejte výjimečné lidi a týmy řídící se filozofií vaší firmy
11. Projevujte ohled vůči širší síti svých partnerů a dodavatelů tím, že je budete podněcovat a pomáhat jim zlepšovat se
12. Jděte a přesvědčte se na vlastní oči, abyste důkladně poznali situaci
13. Rozhodnutí přijímejte pomalu na základě široké shody, po zvážení všech možností; implementujte je rychle
14. Staňte se učící se organizací prostřednictvím neúnavného promyšlení a neustálého zlepšování [5]

## 2.2 Metody pro popis procesu

Jak již bylo uvedeno, pro nastavení základního principu fungování společnosti jsou vhodné výrobní systémy, jako je například TPS. Pro zhodnocení výrobního procesu je však požadován i správný popis dané situace na vybraném pracovišti. Díky tomu pozorovatel pozná zkoumanou činnost a může ji lépe hodnotit. Platí zde, že ne každá metoda lze použít na všechny procesy, aby výsledkem byly vypovídající hodnoty.

### 2.2.1 Chronometráž

Pro popis operace se nabízejí dva druhy pozorování – přímé a nepřímé. Nepřímý způsob měření vychází z tabulek, které udávají stanovené hodnoty časů pro určitý pracovní úkon (například sáhnutí, uchopení atd.). Tato čísla jsou normovaná a nemusí odpovídat aktuálnímu zkoumanému času. Oproti tomu přímé měření stanovuje skutečnou spotřebu času pomocí zapisování do tabulek nebo formulářů s použitím například stopek.

Mezi přímé měření patří snímek pracovního dne a snímek operace. Snímek dne se používá pro pozorování jednotlivce nebo skupiny pracovníků na pracovišti. Oproti tomu snímek operace, jak z názvu vyplývá, zkoumá pouze vybranou operaci. Do této kategorie spadá i chronometráž.

Chronometráž se používá u operací, které se opakují. Jejím cílem je sledování a měření času vybrané operace. Hlavní princip je nejprve pozorování vybrané činnosti a zapsání významných úseků. Tyto úseky jsou poté zapsány do připraveného formuláře a pozorovatel si

určí bod, při kterém dílčí činnost začíná. Poté se měří doba každého úkonu. Díky tomuto nástroji je možné identifikovat problematický úkon.

Existují tři druhy chronometráže:

- a) Plynulá – zkoumá všechny úkony vybrané operace (ta se pravidelně opakuje), měří jak spotřebu času celé operace, tak i její dílčích úkonů [14]
- b) Výběrová – předem se vyberou úkony, které se budou měřit, určuje skutečnou spotřebu času pravidelně i nepravidelně opakujících se činností, které jsou předem známé [14]
- c) Obkročná – pro měření spotřeby času velmi krátkých a pravidelně se opakujících úkonů, čas se změří pro celou operaci a z ní se pak vypočítá doba jednotlivých činností [14]

Před výběrem správného druhu je nezbytné dokonale znát zkoumanou operaci i všechny její úkony.

### 2.2.2 Matice odpovědnosti RACI

Díky stanovení odpovědností a pravomocí rozklíčujeme propojenost jednotlivých dílčích činností procesu včetně podpůrných procesů. V matici se používají čtyři písmena a každé má jiný význam.

Přehled odpovědností:

- R = responsible – osoba danou činnost fyzicky vykonává
- A = accountable – osoba odpovědná za kontrolu probíhající nebo již provedené činnosti
- C = consult – osoba, která je kontaktována za účelem obousměrné komunikace a získání nějaké reakce
- I = inform – osoba, která je informována a je zde vedena pouze jednosměrná komunikace, neočekává se reakce [15]

Aby nedocházelo ke snižování efektivnosti tohoto nástroje, doporučuje se po vytvoření matice aplikovat dva základní principy – horizontální a vertikální analýzu. Tato analýza spočívá v tom, jak již napovídá první slovo, že se matice kontroluje vertikálním a horizontálním směrem (po řádcích a po sloupcích).

Vertikální analýza pokládá dvě otázky:

- Je nutné, aby jedna osoba měla určitou odpovědnost u každé činnosti?
- Není daná osoba odpovědná za příliš mnoho činností?

První otázka upozorňuje na to, že není potřeba, aby v každém řádku bylo nějaké písmeno. To předchází tomu, aby nedošlo k přetížení odpovědné osoby. V opačném případě by se s ním muselo vše konzultovat a o všem ho informovat. Tím pádem by výsledný cíl nástroje nebyl dosažen, protože tyto předepsané procedury komunikace by zdržovaly celkový proces. [15]



Druhá otázka souvisí s již zmíněným přetížením osoby. Kontroluje, zda daná role nese příliš mnoho odpovědnosti. Proto se nemá v jednom sloupci nacházet příliš mnoho R nebo A. [15]

Horizontální analýza stanovuje pravidla pro řádky matice. Opět jsou zde zásadní dvě písmena – R a A. V tomto případě se v jednom řádku nesmí objevit více jak jedno R nebo A, a zároveň tam alespoň jedno R a A být musí. V případě písmene A, které znamená kontrola stanoveného procesu nebo pouze činnosti, je potřeba definovat toho, kdo má poslední slovo, kontroluje a nese za vše odpovědnost. Z toho vyplývá, že je nutné takovou osobu mít a pro jasně dané kompetence je nejlepší mít pouze jednu. [15]

Pokud se v řádku nachází více pozic zastávající roli R, ukazuje to, že by bylo vhodné danou aktivitu rozdělit do více činností. Vždy je ale nezbytné mít v řádku jedno R, aby bylo patrné, kdo funkci vykonává. Poslední bod je stejný jako u vertikální analýzy: není nutné mít v každém sloupci nějakou roli. Vede to opět ke zpomalení procesu. [15]

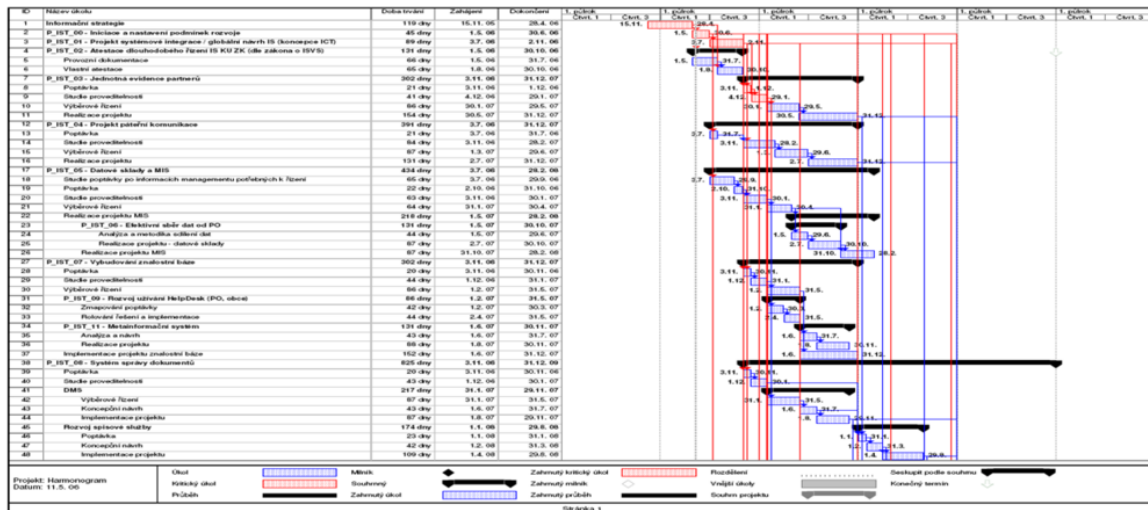
### **2.2.3 Ganttův diagram**

Ganttův diagram je grafický nástroj pro plánování činností, nebo i projektů v čase. Pomáhá tak vytvořit přehled o jednotlivých vazbách mezi zobrazenými prvky a lépe se pak celý proces řídí. V podstatě tak zachycuje časovou posloupnost jednotlivých úkonů nebo projektů. [16]

Diagram se skládá z definovaných činností (v případě operace či procesu), které jsou zobrazeny na ose y, a časové osy na ose x, na které jsou znázorněny doby trvání těchto činností. Aby byly patrné vazby mezi jednotlivými prvky, je nezbytné stanovit počáteční bod, ve kterém začíná daná aktivita. Od tohoto bodu je pak nanesena doba trvání. Pokud se jedná o složitější proces, prvky jsou spojeny šipkami pro přesnější definování toho, jak na sebe navazují.

V řádcích Ganttova diagramu nemusí být zapsány pouze činnosti, ale také kroky, nebo projekty společnosti. Měřítko časové osy je zvoleno dle trvající doby prvku a může se jednat buď o roky či měsíce (v případě nějakého projektu), ale také o týdny, dny, minuty nebo sekundy (v případě operace nebo činnosti). [16]

Pro tvorbu tohoto znázornění může být použita buď specializovaná aplikace, jako je například SmartDraw nebo GanttProject. Ty se užívají hlavně ve složitějších případech, jako je například na obrázku 2-5. [17]



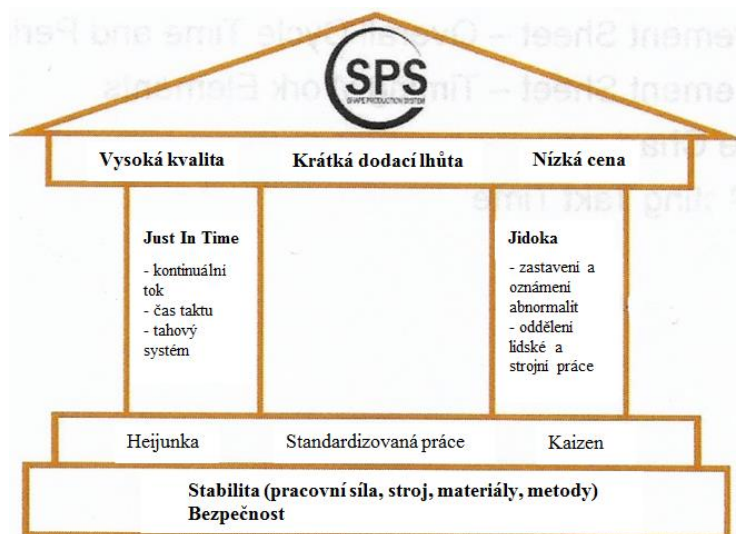
Obr. 2-5: Ganttův diagram pro složitější proces [16]

Dále se pak používají aplikace pro řízení projektů nebo v případě jednoduchého schématu postačí i Excel. [17]

### 2.3 Zavedená metodika společnosti

Společnost Shape Corp, ve které se nachází vybrané pracoviště, má vybudovaný svůj vlastní systém s názvem Shape Production System (SPS), který byl inspirován TPS. Metodika společnosti vychází z metod Jidoka, Heijunka a v neposlední řadě i Kaizen. Jejím cílem je JIT a dosáhnout štíhlé výroby. Pro pochopení tohoto systému bude ve zkratce představena jeho základní filozofie, a poté bude popsána zavedená metodika, která se ve firmě používá pro hodnocení výrobního procesu.

Pro správný chod společnosti je nastaven řád, který je popsán pouze obecně, aby se podle něj mohlo řídit jak oddělení výroby, tak i ekonomický úsek či logistika. Musí se eliminovat nevyváženost daného procesu, předejít přetěžování a omezit plýtvání v jakékoliv formě. Jsou zde tři základní principy vycházející z TPS: vyrábět v taktu, snížit dodací dobu a týmová práce. Všechny tyto zásady se musí plnit najednou, jinak systém nebude fungovat a zhortí se. Toto selhání lze dobře demonstrovat na obrázku 2-6, kde je zobrazen dům skládající se z jednotlivých kostiček. Pokud jen jedna kostička nebude na svém místě, tento dům se složí k zemi.



Obr. 2-6: Podstata systému SPS – dům [4]

Na obrázku lze spatřit veškeré důležité přístupy a hlavní metody, které se používají každý den nejen k řešení problémů, ale i k navození správné podnikové kultury a v neposlední řadě i k dosažení úspěchu na trhu. Je patrné, že vychází ze základních pilířů systému Toyota (obr. 2-1 v předešlé kapitole 2.1)

Pro hodnocení pracoviště se ve firmě využívá šest nástrojů:

- List měření času (Time Measurement Sheet)
- Rovnovážný pracovní graf (Work Balance Chart = Yamazumi)
- List kapacity stroje (Machine Capacity Sheet)
- Tabulka standardizovaných pracovních kombinací (Standardized Work Combination Table)
- Schéma standardizované práce (Standardized Work Chart)
- Nástroj pro návrh nápravných opatření

Téměř všechny názvy jsou doplněny i o anglické názvy (v závorce), jelikož na některých listech jsou názvy jednotlivých nástrojů pouze v angličtině a ve společnosti se tyto názvy hojně používají.

### 2.3.1 List měření času (TMS)

Pro vytvoření listu měření času je nutné porozumění času cyklu zkoumané operace (cycle time), vědět co je periodická práce (periodic work) a výměna nástrojů a přípravků na pracovišti (change over – pokud se na pracovišti vyrábí víc než jeden projekt a každý potřebuje jiné nástroje na jeho výrobu). Cílem zkoumání by mělo být zjištění rozsahu časové fluktuace a identifikovat abnormality operace.

Tabulka je tvořena třemi sekcemi. První sekce slouží jako shrnutí zjištěných časů. V druhé části jsou již zapsány jednotlivé činnosti operátora, startovací bod měření jednotlivých činností a 10 míst pro zaznamenání časů. Z toho plyne, že každá činnost bude zkoumána a zároveň pak i měřena desetkrát. Pro větší přehlednost má každé časové políčko dva sloupce –

do prvního sloupce se píše počet jednotek sekund, do druhého počet desetin sekund. Díky tomu se lépe zaznamenávají desetinná čísla. V poslední řádce se pak sečtou časy všech činností při jednom opakování měření, a tím se zjistí čas cyklu. Do tohoto čísla se nezapočítávají hodnoty čekání. Dále se zde nachází sloupec s názvem rozsah fluktuace a minimální čas. Tyto hodnoty jsou zjištěny až po záznamu všech deseti měření. Minimální čas je, jak je již patrné z názvu, minimální čas ze všech záznamů pro danou činnost a fluktuace je dopočtena jako rozdíl nejvyšší a nejmenší hodnoty času. V posledním sloupci je pak napsán výsledný čas pro danou aktivitu, který vychází z minimální hodnoty času a je navýšen podle velikosti fluktuace. Celková hodnota, o kterou jsou minimální časy navýšeny, je hodnota rozdílu minimálního času celého cyklu a součet všech minimálních časů jednotlivých činností. Toto zvětšení čísel provádí autor sám dle svého uvážení, takže se jedná o subjektivní výsledek. Součet těchto upravených časů se musí rovnat minimálnímu celkovému času cyklu. Podrobněji bude nástroj vysvětlen při jeho aplikaci v kapitole 3.3.1 (Vytvoření listu měření času).

Poslední sekce tabulky je pro zaznamenání doby periodické práce a výměny nástrojů a přípravků. Jsou zde zapsány jednotlivé činnosti periodické práce, jako je například výměna svařovací špičky robota, čištění pracoviště atd. Nachází se zde opět deset polí pro zaznamenání časů při daných opakování měření. Poté se zapisuje frekvence těchto aktivit během jedné směny, průměrný čas a poslední hodnota je podíl průměrného času a frekvence za jeden cyklus. Jejich součet je pak zapsán do první sekce listu.

### 2.3.2 Rovnovážný pracovní graf (WBC)

Tento vizuální nástroj je často označován i jako Yamazumi graf. Ukazuje stávající situaci vybrané operace proti tomu, jak je nastaven čas taktu. Pro jeho vytvoření je potřeba znát čas cyklu (nejnižší hodnota z deseti opakování z TMS), fluktuace (rozdíl maximálního a minimálního času cyklu), průměrnou hodnotu času cyklu, součet periodické práce, součet časů změny nástrojů a přípravků, aktuální výstup operace během jedné směny a čas taktu.

Jednotlivé hodnoty časů se vynesou na graf dle daných pravidel:

- čas cyklu jako největší obdélník (základna celého grafu)
- čas periodické práce a fluktuace nad obdélník času cyklu, ale pouze do poloviny jeho šířky (periodická práce je na levé půlce, fluktuace na pravé)
- čas průměrné hodnoty cyklu jako tečka na pravou půlku
- součet průměrné hodnoty času cyklu, periodické práce a výměny jako tečka na levou půlku
- aktuální výstup jako hvězdička
- čas taktu je zobrazen pomocí přímky přes celou šířku grafu.

Pro správné zakreslení je potřeba zvolit vhodné měřítko grafu a dobře viditelnou šířku obdélníku zobrazující čas cyklu. Rozdělení prostoru nad tímto obdélníkem má důvod – vlevo se nachází hodnoty, které jsou vypočteny (periodická práce, hodnota aktuálního výstupu a součet průměrné hodnoty času cyklu, periodické práce a výměně), a vpravo ty, které jsou vyzorovány (průměrný čas cyklu a hodnota fluktuace). Díky této aplikaci lze vidět, zda

aktuální výstup je dostačující či nikoliv, co by se stalo, kdyby se snížila hodnota periodické práce atd.

### 2.3.3 List kapacity stroje (MCS)

Tento nástroj využívá opět časových hodnot, které jsou získávány při aplikaci TMS. Slouží pro kalkulaci kapacity stroje potřebného k výrobě jediného typu produktu a také k identifikaci úzkých míst. Zároveň pokud člověk zná aktuální počet výrobků vyrobených za jednu směnu, může tyto čísla porovnat a zjistit, zda jsou na pracovišti ještě rezervy, nebo vyrábí dostatečné množství dle vypočítané kapacity. Čas za jeden cyklus pro základní čas operace se vybírá následovně:

- pokud nejdřív pracuje operátor, poté stroj a operátor čeká na stroj, aby zase mohl pracovat, tak čas cyklu se bere jako součet hodnot manuálního času operátora a automatického času stroje
- pokud operátor pracuje a během té doby pracuje i stroj a operátor pak na konci cyklu čeká na stroj, bere se pouze čas stroje

Kapacita stroje se pak vypočítá jako podíl tzv. dostupného času a součet všech časů za jeden cyklus (čas cyklu, periodické časy a čas výměny). Dostupný čas je úsek, ve kterém víme, že se stoprocentně vyrábí. Každá firma má tuto hodnotu stanovenou jinak, ale většinou to bývá 7,5 hodiny. Všechny časy musí být v sekundách.

### 2.3.4 Tabulka standardizovaných pracovních kombinací (SWCT)

Tato tabulka pomáhá pochopit vztah mezi prací operátora a stroje a slouží jako vizuální nástroj a ukazuje, co se přesně děje v daném čase operace. Rozeznává čtyři základní typy aktivit:

- manuální – pracuje operátor, zaznamenáno pomocí rovné přímky
- čekání – čas, při kterém operátor čeká na jinou aktivitu pro ukončení operace, zaznamenáno pomocí přímky, která má na obou koncích šipky
- strojní – pracuje stroj, zaznamenáno přerušovanou čarou
- chůze – operátor chodí během zkoumaného procesu, vyznačeno vlnovkou

Opět důležitým aspektem je správný výběr měřítka, kdy je modrou čarou vyznačen konec cyklu operace a červenou čarou čas taktu. Červená čára by se měla nacházet na konci osy x a podle toho pak volit vhodné měřítka. Jednotlivé intervaly na ose y odpovídají vypsáním činností. Všechna data jsou opět čerpána z TMS, ale pouze z druhé sekce – modifikované časy aktivit a zapisuje se i čekání. Hodnoty doby čekání jsou zapisovány do speciálního sloupce. Dále se zde nacházejí sloupce pro záznam manuálního a strojního času, lokace místa, na které se operátor nachází při vykonávání dané činnosti a poslední sloupec je pro chůzi.

Právě chůze je zde určitým úskalím při zapisování. Pokud totiž zaznamenaný cyklus operace začíná chůzí operátora, tato aktivita se vyškrtne a doba, při které dochází k chůzi, se zapíše až na konec – tzn. až za poslední zapsanou činností. Zároveň když se chůze nachází mezi třetím a pátým pracovním elementem (např. uchopení dílu, chůze, položení dílu), tak se také

nezapisuje a zaznamená se pouze její doba do sloupce pro chůzi mezi danými činnostmi. Proto jsou řádky tohoto sloupce posunuté oproti ostatním řádkům.

Grafické znázornění jednotlivých pracovních elementů se vytváří v daných rádcích grafu a dle měřítka se nakreslí jejich délka. Pak jsou řádky spojeny buď rovnou čarou (nulová hodnota chůze) a začátek další činnosti se nachází hned pod koncem předchozí, nebo pomocí vlnovky, a pak je následující doba aktivity posunuta po ose x podle velikosti doby chůze.

### 2.3.5 Schéma standardizované práce (SWC)

SWC je využíváno k tomu, aby bylo patrné, kde se pohybuje operátor během cyklu, kolikrát se vrací do určitého místa a zároveň ukazuje i layout pracoviště. Opět se jedná o vizuální metodu, takže prvním krokem je naměření si všech prvků na vybraném pracovišti a dle rozměrů zvolit vhodné měřítko. Nejprve se nakreslí mezní hranice pracoviště, pak se postupně zakreslují jednotlivé části jako je například pracovní stůl, boxy s materiálem, tlačítko pro zapnutí cyklu, ovládací panel atd.

Poté, co jsou zakresleny veškeré části pracoviště, které jsou používány během operace, se opět vychází z TMS. K daným lokacím se připiše číslo pracovního elementu, např. položení dílu na stůl má číslo 1, takže se 1 napíše před pracovní stůl.

Až když jsou všechny čísla činností zapsány na jejich místa, se tyto lokace spojují šipkami podle pořadí (z jedničky do dvojky, z dvojky do trojky atd.). Šipky jsou dvojího druhu – buď plnou čarou, pokud operátor při chůzi drží nějaký komponent, nebo čárkovanou čarou, když nic nepřenáší. Díky měřítku lze pak vypočíst, kolik metrů operátor ujde během jednoho pracovního cyklu.

Jako doplněk layoutu lze využít tři schémata – kosočtverec pro místo, kde dochází ke kontrole kvality, křížek pro místo, kde se nachází bezpečnostní prvek a kolečko, kde dochází ke skladování hotových komponentů (k tomuto prvku se v hlavičce napíše i počet, kolikrát byl zobrazen v layoutu).

### 2.3.6 Nástroj pro návrh nápravných opatření

Po aplikaci zmíněných metod se ve firmě používá list nápravných opatření. Tento nástroj má čtyři úrovně:

1. Návrh procesu tak, aby byly vidět abnormality
  - přidat do procesu zakotvený test (=embedded test), který ihned vyhodnotí chybu (měření teploty ve stroji, zápach při úniku plynu atd.)
2. Řešení problému
  - nedělat nic zbytečně (neřešit co by, kdyby), řešit problém na místě
3. Systematické sdílení znalostí
  - globální firma – využívat všech znalostí a zkušeností
4. Lídři jsou učitelé a kouči

Pro vytvoření nápravného opatření je nutné umět popsat daný problém, najít kořenovou příčinu a určit si očekávaný výstup. Ten je poté srovnáván s aktuálním výstupem a porovnáván, zda bylo dosaženo stanoveného cíle.

### 3. Současný stav hodnocení – aplikace zavedené metodiky

#### 3.1 Popis vybraného pracoviště

Vybrané pracoviště se nachází ve firmě se sériovou výrobou v oblasti automobilového průmyslu. Jedná se o svařovací buňku, která je obsluhována dvěma operátory. Buňka má otáčecí stůl, na kterém je z každé strany jedna fixtura. Celé pracoviště je na obrázku 3-1.

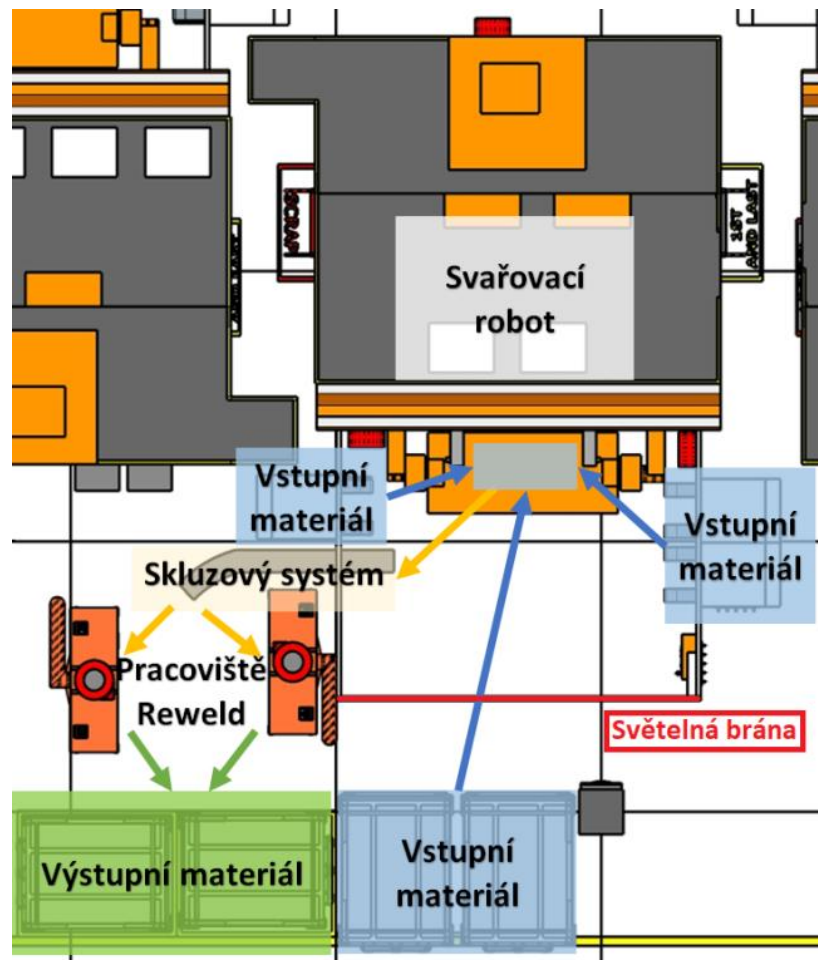


Obr. 3-1: Fotka vybraného pracoviště, zdroj: vlastní zpracování

Fixtura je mechanické zařízení, které se používá pro založení dílů a udržení jejich polohy během pracovního cyklu stroje. Je označena písmeny A a B a operátoři do ní zakládají jednotlivé komponenty podle předem daného postupu. [18]

Podél obou stran pracoviště se nacházejí boxy s jednotlivými komponenty a na pravé straně se kromě těchto boxů nachází i skluzový systém. Na něj je na začátku každého cyklu zavěšen hotový kus a pokračuje na pracoviště s názvem Reweld. Toto stanoviště slouží k upravení hotového kusu, protože svařovací robot nesvařuje vždy stoprocentně a je potřeba vybrané svary dokončit ručně. Z tohoto důvodu se zde nachází dva svářeči a po opravení kus odkládají do připravených kontejnerů. [18]





Obr. 3-2: Vybrané pracoviště na layoutu firmy s popisem materiálového toku [18]

Po uložení všech komponentů do fixtury musí oba operátoři odejít z blízkosti otáčecího stolu až za červenou čáru (viz obr. 3-2). Zde se nachází světelná brána, která kontroluje, zda stojí operátoři v bezpečné vzdálenosti. Pokud by tato kontrolní brána chyběla a operátor by stál někde v pracovišti svařovací buňky, hrozil by úraz při otáčení stolu s fixturou a stažení operátora dovnitř stroje. Vzdálenost od fixtury až za červenou bezpečnostní čáru je 2,2 m. Průměrně se za směnu vyrobí 208 kusů. To znamená, že ujdou necelý jeden kilometr jen při přecházení k fixtuře a zpět na místo určené pro čekání za jednu směnu. Plus průměrně po každých dvou činnostech následuje chůze zhruba 2,2 sekundy. Závěrem je, že kvůli takto nastaveným bezpečnostním pravidlům na pracovišti operátoři denně ujdou několik kilometrů a zvyšuje se tak jejich fyzická námaha. [18]

Na pracovišti je zaveden systém Kanban, ale pouze pro výrobu součástí. To znamená, že na stroji se vyrábí určitý počet projektů, které jsou zobrazeny na kontrolním panelu svařovací buňky. Jednotlivé projekty mají buď zelenou, nebo červenou barvu. Zelená barva značí, že je dostatek materiálu pro expedici buď na další pracoviště, nebo již k zákazníkovi. Naopak červená znamená, že je dílu vyrobeno málo a je potřeba tento projekt neprodleně začít vyrábět. Systém řídí i mistr výroby, který na začátku každé směny řekne jednotlivým

operátorům na daných pracovištích, co je nyní potřeba vyrábět. Pak si během směny tento stav už hlídá sám pracovník na kontrolním panelu.

Zavážení vstupního materiálu je řízeno pouze manipulačním pracovníkem (= jak stíhá) a je rozděleno na dvě skupiny – beam (hlavní díl nárazníku vyráběný na válcovací lince) a ostatní menší díly, které se převáží v bedýnkách. Tyto bedýnky mají dvě základní velikosti: 300x400x1200 mm a 600x400x1200 mm. Pak se ještě vyskytují bedýnky s větší výškou (2200 mm).

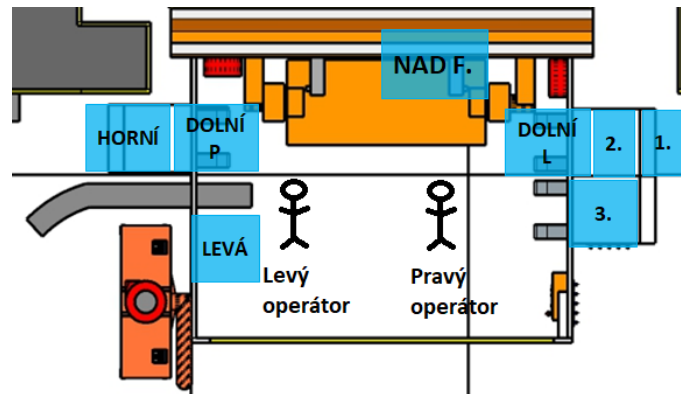
### 3.2 Popis procesu

Každý pracovní cyklus na vybraném pracovišti začíná tím, že operátor na pravé straně uchopí hlavní část nárazníku z kontejneru před světelnou bránou a jde s ním k pracovnímu stolu, kde ho položí na místo určené k odložení. Mezitím operátor na levé straně jde rovnou k fixtuře, uchopí hotový nárazník a přenesení ho ke skluzovému systému, kde ho zavěsí do stojanu podle standardní pracovní instrukce. Tento posuvný stojan je uzpůsoben pro dva hotové komponenty, a poté, až se naplní obě pozice, ho operátor pošle na vedlejší pracoviště pomocí skluzu. Princip zavěšení lze vidět na obrázku 3-3. Pak už je postup podobný pro oba operátory.



Obr. 3-3: Skluzový systém na pracovišti, zdroj: vlastní zpracování

Dle pracovní instrukce postupně zakládají jednotlivé díly do předem daných pozic. Tyto části se nacházejí v různých boxech, a ne každý tento box se nachází v dosahu operátora. Levý operátor dosáhne, aniž by udělal krok, na bednu s označením horní a dolní P, pravý operátor má v dosahu pouze bednu s názvem nad f, k ostatním bednám musí dojít. Pokud se však jedná o operátora s menší výškou, materiál z boxu nad f není schopný odebrat a musí pro dané díly k boxu s číslem 3 (materiál v boxu nad f je stejný jako v boxu 3). Tím pádem je tento box limitován výškou operátora. Označení jednotlivých beden je vyznačeno na obr. 3-4.



Obr. 3-4.: Layout pracoviště s popisem jednotlivých beden s materiálem, zdroj: vlastní zpracování

Jednou z dalších odlišností jednotlivých aktivit operátorů je, že operátor na levé straně musí dojít k levé bedně, uchopit z ní jeden díl a vložit ho do markovací stanice, která se nachází přímo pod bednou. Tato stanice, která je na obrázku 3-5, slouží pro popis součásti, aby bylo jasné, o jaký díl se jedná a kdy byl vyroben.



Obr. 3-5: Markovací stanice, zdroj: vlastní zpracování

Po provedení všech pracovních elementů jdou oba operátoři za světelnou bránu a každý stiskne tlačítko pro pokyn upnutí všech komponentů ve fixtuře a k tomu, že je zakládání dílů hotové. Takže stroj poté, co skončí pracovní cyklus svařování, může otočit pracovní stůl a pokračovat v další práci.

Proces může být zastaven v případě, když kontrolní čidla zjistí, že je potřeba vyčistit fixturu, nebo pokud dojde k poškození svařovací špičky robota a je nutné jí vyměnit. Zároveň se čas cyklu může zvýšit, pokud operátorovi dojdou všechny díly v bedně, takže prázdnou bednu musí odnést na stanovené místo, a na prázdné místo posunout plnou bednu. K tomu mu pomáhají válečkové dráhy (detail regálu na pravé straně je na obr. 3-6), který se nachází ve

všech regálech. Na konci válečkové dráhy je zarážka z každé strany pro udržení bedny na správném místě. Pokud ale dojde materiál v bedně nad fixturou u pravého operátora a v levé bedně u levého operátora, tak musí ze skluzového regálu nacházejícího se u fixtury donést plnou bednu a položit do police. Jelikož box plný komponentů má určitou hmotnost, zabírá tato činnost delší dobu, než když dojde materiál, který je i během cyklu v regálu s válečkovým systémem.

Jednotlivé regály mají více pozic než jen ty, které jsou zakresleny v jednoduchém layoutu pracoviště. Na levé straně se do regálů vejdou tři boxy od každého druhu materiálu, na pravé straně se jich vejde pět. Na obrázku 3-6. je vidět, že nad regály jsou vyvěšeny všechny potřebné instrukce (standardní pracovní instrukce pro oba operátory, instrukce pro provedení Poka Yoke, popis všech čidel na fixtuře) a vedle nich jsou zavěšeny potřebné díly pro metodu Poka Yoke, která se provádí na začátku každé směny (označeny světle červeně – na obr. 3-6).



Obr. 3-6: Regály s válečkovým systémem pro posuv boxů, zdroj: vlastní zpracování

### 3.3 Aplikace jednotlivých metod

Metody popsané výše jsou postupně aplikovány dle daného postupu. Toto pořadí je nutné dodržet, jelikož určité části metod vycházejí z předchozích zjištění. Pro správné hodnocení je použito nejen pozorování procesu na pracovišti, ale také pořízení videa. Díky tomu se lze vracet k jednotlivým úkonům operátora a přesněji naměřit požadovaná data.

#### 3.3.1 Vytvoření listu měření času (TMS)

Každý operátor dělá během jednoho cyklu různé činnosti a jedná se o velice krátké úseky. Proto je celý cyklus natočen na video, a poté postupně vyhodnocen. Pro větší objektivitu měření je natočeno 10 cyklů. Nejdůležitější částí pozorování pro získání dat je správné

stanovení startovacích bodů činností, aby se vždy měřila činnost od stejného úkonu a nedošlo ke zkreslení. Vhodné je vybrat takové činnosti, které jsou dobře viditelné, jako je například otočení těla, zvednutí ruky nebo zmáčknutí tlačítka. [18]

První bod sledování je pozorování celé operace a následné zaznamenávání si činností, které byly vykonány. Během toho je nezbytné stanovit si to, na co se chceme zaměřit a co je pro výslednou analýzu důležité (chůze, manuální činnosti). Pak následuje vytvoření tabulky pro záznam časů každé činnosti a zaznamenání změřených časů. Posledním krokem je zpracování a vyhodnocení získaných dat. [18]

Pro pozorování, následnému zaznamenání a měření všech činností je využita chronometráž. Tato metoda není nějak zakotvena v metodice společnosti a není zde stanoven žádný nástroj, pomocí něhož se zjistí potřebná data. Jedná se o opakující se operaci, a proto byla vybrána plynulá chronometráž, jejímž prostřednictvím dochází k nepřetržitému pozorování spotřeby času.

Jak bylo již popsáno v kapitole 2.3.1, list se skládá ze tří sekcí. Pro názornost aplikace je ukázána pouze druhá část a celý list se nachází v příloze č. 1.

Operátor na levé straně dělá během jednoho cyklu 19 činností, operátor na pravé straně pouze 17. Poslední činností obou operátorů je čekání na stroj. Tento čas pro výdělečnost stroje není důležitý, protože operátor čeká na stroj a ne naopak (podrobněji bude vysvětleno v kapitole 3.3.1.1). Z tohoto důvodu není započten do celkových časů jednotlivých cyklů a na obrázku 3-7 je označen šedou barvou. U každé činnosti je nalezen jeden minimální čas (sloupec Min na obr. 3-7) a rozdíl maximálního a minimálního času (sloupec Max-min na obr. 3-7) neboli fluktuace času. [18]

Chronometráž															
Datum:	23.7. 2019	Pracoviště:	Weld004 - operátor 1	Vypracovala:	Štěpánka Šambergerová	Směna:	ranní								
Číslo	Činnost	Startovací bod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Max - min	Min	Upravený čas
1	chůze	rozsvícení světla	2,6	2,2	2,8	2,9	2,5	2,2	2,2	2,8	2,5	3,0	0,8	2,2	2,3
2	vyjmutí hotového kusu	zvednutí rukou	1,0	1,2	1,2	1,3	1,5	1,7	1,3	1,3	1,2	1,2	0,7	1,0	1,1
3	chůze	otočení těla	1,7	1,1	1,3	1,3	1,3	1,2	1,4	1,2	1,3	1,3	0,6	1,1	1,2
4	zavěšení hotového kusu	otočení součásti	1,8	6,2	1,8	5,2	2,3	5,4	1,8	1,8	1,9	7,6	5,8	1,8	3,7
5	vyjmutí crash canu	otočení těla	5,0	6,9	5,7	4,6	6,9	4,4	4,4	4,2	6,2	5,2	2,7	4,2	4,9
6	uložení komponenty	natažení ruky	5,5	4,3	3,1	6,5	3,1	7,1	3,4	2,8	2,9	4,8	4,3	2,8	3,5
7	uložení těla crash canu	zmáčknutí	4,9	5,2	5,3	5,1	6,4	5,9	4,9	4,3	4,4	5,0	2,1	4,3	5,3
8	uchopení komponenty	zaklapnutí	3,0	2,1	3,8	3,6	1,5	3,2	2,2	2,5	3,4	2,3	2,3	1,5	1,8
9	uložení komponenty	uchopení	15,7	4,4	8,3	4,3	8,5	7,0	7,8	9,6	8,7	4,3	11,4	4,3	8,1
10	uchopení komponenty	zvednutí ruky	2,0	2,0	3,6	1,7	2,4	2,1	1,8	2,3	1,6	2,6	2,0	1,6	2,1
11	chůze	otočení těla	5,2	2,3	2,3	1,6	2,3	1,5	3,9	1,9	2,1	1,7	3,7	1,5	2,5
12	uchopení komponenty	zvednutí ruky	1,3	1,0	0,9	0,9	1,2	1,8	1,5	0,8	1,4	1,5	1,0	0,8	1,0
13	chůze	uchopení	1,9	2,0	1,8	2,8	2,0	1,9	2,0	2,2	2,4	1,9	1,0	1,8	2,1
14	uložení těla crash canu	otočení těla	6,0	6,2	5,2	5,8	8,3	6,8	6,2	9,0	7,1	7,5	3,8	5,2	5,8
15	chůze	otočení těla	3,1	1,9	1,8	2,2	1,5	1,6	1,4	2,0	2,2	2,4	1,7	1,4	1,7
16	uchopení komponenty	zvednutí ruky	3,3	3,0	3,1	2,7	2,6	3,0	3,6	3,1	2,7	2,7	1,0	2,6	2,9
17	vložení do markovací stanice	položení komponent	1,8	3,2	2,6	2,9	1,2	1,9	2,1	1,2	1,1	2,3	2,1	1,1	1,6
18	chůze	narovnání zad	2,7	6,1	4,0	2,8	1,4	2,6	3,6	1,3	1,8	3,1	4,8	1,3	2,7
19	čekání	zastavení	13,4	35,8	28,0	23,1	23,0	36,3	20,1	22,8	26,3	21,1			
Celkový čas cyklu:			68,5	61,3	58,6	58,2	56,9	61,3	55,5	54,3	54,9	60,4	-	40,5	54,3
													Min - Upr. čas:	13,8	
Nejmenší celkový čas:			54,3												
Průměrný celkový čas:			59,0												
Nejvyšší celkový čas:			68,5												

Obr. 3-7: Chronometráž pro operátora na levé straně [18]

Po naměření všech činností jsou sečteny celkové časy deseti cyklů. Pak se vybere ten, který trvá nejkratší dobu (označen modře na obrázku 3-7), a je zapsán do posledního sloupce – Upravený čas. Sečte se celkový čas cyklu, pokud by se jednalo vždy pouze o minimální časy

každé operace (sloupec Min) a vypočítá se rozdíl této hodnoty a nejnižšího času celého cyklu. U operátora pracující na levé straně (operátor 1 – obr. 3-7) je tento rozdíl 13,8 sekundy a u operátora na pravé straně (operátor 2 – obr. 3-8) je to 9,6 sekundy. Tato čísla se vynásobí deseti a dostávají se hodnoty toho, o kolik desetin se celkově upraví minimální časy jednotlivých činností. To znamená, že pro levého operátora se celkově na jeho činnosti musí rozdělit 138 desetin sekundy a pro operátora na pravé straně 96 desetin sekundy. Toto rozdělení je subjektivní a pro rozhodnutí, kolik desetin se přidá dané činnosti, je použita fluktuace. Tyto hodnoty jsou rozřazeny do několika skupin a ke každé skupině přidán určitý počet desetin podle toho, jak velká je zde fluktuace čísel. Například pro operátora na levé straně má činnost 9 (uložení komponentu) fluktuaci 11,4 sekundy a minimální čas je 4,3 sekundy. Proto je rozhodnuto, že tato hodnota dostane nejvíce desetin ze všech skupin a čas je upraven na 8,1 sekundy (přidalo se 38 desetin). Tak se postupuje s každým číslem, až nakonec je rozdáno všech 138 desetin a celkový upravený čas se rovná nejnižšímu celkovému času cyklu (pro operátora na levé straně je to 54,3 sekund – obr. 3-7). [18]

Chronometráž															
Datum: 23.7. 2019		Pracoviště:		Weld004 - operátor 2					Vypracovala: Štěpánka Šambergerová					Směna: ranní	
Číslo	Činnost	Startovací bod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Max - min	Min	Upravený čas
1	chůze	rozsvícení světla	5,9	6,6	7,7	5,7	5,9	5,8	7,1	5,5	7,7	5,8	2,2	5,5	5,9
2	vymutí 1 komponenty	odložení dílu	2,6	2,5	2,0	2,2	2,0	2,3	2,9	2,3	3,3	2,4	1,3	2,0	2,3
3	vymutí crash canu	odložení dílu	4,3	4,1	3,2	4,5	3,8	4,0	5,0	4,3	4,3	3,8	1,8	3,2	3,6
4	sáhnutí pro 2 komponenty	odložení cc	1,3	1,1	3,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,3	2,0	2,2	1,0	1,4
5	uložení 2 komponent	uchopení	7,4	7,1	11,8	5,5	6,8	5,1	5,2	4,8	5,3	5,1	7,0	4,8	6,7
6	uložení těla crash canu	zmačknutí	6,2	4,3	4,1	4,5	5,0	5,3	4,2	4,7	4,2	4,6	2,1	4,1	4,5
7	chůze	zaklapnutí	1,2	1,1	1,4	1,1	1,2	1,2	1,0	1,0	0,9	1,2	0,5	0,9	1,0
8	uchopení 2 kompon. na cc	sáhnutí	2,4	2,0	1,8	2,1	2,0	2,4	2,3	2,0	2,0	2,0	0,6	1,8	1,9
9	chůze	uchopení	2,0	1,6	1,7	1,3	1,5	2,6	1,7	1,6	1,8	1,5	1,3	1,3	1,6
10	uložení těla crash canu	otočení těla	2,6	5,9	3,0	6,2	6,8	2,6	7,2	3,6	2,6	9,5	6,9	2,6	4,5
11	chůze	otočení těla	1,2	1,8	1,9	1,5	1,6	2,1	1,7	2,4	1,7	2,0	1,2	1,2	1,4
12	uchopení komponenty	sáhnutí	0,9	1,1	1,0	1,1	1,0	1,0	1,2	0,8	1,4	0,9	0,6	0,8	0,9
13	uchopení komponenty	úklon	1,3	1,9	1,1	1,5	1,2	1,3	3,2	1,5	1,5	1,4	2,1	1,1	1,5
14	chůze	narovnání zad	1,4	1,5	1,2	1,8	1,3	2,7	3,3	1,5	1,2	1,0	2,3	1,0	1,4
15	uložení 2 komponent	natočení	4,7	4,2	6,6	3,7	11,1	4,2	7,6	5,2	8,9	7,8	7,4	3,7	5,6
16	chůze	narovnání zad	4,2	4,3	4,3	4,4	3,1	4,2	3,7	5,5	3,7	3,8	2,4	3,1	3,5
17	čekání	zastavení	27,6	32,5	42,2	32,7	25,4	50,8	38,6	29,9	30,6	25,6			
Celkový čas cyklu:			49,6	51,1	56,0	48,3	55,4	47,9	58,4	47,7	51,8	54,8			
													Min - Upr. čas:	38,1	47,7
Nejmenší celkový čas:		47,7													
Průměrný celkový čas:		52,1													
Nejvyšší celkový čas:		58,4													

Obr. 3-8: Chronometráž pro operátora na pravé straně [18]

Třetí a poslední části této metody je zjištění a zapsání časů periodické práce a výměny nástrojů a přípravků. Jelikož se na tomto pracovišti vyrábí pouze jeden projekt, nedochází zde k žádné výměně, takže celková doba výměny (Change Over = CO) je rovna nule. Periodická práce se zjišťuje nejen ze zkoumaného měření, ale i z celkového záznamu aktivit na pracovišti z interního systému. Děje se tak z důvodu, že během jedné směny nelze objevit všechny periodické práce, a hlavně jejich průměrný čas trvání. Na obrázku 3-9 je vidět, že periodická práce je tvořena výměnou beden, výměnou svařovací špiček robota, kontrolou těchto špiček a čištění fixtury. [18]

Section 3 Periodic Work and Change Over		Frequency	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg Time	Avg Time/Cycle
PW/CO	Description													
PW	VÝMĚNA DOVNÍ BĚŽNÝ P	64											11	1
PW	VÝMĚNA HORNÍ BĚŽNÝ	46											12	5
PW	VÝMĚNA LEVÉ BĚŽNÝ	46											15	3
PW	VÝMĚNA ŠPIČKY	35											198	0
PW	ČISTĚNÍ	58											383	4
PW	KONTROLA ŠPIČKY	68											144	0
													15	5

Obr. 3-9: Hodnoty periodické práce pro operátora 1 (na levé straně pracoviště), zdroj: vlastní zpracování

Pro zjištění všech hodnot byly vybrány náhodné dny a směny, zapsány všechny doby, a poté vypočteny průměrné hodnoty a frekvence těchto činností. [18]

### 3.3.1.1 Vyhodnocení TMS

Díky vytvoření primární analýzy pomocí snímku operace (TMS) byly zjištěny hodnoty časové fluktuace pro oba operátory. V tabulce 3-1 lze vidět výsledky časové fluktuace – pro prvního operátora (na levé straně) je hodnota fluktuace rovna 20,7% a pro druhého operátora (na pravé straně) je to 18,3%. Ve firmě je nastavena maximální hodnota časové fluktuace 10%. Tato mez byla překročena v obou případech. [18]

Tab. 3-1: Zjištěné hodnoty časové fluktuace pro oba operátory [18]

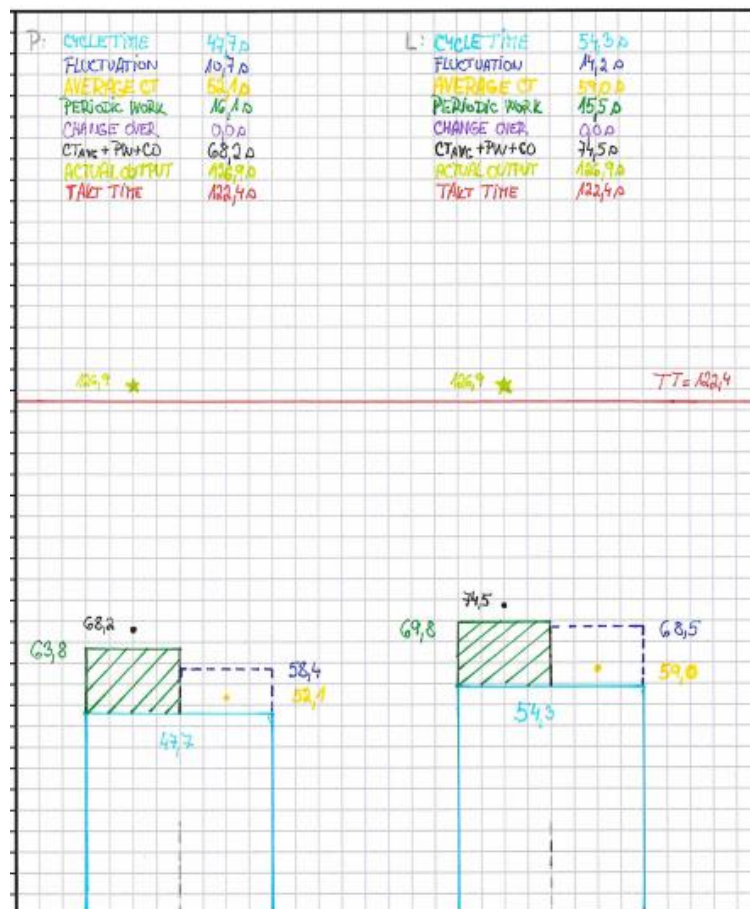
<b>Autor:</b>	<b>Štěpánka Šambergerová</b>		
<b>Pracoviště:</b>	<b>Weld004 – operátor 1</b>	<b>Směna:</b>	<b>ranní</b>
Maximální stanovená hodnota fluktuace	10 %		
Nejdelší čas cyklu	68,5 s		
Nejkratší čas cyklu	54,3 s		
Nejdelší – nejkratší čas cyklu	14,2 s		
Aktuální hodnota časové fluktuace	<b>20,7 %</b>		
<b>Pracoviště:</b>	<b>Weld004 – operátor 2</b>	<b>Směna:</b>	<b>ranní</b>
Maximální stanovená hodnota fluktuace	10 %		
Nejdelší čas cyklu	58,4 s		
Nejkratší čas cyklu	47,7 s		
Nejdelší – nejkratší čas cyklu	10,7 s		
Aktuální hodnota časové fluktuace	<b>18,3 %</b>		

Časová rozdílnost byla během pozorování způsobována například konverzací operátorů, která způsobila zpomalení nebo úplné zastavení jejich činností, ale také nedodržení správného postupu práce. Další příčinou vzniku časové fluktuace bylo špatné uložení komponentu do fixtury, kdy kontrolní čidlo tento fakt zaznamenalo a zamezilo v pokračování chodu stroje a v neposlední řadě i porucha stroje. Jednou za čas se stávalo, že stroj nepracoval a pouze stál a nereagoval na povel otočení stolu. Většina vyjmenovaných aspektů lze řešit například tím, že se bude dbát na důsledné dodržování morálky a pracovních instrukcí. [18]

Nachází se zde ještě činnost čekání, která nebyla do celkových časů cyklů započítána. Dochází zde totiž k čekání operátora na stroj, a to je pro chod jakékoliv firmy většinou lepší varianta. Je to tím, že stroj má často větší hodinovou sazbu než obsluha stroje, takže chceme, aby stroj vyráběl výrobky, které pak zákazník zaplatí. [18]

### 3.3.2 Vytvoření Yamazumi grafu

Yamazumi je grafické znázornění všech časových údajů jednotlivých činností analyzovaného procesu. Výsledkem je skládaný sloupcový graf, kdy je pro lepší přehlednost každá část vyznačena jinou barvou. Jsou v něm vyznačeny nejen časové úseky, ale také hodnota času taktu, který celý diagram ze shora ohraničuje. Prostřednictvím toho můžeme lépe vidět využití času dané operace a je možné zjistit, co by se stalo, kdyby byly odstraněny časy činností nepřidávající hodnotu. [19]



Obr. 3-10: Vypracovaný Yamazumi diagram pro zkoumaný proces, zdroj: vlastní zpracování



Vytvoření samotného grafu předcházelo zjištění hodnoty času taktu a času aktuálního výstupu na vybraném pracovišti. Aktuální výstup je vypočítán pomocí následujícího vzorce:

$$\text{Aktuální výstup} = \frac{\text{skutečný čas výroby}}{\text{počet vyrobených kusů}} \quad (3.1)$$

$$\text{Aktuální výstup} = \frac{26\,388}{208} \quad (3.2)$$

$$\text{Aktuální výstup} = 126,9 \text{ s} \quad (3.3)$$

Obě dosazené hodnoty (skutečný čas výroby a počet vyrobených kusů) jsou vztaženy na jednu směnu a základní jednotkou je sekunda. Současný čas výroby je 7,33 hodin (= 26 388 s). Počet vyrobených kusů je stanoven jako průměr za jednu směnu a jedná se o 208 kusů. Aktuální výstup vybraného pracoviště je 126,9 sekund na jeden kus (vzorec 3.3) a tato hodnota je zobrazena na obrázku 3-10 světle zelenou hvězdičkou.

Čas taktu je zjištěn pomocí vzorce 3.6. Opět je to podíl dvou čísel – plánovaný čas výroby a požadovaný počet kusů, který požaduje zákazník.

$$\text{Plánovaný čas výroby} = \text{počet pracovních dní} \cdot \text{počet směn} \cdot \text{délka jedné směny} \quad (3.4)$$

$$\text{Plánovaný čas výroby} = 5 \cdot 3 \cdot 26\,388 \quad (3.5)$$

$$\text{Čas taktu} = \frac{\text{plánovaný čas výroby}}{\text{počet kusů požadovaný zákazníkem}} \quad (3.6)$$

$$\text{Čas taktu} = \frac{395\,820}{3\,234} \quad (3.7)$$

$$\text{Čas taktu} = 122,4 \quad (3.8)$$

V tomto případě se vychází z průměrné týdenní sumy kusů, které jsou požadovány zákazníkem. Plánovaný čas udává vzorec 3.4 – počet pracovních dní v týdnu vynásobené počtem směn za jeden den a počtem hodin jedné směny (dosazení ve vzorci 3.5). Celková hodnota je opět v sekundách. Výsledkem je 122,4 sekund na jeden kus (vzorec 3.6 – 3.8).

### 3.3.2.1 Vyhodnocení diagramu Yamazumi

Prostřednictvím pracovního diagramu Yamazumi byl zjištěn aktuální výstup (126,9 sekund). Ten dosahuje hodnoty, která je vyšší než stanovený čas taktu (122,4 sekund) a z toho vyplývá, že pracoviště nestíhá vyrábět množství, které je požadované pro včasné dodání zákazníkovi. Jednoduše řečeno, pro splnění výroby stanoveného objemu výrobků za jednu směnu je potřeba snížit čas aktuálního výstupu pod hodnotu času taktu. To lze docílit snížením buď časové fluktuace na pracovišti (dle již zmíněných návrhů výše - kapitola 3.3.1.1) nebo snížením periodické práce.

Periodická práce je souhrn všech dob, které se využívají pro výměnu svařovací špičky, čištění fixtury, nebo výměnu jednotlivých boxů. Výměna beden je specifická činnost, která zatím ve firmě není pevně stanovena.

Na každém pracovišti se nachází několik boxů se vstupním materiálem, které postupně operátoři zpracovávají. Poté, co použije všechny materiál z dané bedýnky, vezme tuto prázdnou přepravku a položí ji na stanovené místo na pracovišti. Pak pomocí skluzů, které jsou po obou stranách regálu, posune další plnou bednu k sobě a používá materiál z ní. Tyto regály plní manipulační technik.

Pro všechny svařovací buňky, jako je i vybrané pracoviště, je stanoven jeden manipulační technik, který postupně dle potřeby doplňuje daný materiál do skluzových regálů. Zároveň odváží z pracoviště prázdné bedny. Toto zavážení nemá systém a obsluha vykonává práci podle svého uvážení a pomocí již získaných zkušeností – tzn., ví, na kterém pracovišti je větší spotřeba materiálu, a tam kontroluje a dodává zásobu častěji. Výrobní program je pro pracoviště každý den trochu jiný (většina svařovacích buněk má ve svém kontrolním panelu nahráno více projektů a dle pracovního programu operátor vybere ten správný – stroj podle něho pak pracuje). Proto čas od času dochází k tomu, že je na některých pracovištích materiálu příliš a překáží operátorům, nebo naopak musí dát signál pro rychlý závoz materiálu, jinak by neměli z čeho vyrábět. Nabízí se možnost, vytvoření systému, který by měl jasný řád a díky své pružnosti reagoval na změny výroby.

Aby bylo možné vytvořit požadovaný systém, je nutná úplná znalost interní logistiky, která se týká i vybraného pracoviště. Pro toto zjištění je potřeba aplikovat další metody.

### 3.3.3 Zjištění kapacity stroje (MCS)

Pro zjištění kapacity stroje je aplikována metoda MCS. Do stanoveného formuláře jsou vypsány základní činnosti na pracovišti, což je zakládání svařovacího robota pro operátora na levé a pravé straně (na obr. 3-11 označeno velkým písmenem P a L). Posléze jsou zaznamenány veškeré činnosti týkající se periodické práce, jako je výměna jednotlivých beden či výměna špičky. Jelikož se jedná o typ operace, kdy operátor pracuje, a poté čeká na konec cyklu stroje, tak se do celkového času cyklu zapíše hodnota cyklu stroje (84,8 sekund). To je i zobrazeno na obr. 3-11 v posledním sloupci. Po zapsání veškerých hodnot se periodické práce sečtou s časem cyklu stroje. Pro operátora 1 je to 100,3 sekund a pro druhého operátora je součet všech hodnot roven 100,9 sekund.

Kapacita stroje se poté počítá jako podíl tzv. dostupného času pro výrobu (26 388 s) a součtu všech časů zapsaných v této tabulce pro operaci prováděnou jedním pracovníkem.

Pro operátora pracujícího na levé straně buňky vyšla kapacita stroje 263 kusů, pro operátora 2 je to 261. Výslednou hodnotou se vždy stává menší číslo, což je v tomto případě 261 kusů. Při tvorbě Yamazumi diagramu bylo ale zjištěno, že se průměrně vyrobí za jednu směnu pouze 208 kusů.

#	Process Name	Machine No.	Basic Operation Time				PW/CO		Time Per Cycle		Capacity (261)	Sequence: Manual ----- Auto -----
			Manual Time	Auto Time	Interval	Time Req.						
1	ZAKLADANI SWAR. ROB. P	WELD004	47	7	84	8			84	8	261	----- -----
	VYHENA BEDIH NAD F.						34	14,4	0	4		
	VYHENA DOLNI BEDIH L.						28	13,5	0	5		
	VYHENA BEDIH 1.						46	12,5	0	3		
	VYHENA BEDIH 2.						46	12,0	0	3		
	VYHENA BEDIH 3.						76	11,6	0	2		
	VYHENA SPICKY						35	198,0	5	7		
	KONTROLA SPICKY						68	144,0	2	1		
	CISTENI						58	383,4	6	6		
2	ZAKLADANI SWAR. ROB. L.	WELD004	54	3	84	8			84	8	263	----- -----
	VYHENA DOLNI BEDIH P.						22	11,1	0	5		
	VYHENA HORNÍ BEDIH						46	12,5	0	3		
	VYHENA LEVE BEDIH						46	15,3	0	3		
	VYHENA SPICKY						35	198,0	5	7		
	KONTROLA SPICKY						68	144,0	2	1		
	CISTENI						58	383,4	6	6		

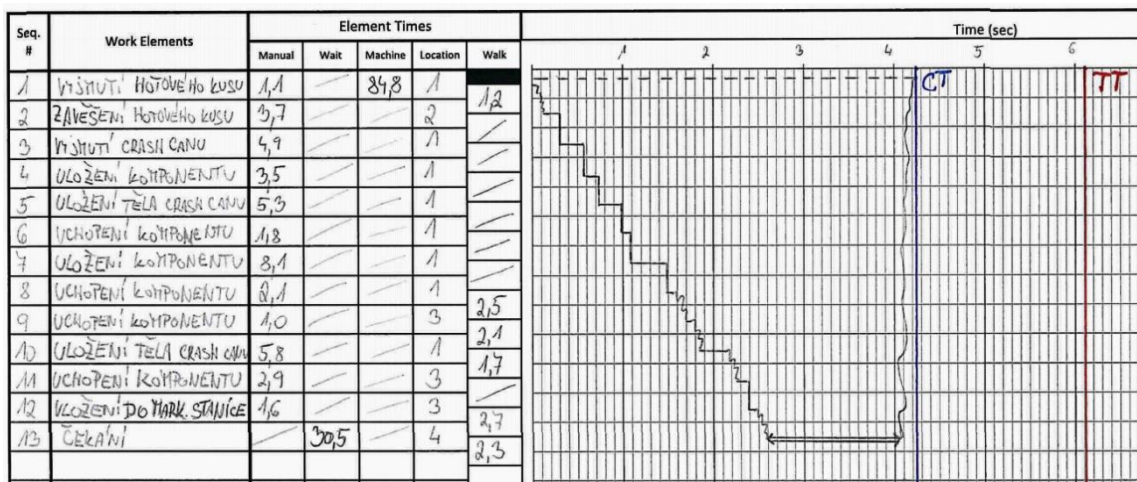
Obr. 3-11: List kapacity stroje, zdroj: vlastní zpracování

### 3.3.3.1 Vyhodnocení zjištěných dat z listu kapacity stroje

Výsledná kapacita stroje je 261 kusů za jednu směnu. Průměrná aktuální hodnota vyráběných kusů za směnu je ale pouze 208 kusů. Tím pádem je jasné, že je možné na vybraném pracovišti vyrábět více než doposud. Aplikace nástroje udává pouze množství, které je reálně možné vyrobit, ale již neřeší, jak této hodnoty dosáhnout.

### 3.3.4 Vytvoření tabulky standardizovaných pracovních kombinací (SWCT)

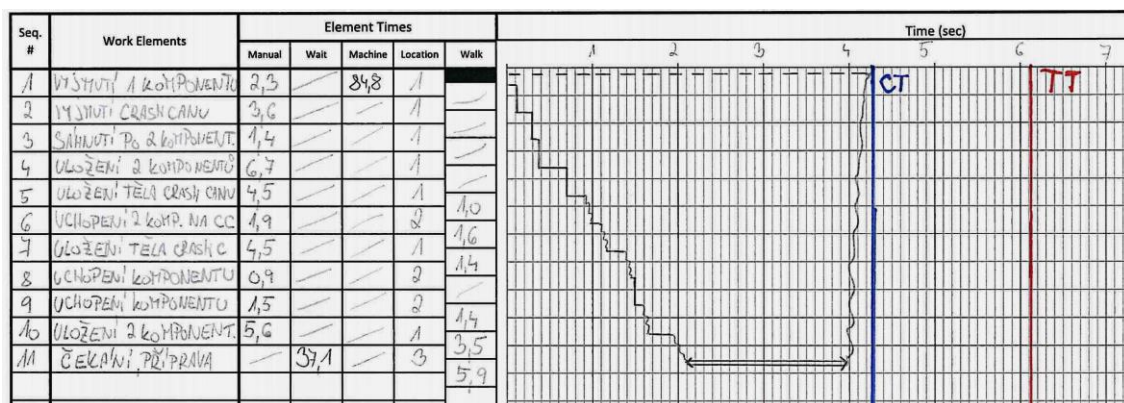
Dalším nástrojem pro zjištění slabých míst dané operace je vytvoření schématu všech činností vyskytujících se na pracovišti jako je manuální práce operátora, čekání (v tomto případě čeká operátor na stroj), čas stroje, lokace pracovního místa, na kterém probíhá zkoumaná aktivita a chůze. Každý typ je vyznačen jinou čarou, jak lze vidět na obrázku 3-12 a 3-13.



Obr. 3-12: Schéma pohybů a činností pro operátora 1, zdroj: vlastní zpracování

Pro definování toho, kde přesně se činnost na pracovišti nachází, je zde políčko lokace. Operátor 1 pracuje na čtyřech místech pracoviště (obrázek 3-12), které střídá dle pracovní instrukce – první se nachází u pracovního stolu, druhý je u skluzového systému, kde zavěsí hotový díl pro transport na další pracoviště, třetí je u bedny s komponenty a markovací stanice a poslední pozice je současně i výchozí a zde operátor čeká na další cyklus operace (než dopracuje stroj). Z obrázku 3-12 je možné vyčíst, že čekání operátora na stroj trvá 30,5 sekundy.

Celkový cyklus stroje má přibližně 85 sekund. Jelikož oba operátoři pracují na jednom stroji společně a liší se pouze činnostmi během zakládání, hodnota cyklu stroje je u obou operátorů stejná.



Obr. 3-13: Schéma pohybů a činností pro operátora 2, zdroj: vlastní zpracování

V případě operátora pracujícího na pravé straně buňky (obrázek 3-13) jsou využívány pouze tři pracovní místa – u pracovního stolu (1), u bedny s komponenty (2) a výchozí pozice, kde čeká na další cyklus (3). V tomto případě operátor čeká 37,1 sekundy.

U obou tabulek je čas cyklu vyznačen modrou čarou a čas taktu červenou čarou. Jelikož se opět jedná o grafickou metodu, nutností je dobré zvolení měřítko

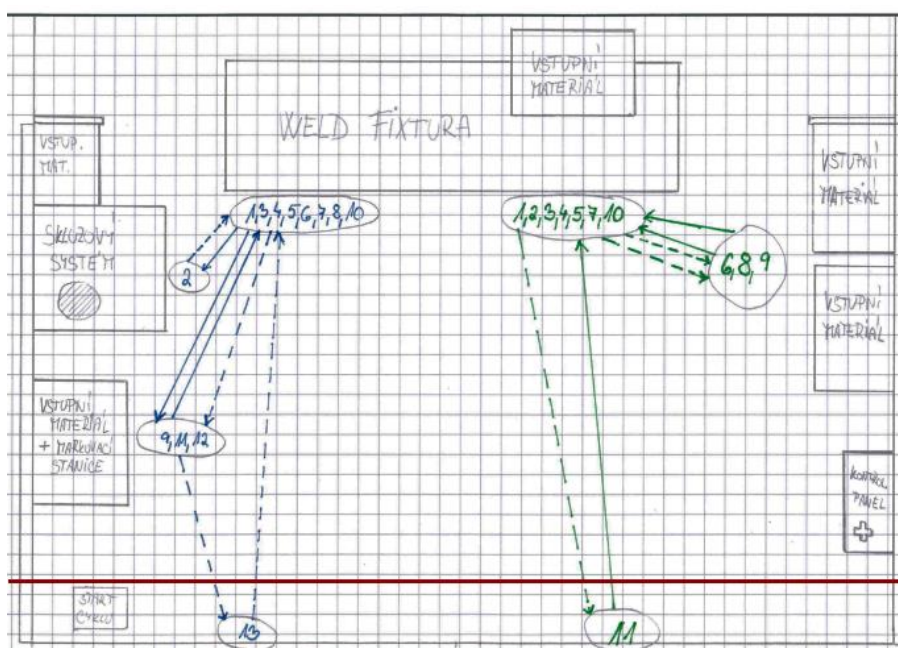
### 3.3.4.1 Vyhodnocení tabulky standardizovaných pracovních kombinací

Grafickým vyhodnocením bylo odhaleno, že třetina celkového času cyklu (30,5 a 37,1 z 84,8 sekund) je v případě operátora čekání. Tím je potvrzeno, že zmíněné čekání je jednou z majoritních částí pracovních elementů operátora. Je proto nutné tento úsek řešit a přidat pracovní úkol, který by zlepšoval celou operaci a v nejlepším případě i zkracoval například dobu periodické práce. Ta poté sníží i celkový čas aktuálního výstupu pracoviště pod zadaný čas taktu.

Dalším významným prvkem je chůze trvající 12,5 sekund pro operátora 1 a 14,9 sekund pro operátora 2. Chůze je ale část výroby, která danému výrobku nepřináší žádnou přidanou hodnotu, takže pro zlepšení procesu by bylo vhodné tyto doby snížit. To by mohlo být dosaženo pomocí jiného uspořádání jednotlivých prvků na vybraném pracovišti, například posunutím potřebných boxů se vstupním materiálem blíže k pracovnímu stolu s fixturou. Snížilo by to i fyzickou náročnost kladenou na operátora, protože by za celou směnu udělal méně kroků.

### 3.3.5 Vytvoření schéma standardizované práce (SWC)

Jako poslední grafická metoda aplikovaná na vybraném pracovišti je tvorba zjednodušeného layoutu. To probíhá v měřítku, takže je potřeba veškeré vzdálenosti naměřit a dle nejvyššího čísla určit správné měřítko pro nakreslení. Šířka pracovní buňky je 4,2 metru a vzdálenost pracovního stolu od výchozí pozice operátorů je necelých 2,2 metru.



Obr. 3-14: Pracoviště layoutu s jednotlivými drahami operátorů a s vyznačenou světelnou bránou [mm], zdroj: vlastní zpracování

Na schématu jsou zobrazeny i jednotlivé pozice obou operátorů – operátor 1 je vyznačen modrou barvou, operátor 2 barvou zelenou. Jsou použity dva druhy šipek, kdy šipka s plnou čarou zobrazuje pohyb operátora s materiálem v ruce a šipka s čárkovanou čarou pohyb bez

materiálu. Použití těchto indikátorů pohybu je vyvážené, jelikož 3 pohyby jsou s materiálem a 3 pohyby bez materiálu (v případě operátora vlevo jsou to 4 pohyby bez materiálu).

### 3.3.5.1 Zjištěná data ze schématu standardizované práce

Na vytvořeném layoutu jsou vyznačeny trasy operátorů s materiálem a bez materiálu. Nejdelší vzdálenosti nejsou používány pro přenos materiálu, kromě prvního pracovního elementu operátora na pravé straně. Ten uchopí hlavní část nárazníku z připraveného kontejneru a přenesse ho k pracovnímu stolu s fixturou. Situace by měla být změněna tak, aby chůze, kterou musí operátor udělat pro splnění veškerých požadavků, byla využívána smysluplně. To znamená, že chůze dělat jen v případě, kdy je nutná pro přesun materiálu k pracovnímu stolu. Pro tuto změnu by určitý vstupní materiál mohl být umístěn vedle kontejneru, ze kterého operátor 2 bere hlavní část nárazníku. Tím by operátor 1 ušetřil alespoň jednu cestu pro uchopení daného dílu a možná i zrychlil čas pracovního cyklu. Tyto návrhy by opět měly být ověřeny tím, že budou provedeny a následně ověřeny pomocí aplikace metodiky firmy.

### 3.3.6 Nástroj pro návrh nápravných opatření a jeho vyhodnocení

Po aplikaci celé metodiky, kterou má tento automobilový výrobce nastavenou, je potřeba veškeré poznatky a návrhy pro nápravná opatření zapsat a určit veškeré aspekty, které s tím souvisejí. To je provedeno pomocí nástroje pro návrh nápravných opatření, který lze vidět na obrázku 3-15. Pro nalezení dalších opatření je použito i natočené video. To bylo během vyplňování tabulky několikrát shlédnuto pro odhalení všech krizových situací na pracovišti. Je totiž pravděpodobné, že některé problematické části operace nemusely být pomocí použité metodiky zachyceny.

Popis problému	Kořenová příčina	Navržené nápravné opatření	Očekávaný výstup	Embedded test	Poznatky
Velká fluktuace času cyklu operátora	Nedodržení pracovního postupu a špatná morálka na pracovišti	Přidání činnosti do cyklu pro větší motivaci stihnout vše včas a hladce	Kratší čas cyklu operátora	Přidání činnosti do prac. instrukce a namátková kontrola od mistra	
Velký časový úsek chůze pro díl	Vzdálenost markovací stanice od fixtury	Přesun markovací stanice blíž k pracovnímu stolu	Ušetření min. 3 kroky a zkrácení času cyklu operátora	-	
Dlouhá doba čištění fixtury	Operátor čistí, až když stroj hlásí chybu (čištění celé fixtury najednou)	Preventivně čistit část fixtury po každém provedeném cyklu	Zvýšení výkonnosti stroje	Zapsání do pracovní instrukce	Lze zavést na každém pracovišti, kde na konci cyklu čeká operátor
Dlouhá doba čekání na opravu stroje	Trvá, než se operátor spojí s pověřenou osobou	Přidat tlačítko na pracoviště pro zavolání opraváře	Zvýšení výkonnosti stroje	Používání tlačítka	Lze zavést na každém pracovišti
Velká fluktuace času při uložení jednoho typu dílu do fixtury	Špatný přípravek pro uložení	Vytvořit pomocné vztýčné body pro rychlejší uložení	Kratší čas cyklu operátora	-	

Obr. 3-15: Návrhy nápravných opatření, zdroj: vlastní zpracování

Jednotlivé návrhy nápravných opatření jsou postupně převáděny do praxe. Například instalace tlačítek Andon na každé pracoviště. Pro jasné definování, o jaký stroj se jedná, po stisknutí

Andonu hraje každé pracoviště svoji specifickou píseň. Jednoduše řečeno, operátor stiskne v případě jakéhokoliv problému tlačítko, spustí se daný tón, a během několika desítek sekund dorazí mistr nebo vedoucí týmu. Ten poté začne řešit problém. Specifickou písní je myšleno například úvodní znělka z filmu Star Wars, z pohádky Pat a Mat nebo známá píseň od skupiny Queen. Hlasitost je nastavena tak, aby i při velkém ruchu ve výrobě byl tento signál vždy slyšet.

Tento nástroj patří do metody Jidoka a slouží pro vytvoření signálu o výskytu abnormality. Blíže byl Andon popsán již v kapitole 2.1.3. Je nutné, aby vedoucí pracovníci byli dostatečně proškoleni o tom, jak na tento signál reagovat, a jak poté delegovat jednotlivé úkoly. Na druhou stranu je také nezbytné vysvětlit funkci tohoto tlačítka i všem operátorům, kteří pracují na daných stanovištích – kdy Andon použít a kdy ne, nebát se zastavit linku, pokud je riziko tvorby nekvalitního výrobku atd. Protože je lepší zastavit výrobu zmetků již v počátku, aby pak nedošlo k úplnému zastavení výroby, nebo v nejhorším případě zjistit existenci nekvalitních dílů až na konci celého výrobního procesu.

V souvislosti s vysokou hodnotou časové fluktuace cyklu operátora vznikl ve firmě nápad na využití času čekání operátora a zároveň omezení ztrátového času, kdy je nutné stroj očistit při hlášení chyby. Zlepšení spočívá v přidání činnosti do standardní pracovní instrukce. Jednalo by se o preventivní čištění malého úseku fixtury operátorem po každém cyklu (místo čekání na chod stroje).

Při komunikaci s výrobními pracovníky ve společnosti bylo zjištěno, že několikrát za směnu je potřeba na průměrně 5 minut zastavit stroj a vyčistit ho, aby mohl vyrábět dál. Stroj sám ukáže chybu a nelze spustit, dokud není určitá část fixtury očištěna, například kontrolní čidla. Tím, že by se čekání operátora nahradilo čištěním části fixtury, by se omezily časy stopnutí stroje, výkonnost by se zvýšila a operátoři by si usnadnili práci, protože by stůl čistili postupně, a ne pak celý najednou v časovém stresu. Proto bude do pracovní instrukce zavedena povinnost čištění fixtury po každém uložení všech komponentů. Zároveň je nutné provést výzkum toho, jak velká má být daná čištěná oblast, aby operátor tuto činnost stihl udělat během daného úseku, než stroj skončí jeden cyklus. [18]

Pro změnu standardní pracovní instrukce je důležitá znalost metody standardizace. Tento pojem byl krátce vysvětlen v kapitole 2.1.3 a nyní je důležitá jeho aplikace. Je to základ neustálého zlepšování a není možné něco zlepšit, dokud určitá činnost nebude mít zavedený řád. Z toho vyplývá, že prvním krokem je proces stabilizovat, a teprve pak přichází prostor pro zlepšování.

### 3.4 Shrnutí výsledků aplikovaných metod

Pro přehledné shrnutí všech zjištěných dat z metodiky společnosti při hodnocení vybraného pracoviště byla vytvořena tabulka 3-2.

Tab. 3-2: Shrnutí výsledků aplikovaných metod na vybraném pracovišti, zdroj: vlastní zpracování

<b>List měření času</b>	<b>Operátor</b>	<b>Fluktuace času cyklu [%]</b>
	1	20,7
	2	18,3
	<b>Stanovená mez</b>	<b>10,0</b>
<b>Yamazumi diagram</b>	<b>Stanovený čas taktu [s]</b>	<b>Aktuální výstup [s]</b>
	122,4	126,9
<b>List kapacity stroje</b>	<b>Vypočítaná kapacita stroje [ks]</b>	<b>Aktuální hodnota [ks]</b>
	261	208
<b>Tabulka standardizovaných pracovních kombinací</b>	<b>Činnost</b>	<b>Čas [s]</b>
	cyklus stroje	84,8
	čekání operátora 1	30,5
	čekání operátora 2	37,1
	chůze operátora 1	12,5
	chůze operátora 2	14,9
<b>Schéma standardizované práce</b>	nejdelší vzdálenost operátora 2 není využita pro přenos materiálu, pouze chůze	
<b>Nástroj pro návrh nápravných opatření</b>	jednotlivé návrhy na obr. 3-15	

V tabulce 3-2 lze spatřit, že bylo zjištěno 10 hodnot, které vypovídají o hodnoceném výrobním procesu. Na základě toho bylo ve firmě provedeno několik nápravných opatření (viz kapitola 3.3.6) a další návrhy budou postupně aplikovány.



Zároveň bude společnost klást větší důraz na stránku zaškolení, standardizace a zapojení všech účastněných pracovníků, protože nedůslednost v těchto oblastech ovlivňuje, jak provádění všech činností, tak i celkovou morálku na pracovišti.

Rozhodnutí firmy vychází ze znalosti TPS. Z něho vyplývá, že pro osvojení dané operace je nepostradatelné důsledné zaškolení pracovníka. Teprve až danou činnost operátor ovládá bez problémů a většího zaváhání, může přejít na stanovené pracoviště. Dále je důležité si uvědomit, že do standardizace operace by měli být zapojeni i operátoři. Protože kdo jiný ví nejvíce o tom, jak vykonávat zkoumané činnosti než ten, kdo je provádí každý den.

## 4. Návrh úpravy metodiky pro hodnocení procesu

Metodika společnosti má několik slabých míst. Jedno z nich je časová náročnost všech metod. To je způsobeno nejen tím, že jsou všechny metody tvořeny v ruce, jen s pomocí tužky a papíru, ale také tím, že dvě třetiny metod potřebují pro svou tvorbu data z interního softwaru firmy. Tyto informace nejsou dostupné jako jedno číslo, ale pro větší vypovídající hodnotu je nutné vzít jich několik a vypočítat jejich průměrnou hodnotu.

Po zhodnocení výstupů z aplikace zavedené metodiky byl sestaven návrh pro novou metodiku hodnocení, která obsahuje následující metody a nástroje:

- Plynulá chronometráž (+ znalost výrobního procesu i operace)
- Matice odpovědnosti RACI
- Vyhodnocení chronometráže (výpočet časové fluktuace)
- Ganttův diagram
  - o Nástroj pro návrh nápravných opatření (v případě vyšší časové fluktuace)
- Analýza pro zavedení a udržování systému Kanban (= zjištění a výpočet maximální kapacity materiálu na vybraném pracovišti + zjištění doby, při které má stroj dostatek vstupního materiálu pro bezproblémový chod)
  - Rovnovážný pracovní diagram (WBC) – doplňující metoda
  - List kapacity stroje (MCS) – doplňující metoda

Hlavním bodem je stoprocentní poznání vybraného procesu, které je dosaženo pomocí chronometráže. Tento typ pozorování bude v nové metodice stanoven jako první krok pro hodnocení. Zároveň je potřeba vědět, jak funguje celý výrobní proces ve firmě a co na sebe kde navazuje. Tím bude zajištěno to, že se bude hodnotit vybraná operace v závislosti na procesu výroby ve společnosti a nebude zkoumáno pouze jedno pracoviště jako samostatný celek. K tomu bude potřeba pouze ochota se zajímat a ptát se výrobních pracovníků na všechno ohledně výrobního procesu ve firmě.

Následně bude díky získaným znalostem vypracována matice odpovědnosti. Tato metoda je neodmyslitelným článkem metodiky, aby vše fungovalo tak, jak má, a každý znal svoji roli.

Po poznání výrobního procesu a vybraného pracoviště a stanovení všech odpovědností a rolí budou vyhodnoceny časy (z chronometráže) a zjištěna časová fluktuace. Poté bude vytvořen Ganttův diagram, díky kterému bude přehledně znázorněna doba všech vykonávaných aktivit operátora na vybraném pracovišti. Prostřednictvím toho bude pozorovatel schopen říct, zda je čas operátora vůči času cyklu stroje využit maximálně či nikoli.

Dalším krokem bude vyhodnocení všech získaných dat ze všech aplikovaných metod. Pokud bude časová fluktuace menší než 10 % (nastavená mez ve společnosti), operace je nastavena správně a je důležité ji pouze v takovém stavu udržovat. Jestli bude ale hodnota fluktuace větší než 10 %, něco není v pořádku a je nutné zjistit proč.

Osoba, která bude metodiku provádět, by měla pro vytvoření chronometráže sledovat vybranou operaci delší dobu. Během pozorování si může všimnout určitých krizových situací, které negativně ovlivňují průběh operace i třeba celého procesu. V tomto případě se použije

nástroj pro návrh nápravných opatření a pomocí něho budou vymyšleny nápady pro zlepšení. Tento nástroj patří do zavedené metodiky společnosti, takže není potřeba tvořit novou šablonu (viz kapitola 3.3.6).

Posledním článkem metodiky je systém Kanban – jeho zavádění a udržování. To se bude dít prostřednictvím zjišťování aktuální kapacity pracoviště. Tím je myšleno vytvoření seznamu všech komponentů na pracovišti, následně zjištění typu boxů, ve kterých se nachází, a jejich počet, maximální kapacity boxů v regálu a cíle výroby na jednu hodinu. Pak už je na základě těchto dat možné vypočítat životnost boxu, potřebu boxů na jednu hodinu a celkový čas, při kterém je zajištěn bezproblémový chod stroje (protože je dostatek vstupního materiálu). Veškeré použité pojmy jsou detailněji vysvětleny v kapitole 4.3. Po zjištění celkových časů na všech pracovištích bude možné vytvořit pro manipulačního operátora jízdní řád pro zavážení materiálu. Díky tomu se nestane, že bude někde nedostatek vstupního materiálu a manipulační operátor ušetří čas zjišťováním aktuálního stavu bedýnek v regálech na všech pracovištích.

Doplňující metody budou použity dvě – Rovnovážný pracovní graf (obecný popis v kapitole 2.2.2) a List kapacity stroje (obecný popis v kapitole 2.2.3). Graf bude použit v případě, kdy pro hodnocení bude potřeba porovnat čas aktuálního výstupu s časem taktu. Pokud bude nutné zjistit maximální počet vyráběných kusů, které je pracoviště schopné vyrobit za jednu směnu, bude k tomu využit List kapacity stroje. K oběma těmto metodám jsou zapotřebí interní data společnosti, z čehož vyplývá, že jsou časově náročné (kvůli času stráveným zjišťováním těchto dat). Z tohoto důvodu budou v nové metodice sloužit jen jako doplňující. To znamená, že budou použity pouze v případě, kdy bude dán požadavek zjistit jejich výstup (porovnání času taktu s aktuálním výstupem, kapacita pracoviště).

#### 4.1 Plynulá chronometráž

Aplikace nastavené metodiky ve firmě přinesla několik zásadních zjištění, ale ze souhrnné tabulky lze vyčíst, že nejdůležitější data byla zjištěna pomocí první metody (vychází z nich všechny následující metody). Na základě detailního pozorování zkoumaného výrobního procesu a prostřednictvím Listu měření času byla vypočítána fluktuace časů obou pracovníků. Tyto hodnoty udávají, že jsou fluktuace časů cyklu větší než stanovená mez (nad 10 % - viz kapitola 3.3.1.1). Není ale patrné, čím je překročení dané meze způsobeno. Odpověď je nalezena při důkladném pozorování procesu.

Pro komplexní hodnocení je nejdůležitější znát pracoviště a porozumět dané operaci. Děje se tak prostřednictvím pozorování zkoumaného procesu, jelikož pro nápravu jakékoliv věci je potřeba dokonalá znalost celého jejího průběhu. Tento prvek v zavedené metodice chybí. Není totiž přesně definovaná metoda, pomocí které by člověk mohl zjistit potřebná data pro první metodu – List měření času. Protože se hodnotí operace, která se pravidelně opakuje, byla z časových studií vybrána chronometráž, která je více popsána v kapitole 2.2.1. Takže první krok k optimalizaci metodiky je stanovení způsobu pozorování pracoviště pomocí **plynulé chronometráže** (obrázek 4-1 a 4-2).

Chronometráž															
Datum:	23.7. 2019	Pracoviště:	Weid004 - operátor 1				Vypracovala: Štěpánka Šambergerová				Směna:	ranni			
Číslo	Činnost	Startovací bod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Max - min	Min	Upravený čas
1	chůze	rozsvícení světla	2,6	2,2	2,8	2,9	2,5	2,2	2,2	2,8	2,5	3,0	0,8	2,2	2,3
2	vyjmutí hotového kusu	zvednutí rukou	1,0	1,2	1,2	1,3	1,5	1,7	1,3	1,2	1,2	1,2	0,7	1,0	1,1
3	chůze	otočení těla	1,7	1,1	1,3	1,3	1,3	1,2	1,4	1,2	1,3	1,3	0,6	1,1	1,2
4	zavěšení hotového kusu	otočení součásti	1,8	6,2	1,8	5,2	2,3	5,4	1,8	1,8	1,9	7,6	5,8	1,8	3,7
5	vyjmutí crash canu	otočení těla	5,0	6,9	5,7	4,6	6,9	4,4	4,4	4,2	6,2	5,2	2,7	4,2	4,9
6	uložení komponenty	natažení ruky	5,5	4,3	3,1	6,5	3,1	7,1	3,4	2,8	2,9	4,8	4,3	2,8	3,5
7	uložení těla crash canu	zmačknutí	4,9	5,2	5,3	5,1	6,4	5,9	4,9	4,3	4,4	5,0	2,1	4,3	5,3
8	uchopení komponenty	zaklapnutí	3,0	2,1	3,8	3,6	1,5	3,2	2,2	2,5	3,4	2,3	2,3	1,5	1,8
9	uložení komponenty	uchopení	15,7	4,4	8,3	4,3	8,5	7,0	7,8	9,6	8,7	4,3	11,4	4,3	8,1
10	uchopení komponenty	zvednutí ruky	2,0	2,0	3,6	1,7	2,4	2,1	1,8	2,3	1,6	2,6	2,0	1,6	2,1
11	chůze	otočení těla	5,2	2,3	2,3	1,6	2,3	1,5	3,9	1,9	2,1	1,7	3,7	1,5	2,5
12	uchopení komponenty	zvednutí ruky	1,3	1,0	0,9	0,9	1,2	1,8	1,5	0,8	1,4	1,5	1,0	0,8	1,0
13	chůze	uchopení	1,9	2,0	1,8	2,8	2,0	1,9	2,0	2,2	2,4	1,9	1,0	1,8	2,1
14	uložení těla crash canu	otočení těla	6,0	6,2	5,2	5,8	8,3	6,8	6,2	9,0	7,1	7,5	3,8	5,2	5,8
15	chůze	otočení těla	3,1	1,9	1,8	2,2	1,5	1,6	1,4	2,0	2,2	2,4	1,7	1,4	1,7
16	uchopení komponenty	zvednutí ruky	3,3	3,0	3,1	2,7	2,6	3,0	3,6	3,1	2,7	2,7	1,0	2,6	2,9
17	uložení do markovací stanice	položení komponent	1,8	3,2	2,6	2,9	1,2	1,9	2,1	1,2	1,1	2,3	2,1	1,1	1,6
18	chůze	narovnání zad	2,7	6,1	4,0	2,8	1,4	2,6	3,6	1,3	1,8	3,1	4,8	1,3	2,7
19	čekání	zastavení	13,4	35,8	28,0	23,1	23,0	36,3	20,1	22,8	26,3	21,1			
<b>Celkový čas cyklu:</b>			68,5	61,3	58,6	58,2	56,9	61,3	55,5	54,3	54,9	60,4			
												Min - Upr. čas:	40,5	54,3	
<b>Nejmenší celkový čas:</b>		54,3													
<b>Průměrný celkový čas:</b>		59,0													
<b>Nejvyšší celkový čas:</b>		68,5													

Obr. 4-1: Chronometráž provedena pro List měření času – operátor 1 [18]

Chronometráž															
Datum:	23.7. 2019	Pracoviště:	Weid004 - operátor 2				Vypracovala: Štěpánka Šambergerová				Směna:	ranni			
Číslo	Činnost	Startovací bod	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Max - min	Min	Upravený čas
1	chůze	rozsvícení světla	5,9	6,6	7,7	5,7	5,9	5,8	7,1	5,5	7,7	5,8	2,2	5,5	5,9
2	vyjmutí 1 komponenty	odložení dílu	2,6	2,5	2,0	2,2	2,0	2,3	2,9	2,3	3,3	2,4	1,3	2,0	2,3
3	vyjmutí crash canu	odložení dílu	4,3	4,1	3,2	4,5	3,8	4,0	5,0	4,3	4,3	3,8	1,8	3,2	3,6
4	sáhnutí pro 2 komponenty	odložení cc	1,3	1,1	3,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,3	2,0	2,2	1,0	1,4
5	uložení 2 komponent	uchopení	7,4	7,1	11,8	5,5	6,8	5,1	5,2	4,8	5,3	5,1	7,0	4,8	6,7
6	uložení těla crash canu	zmačknutí	6,2	4,3	4,1	4,5	5,0	5,3	4,2	4,7	4,2	4,6	2,1	4,1	4,5
7	chůze	zaklapnutí	1,2	1,1	1,4	1,1	1,2	1,2	1,0	1,0	0,9	1,2	0,5	0,9	1,0
8	uchopení 2 kompon. na cc	sáhnutí	2,4	2,0	1,8	2,1	2,0	2,4	2,3	2,0	2,0	2,0	0,6	1,8	1,9
9	chůze	uchopení	2,0	1,6	1,7	1,3	1,5	2,6	1,7	1,6	1,8	1,5	1,3	1,3	1,6
10	uložení těla crash canu	otočení těla	2,6	5,9	3,0	6,2	6,8	2,6	7,2	3,6	2,6	9,5	6,9	2,6	4,5
11	chůze	otočení těla	1,2	1,8	1,9	1,5	1,6	2,1	1,7	2,4	1,7	2,0	1,2	1,2	1,4
12	uchopení komponenty	sáhnutí	0,9	1,1	1,0	1,1	1,0	1,0	1,2	0,8	1,4	0,9	0,6	0,8	0,9
13	uchopení komponenty	úklon	1,3	1,9	1,1	1,5	1,2	1,3	3,2	1,5	1,5	1,4	2,1	1,1	1,5
14	chůze	narovnání zad	1,4	1,5	1,2	1,8	1,3	2,7	3,3	1,5	1,2	1,0	2,3	1,0	1,4
15	uložení 2 komponent	natočení	4,7	4,2	6,6	3,7	11,1	4,2	7,6	5,2	8,9	7,8	7,4	3,7	5,6
16	chůze	narovnání zad	4,2	4,3	4,3	4,4	3,1	4,2	3,7	5,5	3,7	3,8	2,4	3,1	3,5
17	čekání	zastavení	27,6	32,5	42,2	32,7	25,4	50,8	38,6	29,9	30,6	25,6			
<b>Celkový čas cyklu:</b>			49,6	51,1	56,0	48,3	55,4	47,9	58,4	47,7	51,8	54,8			
												Min - Upr. čas:	38,1	47,7	
<b>Nejmenší celkový čas:</b>		47,7													
<b>Průměrný celkový čas:</b>		52,1													
<b>Nejvyšší celkový čas:</b>		58,4													

Obr. 4-2: Chronometráž provedena pro List měření času – operátor 2 [18]

## 4.2 Aplikace matice odpovědnosti RACI

Při návrhu nápravných opatření (viz Nástroj pro návrh nápravných opatření a jeho vyhodnocení – kapitola 3.3.6) se ukázalo, že v některých krizových situacích, které jsou také příčinou vzniku fluktuace času cyklu, není přesně stanovena odpovědnost za různé činnosti. To pak způsobuje, že lidé čekají, než se zjistí a najde člověk, který dokáže problém vyřešit. Tato slabina by mohla být odstraněna aplikací matice odpovědnosti RACI.

Jak je uvedeno v kapitole 2.2.2, tento nástroj stanovuje odpovědnosti za danou činnost. Úkolem je popsat celý proces, rozdělit ho na jednotlivé dílčí činnosti a zohlednit i podpůrné procesy. Mezi hlavní činnosti patří zakládání dílů operátorem nebo zajištění vstupního materiálu a odvozu výstupního materiálu na další stanoviště. Otázka zavážení materiálu je dále řešena v kapitole 4.4 (Aplikace systému Kanban), ale pro bezproblémové fungování je hlavním požadavkem stanovení pravomocí a odpovědností.

Je jasné, že role C a I (konzultanti a ti, kteří mají být pouze informováni) budou zastávány spíše vyššími pozicemi, jako je například mistr výroby nebo vedoucí týmu. Naopak operátor bude plnit roli osoby, která danou činnost vykonává, popřípadě ji kontroluje (role R a A). Z těchto poznatků a s pomocí vedoucího výrobních inženýrů je vytvořena matice odpovědnosti, kterou lze vidět na obrázku 4-3.

AKTIVITA	ROLE							
	Operátor	Svářeč	Sv. technik	Team Leader	Supervizor	Vedoucí výroby	Manip. Operátor	Údržba
oprava roboty			R	A				
doplnění vstupního materiálu	A						R	
odvezení výstupního materiálu	A						R	
preventivní údržba nástroje	A				I			R
vyvěšení aktuálních instrukcí na pracovišti	R			A				
doplnění prázdné bedny ze skluzu	R			A				
standardní pracovní úkon	R				A			
řešení obecně menšího problému			C	R	A			
řešení obecně většího problému			C	I	R	A		
oprava svaru na hotovém kusu		R		A				
nastavení svařovacích přípravků	I		R	A				

R = osoba danou činnost vykonává; A = osoba odpovědná za kontrolu činnosti;  
C = osoba konzultuje danou činnost a dává zpětnou vazbu; I = osoba je pouze informována

Obr. 4-3: Matice odpovědnosti RACI pro hodnocený výrobní proces

### 4.2.1 Vyhodnocení matice RACI

Pro rychlou orientaci a kontrolu matice jsou na obrázku 4-3 jednotlivá písmena barevně označena – R je žluté, A červené, C modré a I zelené. Po vyplnění tabulky je provedena kontrola prostřednictvím vertikální a horizontální analýzy (viz kapitola 2.2.2).

Ve zkratce upozorňuje na to, že není nutné mít písmeno v každém políčku a v jednom sloupci nemá být příliš mnoho R a A. V řádcích by nemělo dojít k tomu, aby se objevilo víckrát písmeno A nebo R, ale zároveň v každém řádku musí být alespoň jedno R a A.

Z obrázku 4-3 vyplývá, že všechna pravidla nejsou dodržena. Operátor má třikrát roli osoby, která činnost vykonává, a třikrát má za úkol kontrolovat provedení. Jelikož se ale nejedná o aktivity, které by mu zabírali větší část pracovní doby (kromě hlavního pracovního úkonu), bylo rozhodnuto, že tyto odpovědnosti mu zůstanou.

Ve sloupci, který náleží vedoucímu týmu, se nachází pětkrát písmeno A. To znamená, že v pěti případech je osobou, které je zodpovědná za kontrolu dané aktivity. Ale ani zde nedojde ke změně odpovědností, protože vedoucí výroby má na starosti jen malý výrobní úsek a jeho hlavní pracovní náplní je dohlížet a kontrolovat veškeré procesy na svých pracovištích. Většinou se jedná o dvě nebo tři pracoviště, která má na starosti.

### **4.3 Aplikace Ganttova diagramu**

První krok pro vytvoření Ganttova diagramu je definování všech činností operátora a jejich čas. Tyto data jsou převzaty z provedené chronometráže. Jedná se o informace ohledně toho, jaké činnosti vykonává operátor 1 a 2, jaký je jejich minimální čas, upravený čas (který se rovná nejmenší hodnotě času celého cyklu) a rozdíl upraveného a minimálního času. Jelikož jde o jednoduchou a pravidelně se opakující operaci, je k tvorbě diagramu využit Excel.

Druhým krokem je stanovení hodnoty času, která je vynesena na osu x. Jedná se o desítky sekund. V úvahu se bere, že časové intervaly prováděné činnosti nejsou normovány. Proto je rozhodnuto, že se budou jednotlivé aktivity navzájem prolínat a nebudou na sebe v přesně daný čas navazovat. To znamená, že zde bude určitý čas navíc pro případ, kdyby se operátor zdržel, nebo by naopak byl rychlejší než stanovený upravený čas. Celkový čas cyklu stroje se ale nemění (84,8 sekund – žlutě označen na obrázku 4-4). [20]

V tabulce 4-1 pro prvního operátora je rozdíl celkového upraveného a minimálního času roven 13,8 sekund. Toto číslo je vyděleno počtem činností (dle tabulky 4-1 je to 19 pracovních elementů) a vyjde 0,726 sekund. Když se vypočtená hodnota ještě vydělí dvěma, vyjde doba, kterou se budou jednotlivé činnosti překrývat (0,363 sekund = hodnota přesahu). [20]

Tab. 4-1: Tabulka pro tvorbu Ganttova diagramu pro operátora 1 [s], zdroj: vlastní zpracování

Operátor 1		Hodnota přesahu činností:		0,363
Číslo	Činnost	Minimální čas	Upravený čas	Čas pro diagram
1	chůze	2,2	2,3	3,0
2	vyjmutí hotového kusu	1,0	1,1	1,8
3	chůze	1,1	1,2	1,9
4	zavěšení hotového kusu	1,8	3,7	4,4
5	vyjmutí crash canu	4,2	4,9	5,6
6	uložení komponenty	2,8	3,5	4,2
7	uložení těla crash canu	4,3	5,3	6,0
8	uchopení komponenty	1,5	1,8	2,5
9	uložení komponenty	4,3	8,1	8,8
10	uchopení komponenty	1,6	2,1	2,8
11	chůze	1,5	2,5	3,2
12	uchopení komponenty	0,8	1,0	1,7
13	chůze	1,8	2,1	2,8
14	uložení těla crash canu	5,2	5,8	6,5
15	chůze	1,4	1,7	2,4
16	uchopení komponenty	2,6	2,9	3,6
17	vložení do markovací stanice	1,1	1,6	2,3
18	chůze	1,3	2,7	3,4
19	čekání	-	-	-
		40,5	54,3	67,4
		<b>Min - Upr. čas:</b>	13,8	

To samé je provedeno i v případě druhého operátora. Zde je rozdíl 9,6 sekund (tab. 4-2). Ten se vydělí 17, protože operátor 2 vykonává pouze 17 pracovních elementů, a poté ještě vydělí dvěma a výsledný časový úsek je 0,282 sekund. [20]

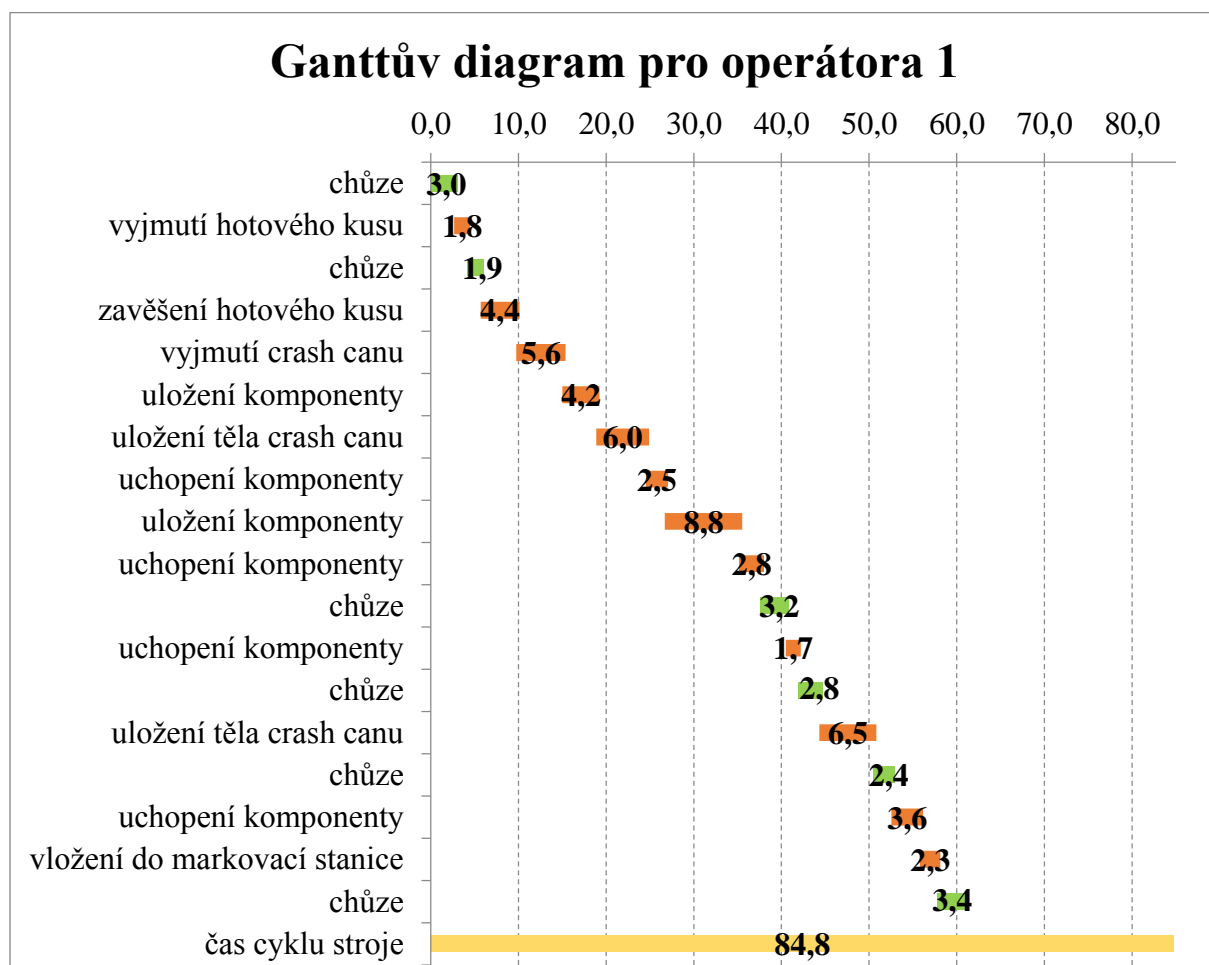
Tab. 4-2: Tabulka pro tvorbu Ganttova diagramu pro operátora 2 [s], zdroj: vlastní zpracování

<b>Operátor 2</b>		<b>Hodnota přesahu činností:</b>		0,282
<b>Číslo</b>	<b>Činnost</b>	<b>Minimální čas</b>	<b>Upravený čas</b>	<b>Čas pro diagram</b>
1	chůze	5,5	5,9	6,5
2	vyjmutí 1 komponenty	2,0	2,3	2,9
3	vyjmutí crash canu	3,2	3,6	4,2
4	sáhnutí pro 2 komponenty	1,0	1,4	2,0
5	uložení 2 komponent	4,8	6,7	7,3
6	uložení těla crash canu (cc)	4,1	4,5	5,1
7	chůze	0,9	1,0	1,6
8	uchopení 2 kompon. na cc	1,8	1,9	2,5
9	chůze	1,3	1,6	2,2
10	uložení těla crash canu	2,6	4,5	5,1
11	chůze	1,2	1,4	2,0
12	uchopení komponenty	0,8	0,9	1,5
13	uchopení komponenty	1,1	1,5	2,1
14	chůze	1,0	1,4	2,0
15	uložení 2 komponent	3,7	5,6	6,2
16	chůze	3,1	3,5	4,1
17	čekání	-	-	-
		38,1	47,7	56,7
		<b>Min - Upr. čas:</b>	9,6	

Čas pro diagram v tabulce 4-1 a 4-2 je vždy součet upraveného času a dvakrát hodnota přesahu. V případě operátora 1 v tabulce 4-1 je to upravený čas plus 0,726 sekund, pro operátora 2 je k upravenému času přičteno 0,564 sekund.

Chůze je v obou případech brána jako jedna z činností, kterou operátor musí provést během cyklu, ale pro větší přehlednost je na obrázku 4-4 vyznačena jinou barvou (zelenou). I v tom se tento nástroj liší od tabulky standardizovaných pracovních kombinací (SWCT), kterou používá zavedená metodika společnosti. Ta totiž nebere chůzi jako jednu z činností operátora a je vypisována do speciálního sloupce.





Obr. 4-4: Ganttův diagram pro operátora 1 [20]

Nejedná se o složitou operaci, a proto, jak lze vidět na obrázku 4-4, jednotlivé aktivity nejsou spojeny šipkami (pro větší přehlednost). Z tohoto důvodu je nutné zdůvodnit, že jednotlivé činnosti operátora na sebe navazují tak, jak jsou uspořádány pod sebou v tabulce i v diagramu. Ganttův diagram pro operátora 2 se nachází v příloze č. 2.

Čekání operátorů sice není zaneseno do výsledného diagramu, ale je počítáno jako aktivita. To je způsobeno tím, že společnost později plánuje čekání nahradit čištěním části fixtury (viz kapitola 3.3.6). K tomu je ale potřeba změnit pracovní instrukci a předchází tomu výzkum toho, jak velká část fixtury může být v tomto časovém úseku očištěna, aby to nijak nenarušilo celkový čas cyklu stroje. Proto do té doby nebude v diagramu znázorněna poslední aktivita z tabulky a po této změně se pouze přidá do grafu. Tím pádem se pak nemusí měnit celá metoda.

#### 4.3.1 Vyhodnocení Ganttova diagramu

Ve vytvořených Ganttových diagramech (obrázek 4-4 a příloha č. 2) je v obou případech patrná časová mezera, která se nachází mezi poslední vykonanou činností operátora a koncem cyklu stroje. V tomto časovém úseku oba operátoři čekají z důvodu bezpečnosti za světelnou bránou na začátek dalšího výrobního cyklu. Pomocí tohoto znázornění lze bez problému vyčíslit, že čekání operátora 1 trvá kolem 25 sekund a u operátora 2 je tato hodnota zhruba 35 z 84,8 sekund.

Zjištěné doby čekání přibližně odpovídají hodnotám z SWCT, kde čekání operátora 1 je dlouhé 30,5 sekundy a operátor 2 čeká 37,1 sekundy. Malá rozdílnost hodnot je způsobena tím, že všechny pracovní elementy jsou zvětšeny o vypočítaný přesah a celkový čas pro diagram se proto zvětšil (operátor 1 – z 54,3 na 67,4, operátor 2 – ze 47,7 na 56,7).

Tento nástroj se podobá jedné části zavedené metodiky firmy – tabulka standardizovaných pracovních kombinací (SWCT). Pokud bychom srovnali tyto dvě metody, Ganttův diagram se jeví nejen jako **rychlejší varianta**, ale také **přehlednější**. Jsou zde **více patrné doby trvání jednotlivých činností**, jelikož je na ose x přehledná časová osa. Další výhodou je, že **není potřeba si stanovit správné měřítko** při tvorbě diagramu. A díky tomu, že je i **chůze** brána jako činnost operátora a je označena jinou barvou (obr. 4-4 a příloha č. 2 – zelená barva), je **lépe vidět**, kolik času z celého cyklu **zabírá**. Nevýhodou je nutná znalost Excelu v případě jednoduššího procesu. Pokud se bude jednat o složitější proces (nebo projekt) je požadováno vlastnit speciální program na jeho tvorbu. V tomto případě je lepší použít metodu SWCT, ke které je potřeba pouze papír a tužka.

#### 4.4 Aplikace systému Kanban

Na vybraném pracovišti není zaveden systém Kanban pro zavážení vstupního materiálu. Vyřešení této absence by mohlo zvýšit výslednou produktivitu. Proto se s pomocí firmy postupně začala vytvářet databáze všech typů dílů na pracovišti, jejich počet v bedýnce a potřebné množství na jednu hodinu (stanovený cíl, kolik je potřeba vyrobit za jednu hodinu – tabulka 4-3). Díky těmto hodnotám se vypočítala životnost boxu, což je počet kusů v bedýnce děleno cílem výroby. Dále byly zjištěny velikosti jednotlivých balení komponentů a jejich maximální kapacita v regálu.

Tab. 4-3: Tabulka kapacity vybraného pracoviště, zdroj: vlastní zpracování

Množství dílů do sestavy	Název komponentu	ks/box	Cíl výroby na 1 hodinu [ks]	"Životnost boxu"	Velikost balení			Potřeba boxů na 1 hodinu	Max. kapacita boxů v regálu	Celkový čas
					Délka	Šířka	Výška			
1	Tělo nárazníku	250	33,87	7,38	kontejner			0,1	-	-
1	Pravý dolní plech	22	33,87	0,65	400	300	120	1,5	8	5,2
1	Levý dolní plech	28	33,87	0,83	400	300	120	1,2	10	8,3
2	Horní plech	68	67,73	1,00	400	300	120	1,0	6	6,0
2	CC fixtury A	46	67,73	0,68	600	400	120	1,5	8	5,4
2	CC fixtury B	46	67,73	0,68	600	400	120	1,5	8	5,4
1	Těleso pro vlečení	70	33,87	2,07	400	300	120	0,5	6	12,4

V tabulce 4-3 ve sloupci maximální kapacita boxů v regálu se nachází rozmanité hodnoty. To je způsobeno tím, že některé komponenty mají (díky své četnosti použití a zároveň malého množství v jednom boxu) více pozic v jednom regálu. Jedná se například o dolní plech. Maximální kapacita je navýšena možností vrstvení bedýnek na sebe (obr. 4-5). Pro operátora, který doplňuje materiál do regálů, jsou všechny pozice v regálech popsány štítky s čísly, které specifikují daný komponent (žluté štítky na obrázku 4-5).

Poté je vypočteno množství boxů potřebných na hodinový chod stroje (potřeba boxů na 1 hodinu v tabulce 4-3) a celkový čas. Celkový čas je doba, při které má stroj dostatek vstupního materiálu pro bezproblémový chod.



Obr. 4-5: Zásoba materiálu v regálech, zdroj: vlastní zpracování

Na základě těchto dat lze vytvořit časový harmonogram, který bude udávat, jak často by bylo nutné, aby manipulační technik zavážel vstupní materiál a zároveň odvážel prázdné bedýnky pryč. Ty totiž můžou obsluhujícím operátorům překážet v provádění operace, nebo zpomalují jejich činnosti, když se snaží odnést boxy na jiné místo, aby jim nepřekážely.

Po osvědčení tohoto systému by se mohla zjistit všechna potřebná data na ostatních svařovacích buňkách. Následně by bylo možné vytvořit jízdní řád, podle kterého by manipulační pracovník zavážel jednotlivá pracoviště a měl by určitý řád své trasy. Díky tomu by měl práci lépe zorganizovanou a trvala by mu méně času. Do této doby totiž pracoval tak, že objížděl jednotlivá pracoviště a kontrolovat, zda je nutné doplnit nějaký materiál. Poté se odebral do skladu a materiál přivezl, a následně pokračoval na další stanoviště. Zjišťováním aktuální situace spotřeby materiálu zbytečně ztrácel čas a jezdil každou chvíli do skladu kvůli malému množství bedýnek.

Výrobní plán se však čas od času mění, a proto by bylo dobré **zakotvit tento způsob zjištění spotřeby na pracovišti do metodiky společnosti** a předepsat pravidelné opakování provádění této metody. To by přispělo k udržení systému Kanban, zvýšilo produktivitu, a zároveň snížilo prostoje, které znamenají náklady navíc.

## 5. Zhodnocení výsledků

Zavedená metodika společnosti byla aplikována na vybrané pracoviště a bylo zjištěno několik výstupů. Obsahuje šest metod a zjistilo se, že:

- časová fluktuace cyklu obou operátorů (20,7 % a 18,3 %) je větší než stanovená mez (10 %)
- čas aktuálního výstupu (126,9 sekund) je větší než stanovený čas taktu (122,4 sekund)
- aktuální hodnota vyráběných kusů na pracovišti (208 ks) je menší než vypočítaná kapacita stroje (261 ks)
- čekání operátora trvá více jak jednu třetinu celkového času cyklu stroje (30,5 a 37,1 z 84,8 sekund)
- nejdelší vzdálenost operátora 2 není využita pro přenos materiálu (pouze chůze)

Poslední metoda navrhuje nápravná opatření a udává, jak je uvést do praxe a kontrolovat jejich funkčnost (embedded test).

Z důvodu úspory času, a zároveň potřebě zjištění co nejvíce vypovídajících hodnot o zkoumaném procesu, byla navržena metodika skládající se z menšího počtu kroků. Zavedená metodika firmy se skládá ze šesti metod a z toho čtyři metody potřebují data i z interního softwaru (čas taktu, aktuální výstup, periodická práce atd.). Proto je získání všech informací časově velmi náročné. Navíc podle principu Toyota jsou všechny metody tvořeny na papír pomocí obyčejné tužky. Je to z důvodu toho, že Toyota chce vytvářet jen to, co je dostupné pro kohokoliv a tužku a papír umí použít každý (na rozdíl od různých speciálních softwarů). Naráží se zde na jednu z mála nevýhod návrhu nové metodiky. Ta je totiž zpracována hlavně na počítači a je potřeba alespoň uživatelská znalost Microsoft Office (především Microsoft Office Excel).

### Návrh nové metodiky:

- Plynulá chronometráž (+ znalost výrobního procesu i operace)
- Matice odpovědnosti RACI
- Vyhodnocení chronometráže (výpočet časové fluktuace)
- Ganttův diagram
  - o Nástroj pro návrh nápravných opatření (v případě vyšší časové fluktuace)
- Analýza pro zavedení a udržování systému Kanban (= zjištění a výpočet maximální kapacity materiálu na vybraném pracovišti + zjištění doby, při které má stroj dostatek vstupního materiálu pro bezproblémový chod)
  - Rovnovázný pracovní diagram (WBC) – doplňující metoda
  - List kapacity stroje (MCS) – doplňující metoda

Průběh i veškerá zjištěná data z nové metodiky jsou více popsána v předešlé kapitole.

## 6. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo pomocí zavedené metodiky společnosti zhodnotit vybraný výrobní proces, a následně zjistit, zda zjištěná data jsou dostačující nebo je potřeba metodiku upravit.

Při zhodnocení výsledků zavedené metodiky bylo zjištěno, že je aplikace časově náročná (z důvodu zjišťování dat z interního softwaru). Z tohoto důvodu byla vytvořena nová metodika, která má za kratší čas lepší vypovídající hodnotu.

Z aplikace zavedené metodiky vyšlo několik návrhů nápravných opatření. Ve společnosti probíhá neustálé převádění těchto návrhů do praxe. Mezi hlavní změny patří to, že se v budoucnu bude do pracovní instrukce přidávat činnost čištění části fixtury. Tato aktivita nahradí čekání operátora. Ale jak již bylo zmíněno, je k tomu potřeba výzkum, který určí, jak velká část fixtury může být očištěna, aby nedošlo k čekání stroje na operátora. Všechna opatření by měla vést ke snížení časové fluktuace na pracovišti a zvýšit počet vyráběných kusů.

Jak již bylo v této práci zmíněno, každý podnik má nastavený svůj vlastní systém, podle kterého jsou řízeny veškeré procesy v podniku. Můžou se lišit v přístupech i principech myšlení nebo v použití metod. Ale cíl těchto systémů je stejný – být konkurenceschopný a získat co největší zisk. K tomu můžou dopomoci požadavky, které udává norma pro automobilový průmysl – IATF 16949.

Důležitým prvkem je nutnost posouvat se dál (ať už v technologiích nebo v přístupech myšlení – štíhlá výroba) a být stále lepším. Toto neustálé zlepšování je nezbytné nějak měřit, aby podnik věděl, jak na tom je. Proto je hodnocení výrobního procesu jeho základním pilířem. Z tohoto důvodu byla vytvořena nová metodika hodnocení pro vybrané pracoviště. Je to ale pouze pro aktuální situaci a je potřeba neustále reagovat na vzniklé změny. A tak může být tato diplomová práce jakýmsi základním manuálem, který stanovuje, jak postupovat při výběru vhodných metod hodnocení jakéhokoliv výrobního pracoviště.

## Seznam použité literatury a další zdroje

- [1] IATF 16949 - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 8. 8. 2019]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/iatf-16949>
- [2] IATF 16949:2099 – Automobilový průmysl. CQS Certifikace systémů managementu [online]. Copyright ©2020 [cit. 4. 1. 2020]. Dostupné z: <https://www.cqs.cz/Nase-sluzby/IATF-169492009-Automobilovy-prumysl.html>
- [3] Norma pro systém managementu kvality v automobilovém průmyslu IATF 16949:2016. Praha: ČSJ, 2016
- [4] Interní zdroje firmy Shape Corp.
- [5] LIKER, J. K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management press, 2008 389 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [6] PAVELKA, Marcel. Kam směřuje lean. *MM spektrum* [online]. 13. 4. 2016 [cit. 2019-08-08]. 160445. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/kam-smeruje-lean.html>
- [7] Jidoka. Svět produktivity [online]. [cit. 1. 2. 2020]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Jidoka.htm>
- [8] Andon. Svět produktivity [online]. [cit. 1. 2. 2020]. Dostupně z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Andoni.htm>
- [9] Standardizace – Provozní management. [online]. Copyright © 2007 [cit. 1. 2. 2020]. Dostupné z: <https://lorenc.info/3MA112/standardizace.htm>
- [10] Heijunka. Svět produktivity [online]. [cit. 3. 2. 2020]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Heijunka.htm>
- [11] Kanban. Svět produktivity [online]. [cit. 3. 2. 2020]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kanban.htm>
- [12] Kaizen. Svět produktivity [online]. [cit. 5. 2. 2020]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>
- [13] DANČÁKOVÁ, Michaela, *Principy a zásady řízení firem podle metod společnosti Toyota*. Olomouc, 2011. Bakalářská práce. Moravská vysoká škola Olomouc. Ústav managementu a marketingu.
- [14] VAVRUŠKA, Jan. *Analýza a měření práce: Výrobní systémy II* [online]. Liberec, 2011 [cit. 2020-03-04]. Přednáška. Technická univerzita v Liberci.
- [15] ČERMÁK, Miroslav. RACI tabulky a jak na ně. *Clever and smart* [online]. ©2008, 25. 10. 2012 [cit. 2020-03-04]. Dostupné z: <https://www.cleverandsmart.cz/raci-tabulky-a-jak-na-ne/>

- [16] Ganttův diagram (Gantt Chart) - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011 [cit. 05. 03. 2020]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ganttuv-diagram>
- [17] Ganttův diagram. [online]. Copyright © 2007 [cit. 05. 03. 2020]. Dostupné z: <https://lorenc.info/3MA381/ganttuv-diagram.htm>
- [18] Šambergerová, S. & Bícová, K. (2019). Analysis of Time Fluctuation on Selected Workplace in Terms of Automotive Industry, Proceedings of the 30th DAAAM International Symposium, pp. 0955-0961, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-22-8, ISSN 1726-9679, Vienna, Austria
- [19] SENDERSKÁ, Katarína, Albert MAREŠ a Tomáš KANDERA. Yamazumi diagram aplikovaný v nástroji pre návrh štíhlej ručnej montáže. *Odborný vedecký časopis Trilobit* [online]. Fakulta aplikované informatiky UTB ve Zlíně, 1. 6. 2014 [cit. 2019-08-08]. ISSN 1804-1795. Dostupné z: [http://trilobit.fai.utb.cz/yamazumi-diagram-aplikovany-v-nastroji-pre-navrh-stihlej-rucnej-montaze\\_b02207f3-1411-4c0f-ac08-5d0253c20c06](http://trilobit.fai.utb.cz/yamazumi-diagram-aplikovany-v-nastroji-pre-navrh-stihlej-rucnej-montaze_b02207f3-1411-4c0f-ac08-5d0253c20c06)
- [20] Šambergerová, S. & Bícová, K. (2020). Use of Gantt chart to evaluate a selected workplace in terms of automotive industry, QUAERE, Recenzovaný sborník příspěvků interdisciplinární mezinárodní vědecké konference doktorandů a odborných asistentů QUAERE 2020, X. ročník, Hradec Králové: Česká republika, 22. - 26. 6. 2020, s. 1203-1210. ISBN 978-80-87952-32-0.

## Seznam příloh

Příloha č. 1 – List měření času (TMS) pro operátora na levé i na pravé straně, zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 2 – Ganttův diagram pro operátora 2 [20]



## **Příloha č. 1**

**List měření času (TMS)  
pro operátora na levé i na pravé straně**

## List měření času pro operátora na levé straně

1/2

Time Measurement Sheet												Work Balance Data		
<b>Section 1</b> Overall Cycle Timing												Lowest CT		
Cycle Time												Average CT		
Periodic Work												Highest CT		
Change Over												PW/Cycle		
Net CT												CO/Cycle		

Section 2												Work Element Timing			
#	Work Element	Start Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Fluct. Range	Minimum Time	Adj. Dem. Time
1	CHUZE	OPROCENI TEJLA	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	5	0	2
2	WYBRANI NASTAVENI BOKU	WYBRANI BOKU	2	0	1	2	1	3	1	3	1	3	1	2	1
3	CHUZE	OPROCENI TEJLA	2	4	1	1	1	3	1	3	1	3	1	3	0
4	WYBRANI NASTAVENI BOKU	WYBRANI BOKU	1	3	2	1	3	2	2	3	3	4	2	3	1
5	WYBRANI NASTAVENI BOKU	OPROCENI TEJLA	5	0	2	1	5	2	4	0	2	1	4	4	1
6	WYBRANI NASTAVENI BOKU	WYBRANI BOKU	5	5	4	3	3	1	6	5	0	1	1	3	4
7	WYBRANI NASTAVENI BOKU	WYBRANI BOKU	4	4	5	2	5	3	5	1	6	4	5	1	4
8	WYBRANI NASTAVENI BOKU	WYBRANI BOKU	3	0	2	1	3	2	3	4	1	3	2	2	3
9	WYBRANI NASTAVENI BOKU	WYBRANI BOKU	2	1	4	4	2	3	5	2	0	2	8	1	6
10	WYBRANI NASTAVENI BOKU	WYBRANI BOKU	2	0	2	0	1	2	1	2	1	1	2	3	1
11	CHUZE	OPROCENI TEJLA	3	3	2	3	2	3	1	2	5	1	5	3	4
12	WYBRANI NASTAVENI BOKU	WYBRANI BOKU	1	3	1	0	0	1	2	1	2	1	1	5	1
13	CHUZE	WYBRANI BOKU	1	4	2	0	1	2	1	2	0	1	2	2	1
14	WYBRANI NASTAVENI BOKU	OPROCENI TEJLA	6	0	6	2	5	2	5	2	8	3	0	8	4
Total Element Cycle Time (Do not include periodic work here)															

Section 3												Periodic Work and Change Over		
PW/CO	Description	Frequency	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg Time	Avg Time/Cycle

2/2

Time Measurement Sheet												Work Balance Data		
<b>Section 1</b> Overall Cycle Timing												Lowest CT	53	1
Cycle Time												Average CT	57	0
Periodic Work												Highest CT	68	9
Change Over												PW/Cycle	15	5
Net CT												CO/Cycle	0	0

Section 2												Work Element Timing			
#	Work Element	Start Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Fluct. Range	Minimum Time	Adj. Dem. Time
17	CHUZE	OPROCENI TEJLA	3	1	1	1	1	1	5	1	6	1	4	2	1
18	WYBRANI NASTAVENI BOKU	WYBRANI BOKU	3	3	3	0	3	1	3	2	6	3	0	15	6
19	WYBRANI NASTAVENI BOKU	OPROCENI TEJLA	1	3	2	1	6	2	1	2	1	2	1	2	3
20	CHUZE	WYBRANI BOKU	3	3	6	1	4	0	2	2	1	4	2	6	3
21	WYBRANI NASTAVENI BOKU	OPROCENI TEJLA	13	4	35	1	22	0	23	1	23	8	26	3	2
Total Element Cycle Time (Do not include periodic work here)			68	5	67	3	58	6	54	2	56	9	64	3	55

Section 3												Periodic Work and Change Over		
PW/CO	Description	Frequency	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg Time	Avg Time/Cycle
PW	WYBRANI NASTAVENI BOKU P	23											11	1
PW	WYBRANI NASTAVENI BOKU	40											12	5
PW	WYBRANI NASTAVENI BOKU	46											15	3
PW	WYBRANI NASTAVENI BOKU	35											11	0
PW	WYBRANI NASTAVENI BOKU	58											29	4
PW	WYBRANI NASTAVENI BOKU	68											14	0

## List měření času pro operátora na pravé straně

1/2P

Time Measurement Sheet																						
<b>Section 1</b>											<b>Work Balance Data</b>											
Overall Cycle Timing											1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Lowest CT	
											Cycle Time										Average CT	
											Periodic Work										Highest CT	
											Change Over										PW/Cycle	
											Net CT										CO/Cycle	
<b>Section 2</b>																						
Work Element Timing																						
#	Work Element	Start Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Fluct. Range	Minimum Time	Avg. Elem. Time							
1	ČIHOZE	PRÁVNÍK ZAD	5	0	3	9	5	9	5	3	7	7	0	5	5	5	9					
2	VÝŠNÍ AŽURNĚNÍ	ČIHOZE DLU	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
3	VÝŠNÍ ČIHOZE ČASU	ČIHOZE DLU	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
4	SALVISTI DO 2. KAPITOLY	ČIHOZE DLU	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
5	ČIHOZE 2. KAPITOLY	ČIHOZE DLU	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
6	ČIHOZE TEL. GRAF. ČASU	ZÁKAZNÍKŮ	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
7	ČIHOZE	ZÁKAZNÍKŮ	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
8	ČIHOZE	ZÁKAZNÍKŮ	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
9	ČIHOZE	ZÁKAZNÍKŮ	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
10	ČIHOZE TEL. GRAF. ČASU	ZÁKAZNÍKŮ	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
11	ČIHOZE	ZÁKAZNÍKŮ	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
12	ČIHOZE	ZÁKAZNÍKŮ	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
13	ČIHOZE	ZÁKAZNÍKŮ	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
14	ČIHOZE	ZÁKAZNÍKŮ	2	0	2	5	3	0	2	3	2	0	2	5	2	0	2	3				
Total Element Cycle Time (Do not include periodic work here)																						
<b>Section 3</b>																						
Periodic Work and Change Over																						
Period	Description	Frequency	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg Time	Avg Time/Cycle								
PW	KONTROLA SPEKTR	60											44	0	2	1						

2/2P

Time Measurement Sheet																																									
<b>Section 1</b>											<b>Work Balance Data</b>																														
Overall Cycle Timing											1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Lowest CT	47	7																		
											Cycle Time	49	6	51	1	56	0	48	3	55	4	47	9	58	4	49	7	51	8	54	8	Average CT	52	1							
											Periodic Work																							Highest CT	52	4					
											Change Over																							PW/Cycle	16	1					
											Net CT																							CO/Cycle	0	0					
<b>Section 2</b>																																									
Work Element Timing																																									
#	Work Element	Start Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Fluct. Range	Minimum Time	Avg. Elem. Time																										
15	ČIHOZE 2. KAPITOLY	ANOTACE	4	2	4	3	6	6	5	7	11	1	4	8	7	6	5	8	8	9	7	8	7	4	1	7	5	6													
16	ČIHOZE	MARŠMANN ZAD	4	2	4	3	4	3	4	4	3	1	4	8	3	7	3	5	3	7	3	8	3	4	3	1	3	5													
17	ČIHOZE PRÁVNÍKŮ	ZÁKAZNÍKŮ	8	7	6	3	5	4	2	3	7	4	5	0	3	6	3	9	9	3	6	6	3	6																	
Total Element Cycle Time (Do not include periodic work here)													49	6	51	1	56	0	48	3	55	4	47	9	58	4	49	7	51	8	54	8									
<b>Section 3</b>																																									
Periodic Work and Change Over																																									
Period	Description	Frequency	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avg Time	Avg Time/Cycle																											
PW	PRÁVNÍKŮ PRÁVNÍKŮ	34											29	4	0	4																									
PW	PRÁVNÍKŮ PRÁVNÍKŮ	36											25	3	0	5																									
PW	PRÁVNÍKŮ PRÁVNÍKŮ	40											22	5	0	6																									
PW	PRÁVNÍKŮ PRÁVNÍKŮ	40											22	0	0	3																									
PW	PRÁVNÍKŮ PRÁVNÍKŮ	70											31	6	0	2																									
PW	PRÁVNÍKŮ PRÁVNÍKŮ	35											28	0	5	9																									
PW	PRÁVNÍKŮ PRÁVNÍKŮ	35											33	3	4	6																									

## **Příloha č. 2**

### **Ganttův diagram pro operátora 2**

## Ganttův diagram pro operátora 2

