

**Vysoká škola logistiky o.p.s.**

**Uplatňování metod štihlé výroby  
ve vybrané společnosti**

(Bakalářská práce)

Přerov 2022

Jakub Žížka



**Vysoká škola  
logistiky**  
o.p.s.

## **Zadání bakalářské práce**

student

**Jakub Žižka**

studijní program  
obor

LOGISTIKA  
Logistika ve službách

Vedoucí Katedry bakalářského studia Vám ve smyslu čl. 22 Studijního a zkušebního řádu Vysoké školy logistiky o.p.s. pro studium v bakalářském studijním programu určuje tuto bakalářskou práci:

**Název tématu: Uplatňování metod štlhlé výroby ve vybrané společnosti**

**Cíl práce:**

Na základě analýzy současného stavu aplikovat metody MTM, VSM a OEE pro přechod na digitální sběr dat z výroby.

**Zásady pro vypracování:**

Využijte teoretických východisek oboru logistika. Čerpejte z literatury doporučené vedoucím práce a při zpracování práce postupujte v souladu s pokyny VŠLG a doporučeními vedoucího práce. Části práce využívající neveřejné informace uveďte v samostatné příloze.

Bakalářskou práci zpracujte v těchto bodech:

Úvod

1. Teoretická východiska dané problematiky
2. Představení společnosti
3. Analýza současného stavu
4. Návrhy a doporučení ke zlepšení současného stavu

Závěr

Rozsah práce: 35 – 50 normostran textu

Seznam odborné literatury:

GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

JUOVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.

KŘEKOVSÝ, Miloslav.VALSA, Ondřej. Moderní přístupy k řízení výroby. 3. doplněné vydání. Praha: C.H.Beck, 2012. 176 s. ISBN 978-80-7179-319-9.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Leo Tvrdoň, Ph.D., ALog.

Datum zadání bakalářské práce:

31. 10. 2021

Datum odevzdání bakalářské práce:

6. 5. 2022

Přerov 31. 10. 2021



Ing. et Ing. Iveta Dočkalíková, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Ing. Václav Cempírek, Ph.D.  
rektor

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a že jsem ji vypracoval samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Prohlašuji, že jsem byl také seznámen s tím, že se na mou bakalářskou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo. Beru na vědomí, že Vysoká škola logistiky o.p.s. nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro pedagogické, vědecké a prezentační účely školy. Užiji-li svou bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Vysokou školu logistiky o.p.s.

Prohlašuji, že jsem byl poučen o tom, že bakalářská práce je veřejná ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 47b. Taktéž dávám souhlas Vysoké škole logistiky o.p.s. ke zpřístupnění mnou zpracované bakalářské práce v její tištěné i elektronické verzi. Tímto prohlášením souhlasím s případným použitím této práce Vysokou školou logistiky o.p.s. pro pedagogické, vědecké a prezentační účely.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce, elektronická verze na odevzdaném optickém médiu a verze nahraná do informačního systému jsou totožné.

V Přerově, dne 19. 08. 2022

.....

podpis

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Leu Tvrdoňovi, Ph.D. za vedení, usměrnění práce a pevné nervy. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Pavlovi Hánělovi a jeho týmu za odborné rady a přístupu k transformaci z fyzického sběru dat na digitální.

## **Anotace**

Bakalářská práce se zabývá analýzou současného stavu sběru dat v podniku v rámci adaptace praktik štíhlé výroby a aplikování metod VSM, MTM a OEE pro přechod na digitální sběr dat ve výrobě. Hlavním cílem je pochopit aplikaci metod na zeštíhlování procesů a přijít s návrhy, které by současný stav dokázaly vylepšit. Teoretická část zahrnuje vysvětlení základních metodik a pojmů, které jsou v práci využívány. Praktická část se následovně zabývá analýzou sběru dat v podniku, aplikaci metod pro přechod na co nejefektivnější sběr dat pro potřeby podnikového managementu.

## **Klíčová slova**

Metoda měření času, mapování toku přidaných hodnot, celková efektivita zařízení, štíhlá výroba, Průmysl 4.0.

## **Anotation**

The bachelor thesis deals with the analysis of the current state of data collection in the company within the adaptation of lean manufacturing practices and the application of VSM, MTM and OEE methods for the transition to digital data collection in production. The main objective is to understand the application of the methods to lean processes and come up with suggestions that could improve the current state. The theoretical part includes an explanation of the basic methodologies and concepts that are used in the paper. The theoretical part then deals with the analysis of data collection in the enterprise and the application of methods to move to the most effective data collection for the needs of business management.

## **Key words**

Methods-Time Measurement, Value Stream Mapping, Overall Equipment Effectiveness, Lean manufacturing, Industry 4.0.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
1.1	Výstupy a očekávané přínosy práce .....	2
<b>2</b>	<b>Teoretická východiska</b> .....	<b>3</b>
2.1	<b>Průmysl 4.0</b> .....	<b>3</b>
2.1.1	Automatizace .....	5
2.1.2	Big Data .....	5
2.1.3	Robotizace .....	6
2.1.4	IoT (internet věcí) .....	7
2.1.5	Data management.....	7
2.1.6	Cloud computing .....	8
2.2	<b>Štíhlá výroba</b> .....	<b>8</b>
2.2.1	Zásady štíhlé výroby .....	9
2.2.2	Jidoka.....	11
2.3	<b>Principy zeštíhlování</b> .....	<b>13</b>
2.3.1	8 Muda .....	13
2.3.2	Mapa přidaných hodnot (VSM) .....	16
2.3.3	Metoda měření času (MTM) .....	18
2.4	<b>Celková efektivita zařízení (OEE)</b> .....	<b>19</b>
2.5	<b>Princip tahu</b> .....	<b>21</b>
2.5.1	Kanban.....	21
2.6	<b>Průmyslový informační systém – MES</b> .....	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>Praktická část</b> .....	<b>24</b>
3.1	<b>Představení společnosti</b> .....	<b>24</b>
3.1.1	Produktové portfolio.....	25
3.1.2	Představení projektu .....	27
<b>4</b>	<b>Analýza současného stavu</b> .....	<b>29</b>
4.1	<b>Analýza aktuálního stavu sběru dat ve firmě</b> .....	<b>29</b>
4.1.1	1 úroveň: Sběr dat ze stroje/procesu.....	30
4.1.2	2 úroveň: Sběr dat z linky.....	30
4.1.3	3 úroveň: Sběr dat z celého podniku .....	32

4.1.4	4 úroveň: Digitální sběr dat.....	35
4.2	<b>Mapa toku hodnot aktuálního stavu (VSM).....</b>	<b>36</b>
4.3	<b>Metoda měření času (MTM) současného stavu .....</b>	<b>42</b>
4.4	<b>Celková efektivita zařízení (OEE).....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b><i>Návrhy a doporučení ke zlepšení současného stavu.....</i></b>	<b>47</b>
5.1	Mapa toku hodnot budoucího stavu .....	47
5.2	Metoda MTM - její využití a návrh pro efektivnější sběr dat .....	50
5.3	OEE a využití počítačové simulace .....	52
<b>6</b>	<b><i>Závěr .....</i></b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b><i>Zdroje .....</i></b>	<b>56</b>



# 1 Úvod

Ve 21. století jsou informace největším korporátním bohatstvím. Consultingové a marketingové firmy by bez nich nevěděly, jak správně radit svým klientům nebo na jaký trh produkt cílit. Vědci by nenacházeli odpovědi na čím dál komplikovanější objevy, než kterých by standardní analýza pomohla dosáhnout. Politici by nevěděli, na jakou část obyvatelstva přesně mířit svoji kampaň.

Data mění svět kolem nás a není tomu jinak ani ve výrobních podnicích. Dynamická situace, ve které se výrobní podniky nacházejí, je rychlejší a méně předvídatelná než kdy předtím. Ve výrobních podnicích se pro udržení s konkurencí začala aplikovat filozofie průmyslu 4.0., která klade důraz na minimalizaci nákladů, rychlejší dodávky, efektivnější výrobu a výborný zákaznický servis. To vše se ale nemůže obejít bez datově podporovaných modelů a prognóz, které přidávají managementu jak operativní, tak strategickou výhodu.

Bakalářská práce se věnuje problematice, jak dojít k transformaci podniku, který sbírá data fyzickou formou (fyzický sběr dat – data se do zapisují a zakreslují do formulářů/tabulek ručně). Začít s fyzickým sběrem dat v podniku, kde se předtím na sběr dat nedbalo, je obrovský krok kupředu. Je možné se ale zároveň setkat s částečným odporem, kvůli práci navíc, kterou zaměstnanci musejí vykonávat. Je proto zapotřebí se zaměstnanci předtím, než se management pustí do aplikace velkých změn, vykomunikovat a představit jim plán na jejich implementaci, jak bude probíhat, jak se bude kontrolovat a dát jim prostor k vznešení jejich vlastních nápadů. V poslední řadě jsou to zaměstnanci, na kterých stojí celková efektivita podniku.

Sběr fyzických dat umožní hned ze začátku odhalit úzká místa a nesrovnalosti ve výrobním systému, nejzávažnější problémy se snažíte vyřešit v nejbližším možném časovém horizontu. To ale neřeší podstatu věci. Často, aby věci lépe fungovaly, a to obzvlášť ve výrobním systému, kdy je jeden subjekt napojen na x dalších, není možné řešit chyby operativně. Je potřeba celková analýza systému a následné redukování nadbytečných procesů, prostojů ve výrobě a také redukce nadbytečných zásob.

V praktické části jsou uvedeny praktické kroky k zavedení metod štíhlé výroby VSM a MTM do stávajícího provozu. Tyto metody jsou klíčové pro analýzu, vyhodnocení a optimalizaci výrobních procesů, a to zejména vyřazením redundantních úkonů a činností, které nepřidávají přidanou hodnotu.

OEE metrika je využita k analýze strojů, které jsou již implementovány do výrobních procesů, a podle jejich analýzy se dá následně vyvodit jejich místo pro zlepšení.

## **1.1 Výstupy a očekávané přínosy práce**

Hlavním výstupem bakalářské práce je analýza současného stavu sběru dat z podniku, spolupráce a popis metod VSM, MTM a OEE současného stavu. Následně bude na základě výsledků doporučeno, jak současný stav zlepšit.

Bakalářská práce popisuje část procesu, který podnik musí podstoupit předtím, než začne s implementací softwarového a databázového řešení. Práce by měla posloužit jako "návod" a řešení při přechodu na digitální sběr dat u výrobního podniku.

Implementací v práci využitých metod se výrobní proces stává optimální pro nastavení na automatický sběr dat a odpadá nutnost centrálního sběru dat fyzicky. Tímto se eliminuje vliv lidské chyby při sběru data, popřípadě mohou být analyzována s větší rychlostí a přesností.

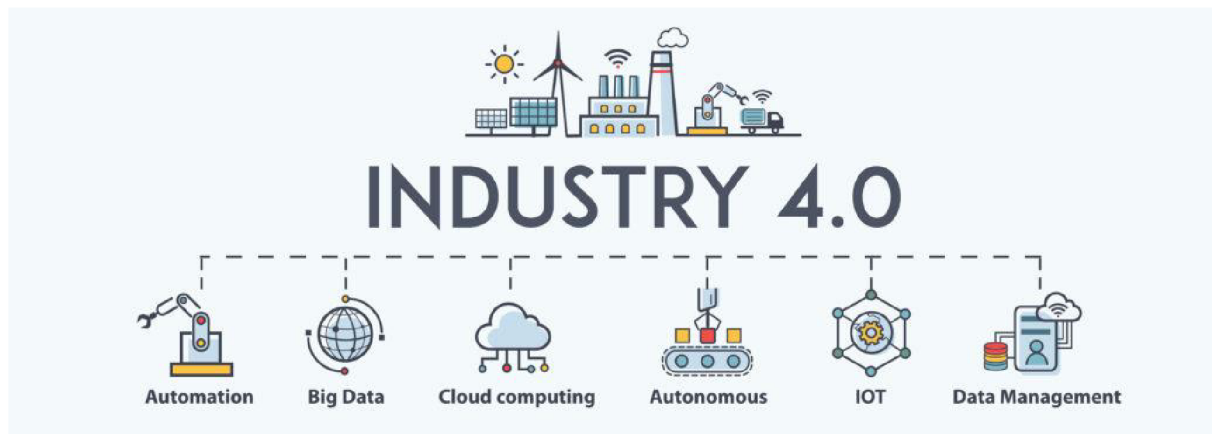
## **2 Teoretická východiska**

V této kapitole se budeme zabývat pojmy, které blíže souvisí s myšlenkou, principy a aplikací štíhlé výroby. Dále budou zmíněny základní informace o informačním systému, který je klíčový pro výrobní podnik na přechod myšlenky průmyslu 4.0. Popsány budou hlavní zásady štíhlé výroby, Jidoka, principy zeštíhlování a k jakému plýtvání nejčastěji v procesech dochází, VSM, MTM, OEE a systémy řízení výroby. Teoretická část popisuje širší část praktik a principů, které se využívají pro přechod na štíhlou výrobu, než je následně aplikováno v praktické části. To z důvodu pochopení celkového principu štíhlé výroby a přechod na využití modulů průmyslu 4.0.

### **2.1 Průmysl 4.0**

Průmysl 4.0 transformuje výrobní operace ze samostatných mechanizovaných výrobních jednotek na plně mechanizované nepřetržitě optimalizované výrobní prostředí. Vznikají nové globální sítě založené na propojení výrobních jednotek dohromady v síťovém fyzickém systému – CPS. Horizontálně propojené vertikální výrobní procesy v rámci podnikového systému, které flexibilně reaguje na okamžité a neustále se měnící potřeby produktů. To znamená, že společnosti reagují na individuální přání a požadavky zákazníků. a Poté lze produkty efektivně vyrábět v malých výrobních sériích. Fyzické prototypy jsou nahrazeny virtuálními návrhy produktů, výrobními zařízeními a výrobními procesy. Komunikace robotů, produktů a výrobních zařízení zvyšuje flexibilitu a efektivitu výrobního procesu. [1], [2]

Obr. 1 - Hlavní pilíře průmyslu 4.0



Zdroj:[3]

V samotném sousloví průmyslová revoluce, je samotné slovo "revoluce" nenahraditelné. První průmyslová revoluce u nás vypukla v 18. století, kdy James Watt přišel s vynálezem parního stroje, v této začínající industriální době bylo už dobře znám nerostný prvek, který dokázal v kotli udržovat konstantně takovou teplotu, aby vznikala pára a poháněla první mechanicky poháněné stroje. [4]

K druhé průmyslové revoluci dochází na konci 19. století. Toto období je spojeno s přechodem uhlí na elektrický proud a začínají se rýsovat první montážní linky. Jako jedni z prvních společností, Cincinnati přichází s dělbou práce a elektrizovanou výrobní linkou, která následně vedla k prvním úkazům masové výroby. [4]

Následující 3. průmyslová revoluce je často spojována s automatizací, elektronikou a rozvojem informačních technologií. Chronologie je však ještě kontroverznější než u předchůdce. Stejně jako je přechod od páry a uhlí k elektřině relativně logický, přechod od mechanizace k automatizaci je spíše výsledkem přirozeného evolučního procesu než revoluce. Počátky jsou nejčastěji zmiňovány od 2. poloviny 20. století. V té době byl vyroben první programovatelný logický automat (PLC). Slouží jako malý průmyslový počítač, který je naprogramovaný jako řídicí jednotka stroje, ve kterém je nahrán program, který se cyklicky spouští. [4], [5]

V poslední řadě 4. průmyslová revoluce. s hlavní směrnicí přišla německá vláda v roce 2011, kdy se chce stát světovou velmocí v její implementaci. V klíčové roli Průmyslu 4.0, kde klíčovou roli hraje internet je svazek několika technických disciplín, které napomáhají k automatizaci, digitalizaci a robotizaci podniku. Jednotlivé pilíře si popíšeme níže. [4], [5]

### **2.1.1 Automatizace**

Hlavním úkolem automatizace je zprostit člověka únavných nebo repetitivních procesů, které se v dnešní době dají jednoduše nahradit automaty, počítačovými algoritmy nebo praktikami umělé inteligence. Je to nahrazení složitého řídicího procesu z lidské činnosti na možnost komunikace mezi počítačovými systémy při komunikaci M2M a přenechání řídicího procesu na jejich nastavení. [6], [7]

Automatizace je strategickým nástrojem, který se dá využívat ve controllingu, řízení a vedení výrobního či administrativního procesu prostřednictvím automaticky nastavených činností. Hlavní složkou, jak k automatizaci přistupovat, je důkladné know-how procesu a zdravý rozum. Za automatizací v tuto dobu podle Happyho 4 hlavní faktory: [6]

- Globální konkurenční tlak
- Vzrůstající komplexita produktů a pracovních postupů
- Neustálé učení zaměstnanců
- Nálady a dostupnost technologie

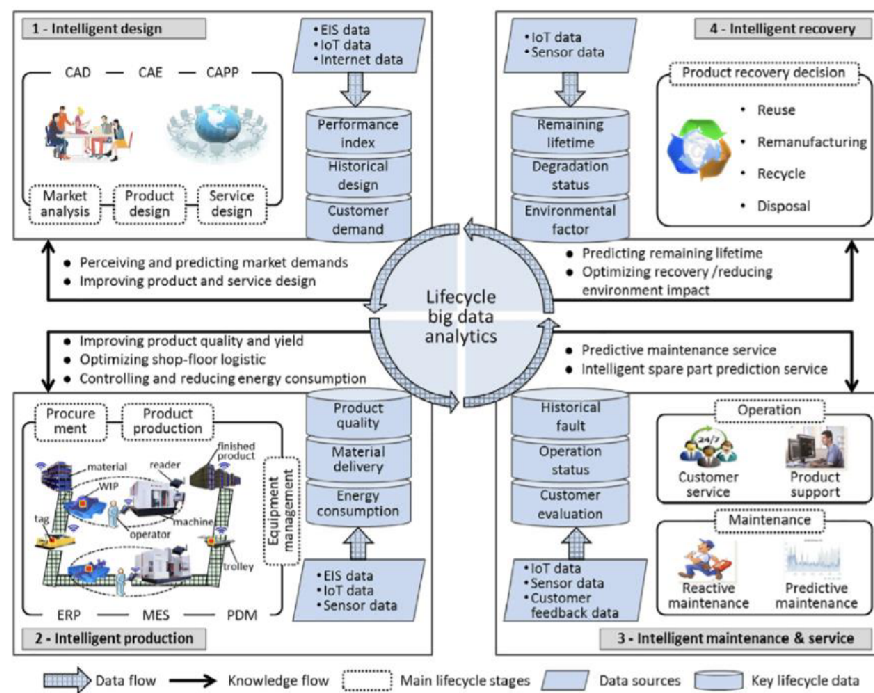
Velkým problémem pro zavádění automatizace v praxi je, že si management myslí, že pro zavedení automatizovaných prvků do podniku je vyžadováno vysokých investičních nákladů na hardware, software a nové procesy. Výsledkem je, že v důsledku nadměrných požadavků a investic může dojít k zavedení neefektivního nebo nekompatibilního výrobního systému. [6]

### **2.1.2 Big Data**

Data jsou velký fenomén 21. Století. Díky nim můžeme lépe řídit výrobní procesy, predikovat nákupní trendy anebo selektovat zákazníky. S přesnou definicí toho, jak big data popsat, se odborníci nedokáží shodnout. Můžeme říci, že jsou to kvanta generovaných dat ze subjektu, v našem případě výrobního podniku, která musejí být pravdivá, rozmanitá a rychle se generující. Hlavním konceptem, který big data představují, je jejich budoucí analýzu. [8], [9]

Architektura IT ve výrobním podniku pro BDA, by měla mít k dispozici jak data v reálném čase, tak být schopna nahlédnout do těch historických. Kde se nyní čelí problémům nekompatibilní architektury IT vybudované v minulosti, a to se následně promítá do vynaložených nákladů a přeškolení zaměstnanců či přijetí nových. [8]

Obr. 2 - Koncept architektury a analýzy velkých dat ve štihlém podniku



Zdroj: [8]

### 2.1.3 Robotizace

Robotizaci v průmyslové výrobě můžeme pojmut jako nahrazování často obtížných a precizních procesů, které člověk nedokáže provádět konstantně na automatizovaný stroj, který dokáže kontinuálně dodržovat standardy procesu a pracovat i v náročných podmínkách. [10]

**Roboty můžeme rozdělit do 4 stupňů dle rámce automatizace:**

1. Jedná se o stroje, které nepodléhají žádné míře automatizace, nebo zcela minimální. Jsou to stroje typu: univerzální soustruh, fréza, vrtačka nebo lis. Většina procesů při manipulaci s materiálem je závislá na pracovníkovi. [10]
2. Druhou kategorií jsou číslicově řízené stroje. Nastavení těchto strojů už probíhá pomocí nahrávání softwaru, které provádí obsluha. Jsou to stroje typu CNC nebo BOS (Bezobslužné obráběcí stroje). [10]
3. Třetím stupněm jsou automaty. Výrobní proces, který ve stroji vykonává práci bez většího zásahu člověka podle nastavených parametrů. Pracovníkův úkol je převážně v doplňování materiálu a kontroly, zda stroj běží v pořádku. [10]
4. Posledním stupněm jsou výrobní linky. Je to sestava více zautomatizovaných pracovních jednotek, které jsou na sebe navázané jak materiálovým tokem, tak

informačním. Na výrobní linku je průběžně přivážen materiál, a přitom dochází k opracování. [10]

#### **2.1.4 IoT (internet věcí)**

IoT neboli internet věcí, je síť technologických zařízení, které sbírají informace, které jsou naprogramované např. na radiofrekvenční identifikaci, laserové skenování nebo zjišťování polohy podle GPS. Hlavní myšlenkou IoT je sbírání, přenos a ukládání informací. Data jsou generována v reálném čase, tudíž jsme schopni je ihned analyzovat a rozhodovat se podle nich. Internet věcí lze rozdělit do tří vrstev: vrstva vnímání, síťová vrstva a aplikační vrstva. [11]

Vjemová vrstva je infrastrukturní vrstvou internetu věcí, která je odpovědná za shromažďování všech druhů datových informací o vybavení prostředí. Skládá se z různých typů senzorů a sensorových bran. Síťová vrstva používá pro komunikaci datové a bezdrátové sítě jako je například wifi nebo ethernet. Aplikační vrstva následně zpracovává všechna data, analyzuje, odstraňuje chybně naměřená data podle nastavených algoritmů a následně ukládá do databáze. [11]

#### **Aplikace IoT-technologie ve výrobě:**

V tomto případě můžeme uvažovat výrobní podnik jako palubní desku auta, kde řidič potřebuje vědět všechny potřebné informace. IoT ve výrobě se chová přesně tak. Dokážete z nasbíraných informací zjistit, jestli dodržíte plán výroby nebo jaký stroj generuje nejvyšší náklady na provoz. [12]

#### **2.1.5 Data management**

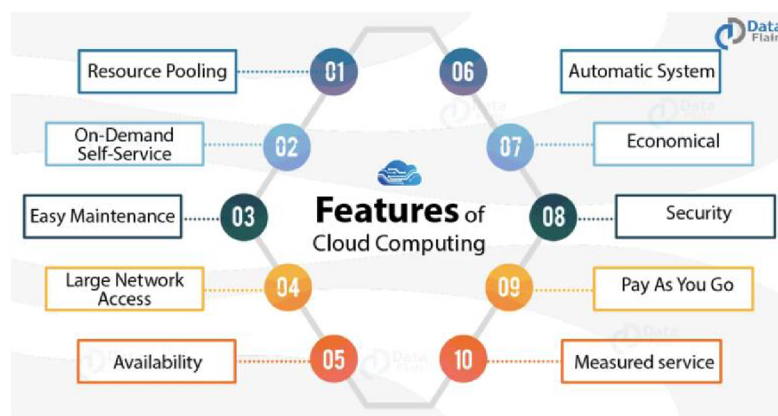
Správa dat je praxe bezpečného, efektivního a nákladově efektivního shromažďování, uchovávání a využívání dat. Cílem správy dat je pomoci lidem, organizacím a propojeným věcem optimalizovat využívání dat v mezích politiky podniku a předpisů tak, aby mohli přijímat rozhodnutí a opatření, která maximalizují přínos pro organizaci. Robustní strategie správy dat se stává důležitější než kdy jindy, protože organizace se při vytváření hodnot stále více spoléhají na nehmotná aktiva. [13]

Spravování dat v podniku zahrnuje nastavení pravidel, procedur a procesů jejich k jejich využívání. Příkladem může být, jak vytvářet a aktualizovat data v různých datových vrstvách a využívat je v různé škále datových analýz a aplikací modelů a algoritmů

k prosperitě podniku. Dále pak může být příkladem archivace a likvidace dat v souladu s plány uchování a požadavky na dodržování předpisů.

### 2.1.6 Cloud computing

Obr. 3 – 10 výhod cloud computingu



Zdroj: [14]

Cloud computing je výpočetní technologie, která poskytuje služby ukládání, sdílení a zpracování dat prostřednictvím vizualizovaných a škálováných zdrojů v síti. Díky své flexibilitě, sdílení a možnostem vzdáleného úložiště hraje cloud computing důležitou roli v analýze dat se zaměřením na Big data a rozsáhlejší analýzy, protože poskytuje přístupově orientovanou výpočetní infrastrukturu pro předplacené datové služby a aplikace. [14]

Účelem cloud computingu je přenést zátěž lokální sítě či hardwarového zařízení na shluk počítačů umístěný v datovém centru a škálovat tak výpočetní kapacitu na pracovní zátěž webového prohlížeče. Vzhledem k obrovskému objemu datových sborů

je nalezení optimálního řešení s výpočetní odolností proti chybám důležitým faktorem pro realizaci. [14]

## 2.2 Štíhlá výroba

Slovní spojení štíhlá výroba. Označujeme metody a způsoby optimalizace podniku, které se nezaměřují přímo na zvyšování tržeb ale v první řadě na snižování výrobních, přepravních, expedičních a administrativních nákladů, zeštíhlování výrobních procesů



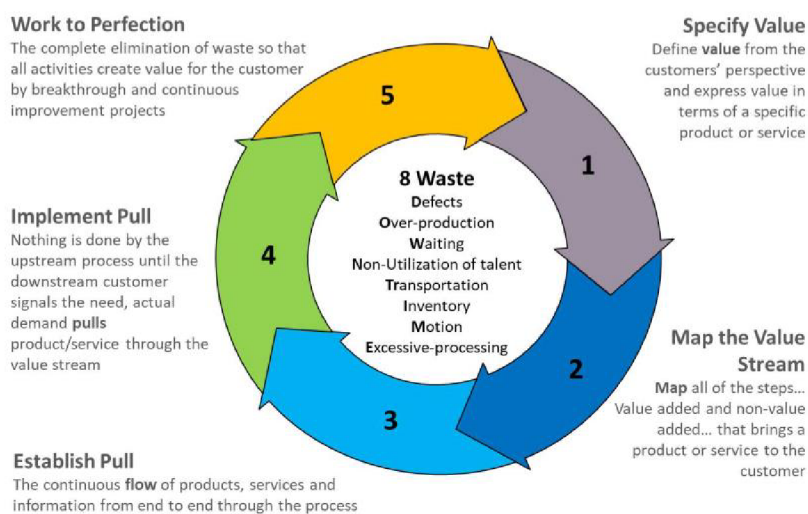
a zavádění výrobních informačních systémů. Hlavní koncept štíhlé výroby spočívá v tom, že na výrobní politiku firmy adaptujeme modifikační způsoby a metody, které mají eliminovat vznik chyb a zmetků při výrobě. Jedná se o PDCA cyklus, který se neustále opakuje. Z toho vyplývá, že podnik nikdy nebude schopný dosáhnout optimálního řešení výroby při nejmenších nákladech s nejvyššími zisky jelikož??? Nevim výrobní proces je zapotřebí neustále zdokonalovat s vývojem nových metod a technologií. [15], [16]

Prvně jsme se mohli doslechnout o štíhlé výrobě v jedné z Japonských firem Toyota. Hlavním zakladatelem za samotným systémem stojí Sakichi Toyoda dohromady s jeho syny a výrobním inženýrem Taichii Ohno. Společně vytvořili systém, který je nazýván. Toyota je do dnešního dne jeden z nejlépe aplikujících podniků štíhlé výroby na světě. V Evropě se metody štíhlé výroby začaly rozvíjet kolem 50. - 60. let 20. století. V poválečné době docházelo k masivnímu obnovení výroby ve většině výrobních podnicích. Chyběl však vstupní kapitál, a tak výrobci byli nuceni neustále snižovat náklady. V České republice můžeme považovat za průkopníka využití metod štíhlé výroby například Tomáše Baťu nebo Františka Čubu. [17]

### **2.2.1 Zásady štíhlé výroby**

Štíhlá výroba má určených 5 základních zásad. Jedná se o obecné zásady, nikoliv o fixní. Každý podnik má jinou výrobní filozofii a často se musejí principy modifikovat přímo na daný podnik. Mezi hlavní zásady patří definování přidané hodnoty u zákazníka, mapování toku hodnot, vytvoření materiálových toků, vytvoření systému tahu a cíl usilovat o preciznost na všech úrovních struktury firmy.

Obr. 4 - Hlavní principy štihlé výroby



Zdroj: [14]

### Definice přidané hodnoty u zákazníka

Definování, co vlastně přidává hodnotu produktu nejvíce u zákazníka, je jeden z hlavních úkolů při aplikování metod štihlé výroby, jelikož když proces nepřidává výrobku hodnotu, jsou to náklady navíc. Je důležité pochopit čeho si zákazník nejvíce cení z hlediska svých preferencí a potřeb, za co je skutečně ochotný zaplatit. Není vždy jednoduché dostat od zákazníka takový typ informací, jelikož on někdy sám neví, a to zejména u nových produktů, které se dostávají na trh. Existuje proto mnoho technik a způsobů, jako jsou různé typy marketingových průzkumů a demografických informací, které mu pomohou zjistit, co skutečně považuje za cenné. [18]

### Mapování toku hodnot

Druhým z hlavních principů je mapování toku hodnot neboli vytvoření VSM mapy. Pro tento krok je hlavním cílem vytvořit mapu výrobních, expedičních a informačních procesů, které přidávají výrobku přidanou hodnotu. Veškeré činnosti a procesy, které výrobku nebo službě přidanou hodnotu nepřidávají se musejí eliminovat v případě, že se žádá dosažení vyšší efektivity výroby. Touto problematikou se budeme nadále zabývat níže. [18]

### Vytvoření materiálového toku

Po odstranění výrobních procesů a činností, které nepřidávají výrobku přidanou hodnotu, musí dojít k tomu, aby mohl tok materiálu probíhat hladce bez zmetků a poruch výrobních zařízení. [18]

## **Princip tahu**

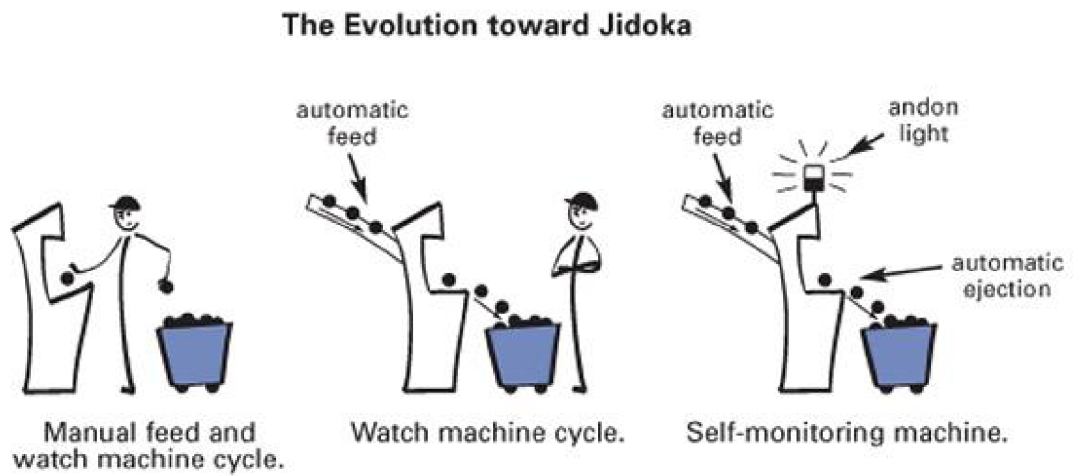
Zásoby jsou jedním z nejvíce zbytným subjektem ve výrobním podniku. Jedním z cílů systému založeném na trhu, je omezit zásoby a rozpracované položky (WIP) a zároveň zajistit, aby materiál byl k dispozici pro naplánovaný výrobní cyklus. Systém tahu umožňuje dodávky a výrobu JiT, kdy je materiál vyexpedován do výrobního podniku v moment kdy je daný materiál potřeba. Výroba se pak řídí podle chování poptávky. Sledování hodnotového toku a postupem zpět do výrobního systému lze zajistit, že vyrobené výrobky budou schopny uspokojit potřeby zákazníků. [19]

## **Osobní zodpovědnost**

Štíhlá výroba nejsou jen manažeři a výkonní pracovníci, kteří míří za neustálým zlepšením výkonnosti a snižování nákladů. Pro aplikaci tohoto principu je důležité, aby všichni pracovníci společnosti byli zaškolení, komunikovali a táhli za jeden provaz. Je důležité, aby pracovníkům byly dány jasně proveditelné úkoly a management se nesmí bát jim kompetence. Tím dojde ke zvýšení efektivnosti celého podniku. V neposlední řadě se nesmí zavírat dveře před jakýmkoliv nápadem pro zlepšení výrobního procesu od shop floor pracovníků. Důležité je jim dát šanci iniciovat změny a zapojit se do transformace výrobních operací, které právě oni znají nejlépe. [18]

### **2.2.2 Jidoka**

Jidoka je systém je hluboce zaměřený na automatizaci výrobní linky. Skládá se ze čtyř hlavních prvků: detekce problému, zastavení linky, okamžitá náprava problému či zajištění zamezení opakování dané situace.[15]



Zdroj: [20]

Hlavním cílem, kterého bychom měli u zavádění tohoto systému dosáhnout, je, že v případě vyskytnutí abnormality či chyby ve výrobě, která si žádá okamžitou akci, dojde k zastavení výroby a vyřešení problému. Pro zvyšování autonomnosti pracoviště je zapotřebí připravit pracoviště například na implementaci zařízení ANDON, který dokáže pracovníkům stroje poslat varovný signál. [15]

## 2.3 Principy zeštíhlování

Předtím, než se rozhodneme, jakkoliv digitalizovat a automatizovat výrobní proces celého podniku, je zapotřebí celý proces zeštíhlit. Snažíme se, abychom se v budoucnu nemuseli setkávat s častým přenastavováním celého výrobního systému právě kvůli zanedbání zeštíhlovacího procesu. Tato chyba by se mohla následně odrazit na vynaložených nákladech.

### 2.3.1 8 Muda

8 Muda znamená 8 způsobů, jakými může docházet k plýtvání přepravních, výrobních a personálních systémech podniku.

Obr. 6 - 8 Muda štihlé výroby



Zdroj: Vlastní zpracování

#### Doprava

Pod dopravou v tomto smyslu budeme chápat přesun osob, nástrojů, zásob, výrobků. Hlavním ukazatelem plýtvání v tomto případě je, když je s prvkem manipulováno více, než je nutné. U frekventovaného přesouvání materiálu vzniká vyšší pravděpodobnost, že dojde k jeho poškození. Doprava mezi jednotlivými výrobními procesy by měla být co nejkratší a nejjednodušší, aby se zabránilo zbytečným, prostojům nebo kolizím . [21]

Nadměrný pohyb osob a zařízení může navíc vést ke plýtvání času při nastaveném výrobním plánu, opotřebením stroje, vyčerpáním. Mezi protiopatření proti plýtvání

při přepravě patří vytvoření linky ve tvaru písmene U a vytvoření jasně definovaného materiálového toku mezi procesy a neprodukování nadměrného množství rozpracované výroby. [21]

### **Nadbytečné zásoby**

Nelehce se uvažuje o nadbytečných zásobách jako o něčem, co by nám mohlo dělat do budoucna starosti. Často nás můžou zmást dodavatelské slevy, které nám nabízejí velké množství zboží za menší cenu. Držením těchto aktiv ale přicházejí problémy typu vad výrobků nebo poškození materiálu při manipulaci či výrobě, neefektivní alokace kapitálu a problémy skryté v zásobách. Nadměrné zásoby mohou nastat u špatně nastaveného plánu výroby nebo špatné analýzy trhu a vyprodukování mnoha neprodejných produktů. [21]

Do plýtvání skladového prostoru by mohl být zařazený již nepoužívaný hmotný majetek (např. stroje), se kterými se nikdo nevypořádal v minulosti, rozpracované výrobky ze staré kolekce nebo výrobky, po kterých už není žádný zájem. Mezi případná opatření, jak nadbytečným zásobám předcházet, je obnovující se ABC XYZ analýza. Podle ní můžeme určit fluktuující zásoby materiálu a případně měnit nákupní úrovně a strategie. [21]

### **Nadbytečný pohyb zaměstnance**

U nadbytečného pohybu zaměstnanců mluvíme o "každém" pohybu, který nepřidává výrobku přidanou hodnotu ve chvíli výroby. Může jít o neustále organizování pracovní plochy, zbytečná chůze nebo nechůz z práce. Procesy, které vyžadují zbytečně nadměrný pohyb, by měly být optimalizovány jako první a přepracovány tak aby se zlepšila produktivita personálu, který proces vykonává. Ta by zároveň měla být v souladu s jasně nastavenými normami bezpečnosti a zdraví na pracovišti. [21]

### **Zbytečné prostoje ve výrobě**

Plýtvání, ke kterému může docházet ve výrobě směřuje hlavně k prostojům mezi jednotlivými procesy a může tak vznikat nadbytečná zásoba. Dalším závažným prostojem může být nefunkčnost daného stroje, ať už kvůli špatně naplánované odstávce/údržby nebo neočekávané situaci. Proto se snažíme odstávky a údržbu stroje naplánovat, tak aby měla co nejmenší dopad na výrobu a správným proškolením pracovníka u stroje, aby se vyvarovalo zbytečným chybám při jeho manipulaci. [21]

## **Nadprodukce**

Nadprodukce se nám může zdát jako dobrý nápad, pokud chceme eliminovat problém, že pokud si zákazník objedná nabízený produkt, jsme mu schopni vyhovět ihned. S tím ale přicházejí náklady na skladování, neseme riziko, že se produkt poškodí a po vyrobení nemáme možnost výrobek, jakkoliv modifikovat, pokud si to zákazník přeje (samozřejmě že závisí na druhu produktu). Může také zapříčinit to, že po daném produktu klesne neočekávaně poptávka, jako jsme to mohli vidět nyní během globálně-ekonomické krize, kterou způsobil COVID-19. Abychom jsme byli schopni tomu zabránit tak podnik může přejít na výrobní metodu „pull“ kde se neřídí předpoklady poptávky po produktu, ale začíná se vyrábět až když přijde objednávka od zákazníka. [21]

## **Overprocessing**

Overprocessing neboli, vykonávání více kroků v procesu, než je nutné je již dlouhodobý problém. Ve výrobě to může znamenat, že požíváme nákladnější stroj, než je na daný výrobek nutné, využití větší počet personálu na linku, než je nutné nebo provedení zbytečně moc testů. Všechny tyto procesy mají za příčinu vyšší vynaložení peněžních prostředků, které bychom v jiném případě mohli využít na druhou nejlepší příležitost. [21]

## **Výrobní zmetky**

Vada se projeví, když výrobek není vhodný k použití. To obvykle vede k přepracování nebo vyřazení výrobku. Oba výsledky jsou neekonomické, protože zvyšují provozní náklady, aniž by přinesly zákazníkovi jakoukoli hodnotu. Zde jsou čtyři opatření proti vadám. Za prvé, vyhledejte nejčastější vadu a zaměřte se na ni. Za druhé, navrhněte proces pro odhalování abnormalit a nepředávejte žádné vadné položky v průběhu výrobního procesu. Za třetí, přepracujte proces tak, aby nevedl k vadám. A nakonec použijte standardizaci práce, abyste zajistili konzistentní výrobní proces, který je bez vad. [21]

## **Nevyužitá zaměstnanecké dovednosti**

Jako posledním pilíř zdroje plýtvání tu máme nevyužitá zaměstnanecké dovednosti. Tento typ plýtvání není zmiňován v TPS, ale spousta lidí si je vědomo tohoto faktu. Může to být nazýváno taky jako plýtvání lidskou vynalézavostí a talentem. Dochází k tomu hlavně v podnicích, kde se management uzavře před zaměstnanci a komunikace společně se vztahy mezi těmito dvěma tepnami podniku je na velice slabé úrovni. [21]

Při tomto pohledu je úkolem zaměstnance jen plnit úkoly a vykonávat jasně předepsanou práci. Tím, že do výrobního plánu nejsou zapojeny zkušenosti a znalosti pracovníků, kteří často znají podnik lépe, než sám management, je potřeba zapojovat a nastavit komunikační toky mezi výrobní linkou a managementem, právě protože zaměstnanci, kteří vykonávají produkční část, jsou nejspolehlivější identifikovat problém a navrhnout řešení pro jejich zlepšení. [21]

### 2.3.2 Mapa přidaných hodnot (VSM)

VSM je metoda vizualizace materiálových a informačních toků ve výrobním podniku. Je klíčovou součástí metodiky štíhlé výroby a analyzuje se od dodavatele až po konečného zákazníka. Stejně jako jiné typy vývojových diagramů používá systém symbolů pro znázornění různých pracovních činností a informačních toků. VSM je užitečný zejména při hledání a odstraňování plýtvání. Položky jsou mapovány jako přidávající nebo nepřidávající hodnotu z pohledu zákazníka s cílem vykořenit položky, které hodnotu nepřidávají. Nejedná se o statický soubor, časem se musí aktualizovat, aby byl neustále aktuální. [22]

#### **úrovně VSM, které můžeme v podniku analyzovat:**

1. Supply chain podniku
2. Procesy výroby produktu
3. Výrobní procesy linky

Hlavní myšlenkou VSM je analýza současného stavu toku hodnot a předpokladu toho budoucího. Důležité je identifikovat procesy, které přidávají produktu hodnotu a procesy, které produktu přidanou hodnotu nepřidávají. V tom případě jsme schopni vypočítat celkovou dobu výroby (TPLT). Z toho jsme schopni vypočítat efektivitu  $x$  výrobní linky jako zlomek kdy do čitatele dosadíme proměnou (TVAT), která tvoří celkový čas přidané hodnoty a do jmenovatele proměnou (TPLT). Výsledek nám určí efektivitu dané linky, či dodavatelského řetězce. [23]

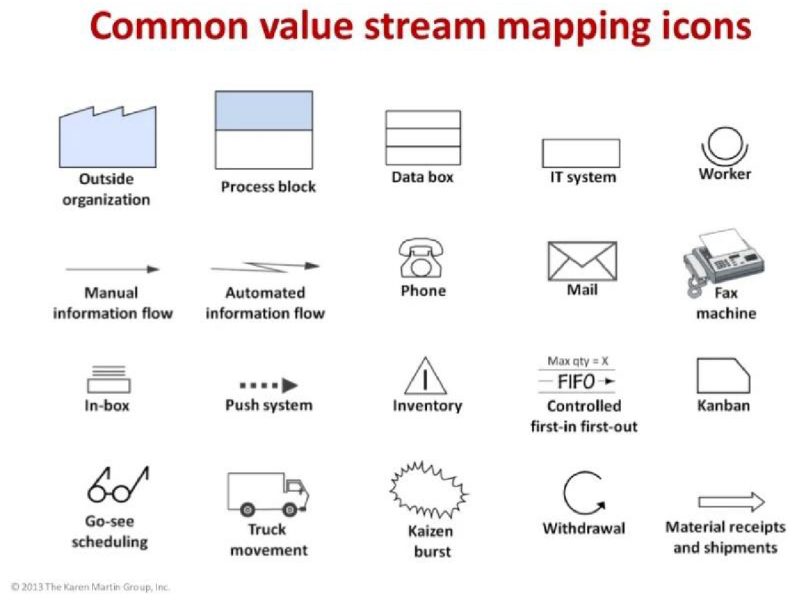
$$x = \frac{TVAT}{TPLT} \quad (1)$$

S odkazem na současný stav VSM analyzujeme plýtvání vznikající neschopnosti, neefektivitu a nespolehlivostí informací, času, peněz, prostoru, lidí, strojů, materiálů a výrobních nástrojů při řízení zpracování v organizaci a podle toho vytváří iniciativy



ke zlepšení. Po identifikaci navrhne VSM budoucího stavu s vyznačením, kde chceme věci upravit a kde je potřeba se neustále zlepšovat. [23]

Obr. 7 Seznam ikon využívaných ve VSM mapě



Zdroj: [24]

Popis nejdůležitějších ikon využívaných v mapování toku hodnot:

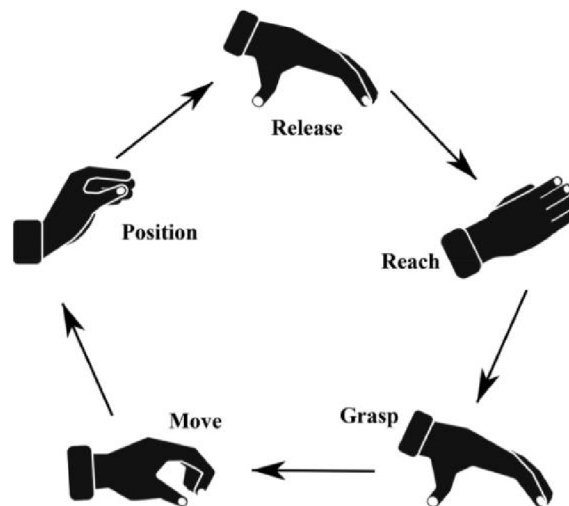
- **Externí organizace:** Jsou to zákazníci, dodavatelé a externí třetí strany, kterým outsourcujeme procesy v toku hodnot. [24]
- **Procesní blok:** Procesní blok nese hlavní funkci procesu ve formátu slovesu + podstatné jméno a název funkce. [24]
- **Datový blok:** Obsahuje specifické informace pro proces, jako je doba procesu, doba realizace procesu nebo procento úplnosti a přesnosti procesu. Může také obsahovat frekvence šarže, procentuální účinnost a další defekty procesu. Datové blok se většinou nachází pod procesním blokem. [24]
- **Manuální tok informací:** Ikona se šipkou znázorňuje tok informací od lidí k IT systémům a od IT systémů k lidem. Hrot šipky označuje směr toku informací. [24]
- **Příjem a odesílání materiálu:** Znázorňuje pohyb materiálu, jako jsou suroviny, díly a hotové výrobky. [24]

### 2.3.3 Metoda měření času (MTM)

MTM můžeme definovat jako nástroj pro popis, strukturování, konfiguraci a plánování produkčních procesů prostřednictvím definovaných procesních modulů, které jsou efektivním vzorem výrobního systému. Lze je využít všude tam, kde je třeba plánovat, organizovat lidské úkoly a usilovat o maximalizaci efektivity provedení. [25]

Metoda MTM je založena na následujících pěti základních pohybech: dosáhnout, uchopit, posunout, umístit a uvolnit. Tyto pohyby tvoří 80–85 % pohybů, které člověk dokáže ovlivnit. Může se následně ještě dělit na: vyvinout tlak, oddělit, otočit, pohyb těla a zrakové funkce. [25], [26]

Obr. 8 – 5 základních pohybů MTM analýzy



Zdroj: [27]

Pro zpracování MTM analýzy mohou být použity následující zdroje dat: [25]

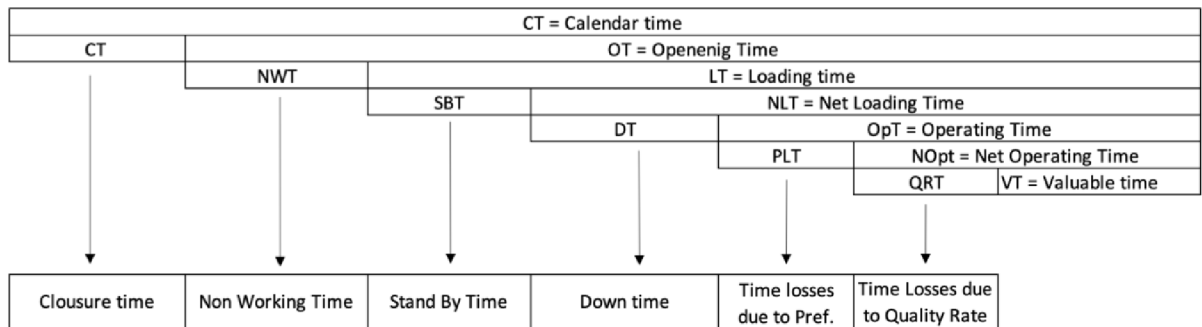
1. Přímé pozorování pracoviště pověřeným analytikem procesu
2. Analýza prostřednictvím pořízených videonahrávek
3. Dokumenty (např. plány procesů a technické údaje o produktech)
4. Simulace pohybů navržené analytikem
5. Zkušeností vedoucích výroby a procesních inženýrů firmy

Po shromáždění údajů se data analyzují, vyhodnocují a balancují. MTM metodu je možné kombinovat i s dalšími metodami, které umožňují zvýšení produktivity ve vyhodnocených oblastech. [25]

## 2.4 Celková efektivita zařízení (OEE)

OEE je jednou z nejdůležitějších metod TPM, která popisuje OEE jako metodu pro monitorování a zlepšování skutečného výkonu stroje ke vztahu k jemu provoznímu potenciálu za ideálních výrobních podmínek. OEE se zaměřuje na celé výrobní prostředí, na použitelnost zařízení a také na efektivitu výroby.

Obr. 9 Diagram klasifikace ztrát v OEE



Zdroj: [29]

- CT – doba kdy je podnik uzavřený, státní svátky, náhlé události
- NWT – nedostatek poptávky, nedostatek zásob, generální opravy linek, bezpečnostní cvičení
- SBT – plánovaná údržba, kvalita kontroly u linky
- DT – poruchy, reaktivní nastavení údržby
- PLT – mikro stávky, spuštění, vypnutí. Zahřátí
- QRT – zmetky, defekty

Jakýkoliv ukazatel efektivnosti, lze definovat jako poměr mezi tím co mělo být teoreticky vyrobeno, a tím co bylo vyrobeno ve skutečnosti. [29]

$$E = \frac{\text{Actual Output}}{\text{Theoretical Output}} \quad (2)$$

Kde „Aktuální výstup“ se vztahuje ke skutečnosti odpovídající produkci, kdy zařízení pracuje za optimálních provozních podmínek. „Teoretický výstup“ odpovídá časovému intervalu který je ideálně využitelný pro výrobu. Hlavní rozdíl mezi teoretickým a skutečným časem lze vyčíslit jako důsledek mnoha příčin neefektivit (tj. skrytých ztrát), které postupně snižují podíl času, v němž může stroj pracovat. Vycházíme-li

ze struktury klasifikace ztrát, můžeme snadno definovat vzoreček pro OEE s použitím teoretického času. [29]

$$OEE = \frac{\text{Valuable Time}}{\text{Net Loading Time}} \quad (3)$$

Je dobré zmínit že OEE lze získat jako součin tří veličin: Dostupnost, Míra výkonnosti a Míra kvality, který se dá odvodit z tohoto vzorečku: [29]

$$\begin{aligned} OEE &= \frac{OpT}{NLT} * \frac{NOpT}{OpT} * \frac{VT}{NOpT} \\ &= \frac{NLT - DT}{NLT} * \frac{OpT - PLT}{OpT} * \frac{NOpT - QRT}{NOpT} \\ &= \frac{NLT - DT}{NLT} * \frac{MI * CT}{OpT} * \frac{DF}{MI} = A * P * Q \end{aligned} \quad (4)$$

Kde: CT .... Ideální doba cyklu

MI .... počet vyrobených položek,

DF .... počet zmetků

PLT a QRT jsou vypočteny pomocí těchto rovnic:

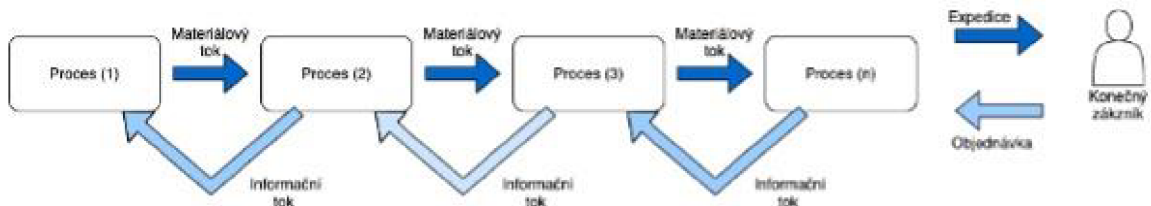
$$PLT = \left( \frac{OpT}{CT} - MI \right) * CT = OpT - MI * CT \quad (5)$$

$$QRT = (MI - DF) * CT \quad (6)$$

## 2.5 Princip tahu

Princip tahu je definovaný jako výrobní systém na základě požadavku zákazníka. Informační tok nám teče na odlišnou stranu než materiálový tok. Omezujeme tak WIP produkty, které se nám nenaskladňují a nevytváří úzké místo výroby. Vše je koordinováno pomocí Kanban systému, který si popíšeme níže: [30]

Obr. 10 - Pull systém výroby



Zdroj: Vlastní zpracování

### 2.5.1 Kanban

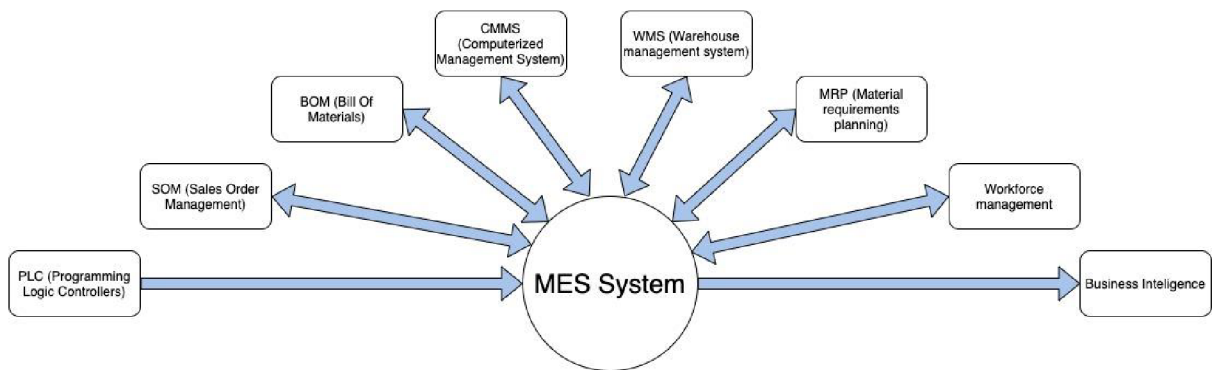
Takzvané Kanbany jsou fyzické či digitální "výrobní karty", které pomáhají k organizaci, vyrovnání materiálového toku a vyhýbání se případných chyb. Nemusí se však vždy jednat jen čistě o výrobní prostředí. Kanban systém je snadno aplikovatelný i v administrativním prostředí. Silnou stránkou systému je hlavně zefektivnění materiálového toku a komunikace v produktovém řetězci. [30]

## 2.6 Průmyslový informační systém – MES

Průmyslový informační systém MES, je jedním z neznámějších softwarových řešení pro výrobní úroveň podniku. Jeho základní funkce zahrnují rozplánování celé výroby až po dílčí výrobní operace jednotlivých pracovišť. Mezi nejdůležitější funkcionality MES patří sběr dat z výrobního procesu. S rozvojem práce se samotnými daty bylo nutné začít řešit jejich uspořádávání, vyhodnocování a následnou archivaci. MES k tomuto účelu vytváří jednoduše dostupné SQL databáze. Již v 20. letech 21. století se přecházelo na uspořádávání dat na cloudových serverech ve velkých IT korporacích. [31]

Jako hlavní elementy ekosystému MES můžeme považovat PLC, které s ním po internetu komunikují. Následně pracuje s daty branné z SOM, BOM, CMMS, WMS, MRP, Workforce management, které si popíšeme níže, výstupem jsou roztříděná data, které systém posílá data do Business intelligence pro taktický a strategický management. [31]

Obr. 11 - Integrace subjektů se systémem MES



Zdroj: [32]

### **PLC (Computer Logic Controler)**

PLC neboli programovatelný logický automat, je zařízení s příslušným hardwarem, který slouží jako řídicí jednotka stroje, přes kterou je schopný posílat a přijímat data. PLC se skládá z dvou hlavních částí a tím je procesor a I/O moduly (vstup a výstup pro komunikaci v reálném čase s procesorem). [31]

### **OMS (Sales Order Management)**

Systém řízení objednávek je nástroj, který pomáhá řídit proces mezi zadáním objednávky zákazníkem a odesláním produktu zákazníkovi. Sleduje prodej, skladové zásoby a realizaci. Zajišťuje, aby všechny procesy byly realizovány a zákazníci byli informováni [31]

### **BOM (Bill of Materials)**

Zkratka BOM (Bill of material) znamená detailní dokument všech součástí, které jsou potřeba k danému produktu. [31]

### **CMMS (Computerized Maintenance Management System)**

Počítačový systém řízení údržby je software, který má za úkol centralizovat informace o údržbě strojů a usnadňuje jejich procesy. Pomáhá optimalizovat využití a dostupnost fyzického vybavení, jako jsou vozidla, stroje, komunikace, infrastruktura závodu a další aktiva. Základem takového systému je databáze, ve které nalezneme informace o majetku firmy, u kterého je zapotřebí údržba a také o materiálech a procesech k tomu zapotřebí. [31]

### **WMS (Warehouse Management Systém)**

System řízení skladu je software, který má na starosti chod skladu. To znamená, že dbá na to, aby úkoly přijaté z objednávky byly plněny správně a včas. Skladníkovi přesně řekne, jaké zboží vzít a kam ho přinést. Podle zákazníka nám i určí jaké balení použít, pokud se jedná o proces, kdy zboží expedujeme. [31]

### **MTP (Material Requirements Planning)**

System plánování materiálových požadavků je plánovací a rozhodovací nástroj používaný ve výrobním procesu, který na základě prognóz analyzuje aktuální stav zásob v porovnání s výrobní kapacitou a potřebou výroby zboží. MRP plánuje výrobu podle kusovníků a zároveň minimalizuje zásoby. Tato technika je počítačově řízená a zkoumá požadavky v rámci stanoveného období. [31]

### **Workforce Management**

Řízení pracovních sil se zabývá hlavně optimalizací produktivity zaměstnanců, kde podle předešlých objednávek a využívání zaměstnanců plánuje jejich pracovní sílu a vytváří rozvrh zaměstnanců pro splnění konkrétních úkolů na hodinové bázi. [31]

### **Business Intelligence**

Business intelligence (BI) označuje procesní a technickou infrastrukturu, která shromažďuje, uchovává a analyzuje všechna data vzniklá při činnostech společnosti. BI je široký pojem, který zahrnuje dolování dat, analýzu procesů, srovnávání výkonnosti a popisnou analýzu. BI analyzuje veškerá data generovaná podnikem a předkládá snadno stravitelné přehledy, výkonnostní měřítka a trendy, které slouží jako podklad pro manažerská rozhodnutí. [31]

### 3 Praktická část

V praktické části práce se věnuji představení podniku a analýze současného stavu sběru dat v podniku. Představím projekt, který je důležitou součástí přechodu podniku z fyzického na digitální sběr dat a adaptování metodiky štíhlé výroby. Za pomoci VSM mapy současného stavu, bude možno určit, které procesy ve skutečnosti nepřidávají žádnou přidanou hodnotu výrobkům a jsou v tom případě redundantní, a které, ve skutečnosti přidávají finálnímu produktu hodnotu.

Z výsledků MTM analýzy budeme schopni určit jaké procesy je možné zefektivnit, jak jsou časově vyvážené provozní linky, a v neposlední řadě zauditovat již aplikovanou metodiku 5S. Filozofie této metody se zavedla v podniku již v minulosti. Jako poslední se podíváme na parametr OEE a jeho využití v pilotním zapojení 10 strojů v podniku. Budeme díky němu analyzovat a monitorovat produkční schopnost strojů, odhalovat defekty, lépe plánovat jejich údržbu za docílení minimálních ztrát.

#### 3.1 Představení společnosti

Podnik si nepřeje být zmiňován z důvodu sdílení interního know-how. Z toho to důvodu budeme podnik chápat fiktivním jménem jako: **Podnik XYZ**

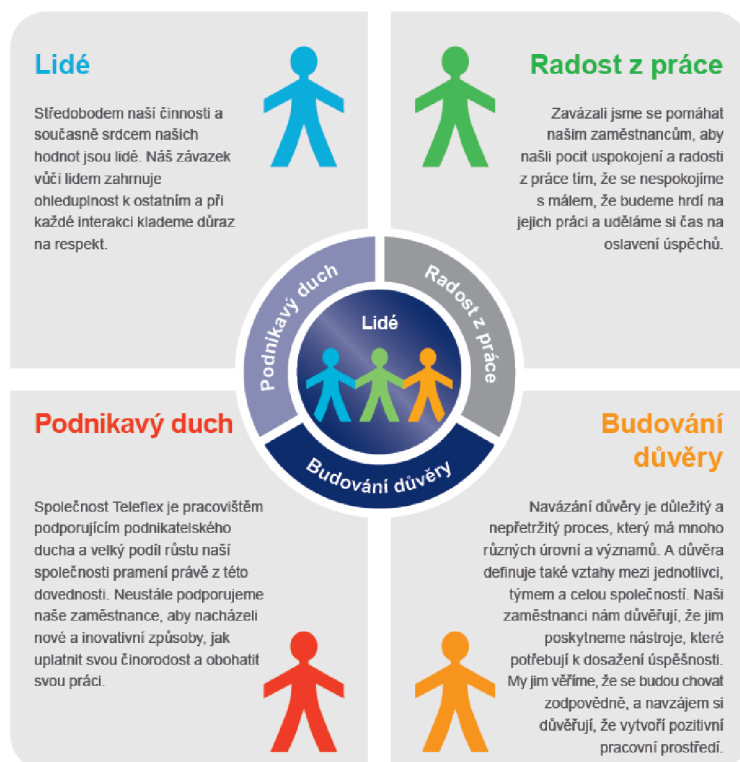
Podnik XYZ je mezinárodní dodavatel lékařských technologií se zaměřením na účelové inovace produktů, čímž neustále cílí na prospívání celosvětové komunitě. Neustále se snaží identifikovat nenaplněné klinické potřeby ve prospěch pacientů a poskytovatelů lékařských služeb. Portfolio podniku je velmi rozsáhlé a zahrnuje produkty pro použití v oblasti cévního a intervenčního přístupu, chirurgie, anestezie, kardiologie, urologie, urgentní medicíny a ventilace. [33]

Z návštěvy podniku je potřeba vyzdvihnout jejich firemní kulturu, která odráží adaptaci metod štíhlé výroby. Spokojenost zaměstnanců ve firmě a nastavení správné firemní kultury, je pro úspěšnou aplikaci metod a změn klíčovým pilířem.



## Matice klíčových hodnot podniku:

Obr. 12 - Matice klíčových hodnot podniku



Zdroj:[33]

### 3.1.1 Produktové portfolio

Všechny produkty jsou používány buď přímo na operačním sále, nebo u lůžka pacienta na lékařské zařízení. Produkt musí splňovat přísné interní a externí normy. Produkt musí být 100% spolehlivý z důvodu uplatnění v praxi. Všechny výrobky jsou vyráběny ve sterilizovaném prostředí a řádně testovány v tamních laboratořích. [33]

Jak jsem již zmiňoval výše, podnik se orientuje v následující produkci lékařských technologií:

- Oblast cévního a intervenčního přístupu
- Chirurgie
- Anestezie
- Kardiologie
- Urologie
- Urgentní medicíny
- Ventilace

## Cévní a intervenční přístup

Produkty pro cévní a intervenční přístup jsou vybaveny antimikrobionální a antitrombotickou ochranou navrženou ke snížení vaskulárních komplikací. Jedná se hlavně o dlouhodobé a krátkodobé žilní katetry (CVC), arteriální kanyly a periferně zařaditelné centrální katetry (PICC). [33]

*Obr. 13 - Produkt pro arteriální přístup*



*Zdroj: [33]*

## Urgentní medicína

Podnik se snaží všechny výrobky pro urgentní medicínu konstruovat s ohledem na kritický časový faktor a jednoduchou technikou zavádění s dostatečnou tuhostí proti zlomení. [33]

*Obr. 14 - Set pro aplikaci tekutin s vysokým průtokem*



*Zdroj: [33]*

### 3.1.2 Představení projektu

Bakalářská práce je úzce spojena s projektem, který provádí firma externí firma. Firma má nestarost se spolupráci z týmem z podniku XYZ, implementovat softwarové a hardwarové řešení digitálních sběr dat a ANDON systému pro výrobní podnik. Jedná se o část MES systému s těmito moduly:

- **AN – Modul ANDON:** Modul Andon obsahuje funkce vycházejících z teorie o systému Andon. např. zadání hlášení formou stlačení tlačítka na skříňce nebo na dotykovém panelu, automatickou registraci nahlášeného problému a jeho rozeslání a reporting, automatické rozeslání SMS nebo emailů nebo eskalační mechanismus při překročení časových limitů trvání poruchy.
- **PV – Module Plant View:** Modul plant view obsahuje vizualizace aktuálního stavu plnění plánu výroby, zmetkovost, vizualizace stavu stroje (výroba, prostoj, seřizování, oprava, přestávka apod.)
- **PA – Modul Performance Analyser:** Modul Performance Analyser zahrnuje monitorování navolených KPI výroby jako například OEE, MTTR, prostoje, výkonnost, kvalitu atd. To vše je zajištěno díky on-line monitorování strojů a výrobních linek, čtení signálů přímo ze strojů nebo SQL databázi, připojení k CNC, PLC, senzorům, svorkám nebo čtečkám čárových kódů a dalším zařízením.

Všechny systémové aplikace poběží na SQL interní databázi. Propojení mezi uživatelem a systémem bude zajišťovat 55" dotyková obrazovka, která bude u každé linky. Pro vizualizaci dat ve výrobě budou využity větší LCD monitory pro přehlednost a čitelnost.

#### **Hlavní případy užití systému:**

Team leader nebo operátor bude mít pro svou linku/pracoviště možnost zadat na centrálním terminálu ANDON nepříznivý stav zmáčknutím tlačítka na obrazovce, kdy se rozsvítí světlo ANDON systému podle zadaného požadavku. V té samé chvíli se zaregistruje informace o náhlé události a rozešle se podle nastavení email či SMS. Moduly PV a PA budou napojeny na SQL databázi, která bude propojena s interním cloudem pro snadnější přístup k datům odkudkoliv a jejich sdílení a vytváření modelů v reálném čase.

Obr. 15 - Vizualizace KPI z výrobní linky z projektového programu



Zdroj: [34]

## 4 Analýza současného stavu

V této kapitole se budeme věnovat aktuálnímu stavu sběru dat v podniku. Analýza je zaměřena na 3 úrovně sběru dat fyzickým způsobem a popisu procesů jejich zpracování. Kapitola dále popisuje také 4. úroveň, která znamená již přechod na digitální sběr dat v rámci pilotního projektu Plantyst, který v podniku probíhal po dobu jednoho měsíce.

### 4.1 Analýza aktuálního stavu sběru dat ve firmě

Hlavním úkolem analýzy současného stavu je zjistit, jak nyní podnik získává data z výroby za účelem jejich analýzy a monitorování. Data jsou nezbytnou položkou pro řízení celkového výrobního systému a jeho podsystémů. Co nemonitorujeme, to neřídíme, je jedna z hlavních filozofií tamního managementu. K fyzickému sběru dat můžeme připsat ihned několik kladných bodů:

- Odhalení úzkých míst a prostojů ve výrobním systému bez vynaložení vyšších nákladů
- Managementu se rozšíří prostředky po operativní rozhodování a plánování
- Možnost jejich analýzy

Fyzický sběr dat z výroby má i několik nevýhod. Lidský faktor nese v zapisování dat velkou roli a často se může stát, že pracovník chtěně/nechtěně data zmanipuluje, kvůli např. splnění požadovaného plánu výroby. Tato situace může nadále spustit řetězec reakcí, které povedou ke ztrátám podniku. Chybné zapsání dat může mít také vliv na jejich širší analýzu. Pokud do modelu nahrajeme nepřesná data, dojde k větší odchylce od reality, než se kterou počítáme, a to vede následně implikuje špatná operativní rozhodnutí.

**Sběr fyzických dat můžeme rozdělit do 3 úrovní:**

1. úroveň: Sběr dat ze stroje/procesu
2. úroveň: Sběr dat z linky
3. úroveň: Sběr dat z celého podniku

Následuje 4. úroveň sběru dat, kdy již vše probíhá automaticky a zapisuje se do databáze. Následně probíhají vizualizuje na všech úrovních řízení.

#### 4.1.1 1 úroveň: Sběr dat ze stroje/procesu

Fyzický sběr dat ze stroje/procesu probíhá jednoduchým způsobem. Pracovník, který je zodpovědný za dané pracoviště, obdrží na začátku směny denní plán výroby, kde je rozepsáno kolik produktů má být za daný den vyrobeno. Podle počtu výrobků připadá na pracovníka určitý počet produkčních cyklů, kterými musí polotvar produktu projít.

*Obr. 16 - Sběr dat - Úroveň 1 - Výrobní linka*



*Zdroj: Vlastní obrázek*

V průběhu/po ukončení směny je zapsáno, kolik výrobků/procesních cyklů bylo úspěšných (nevznikl defekt), nebo kolik bylo neúspěšných (vznikl zmetek).

#### 4.1.2 2 úroveň: Sběr dat z linky

Team leader data z linky následně analyzuje a zapíše/zakreslí do tabulky výroby. Důležité je, kolik výrobků bylo vyrobeno a kolik zmetků vzniklo za danou směnu.

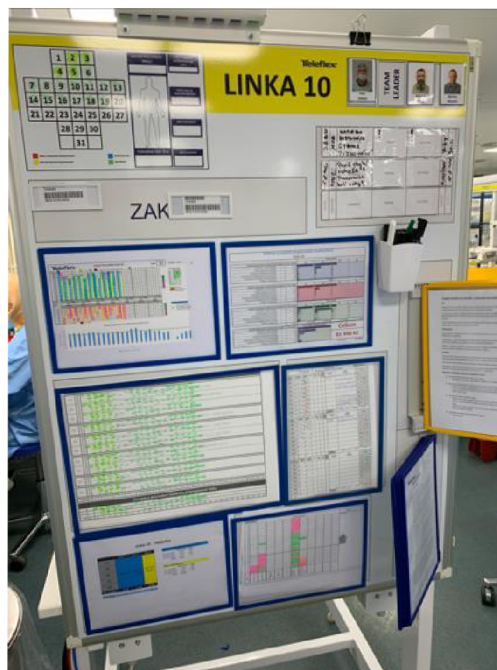
Obr. 17 - Sběr dat - Úroveň 2 - Databox procesů



Zdroj: Vlastní obrázek

Dále se na tabulku pro určitou linku vizualizují reporty z nákladů na opravu zmetků, které nastanou při nesprávném postupu, či nesplnění nastavených cílů výroby. Zaznamenává se zde dodržování pravidel 5S, tedy jestli je linka připravená podle stanovených norem, zda zaměstnanec udržuje na svém místě pořádek, atd. V poslední řadě se zde zapisují datumy pro generální opravy a seřizování strojů.

Obr. 18 - Sběr dat - Úroveň 2 - Vizualizační stěna linky



Zdroj: Vlastní obrázek

### 4.1.3 3 úroveň: Sběr dat z celého podniku

3 úroveň sběru dat a jejich vizualizace je umístěna v průchodu do výrobní haly. Jedná se o rozsáhlý podnik, proto se první musela vytvořit struktura vizualizací, které bude mít nejvyšší přidanou hodnotu pro následné posuzování a rozhodování. Konají se zde rychlé denní porady, kde se analyzují a diskutují vzniklé problémy za posledních 24 hodin a dosáhli krátkodobé cíle.

Obr. 19 - Sběr dat - Úroveň 3 - Vizualizační stěna č.1



Zdroj: Vlastní obrázek

Data se z levelu na 2 do levelu 3 penášejí přes team leadra, který zaktreslí data na tabuly a zaznamená do počítače pro následné vytvoření širších analýz.

Obr. 20 - Sběr dat - Úroveň 3 - Vizualizační stěna č.2

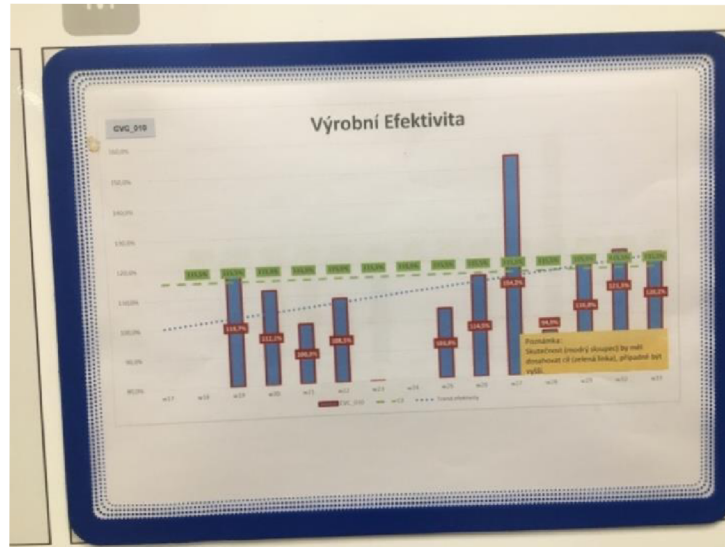


Zdroj: Vlastní zpracování



Jako jeden z klíčových ukazatelů, které jsou analyzovány u každé linky, je efektivita. Její trend, normová hranice dosažitelnosti a po týdnech určená dosažená procenta z výroby.

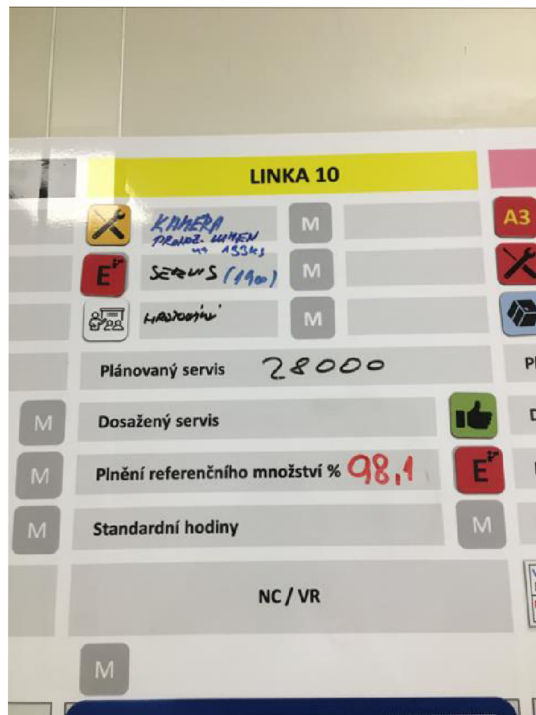
Obr. 21 - Sběr dat - Úroveň 3 - Ukazatel efektivnosti



Zdroj: Vlastní obrázek

V poslední řadě, mně zaujalo jednoduché ale efektivní řešení sdělení klíčových témat. Při sdělení problémů, eskalace problému, plánovanému zaškolování, poruchy a odvedení dobré práce.

Obr. 22 - Sběr dat - Úroveň 3 - Magnetická tabule linky



Zdroj: Vlastní obrázek

Podnik využívá magnetové značky, které se přidávají na magnetickou tabuli k jednotlivým linkám, při schůzi se tyto magnetky mění a přesouvají podle vzniklých problému a jaký v nich byl pokrok. Magnet "Dobrá práce" přidává vždy vedoucí výroby, je důležité, aby nebyly vždy vyzdvihovány jen problémy ale i úspěchy implementací nových projektů, či zvýšení efektivity linky.

Obr. 23 - Sběr dat - Úroveň 3 - Typ magnetických značek



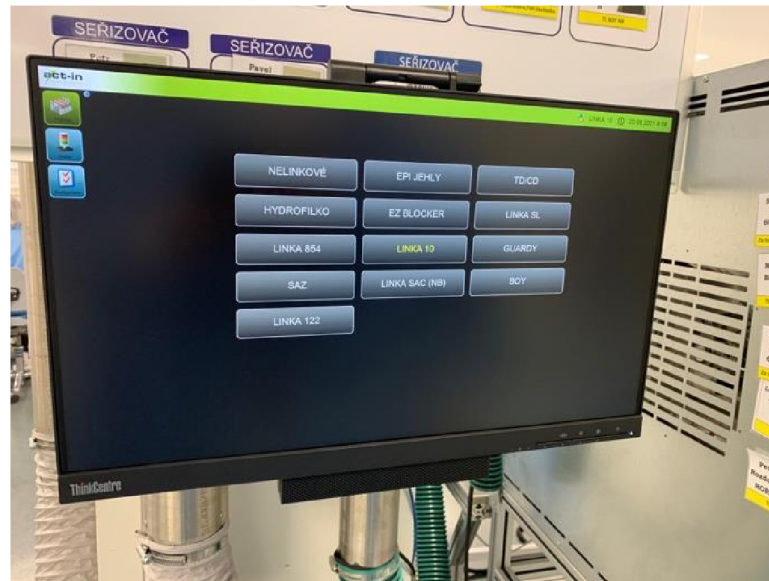
Zdroj: Vlastní obrázek

System sběru dat fyzicky se v podniku ukázal jako slibný startovací můstek pro lepší rozhodování, plánování a analýzu výroby. Odrazilo se to hlavně na výsledcích podniku, kdy za posledních 2 roky, vykázala nejlepší výsledky. Jak už jsem ale zmiňoval výše. Fyzický sběr dat má velkou nevýhodu, a to je lidský faktor, který zde hraje velkou roli a stávalo se, že data byla částečně zmanipulovaná či zapsaná špatně. Problémy toho typu má za úkol vyřešit 4 úroveň sběru dat, a to je pomocí senzorů a dat z PLC zařízení do databáze.

#### 4.1.4 4 úroveň: Digitální sběr dat

Sběr digitálních dat je nyní cíl, jak posunout podnik kupředu a eliminovat errorry, které vznikali jejím fyzickým sběrem. Díky zabezpečení digitálního sběru bude podnik schopen, automatizovat jednoduché analýzy a ihned je promítat vedení výroby, sledovat či se plní nastavený plán v reálném čase a rychleji reagovat na případné problémy.

Obr. 24 - Sběr dat - Úroveň 4 - Pilotní nastavení softwaru



Zdroj: Vlastní obrázek

Na Obr č.25 můžeme vidět pilotní zapojení projektu, který jsem popisoval v kapitole 3.1.2., který byl napojený na jeden z automatizovaných strojů a bylo možné již vidět první reporty KPI linky a OEE strojů.

## 4.2 Mapa toku hodnot aktuálního stavu (VSM)

Mapa toku hodnot jako jedna z hlavních metod pro zeštíhlování procesů, v podniku se tato metoda dělala poprvé od jeho založení. Z toho důvodu je potřeba vynaložit náklady na zaškolení a zvolení týmu pro její vytvoření a analýzu.

### Hlavní důvody k vytvoření interního týmu:

- Tým je složený z team leaderů výrobních linek a vedoucích úseků, které chceme mapovat.
- S team leaderem/vedoucím úseku vždy chodí někdo kdo nezná dané prostředí (dokáže si lépe všimnout anomálií, které člověk, který na úseku pracuje již nějaký čas přehlíží).
- Tým má nastavený standardizovanou šablonu zapisování procesů a dat do tabulky.

Vytvořit mapu toku hodnot odpovídající aktuálnímu stavu, je nákladná a časová investice, která musí být řízena projektovým manažerem, který dohlíží na dodržování časových konečných termínů a organizaci průběžných týmových schůzek. Po proškolení a nastavení rolí v týmu, se dostáváme do fáze sběru dat z výroby, expedice, skladu a podpůrných procesů. Následuje první ze dvou obchůzek pracovního místa pro analýzu, kdy se prochází mezi stanovišti a získávají se první data pro načrtnutí mapy. Následuje její první načrtnutí a zapisování procesů do tabulky: (tabulka obsahuje jen část dat z důvodu velikosti a přehlednosti)

Po z analyzování prvního cyklu sběru dat a zakreslení náčrtu VSM, se průchodu podnikem opakuje, tentokrát v opačném směru materiálového toku, z důvodu případných přehlédnutí procesů, nebo zaznamenání přehlédnutých procesů z první obchůzky. Následně se provádí stejný proces jako v prvním případě. Princip zápisu procesů do tabulky:

Tabulka 1 - Část tabulky VSM aktuálního stavu

PROCES	aktivních pracovišť při VSM	Počet operátorů	směnnost	P/T (sec.)	VA P/T	VE P/T	NVA P/T
PŘEVEZMUTÍ ZAKÁZKY	1	1	3	401	0	378	23
KRÁCENÍ TĚL	1	1	3	12	1	11	0
SKIV	1	1	3	5	0	5	0
ŘEZÁNÍ ZÁTEK	1	1	3	0,8	0,8	0	0
LEPENÍ ZÁTEK	2	1	3	3,4	1	2,4	0
OŘEZ ZÁTEK	1	1	3	2,1	1	1,1	0
BROUŠENÍ TĚL	1	1	3	3,5	2,5	1	0
ŘEZÁNÍ ŠPIČEK	1	1	3	0,5	0,5	0	0
NAVLÉKÁNÍ NA DRÁT	1	1	3	117	0	78	38
HROTOVÁNÍ	1	1	3	28	0	25	3
KONTROLA ŠPIČKY	1	1	3	6,6	0	5	1,6
1.POZICE LIS NAVLÉKÁNÍ	1	1	3	12	0	12	0
2.POZICE LIS ZALOŽENÍ	1	1	3	14	0	7	7
3. POZICE LIS KONTROLA	1	1	3	12	0	7	5
PRŮTAH DRÁTEM	1	1	3	8	0	8	0
LEAK TESTER	1	1	3	9	0	4	5
POTISK TĚLA	1	1	3	9	3	3	3
KONTROLA POTISKU	1	1	3	4	0	2,5	1,5
POTISK CENTRÁLNÍ SPOJKY	1	1	3	6,5	2	2,5	2
VLOŽENÍ DO KRABIC	1	1	3	12	0	12	0

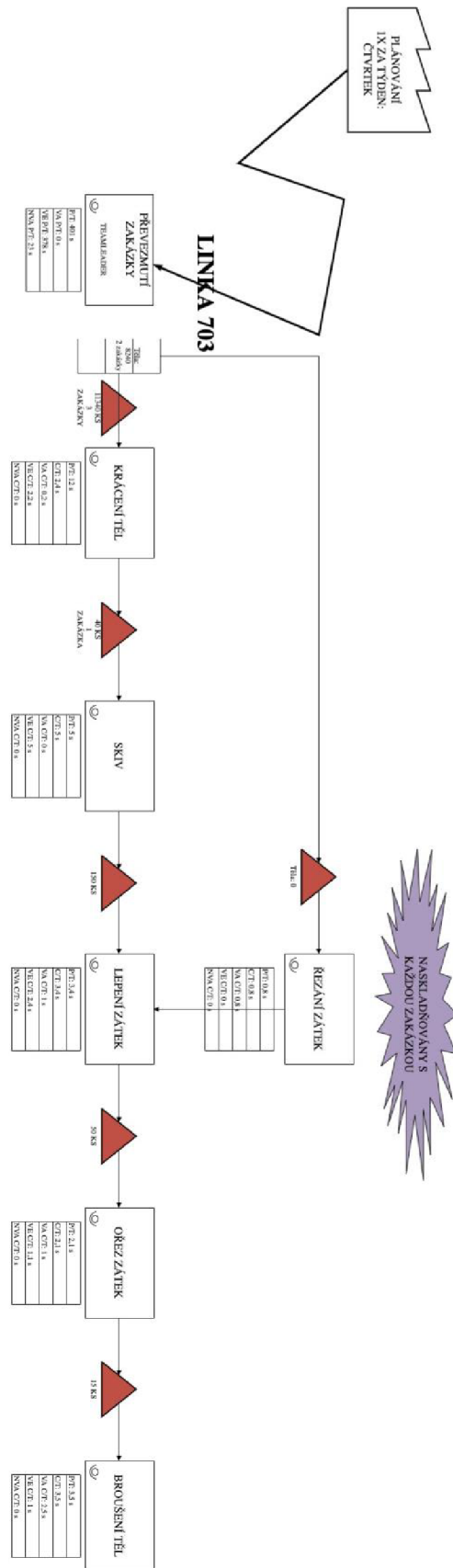
Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka zachycuje hned několik důležitých parametrů k vytvoření VSM a její analýze, v tabulce je popsáno, počet aktivních pracovišť v procesu, počet pracovníků na daný proces a kolika směnný provoz linka jede. V poslední řadě čas jak dlouho proces trvá a jeho časová distribuce na náběh procesu a čisté produkci.

Po zaznamenání procesů do tabulky a všech potřebných dat, následuje první náčrt VSM (Pro návrh VSM se využívaly programy: Microsoft Vsio a draw.io), po náčrt se znovu rozdají úkoly pro oblasti, které nebyli důsledně zanalyzovány a nejsou zaznamenané na 100 %. Tok hodnot se prochází znovu a kontroluje se zaznamenání všech procesů, které tým zaznamenal. Jakmile je dokončen sběr veškerých dat k vytvoření mapy aktuálního toku hodnot, se začne znovu vizualizovat. Část finální mapy můžete vidět níže, ve skutečnosti je mapa mnohem obsáhlejší, pro prezentaci jsem vybral jen tu část, která se shoduje s tabulkou uvadnou výše.

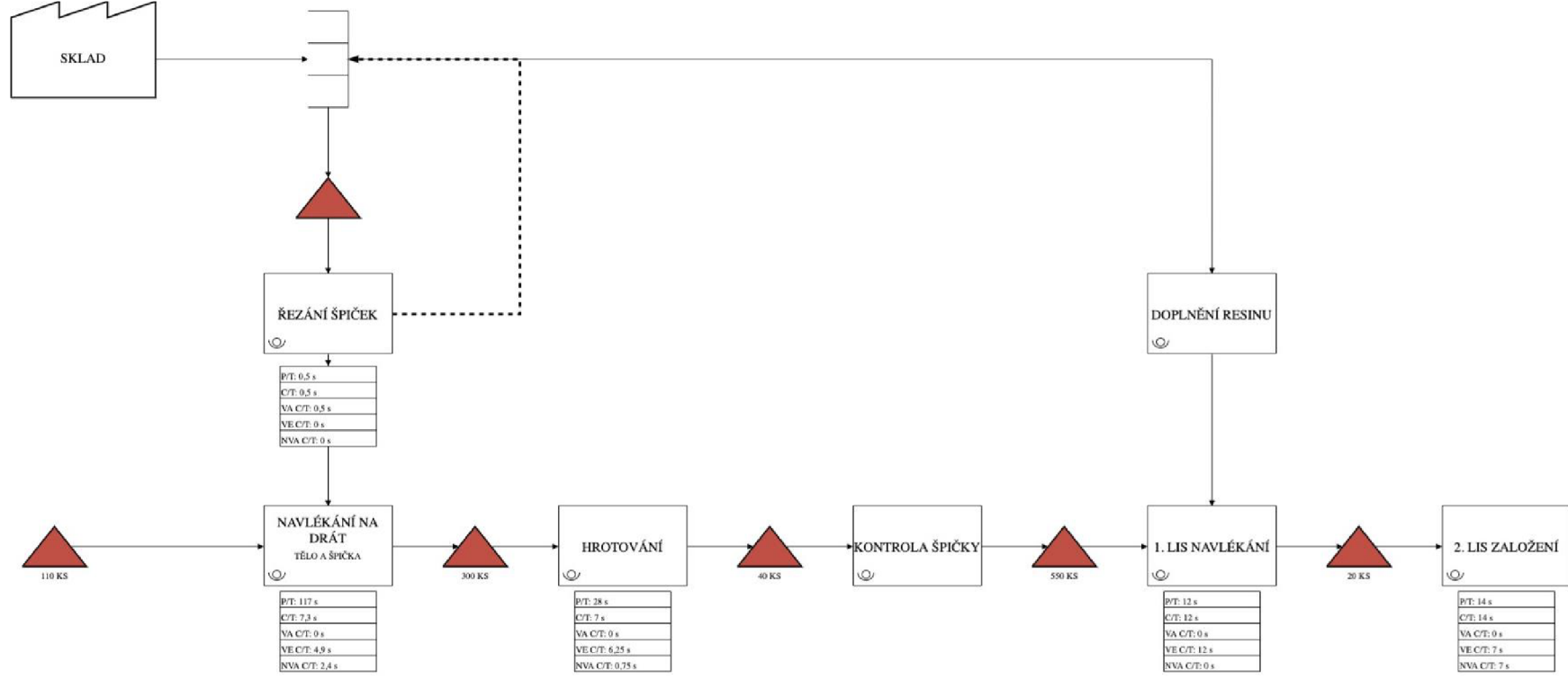
Hlavním úkolem VSM je seznámit management s materiálovým a informačním tokem všech procesů v podniku a následně rozhodnout, jaké procesy přidávají nebo nepřidávají produktu přidanou hodnotu a navrhnout budoucí mapu toku hodnot, která je branná jako hlavní cíl. K tomu abychom budoucí mapy hodnot dosáhli, nám napomáhají metody MTM, OEE a další, které analyzují procesy více do hloubky a pomáhají k jejím optimalizacím.

Obr. 25 - VSM aktuálního stavu č.1



Zdroj: Vlastní zpracování

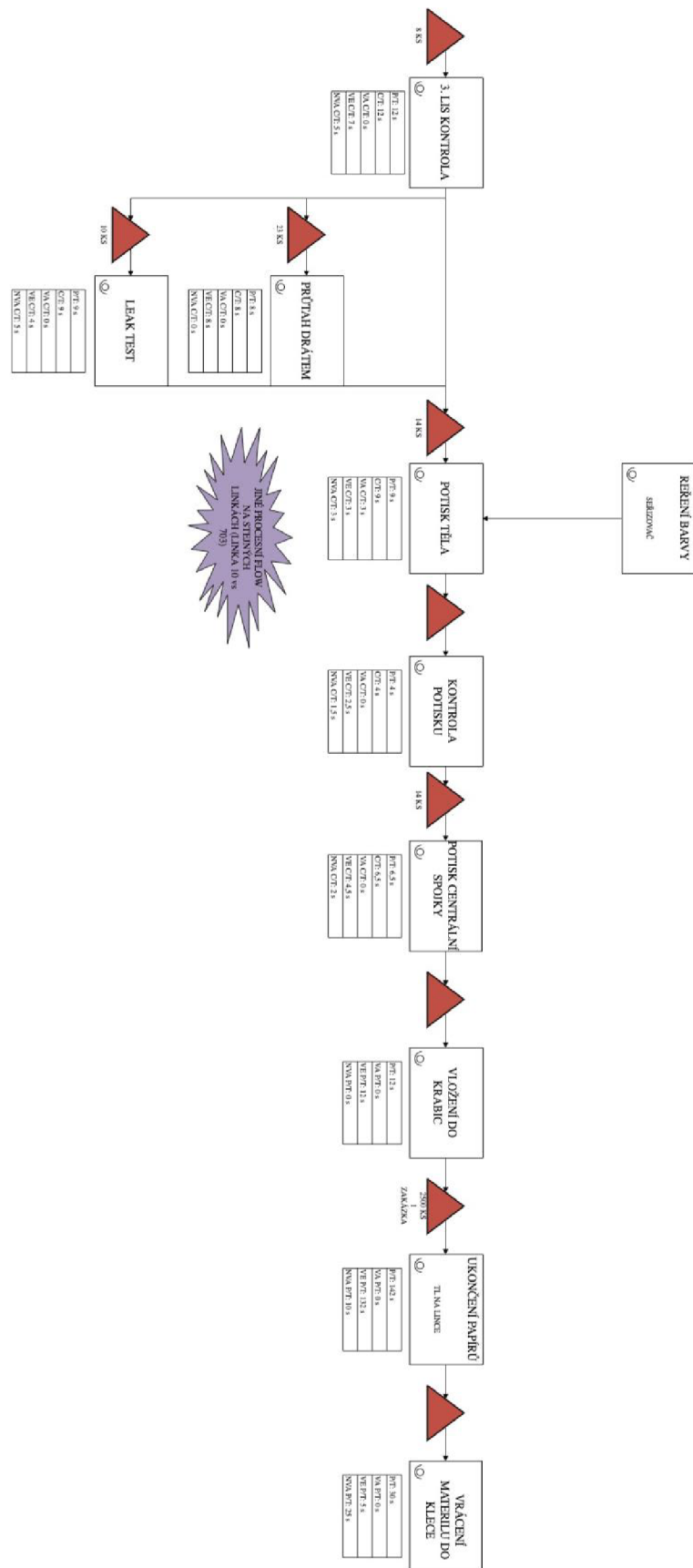
Obr. 26 VSM aktuálního stavu č.2



Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. 27 - VSM aktuálního stavu č.3



Zdroj: Vlastní zpracování

### 4.3 Metoda měření času (MTM) současného stavu

MTM je jedna z nejnáročněji proveditelných metod, pro analýzu u fyzicky prováděných výrobních procesů. Je za to ale klíčová k optimalizaci pracovního postupu, uspořádání pracoviště a časové vyvážení linky.

#### Kroky postupu MTM analýzy

1. Sběr dat z jednotlivých výrobních procesů
2. Souhrn operačních úseků
3. Vypracování pracovní časové studie výrobní linky
4. Analýza dat a navržení případných vylepšení
5. Časové a produkční vyvážení linky

Sběr dat z jednotlivých výrobních procesů, probíhá následovně. Analytik se postaví k procesu, který se chystá právě analyzovat, jako první zaznamená pomocí definovaných kódu pohybu procesu a následně provádí jejich časové měření. Vše zaznamenává to standardizovaného dokumentu.

Tabulka 2 - zkrácená MTM tabulka pro sběr dat z procesu (viz. Příloha A)

Analýza operačního úseku - Krácení							
Popis	Kód	TMU	PxČ	TMU	Kód	TMU	Popis
				10	R20B	10	Pro kusy
				0	G5	0	
				6,8	M10B	6,8	Sevření prstů
				4	M4B	4	Zlepšení kontroly
				5,6	G2	5,6	
	RL2	2	1	2			
Kontrola	G1C3	0,216	0,02	0,216			
	EF	0,146	0,02	0,146			
	M20A	0,192	0,02	0,192			
<b>Celkem TMU</b>				<b>108,064</b>	<b>Sec</b>	<b>3,889</b>	

Zdroj: Vlastní zpracování

Jak již bylo zmíněno výše, tato analýza je náročná na její efektivní zaznamenání času kdy analytik musí zaznamenat i ty nejbizarnější pohyby, které při daném procesu mohou hrát

velkou roli. Výsledek je zaznamenána jako jednotka TMU = jednotka měření času, kdy na jednu sekundu připadá 27,8 jednotek TMU. Kde po zanalyzování celého procesu a provedení kontroly se časy veškerých pohybů sečtou a přepočítají na minuty.

Tabulka 3 - Souhrn operačních úseků

Č.	Popis	Kód	TMU	PxČ	Celkem TMU	Celkem min	Celkem sec
1	<a href="#">Krácení</a>		108,046	1	108,046	0,065	3,890
2	<a href="#">Skive 1</a>		193,067	1	193,067	0,116	6,950
3	<a href="#">Skive 2</a>		161,667	1	161,667	0,097	5,820
4	<a href="#">Lepení</a>		684,035	0,75	513,026	0,308	18,469
	<a href="#">Lepení 0,5</a>		684,035	0,25	171,009	0,103	6,156
5	<a href="#">Orezavani zatek</a>		46,120	1	46,120	0,028	1,660
6	<a href="#">Brouseni</a>		98,690	1	98,690	0,059	3,553
8	<a href="#">Hrotování</a>		603,450	0,5	301,725	0,181	10,862
9	<a href="#">Horka jehla, kontrola</a>		226,448	1	226,448	0,136	8,152
10	<a href="#">Lis navlekani a kontrola</a>		514,300	1	514,300	0,309	18,515
11	<a href="#">Lis kompletace</a>		514,300	1	514,300	0,309	18,515
12	<a href="#">Lis vkladani</a>		514,300	1	514,300	0,309	18,515
13	<a href="#">Lis vyndavani</a>		514,300	1	514,300	0,309	18,515
14	<a href="#">Průtah drátem</a>		178,56	2	357,120	0,214	12,856
15	<a href="#">Leak test</a>		412,430	1	412,430	0,247	14,847
16	<a href="#">Velký potisk</a>		296,180	1	296,180	0,178	10,662
13	<a href="#">Kontrola po potisku reduk</a>		520,600	6	86,767	0,052	3,124
14	Malý potisk		167,317	1	167,317	0,100	6,023
					<b>5199,928</b>	<b>3,118</b>	<b>187,085</b>

Zdroj: Vlastní zpracování

Po dokončení analýzy a sběru dat pohybů všech procesů. Zapišeme procesy do tabulky s jejich celkovými časy, kde zanalyzujeme časově nejnáročnější procesy, které nám již ukazují, jak je linka časově nevyrovnaná.

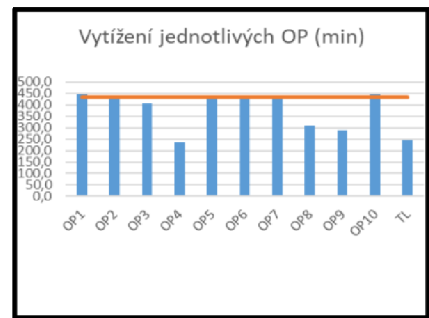
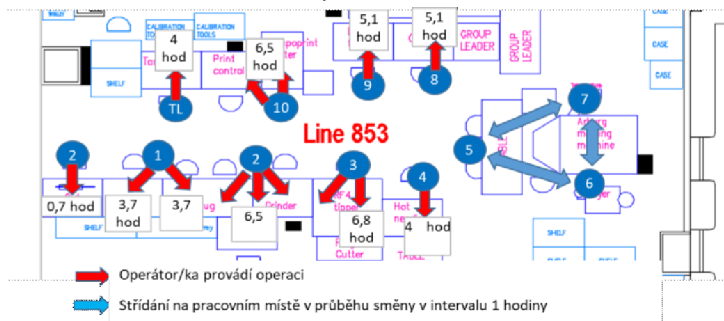
Tabulka 4 - Pracovní časová studie

Číslo operace	Počet pracovišť	Popis operace	Čas				
			Te (min)	Te (min) pracoviště	operace (sec)	HC/operaci	Delta HC/Operaci
1	1	<a href="#">Krácení</a>	0,065	0,065	3,89	0,21	0,79
2	1	<a href="#">Skive 1</a>	0,116	0,116	6,95	0,38	0,62
3	1	<a href="#">Skive 2</a>	0,097	0,097	5,82	0,31	0,69
4	1,5	<a href="#">Lepení</a>	0,308	0,205	12,31	1,00	0,00
5	1	<a href="#">Orezavani zatek</a>	0,028	0,028	1,66	0,09	0,91
6	1	<a href="#">Brouseni</a>	0,059	0,059	3,55	0,19	0,81
7	0	<a href="#">Hrotování</a>	0,181	0,000	0,00	0,00	1,00
8	1	<a href="#">Horka jehla, kontrola</a>	0,136	0,136	8,15	0,44	0,56
9	1	<a href="#">Lis navlekani a kontrola</a>	0,309	0,309	18,51	1,00	0,00
10	1	<a href="#">Lis kompletace</a>	0,309	0,309	18,51	1,00	0,00
11	1	<a href="#">Lis vkladani</a>	0,309	0,309	18,51	1,00	0,00
12	1	<a href="#">Lis vyndavani</a>	0,309	0,309	18,51	1,00	0,00
13	1	<a href="#">Průtah drátem</a>	0,214	0,214	12,86	0,69	0,31
14	1	<a href="#">Leak test</a>	0,247	0,247	14,85	0,80	0,20
15	1	<a href="#">Velký potisk</a>	0,178	0,178	10,66	0,58	0,42
16	1	<a href="#">Kontrola po potisku reduk</a>	0,052	0,052	3,12	0,17	0,83
17	1	<a href="#">Malý potisk</a>	0,100	0,100	6,02	0,33	0,67

Zdroj: Vlastní zpracování

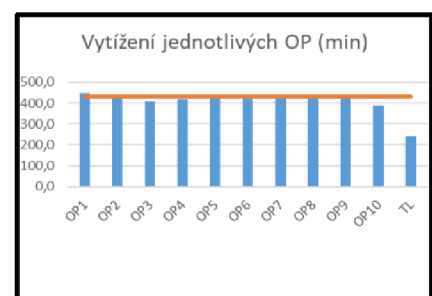
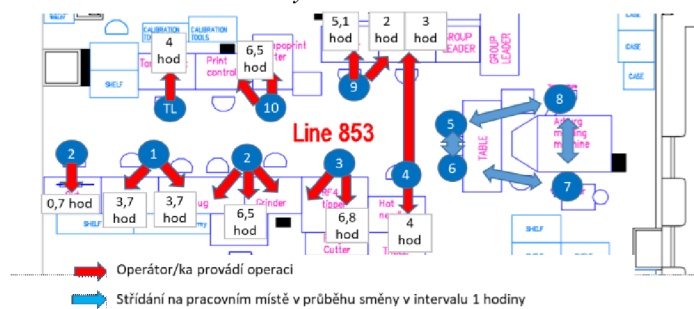
V poslední řadě, podle výsledků z Pracovní časové studie na jeden produkt můžeme roznásobit časové hodnoty na celou jednu směnu, výsledek nám ukáže celkové vytížení linek v hodinách a jejich distribuci na jednotlivá stanoviště, jak můžete vidět na Obr. č.28. Hlavní cíl balancování je, aby mezi pracovními operacemi nevznikali žádné prostoje, které vedou k celkové neefektivitě využití pracoviště. Na Obr č.29 můžeme už vidět model provedených změn pro časové vyvážení linky, který zbývá z validovat v reálné produkci.

Obr. 28 - Časové rozložení linky č.1



Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 29 - Časové rozložení linky č.2



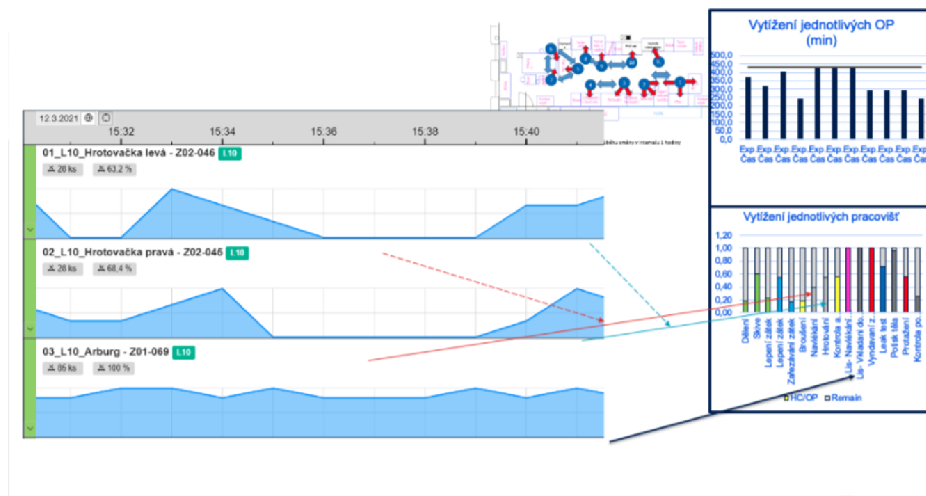
Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.4 Celková efektivita zařízení (OEE)

Overall Equipment Effectiveness je jeden z nejdůležitějších parametrů, které je potřeba sledovat, pokud chceme analyzovat výkonost stroje a následně plánovat pravidelný servis. Jako pilotní projekt pro vizualizaci dat a jejich analýzu byl zvolen produkt od firmy Plantyst, který nabízí rychlé řešení pro otestování sběru dat z IoT zařízení, senzorů a PLC.

Prvotní měření hned ze začátku ukázalo špatné časové rozložení procesů. Tento fakt znamenal, že dochází ke zbytečným prostojeům mezi výrobními procesy na lince a je nutné linku časově vyvážit pro kontinuální tok materiálu. Realizace časového vyvážení linky je zahrnuta v MTM metodě po detailnější analýze procesů.

Obr. 30 - Vizualizace prostojů v procesu



Zdroj: Vlastní zpracování

Velké prostoje ve výrobním procesu a častá poruchovost, jsou zdrojem vyšších nákladů, než je původně plánováno. Proto je důležité tyto nechtěné jevy odstranit předtím, než začneme analyzovat a získávat data digitálně. Zejména kvůli jejich odchylce, následném překalibrování a defektům ve výrobním procesu.

V poslední řadě je důležitá vizualizace a rozmístění klíčových parametrů, které chceme sledovat. Na pilotním projektu se sbírala zpětná vazba toho, jaké parametry jsou nejdůležitější pro všechny úrovně managementu. Nejvyšší váhou disponoval operativní management, který bude s monitorováním nejvíce ve styku.

Obr. 31 - vizualizace produkce strojů v podniku



Zdroj: Vlastní obrázek

## 5 Návrhy a doporučení ke zlepšení současného stavu

Tato kapitola se zabývá návrhem a doporučením pro zlepšení současného stavu a aplikací případných vylepšení pro optimalizaci využitých metod pro digitální sběr dat. Mapa toku hodnot budoucího stavu, která popisuje, jak se změní tok hodnot celého podniku a subjektů, které mají vliv na výrobu. U MTM metody je možné využít moderních technologií v analýzy pohybů a nastavení celo podnikových standardů pomocí RGB kamery, knihovny MediaPipe Hands a pokročilých algoritmů. Jakmile se podaří úspěšně aplikovat digitální sběr dat, pro všechny stroje, tak využití počítačové simulace pro kontrolování a dodržování nastavených parametrů kvality stroje.

Mapa toku hodnot budoucího stavu přímo navazuje na mapu hodnot aktuálního stavu a návrhy a doporučení se zabývají jejím vytváření a jak by se mapa dala vylepšovat do budoucna. Za to MTM a OEE popisují návrhy, jak využít již zaběhlé zdroje digitálního sběru dat a s napojením na moderní technologie a zpřesňovat tak řešení metody. Doporučení můžeme být následně aplikováno při budoucím vypracovávání diplomové práce.

### 5.1 Mapa toku hodnot budoucího stavu

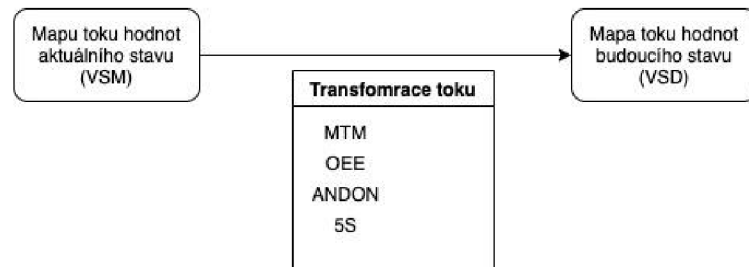
Mapa toku hodnot budoucího stavu je brána jako optimální stav, ve kterém bude podnik fungovat. Vychází z VSM současného stavu, kde se zredukují procesy, které nepřidávají výrobkům žádnou přidanou hodnotu. Od budoucí mapy hodnot se odvíjí aplikace všech dalších analýz, kterým mapa nadhlíží. Vytvoření mapy je časově náročné a musí zde být zahrnuto spousta proměnných, které mají na její splnění vliv. Příkladem je možnost změny smlouvy dodávek od dodavatele, akceptace změn mezi zaměstnanci nebo dosažení minimálních ztrát na implementaci nových způsobů provádění procesů. To vše musí být zodpovězeno před tím, než se začne tvořit plán na její implementaci.

Postup při vytváření mapy budoucího stavu:

1. Analýza mapy toku hodnot aktuálního stavu
2. Nalezení úzkých míst v materiálovém toku a nepotřebného informačního toku
3. Stanovení parametrů pro zlepšení (WIP v produkci, Výrobní L/T, W/T WIP)
4. Vytvoření mapy budoucího stavu

Tyto 4 body jsou jedny z nejzákladnějších, kterými musí vývoj VSD mapy projít pro to, aby dosáhl potřebného cíle. K splnění cíle následně využíváme analýz MTM, OEE atd., které nám přinášejí podrobnější informace o možnosti optimalizace jednotlivých procesů. Diagram postupu na dosažení VSD stavu:

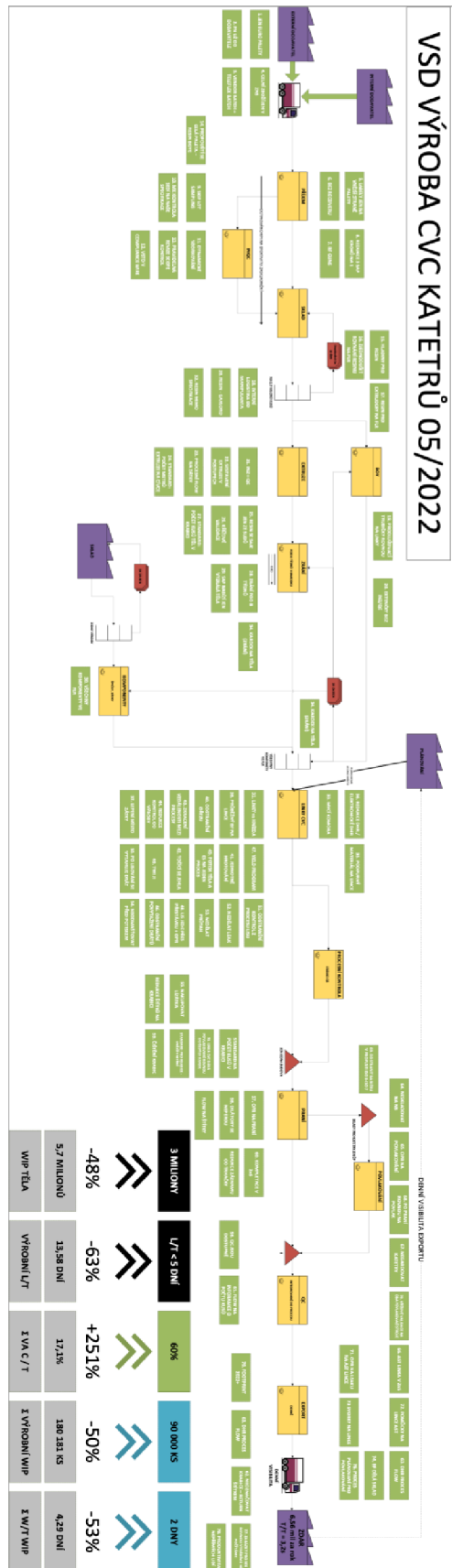
Obr. 32 - Diagram přechodu z VSM na VSD



Zdroj: Vlastní zpracování



Obr. 33 - VSD mapa budoucího stavu linky



Zdroj: Vlastní zpracování

## 5.2 Metoda MTM - její využití a návrh pro efektivnější sběr dat

Metoda MTM se ukázala jako účinná pro optimalizaci pracovního místa a nalezení nadbytečných pohybů. Je však také časově velmi náročná a pro velké podniky analýza pohybů může trvat měsíce, což vyžaduje i vysoké náklady. Navrhovaným řešením bylo využití RGB kamery, která díky nastavenému algoritmu dokázala rozeznávat pohyby pracovníka a zapisovat je do databáze. Následně pověřený pracovník zanalyzoval video nahrávku a ze záznamů log připravil výstup.

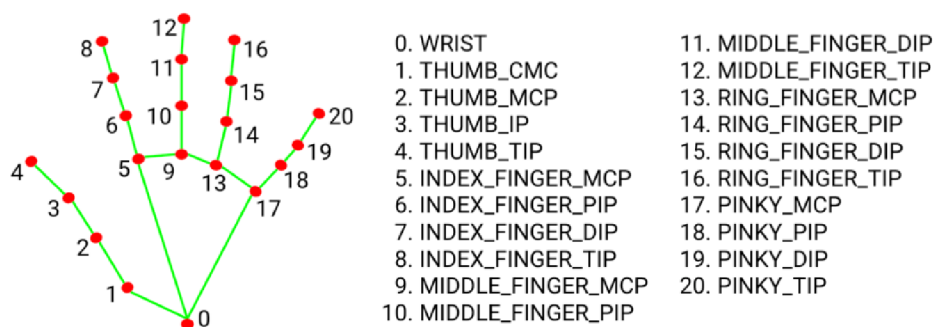
### Potřebné vybavení:

- RGB kamera (Intel® RealSense™ Depth Camera D435f)
- Připojení k databázi/cloudu
- Počítač a znalost IT/IS architektury

### Kroky k aplikaci techniky do praxe:

1. Nastavení kamery nad pracovní prostředí a její kalibrace. Je nutné si dát pozor, aby v záběru byl celý pracovní prostor pracovníka, kvůli opakování nastavení.
2. Prvotní kontrola systému a logů z algoritmu
3. Vyhodnocení procesů a vytvoření reportu.

Obr. 34 - Možnosti algoritmu rozeznávat části ruky



Zdroj: [35]

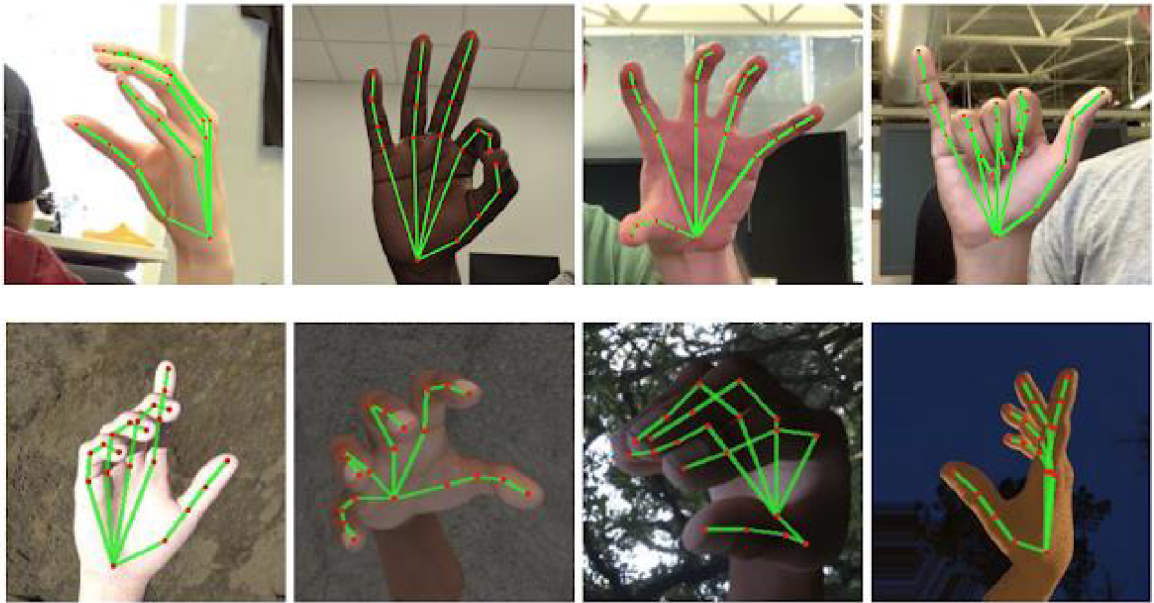
### Popis algoritmu

Samotný algoritmus pracuje s několika modely, které běží na bázi neuronové sítě. První model detekuje ruku jako celek a ignoruje zbytek prostředí. Navazuje na něj model, který pracuje jen s detekovanou rukou, kde vytváří 3D body ruky – Poslední model označuje 3D body záchytnými hodnotami, které mohou být vidět na Obr. č.34. [35]

## MTM využití

Pro naše využití je potřeba aplikovat ještě jeden model, který na bázi strojového učení bude určovat, jaký typ pohybu právě pracovník udělal a za jaký čas. Následně by bylo možno odstranění analýzy dat člověkem. Jednalo by se o nastavení statistických modelů, které by podle parametrů vyhodnocovaly daný proces a vytvářeli automatický report.

Obr. 35 - Detekce ruky a validace modelu



Zdroj: [35]

### Výhody návrhu:

- Přesnější a rychlejší analýza procesů
- Automatické vyhodnocování
- Možnost sledovat průběh procesu v reálném čase
- Využití při tréninku a analýze s provádějícím pracovníkem případně s novými pracovníky

### Nevýhody návrhu:

- Časově a finančně náročný vývoj modelu pro strojové učení
- Časová náročnost pro zavedení

### 5.3 OEE a využití počítačové simulace

Počítačové simulace jsou pro 21. století, díky výpočetnímu výkonu počítačových čipů, běžnou realitou. Z tohoto důvodu byly simulace zvoleny i pro metodu OEE. Počítačové simulace nám umožňují vytvořit celý proces stroje ve virtuálním prostředí a vykonávat testy, bez rizika a vyšších nákladů na implementaci do reálné výroby.

Simulace diskretních událostí nám umožňuje nasimulovat proces a s využitím dat z VSM a MTM analýzy se můžeme dostat až k 1:1 modelu výroby. Simulace nám následně pomůže identifikovat úzká místa, sledovat více výrobních statistiky a porovnávat jejich výsledky s realitou. [36]

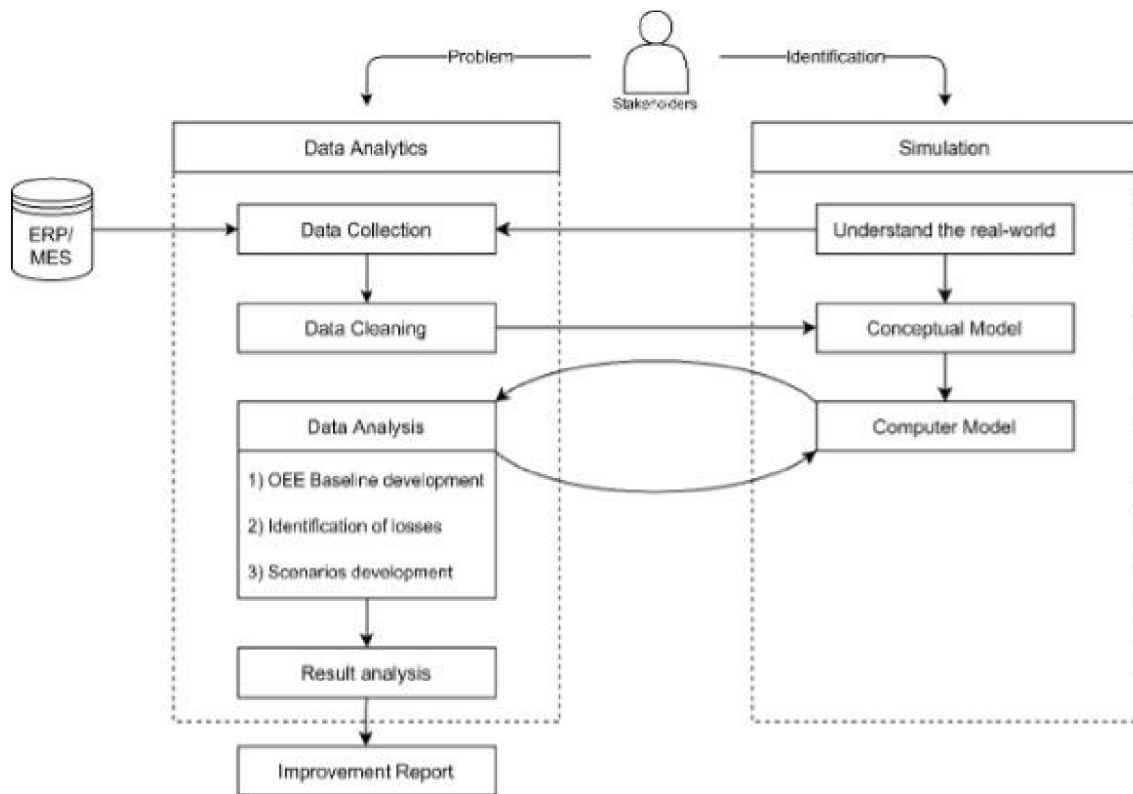
#### **Potřebné specifikace pro využití simulace:**

- Zeštíhlené výrobní procesy podniku
- IT architektura
- MES systém výroby

Jedno z hlavních pravidel, které jsem již zmiňoval výše, je, že jakmile data nebudou kvalitní a nebude k nim přístup, není možné tuto optimalizační metodu využít z důvodu kumulovaných nákladů na nestále opravy v počítačové simulaci.

Celý proces spočívá v tom, že MES/ERP systém pošle data na cloud nebo sdílenou databázi, kde analytický model vyhodnotí daná "raw data". Analytik data zkontroluje, v případě defektu zanalyzuje chybu a její řešení prvně zvaliduje. Na simulačním modelu dané linky následně implementuje řešení do reálné výroby. Metoda diskretní simulace je velice užitečná ke snižování nákladů z testování optimalizačních postupů výrobních procesů.

Obr. 36 - Procesní diagram diskrétní počítačové simulace



Zdroj: [36]

#### Výhody návrhu:

- Ušetření nákladů z implementace řešení chyb ve výrobním procesu
- Vytváření scénářů výroby
- Využití rozsáhlejších optimalizačních metod

#### Nevýhody návrhu:

- Metoda neleze využít ihned, podnik musí mít správně zeštíhlené výrobní procesu
- Náklady na simulační software

## 6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zanalyzovat současný stav sběru dat z výroby v podniku. aplikovány byly metody VSM, MTM a OEE na přechod z fyzického sběru dat na digitální sběr dat z výroby jako součástí filozofie štihlé výroby.

Podnik a jeho výroba je jedna z nejnáročnějších co se týče standartu a norem které musí při výrobě dodržovat, proto jakékoliv zásahy do výrobních procesů a materiálového toku musejí být pečlivě připraveny a otestovány, aby následně nedocházelo k chybám, které mohou vést až k velmi rychlé ztrátě zákazníka. Na druhou stranu s rostoucí poptávkou během COVID-19 se podnik musí adaptovat na konkurenční prostředí a aplikovat metody štihlé výroby, která se osvědčila již nesčetněkrát.

Práce došla k zjištění, že fyzický sběr dat má na pracovníka jak negativní, tak pozitivní dopady., Z pozitivních aspektů můžeme vytknout psychologický efekt, který má vliv na pracovníka, když si takto monitoruje svůj vlastní výrobní proces. Z negativní části je největším problémem lidská chyba při zadávání dat. Ať už chtěným či nechtěným zadáním špatných údajů pracovník vytváří chybný úsudek v realitě, který pak může hrát v roli v chybné analýze dat a přijetí špatných operativních rozhodnutí.

Využití VSM, MTM a OEE při přechodu na digitální sběr dat a celkovém zefektivnění materiálového a informačního toku, mi ukázalo souvislosti, mezi již zmíněnými a ostatními metodami využívaných při přechodu na štíhlou výrobu, kdy VSM je stavební kámen celé transformace, který vám ukáže vaše úzká místa a redundantní procesy, které nepřidávají produktu žádnou přidanou hodnotu. Následně vytvoření VSD mapy neboli mapy budoucího toku hodnot. Je využívána pro nastavení cíle, kterého chceme dosáhnout. K samotnému splnění cíle se následně využívá MTM metoda, která přibližuje detailní průběh procesu a časové rozložení jednotlivé linky. Linka je potřeba nastavit na takový časový průběh, aby vznikali minimální prostoje mezi technologickými procesy. To vše se dá využít u člověkem fyzicky vykonatelných procesů. K analýze mechanicky vykonávaných procesů nám slouží metrika OEE, která analyzuje prostoje ve výrobě a počítá skutečné využití stoji za určitý časový úsek. V neposlední řadě výrazně přispívá ke správnému balancování linky. Tyto metody a mnoho dalších jsou nezbytné k tomu, abychom byli schopni dosáhnout naší VSD neboli mapy budoucího toku hodnot.

Na závěr je v bakalářské práci popsáno vytvoření mapy budoucího toku hodnot podniku a určení jeho vlivu na transformaci celého výrobního systému. Pro OEE a MTM byla navržena dvě řešení z informatiky, která má zvýšit efektivnost analýzy a využití již zaběhlého informačního systému i hlubších analýz výrobních procesů. Jejich implementace by se dala dále pojmov jako námět na budoucí diplomovou práci.

Hlavní přínos z porozumění celého procesu přechodu z fyzického sběru dat na digitální je, že procesy musíme nejdříve co nejvíce zeštíhlit, abychom mohli zavádět praktiky průmyslu 4.0. Pokud se rozhodneme pro opak, náklady na neustálé aktualizace celého informačního a výrobního systému mohou být velmi nákladné. Zavedení principů štihlé výroby není konečným projektem, ale celá tato filozofie by nás měla nutit neustále inovovat a zlepšovat stav, ve kterém se výrobní podnik nachází.

## 7 Zdroje

- [1] MAŘÍK, Vladimír a Kol. *Průmysl 4.0 – Výzva pro Českou republiku*. Praha: Management press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0
- [2] GONZÁLES, Antonio; QUIÑONERO, Daniel; VEGA, Samuel. *Assessment of the Degree of Implementation of Industry 4.0 Technologies: Case Study of Murcia Region in Southeast Spain*. Engineering Economics. 2021, roč. 32. s. 422-432. Dostupné z DOI: 10.5755/j01.ee.32.5.27943
- [3] The fourth industrial revolution [online]. Norway, 2015 [cit. 2022-04-14]. Dostupné z: <https://dat4zero.eu/what-is-industry-4-0/>.
- [4] CEJNEROVÁ, Andrea. *Od 1. průmyslové revoluce ke 4.* [Online]. Praha, 2015 [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: [https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4\\_31001.html](https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html).
- [5] FUCHS, Christian. *Industry 4.0: The Digital German Ideology*. tripleC [online]. 2018, vol. 16, no. 1, s. 280–289 [cit. 2022-04-15]. ISSN 1726-670X. Dostupné z DOI: <https://doi.org/10.31269/triplec.v16i1.1010>.
- [6] HOLDEN, Happy. *Automation and the Smart Factory: Introduction to Industry 4.0. SMT: Surface Mount Technology*. 2019, vol. 34, no. 3, s. 34–45. ISSN 1529-8930.
- [7] STRAVINSKIENE, Inga; SERAFINS, Dalius. *Process Management and Robotic process Automation: The insights from Systematic Literature Review*. 2021, vol. 86, no. 1, s. 87–106. ISSN 1392-1142. Dostupné z DOI: 10.1515/mosr-2021-0006.
- [8] REN, Shan; ZHANG, Yingfeng; LIU, Yang; SAKAO, Tomohiko; HUISINGH, Donald; ALMEIDA, Cecilia M.V.B. *A comprehensive review of big data analytics through prod-uct lifecycle to support sustainable smart manufacturing: A framework, challenges and future research directions*. Journal of Cleaner Production. 2019, vol. 210, s. 1343–1365. ISSN 0959-6526. Dostupné z DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.11.025.
- [9] DUBEY, Rameshwar; GUNASEKAREN, Angappa; CHILDE, Stephan; WAMBA, Samuel; PAPADOPOULOS, Thanos. *The impact of big data on world-class sustainable manufacturing*. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2016, vol. 84, no. 1-4, s. 631–645. ISSN 0268-3768. Dostupné z DOI: 10.1007/s00170-015-7674-



- [10] KOLÍBAL, Zdeněk; BLECHA, Petr; BLECHA, Radim; BRADÁČ, František; KÁRNÍK, Ladislav; KNOFLÍČEK, Radek; KOLÍBAL, Zdeněk; KUBELA, Tomáš; POCHYLÝ, Aleš; SINGULE, Vladislav. *Roboty a robotizované výrobní technologie*. Brno: VUTIUM, 2016. ISBN 978-80214-4825-5
- [11] LIU, Jinhua; WANG, Caiping; XIAO, Xianchun. *Internet of Things (IoT) Technology for the Development of Intelligent Decision support Education Platform*. *Scientific Programming*. 2021, vol. s.l. S. 1–12. ISSN 1058-9244. Dostupné z DOI: 10.1155/2021/6482088.
- [12] CHEN, Cheng. *IoT Architecture-Based Mechanism for Digital Transmission of Key Aspects of the Enterprise*. *Computational Intelligence and Neuroscience*. 2022, vol. s.l. S. 1–10. ISSN 1687-5265. Dostupné z DOI: 10.1155/2022/3461850.
- [13] *What is data management?* [Online]. USA, 2022 [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/database/what-is-data-management/#data-management-defined>.
- [14] *Features of Cloud Computing – 10 Major Characteristics of Cloud Computing* [online]. USA, 2022 [cit. 2022-08-03]. Dostupné z: <https://dataflair.training/blogs/features-of-cloud-computing/>.
- [15] KUTHNAOVÁ, Dominika. *Štíhlá výroba a její implementace* [online]. Brno, 2019 [cit. 2022-05-06]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/116111>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce CSc. PROF. ING. MARIE JUROVÁ.
- [16] ENKAYAS, Hüseyin; GÜRSOY, Özden. *Industry 4.0 Applications And Digitilization Of Lean Production Lines*. *Annals of Faculty of Economics* [online]. 2018, roč. 1, č. 1, s. 124–131 [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://ideas.repec.org/a/ora/journal/v1y2018i1p124-131.html>.
- [17] WOMACK, P. James; JONES, T. Daniel; ROOS, Daniel. *The Machine That Changed the World*. USA: Simon and Schuster, 2011. ISBN 0743299795.
- [18] OTOSECTION. *5 Lean Principles* [online]. 2022 [cit. 2022-04-28]. Dostupné z: <http://web1.dubainine.com/>.
- [19] PLANTTOGETHER. *Five Principles of Lean Manufacturing* [online]. USA, 2021 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://www.planettogether.com/blog/five-principles-of-lean-manufacturing>.
- [20] *Jidoka* [online]. USA, 2022 [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.lean.org/lexicon-terms/jidoka/>.

- [21] SKHMOT, Nawras. *8 Wastes of Lean* [online]. 2017 [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>.
- [22] BHATT, Varun; IFRAN, Syed. *Lean Manufacturing Implementation Using Value Stream Mapping with Simulation to Reduce Cycle Time and Improve Productivity in Valve Manufacturing Unit*. IUP Journal of Operations Management. 2019, vol. 19, no. 1, s. 21–39. Dostupné z DOI: 10.1088/1757-899X/852/1/012104.
- [23] QINGQI, Liu; HUALONG, Yang. *Incorporating Variability in Lean Manufacturing: A Fuzzy Value Stream Mapping Approach*. Mathematical Problems in Engineering. 2020, vol. 2020, s. 1–17. Dostupné z DOI: 10.1155/2020/1347054.
- [24] MARTIN, Karen; OSTERLING, Mike. *Value Stream Mapping*. USA: McGraw Hill Professional, 2014. ISBN 978-0-07-182891-8.
- [25] ALMEIDA, Denis; FERREIRA, Joao. *Analysis of the Methods Time Measurement (MTM) Methodology through its Application in Manufacturing Companies*. 2009, vol. 1. Dostupné z DOI: 10.13140/RG.2.1.2826.1927.
- [26] MORLOCK, Friedrich; KREGGENFELD, Niklas; LOUW, Loius; KREIMEIER, Dieter; KUHLKOTTER, Bernd. *Teaching Methods-Time Measurement (MTM) for Work-place Design in Learning Factories*. Procedia Manufacturing. 2017, vol. 9, s. 369–375. ISSN 2351-9789. Dostupné z DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.033>.
- [27] RIEDEL, Alexander; BREHM, Nico; PFEIFORTH, Tobias. *Hand Gesture Recognition of Methods-Time Measurement-1 Motions in Manual Assembly Tasks Using Graph Convolutional Networks*. Applied Artificial Intelligence. 2017, vol. 36, no. 1, s. 2014191. Dostupné z DOI: 10.1080/08839514.2021.2014191.
- [28] RAHMAN, Abd; MOHAMED, Mohd; ABDUL, Effendi; AZWAN, Azrul. *Enhancement of overall equipment effectiveness (OEE) data by using simulation as decision making tools for line balancing*. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. 2012, vol. 18, no. 1, s. 1040–1047. Dostupné z DOI: 10.11591/ijeecs.v18.i2.pp1040-1047.
- [29] ZAMORI, Francesco; BRAGLIA, Marcello; FROSOLINI, Marco. *Stochastic overall equipment effectiveness*. International Journal of Production Research. 2011, vol. 49, no. 21, s. 6469–6490. Dostupné z DOI: 10.1080/00207543.2010.519358.

- [30] GROS, Ivan; BARANČÍK, Ivan; ČUJAN, Zdeněk. *Velká kniha Logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-ekonomická, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [31] HÁNĚL, Pavel. *Informatika řízení výrobních procesů*. Hradec Králové, 2007. Diplomová práce. Univerzita Hradec Králové. Vedoucí práce Ph.D. DOC. RNDR. JOSEF HYNEK MBA.
- [32] *MES Software* [online]. USA [cit. 2022-05-08]. Dostupné z: <https://softwareconnect.com/mes/>.
- [33] *O nás* [online]. Czech Republic, 2022 [cit. 2022-09-08]. Dostupné z: <https://www.teleflex.com/emea/cs/about-us/>.
- [34] , Act-in CZ s.r.o. Informační systémy MES, OEE a CMMS. *Actin.cz* [online]. Brno: Act-in CZ s.r.o, 2019 [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://www.act-in.cz/informacni-systemy-mes>
- [35] *MediaPipe Hands* [online]. USA, 2020 [cit. 2022-12-08]. Dostupné z: <https://google.github.io/mediapipe/solutions/hands.html>.
- [36] LINDEGREN, Martinus; LUNAU, Maria; PEREIRA, Marina; RIBEIRO DE SILVA, Elias. *Combining Simulation and Data Analytics for OEE Improvement*. 2022, vol. 21, s. 29–40. Dostupné z DOI: 10.2507/IJSIMM21-1-584.
- [37] JUOVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9
- [38] KŘEKOVSÝ, Miloslav. VALSA, Ondřej. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. doplněné vydání. Praha: C.H.Beck, 2012. 176 s. ISBN 978-80-7179-319-9.

## Seznam obrázků

Obr. 1 - Hlavní pilíře průmyslu 4.0.....	4
Obr. 2 - Koncept architektury a analýzy velkých dat ve štíhlém podniku .....	6
Obr. 3 – 10 výhod cloud computingu .....	8
Obr. 4 - Hlavní principy štíhlé výroby .....	10
Obr. 5 - Postup zavedení principu Jidoka .....	12
Obr. 6 - 8 Muda štíhlé výroby.....	13
Obr. 7 Seznam ikon využívaných ve VSM mapě .....	17
Obr. 8 – 5 základních pohybů MTM analýzy .....	18
Obr. 9 Diagram klasifikace ztrát v OEE .....	19
Obr. 10 - Pull systém výroby .....	21
Obr. 11 - Integrace subjektů se systémem MES .....	22
Obr. 12 - Matice klíčových hodnot podniku .....	25
Obr. 13 - Produkt pro arteriální přístup .....	26
Obr. 14 - Set pro aplikaci tekutin s vysokým průtokem .....	26
Obr. 15 - Vizualizace KPI z výrobní linky z projektového programu.....	28
Obr. 16 - Sběr dat - Úroveň 1 - Výrobní linka.....	30
Obr. 17 - Sběr dat - Úroveň 2 - Databox procesů .....	31
Obr. 18 - Sběr dat - Úroveň 2 - Vizualizační stěna linky .....	31
Obr. 19 - Sběr dat - Úroveň 3 - Vizualizační stěna č.1 .....	32
Obr. 20 - Sběr dat - Úroveň 3 - Vizualizační stěna č.2.....	32
Obr. 21 - Sběr dat - Úroveň 3 - Ukazatel efektivity .....	33
Obr. 22 - Sběr dat - Úroveň 3 - Magnetická tabule linky .....	33
Obr. 23 - Sběr dat - Úroveň 3 - Typ magnetických značek .....	34
Obr. 24 - Sběr dat - Úroveň 4 - Pilotní nastavení softwaru .....	35
Obr. 25 - VSM aktuálního stavu č.1 .....	39

Obr. 26 VSM aktuálního stavu č.2.....	40
Obr. 27 - VSM aktuálního stavu č.3 .....	41
Obr. 28 - Časové rozložení linky č.1 .....	45
Obr. 29 - Časové rozložení linky č.2 .....	45
Obr. 30 - Vizualizace prostojů v procesu.....	46
Obr. 31 - vizualizace produkce strojů v podniku .....	46
Obr. 32 - Digram přechodu z VSM na VSD.....	48
Obr. 33 - VSD mapa budoucího stavu linky .....	49
Obr. 34 - Možnosti algoritmu rozeznávat části ruky .....	50
Obr. 35 - Detekce ruky a validace modelu .....	51
Obr. 36 - Procesní diagram diskrétní počítačové simulace.....	53

### **Seznam tabulek**

Tabulka 1 - Část tabulky VSM aktuálního stavu .....	37
Tabulka 2 - zkrácená MTM tabulka pro sběr dat z procesu (viz. Příloha A) .....	42
Tabulka 3 - Souhrn operačních úseků.....	43
Tabulka 4 - Pracovní časová studie .....	44

## **Seznam zkratek**

BDA – Big Data Analysis – analýza velkých dat

BOS – Bezobslužný obráběcí stroj

CNC – Computer Numerical Control – počítačově numerický řízený stroj

IoT – Internet of Things – internet věcí

IT – Information Technology – informační technologie

JiT – Just in Time

M2M – Machine to Machine – komunikace stroj mezi strojem

MTM – Method-Time Measurement – metoda měření času

OEE – Overall Equipment Effectiveness – celková efektivita zařízení

PLC – Programovatelný logický automat

TPLT – Total Production Lead Time – celková doba výroby

TPM – Total Productive Maintenance – celková produktivní údržba

TPS – Toyota Production System – Toyota produkční systém

TVAT – Total Value Added Time – celkový čas přidané hodnoty

VSD – Value Stream Design – budoucí mapa toku hodnot

VSM – Value Stream Map – mapa toku hodnot

WIP – Work in Progress – rozpracované položky ve výrobě

## **Seznam příloh**

Příloha A – Dokument pro zápis dat z MTM analýzy

Příloha A – Dokument pro zápis dat z MTM analýzy

<b>Analýza operačního úseku</b>								
Pozorovací analýza	Plánovací analýza							
Záznam	<input style="width: 100%;" type="text"/>							
Název op. úseku	<input style="width: 100%;" type="text" value="Krácení -"/>							
Začátek	<input style="width: 100%;" type="text"/>							
Obsah	<input style="width: 100%;" type="text"/>							
Konec	<input style="width: 100%;" type="text"/>							
Ohraničení	<input style="width: 100%;" type="text"/>							
Popis	Kód	TMU	PxČ	TOTAL	Kód	TMU	PxČ	Popis
Č.				TMU				
				10	R20B	10		Pro kusy
				0	G5	0		
				6,8	M10B	6,8		Sevření prstů
				4	M4B	4		Zlepšení kontroly
				10,6	APA	11		
				10,5	M20B	11		
				5,6	G2	5,6		
	Ke koncům těl	R12A	1,28	0,2	1,28			
		G1A	1,2	0,6	1,2			



	Do děličky- posun	M6A	3,6	0,6	3,6				
			1,12	0,2	1,12	G2			
		M12A	1,38	0,2	1,38	M12A			
		G2	1,12	0,2	1,12	G2			
					3,88	P2SSE	3,9	0,2	
					0,62	M4A	0,6	0,2	
					0	RL2	0	0,2	
					1,1	R8A	1,1	0,2	
					0	G5	0	0,2	
					2,12	APA	2,1	0,2	Srovnání v děličce
	Přidržení v děličce	AF	0,68	0,2	0,68	RL2	0,7	0,2	
			1,36	0,2	1,36	R12A	1,4	0,2	K oddělovači
			0	0,2	0	G5	0	0,2	
			10,6	0,2	10,6	APA	2,1	0,2	Zmáčknutí
			0	0,2	0	RL2	0	0,2	
		G2	5,6	1	5,6				
		M24C	13	1	13				
		P1SSE	9,1	1	9,1				
		RL2	2	1	2				
					0				
	Kontrola	G1C3	0,22	0	0,216				
		EF	0,15	0	0,146				
		M20A	0,19	0	0,192				
		RL1	0,04	0	0,04				
				-					

**Celkem**  
**TMU**

108,046

**Sec**

3,88966

<b>Autor/ka BP</b>	<b>Jakub Žížka</b>
<b>Název BP</b>	<b>Uplatňování metod štihlé výroby ve vybrané společnosti</b>
<b>Studijní program</b>	<b>LVS</b>
<b>Rok obhajoby BP</b>	<b>2022</b>
<b>Počet stran</b>	54
<b>Počet příloh</b>	1
<b>Vedoucí BP</b>	<b>Ing. Leo Tvrdoň, PhD.</b>
<b>Anotace</b>	Bakalářská práce se zabývá analýzou současného stavu sběru dat v podniku v rámci adaptace praktik štihlé výroby a aplikování metod VSM, MTM a OEE pro přechod na digitální sběr dat ve výrobě. Hlavním cílem je pochopit aplikaci metod na zeštíhlování procesů a přijít s návrhy, které by současný stav dokázali vylepšit. Teoretická část zahrnuje vysvětlení základních metodik a pojmů, které jsou v práci využívány. Teoretická část se následovně zabývá analýzy sběru dat v podniku, aplikaci metod pro přechod na co nejefektivnější sběr dat pro potřeby podnikového managementu.
<b>Klíčová slova</b>	metoda měření času, mapování toku přidaných hodnot, celková efektivita zařízení, štihlá výroba, Průmysl 4.0.
<b>Místo uložení</b>	ITC (knihovna) Vysoké školy logistiky v Přerově
<b>Signatura</b>	