

Projekt optimalizace výrobního pracoviště

Bc. Marek Růčka

Diplomová práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Marek Růžka
Osobní číslo:	M200332
Studijní program:	N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Projekt optimalizace výrobního pracoviště

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši vztahující se k dané problematice a metodám šilhlé výroby.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu montážního pracoviště.
- Na základě provedené analýzy navrhňte projekt optimalizace výrobního pracoviště.
- Zhodnotte navrhovaná řešení.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

- BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean*. Boca Raton: American Lean SD, 2016, 142 s. ISBN 978-15-393-2294-8.
- DENNIS, Pascal. *Lean Production Simplified: A Plain-language Guide to the World's Most Powerful Production System*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.
- CHROMIAKOVÁ, Felicitá. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti širším řízením procesů*. Žilina: Geom, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
- SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 223 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Lucie Hrbáčková, Ph.D.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: 11. února 2022
Termín odevzdání diplomové práce: 27. dubna 2022

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
garant studijního programu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení:

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Předmětem této diplomové práce je optimalizace výrobního pracoviště ve vybrané společnosti. Teoretická část je zpracovávána formou literární rešerše. Tato část se vztahuje k průmyslovému inženýrství a vybraným metodám, které byly využity v analytické a projektové části. Praktická část je rozdělena na analytickou a projektovou část. V analytické části probíhá analýza měření vybraných procesů. V úvodu projektové části je představen projekt optimalizace výrobního pracoviště. Na základě hlavních nedostatků z provedené analýzy byly navrženy a provedeny zlepšovací návrhy. V závěru je provedeno celkové zhodnocení projektu. Cílem projektu je zvýšení celkového výstupu výroby produktů a objektivizace stanovených norem spotřeby času.

Klíčová slova: optimalizace, průmyslové inženýrství, metody měření práce, standardizace, štíhlá výroba

ABSTRACT

The subject of this thesis is the optimization of the production workplace in a selected company. The theoretical part is processed in the form of a literature research. This part is related to industrial engineering and selected methods that were used in the analytical and project part. The practical part is divided into analytical and project part. The analytical part analyses the measurement of selected processes. In the beginning of the project part is introduced the project of optimization of the production workplace. Based on the main shortcomings from the analysis, improvement suggestions were proposed and implemented. Finally, an overall evaluation of the project is made. The aim of the project is to increase the overall output of the product production and to objectify the established time consumption standards.

Keywords: optimization, industry engineering, method of work measurement, standardization, lean production

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí mé diplomové práce Ing. Lucii Hrbáčkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky a především věnovaný čas.

Dále bych rád poděkoval celému projektovému týmu za perfektní spolupráci napříč celým projektem a vedení společnosti za umožnění zpracování této práce.

V poslední řadě bych rád vyjádřil poděkování svému blízkému okolí za podporu po celou dobu studia.

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

„Jediný limit jsi ty sám“.

OBSAH AKTUALIZOVAT

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	12
1.2 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.3 MODERACE A WORKSHOP.....	15
1.4 SPAGHETTI DIAGRAM.....	18
1.5 ANALÝZA A NORMOVÁNÍ PRÁCE.....	19
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	23
2.2 SYSTÉM TLAKU A TAHU.....	25
2.3 VÝROBNÍ BUŇKY.....	25
2.4 STANDARDIZACE.....	26
2.5 ERP SYSTÉMY.....	26
3 PRŮMYSL 4.0	28
3.1 DIGITALIZACE.....	30
3.2 STROJOVÉ UČENÍ.....	30
3.3 VIRTUÁLNÍ A ROZŠÍŘENÁ REALITA.....	31
3.4 INTERNET VĚCÍ.....	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	36
4.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI.....	36
4.1.1 Firemní hodnoty.....	37
5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	38
5.1 ANALÝZA VÝROBNÍCH PROCESŮ.....	39
5.2 ANALÝZA VÝROBNÍHO PRACOVÍŠTĚ.....	46
5.2.4 Audit pracoviště kompletace.....	59
6 PROJEKTOVÁ ČÁST	63
6.1 DEFINICE PROJEKTU.....	63
6.2 ČASOVÝ HARMONOGRAM.....	64
6.3 RIZIKOVÁ ANALÝZA.....	64
6.4 WORKSHOP A SESTAVENÍ PROJEKTOVÉHO TÝMU.....	65
6.5 NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ.....	66
6.5.1 Standardizace pracovního postupu finálního výrobku.....	66
6.5.2 Změna organizace práce přípraváře.....	67

6.5.3	Aplikace metody 5S	70
6.5.4	Náběh a ukončení směny	73
6.6	OBJEKTIVIZACE PRACOVNÍCH NOREM	78
6.7	NÁVRHY PRO DALŠÍ ZLEPŠENÍ	82
7	VYHODNOCENÍ PROJEKTU	87
	ZÁVĚR	90
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	91
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	98
	SEZNAM OBRÁZKŮ	99
	SEZNAM TABULEK.....	101
	SEZNAM PŘÍLOH.....	102

ÚVOD

Jádrem optimálního fungování každé společnosti jsou procesy. Jejich základem je řetězec navzájem propojených činností, které budují komplexní celek. Tento celek prostřednictvím svých zdrojů přináší hodnotu zákazníkovi a současně vytváří hodnotu a uspokojuje pracovníky a vlastníky společnosti.

Jestliže bychom provedli analýzu podnikových činností, zjistíme, že pouze minimální část procesů vytváří hodnotu pro zákazníka. Snížení nebo optimalizace těchto činností je možné za předpokladu, že tyto procesy jsou měřitelné, plánovatelné a kontrolovatelné. Tyto a jiné analýzy však začínají komplikovat tzv. černé labutě. Tyto nečekané události ovlivňují fungování celé společnosti a není vždy možné tyto procesy v závislosti rychlých změn nastavit tak, aby zachovaly původní koncepci.

V posledních letech jsme svědky radikálních změn ve společnosti. Rychlá doba nás neustále nutí věci měnit či inovovat a člověk se musí neustále přizpůsobovat tempu, které určují aktuální trendy. Mnohem náročnější to však mají jednotlivé podniky, které musí inovovat a zavádět změny jako reakci na aktuální vývoj situace trhu, jako je například válka Ruska a Ukrajiny, která naprosto ovlivnila pohled na zásoby materiálu, protože doposud byly brány nadbytečné zásoby jako jeden z druhů plýtvání. Dnes, pokud nemá podnik zásoby, jeho výroba je omezená nebo silně ztrátová.

Nutno zmínit, že neexistuje žádná cesta, která by jednoznačně zaručovala budoucí úspěch. Pokud se ale podíváme na úspěšné podniky, které se v této době dokážou prosadit, zjistíme, že v jistých pohledech je spojuje několik charakteristických rysů. Jedním z těchto rysů je Customer relationship management neboli řízení vztahů se zákazníky, kdy zákazníci jsou uspokojováni ve svých potřebách a zároveň dostávají novou přidanou hodnotu. Dalšími společnými znaky jsou systémy inovačních procesů a vysoký stupeň práce s kapitálem. Poslední, ale neméně významná součást je využití technologických novinek jako je online sběr dat, digitalizace a automatizace.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je zvýšení celkového výstupu výroby produktů vybraného pracoviště. V projektové části jsou navrženy postupy, které budou řešit problematiku hlavního cíle. Pro vyhodnocení dosažení cíle bude sloužit porovnání vyrobených kusů za určitě časové období v podmínkách před implementací a v podmínkách aktuálních. V rámci projektu, který probíhá od listopadu 2021 do března 2022 by mělo dojít k navýšení celkového výstupu výroby alespoň o 20 %. Dílčím cílem práce je objektivizace normativních časů výrobního portfolia.

Teoretická část je zaměřená na teoretické poznatky vztahující se k dané problematice. Tyto poznatky jsou určeny jako podklad pro vypracování analytické a projektové části. Veškeré poznatky jsou zpracovány z české a zahraniční odborné literatury a ostatních odborných publikací.

V praktické části je zpracována analýza současného stavu. Pro analýzu a sběr informací byly použity informační systém, rozhovory s pracovníky, mistrem a managementem dané společnosti. Dále byla v diplomové práci využita metoda přímého měření – snímek pracovního dne. Tato metoda byla použita s cílem zorientovat se v procesu a zjistit hlavní potenciály ke zlepšení a detekovat plýtvání. Další použitá metoda byla Spaghetti diagram, díky které byl zachycený pohyb operátora pro případnou optimalizaci layoutu pracoviště. V neposlední řadě proběhla analýza a následná vizualizace balancování operací.

V úvodu projektové části je zpracováno vymezení projektu, stanovení cílů pomocí metody SMART, harmonogram projektu a riziková analýza. Obsahem dalších kapitol jsou konkrétní realizované změny, které napomohly ke splnění zadaných cílů. Následuje kapitola, která se zabývá dodatečnými návrhy, které doposud nebyly zrealizovány a jsou předmětem další možné cesty k dodatečné optimalizaci pracoviště. V poslední kapitole se nachází vyhodnocení projektu a zhodnocení stanovených cílů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je obor, jehož podstatou je hledat možnosti, jak eliminovat ztráty ve výrobních a dalších firemních procesech. Cílem je nejenom eliminace ztrát, ale i nastavení optimálních vazeb mezi výrobou a administrací, protože se vzájemně ovlivňují a doplňují. (Chromjakova, 2013)

V posledních letech je pojem průmyslové inženýrství velmi často skloňován právě díky zvyšování tlaku na co největší optimalizaci a zlepšování napříč výrobními i nevýrobními procesy. Existuje jen hrstka firem, kde by tuto pozici neměly ve své organizační struktuře. Náplň práce lze rozdělit na činnosti zlepšovací, vzdělávací a realizační. (e-api, ©2015)

Nápor na zkrácení průběžné výrobní doby s vysokou pružností a ohledem na efektivní využívání zdrojů sebou nese mnoho úskalí a nástrah. K řízení jednotlivých procesů napomáhají metody průmyslového inženýrství. Některé z nich jsou využívány již desítky let což však neznamená, že nejsou funkční či jsou nějakým způsobem zastaralé. I tyto metody se stále inovují a vylepšují svou původní verzi dle aktuálních možností a potřeb zákazníka. S příchodem digitalizace a automatizace však vzniká požadavek na rozšíření využití bezdrátových sítí v oblasti přenosu podnikových dat a informací.

1.1 Osobnost průmyslového inženýra

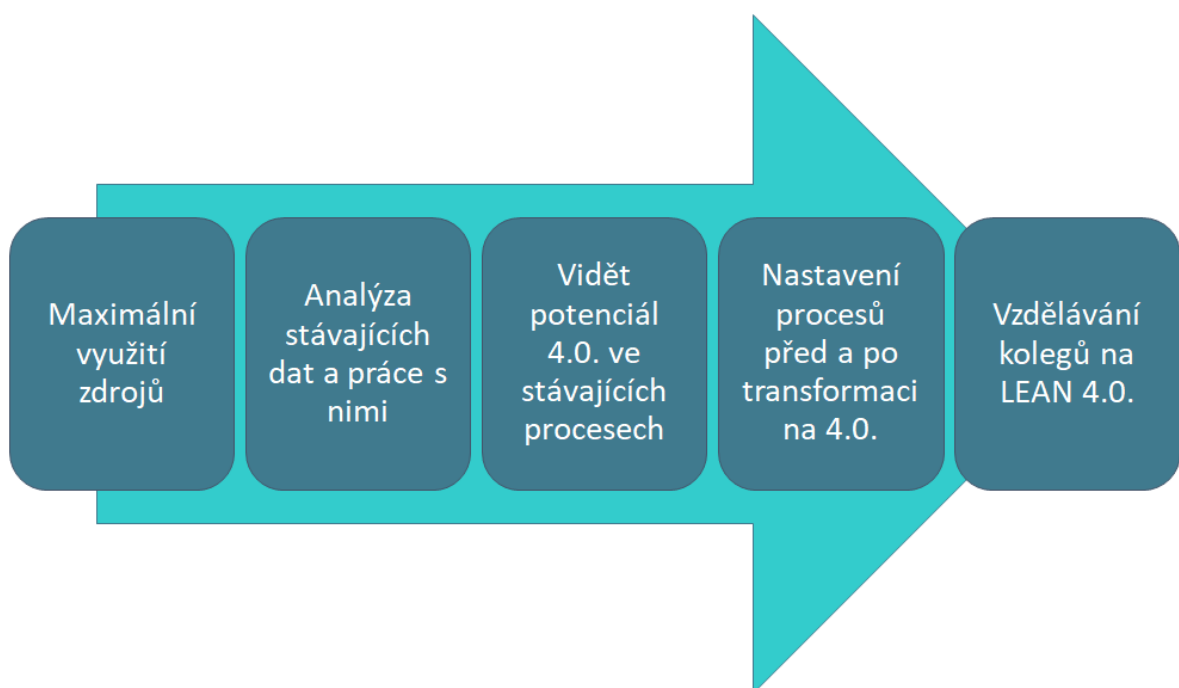
„Průmyslový inženýr plánuje, projektuje, řídí a implementuje komplexní integrované výrobní systémy a systémy pro poskytování služeb, zabezpečuje jejich vysokou výkonnost, spolehlivost, řízení nákladů, zlepšování procesů, zvýšení produktivity práce a efektivitu výroby.“ (nsp, ©2017)

Mezi jeho pracovní činnosti patří řízení projektů v oblasti průmyslového inženýrství, analýzy výrobních a nevýrobních procesů, spolupráce na změně strategie společnosti, identifikace a eliminace plýtvání, moderace workshopů v oblasti zlepšování, vzdělávání a trénink pracovníků a mnoho dalších. (nsp, ©2017)

Dle Rajnohy a Chromjakove (2011) je primární nástroj průmyslového inženýra audit. Ten je možné realizovat interní nebo externí cestou, případně kombinací. V obou případech je cílem ověřit skutečný stav vybraných procesů a parametrů. Zásadní výhodou externích auditů je nezaujatý a nezkreslený pohled auditora, který není ovlivněn chodem daného podniku, a tak je v mnoha případech výsledek těchto auditů radikálnější a přínosnější.

Dle Pavelky (2021) se pozice průmyslového inženýra s nástupem Průmyslu 4.0 změní od eliminaci plýtvání k racionalizaci toku a místo využívání tvrdých metod ke koučování a vedení. Zároveň do pracovního prostředí vstupuje mnoho nových systémů, které dokáží zprostředkovat spousty dat. Proto je potřeba, aby průmyslový inženýr dokázal tyto data analyzovat a zároveň měl schopnost těmto informacím porozumět a tvořit tak správné závěry a konkrétní návrhy.

Zároveň je jednou z jeho dalších rolí vidět potenciál ve stávajících procesech, které by mohly být s příchodem průmyslu 4.0 racionalizovány nebo zcela nahrazeny umělou inteligencí. (Pavelka, 2021)



Obrázek 1 Role průmyslového inženýra s nástupem Industry 4.0. (zdroj: Pavelka)

1.2 Metody průmyslového inženýrství

1.2.1 SWOT analýza

SWOT analýza se používá k hodnocení konkurenční pozice společnosti a k vypracování strategického plánování. SWOT analýza hodnotí interní a externí faktory a také současný a budoucí potenciál. Je navržena tak, aby umožnila realistický, na faktech založený a daty podložený pohled na silné a slabé stránky příležitosti a hrozby. (investopedia, ©2021)

Jakmile prozkoumáte všechny čtyři aspekty SWOT, budete chtít stavět na svých silných stránkách, posílit slabší oblasti, odvrátit všechny hrozby a využít každou příležitost. Ve skutečnosti budete pravděpodobně čelit dlouhému seznamu možných opatření. Hledejte potenciální souvislosti mezi jednotlivými kvadranty vaší matice. Mohli byste například využít některé ze svých silných stránek k otevření dalších příležitostí? A mohly by se ještě více příležitosti zpřístupnit odstraněním některých vašich slabých stránek? (MindTools, ©2019)

SWOT analýza je jednoduchá, ale komplexní strategie. Je však pouze jedním z nástrojů vaší podnikatelské strategie. Mezi další analytické nástroje, které je třeba zvážit, patří analýza PEST (politická, ekonomická, sociální a technologická), analýza MOST (poslání, cíl, strategie a taktika) a analýza SCRS (strategie, současný stav, požadavky a řešení). Důsledná obchodní analýza a strategické plánování je nejlepší způsob, jak sledovat růst, silné a slabé stránky. (businessnewsdaily, ©2022)

1.2.2 Metoda 5S

Metodika 5S vychází z konceptu LEAN a je základním kamenem štíhlé výroby. Vychází z japonských slov Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu a Shitsuke. Každé z těchto slov představuje krok, podle které se tato metoda řídí.

Seiri v překladu znamená třídění a představuje vytřídění všech nástrojů a ostatních věcí na pracovišti, které nejsou nezbytně nutné. Seiton představuje umístění nástrojů a vyznačeném místě ve správném pořadí a v dostupné vzdálenosti. Seiso znamená úklid a říká, že pracovní prostory musí být udržovány v pořádku a čistotě. Seiketsu představuje standardizaci a Shitsuke označuje udržení, kde se soustředí na dodržení předchozích čtyř kroků, které by měly podléhat pravidelné kontrole, aby se proces nevrátil to předchozího stavu. (Svozilova, 2011)

V posledních letech se k této metodě přidává ještě další dvě „S“. 6S znamená zkratku Safety. Tento zásadní krok se zaměřuje na identifikaci nebezpečí a nastavení preventivních kontrolních opatření, aby pracovníci byli během pracovních operací v bezpečí a aby pracovní prostředí splňovalo požadované bezpečnostní normy. (safetyculture, ©2022)

Posledním sedmým „S“ je slovo Spirit a znamená to ochotu spolupracovat v týmu. Když vedoucí pracovníci pochopí vliv firemní kultury a význam respektu k zaměstnancům, je potřeba této další složky zřejmá. Spirit spočívá ve změně a udržování firemní kultury se

zapojením zaměstnanců na všech úrovních. Bez angažovaných pracovníků nebude přístup 5S na pracovišti úspěšný. (learntransformation, ©2022)

Mezi hlavní metody 5S patří:

- Vytvoření prostoru v podniku odstraněním nepotřebných nástrojů a zařízení.
- Snížení plýtvání způsobeného zbytečným pohybem díky organizaci pracovního prostoru.
- Zapojení obsluhy tím, že jim bude svěřena větší zodpovědnost za jejich pracovní prostředí.
- Vytvoření bezpečnějšího pracovního prostředí zajištěním jeho čistoty a dobré údržby. (leanproduction, ©2011)

1.3 Moderace a Workshop

Jestliže máte pocit, že vaše firemní porady a meetingy jsou neefektivní, zdlouhavé a zároveň chcete vybudovat team pracovníků, kteří budou schopni iniciovat a podílet se na zlepšení procesů, je tedy metoda moderace jedna z možných cest, jak posunout projektové řízení ve vašem podniku směrem vpřed. (produktivita, ©2011)

Za moderátora se považuje osoba, která ovládá širokou škálu technik. Je tedy specialista na metody, nikoliv na obsah, zároveň by měl mít alespoň částečné zkušenosti v dané problematice. (Hrbáčková, 2020)

1.3.1 Metody využívané v rámci workshopu:

Následující kapitola se věnuje jednotlivým technikám a metodám, které jsou často využívány během moderací a workshopech.

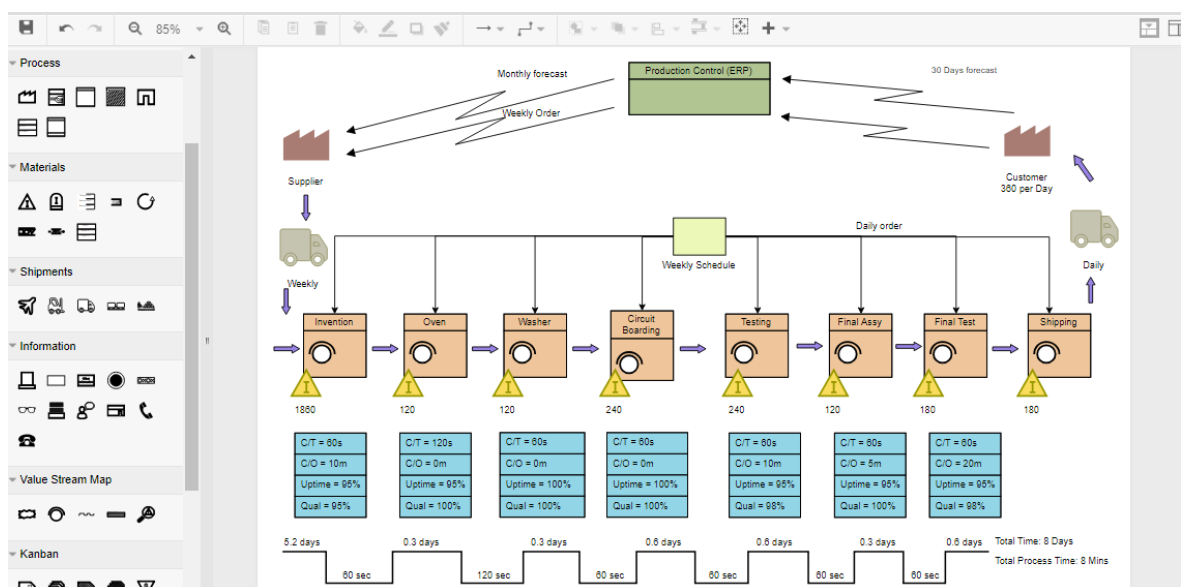
Mapování toku hodnot

Metoda nazývána taky jako VSM je technika štíhlé výroby, která slouží k analýze, návrhu a řízení toku materiálů a informací potřebných k dodání výrobku zákazníkovi. Využívá systém standardních symbolů pro znázornění různých pracovních toků a informačních toků. Položky jsou mapovány jako přidávající nebo nepřidávající hodnotu z pohledu zákazníka s cílem vykořenit položky, které hodnotu nepřidávají. (atlassian, ©2022)

Je to výkonný vizuální plánovací nástroj, který zobrazuje jak současný stav (co se děje nyní), tak budoucí stav (ideální pracovní postup), který vede od začátku do konce. Důležité je si

uvědomit, že mapa toku hodnot pomáhá identifikovat plýtvání, které se vyskytuje v rámci celé posloupnosti procesů od dodavatele k zákazníkovi nebo od nezačatého stavu k dokončení. (techsolve, ©2022)

Proces vytváření mapy hodnotových toků zahrnuje všechny potřebné lidi, procesy, informace a zásoby a zobrazuje je ve formátu vývojového diagramu. Vizualizací všech prvků, které se podílejí na tvorbě výrobku nebo služby, mohou organizace uplatnit principy štihlosti a snížit plýtvání v konkrétních oblastech svých procesů. Mapy toků hodnot lze vytvářet pomocí softwaru pro tvorbu vývojových diagramů a mnoho produktů má základní potřebné symboly zabudované ve svých knihovnách symbolů. Mapy lze vytvářet i na bílé tabuli a připojit k nim lístečky s dalšími informacemi. (purdue, ©2021)



Obrázek 2 Vytváření mapy hodnotových toků v online softwaru (zdroj: onlinevisualparadigm)

Postup tvorby mapování hodnotového toku:

1. Vymezení cíle – s jasným cílem v hlavě určete vhodné zaměření, rozsah a proces, který má být zmapován.
2. Určení počátečních a koncových bodů mapování – výchozím bodem může být například schválení požadavků zákazníka a končit dodáním produktu do výroby.
3. Sestavení VSM týmu – tým musí tvořit osoby, které jsou přímo schopny provést změny, které mohou z této aktivity vyplynout. Například nechcete, aby se tým skládal pouze z vývojářů a testerů, pokud se zjistí, že jsou nutné změny, které

vyžadují podporu provozu, nebo pokud jsou zjištěné změny organizační a vyžadují vyšší vedení.

4. Go to GEMBA – navštivte místo, kde se práce vykonává. Pochopte jejich postupy, co funguje a co ne. Tímto postupem si vytvoříte mnohem ucelenější pohled na proces.
5. Definujte základní hodnotový tok – ukážete hrubý příklad toho, jak to vypadá a funguje. To posune aktivitu rychleji ke kvalitnějším diskusím, vstupům a objevům.
6. Týmové mapování – každý z členů týmu je odborníkem na své vlastní segmenty procesu. Týmový přístup poskytuje různé pohledy na potřebné změny a na to, jak je nejlépe aplikovat.
7. Vytvořte mapu toku hodnot současného stavu – vycházejte z kroku 5 a přidejte další procesy a údaje, včetně aktuálních času cyklů, přípravy, taktů atd.
8. Vypracování mapy hodnotových toků cílového stavu – cílový stav představuje jasný cíl, kde chcete skončit. Tyto cíle mohou být vyjádřeny rychlostí dodávek, metrikami zaměřenými na kvalitu, souladem s předpisy nebo jakoukoli kombinací těchto a dalších ukazatelů. (plutora, ©2022)

5krát proč?

Metoda 5krát, proč je populární metoda k odhalení kořenové příčiny problému. Princip metody je v celku jednoduchý a spočívá v dotazování otázky proč. V praxi se můžeme setkat například s porouchaným strojem.

1. Proč je stroj odstaven?
2. Protože se stroj se zasekl. Proč?
3. Protože nebyl řádně vyčištěn. Proč?
4. Protože ho operátor nečistí v řádném intervalu. Proč?
5. Protože není nastaven plán údržby – kořenová příčina.

Není důležité, kolikrát se dotyčného zeptáme. Klíčové je najít řešení, které zabrání, aby se problém neopakoval. (Stephens, 2013)

5W1H

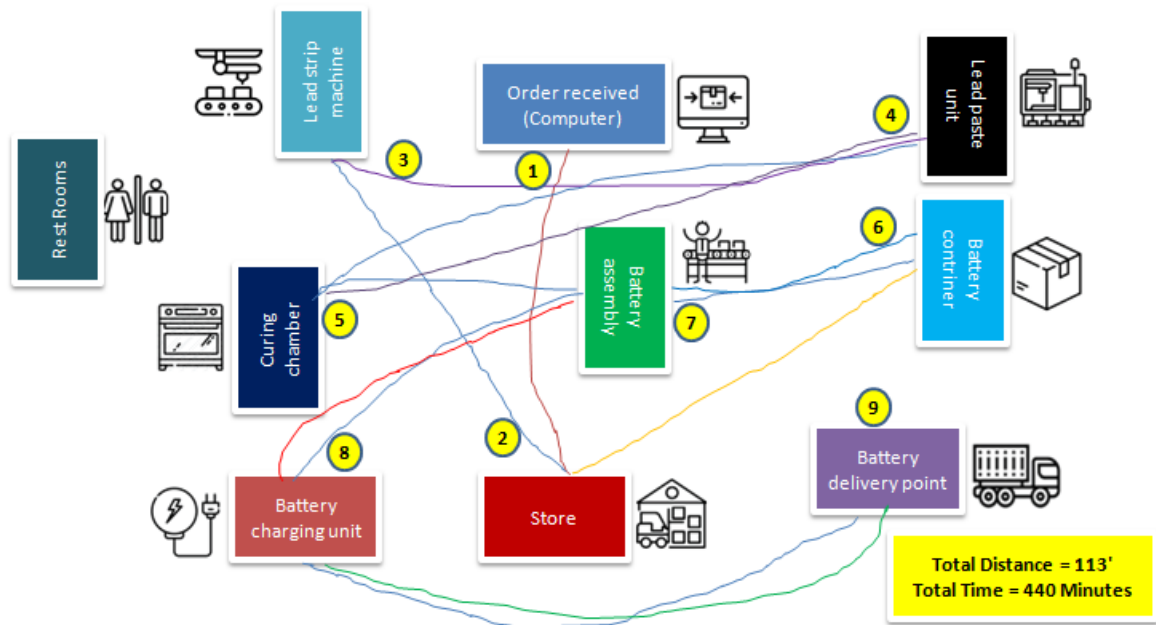
Metoda 5W1H, známá také jako metoda otázek nebo metoda pěti W, je zkratka, v níž každé písmeno odpovídá otázce: co, kdo, kde, kdy, jak a proč. Tato technika umožňuje pochopit situaci, rozeznat problém na základě analýzy všech aspektů a umožní prozkoumat všechny dimenze z různých úhlů pohledu. 5W1H se často využívá např. v rámci řízení projektu ve fázi definice projektu, k popsání a řešení problému, během brainstormingu nebo v integraci komunikační a marketingové strategie. (wimi-teamwork, ©2019)

1.4 Spaghetti diagram

Špagetový diagram je definován jako vizuální znázornění pomocí spojitě čáry toku sledující cestu položky nebo činnosti procesem. Jako nástroj analýzy procesu umožňuje spojitá linie toku procesním týmům identifikovat nadbytečnosti v pracovním toku a příležitosti ke zrychlení toku procesu. Příčinou přetížení a zpoždění jsou například oblasti, kde se setkává mnoho hlavních cest. Diagram pomáhá upozornit na hlavní křižovatky, kterých si jinak nemusíme všimnout. (Bialek, 2009)

Faktem je, že Spaghetti Diagram sleduje pohyb výrobků, papírů, a dokonce i lidí. Je tedy použitelný a přínosný i v nevýrobních procesech. Podrobně popisuje tok, vzdálenost a čekací dobu při přepravě položek v procesu. Sleduje také vzorce chůze lidí, přesuny materiálů mezi úkoly a pracovišti tam a zpět. (whatissixsigma, ©2016)

Koho sledovat, závisí na otázce a rozsahu problému, který chcete řešit. Pokud vás trápí efektivita obsluhy stroje a všimli jste si, že jeho úkol zahrnuje i chůzi, můžete pozorovat typickou obsluhu těchto strojů. Na druhou stranu, pokud vás více zajímá optimalizace přepravy materiálu, pak byste měli pozorovat některého z lidí přepravujících zboží. Souhrnně řečeno, pozorujte práci lidí, kterou chcete optimalizovat. (allaboutlean, ©2015)



Obrázek 3 Ukázka Spaghetti diagramu (zdroj: sixsigmastudyguide)

Pokud stejnou oblastí prochází více výrobků, zvažte všechny cesty pohybu, abyste dospěli k optimálnímu uspořádání. Zlepšete dokumentaci pomocí přehledného trasování, aby obsluha neměla v pohybových cestách zmatek. Zjistěte, zda lze úlohu provést elektronicky. Například chůze po závodě jen proto, abyste něco vyhledali, je ztráta času, ke stejnému účelu můžete použít kameru. Kriticky se podívejte na společné nebo sdílené zdroje, jako jsou tiskárny a skenery, a jejich umístění vzhledem k lidem pracujícím v dané oblasti. Zvažte přeskupení úkolů do tvaru písmene C nebo U, abyste minimalizovali celkovou dojezdovou vzdálenost a zlepšili interakci mezi členy týmu. (sigmamagic, ©2021)

Samotná tvorba Spaghetti diagramu je poměrně jednoduchou věcí, ke které není potřeba speciálních zařízení a programů. Jedním ze způsobů je zaznamenávání pohybu pracovníka do připraveného layoutu pracoviště, kde následně zachycujeme pohyby a přesuny do obrázku. Následně je analyzována ušlá vzdálenost, manipulace či nadbytečné pohyby a další možnosti optimalizace. (systemonline, ©2014)

1.5 Analýza a normování práce

Předmětem analýzy a normování práce je získání optimálního postupu vykonávání pracovních úkonů v rámci pracovního výkonu.

Normování práce je to časové ohodnocení živé práce za určitý pracovní výkon na konkrétním pracovišti za určitých podmínek. Obsahuje také předpis pracovního postupu a

potřebnou kvalifikaci. Časové ohodnocení je určeno mimo jiné k operativnímu plánování výroby a odměňování pracovníků (Jurová, 2016)

Dle Dlabače je důležité se zabývat nejprve analýzou práce s cílem identifikace a odstranění plýtvání a následně tuto činnost optimalizovat. Teprve až v další fázi přichází na řadu měření práce. Analýza práce často bývá pouze o sledování výrobního postupu a kladení si otázek, zda je daná činnost vykonávána nejlépe možným způsobem. Analýza a normování práce jsou dvě odlišné věci, které však samostatně nemohou fungovat zcela efektivně. (e-api, ©2015)

Podstatou pro analyzování a normování práce je způsob rozdělení jednotlivých složek času.

„Z hlediska spotřeby času pracovníka:

- *Čas práce*
- *Čas obecně nutných přestávek*
- *Čas podmíněčně nutných přestávek*

Z hlediska spotřeby času výrobního zařízení:

- *Čas chodu*
- *Čas pokoje*
- *Čas interference*

Z hlediska spotřeby času výrobního prostředku

- *Čas pohybu*
- *Čas pokoje“* (Chromjakova a Rajnoha, 2011)

Totožným způsobem lze rozdělit i časy obecně nutných přestávek a taktéž časy podmíněčně nutných přestávek, které jsou vázány na technologické nebo strojní zařízení a člení se na čekání za chodu strojního zařízení. (Chromjakova a Rajnoha, 2011)

1.5.1 Maynard Operation Sequence Technique (MOST)

Přesné měření práce je základním a nezbytným prvkem každé organizace. Technika MOST je osvědčeným nástrojem pro měření práce a je ideální volbou pro vytváření důležitých strukturovaných časových norem, které jsou základem všech obchodních odvětví. S technikou MOST můžete vytvářet přesné časové údaje prakticky v každém podnikatelském

odvětví, ať už pro příležitostné použití, nebo jako firemní nástroj měření. Metoda MOST je nejen rychlejší technikou měření práce, ale také zajišťuje mnohem podrobnější popis metody než například časová studie nebo odhad. (scott-grant, ©2017)

Technika se využívá především v průmyslovém odvětví, v němž pracovník provádí určitý úkol. Pro výpočet se úkol rozdělí na jednotlivé pohyby a každému z nich je přiřazena číselná hodnota času v jednotkách známých jako měření času (TMU), kde 100 000 TMU odpovídá 1 hodině. Všechny časy pohybových prvků se pak sečtou, připočtou se případné přídavky a výsledkem je standardní čas. (Rajappa, 2016)

MOST můžeme rozdělit na:

- Mini MOST – pro operace trvající několik vteřin s vysokou frekvencí opakování a potřebou přesnosti v tisících vteřin.
- Basic MOST – k normování činností trvajících několik desítek vteřin až několik minut. Pracuje s přesností setin vteřiny.
- Maxi MOST – pro logistické činnosti či operace související s údržbou nebo přestavbou strojních zařízení. Jedná se o činnosti s nepříliš vysokou opakovatelností a cyklovými časy v desítkách minut. (e-api, ©2015)

V praxi je nejvíce používanou variantou je Basic MOST. Pro klasifikaci jednotlivých činností byla vytvořena tabulka s jednotlivými parametry. Každý z těchto má svou vlastní indexovou hodnotu, která je určena z datové karty MOST. Pro obecný pohyb jsou definována označení A – vzdálenost, B – pohyb těla, G – získání kontroly a P – umístění. Dále jsou data karty rozděleny na části řízeného přemístění, použití ručního nástroje a použití jeřábu. (Kays, 2014)

BasicMOST Data Card General Move & Controlled Move

General Move						Action Distance Extended Values			
Index x 10	A Get Action Distance	B Put Body Motion	G Return Gain Control	P Placement	Index x 10	Index	Steps	Feet	Meters
0	≤ 2 in. (5 cm)			Pickup Toss	0	24	11 – 15	38	12
1	Within Reach		GRASP Light Object Light Objects Simo	PUT Lay Aside Loose Fit	1	32	16 – 20	50	15
3	1 – 2 Steps	Sit or Stand	GRASP Light Objects Non-Simo Heavy or Bulky Blind or Obstructed	PLACE Loose Fit Blind or Obstructed Adjustments Light Pressure Double Placement	3	42	21 – 26	65	20
			Disengage Interlocked Collect			54	27 – 33	83	25
6	3 – 4 Steps	Bend and Arise		POSITION Care or Precision Heavy Pressure Blind or Obstructed Intermediate Moves	6	67	34 – 40	100	30
10	5 – 7 Steps	Sit or Stand with Adjustments			10	81	41 – 49	123	38
16	8 – 10 Steps	Stand and Bend Bend and Sit Through Door			16	96	50 – 57	143	44
						113	58 – 67	168	51
						131	68 – 78	195	59
						152	79 – 90	225	69
						173	91 – 102	255	78
						196	103 – 115	288	88
						220	116 – 128	320	98
						245	129 – 142	355	108
						270	143 – 158	395	120
						300	159 – 174	435	133
						330	175 – 191	478	146

Obrázek 4 Ukázka data karty Basic MOST (zdroj: Soto)

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Dle Wilsona (2010) se definuje štihlost jako ucelený soubor metrik, které v kombinaci a po vyzrání umožní snížit a následně odstranit 7 druhů plýtvání. Díky těmto metrikám je vaše organizace flexibilnější a dokáže reagovat pohotověji. Štíhlý podnik je nazýván, protože v konečném důsledku může proces běžet s použitím menšího množství materiálu, s menšími prostory a s použitím nižším počtem osob.

Svozilová (2011) dodává, že přístupy Lean vycházejí z určení hodnoty zákazníka a identifikaci činnosti, které se podílejí na vytváření hodnoty. Aby byla metoda Lean reálně funkční, musí vkročit hluboko do myšlení zaměstnanců a stát se součástí firemní kultury.

Veškerá pozornost se začíná upínat k této metodice, protože je dokázáno, že je to klíč k dosažení adekvátní úrovně mezi efektivitou a produktivitou. V mnohých továrnách se však stále využívá mnoho procesů, které nemají se štihlostí moc společného. Například předávání informací prostřednictvím papírové podoby. (Brau, 2016)

Výroba je jako hudba, která se skládá z melodie, rytmu a harmonie. Melodie představuje tok jednotlivých součástí po výrobní lince. Rytmus znamená tempo, jakým protéká rozpracovaný materiál výrobou. Je to pro nás také doba taktu nebo délka trvání cyklu. Harmonie je spojení všech oblastí do jednoho celku. Pokud v podniku personál spolupracuje dle standardů a omezuje plýtvání, můžeme říct, že podnik se nachází v harmonii. (Press, 2008)

Ačkoli jsou principy štíhlého podniku zakořeněny ve výrobě, lze je použít univerzálně na všechny ostatní situace v životě. (Dennis, 2016)

2.1 Přidaná hodnota

Chceme-li provést optimalizaci procesů, musíme si zároveň uvědomit požadavky, které jsou kladeny od zákazníků na výstupu. Tyto požadavky představují hodnotu, za kterou je zákazník ochoten zaplatit. (Svozilova, 2011)

Přidanou hodnotu můžeme vnímat z několika úhlů pohledu. Například z ekonomického, zákaznického, z pohledu výrobce nebo průmyslového inženýra.

Dle Dlabače (2017) z pohledu ekonomického se dá přidaná hodnota charakterizovat jako v penězích ocenitelné úsilí, které podnikatel přidal k nakoupeným vstupům od svých dodavatelů. Znázorňuje tedy vztah mezi tržbami a náklady spojenými s pořízením vstupů.

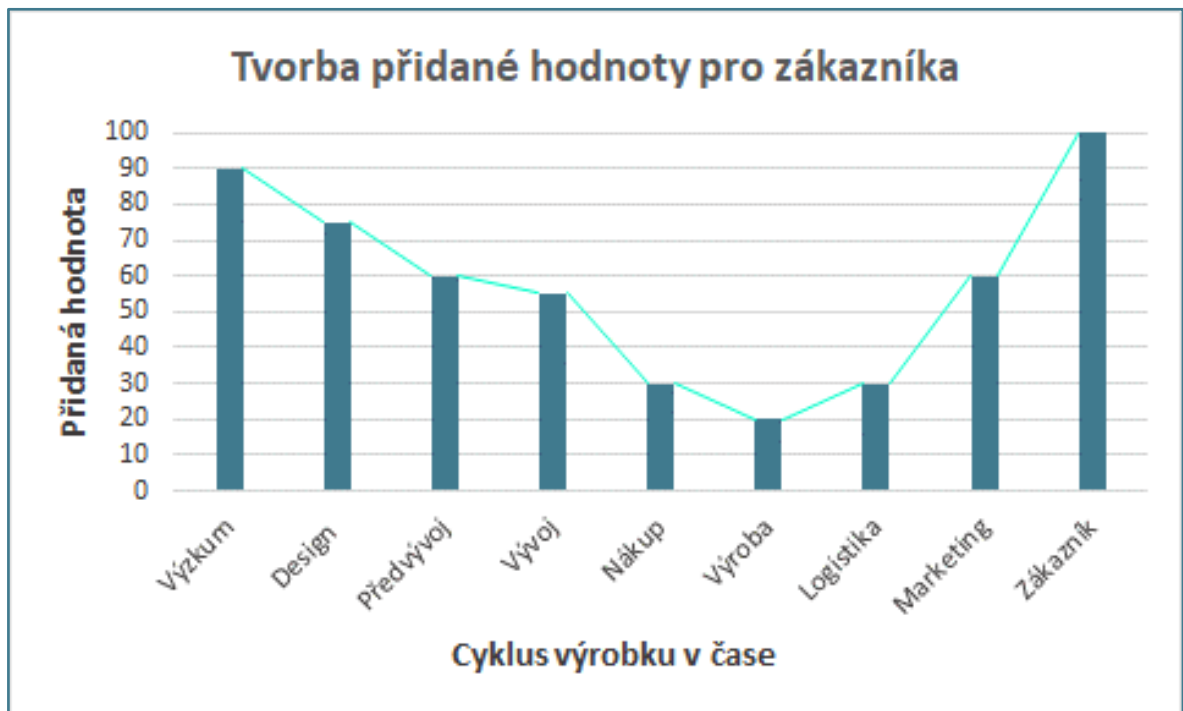
Nejvíce upřednostňovaným způsobem, jak mohou manažeři měřit tento parametr je pomocí ukazovatele EVA, tedy takzvané ekonomické přidané hodnotě.

Z pohledu průmyslového inženýra může být definována přidaná hodnota jako soubor všech činností, které vedou k fyzické změně vybraného produktu. K tomu, abychom tyto fyzické změny mohli realizovat, je potřeba provést důkladnou analýzu činností a rozdělit je do kategorií VA, NVA a plýtvání. (e-api, ©2017)

Kapusta (2020) dodává, že z pohledu výrobce je přidaná hodnota věc, díky které může v dnešní době na trhu obstát a zároveň je to nástroj pro zvýšení konkurenceschopnosti. Standardně se výše přidané hodnoty pohybuje v řádu jednotek procent. Ty nejlepší automobilové odvětví vykazují hodnotu indexu okolo 5 %.

Z pohledu zákazníka, který je neznalý a nedokáže si představit veškerý řetězec procesů, který daný produkt doprovází je opravdu těžké určit, za co by měl zaplatit. Rozhodně ale nechce platit za to, co fyzicky nedostane. (e-api, ©2020)

„Všechny činnosti hodnotového řetězce spolu komunikují a předávají si ohromné množství dat. K realizaci manažerských funkcí jsou nezbytné znalosti digitálního propojení pro vytváření přidané hodnoty pro zákazníky v čase, které jsou určeny právě zákaznickými požadavky a potřebami.“ (Jurová, 2016)



Obrázek 5 Tvorba přidané hodnoty pro zákazníka (Jurová)

2.2 Systém tlaku a tahu

Systém tahu upřednostňuje aktuální poptávku, kdy dodavatel vyrábí zboží v potřebném množství a časovém rámci na základě stávajících objednávek. Naopak systém tlaku využívá prognózy poptávky a vyráběné zboží tlačí dodavatelským řetězem k maloobchodníkům. (finaleinventory, ©2021)

V průmyslovém světě je tažný systém přezdívaný též jako kanban, což v překladu znamená karta nebo znamení. Tento systém umožňuje řízení zásob prostřednictvím poptávky a eliminuje tak nadměrné předzásobení. Tento systém se využívá také v oblasti nakladatelství, kdy se postupně dotiskují jen ty knihy, o které je zvýšený zájem. (Svozilová, 2011)

Tažný systém kontroluje množství nedokončené výroby na výrobní ploše a zároveň určuje její horní hranici. Mezi výhody tažného systému je např. zkrácení cyklového času, snížení provozních nákladů a zlepšení ergonomie. Snížení nákladů znamená menší zásobu materiálu, kde zároveň nevzniká takové množství rozpracované výroby. Z pohledu ergonomie je to zmenšení zásobníků na komponenty, kterých ve výsledku není tolik. (Dennis, 2016)

Tok jednoho kusu

„Způsob výroby, při kterém výrobek prochází jednotlivými operacemi procesu bez přerušování a čekání. V daný časový okamžik je tedy vyráběn na příslušné operaci pouze jeden výrobek, který je bezprostředně předán na operaci následující“. (e-api, ©2015)

Tok jednoho kusu pomáhá maximálně využívat zdroje, zkracovat průběžnou dobu výroby a napomáhá k identifikaci jednotlivých problémů na konkrétních operacích. Dosažení nepřetržitého toku obvykle vyžaduje co nejnížší počet výrobních zdrojů (práce, materiál, zařízení, čas), aby se zvýšila hodnota pro zákazníka. (Voehl, 2014)

2.3 Výrobní buňky

Výrobní buňka se skládá ze dvou nebo více operací nebo pracoviště věnované zpracováním omezeného počtu částí nebo výrobku do více nebo méně kompletní složky nebo shromáždění. Předpokladem výrobních buněk jsou skupiny výrobků, které mezi sebou mohou sdílet stejné výrobní procesy nebo zařízení. Další aspekt je opakovatelnost výrobního procesu – větší série které zákazník opakovaně objednává. Posledním neméně důležitým předpokladem jsou flexibilní pracovníci, kteří jsou ochotni k absolvování tréninku k další zvyšování kvalifikace. (Myška, 2017)

Základním principem montážních buněk je seskupení pracovišť a operací do buněk dle podobnosti operací a procesů a ve vazbě na podobnost realizované produkce. Hlavním cílem je snížení cyklového času s důrazem na snížení všech druhů zásob. (Chromjakova, 2013)

2.4 Standardizace

Dle Jurové (2016) je standardizace systematický proces, který záměrně usměrňuje a redukuje rozdíly od navrhování výrobků přes výrobu až po jeho prodej. Smyslem je vyloučení rozmanitosti řešení ve výrobě, oběhu i spotřebě.

Organizace a standardizace je nástroj, který se používá k organizaci základních činností a standardizaci materiálů, strojů, pracovní sil a metodik používaných při činnostech, které vytvářejí přidanou hodnotu. (Voehl, 2014)

Součástí standardizace jsou bezpochyby i pracovní postupy. Správný pracovní postup nelze napsat od stolu. Musí se vyzkoušet a mnohokrát revidovat ve výrobním závodě. Navíc musí být zpracován tak, aby byl srozumitelný nejenom pro pracovníky dané země, ale i agenturních pracovníků ze zemí jiných. (Ledbetter, 2018)

Dle Wilsona (2010) je standardizace nástroj, který snižuje variabilitu a zamezuje rozdíly napříč operátory. Na druhé straně však zmiňuje fakt, že aby se systém změnil a zlepšil, musí se podporovat kreativita. Musíme tedy zůstat stejní, a přesto se musíme neustále měnit. Je to zásadní paradox, o kterém stojí přemýšlet.

Dennis (2016) navazuje, že dle zkušeností standardizovaná práce podporuje kreativitu, pokud tomu vedoucí týmu správně rozumí. Standardizace je proces s cílem dokonalosti a nulového plýtvání, ne vězení. Poskytuje možnost zapojení všech členů týmu k nekonečnému zlepšování

Standardizace je i základním kamenem domu Toyota Production System, do které se řadí standardizovaná práce, přípravky, nástroje, vybavení a místo pro tyto položky. Bez standardizace nemůže existovat kaizen neboli neustálé zlepšování krok po kroku. Bez standardizace by se dům Toyota Production System zhroutil. (Steward, 2011)

2.5 ERP systémy

Plánování podnikových zdrojů (ERP) označuje typ softwaru, který organizace používají k řízení každodenních obchodních činností, jako je účetnictví, zadávání veřejných zakázek, řízení projektů, řízení rizik a dodržování předpisů a provoz dodavatelského řetězce. Dnes

jsou tyto systémy klíčové pro řízení tisíců podniků všech velikostí a ve všech odvětvích. Pro tyto společnosti je ERP stejně nepostradatelný jako elektřina, která udržuje světlo. (oracle, ©2020)

Technologie jsou ve všech oblastech práce, podnikání, nebo dokonce života velmi důležitým faktorem. Ironií však je, že v určitých bodech je její úroveň využití velmi nízká a tento faktor brání implementaci metod leanu pro zvýšení efektivity v závodech. Když ERP systémy začaly přicházet do společností, velkým příslibem těchto podnikových systému bylo, že veškerá výroba bude vložena do jednoho systému. Společnosti implementovaly mnoho softwarových aplikací pro účetní, finanční a administrativní oddělení. Tyto projekty však začaly z různých důvodů selhávat. (Brau, 2016)

Prostřednictvím dotykových terminálů, tabletů a chytrých telefonů systém komunikuje s celým provozním personálem závodu. Tyto spojení se využívají pro dvě zásadní funkce. První z nich jsou jakékoliv změny nebo přeplánování prací, které mohou být vyžadovány kvůli různým incidentům nebo plánovacím rozhodnutím. Prostřednictvím odeslání nových zakázek se systém synchronizuje a s ohledem na minimalizaci prostojů které vznikají během seřizování se změny zaplánují. Tyto technologie umožňují operátorům, aby byli za jakýchkoliv okolností vedeni k nejefektivnějšímu způsobu řešení. (Brau, 2016)

Většina podnikových procesů se provádí pravidelně, což umožňuje zaměstnancům odpovědným za tyto procesy stát se efektivními. Některé podnikové procesy se však provádějí pouze sporadicky. Často se jedná o jsou neefektivní, zejména pokud se jedná o více než jeden funkční proces. Pro sporadické procesy je vhodný softwarový nástroj pro správu pracovních postupů. Nástroje pro pracovní postupy jsou softwarové programy, které automatizují provádění jednotlivých kroků a zabývají se všemi aspekty procesu, včetně jeho průběhu. (Monk a Wagner, 2013)

Na trhu ERP existuje řada produktů, které jsou hojně využívány v mnoha podnicích. K nejznámějším ERP systémům se řadí SAP, který byl založen již v roce 1972 bývalými zaměstnanci IBM. Mezi další známé ERP systémy řadíme Peoplesoft, Oracle nebo Microsoft Dynamics. (Ganesh, 2014)

Zejména produkt Dynamics od společnosti Microsoft je zajímavým řešením pro podniky, které přecházejí ze standardní licence na formu předplatného, kdy si daný software pronajímají. Jeho výhodou je především spojení ERP a CRM oblasti do jednoho software, a tak vzniká jednodušší prostor pro řízení podnikových procesů. (Bellu, 2018)

3 PRŮMYSL 4.0

Pravidla podnikání se změnila. V každém odvětví se rozšířily nové digitálních technologií a vzestup nových disruptivních hrozeb mění obchodní modely a procesy. Digitální revoluce změnila staré obchodní příručku vzhůru nohama. (Rogers, 2016)

Průmysl 4.0 je tedy nová oblast průmyslu, která se objevila v důsledku vzniku a rozšíření nových technologií – digitálních technologií a internetových technologií, které umožňují rozvíjet plně automatizované výrobní procesy, v nichž se účastní pouze fyzické objekty, které spolu interagují bez účasti člověka. Průmysl 4.0 vytváří tradiční průmyslové výrobky a nové průmyslové výrobky, které nemůžou být vyráběny v jiných sférách reálného sektoru ekonomiky. Zatímco v současné době je Průmysl 4.0 novinkou v oblasti rozvoje průmyslu, který je zastoupen pouze v některých vyspělých zemích a tvoří malý podíl jejich ekonomiky. reálném sektoru, v budoucnu může formování Průmyslu 4.0 vést k postupné modernizaci dalších výrobních i nevýrobních sektorů. (Popkova, 2019)

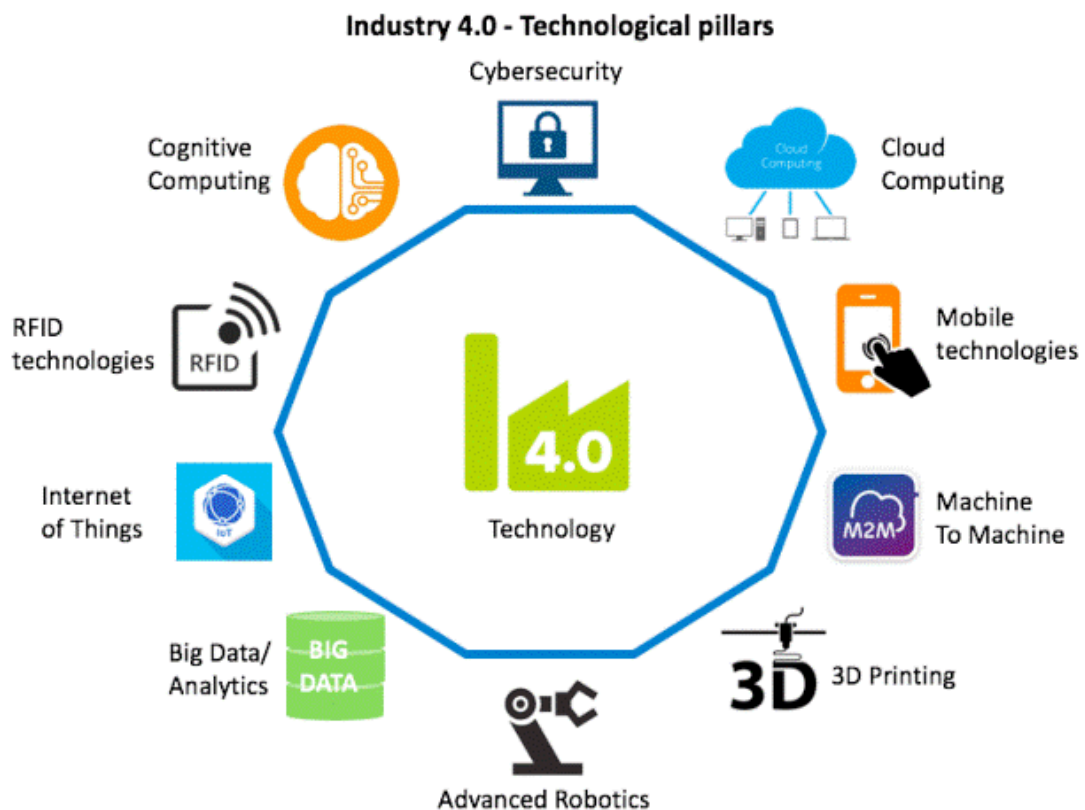
Chytré a flexibilní procesy jsou charakteristikou výrobních podniků budoucnosti. Když jednotlivé součásti samostatně komunikují s výrobní technikou a v případě potřeby se samy postarají o opravu, pak můžeme hovořit o průmyslu 4.0. Výroba budoucnosti umožňuje vyrábět produkty v individuálních parametrech dle přání zákazníků a ve vysoké kvalitě. (Tomek, 2017)

V automobilovém průmyslu si již dnes můžeme pořídit vozy, které v sobě mají zakomponovány různé asistenční systémy, jako je adaptivní tempomat nebo hlídání vozidla v jízdním pruhu. Velkou otázkou je do budoucna autonomní řízení, kde bude zcela nezbytné, aby si jednotlivá vozidla předávaly mezi sebou informace a sdílely data. Zatím existují dvě technologie, díky kterým lze realizovat propojení vozidel mezi sebou, a to Wi-Fi a mobilní síť. (Siems, 2015)

Dalším sektorem v průmyslu 4.0. jsou big data. Například společnost Netflix, která se zabývá televizními a streamovacími službami využívá data k tomu, aby nám mohla doporučit takový filmový obsah, který by se nám mohl líbit na základě jednotlivých dat v pozadí. Na tyto pozice jsou nabíráni specialisté, kteří jsou speciálně kvalifikovaní pro aplikaci analytických dovedností v konkrétních oblastech podnikání: personalizační analytika, analytika zpráv, analýza doručování obsahu, analýza zařízení atd. (Marr, 2016)

Více dat znamená vyšší přesnost. Ne všechna data jsou kvalitní a znehodnocení datové sady špinavými daty by mohlo ohrozit konečné produkty. To je podobně jako při transfuzi krve:

pokud je použita nekompatibilní krevní skupina, může být výsledek katastrofální pro celý organismus. Více dat vždy znamená vyšší náklady, a ne nutně vyšší přesnost. Souhrnně řečeno, chytré datové strategie vždy začínají analýzou interních datových souborů, než je začleníte do veřejných nebo externích zdrojů. Udělejte si neukládejte a nezpracovávejte data jen pro data samotná, protože s množstvím dat, která jsou denně generována, roste šum rychleji než signál. (Corea, 2019)



Obrázek 6 Technologické pilíře Industry 4.0 (zdroj: aie-internship)

Hlavní motivací průmyslu 4.0 je propojení a integrace výrobních a servisních systémů za účelem zajištění efektivity, spolupráce, koordinace a adaptability. Sledování změn ve stávajících systémech lze zajistit prostřednictvím virtuální a rozšířené reality. Například pomocí softwaru, který optimalizuje stávající proces navrhování metodou pokus – omyl změnou konstrukčních problémů na jednotlivé simulace, jako je automatizované digitální prototypování. (Ustundag, 2018)

S příchodem průmyslu 4.0 a digitalizace se otvírají nové dveře všem pracovníkům z oblasti rozhodovací i výkonové. Nové pozice vyžadují vysoce kvalifikované pracovní síly, bez kterých nelze nové způsoby řízení realizovat (Tomek, 2017)

3.1 Digitalizace

Základním předpokladem pro průmysl 4.0 je digitalizace. Proto je důležité klást si otázku, co lze digitalizovat a zda je to možné realizovat v rámci jejich produktů a služeb. Zároveň si podniky si musí položit otázku, jak budou v budoucnu jejich zákazníci komunikovat a realizovat obchody. Jak už dlouho víme, důležité je to, co chce zákazník, nikoliv podnik. Digitalizaci je potřeba vnímat jako příležitost, a ne jako hrozbu. (Tomek 2017)

Prostřednictvím dotykových terminálů, tabletů nebo chytrých telefonů systém vytváří přímou komunikaci s celým provozním personálem závodu. Toto spojení přináší dvě výjimečné vlastnosti. Projektuje nebo rozšiřuje jakékoliv změny, které mohou být vyžadovány kvůli incidentům nebo plánovacím nedorozuměním. Prostřednictvím synchronizace se vše dostane okamžitě k pracovníkům a tím se zkrátí prostoje na minimum. Druhou vlastností je zavedené sledovacích obrazovek na pracoviště k operátorům, které budou zobrazovat několik jednoduchých průvodců, které budou moci snadno sledovat. Tím se zvýší tok informací a eliminují se další potencionální prostoje a problémy. (Brau, 2016)

3.2 Strojové učení

Termín strojové učení má dnes nejrůznější významy, zejména poté, co je hollywoodská (a další) filmová studia začaly využívat ve své produkci. Filmy, jako je Ex Machina, podněcují představivost diváků po celém světě a ze strojového učení udělaly nejrůznější věci, které jsou ve skutečnosti trochu jiné. Většina z nás samozřejmě musí žít v reálném světě, kde strojové učení skutečně provádí neuvěřitelnou škálu úkolů, které si nikdo z nás nedokáže ani představit. (Mueller, 2016)

Strojové učení je programování počítačů k optimalizaci výkonu na základě příkladových dat nebo minulých zkušeností. Učení potřebujeme v případech, kdy nemůžeme přímo napsat počítačový program, který by řešil daný problém. Jedním z případů využití strojového učení je, když neexistují lidské odborné znalosti nebo když lidé nejsou schopni vysvětlit své odborné znalosti. Ve strojovém učení se postupuje tak, že se shromáždí velká kolekce vzorků, které se následně začnou mezi sebou porovnávat a vyhodnocovat. Existuje již mnoho úspěšných aplikací strojového učení. v různých oblastech. Existují komerčně dostupné systémy pro rozpoznávání řeči a rukopisu. Maloobchodní společnosti analyzují své minulé údaje o prodeji, aby se naučily chování svých zákazníků a zlepšily tak vztahy se zákazníky. (Alpaydin, 2010)

Strojové učení se zabývá programováním počítačů, které se učí z dat. Ve strojovém učení se data označují jako tzv. tréninkový sady nebo příklady. Vzhledem k tomu, že program není softwarem, obsahuje velmi dlouhý seznam pravidel, která je obtížné udržovat. Pokud byste však stejný software vyvinuli, budete schopni jej řádně udržovat. (Russell, 2018)

Ačkoli mnoho algoritmů strojového učení existuje již dlouho, schopnost automaticky aplikovat složité matematické výpočty na velká data – znovu a znovu, stále rychleji a rychleji – je novinkou. Zde je několik široce medializovaných příkladů aplikací strojového učení, které možná znáte:

- Autonomní řízení
- Online doporučení nabídky
- Odhalování podvodů a hackerských útoků

Rostoucí zájem o strojové učení je způsoben stejnými faktory, které způsobily, že dolování dat je populárnější než kdykoli předtím. Jsou to například rostoucí objemy a rozmanitost dostupných dat, levnější a výkonnější výpočetní zpracování a cenově dostupné ukládání dat.

To vše znamená, že je možné rychle a automaticky vytvářet modely, které mohou analyzovat větší a složitější data a poskytovat rychlejší a přesnější výsledky – a to i ve velmi velkém měřítku. A díky vytváření přesných modelů má organizace větší šanci identifikovat ziskové příležitosti – nebo se vyhnout neznámým rizikům. (sas, ©2018)

3.3 Virtuální a rozšířená realita

Existuje několik klíčových faktorů, které vedou k rostoucímu rozšíření rozšířené reality. (AR) a virtuální reality (VR), které závisí především na rostoucí integraci technologií a digitalizaci v oblasti průmyslu, ale také v ostatních sektorech. Pokročilé technologie související s rozšířenou realitou a virtuální realitou mají velký vliv například ve zdravotnickém průmyslu, přičemž jejich hlavní využití spočívá při virtuálním výcviku chirurgů v 3D simulacích na operačních sálech. Orgánové modely založené na VR hrají zásadní roli v oblasti přípravě chirurgů na choulostivé a komplikované operace, které vyžadují větší přesnost, méně komplikací a méně traumat. (Nhuong Le, 2018)

Neexistuje zatím žádná správná cesta, jak by měly být AR a VR implementovány pro masové přijetí a návratnost investic z pohledu průmyslového odvětví, protože velká část

výzkumů probíhala na prototypových aplikacích a demonstracích. Nicméně vzniká mnoho nových oblastí, kde právě technologie jako VR a AR mohou najít uplatnění. Například nově vznikající fenomén V – commerce, který se stále víc dostává do popředí v oblasti maloobchodu. Vidina vytvoření virtuálního maloobchodu s ohledem na přístup business to consumer se jeví jako potenciální příležitost pro budoucí výzkum a uplatnění v tomto sektoru. (Dieck, 2019)

V oblasti stavebnictví má AR a VR vysoké uplatnění během optimalizaci procesů, v komunikaci mezi terénními pracovníky či zvyšování bezpečnosti a školení. Rychlý posun těchto technologických novinek zajistila bezesporu pandemie Covid 19 v roce 2020, kdy mnoho pracovních procesů muselo být řešeno vzdáleně a online. Typickým příkladem nově vzniklé formy práce je po pandemii je vzdálená podpora, kdy technik s chytrými brýlemi přenáší obraz specialistovi a ten vidí přesně to, co pracovník v terénu. Specialista tak může poskytnout reálné rady k vyřešení problému v reálném čase. (vseoprmyslu, ©2022)



Obrázek 7 Ukázka rozšířené reality (zdroj: internetofbusiness)

3.4 Internet věcí

Dle Kod'ouskové (2022) pojem internet věcí lze vysvětlit jako ekosystém počítačů a chytrých zařízení, které mezi sebou vzájemně komunikují bez asistence člověka. Je to proces, kde z původních hloupých zařízení vznikají zařízení inteligentní. Aktuálně má téměř každý z nás takový produkt, který díky své funkcionalitě usnadňuje každodenní život.

Příkladem mohou být chytré telefony, hodinky a náramky, které monitorují kvalitu spánku či náš zdravotní stav. (rascasone, ©2022)

Internet věcí jsou novou vlnou technologických inovací, které zásadně posouvají dynamiku podniku po celém světě. Na rozdíl od všeobecného přesvědčení není internet věcí jen o senzorech nebo strojové inteligenci zakomponované do různých věcí, které jsou součástí našeho podnikání nebo osobního života. Jsou to nástroje, které představují primární základ pro podnikání novým integrovaným způsobem. Vytváření hodnoty vyvolané internetem věcí prostřednictvím poskytování různých dat je jádrem těchto nových systémů. (Ustundag, 2018)

Všechna zařízení internetu věcí vyžadují mechanismus pro odesílání nebo přijímání dat. Existuje mnoho možností připojení zařízení k internetu, včetně kabelových a bezdrátových, Bluetooth, mobilní sítě a mnoho dalších. Výběr možnosti závisí na různých faktorech, jako jsou např: rozsah a velikost sítě, množství dat a fyzické umístění zařízení. (Javed, 2016)

Internet věcí se dá klasifikovat do několika oblastí:

1. Chytrá domácnost – domácí spotřebiče, senzory pro kontrolu zdraví, zařízení pro kontrolu energie a životního prostředí a vzdělání.
2. Rozšířená pohyblivost – transport a logistika, komunikace, podnikání, Cloud systémy a big data.
3. Infrastruktura a zařízení – komunikační prostředky, bezpečnost, bezdrátové a RFID připojení, chytré a nositelné zařízení. (Tripathy, 2018)

Do budoucna se předpokládá, že každá fyzická věc nebo výrobek je vybaven vestavěnou digitální technologií, která umožňuje interakci s jinými objekty a lidmi. Němečtí výrobci plánují již do roku 2030 představit koncept Internetový průmysl. V konceptu jsou nejenom předměty, stroje, linky ale i celé továrny sjednoceny do jedné sítě. Všechna místa jsou osazeny RFID čipy, které přenáší veškeré informace do montážního robota a naopak. (Popkova, 2019)

Potenciál využití internetu věcí je obrovský s možnostmi rozptýlenými v mnoha oblastech jako jsou logistika, letectví, zdravotnictví, výroba energie a mnoho dalších. Identifikovat a strategicky zacílit příležitosti internetu věcí není snadné. Je proto důležité vytvořit využití, které jsou vhodné pro vertikální podniky. Například požadavky výroby se budou lišit od

požadavků logistiky a ta se bude zase lišit od požadavků z odvětví zdravotnictví. (Gilchrist, 2016)

S příchodem nových technologií je potřeba zvážit pozitivní i negativní stránky, které mohou ovlivnit celkovou budoucnost fungování organizace a lidí v ní.

Tabulka 1 Pozitivní a negativní dopady internetu věcí (zdroj: Schwab)

Pozitivní dopady	Negativní dopady
Zvýšení produktivity	Ochrana soukromí
Zvýšení kvality života	Ztráta pracovních míst
Nižší náklady na poskytování služeb	Hackerské útoky
Vznik nových podniků	Větší složitost a ztráta kontroly
Přidání digitálních služeb k produktům	
Věci budou komplexně vnímat okolí a jednat autonomně	
Posun na trhu práce v oblasti dovedností	

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost XY s. r. o. je mezinárodní výrobce a dodavatel logistických produktů a systémů. V současné době se nachází 70 poboček a 8 výrobních závodů po celém světě. Výrobní závod, ve kterém byl tento projekt realizován má v týmu více než 1200 zaměstnanců nejen z výrobní oblasti, ale také oblasti vývoje, testování, montáže či zákaznického servisu.

Celkově se společnost specializuje až na 6 segmentech trhu, ve kterých spojuje své know-how. Prvním segmentem je prodej potravin, kde se jedná především o komplexní skladové řešení pro zákazníky, kteří dodávají své zboží do velkoobchodů. Dalším segmentem jsou podniky, jejíž předmětem podnikání je provoz meziskladů. Následným segmentem je zdravotní péče a kosmetika, kde se řadí mezi zákazníky především lékárny, obchody s kosmetikou či zákazníci provozující e-shopy. Hlavním segmentem je průmysl, do kterého se řadí průmysloví výrobci strojů z automobilového průmyslu a elektrotechniky. Posledním segmentem je móda. Jedná se o komplexní řešení skladování pro výrobce a obchodníky s módním zbožím.

Výrobní závod je rozdělen do několika hal. V každé z nich probíhá výroba jiného druhu výrobku. Jedná se o produkty určené pro skladování zboží, regálové systémy, dopravníkové systémy, manipulační a výtahové systémy.

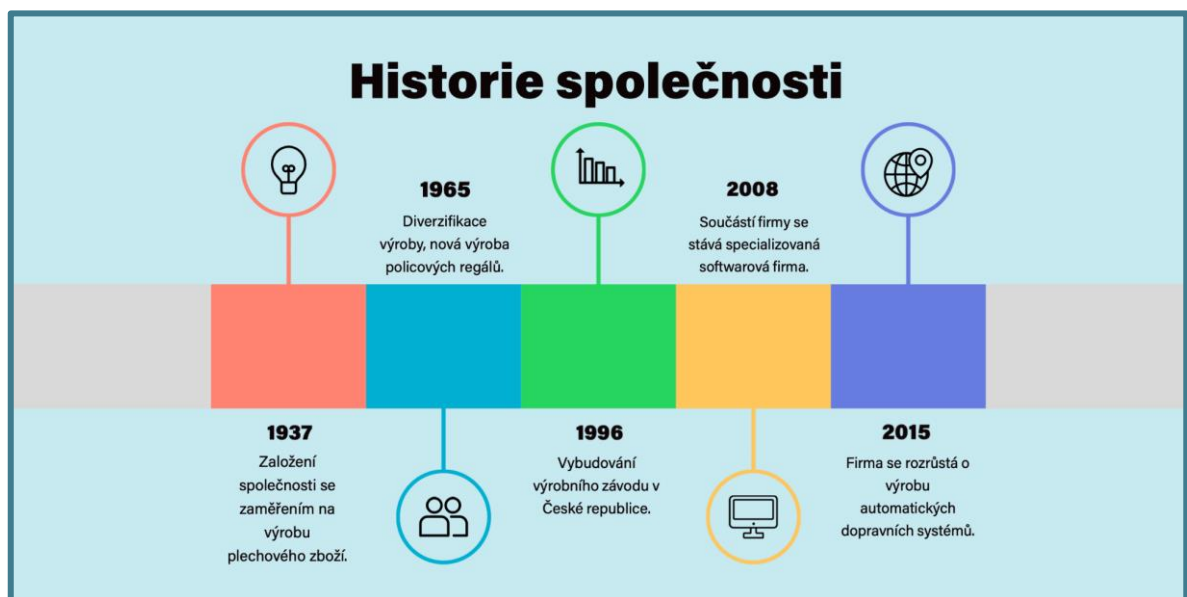
4.1 Historie společnosti

- 1937 – založení společnosti se zaměřením na výrobu plechového zboží všeho druhu.
- 1939 – výstavba první výrobní haly s 20 zaměstnanci.
- 1953 – dokončen vývoj unikátní přepravky s kontrolním otvorem.
- 1962 – vývoj v mezinárodním měříku, založení zahraničních obchodů v Anglii a Švýcarsku.
- 1965 – diverzifikace výroby, nová výroba policových regálů.
- 1972 - vstup nových produktů pro dopravní techniku
- 1996 – vybudování výrobního závodu v České republice
- 2000 – rozdělení společnosti na 2 části za účelem diverzifikace služeb.
- 2005 – sloučení společnosti pod jednu značku.
- 2008 – součástí firmy se stává specializovaná softwarová firma.

- 2010 – převzetí společnosti specializující se na skladové výtahy.
- 2015 – firma se rozrůstá o výrobu automatizovaných dopravních systémů AGV.
- 2017 – založení nové firmy se zaměřením na IT technologie a digitální budoucnost.

4.1.1 Firemní hodnoty

- Systémové myšlení – poskytovat komplexní řešení od jednoho dodavatele, které je k sobě navzájem optimalizováno a uzpůsobeno.
- Technologie orientovaná na řešení – neustále vyvíjet řešení, které apeluje na ocenění a zároveň je lepším řešením pro použití u zákazníku.
- Výkonost – 10 výrobních závodů a 5 specializovaných odborných center.
- Orientace na dlouhodobý výsledek – usilování o stabilní, trvalý a zajištěný růst.
- Povinnosti k zákazníkům – závazek vůči zákazníkům pro neustálou podporu a spolehnutí při partnerské spolupráci.
- Pragmatismus – řešení problémů flexibilně a pragmatickým způsobem při zhodnocení dlouhodobých následků.
- Vynikající výrobce – výrobky jsou vyráběny ve vlastním podniku, podnik je nezávislý a klade důraz na vysoké požadavky kvality.



Obrázek 8 Historie společnosti (vlastní zpracování)

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato práce se zabývá optimalizací výrobního pracoviště, a to z mnoha možných pohledů. Mezi ně se bezesporu řadí využití potenciální kapacity stroje, maximální efektivita při přestavbě zařízení nebo také eliminace prostojů pracovníků a jejich organizace práce. Všechny tyto části jsou spolu propojeny a formují komplexní výrobní proces, do kterého ale vstupuje mnoho proměnných.

SWOT analýza

SWOT analýza je zaměřena na proces optimalizace kompletačního pracoviště. Vypracovanou SWOT analýzu může podnik využít při posílení silných stránek a příležitostí a odstranění či eliminaci svých slabých stránek. Analýza je vyhodnocena dle bodového systému, kde každá položka je ohodnocena váhou. Součet vah se musí rovnat v každém sloupci 1. Váha představuje důležitost položky v dané skupině. Hodnocení ve stupnici 1–5 (5 nejvyšší vliv) udává, jak vysoký vliv má položka na dosažení cíle. Slabé stránky a hrozby jsou ohodnoceny v záporných hodnotách.

Níže uvedená tabulka (Tabulka 2) zobrazuje silné, slabé stránky, příležitosti a hrozby dle stanoveného hodnocení.

Tabulka 2 SWOT analýza (vlastní zpracování)

Silné stránky	Váha	Hodnocení	Slabé stránky	Váha	Hodnocení
Ochota vedení realizovat změny	0,3	5	Nedostatečná kontrola zaměstnanců při dodržování pracovních postupů	0,3	-3
Kvalifikace zaměstnanců	0,2	5	Chybějící standardy a pracovní postupy	0,2	-4
Stabilita zaměstnanců	0,25	4	Poškozené pracovní pomůcky	0,1	-2
Nízké procento nekvality	0,05	2	Časté poruchy stroje	0,1	-2
Zavádění automatizace a robotizace	0,2	2	Organizace intralogistiky	0,3	-4
Suma	1	4	Suma	1	-3,3
Příležitosti	Váha	Hodnocení	Hrozby	Váha	Hodnocení
Využití nové technologie	0,2	5	Ztráta zákazníka	0,1	-3
Získání nových zakázek	0,3	3	Fluktuace zaměstnanců	0,3	-4
Získání nových zákazníků	0,2	3	Vstup nové konkurence na trh	0,1	-2
Expanze na mezinárodní trh	0,15	3	Úbytek zakázek	0,3	-3
Zvýšení konkurenceschopnosti	0,15	3	Posílení konkurence	0,2	-2
Suma	1	3,4	Suma	1	-3

Mezi hlavní silné stránky se řadí ochota vedení realizovat změny, což dokazuje i další bod zavádění automatizace a robotizace, kde společnost plně nebo částečně nahrazuje procesy, u kterých je tato možnost a reálná z pohledu úspory a rentability. Mezi další silné stránky patří stabilita kmenových zaměstnanců a jejich kvalifikace, kteří si dokážou v průběhu výroby poradit s drobnou nekvalitou a tento problém částečně opravit.

Největší slabou stránkou je organizace intra logistiky a nedostatečná kontrola zaměstnanců při dodržování pracovních postupů. Díky špatné intra logistice vznikají prostoje způsobené tím, že materiál pro výrobu není na pracovišti k dispozici. Tato situace zapříčiní nejenom prostoje stroje, ale také prostoje samotných pracovníků na pracovišti. Mezi další slabé stránky jsou chybějící standardy, poškozené nástroje či poruchy stroje způsobené např. zanedbanou preventivní údržbou.

K největším příležitostem se řadí potenciální zisk nových zakázek, díky kterým může společnost expandovat v rámci mezinárodních trhů a zároveň získat i nové zákazníky. Využití nových technologií vede ke zvýšené efektivitě výroby, získání nových projektů a zvýšení konkurenceschopnosti na trhu.

K největším hrozbám náleží fluktuace zaměstnanců, která může způsobit nižší produktivitu a také zvýšit riziko nekvalitní výroby. Tyto hrozby sebou nesou další úskalí v podobě úbytku zakázek až ztráty zákazníka. Vedlejší hrozbou je posílení konkurence nebo její vznik.

Na základě výsledku SWOT analýzy můžeme prohlásit, že u projektu je předpoklad pro úspěšnou realizaci, jelikož suma silných stránek a příležitostí převyšuje sumu slabých stránek a hrozeb.

5.1 Analýza výrobních procesů

Tato kapitola se zaměřuje na analýzu výrobních procesů, které se vztahují a přímo souvisí s finálním výrobkem. Jedná se o pracoviště dělení materiálu, ohraňovací lis a pracoviště přípravy čelních komponentů. Tyto procesy je důležité analyzovat, abychom mohli určit, zda existuje souvislost mezi neefektivitou výroby a těmito pracovišti, kteří jsou dodavatelé komponentů na montážní pracoviště.

5.1.1 Pracoviště dělení materiálu

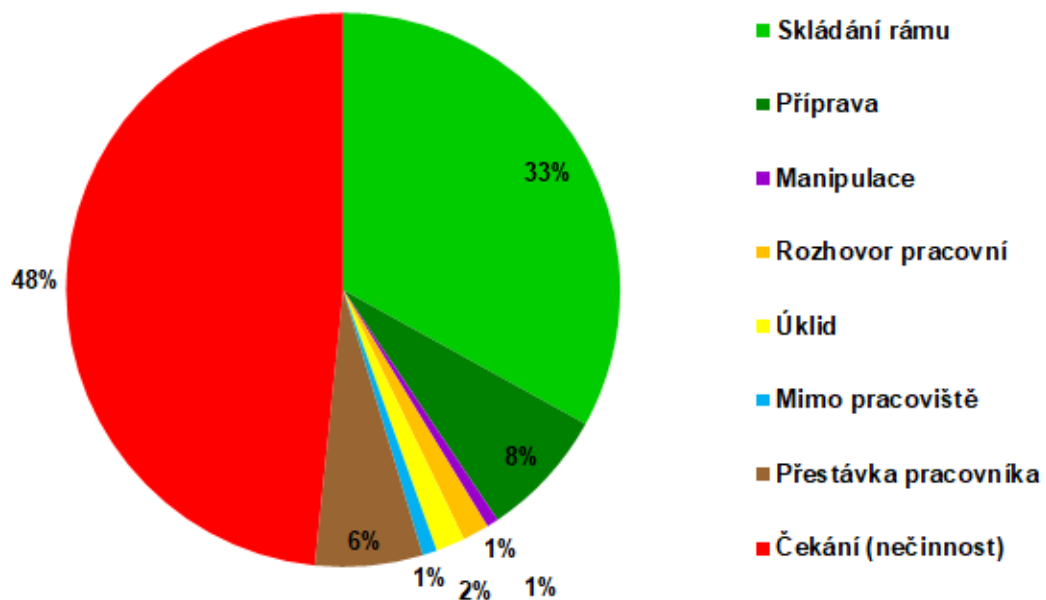
Prvním pracovištěm ve výrobní hale, kterým výroba finálního výrobku začíná je pracoviště dělení materiálu. Na této pracovní pozici vykonává pracovní povinnosti obsluha stroje, která má za úkol doplňovat naviják svitku dle vytvořených zakázek, dále seřizovat a měnit nástroj, kterým materiál prochází a následně je rozdělen na určený rozměr.

Takt stroje na výrobu jednoho kusu je nastaven na časový interval několika vteřin, což umožňuje pracovníkovi slučovat zakázky, které disponují stejnými parametry. Tímto krokem eliminuje přestavby, které jsou z časového a organizačního hlediska náročnější.

Toto slučování si však může dovolit pouze v případě, jestliže plní plán výroby v předstihu a toto sloučení nebude narušovat ostatní výrobní pracoviště.

I přesto se v rámci analýzy a měření práce vyskytly celkem 3 výměny nástroje během jedné směny. Tyto výměny vyžadují asistenci ze strany manipulátora vysokozdvizného nakladače, jelikož se nástroje pro dělení materiálu pohybují ve váze několika stovek kilogramů a jsou umístěny v paletovém regále na celkově 4 policích. Dle snímku pracovního dne tyto přestavby nástrojů a výměna svitku trvaly 2:02:49 hodin. Největší zastoupení měla činnost čekání. Tuto činnost lze ale rozdělit na nucené čekání, kdy pracovník čeká na dokončení výroby stoje a poté na čekání z pohledu organizace práce. Tyto čekání spojené s organizací se dále člení na čekání na příjezd manipulanta, čekání během práce manipulanta a ostatní drobné prostoje, které však představují v tomto případě zanedbatelné procento. Mezi činnostmi, které přidávají hodnoty byly pouze přiřazeny obsluha stroje a seřízení. Všechny ostatní byly ohodnoceny jako hodnotu nepřidávající i za předpokladu, že je obsluha musí vykonávat.

Na níže uvedeném obrázku (obrázek 9) můžeme vidět přehled jednotlivých činností obsluhy z pracoviště dělení materiálu.



Obrázek 9 Snímek pracovního dne obsluhy pracoviště dělení materiálu (vlastní zpracování)

Tabulka 3 Časový rozbor činností obsluhy pracoviště dělení materiálu (vlastní zpracování)

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Čekání (nečinnost)	3:43:24	46,54%
Přestavba	2:02:49	25,59%
Přestávka pracovníka	0:30:00	6,25%
Dokumentace	0:28:59	6,04%
Manipulace	0:26:17	5,48%
Obsluha stroje	0:12:19	2,57%
Úklid	0:12:03	2,51%
Mimo pracoviště	0:09:04	1,89%
Kontrolní činnost	0:06:09	1,28%
Rozhovor pracovní	0:05:56	1,24%
Seřízení	0:03:00	0,62%

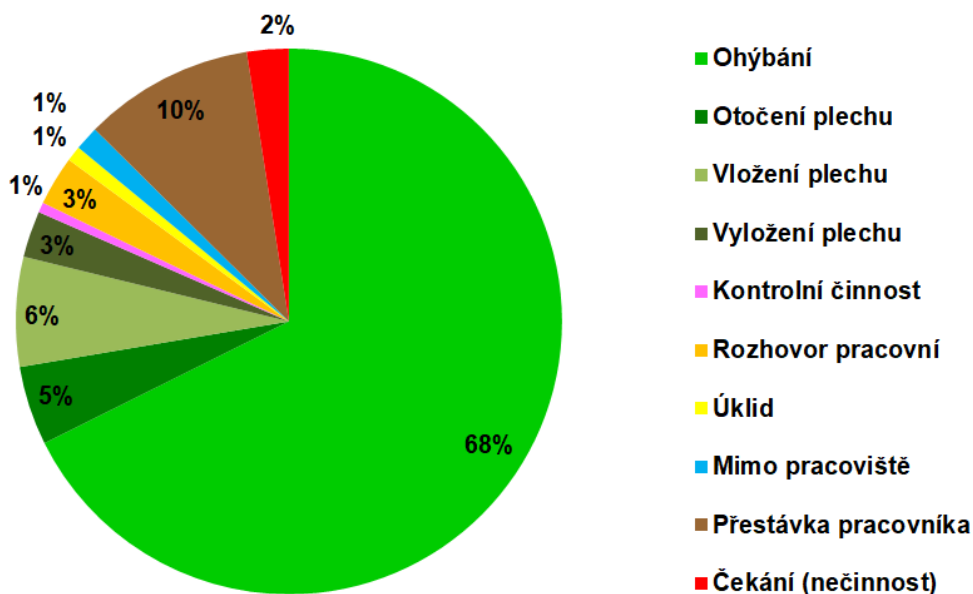
5.1.2 Ohraňovací lis

Další pracoviště, jehož komponenty vstupují do finálního výrobku je ohraňovací lis od výrobce TRUMPH. Na této pracovní pozici vykonává lisování 1 pracovník. Rozložení tohoto pracoviště je založeno na jednoduchosti, kde po stranách obsluhy se nachází pozice pro vozík se vstupním materiálem pro ohraňování a na straně druhé pozice pro vozík na hotové komponenty.

Z počátečního workshopu bylo na základě strukturovaných rozhovorů zřejmé, že na tomto pracovišti kořenové příčiny hlavního problému nejspíše nenalezneme. To ale neznamená, že se daný výrobní proces nedá zoptimalizovat po jiných stránkách.

Na základě snímku pracovního dne, který byl proveden v půl směnném rozmezí, byly zjištěny informace o činnostech pracovníka, které byly dále rozděleny na činnosti přidávající hodnotu a činnosti hodnotu nepřidávající. Mezi činnosti, které přidávají hodnotu zde bylo přiřazeno ohýbání, otočení plechu, založení a vyložení kusu.

Na níže uvedeném obrázku (obrázek 10) můžeme vidět přehled jednotlivých činností obsluhy z pracoviště ohraňovací lis.



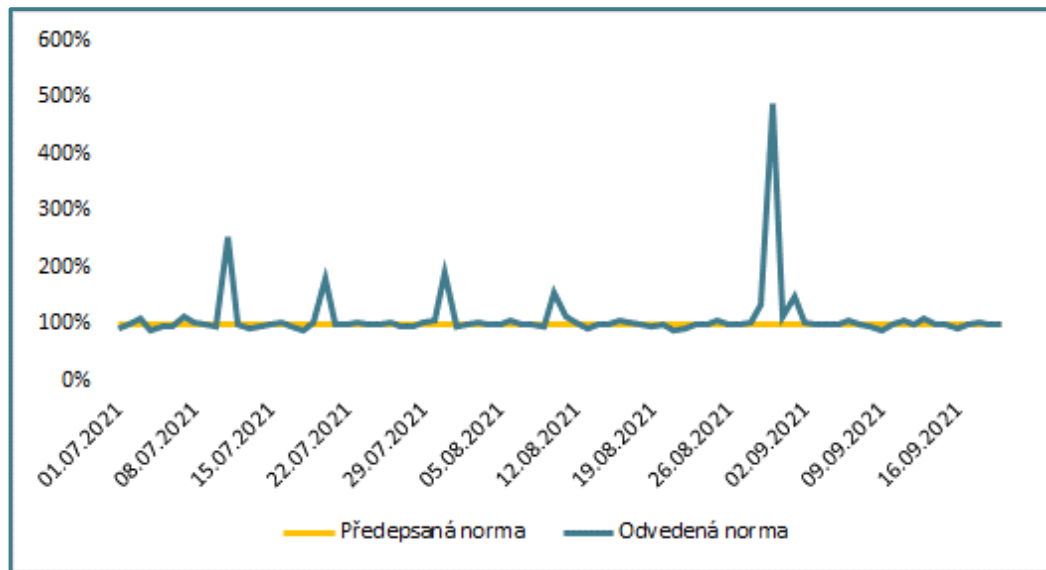
Obrázek 10 Snímek pracovního dne operátora pracoviště ohraňovací lis (vlastní zpracování)

Tabulka 4 Časový rozbor činností operátora ohraňovacího lisu (vlastní zpracování)

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Ohýbání	3:20:54	66,95%
Přestávka pracovníka	0:30:00	10,00%
Vložení plechu	0:19:17	6,43%
Otočení plechu	0:13:54	4,63%
Rozhovor pracovní	0:08:42	2,90%
Vyložení plechu	0:08:09	2,72%
Čekání (nečinnost)	0:07:21	2,45%
Mimo pracoviště	0:04:15	1,42%
Úklid	0:02:41	0,89%
Kontrolní činnost	0:01:46	0,59%
Plýtvání	0:01:22	0,46%
Dokumentace	0:01:14	0,41%
Manipulace	0:00:30	0,17%

Dále bylo porovnáváno plnění stanovených norem dle konkrétního výrobního příkazu a vykazovaných dat z informačního systému za poslední 3 měsíce. Zároveň bylo plnění norem analyzováno na základě snímku pracovníka. Zde bylo plnění normy ověřeno a odchylka mezi normou předepsanou a plněním byla minimální.

Na níže uvedeném obrázku (obrázek 11) můžeme vidět vývoj plnění stanovených normativních časů obsluhy z pracoviště ohraňovací lis.



Obrázek 11 Plnění normativních časů na pracovišti ohraňovací lis (vlastní zpracování)

5.1.3 Pracoviště přípravy čelních komponentů

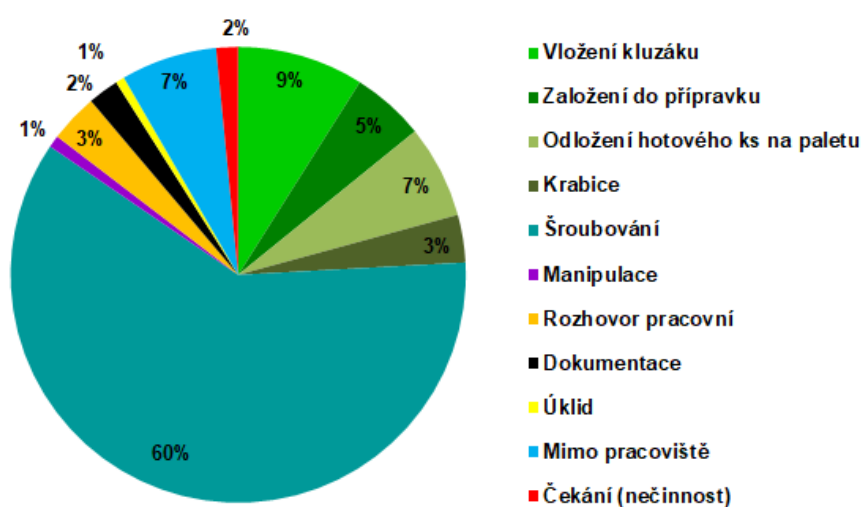
Dalším pracovištěm, jehož komponenty vstupují do hlavního výroku je montážní pracoviště přípravy čelních stran. Na této pracovní pozici vykonává montáž 1 pracovník. Layout pracoviště je zde koncipovaný do tvaru U, tedy vstup a výstup se nachází na téměř stejném místě. Pro montážní účely se na pracovišti nachází pracovní stůl s upevněným přípravkem pro montáž čelních stran, který lze nastavit dle požadovaného rozměru a elektrický šroubovák připevněný na vodící konstrukci tak, aby činnost mohla být vykonávána efektivně a také z ergonomického hlediska dlouhodobě. Dále se na pracovní desce vyskytuje KLT box, v němž se nachází zásoba šroubů, které jsou vhodné pro všechny rozměrové varianty výrobku.

Mimo pracovní desku se nachází pozice pro vstupní materiál, kluzáky a hotové kusy. Ve všech případech jsou tyto kusy uloženy na paletě. Pro hotové kusy je na pracovišti připraven paletový zakládač s integrovaným zdvihem. Ten optimalizuje výšku během odkládání na paletu a eliminuje pohyby, které by z pohledu ergonomie byly nežádoucí. Do vstupního

materiálu jsou šroubovány tzv. kluzáky, které se nacházejí ve dvou barevných provedeních v krabicích na pracovišti, případně ve skladovém regálu na pracovišti.

Na základě vykonávaných činností byly tyto úkony rozděleny na přidávající a nepřidávající hodnotu. Mezi činnostmi přidávající hodnotu bylo vybráno vložení kluzáku, založení do přípravku a odložení hotového kusu na paletu. I na tomto pracovišti probíhalo ověření plnění norem na základě dat z informačního systému a snímku pracovního dne.

Na níže uvedeném obrázku (obrázek 12) můžeme vidět přehled jednotlivých činností obsluhy z pracoviště příprava čelních komponentů.



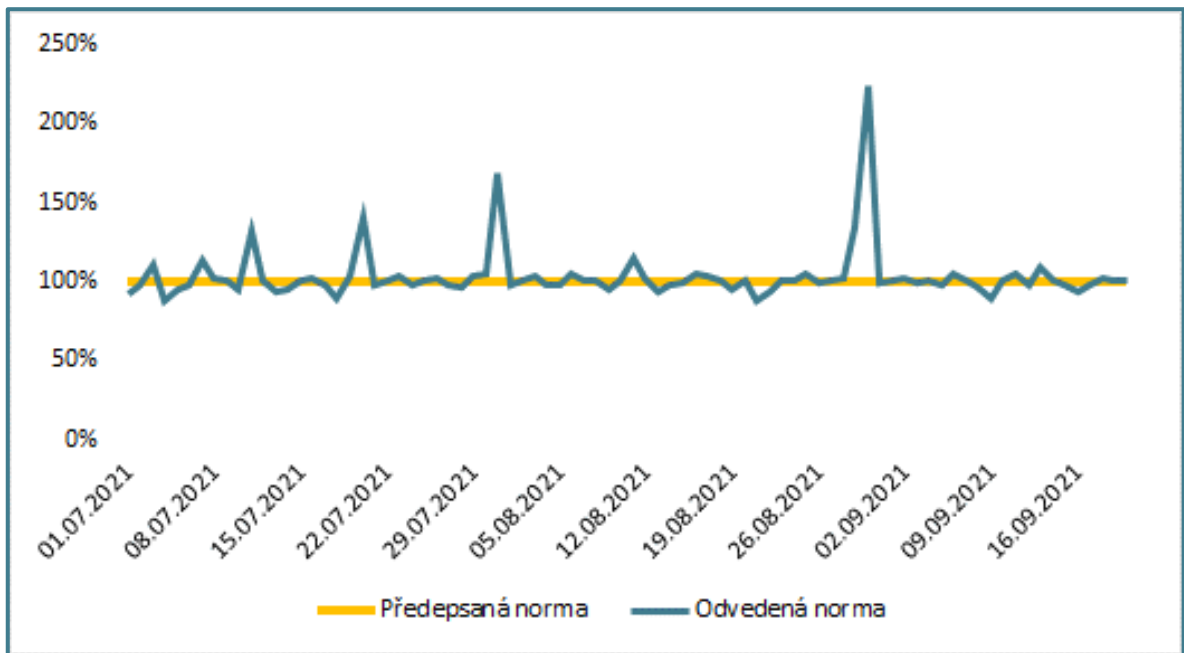
Obrázek 12 Snímek pracovního dne operátora pracoviště přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování)

Tabulka 5 Časový rozbor činností operátora přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování)

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Šroubování	1:50:28	60,18%
Vložení gleitrů	0:16:25	8,94%
Mimo pracoviště	0:12:29	6,80%
Odložení hotového ks na paletu	0:12:04	6,57%
Vložení čela	0:09:30	5,18%
Rozhovor pracovní	0:06:17	3,42%
Krabice	0:06:11	3,37%
Dokumentace	0:04:00	2,18%
Čekání (nečinnost)	0:02:50	1,54%
Manipulace	0:01:34	0,85%
Úklid	0:01:09	0,63%
Kontrolní činnost	0:00:36	0,33%

Zde bylo zjištěno, že stanovená norma pro montážní pracoviště je měkčí o 16 %. Tento čas byl porovnáván na základě dat snímku pracovního dne, kde k průměrným časům montáže byla připočtena přírážka v hodnotě 10 %. Jestliže by byla tato norma optimalizována, pracoviště by potenciálně generovalo až o 22 kusů výrobku více za 1 směnu.

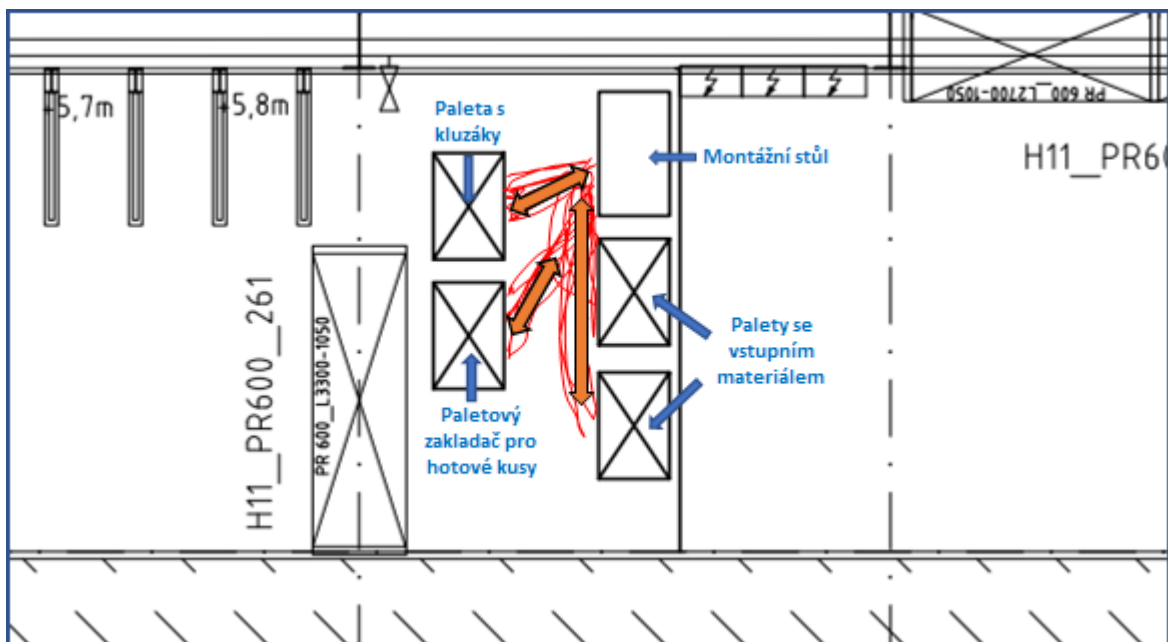
Na níže uvedeném obrázku (obrázek 13) můžeme vidět vývoj plnění stanovených normativních časů obsluhy z pracoviště příprava čelních komponentů.



Obrázek 13 Plnění normativních časů na pracovišti přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování)

Na základě analýzy byl také vytvořen špagetový diagram, který je určený pro vizualizaci pohybu na pracovišti. Pozitivní dopad této metody spočívá v odhalení plýtvání, které vzniká především nadbytečnou manipulací či transportem. Do layoutu pracoviště byly zaznamenány nejen pohyby, ale i vzdálenost, počet kroků a následně tyto pohyby byly ještě upřesněny časovou hodnotou.

Na níže uvedeném obrázku (číslo) můžeme vidět Spaghetti diagram operátora pracoviště příprava čelních komponentů.



Obrázek 14 Spaghetti diagram na pracovišti přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování)

Již při analýze a měření práce bylo vyzorováno několik bodů, které pracovníkovi komplikovaly pracovní výkon. Jednalo se zde o nepoužívané předměty na pracovišti, nevhodný KLT box pro šrouby, zasekávající se balancér šroubováku a nevhodně zvolená pozice palety s kluzáky, kde pracovník se musel k vytvoření jednoho kusu výrobku otočit o 180° od montážního stolu, udělat 2 kroky k paletě s kluzáky a po vyjmutí z krabice se vrátit zpět ke stolu. Tuto akci musel pracovník provést 2krát, jelikož se jednalo o výrobek se 6 ks kluzáků. Tato operace mu zabrala v průměru 16 vteřin. Nevhodný KLT box zbytečně velký na denní potřebu šroubu, a tak zabíral zbytečně mnoho prostoru na pracovní desce. Zároveň se během jeho doplnění stávalo, že se šrouby rozsypaly na zem a pracovník tak strávil dalších několik minut jejich úklidem. Zasekávání balanční pomůcky mělo za důsledek prostoje během činnosti šroubování, která je z časového hlediska tou nejdůležitější během této montáže.

5.2 Analýza výrobního pracoviště

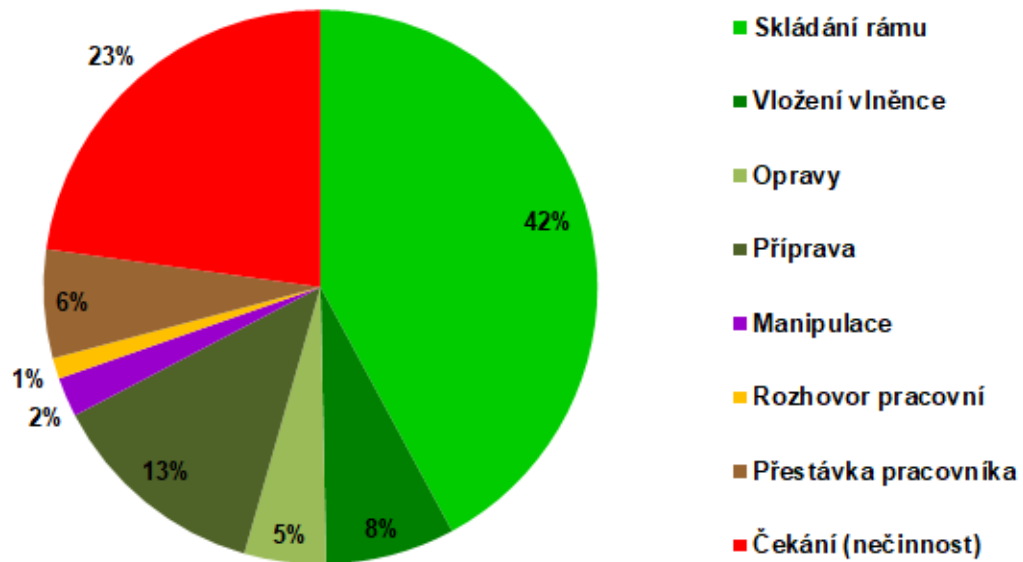
Finální výrobní pracoviště je z pohledu pracovníku rozděleno na část montáže výrobku a část pro obsluhu bodovacího robota. Na finálním pracovišti se nachází mnoho předmětů,

kteřé nemají pevně stanovenou pozici, ale pouze orientační. Jedná se především o vozíky s polotovary předchozích pracovišť, tedy plechy pocházející z ohraňovacího lisu TRUMPH, čelní komponenty z pracoviště příprava čelních komponentů a palety s materiálem pro kompletaci bočnic. Dále se na pracovišti nachází odkládací místa pro hotové výrobky, které taktéž nemají stanovené místo. Tyto místa jsou na obou stranách pracoviště, jelikož stroj obsluhuje 2 poziční přípravek. Části, které jsou pevně umístěny, a tedy jsou po každé změně zakázky stejně umístěny je montážní stůl a pomocné podpěry určené pro složení bočnic. Poslední pevně určenou částí je prostor určený na odvádění výroby, případně pro dokumentaci a pod ním police pro uschování čistících prostředků a šuplíky pro nářadí. Na pracovišti se také nachází věci, které nemají zařazení vůbec. Jedná se o krabice s použitými nýty, zinkovými spreji a mezi proložkami, paleta s dřevěnými proložkami, fólie na potažení spodní části palety a další drobné položky. Ve výsledku tyto věci nepůsobí na první pohled dobře a pracoviště vykazuje známky zanedbanosti. V rámci snímku pracovního dne byly provedeny analýzy denní a odpolední směny v různých variantách výrobků se zaměřením vytižení stroje a jeho prostojů, pracovníků a jejich prostojů.

5.2.1 Analýza kompletace

Na pracovišti kompletace spolupracují 2 pracovníci. Jejich pracovní náplní je kompletovat výrobek do finální podoby v takovém čase, aby dokázali vytižit bodovacího robota, který dané komponenty uchytí k sobě. Finální komponent se dá konfigurovat v mnoha variantách. Jedná se o různé kombinace rozměrů či tloušťky materiálu. Zásadní je však rozdělení, zda se jedná výrobek s tzv. dnem – polotovarem z ohraňovacího lisu nebo s tzv. příčkami, kdy je technologický postup výrobku sestaven odlišně a jsou i jinak rozděleny kompetence jednotlivých pracovníků.

Na níže uvedeném obrázku (obrázek 15) můžeme vidět přehled jednotlivých činností pracovníka 1 z pracoviště kompletace.



Obrázek 15 Snímek pracovního dne operátora 1 pracoviště kompletace (vlastní zpracování)

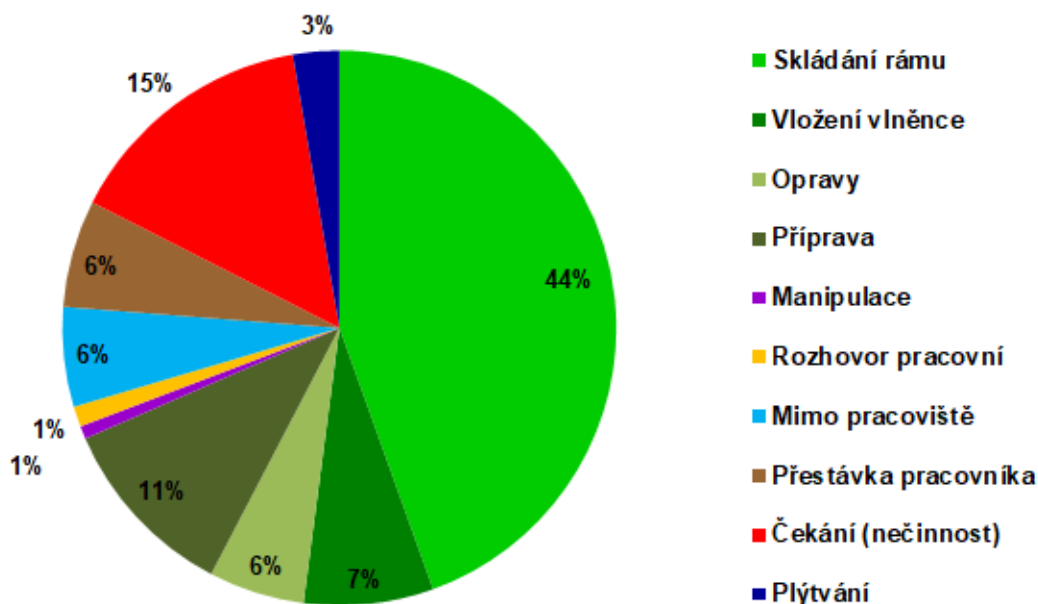
Tabulka 6 Časový rozbor činností operátora 1 pracoviště kompletace (vlastní zpracování)

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Skládání rámu	3:19:24	41,54%
Čekání (nečinnost)	1:47:57	22,49%
Příprava	1:01:01	12,71%
Vložení vlněnce	0:35:46	7,45%
Přestávka pracovníka	0:30:00	6,25%
Opravy	0:22:33	4,70%
Manipulace	0:10:56	2,28%
Rozhovor pracovní	0:05:44	1,19%
Plýtvání	0:04:46	0,99%
Úklid	0:01:53	0,39%

Rozdíly mezi pracovníky kompletace 1 a 2 jsou nepatrné, jelikož většinu času jsou nuceni spolupracovat z důvodu nutné manipulace jednotlivých částí a následné kompletace. Drobné

rozdíly byly způsobeny organizačními prostoji, kdy u jednoho z pracovníků docházelo k opouštění pracoviště, a tak musel druhý pracovník na nuceně čekat.

Na níže uvedeném obrázku (obrázek 16) můžeme vidět přehled jednotlivých činností pracovníka 2 z pracoviště kompletace.



Obrázek 16 Snímek pracovního dne operátora 2 pracoviště kompletace (vlastní zpracování)

Tabulka 7 Časový rozbor činností operátora 2 pracoviště kompletace (vlastní zpracování)

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Skládání rámu	3:35:07	44,82%
Čekání (nečinnost)	1:09:40	14,51%
Příprava	0:51:58	10,83%
Vložení vlněnce	0:36:18	7,56%
Přestávka pracovníka	0:30:00	6,25%
Mimo pracoviště	0:27:52	5,81%
Opravy	0:26:49	5,59%
Plýtvání	0:12:58	2,70%
Rozhovor pracovní	0:05:42	1,19%
Manipulace	0:03:36	0,75%

Pracovní postup u varianty se dnem je zde nastaven tak, že pracovníci uchopují materiál určený pro boční strany finálního výrobku a skládají ho na podpěry, kde z kusu 1 a 2 skládají polotovary s názvem bočnice. Takto si pracovníci připraví cca 20 kusů polotovaru. Následně tyto polotovary zakládají do specializovaného montážního stolu, kde za pomoci nýtovací pistole upevňují čelní komponenty. Poté do připravené konstrukce vkládají polotovary z ohraňovacího lisu a celý proces opakují, dokud jim nepochybí připravené bočnice.

Mezi činnosti přidávající hodnotu bylo zahrnuto skládání rámu, vložení „vlněnce“, což ve firemním názvosloví představuje komponent dno. Ostatní činnosti, jako je například příprava, oprava a běžné činnosti typu manipulace, kontrola či pracovní rozhovory byly zařazeny jako činnosti nepřidávající hodnotu,

V případě finálního komponentu s příčkami se na začátku technologie nemění, tedy pracovní postup přípravy bočních, čelních stran a následného nýtování zůstává stejný. Změna poté nastává v pracovním postupu pracovníka obsluhy stroje.

5.2.2 Analýza obsluhy stroje

Náplní práce obsluhy stroje je zejména zakládání připravených výrobků do dvou přípravků bodovacího robota a po dokončení operace stroje tyto hotové kusy přemístit na paletu pro hotové kusy. Mezi vedlejší činnosti náleží například vypsání dokumentace či odvádění výroby. Jelikož se jedná o výrobky o rozměrech v rozmezích od 3 do 4 metrů na délku a 1,3 metrů na šířku, není tyto výrobky možné přemísťovat bez určitých pomůcek. K této manipulaci je využít přípravek s magnetickými upínači, který je umístěn na ocelové konstrukci s vodítky. Díky tomuto přípravku může obsluha s výrobky snadno manipulovat, aniž by docházelo k nadměrnému přetěžování, jelikož veškerou váhu výrobku zadržuje ocelová konstrukce.

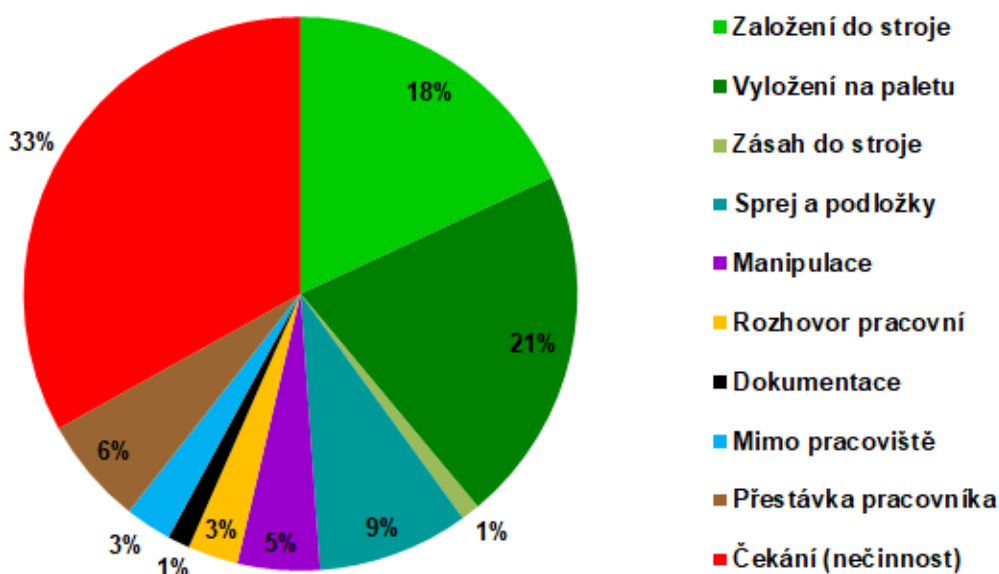
V případě finálního výrobku s polotovarem „dno“ má za úkol obsluha stroje pouze tyto výrobky zakládat do přípravků a následně po vykonání operace robotem tyto kusy vykládat na určené místo, ošetřit bodovací místa zinkovým sprejem a případně kontrolovat kvalitu či nekvalitu operace bodovacího robota.

Jestliže se vyrábí finální výrobek s příčkami, je v kompetenci obsluhy stroje mnoho dalších činností. Jedná se o založení příček, jejich počet se odlišuje v závislosti na délce finálního výrobku a zajištění rohové konzole. Tyto činnosti jsou prováděny až poté, co je rám finálního komponentu založen do přípravku bodovacího robota. Po dokončení bodování musí být

odjištěna rohová konzole a následně může být výrobek odložen na paletu pro hotové kusy a body ošetřeny zinkovým sprejem.

Mezi činnosti přidávající hodnotu bylo definováno založení do stroje, vyložení hotového kusu a ošetření zinkovým sprejem. Dále byly vypořizovány činnosti zásah do stroje, manipulace, pracovní rozhovor, dokumentace či čekání. Tyto činnosti byly definovány jako činnosti hodnotu nepřidávající.

Na níže uvedeném obrázku (obrázek 17) můžeme vidět přehled jednotlivých činností obsluhy z pracoviště kompletace.



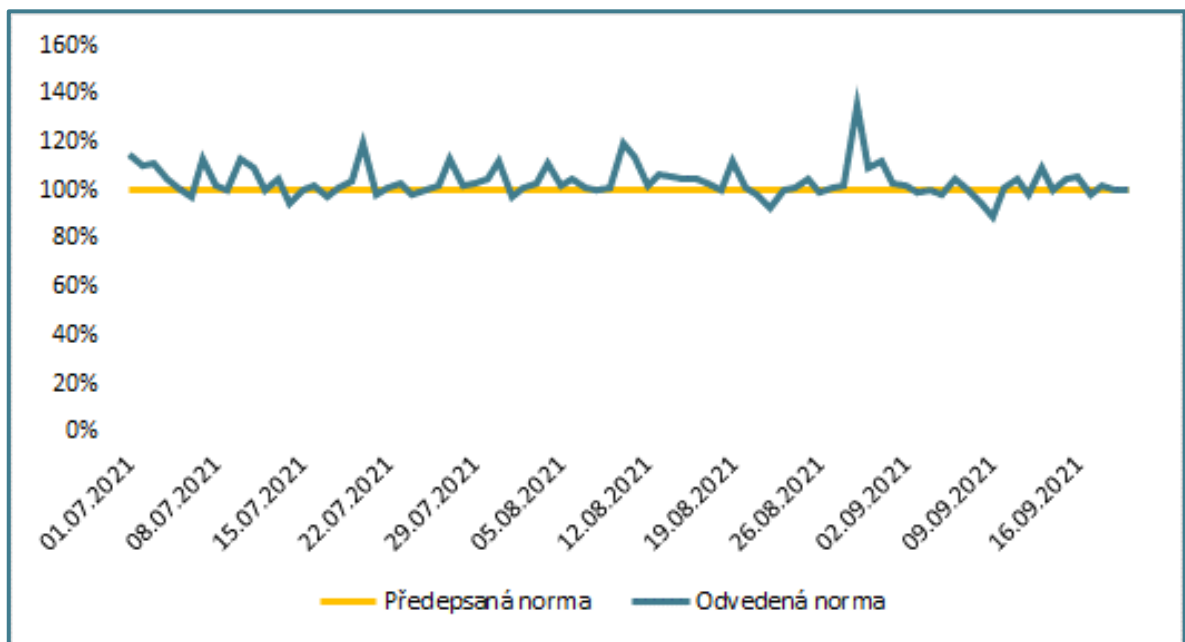
Obrázek 17 Snímek pracovního dne obsluhy stroje pracoviště kompletace (vlastní zpracování)

Tabulka 8 Časový rozbor činností obsluhy stroje pracoviště kompletace (vlastní zpracování)

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Čekání (nečinnost)	2:38:05	32,93%
Vyložení na paletu	1:39:36	20,75%
Založení do stroje	1:26:55	18,11%
Sprej a podložky	0:41:15	8,59%
Přestávka pracovníka	0:30:00	6,25%
Manipulace	0:23:24	4,87%
Rozhovor pracovní	0:14:04	2,93%
Mimo pracoviště	0:13:00	2,71%
Dokumentace	0:06:11	1,29%
Zásah do stroje	0:05:11	1,08%
Úklid	0:01:40	0,35%
Výpomoc	0:00:39	0,14%

Sledování plnění normativních časů je zde stanoveno nikoliv na pracovníka, ale na pracoviště jako celek. Tedy nezáleží, jakým způsobem probíhá příprava finálního produktu, ale jak efektivně dokáže obsluha stroje zakládat do přípravků, aby maximálně využila potenciál bodovacího robota. Samozřejmě tuto skutečnost do značné míry ovlivňují pracovníci přípravy, kteří pracují synchronně a pokud nastane situace, kdy jeden z nich pracoviště opustí, nastane prostoj a pokud není vytvořen dostatečná před zásoba mezi stanovištěm přípravy a bodovacím robotem, nastane prostoj a tím i zastavení bodovacího robota.

Na níže uvedeném obrázku (obrázek 18) můžeme vidět vývoj plnění stanovených normativních časů z pracoviště kompletace.



Obrázek 18 Plnění normativních časů na pracovišti kompletace (vlastní zpracování)

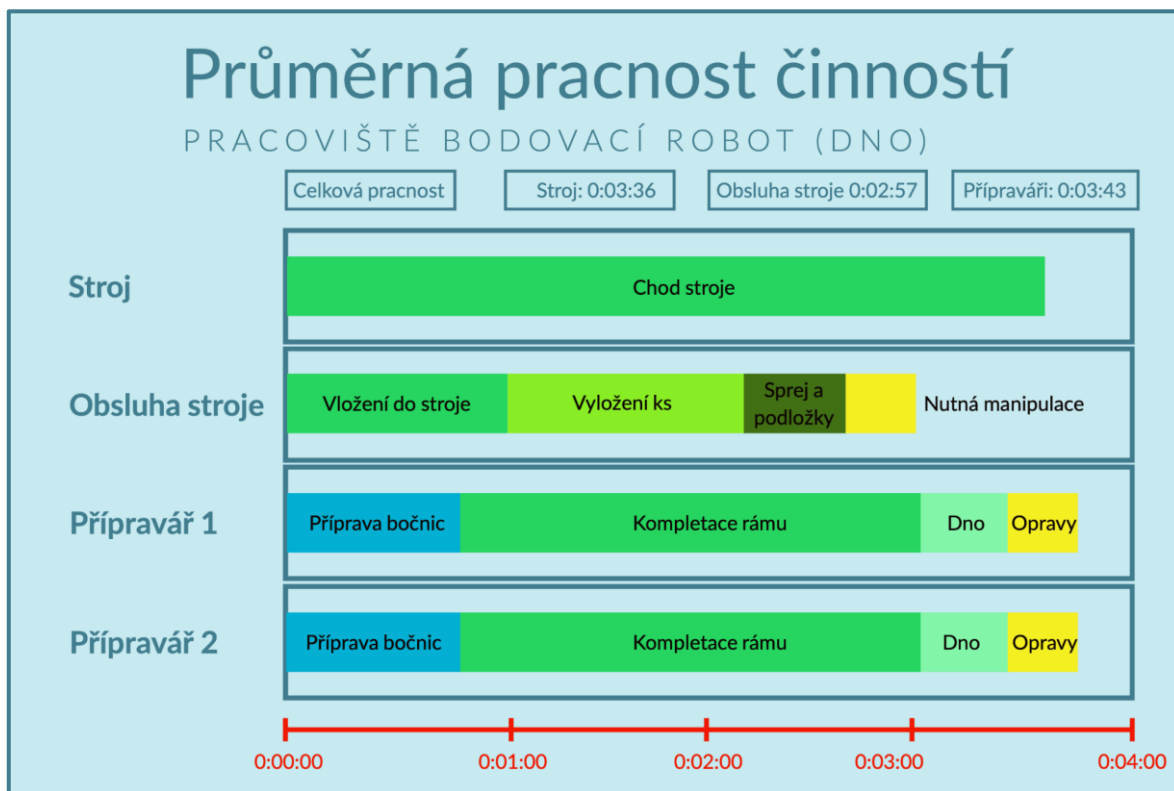
5.2.3 Analýza organizace práce

V rámci analýzy bylo sledováno také vytížení jednotlivých pracovních pozic na pracovišti kompletace. V případě výroby finálního výrobku se dnem nezávisle na délce finálního komponentu byl výsledek vyhodnocen pozitivně, jelikož jednotlivé operace byly v rámci pracovní vybalancovány a pracovníci při běžném chodu na sebe výrazně nečekali. Tuto analýzu potvrzuje i výsledek snímku pracovního dne, kdy stroj byl vytížen na hodnotu 70 %. Ve zbývajících 30 % se nachází osobní prostoje pracovníků, čekání na materiál nebo také příprava hotových komponentů k expedici.

Nejzásadnější prostoje vznikaly během přípravy bočnic, kdy pracovníci připravovali tyto bočnice v dávce, a i když mezi přípravou rámu a bodovacím robotem byla zásoba, tak pracovníci nedokázali tyto bočnice připravovat efektivně ve správný čas, a tak docházelo k zastavení chodu robota.

Tuto skutečnost můžeme zpozorovat v následujícím grafu, kdy po zahrnutí průměrných času jednotlivých činností je čas pracovních přípravářů delší, než pracovní obsluhy stroje a samotného chodu stroje. Do grafu nevstupují další nestandardní hodnoty, které nelze konkrétně časově definovat či ohodnotit.

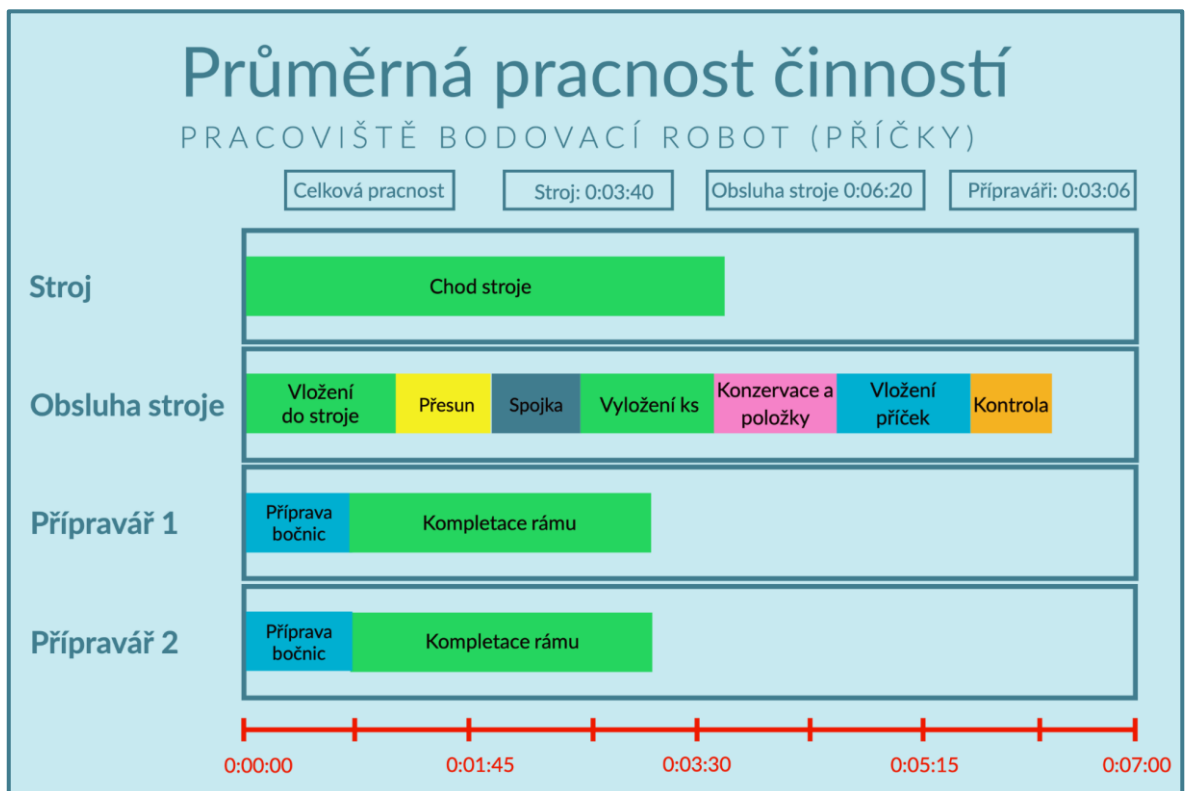
Následující obrázek (obrázek 19) popisuje průměrnou pracnost standardních činností pracovníků bodovacího robota pro výrobu 1 kusu finálního výrobku se dnem.



Obrázek 19 Balancování jednotlivých pozic na pracovišti bodovací robot při výrobě produktu se dnem (vlastní zpracování)

V případě finálního výrobku s příčkama již výsledek nebyl tak pozitivní. Jak již bylo zmíněno, v případě tohoto výrobku má pracovník obsluhy stroje mnohem více kompetencí, které musí v daném čase vykonat.

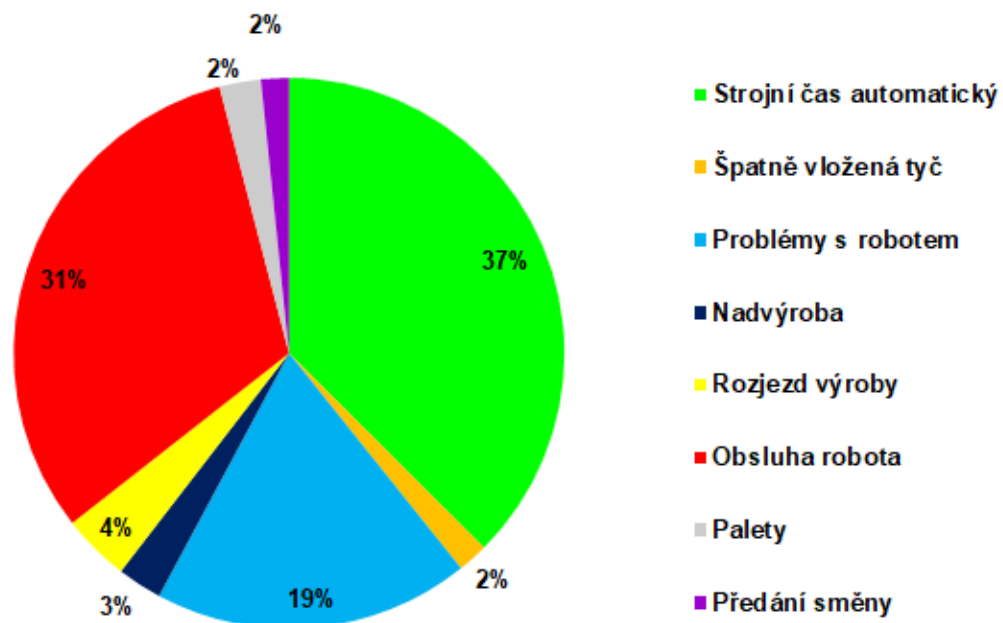
Následující obrázek (obrázek 20) popisuje průměrnou pracnost standardních činností pracovníků a bodovacího robota pro výrobu 1 kusu finálního výrobku s příčkami.



Obrázek 20 Balancování jednotlivých pozic na pracovišti bodovací robot při výrobě produktu se příčky (vlastní zpracování)

Tato nevybalancovanost jednotlivých operací způsobila až 32% prostojů stroje. Ostatní prostoje byly zapříčiněny problémy s kalibrací robota, začátkem směny, řešením problému s vyrobenými kusy navíc a ostatními prostoji. Celkové prostoje stroje dosáhly 63% za jednu směnu.

Následující obrázek (obrázek 21) popisuje snímek strojního zařízení v případě výroby finální výrobek s příčkami.

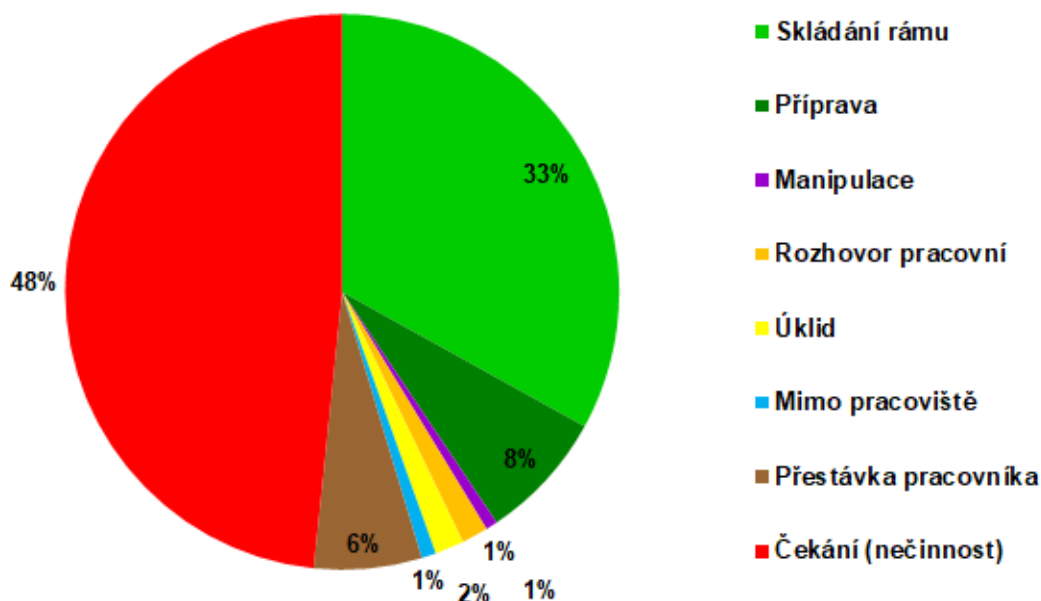


Obrázek 21 Snímek chodu stroje a jeho prostožů pracoviště kompletace při výrobě produktu se příčky (vlastní zpracování)

Tabulka 9 Časový rozbor chodu stroje a ztrátových příčin (vlastní zpracování)

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Strojní čas automatický	2:49:59	37,47%
Obsluha robota	2:22:55	31,50%
Problémy s robotem	1:24:13	18,56%
Rozjezd výroby	0:18:01	3,97%
Nadvýroba	0:11:55	2,63%
Palety	0:11:05	2,44%
Špatně vložená tyč	0:08:07	1,79%
Předání směny	0:07:23	1,63%

Toto rozdělení činností mělo za důsledek také nevyužití kapacity pracovníků přípravy, kteří většinu části směny trávili čekáním na uvolnění kusu z plného bufferu, kde poté odkládali připravené kusy. Naopak pracovník obsluhy stroje byl přetížený a nebylo možné v jeho silách bez pomoci ostatních zajistit nepřetržitý chod stroje.



Obrázek 22 Snímek pracovního dne obsluhy stroje pracoviště kompletace při výrobě produktu se příčky (vlastní zpracování)

Tabulka 10 Časový rozbor činností obsluhy stroje pracoviště kompletace při výrobě produktu se příčky (vlastní zpracování)

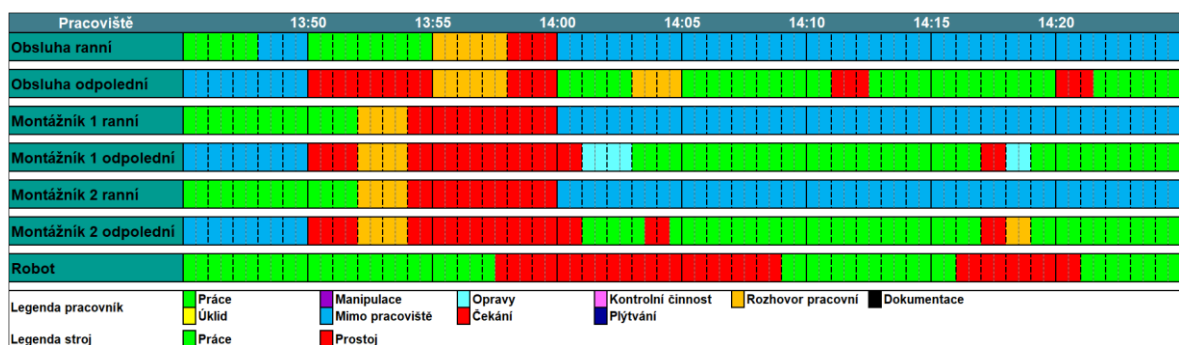
Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Čekání (nečinnost)	3:50:59	48,12%
Skládání rámu	2:37:49	32,88%
Příprava	0:36:03	7,51%
Přestávka pracovníka	0:30:00	6,25%
Úklid	0:08:06	1,69%
Rozhovor pracovní	0:07:23	1,54%
Mimo pracoviště	0:04:03	0,84%
Manipulace	0:03:18	0,69%
Plýtvání	0:02:19	0,48%

Dalším významným prostojem z pohledu organizace práce je intra logistika výrobní haly a jejího okolí. Činnosti, jako je zásobování jednotlivých pracovišť materiálem, vývoz hotových kusu k zaskladnění, vývoz z expedice a skládání do kamionu, vyskladnění z kamionu a další nutné manipulace má na starosti 1 pracovník na směnu. Ojedinele se stávají situace, kdy část směny má tato osoba prostoje z důvodu všech vykonaných prací. Mnohokrát je to zcela naopak, kdy venku čeká kamion na vyskladnění, pracoviště dělení

materiálu potřebuje vyměnit nástroj, na ohýbacím lisu chybí vstupní materiál a na kompletačním pracovišti naopak musíme hotové kusy převést na expedici. V ten moment je manipulační pracovník úplně ztracený a neví, co dřív udělat. V průběhu řešení těchto nárazových situací je pod tlakem a dělá chyby, které zapříčiňují další prostoje. Například doveze špatný nástroj pro pracoviště dělení materiálu, během doskladnění materiálu si zaskládá logistické cesty a musí opět manipulovat navíc a nakonec zjistí, že dovezený materiál je až na další zakázku.

Pro logistického pracovníka není na pracovišti k dispozici žádná vizualizace. Veškeré pokyny dostává od pracovníků slovně a často jejich vykonání trvá déle, než je potřeba. Důvody jsou například multitasking, kdy tento pracovník provádí několik úkonů najednou a některé zapomene.

Organizační prostoje vznikají také během náběhu a výměny směny. Na následujícím obrázku (obrázek 23) můžeme vidět záznam jednotlivých pracovníků během předání směny.



Obrázek 23 Předání směny pracoviště kompletace (vlastní zpracování)

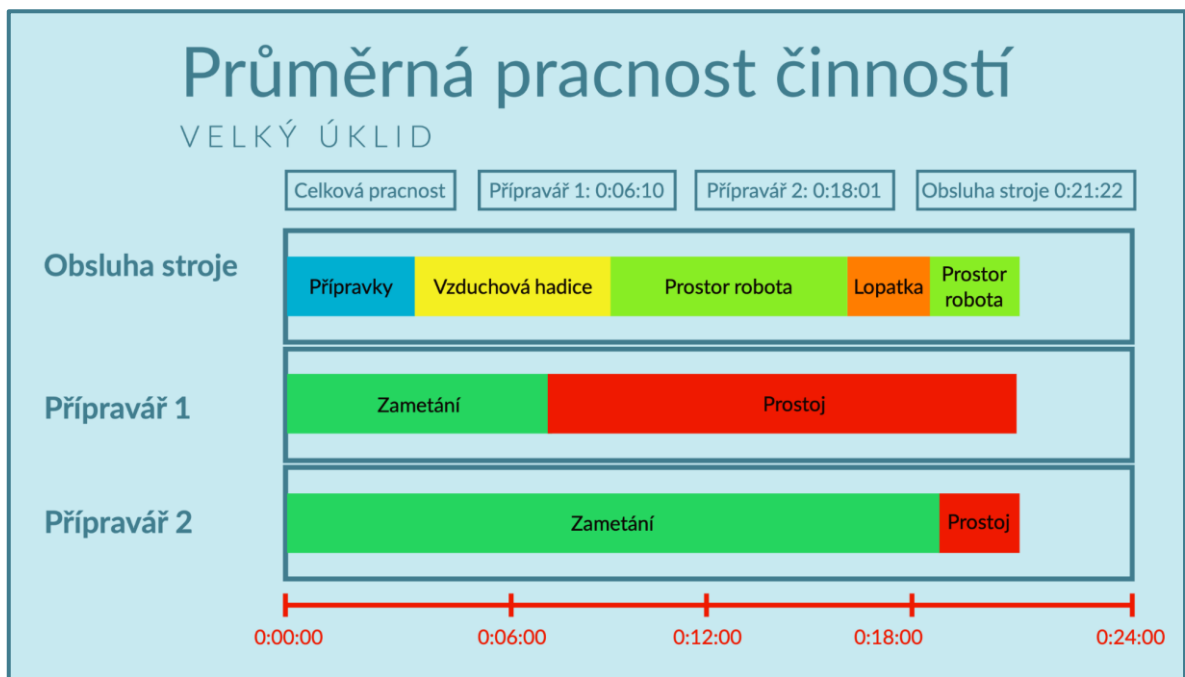
Dle záznamu pracovníci odpolední směny přicházejí na pracoviště 10 minut před začátkem směny. Následně probíhá předání směny ve formě pracovních rozhovorů a prostoj do konce směny.

Z pohledu stroje byl dokončen poslední kus ve 13:57 a poté stroj stojí a čeká na první kus do 14:09. Následně je robot v chodu až do 14:16, kde vzniká prostoj z důvodu nevybalancovaných činností obsluhy stroje. Následně od 14:21 byl stroj opět v chodu.

Tak, jako na ostatních provozech mají pracovníci 1x týdně na konci směny provést rozsáhlý úklid pracoviště. Každý z pracovníků zodpovídá za svoji část, tedy obsluha stroje za vyčištění přípravků a úklid prostoru bodovacího robota a pracovníci přípravy za úklid montážního stolu, pomocných stolů, uspořádání náradí, zametení prostoru pracoviště a úklid kovového odpadu. Na tyto činnosti byl stanovený limit 60 minut.

Ve skutečnosti proběhl celkový úklid během 20 minut. Navíc bylo vyzorováno, že pracovníci neplní veškeré činnosti, které by měli v rámci velkého úklidu provádět. Pracovníci přípravy neprovedli úklid šuplíku a polic, vysypání použitých nýtů, uklizení pracovní desky a neprovedli úklid a doplnění materiálu do přípravných vozíčků. Během monitoringu pracovní provedli pouze úklid pracovního prostoru a následně čekali na dokončení prací obsluhy robota.

U pracovníka obsluhy robota byly rovněž nesplněné úkony v rámci velkého úklidu. Nebylo provedeno mazání a čištění frézy bodovacího robota, doplnění bodovacích čepiček a úklid bronzového odpadu. Navíc zde bylo vyzorováno plýtvání ve formě chystání a úklid hadice pro vyfoukávání bodovacích přípravků v čase 0:04:36hod. Detaily provedených činností jsou zobrazeny na obrázku (obrázek 24).



Obrázek 24 Průměrná pracnost činností během velkého úklidu pracoviště (vlastní zpracování)

5.2.4 Audit pracoviště kompletace

Cílem auditu je přezkoumání a zhodnocení pracoviště kompletace dle stanovovaných kritérií. Výsledek auditu je určen zejména jako podklad pro prověřování skutečného stavu, provádění změn či rozhodování. Audit byl zpracován studentem, který zpracovává tuto diplomovou práci. Sestavený audit byl rozdělen na 3 hlavní části a obsahoval celkově 16 otázek. Každá otázka byla hodnocena 3 možnými hodnoceními. Rozdělení bylo na „ne“ (0

bodů), „částečně“ (1 bod) a „ano“ (2 body). Následně bylo provedeno vyhodnocení daných kategorií a celkové zhodnocení.

Tabulka 11 Audit pracoviště (vlastní zpracování)

Miniaudit pořádku a čistoty na pracovišti	
Pracoviště čisté, přehledné a uspořádané.	částečně
Na pracovišti se nevyskytují žádné nepotřebné věci.	částečně
Logistické cesty jsou prázdné a volné.	ano
Je dodržován postup dle plánu úklidu.	částečně
Jsou zavedeny standardy 5S.	ne
Počet bodů	5
Dosáhnutá výše	0,5
Miniaudit vizualizace na pracovišti	
Všechna nekvalita je vytříděna a označena.	ano
Pomůcky a nástroje jsou označeny.	ne
Je snadné nalézt součást nebo díl pro výrobní činnosti.	částečně
Na pracovišti je zavedena vizualizace v podobě tabules ukazateli výkonu a produktivity práce.	částečně
Věci jsou uloženy na definovaných místech.	ne
Je jasně a přehledně dán plán výroby a pracovní postup.	částečně
Počet bodů	5
Dosáhnutá výše	0,42
Miniaudit údržby strojů na pracovišti	
Stroje jsou označené a na první pohled identifikovatelné.	ano
Vede se kniha závad a oprav stroje i s časy délky opravy.	částečně
Je nastaven a vizualizován proces pravidelné údržby stroje.	částečně
Pracovník umí provádět drobné opravy a seřízení.	částečně
Je zavedena metoda TPM.	částečně
Počet bodů	6
Dosáhnutá výše	0,6
Celkový počet bodů	16
Celková dosáhnutá výše	53%

Z výsledku auditu vyplývá, že v kategorii pořádku a čistoty na pracovišti nejsou zavedeny žádné standardy 5S. Na čistotě, uspořádání pracoviště a dodržování plánu úklidu bude potřeba do budoucna zapracovat.

V kategorii vizualizace na pracovišti dopadly nejhůře neoznačení pomůcky a nástroje a jejich umístění, které není stanoveno. Z toho vyplývá, že tyto pomůcky a nástroje jsou umístěny v rámci celého pracoviště a v případě potřeby je pracovníci dohledávají, jelikož jsou pokaždé na jiném místě. Dále po konzultaci bude potřeba stanovit vizualizaci s ukazateli výkonu a produktivity práce ve stanoveném standardu.

Kategorie údržby strojů dopadla ze všech kategorií nejlépe. S výhledem do budoucnosti bych doporučil vést elektronickou knihu oprav závad na stroji a dále zpracovat vizualizaci pro pravidelnou údržbu stroje.

Mezi pozitivní výsledky auditu pracoviště lze zařadit průchod a dodržování čistých logistických cest, proces práce s nekvalitními kusy a označení a identifikaci stroje.

Konkrétní dosažené hodnoty nalezneme v tabulce 10. Výsledné hodnoty jednotlivých kategorií jsou pod hranicí 75 %. Z toho vyplývá, že je nutné provést optimalizaci či nápravná opatření

5.3 Shrnutí analytické části

V úvodu analytické části byla provedena analýza a měření práce na přípravných pracovištích. Na pracovišti přípravy čel a ohranovacím lisu bylo navíc ověřováno plnění stanovených normativních časů. Na pracovišti dělení materiálu bylo zanalyzováno nevyužití pracovníka ve výši 52 %. Dále byly zjištěny organizační prostoje ve formě čekání na manipulanta a čekání během chodu stroje. Tyto prostoje byly ve výši 46 % z celkového času směny.

Na pracovišti přípravy čel byly zanalyzovány jednotlivé činnosti pracovníka pomocí analýzy a měření práce. Následovalo také zhodnocení pohybu po pracovišti pomocí špagetového diagramu, jehož záznam je určený jako podklad pro optimalizaci tohoto pracoviště. Výsledkem tohoto měření bylo vyhodnocení nadbytečných pohybů při vkládání kluzáků, kdy se pracovník musí 2x otáčet pro uchopení těchto dílců, aby je následně mohl založit do montážního přípravku. Zároveň zde proběhlo zhodnocení 5S, jehož výsledek poukázal na nevhodně zvolený KLT box a neudržovaný balanční nadstavec šroubováků, který díky svému zasekávání spíše jednotlivou práci komplikovat, než ulehčoval.

Následovala hlavní část analýzy, a to pracoviště kompletace. Pracoviště je dále rozděleno na část přípravy a část obsluhy robota. Pracovníci přípravy mají za úkol kompletovat finální výrobek do určité podoby. Na základě snímku pracovního dne byly vyhodnoceny jednotlivé parametry, jako je využití pracovníků a stroje, činnosti s přidanou a nepřidanou hodnotou a jejich kompletní časové rozdělení. Dále byla zpracována analýza pracnosti jednotlivých pracovních pozic pro výrobek se dnem a přičkami. Zde byly zjištěny značné diference mezi jednotlivými pracovními pozicemi a bude potřeba tento proces vybalancovat.

Dále byly zhodnoceny analýzy možných prostojů, které zahrnovaly čekání na manipulanta, ztráty během náběhu a předání směny a týdenních úklidů.

V poslední fázi byl proveden audit pracoviště kompletace, který byl rozdělen na 3 hlavní části. První částí byl audit pořádku a čistoty na pracovišti, který zahrnoval 5 otázek na toto téma. V této kategorii byl výsledek auditu na hodnotě 50 %. Další kategorií byla vizualizace na pracovišti, která se skládala ze 6 otázek. Zde bylo dosaženo 42 %. Poslední částí byl audit údržby strojů na pracovišti, který se skládal ze 6 otázek a jeho dosažená výše byla 60 %.

Negativní zhodnocení se týkalo standardu 5S, označení pomůcek, nástrojů a jejich uspořádání. Pozitivní hodnocení dosáhly body prázdných logistických cest, práce s nekvalitou a označení strojů a jejich identifikace. Ostatní body byly vyhodnoceny jako částečně vyhovující, nicméně do budoucna bude potřeba zapracovat i na těchto bodech.

6 PROJEKTOVÁ ČÁST

Projektová část je rozdělena na 3 části. Na začátku jsou představeny základní informace o projektu. Pro určení parametrů projektu následovalo vytvoření časového harmonogramu projektu. V další části jsou popsány realizované kroky daného projektu. V poslední části jsou navrženy další možné kroky a opatření vedoucí k maximální podpoře dosažení cíle.

6.1 Definice projektu

Zadání projektu	
Název projektu	Projekt optimalizace výrobního pracoviště.
Hlavní cíl projektu	Zvýšit celkový výstup procesu výroby produktů.
Dílčí cíle	Objektivizovat normativní spotřeby časů.
	Předávání znalostí z oblasti průmyslového inženýrství.
Projektový tým interní	Projektový manažer
	Průmyslový inženýr
	Mistr výroby
	Směnový mistr
Projektový tým externí	Senior konzultant
	Junior konzultant
Definice cíle pomocí metody SMART	
Specifický	Cílem projektu je zvýšení celkového výstupu o 20%.
Meřitelný	Plnění cíle je nastaveno dle konkrétních jednotek a procent.
Akceptovatelný	Zadavatel a členové týmu souhlasí se stanovenými cíli.
Realistický	Na základě dat s analýzy je cíl realistický k uskutečnění.
Terminovaný	Projekt je časově ohraničený. Součástí projektu je časový plán.

Obrázek 25 Projektový list a definice cíle pomocí metody SMART (vlastní zpracování)

6.2 Časový harmonogram

Časový harmonogram projektu je určen pro správné sestavení jednotlivých činností tak, aby byly včas splněny a primárně postupovaly v logické návaznosti za sebou. Projekt optimalizace výrobního pracoviště ve společnosti XY s. r. o. byl zahájen ve 3. týdnu v listopadu 2021.

Po zahájení projektu navazovalo sestavení projektového týmu a definice hlavního a dílčího cíle. Následoval workshop, kde byli zaměstnanci seznámeni z metody průmyslového inženýrství.

Nejdůležitější a zároveň nejdelší částí projektu byla analýza pracoviště kompletace, kde proběhla analýza kompletace více druhů výrobku a porovnání výkonosti mezi různými směny a pracovníky.

Na základě výsledků analytické části byly dále vypracovány standardní pracovní postupy balancování operací, aplikace metody 5S, stanovení činností a času pro velký úklid, optimalizace layoutu pracoviště přípravy čel a objektivizace pracovních norem.

Časový harmonogram můžete vidět v Příloze P I.

6.3 Riziková analýza

Riziková analýza byla sestavena pomocí metody RIPRAN. Tato metoda je vhodná pro analýzu rizik pro středně velké projekty. Slouží k definici rizik, které mohou ohrozit hlavní cíl projektu. Tyto rizika je potřeba stanovit, ale také určit jejich pravděpodobnost výskytu a dopadu. Na bázi této analýzy se následně vytvářejí konkrétní opatření, která slouží k eliminaci či snížení dopadu rizik. Kompletní riziková analýza se nachází v příloze II a III. Pro tento projekt byly definovány tyto rizika:

- Chybně zpracována analýza
- Nespolupráce ze strany vedení společnosti
- Neochota pracovníků spolupracovat
- Nepřijetí navrhovaných řešení
- Nedodržení časového harmonogramu
- Ztráta dat
- Nevyužívání nových standardů v provozu

Největším rizikem projektu je chybně zpracována analýza současného stavu. Jestliže by získané hodnoty neodpovídaly skutečnému provozu a tím danou situaci měnily k horšímu či lepšímu, docházelo by k vyvozování chybných závěrů. S tímto rizikem souvisí neochota pracovníku ke spolupráci, kdy v případě špatně poskytnutých informací či dokonce informací zkreslených může vést do slepé uličky a tím i prodloužení celého projektu. Abychom z části eliminovali toto riziko, je potřeba na začátku projektu provést se zaměstnanci workshop, kde v rámci workshopu bude vysvětlena daná problematika a jaké výhody mohou od daného projektu očekávat.

Středním rizikem byla oceněna hrozba č. 2 – nespolupráce ze strany vedení. Tato hrozba může nastat po zhodnocení současného stavu, kdy výsledky této analýzy nebudou dostatečně přesvědčivé. S tímto rizikem je potřeba počítat a nelze ho jinak než akceptovat.

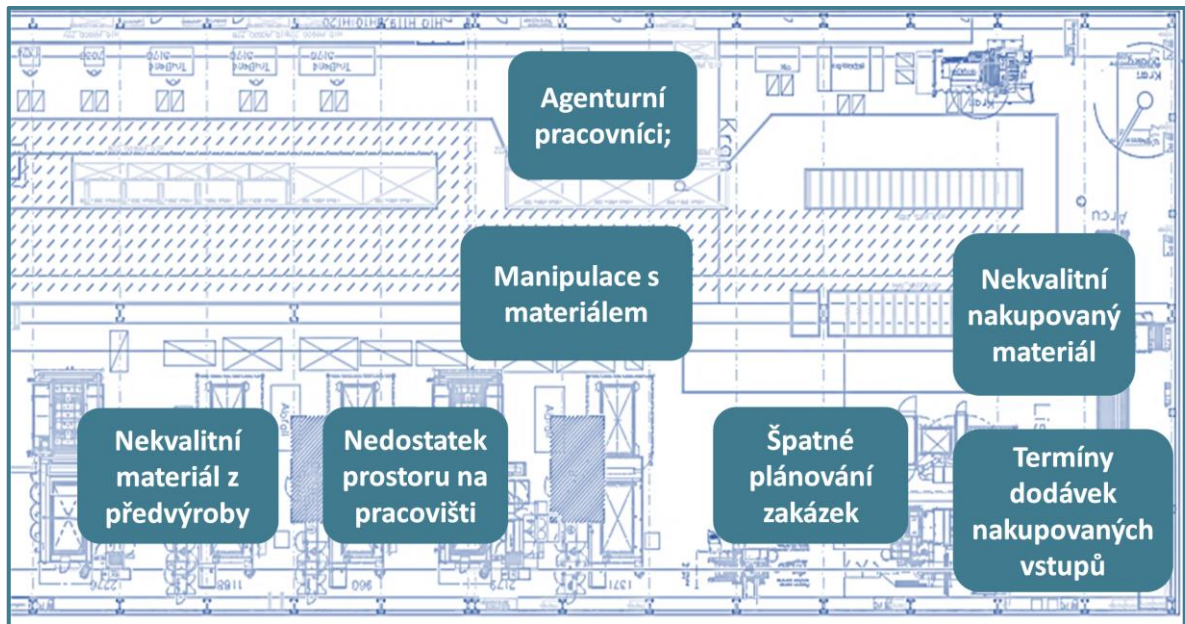
Ostatní hrozby byly oceněny jako nízké hodnocení rizika. Tyto hrozby budou přijaty a s jejich výskytem je nutné počítat v rámci všeobecných pravidel projektu a není pro ně nutné vytvářet speciální opatření.

6.4 Workshop a sestavení projektového týmu

Úvodní schůzka ve společnosti XY s. r. o. spočívala především v představení projektu, definici jednotlivých členů projektu. Součástí interního projektového týmu byl předák směny, mistr výroby, vedoucí výrobní haly, průmyslový inženýr a výrobní ředitel. Tento tým byl doplněn o externího konzultanta průmyslového inženýrství a projektového manažera. Jelikož se projektový team skládal z pracovníků, kteří mají rozdílné vstupní znalosti o metodách zlepšování, byla představena i krátká prezentace na téma štíhlá výroba a vybrané metody průmyslového inženýrství.

Následovalo vypracování zadání projektového listu, příprava harmonogramu, vytvoření evidence zápisu schůzky s docházkovým listem a listu pro definici úkolů. Po vypracování těchto administrativních záležitostí probíhal workshop pouze již s členy týmu. Účel daného kroku spočíval ve vytvoření uvolněné atmosféry, kdy v případě přítomnosti vedoucích pracovníků byli jednotliví členové velice opatrní a obávali se svého projevu, aby při případném vyjádření názoru nebyly jejich pracovní pozice ohroženy.

Na níže uvedeném obrázku 26 je zobrazen výstup z metody brainwriting z úvodního workshopu.



Obrázek 26 Výstupy z metody Brainwriting (vlastní zpracování)

V rámci úvodního setkání byl proveden speciální workshop s pracovníky vybraného procesu, který sloužil k vytipování možných úzkých míst, které zapříčiňují nestabilitu výroby. Součástí workshopu byla použita technika brainwriting, díky které mohli jednotliví členové týmu vyjádřit svůj názor a definovat úzké místo výroby, aniž by byli ovlivňováni názory ostatních členů týmu. Tyto názory byly vizualizovány prostřednictvím kartiček, které se následně přilepily do layoutu výrobní haly. Následně probíhaly strukturované rozhovory, kde byly analyzovány další možné příčiny jednotlivých problémů. Během vyhodnocení brainwritingu byly zjištěny možné příčiny, jako jsou agenturní pracovníci, nedostatek prostoru, nekvalitní materiál z předvýroby, neefektivní plánování zakázek, nekvalitní nakupované komponenty a nedodržení termínů dodávek nakupovaných vstupů.

6.5 Navrhovaná řešení

Následující kapitola je zaměřena na navrhovaná řešení jednotlivých problémů, které vyplynuly z analytické části. Všechny níže zmíněné návrhy byly projektovým týmem a firmou přijaty a následně byly také zrealizovány.

6.5.1 Standardizace pracovního postupu finálního výrobku

Jak již bylo řečeno na zahajovacím workshopu, ve výrobním podniku se nachází mnoho zahraničních a agenturních pracovníků. Z tohoto důvodu byly vytvořeny standardní pracovní postupy. Nejprve byl vytvořen jednotný vzor standardu, který se stane výchozím i pro další pracoviště ve společnosti. V záhlaví je obsaženo logo společnosti, název

dokumentu, k jakému výrobku, pracovišti a pro jaký počet pracovníků je tento standardní postup určen. V zápatí poté nalezneme pole vypracoval, schválil a datum schválení.

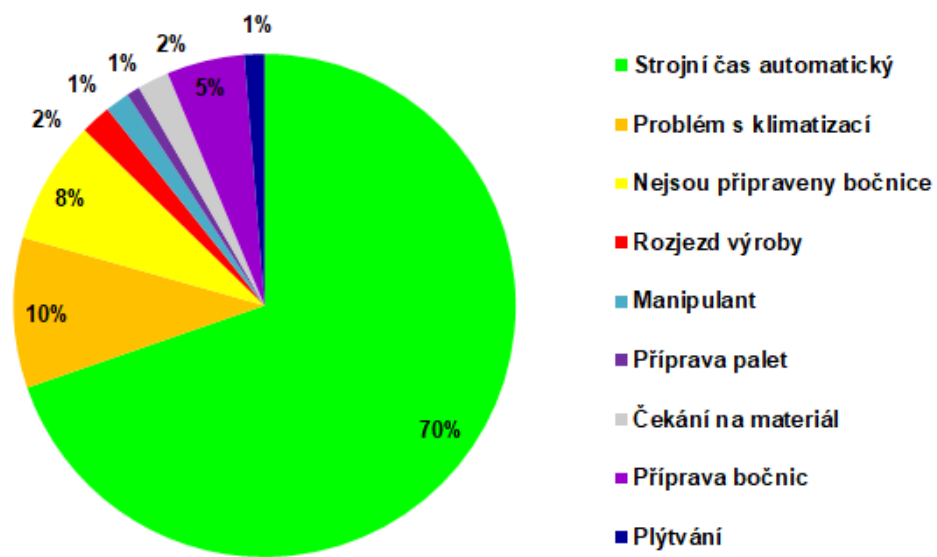
Následně byly vytvořeny pracovní standardy pro každý typ výrobku, jenž obsahují jednotlivé kroky s popisem a fotografií. Vše za účelem zajištění maximální kvality a produktivity. Tyto pracovní standardy byly vypracovány zvláště pro pracovníky přípravy a obsluhy robota.

6.5.2 Změna organizace práce přípraváře

V případě pracovního postupu se dnem určeného pro přípraváře, bylo vypracováno speciální pravidlo s názvem tok jednoho kusu. Toto pravidlo platí pouze v případě, kdy pracovníci připravují polotovary s názvem bočnice. Na základě snímku pracovního dne bylo zjištěno, že tuto činnost pracovníci vykonávají téměř hodinu z celkového denního času. Na základě analýzy prostojů stroje pro tento druh výrobku bylo zjištěno, že prostřednictvím této činnosti vznikají prostoje v čase 35 minut za směnu z důvodu časové náročnosti přípravy těchto bočnic v dávce.

Logo společnosti		Pracovní postup	
Výrobek:	Pracoviště:	Počet pracovníků:	
Název kroku		Název kroku	
1	Popis operace	2	Popis operace
Tip od pracovníka		Tip od pracovníka	
Název kroku		Název kroku	
3	Popis operace	4	Popis operace
Tip od pracovníka		Tip od pracovníka	
Název kroku		Název kroku	
5	Popis operace	6	Popis operace
Tip od pracovníka		Tip od pracovníka	
Vypracoval: XXX		Schválil: XXX	dne: XXX

Obrázek 27 Standard pracovního postupu (vlastní zpracování)



Obrázek 28 Snímek chodu stroje a jeho prostojů pracoviště kompletace při výrobě produktu se dnem (vlastní zpracování)

Tabulka 12 Časový rozbor chodu stroje a ztrátových příčin (vlastní zpracování)

Kategorie	Délka trvání	Poměr %
Strojní čas automatický	5:13:39	69,70%
Problém s klimatizací	0:43:31	9,67%
Nejsou připraveny bočnice	0:35:36	7,91%
Příprava bočnic	0:22:32	5,01%
Čekání na materiál	0:09:10	2,04%
Rozjezd výroby	0:08:51	1,97%
Manipulant	0:07:01	1,56%
Přívrtání	0:05:48	1,29%
Příprava palet	0:03:52	0,86%

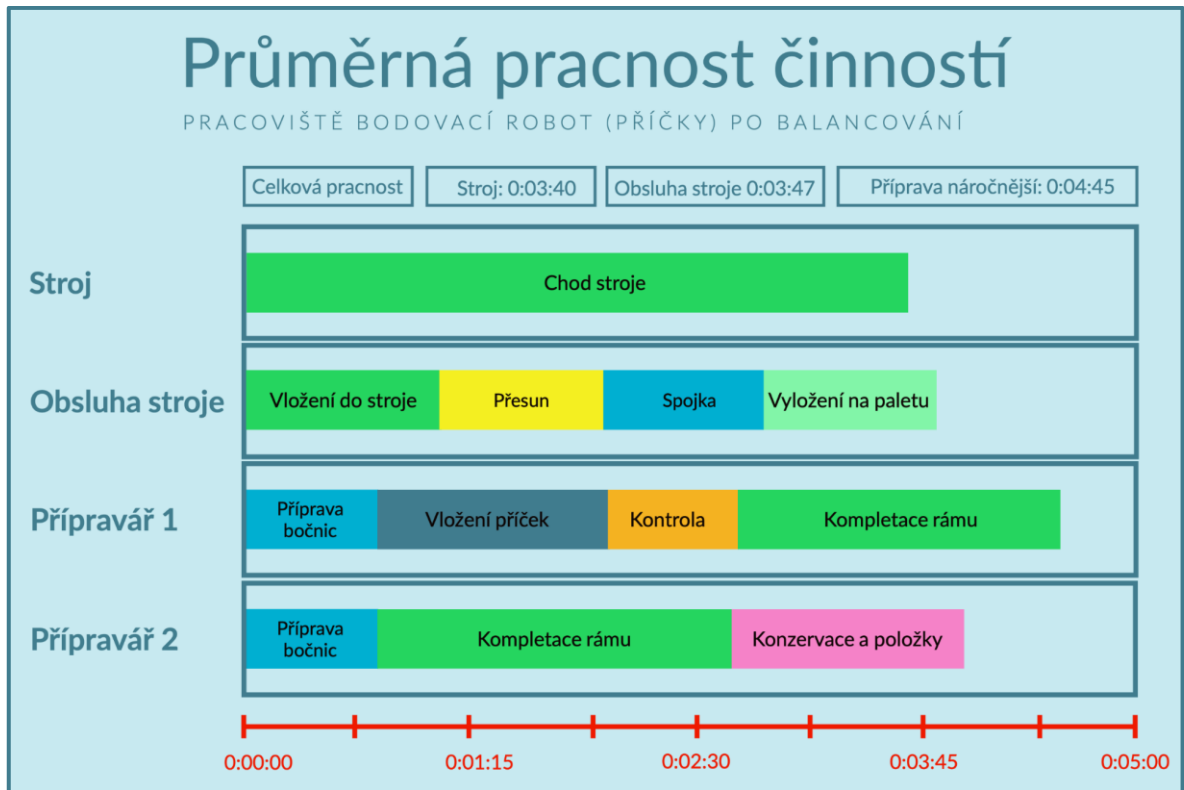
Pro účely eliminace a snížení těchto prostojů bylo toto pravidlo zavedeno. Jeho definice zní: „Jestliže zásoba připravených výrobků klesne pod úroveň 3 kusů, měním strategii přípravy bočnic z dávky na přípravu po 1 ks. Jakmile udržuji zásobu 5 ks, opět připravuji v dávce.“

V případě pracovního postupu finálního výrobku s příčkami se jednalo o správné rozdělení činností mezi pracovníky dle logické návaznosti a jednotlivé pracnosti. Dle analýzy snímku pracovního dne bylo rozdělení činnosti mezi jednotlivými operátory značně vybalancované. V případě pracovníku přípravy byla průměrná kompletace 1 kusu vyjádřena časem

0:03:06hod. Obsluha stroje měla v kompetenci činností celkem 7 v celkovém součtu 0:06:20hod. To je téměř 50% rozdíl v jednotlivých pracnostech operátorů.

V původním rozpoložení vycházel balanční index na úrovni 64 %. Bylo tedy potřeba jednotlivé činnosti přeorganizovat tak, aby byl tento index na hodnotě alespoň 80 %. Na základě dat ze snímku pracovního dne proběhl meeting se členy projektového týmu, kde byly jednotlivé možnosti analyzovány a kombinovány v různých variantách jak pro obsluhu stroje, tak i pro přípraváře. Nakonec bylo rozhodnuto a vybalancování v následujícím znění.

Obsluze stroje s původní průměrnou pracností 0:06:20hod budou odebrány činnosti vložení příček, kontrola rohových konzolí a konzervace zinkovým sprejem a vložení proložek. Výsledná průměrná pracnost nyní dosahuje 0:03:47hod. Činnosti, které byly obsluze stroje odebrány byly rozděleny přípravářům, kteří budou dané činnosti vykonávat pouze v případě, že se jedná o činnost na jejich straně přípravy. To znamená že, pokud probíhá založení do přípravku na straně přípraváře 1, bude mít navíc na starosti činnosti vložení příček a kontrola rohových konzolí. Zde je vyjádřena celková průměrná pracnost 0:04:45hod. Na straně přípraváře 2 bude navíc činnost konzervace zinkovým sprejem a vložení proložek. Zde je vyjádřena celková průměrná pracnost 0:03:47hod. Pracovníci přípravy si tyto činnosti budou střídát dle založení kusu nebo vyložení kusu a zda se jedná o stranu jejich nebo protější. Tato varianta rozpoložení přinesla zvýšení balančního indexu na hodnotu 85 %.



Obrázek 29 Průměrná pracnost činností po vybalancování operací (vlastní zpracování)

6.5.3 Aplikace metody 5S

V rámci předpokladu postupného zlepšování a zavádění nových zlepšovacích systémů pro zefektivnění výrobního procesu byla aplikována metoda 5S.

Cílem prvního kroku bylo vytřídit veškeré položky, které není na pracovišti potřeba. Během třídění těchto položek bylo vycházeno z Paretova principu, tedy položky používané denně, týdně, měsíčně a výjimečně či vůbec.

Při provádění třídění bylo nalezeno mnoho předmětů, které se na pracovišti vůbec nepoužívají a jsou zde uloženy ještě z dob bývalých zaměstnanců. Nyní tyto předměty již pracovníci nevyužívají. Jednalo se primárně o skříňku s nářadím, kde byly veškeré druhy smíchány s osobními věcmi. Další osobní věci byly nalezeny přímo na pracovišti. Jednalo se o osobní batohy a bundy. Tyto předměty nemají na pracovišti být a zaměstnanci je mají mít uschovány v šatnách.

Po vytřídění těchto položek následovalo jejich systematizování. Jednalo se o definování míst pro zbylé položky. V rámci stolu s nářadím se konkrétně jednalo o popis jednotlivých zásuvek, vložení KLT boxů a případné rozdělení zbylého prostoru. V rámci pracoviště

proběhla úprava podložky pro nabíjecí stanici, instalace odkládacího držáku pro gumové kladivo, které se doposud odkládalo na ovládací panel robota.

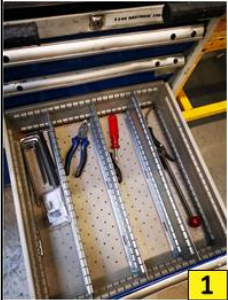






Obrázek 30 První krok metody 5S (vlastní zpracování)

Dále bylo potřeba stanovit jednotlivé kroky udržení pracoviště v čistotě a pořádku. Důvodem tohoto kroku je prevence zranění v důsledku nečistého pracoviště. Na celém pracovišti se tedy definovaly místa, které je potřeba čistit, kdo je bude vykonávat, jak často, jaké prostředky jsou k tomu potřeba a jaký čas to zabere.

Jednotlivé činnosti byly rozděleny do kategorie denní a týdenní. Následně byly vypracovány standardy úklidu, které byly rozděleny pro pracovníky přípravy a obsluhy stroje. Časová náročnost denního úklidu byla stanovena na 0:10:00hod. Jednalo se o běžné činnosti spojené s udržením pracoviště v čistotě. Konkrétně se jednalo o uspořádání náradí v zásuvkách, doplnění potřebného materiálu pro následující směnu, zametení pracoviště, uspořádání dokumentace na pracovní desce a odnesení osobních věcí z pracoviště. Tyto činnosti byly rozděleny mezi všechny 3 pracovníky ve stejném časovém poměru. Týdennímu úklidu bude věnována samostatná část.

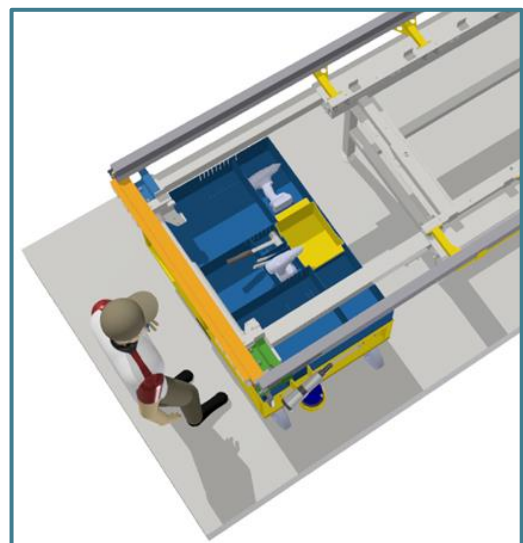
Dalším krokem bylo vytvoření standardizace těchto činností. Cílem bylo vytvořit jasnou vizualizaci, aby se zabránilo nedbalostem a rozdílným výsledkům. Tento standard vychází z původně vytvořeného vzoru, tak aby se celkové vizualizace shodovaly a působily jednotným dojmem.

Logo společnosti		Standard 5S a denního úklidu Pracoviště příprava bočnic Robot NIMAK		Časová náročnost: 5. min	Revize: A Strana: 1/1
					
					
P.č.	Popis	P.č.	Popis		
1	Šuplíky jsou vytříženy a nářadí je v nich uspořádáno.	4	Odnesení osobních věcí z pracoviště.		
2	Příprava pracoviště pro další směnu – doplnění kapsiček, návoz materiálu.	5			
3	Zametení pracoviště a příprava materiálu pro další směnu.	6			
Zpracoval:	Dne:	Schválil:	Dne:		

Obrázek 31 Standard 5S a denního úklidu (vlastní zpracování)

Posledním krokem bylo představení finální podoby těchto standardů jednotlivým zaměstnancům. K tomu, aby mohl být tento stav kontrolován byl vytvořen pro zodpovědnou osobu checklist 5S, který se skládá z kritických bodů každého pracoviště. Tím se standardizuje kontrola a hodnocení jednotlivých pracovníků při dodržování stanovených standardů. Dle splněných bodů každé pracoviště dosahuje bodové hodnocení. Toto hodnocení může být později zahrnuto do pohyblivé složky jednotlivých pracovníků.

V rámci standardizace pracoviště byly vytvořeny nové vozíky pro pracovníky přípravy. Původní vozíky byly používány od začátku provozu a nebyly zcela uzpůsobeny aktuálním požadavkům. Vytvoření uzpůsobených a standardizovaných přihrádek pomůže pracovníkům především při přechodech mezi směnami, kdy pracoviště bude připraveno pro každého pracovníka stejně a



Obrázek 32 Vizualizace nových montážních vozíků (zdroj společnost XY)

nebude docházet k zbytečným plýtváním způsobené hledáním pomůcek či jednotlivých komponentů.

6.5.4 Náběh a ukončení směny

Jedním z míst, kde se nachází potenciál k eliminaci ztrát způsobené organizací práce jsou náběhy, ukončení a předání směny. Z dat snímku pracovního dne lze vyčíst, že tyto ztráty tvoří asi 5 % z celkové směny, což je 18 minut, během kterých může stroj vyrábět další výrobky. Proto byly stanoveny kritické body, které způsobují tuto ztrátu a následně k nim byly vytvořeny opatření.

Tabulka 13 Seznam kritických bodů a jejich opatření (vlastní zpracování)

Oblast	Problém	Opatření	Předpokládaná úspora
Náběh směny	Nedochvilnost pracovníků.	Přihlášení na pracovišti 5. min. před začátkem směny	25%
Výměna směny	Robot nemá připraveny kusy.	Končící směna připraví alespoň 3 ks do zásoby.	55%
Výměna směny	Chybějící drobný materiál.	Před opustěním pracoviště dojde k doplnění drobného materiálu.	15%
Ukončení směny (Odpolední směna)	Chybějící nářadí na ranní směně.	Uschování nářadí do skříněk a jejich uzamčení.	5%

V oblasti náběhu směny se vyskytl problém pravidelného pozdního příchodu na pracoviště. Pro adekvátní předání informací a výměny směny je vhodné, aby pracovník byl na svém pracovišti alespoň 5 minut před začátkem směny.

V oblasti výměny směn se naskytly 2 problémy, které v celkovém důsledku mohou výrazně ovlivnit tyto organizační prostoje. Jedná se čekání stroje na výrobu prvního kusu. Zde došlo k opatření, které nařizuje v případě pokračující zakázky připravit alespoň 3 kusy polotovarů, které mohou být okamžitě založeny do přípravku a tím tak omezit zastavení stroje na minimum. Druhým problémem je nedostatek drobného materiálu, jehož prostřednictvím operátoři kompletují polotovar. Proto bylo zavedeno pravidlo, jehož předmětem je doplnění tohoto materiálu před odchodem z pracoviště.

Poslední oblastí je ukončení odpolední směny, kde se vyskytl problém s chybějícím nářadím na ranní směně. Tím, že některé výroby na stejné hale fungují v nepřetržitém provozu, docházelo k vypůjčení nářadí z jiných pracovišť. Pracovníci na ranní směně následně hledali

své nářadí po výrobní hale, Proto bylo přikázáno v případě končící odpolední směny uschovat nářadí do zamykacích skříní a klíč předat mistrovi dané haly.

6.5.5 Standardizace velkého úklidu

V rámci standardizace a organizace práce došlo také k definici činností a časů během velkého týdenního úklidu. Před zahájení analýzy a snímkování proběhl rozhovor se směnovým mistrem, kde bylo potřeba zjistit, jaké činnosti v rámci týdenního úklidu mají pracovníci provádět, zda jsou rozděleni a kolik času na tyto.

Tabulka 14 Analýza týdenního úklidu (vlastní zpracování)

Týdenní úklid		
Data ze snímku	Naměřená pracnost	0:46:21
Obsluha	Mazání a čištění frézy	0:01:00
	Kovový odpad	0:02:00
	Kontrola a doplnění čepiček	0:00:30
	Kontrola doplnění spreje	0:00:30
Příprava	Šuplíky a police	0:03:00
	Vysypání nýtu	0:00:30
	Uklizení prac. Desky	0:01:00
	Vozíček a mat	0:05:00
Součet		0:59:51
Pracnost po potenciální úspoře		0:54:13
Počet pracovníku		3
Přirážka 8%		1,08
Nový čas úklidu		0:19:31

Na základě analýzy a snímkování práce bylo zjištěno, že pracovníci neprovádí veškeré činnosti, které definoval směnový mistr. Pracovník obsluhy nevykonal činnosti mazání a čištění frézy, nevynesl kovový odpad a neprovedl kontrolu čepiček a zinkových sprejů. Pracovníci přípravy neprovedli úklid šuplíku a polic, neprovedli úklid poškozených nýtů, úklid pracovní desky a úklid přihrádek ve vozíku s materiálem.

Původní časová náročnost velkého úklidu byla stanovena na 1 hodinu. V rámci dodatečné simulace byly přiřazeny časové ohodnocení i činnostem, které v rámci analýzy nebyly vykonány. V konečném důsledku se tak čas velkého úklidu zkrátil z původních 60 minut na 20 minut včetně 8 % přirážky. Tato změna přinese každý týden 40 minut disponibilního času potřebného k dosažení hlavního cíle projektu.

Aby tato změna byla udržitelná, následovalo zpracování standardu velkého úklidu pro pracovníky obsluhy a přípravy, kde byly definovány veškeré činnosti včetně fotografie a

případné rozdělení činností na pracovníka 1 a 2, tak aby pracnost byla maximálně vyrovnaná.

6.5.6 Zásobování materiálu na pracoviště

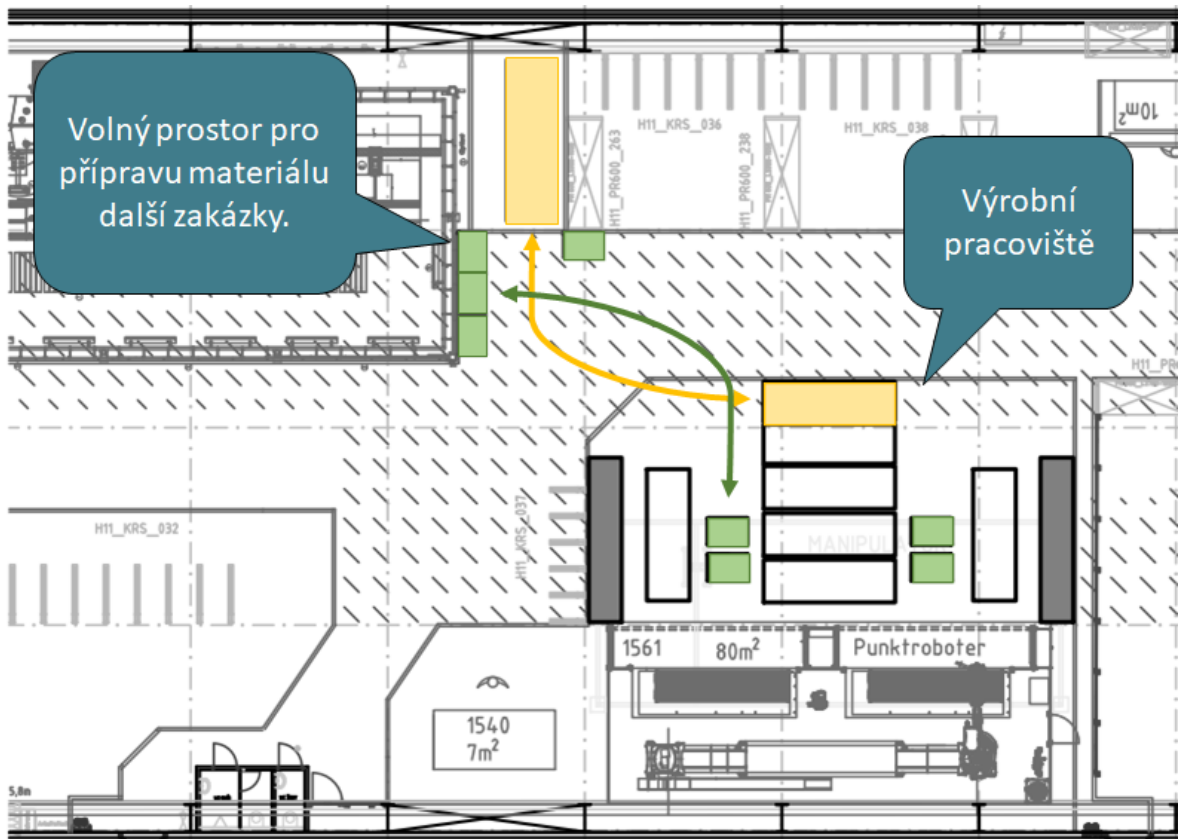
Jedním z problémů, který se velmi často opakoval během workshopu a následného brainwritingu byl problém s prací manipulátora. Například během analýzy a měření práce stanoviště dělení materiálu byl prostoj způsobený čekání na logistického pracovníka jeden z nejvýraznějších. Tím, že tento pracovník má na starosti celou halu a zároveň nakládky a vykládky kamionů je způsobeno to, že během těchto činností není k dispozici žádná osoba, která by ho mohla zastoupit. Bylo proto jasné, že pokud nebude na pozici manipulátora přijata další osoba, budeme muset vymyslet efektivnější způsob přípravy materiálu.

Nakonec bylo rozhodnuto o stanovení speciálně vyhrazených pozic pro přípravu materiálu pro další zakázku, případně doplnění stávajícího materiálu. Zvolené pozice obsahují čtyři pozice pro vozíky s čely, dnem a jednu plochu pro paletu s bočnicemi. Pozice byly zvoleny tak, aby nepřekážely logistickým cestám a zároveň byly v blízkosti pracoviště.

System tedy funguje tak, že v případě změny zakázky dochází k před chystání materiálu z regálových skladů na definované pozice. Tím, že logistický pracovník tuto činnost vykoná v předstihu, mohou samotnou přepravu provést operátoři pracoviště, kteří k přepravě použijí paletový nakladač, případně pouze zamění vozíky s materiálem. Tímto krokem se výrazně ovlivní chod haly, jelikož dokážeme predikovat změny zakázek a tím zajistit včasnou přípravu materiálu. Zároveň v danou chvíli může manipulant vykonávat ostatní činnosti v rámci výrobní haly nebo celého komplexu.

V případě doplnění materiálu slouží tyto pozice jako indikátor k tomu, aby manipulant doplnil požadovaný materiál na určenou pozici. Pokud se na pozicích nachází prázdné vozíčky s palety a zároveň není plánovaná přestavba na jiný typ zakázky, tak vzniká signál, který indikuje doplnění materiálu bez nutnosti další komunikace mezi jednotlivými pracovníky.

Přínosy tohoto opatření jsou naprosto klíčové a vedou k dosažení hlavního cíle projektu. K největším přínosům se řadí rozhodně příprava materiálu ve volnějších chvílích pracovníka logistiky, která následně zajistí plynulý přechod mezi jednotlivými výrobami. Dále je tam omezení slovní komunikace, kdy v rámci rušného prostředí může docházet ke komunikačním nedorozuměním a následném špatném vychystání materiálu a zbytečnému plýtvání.



Obrázek 33 Definice místa pro přípravu materiálu (vlastní zpracování)

6.5.7 Optimalizace pracoviště přípravy čel

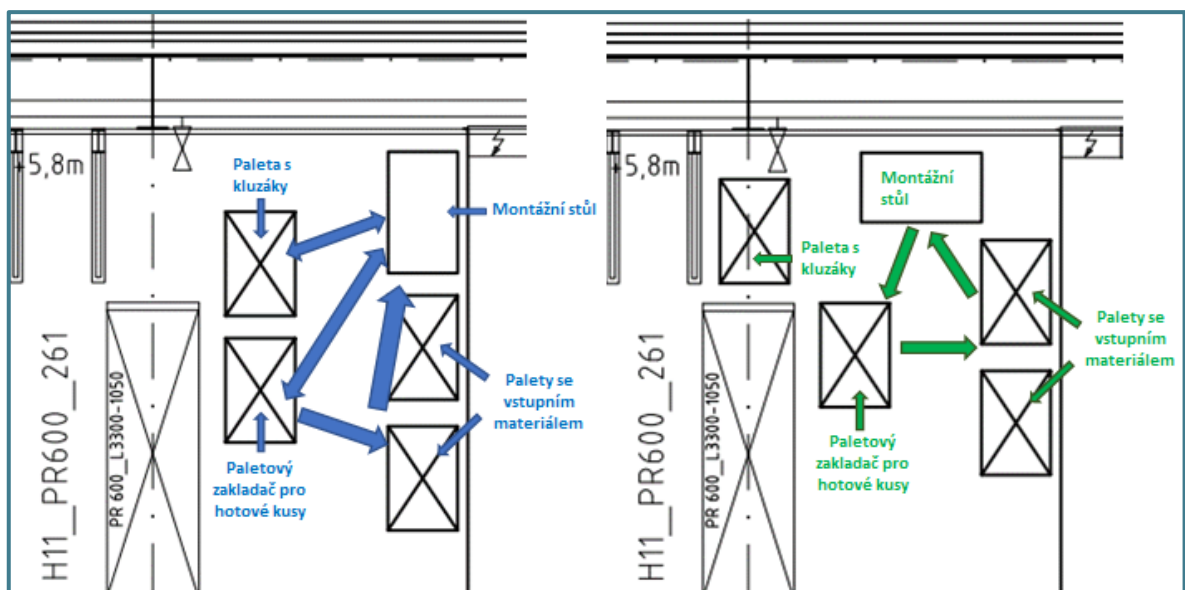
V rámci optimalizace pracoviště přípravy čel proběhly 2 větší zásahy na pracovišti. První změnou byla optimalizace montážního stolu. Největším rozdílem jsou zapuštěný žlábek, do kterého jsou vloženy šroubky. Původně byly tyto šroubky v KLT bedně, která byla pouze na jedné straně stolu, a navíc nebyla dostatečně uzpůsobena a často s ní šroubky vypadávaly.



Obrázek 34 Nový montážní stůl (zdroj společnost XY)

Tím, že KLT bedna mohla být ze stolu odstraněna vznikl nový prostor. Ten je využit pro tzv. kluzáky, které se zakládají do přípravku a následně uchycují pomocí několika šroubů. Tato změna přinesla eliminaci zbytečných pohybů, kdy pracovník měl tyto kluzáky umístěn na paletě za sebou. Navíc je nyní může zakládat oběma rukama najednou a tím si ušetřit další čas.

Dále bylo na základě Spaghetti diagramu bylo rozhodnuto o změně layoutu pracoviště. Poté co došlo k nahrazení nového pracovního stolu došlo také k jeho otočení. Změna layoutu přinesla zjednodušení výrobního toku, kdy byl odstraněn pohyb k paletě s kluzáky, který byl vykonáván dvakrát, jelikož pracovník není schopen uchopit 6 ks kluzáku najednou. Následně byly veškeré stanoviště přiblíženy na s cílem minimalizace manipulačních vzdáleností. Výsledkem je tedy eliminace zbytečných pohybů, které byly časově ohodnoceny na 0:0:07 hod. na 1 kus a zároveň zkrácení manipulační vzdálenosti v celkovém součtu 12 kroků. Tyto změny se budou podílet na celkové produktivitě pracovníka. Tato optimalizace přinesla nový potenciál ve formě zvýšení počtu hotových výrobků o 28 ks, což představuje 20 % produkce na 1 směnu.



Obrázek 35 Nový layout pracoviště přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování)

6.6 Objektivizace pracovních norem

Poté, co byly provedeny výše zmíněné optimalizace bylo potřeba optimalizovat současné spotřeby pracovních časů nebo je případně ověřit a posoudit, zda jsou nastaveny správně. Objektivizace pracovních norem proběhla na pracovišti přípravy čelních komponentů a finální montáží. Postupovalo se pomocí techniky MOST – Maynard Operation Sequence Technique a následně proběhlo ověření v podobě analýzy a snímku pracovníka.

Pracoviště přípravy čelních komponentů sdílí stejný výrobní postup napříč celým výrobním portfoliem. Jediná výrazná změna je pouze v celkovém počtu šroubů, které uchycují kluzáky. Ty jsou buď ve variantě 24 nebo 18 kusech. Níže zpracována metoda MOST (tabulka 16) je vypracována pro variantu 24 šroubů. Předmětem MOST byly pouze pravidelné činnosti týkající se montáže čelních komponentů.

Tabulka 15 Aplikace metody MOST pro pracoviště přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	OP	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
				ABG - Získat			ABP - Položit					
				MXI - Přemístění/Spustit			Nástroj					
				ATK - Získat			FVL - Položit			VPT - Položit stranou		
1	O	Uchopení kluzáku	OP	A 3 B 0 G 3	A 0 B 0 P 0					A 0	2	360
				3 1 3	1 1 1					1		
2	O	Vložení do přípravku	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 6					A 0	2	140
				1 1 1	1 1 1					1		
3	O	Založení čela	OP	A 3 B 0 G 3	A 3 B 0 P 6					A 0	1	150
				1 1 1	1 1 1					1		
4	L	Uchopení šroubů	OP	A 3 B 0 G 3	A 0 B 0 P 0					A 0	2	120
				1 1 1	1 1 1					1		
5	O	Šroubování elektrické (24 šroubů)	ŘP	A 1 B 0 G 0	M 3 X 6 I 1					A 0	24	2640
				1 1 1	1 1 1					1		
6	O	Uchopení čela	OP	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0					A 0	1	20
				1 1 1	1 1 1					1		
7	O	Odložení na paletu	OP	A 0 B 0 G 0	A 6 B 0 P 6					A 1	1	130
				1 1 1	1 1 1					1		
Celková spotřeba času:				2,13		128,06		3560				
				minut		sekund		TMU				

Výsledná hodnota techniky MOST pro pracoviště příprava čelních komponentů byla 3560 TMU, což v časovém vyjádření odpovídá hodnotě 0:02:08hod.

K těmto časům je však potřeba připočítat další činnosti, které nepřidávají hodnotu, ale pracovník je musí vykonávat. V případě pracoviště přípravy čelních komponentů jsou to činnosti Úklid krabice od kluzáků a návoz materiálu. Následně k sumě těchto časů byla připočtena 10% přírážka pro osobní potřeby a nestandardní situace. Původní norma byla stanovena na 0:03:00hod. Nový návrh normy po zohlednění přírážky 0:02:30. V konečném výsledku došlo k optimalizaci stanoveného času o 17 %.

Ve všech možných variantách bylo úzké místo pracoviště přípravy. Proto bylo určeno, že norma bude stanovena právě podle této části pracoviště. Pro ověření byla aplikována technika MOST pro obě části pracoviště.

Na pracovišti přípravy byl výsledek techniky MOST 5830 TMU, což v přepočtu představuje čas 0:03:30hod. čistého času potřebného ke kompletaci jednoho kusu finálního výrobku. K tomuto času byly opět připočteny činnosti, které nepřidávají hodnotu, ale pracovníci je musí vykonávat. Konkrétně se jednalo o provrtávání otvorů kapsiček, do kterých se následně zasouvají nýty. Tyto otvory často obsahují přebytky ze zinkové lázně, do které se v rámci povrchové úpravy namáčejí. Další činností, která nepřidává hodnotu je vývoz a příprava hotových kusů pro manipulanta. Tyto činnosti byly stanoveny pomocí % přírážky. Jednotlivé časy byly následně ověřeny analýzou a snímkem pracovního postupu.

Tabulka 18 Návrh nové normy pro výrobek s označením T600 a T800 s rozměry 3200–3600 mm (vlastní zpracování)

Činnosti	Čas naměřený na ks
Příprava bočnic	0:00:44
Kompletace tablaru	0:02:22
Vložení dna	0:00:25
Provrtávání kapsiček 3%	0:00:07
Vývoz hotových ks 5%	0:00:12
Přirážka 10%	0:00:23
Nový návrh normy	0:04:14
Původní norma	0:05:00
Rozdíl	0:00:46
Rozdíl %	15%

Následně k celkové sumě času byla připočtena 10 % přírážka, která zohledňuje například osobní potřeby nebo neočekávané problémy a události. Výsledný čas nové normy je 0:04:14hod. Rozdíl původní a nové normy je ve výši 15 %.

Z původního snímku analýzy a měření práce bylo jasné, že v případě finálního kusu se dnem bude úzké místo pracoviště přípravy, jelikož pracovník obsluhy stroje pravidelně vykazoval prostoj z důvodu čekání na připravený kus po vykonání všech svých činností. Na ověření tohoto tvrzení byla provedena dodatečná analýza a měření práce, její předmětem byla časová studie jednotlivých operací obsluhy stroje.

Tabulka 19 Ověření pracnosti obsluhy stroje (vlastní zpracování)

Činnosti	Čas naměřený na ks
Založení do stroje	0:01:03
Přesun do pozice 2	0:00:43
Vyložení na paletu	0:00:47
Ošetření sprejem	0:00:20
Vložení proložek	0:00:15
Strojní čas	0:02:50
Vývoz hotových ks 5%	0:00:12
Přirážka 10%	0:00:20
Suma pracnost (2ks)	0:06:30
Suma pracnost (1 ks)	0:03:15

V rámci analýzy obsluhy stroje byly analyzovány standardní činnosti, nepravidelné činnosti a strojní čas, jelikož se jedná o 2 poziční zařízení. Výsledné naměřené hodnoty jsou časové hodnoty naměřené během analýzy práce, s výjimkou strojního času, který je stanoven fixní hodnotou. Následně byla k těmto časům připočtena přirážka ve výši 10 %. Výsledná pracnost pro 1 ks je rovna 0:03:15hod., tedy o 59 vteřin méně než v případě pracoviště přípravy. Tyto data potvrdily úzké místo a stanovená norma bude určena dle pracoviště přípravy.

Stejným způsobem probíhaly analýzy dalších rozměrových variant. U modelu T800 se dnem a rozměru 4000mm byla stanovena norma na hodnotu 0:04:23hod., s rozdílem 27 %. Co se týče výrobku farma, tak zde byly časy pro výrobek se příčky stanoveny na čas 0:05:45hod. s rozdílem 42 % a pro typ se dnem byl tento rozdíl ve výši 59 %. Nutno dodat, že pro typ výrobku farma nebyly v minulosti stanoveny normy tak, jako u ostatních typů produktů. V posledních letech se však zájem o tento výrobek začal zvyšovat a nesprávně nastavená norma začala zkreslovat kapacitu a plánování zakázek na zdejší pracoviště. Jelikož je každý výrobek zastoupen v celkovém portfoliu jinak, pro zjištění průměrné optimalizace pracovních norem bylo nutné provést vážený průměr. Průměrná optimalizace stanovených časů je 23 %. Konkrétní informace jsou zobrazeny v tab. 21.

Tabulka 20 Návrhy nové spotřeby času u finálního výrobku. (vlastní zpracování)

Popis	Rozměr	Původní norma	Nová norma	Rozdíl návrh	Výrobní portfolio %
T600 a T800	3200 - 3600mm	0:05:00	0:04:14	15%	64%
T800	4000mm	0:06:00	0:04:23	27%	19%
Farma s příčky	4000mm	0:10:00	0:05:45	42%	10%
Farma s dnem	4000mm	0:12:00	0:04:57	59%	7%
Vážený průměr					23%

6.7 Návrhy pro další zlepšení

Následující kapitola je zaměřena na další návrhy na zlepšení, které doposud nebyly realizovány a které jsou vhodné a vedou k dalšímu zlepšení na pracoviště.

Manipulační technika

Jak již bylo zmíněno dříve, jedním z úzkých míst je pozice logistického pracovníka, který má v kompetenci celou výrobní halu a venkovní komplex. Problém s prostoji byl částečně vyřešen na hlavním montážním pracovištěm, kde byly definovány místo pro předčasné vychystání materiálu a v případě potřeby jsou pracovníci tyto materiály sami přemístit na své pracoviště.

Bohužel ostatní pracoviště jako je dělení materiálu, přípravy čel a mnoho ohranovacích lisů tuto variantu nemá k dispozici. V rámci rozhovoru s pracovníky bylo zjištěno, že mnoho



Obrázek 36 Manipulační technika – retrak vozík (zdroj Jungheinrich)

kmenových zaměstnanců má řídičské oprávnění k využití manipulační techniky. Tato informace přináší zajímavou myšlenku, kdy například méně využití pracovníci, kteří část své pracovní doby čekají na dokončení práce stroje, mohou provádět tyto manipulační procesy v rámci haly.

K této manipulaci jsou vhodné takzvané retraky, které díky kompaktní konstrukci a vysoké nosnosti mohou perfektně fungovat ve stísněných prostorech a jsou velmi vhodným pomocníkem intra logistiky.

Automatický podavač šroubů

V rámci pracoviště přípravy čel se nabízí zlepšení ve formě automatického podavače šroubků s integrovaným nabíjecím systémem, který by výrazně zlepšil produktivitu práce. Díky nabíjecímu systému dochází ke snížení času potřebného k nasazení šroubu do správné polohy při jeho ručním podávání. Nabíjecí systém je poháněný stlačeným vzduchem a pracuje na principu vibračního hrnce, který posouvá šrouby po spirále směrem nahoru, kde následně jsou odebírány a dopravovány skrz hadici do kleštiny, která je připojena k elektrickému šroubováku. Maximální průtok automatického podavače šroubů je až 60 kusů za minutu.



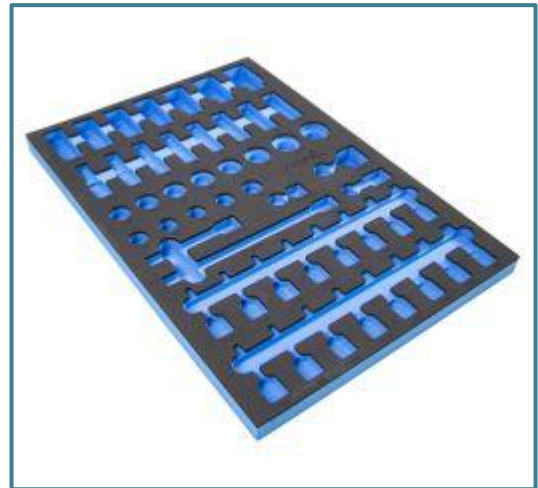
Obrázek 37 Automatický podavač šroubů
(zdroj alfavaria)

Dle výsledku analýzy je právě činnost šroubování nejdéle trvající proces z celkového procesu montáže čelních komponentů. Na montáž jednoho kusu šroubu je zde časové ohodnocení 4 sekund. To při kombinaci 6 kluzáku a 24 šroubů vychází na 0:01:36hod. V případě, že by byl integrován tento automatický podavač šroubů, dokážeme uspořit minimálně vteřinu na každé montáži jednoho šroubu, což představuje 24 vteřin na jeden výrobek. V případě standardní výroby 150 kusů by toto řešení přineslo celkem až 1 hodinu disponibilního času navíc a mohlo by tak být vyrobeno až o 24 kusů čelních komponentů více za směnu. Návratnost investice do takového automatického podavače šroubů by byla v řádech měsíců.

Pěnová organizéry na nářadí

V rámci finálního doladění metody 5S v oblasti standardizace a udržitelnosti by bylo vhodné dovybavit pracoviště finální komplectace pěnovými organizéry na nářadí a ostatní komponenty v dílenských zásuvkách a toolboxech.

V rámci jednotlivých kroků sice došlo k počátečnímu vytřídění nepotřebných nástrojů a následně jejich rozdělení do jednotlivých zásuvek a případných KLT bedýnek s jasným popisem, co má jaká zásuvka obsahovat. Z pohledu udržitelnosti to však naráží na problém z hlediska kontroly pořádku a čistoty pracoviště, protože pozice a místo není definováno na 100 % což neumožňuje rozlišit, zda pracovník plní svoje povinnosti v rámci úklidu pracoviště na 100 % nebo jen částečně,



Obrázek 38 Organizér na nářadí (zdroj smartbox4you)

případně vůbec. Zároveň jsou tyto kontroly další činností, které musí směnový mistr vykonávat a tím, že pozice nejsou definovány je tato činnost z pohledu času náročnější než v případě pěnového organizéru, kde je na první pohled zřejmé, zda je vše na svém místě.

Dalším benefitem je omezení plýtvání jednotlivých nástrojů způsobené rozdílnými návyky jednotlivých pracovníků na různých směnách. Organizéry by přinesly na pracoviště jasně definovanou pozici, které by mohly být aplikovány na pracoviště v rámci celé haly. V případě záskoku za kolegu by tedy neměl v tomto směru problém ani operátor z jiného pracoviště. Návratnost této investice nelze jednoznačně určit. Pokud by se jednalo o nákup běžných pěnových organizérů, nikoliv vyřezávaných na míru, jedná se investici do 5 – ti tisíc korun na celé pracoviště.

Průmyslové podlahové značení

V rámci finalizace metody 5S z pohledu vizualizace, a především bezpečnosti na pracovišti by bylo vhodné provést průmyslové podlahové značení. Díky jasné vizualizaci budou jasně vymezeny plochy pro veškeré vozíky a palety s materiálem.

Existuje více způsobů, které se v rámci podlahové vizualizace používají. Jedním z nich jsou epoxidové nátěry, které se vyznačují vysokou odolností a je vhodný na většinu typů povrchů. Nevýhodou této metody je doba zasychání a následně špatná flexibilita. Dobu zasychání lze však ovlivnit pomocí vytvrzovací metody vyvolané UV zářením. Nanesený nátěr se po aplikaci ošetří pomocí manipulační techniky s připevněným UV zářením. Takto ošetřený nátěr je připraven k okamžitému použití.



Obrázek 39 Podlahové značení (zdroj betz)

Dalším způsobem možného podlahového značení jsou podlahové pásy. Aplikace podlahových pásek je rychlá a velice jednoduchá, musí se však dbát při aplikaci na čisté a hladké podlahy. Ke značení se mohou použít jak celé pásy nebo pouze rohy, které v našem případě jsou vhodnější variantou z důvodu širokého portfolia a velikostí výrobků.

Monitorování strojního zařízení

Aby se firma mohla v dnešním světě dále rozvíjet, potřebuje získat mnoho dat, které poskytují klíčový zdroj informací o stavu výrobního zařízení. Existuje mnoho softwarových firem, které se zabývají touto problematikou a mají bohaté zkušenosti s implementací na různé typy výroby.

V rámci monitorování strojního zařízení by byly na pracoviště dodány terminály, které by ukazovaly základní informace o chodu stroje, jako jsou % chodu stroje, prostoje a informace o zakázce, případně vyrobených a zbývajících kusech. Dalším krokem je nastavení kódovníku prostojů a problému, které pracovníci musí zadat v případě zastavení stroje. Důležité je nastavit povinné zadávání prostojů nad určitou časovou hranici. Pokud se stroj zastaví například na 5 vteřin, není nutné, aby pracovník udával důvod. Tyto informace je

potřeba také sledovat z důvodů optimalizace a případného balancování operací. Tento systém dokáže poskytnout mnoho užitečných informací o průběhu výroby. Tím, že zařízení poskytuje data online v aktuálním čase, je možné na mnohé problémy reagovat téměř okamžitě.



Obrázek 40 Monitorování strojního zařízení (zdroj secotools)

Zároveň jsou součástí haly obrazovky se souhrnnými dashboardy, jehož obsahem může být denní výkon konkrétních pracovišť, týdenní výkonnost a například nejčastější nebo nejvíce trvající prostoje dle vytvořeného kódovníku. Současně by se tam mělo nacházet pole OEE – efektivita strojního zařízení, která zohledňuje parametry dostupnost strojního zařízení, výkon a ztráty způsobené vadou nebo poškození výrobků. Tyto informace slouží nejenom pro pracovníky haly, ale především pro vedoucí pracovníky, kteří díky jednoduchému přehledu zjistí základní informace, zda se na pracovištích vyrábí anebo ne a jaké jsou důvody prostojů.

Získaná data budou dále využita pro další v rozhodování o směřování zlepšovacích návrhů a dalších optimalizací.

7 VYHODNOCENÍ PROJEKTU

V rámci projektu optimalizace pracoviště byly vytvořeny standardní pracovní postupy, které definují optimální postup práce a její rozdělení v rámci pracoviště. Tento krok přinesl hlavní benefit ve formě pravidel přípravy bočnic, který se za určitých podmínek nyní řídí metodou one piece flow a nedochází tak k přerušení výroby. Vedlejší výhodou je urychlení procesu zaškolení nových pracovníků.

Dalším zavedeným standardem je standard 5S a velkého úklidu. Standard 5S definuje vzhled pracoviště a slouží především jako vzor pro činnost denního úklidu. Následně zde dochází ke kontrole pracoviště, kterou provádí mistr výrobní haly a k urychlení procesu využívá stanovený checklist. Výsledky tohoto auditu může zohlednit při udělování pohyblivé složky mzdy. V rámci velkého úklidu byly stanoveny konkrétní činnosti, které byly přiděleny konkrétním pracovním pozicím tak, aby byly mezi sebou dostatečně vybalancovány. Následně byla definována pracnost celého úklidu a z původní hodiny týdně byl tento čas ponížen na 20 minut. To představuje 40 minut týdně disponibilního času, který lze využít ke splnění hlavního cíle projektu.

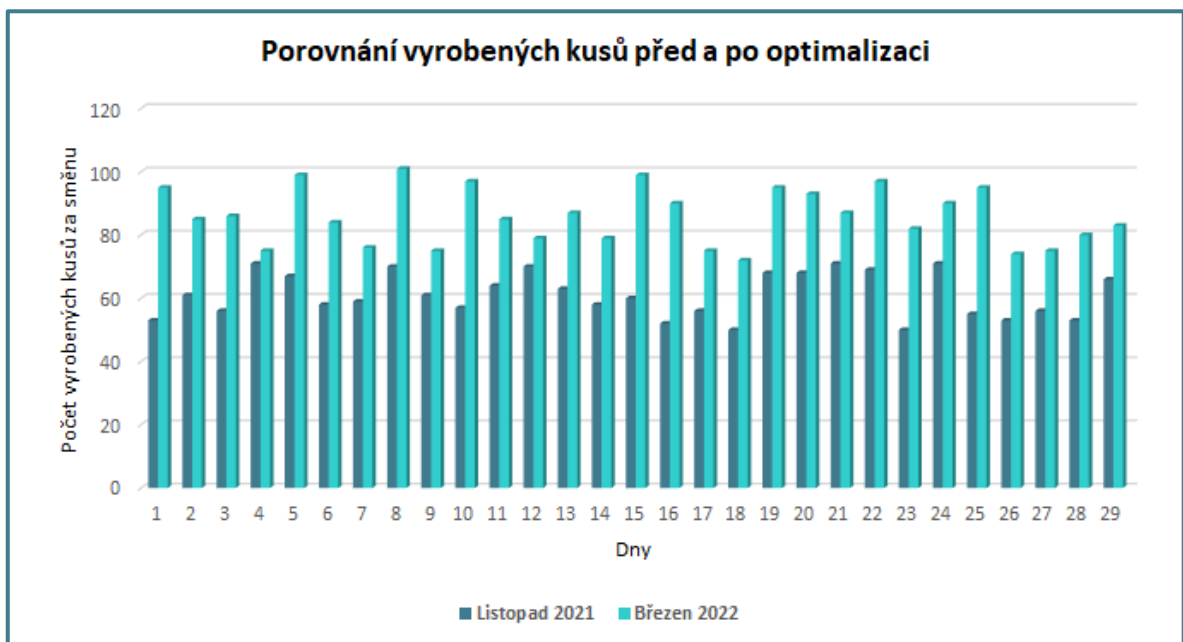
K optimalizaci montážního úseku byl vytvořen nový montážní vozík, který je již přizpůsoben aktuálním potřebám výroby. Obsahuje pozice pro jednotlivé druhy materiálu a zároveň je zde vytvořené místo na nekvalitu. Pracovník tak nemusí odbíhat od pracovní desky, aby tuto nekvalitu vytrídil do NOK kusů, ale udělá to až na konci směny.

Důležitým bodem je změna organizace práce obsluhy stroje, kdy v případě výrobku s příčkami vznikl velký nepoměr mezi činnostmi přípravářů a obsluhy. Logickým přerozdělením pracovních činností tak došlo ke snížení potřebného času k výrobě 1 kusu výrobku o 25 %.

Jedním z nejvíce podstatných bodů bylo stanovení nových pozic pro přípravu materiálu na další zakázku. Zde docházelo k velkým prostojům, především z důvodu vysokého vytížení pracovníka logistiky, který má na starosti zásobování celé výrobní haly a případné nakládky a vykládky kamionu. Prostřednictvím vymezeného prostoru tak může provést přípravu materiálu v předstihu a operátoři provedou jednoduchou výměnu vozičků, na kterých je materiál připraven. Tímto krokem bylo dosaženo razantní snížení prostojů při přestavbách a změnách zakázek.

Optimalizace ve formě změny layoutu proběhla na pracovišti přípravy čel, kde na základě Spaghetti diagramu proběhlo přeuspořádání pracovního stolu, díky kterému byl zjednodušen materiálový tok na pracovišti. Výraznou změnou prošla také pracovní deska, která byla navržena pro maximální využití výkonu a omezení zbytečných pohybů během montáže čelních komponentů.

Tyto realizované kroky se podílely na dosažení hlavního cíle, a to celkového zvýšení výstupu výroby produktu, K ověření, zda k tomu došlo jsme využili data z informačního systému, kde byly porovnány vyhotovené kusy za celkový měsíc před realizací projektu a po jeho realizaci. V měsíci listopad 2021 bylo průměrně vyrobeno 61 ks za směnu. Po provedení optimalizací se v měsíci březen 2022 vyrobilo průměrně 86 ks za směnu, a to v téměř totožném rozložení portfolia. Celkový výstup výroby byl tedy navýšen o 29 %.



Obrázek 41 Porovnání vyrobených kusů před a po optimalizaci (vlastní zpracování)

Sekundární cíl tohoto projektu bylo objektivizace spotřeby času u jednotlivých typů produktů a jejich variant. Nejsou žádné pochybnosti, že i snížení spotřeby času v rámci jednotlivých produktů se podílelo na splnění primárního cíle. V rámci pracoviště přípravy čel proběhla objektivizace norem u jak u produktu se 6-ti kusy kluzáků, tak i v případě 4 kusů. Pracovní postup je stanoven v obou případech stejný, rozdíl je pouze v počtu šroubů a to 24 nebo 18. V obou případech proběhlo snížení normy o 16 a 18 %.

Tabulka 21 Kompletní přehled nově stanovených norem času (vlastní zpracování)

Popis	Rozměr	Původní norma	Nová norma	Rozdíl návrh	Výrobní portfolio %
Příprava čel	6ks	0:03:00	0:02:30	16%	x
Příprava čel	4ks	0:02:45	0:02:15	18%	x
T600 a T800	3200 - 3600mm	0:05:00	0:04:14	15%	64%
T800	4000mm	0:06:00	0:04:23	27%	19%
Farma s příčky	4000mm	0:10:00	0:05:45	42%	10%
Farma s dnem	4000mm	0:12:00	0:04:57	59%	7%
Vážený průměr					23%

U produktu s označením T600 a T800 s rozměry od 3200 až 3600 mm došlo k objektivizaci normy o 0:0:46hod., což představuje rozdíl 15 % na jeden vyrobený kus. Tyto výrobky tvoří 64 % výroby z celkového portfolia a snížení tohoto času nejvíce ovlivní výkony pracovníků a celkovou výrobu. U výrobku T800 v rozměru 4000 mm, který tvoří výrobní portfolio z 19 % došlo ke snížení času o 27 %. U výrobku s označením farma došlo razantnímu snížení normy o 42 % a 59 % a to především kvůli novému balancování činností operátoru. V celkovém portfoliu jsou však tyto výrobky zastoupeny pouze ze 17 %, což znamená, že tato výrazná změna se v celkovém důsledku tolik neprojevila. Vážený průměr finálních výrobků objektivizace norem dosáhl hodnoty 23 %.

Posledním cílem projektu bylo předávání znalostí z oblasti průmyslového inženýrství interním pracovníkům firmy. Abychom mohli zapojit všechny členy týmu do zlepšovacího procesu, musely být veškeré metody a techniky, které byly v rámci projektu využity vysvětleny. Jednalo se především o metody analýzy a měření práce, toku jednoho kusu, odhalení plýtvání a jeho odstranění a optimalizace přestaveb.

ZÁVĚR

Vysoká efektivita a produktivita výrobního procesu je cílem mnohých výrobních organizací. Z důvodu zvýšení celkového výstupu vybraného výrobku se společnost rozhodla k zadání projektu, kde prostřednictvím optimalizace výrobního procesu bude docíleno jeho celkové zvýšení. Vedlejší cíle projektu byly objektivizace spotřeby času u jednotlivých druhů výrobků a zvyšování a sdílení znalostí z oblasti průmyslového inženýrství pro pracovníky výroby.

V první části práce byla zpracována literární rešerše zabývající se problematikou průmyslového inženýrství vztahující se k oblastem, které byly následně využity v analytické a projektové části. Dále byly v teoretické části zpracovány informace z oblasti průmyslu 4.0 a jeho trendech a možných využití v průmyslové, ale i v jiných oblastech, jako je například zdravotnictví nebo stavebnictví.

V úvodu analytické části bylo provedeno představení společnosti a prostřednictvím SWOT analýzy byly zhodnoceny silné a slabé stránky hrozby a příležitosti. Následně byla provedena analýza současného stavu na vybraných pracovištích. Sběr dat proběhl pomocí metody analýza a měření práce a snímku pracovního dne. Součástí analytické části bylo také porovnání plnění pracovníků za poslední období, kde byly využity data z informačního systému. Na základě těchto snímků byly zpracovány podklady pro projektovou část optimalizaci výrobního pracoviště.

V projektové části byl vymezen projekt, proběhla definice cílů pomocí metody SMART a následně proběhlo zhodnocení rizika prostřednictvím RIPRAN analýzy. Na základě informací z analytické části byly navrženy a aplikovány jednotlivé kroky pro zlepšení aktuální situace. Dále tato část obsahuje návrhy, které nebyly doposud zrealizovány nebo nebyly schváleny sponzory projektu.

Celkové hodnocení projektu bylo považováno za velmi zdařilé. Prostřednictvím standardizace, balancování operací a definování určitých pravidel a postupů bylo dosaženo zvýšení celkového výstupu o 29 %. Stanovený cíl byl nastaven na hodnotu 20 %, znamená to tedy splnění cíle nad rámec stanoveného požadavku. Sekundární cíl objektivizace pracovních norem byl splněn u sledovaných typů produktů v průměru o 23 %. Věřím, že i některé další navržené řešení budou v následujících měsících zrealizovány a zakomponovány do chodu výroby za účelem další optimalizace a snížení či eliminace dalšího plýtvání a ztrát.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

5S & 7S: A must require for Lean Transformation [online]. 23. January 2022 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://learntransformation.com/5s-7s/>

ALPAYDIN, 2010. Ethem. Introduction to machine learning. 2nd ed. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, xl, 537 s. Adaptive computation and machine learning. ISBN 9780262012430.

AR-enabled industrial wearables: the next growth market? [online]. In: 2018 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://internetofbusiness.com/ar-enabled-industrial-wearables-the-next-growth-market/>

BIALEK, Ron. 2009. The Public Health Quality Improvement Handbook. Milwaukee: ASQ Quality Press, ISBN 978-0-87389-758-7.

BELLU, Renato. Microsoft® Dynamics 365™ For Dummies®. Hoboken: John Wiley, 2018. ISBN 978-1-119-50886-1.

BRAU, Sebastian J. 2016. Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean: practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA... Boca Raton: American Lean SD, iii, 132 s. ISBN 9781539322948.

COLCOL, Shine. What is 6S Lean?: 6S Lean: 5S + Safety [online]. 6 Apr 2022 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://safetyculture.com/topics/6s-lean/>

CONTENT TEAM, MindTools. SWOT Analysis: Understanding Your Business, Informing Your Strategy [online]. 20.11. 2019 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: https://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_05.htm

COREA, Francesco. 2019. An Introduction to Data: Everything You Need to Know About AI, Big Data and Data Science. Springer, ISBN 978-3-030-04467-1.

DIECK, M. Claudia. 2019. Augmented Reality and Virtual Reality: The Power of AR and VR for Business. Cham: Springer Nature, ISBN 978-3-030-06245-3.

DLABAČ, Jaroslav. Analýza a měření práce [online]. 29. 10. 2015 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

DLABAČ, Jaroslav. Cesta ke štíhlému podniku [online]. 30. 10. 2015 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25793n-cesta-ke-stihlemu-podniku>

DLABAČ, Jaroslav. Průmyslové inženýrství v organizační struktuře podniku. E-api [online]. 29.10. 2015 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25785n-prumyslove-inzenyrstvi-v-organizacni-strukture-podniku>

DLABAČ, Jaroslav. Přidejme hodnotu svým procesům [online]. 27. 11. 2017 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25878n-pridejme-hodnotu-svym-procesum>

DENNIS, Pascal. 2016. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, xxvi, 223 s. ISBN 9781498708876.

Firmy ušetří s edge computingem a chytrými brýlemi [online]. 25. únor, 2022 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.vseoprumsly.cz/digitalizace/virtualni-rozsirena-realita/firmy-usetri-s-edge-computingem-a-chytrymi-brylemi.html>

GALIANA, David. The 5W1H Method: Project Management defined and applied [online]. 28. October 2019 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.wimi-teamwork.com/blog/the-5w1h-method-project-management-defined-and-applied/>

GANESH, K. 2014. Enterprise resource planning: fundamentals of design and implementation. Cham: Springer, xii, 170 s. Management for professionals. ISBN 9783319059266.

GILCHRIST, Alasdair. 2016. Industry 4.0: the industrial internet of things. New York: Apress, xiii, 250 s. ISBN 9781484220467.

GULER, Busra Guler. Where is the Industry 4.0 in our life [online]. 2019 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://aie-internship.com/where-is-the-industry-4-0-in-our-life-by-busra-guler/>

HESSING, Ted. What is a Spaghetti Diagram [online]. In: 2018 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://sixsigmastudyguide.com/spaghetti-diagram/>

HRBÁČKOVÁ, Lucie. Průmyslová moderace. 2020. Dostupné také z: https://moodle.utb.cz/pluginfile.php/749301/mod_resource/content/1/DUO_Hrbackova_Moderace.pdf

CHROMJAKOVA, Felicita a Rastislav RAJNOHA. 2011 Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: GEORG, ISBN 978-80-89401-26-0.

JAVED, Adeel. 2016. Building Arduino Projects for the Internet of Things: Experiments with Real-World Applications. New York: Apress, ISBN 978-1-4842-1939-3.

JEŽEK, Otakar. Průmyslová moderace [online]. 20.12.2019 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.produktivita.cz/l/prumyslova-moderace/>

JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. Expert. ISBN 9788024757179.

KAPUSTA, Petr. Co komu přidává „přidaná hodnota“? [online]. 1. 4. 2020 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25929n-co-komu-pridava-pridana-hodnota>

KAYS, Emrul. Improvement of Workflow and Productivity through Application of Maynard Operation Sequence Technique (MOST) [online]. 7. January 2014 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/292615099_Improvement_of_Workflow_and_Productivity_through_Application_of_Maynard_Operation_Sequence_Technique_MOST

KENTON, Will. Strength, Weakness, Opportunity, and Threat (SWOT) Analysis. Investopedia [online]. 29. March 2021 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/s/swot.asp>

KOŘOUSKOVÁ, Barbora. INTERNET VĚCÍ (IOT): DEFINICE, PŘÍKLADY VYUŽITÍ, PRODUKTY [online]. 17.11.2021 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.rascasone.com/cs/blog/iot-internet-veci-definice-produkty-historie>

KUMAR, Palak. Spaghetti Diagram [online]. 2021 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.sigmamagic.com/blogs/spaghetti-diagram/>

LEDBETTER, Phil. 2018. The Toyota template: the plan for just-in-time and culture change. Boca Raton: CRC press, ISBN 9781138578715.

Machine Learning: What it is and why it matters [online]. 2018 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/machine-learning.html

MARR, Bernard. 2016. BIG DATA IN PRACTICE: HOW 45 SUCCESSFUL COMPANIES USED BIG DATA ANALYTICS TO DELIVER EXTRAORDINARY RESULTS. Chichester: John Wiley, ISBN 978-1-119-23138-7.

MONK, Ellen F. a Bret J. WAGNER. 2013. Concepts in enterprise resource planning. 4th ed., international ed. [Mason, Ohio]: Course Technology Cengage Learning, xviii, 254 s. ISBN 9781111820411.

MUELLER, Paul. 2016. Machine Learning For Dummies. New Jersey: John Wiley, ISBN 978-1-119-24551-3.

MUKHERJEE, Juni. Value Stream Mapping [online]. 2022 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.atlassian.com/continuous-delivery/principles/value-stream-mapping>

MYŠKA, Jakub. Projektování výrobních buněk [online]. 23. listopadu 2017 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/wcd/docs/vzdelavani/cespi-xvii/blok-5/projektovnmontnchbunk_2015-03-29_tiskupravene.pdf

NHUONG LE, Dac. 2018. Emerging Technologies for Health and Medicine: Virtual Reality, Augmented Reality, Artificial Intelligence, Internet of Things, Robotics, Industry 4.0. Hoboken: John Wiley, ISBN 978-1-119-50981-3.

PAVELKA, Marcel. 2021 Industry 4.0.: Digitalizace, automatizace a robotizace. Slaný.

Průmyslový inženýr. Nsp: národní soustava povolání [online]. 2017 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://nsp.cz/jednotka-prace/prumyslovy-inzenyr>

Pěnové fixace pro nářadí [online]. In: [cit. 2022-04-23]. Dostupné z: <https://www.smartbox4you.com/cz/produkty/rozdlovace-a-fixace/penove-inserty/penove-fixace-pro-naradi>

PRESS, Productivity. Systém tahu ve výrobním prostředí. Brno: SC&C Partner, 2008. ISBN 9788090409903.

Podavač šroubů FIAM EasyDriver [online]. In: 6. září 2021 [cit. 2022-04-23]. Dostupné z: <https://www.alfavaria.cz/podavac-sroubu-fiam-easydriver/>

Podlahové značení: ORGATEX LongLife [online]. In: [cit. 2022-04-23]. Dostupné z: https://www.betz.cz/orgatex/podlahove_znaceni.html

POPKOVA, Elena G., Yulia V. RAGULINA a Aleksei V. BOGOVIZ, ed. 2019. Industry 4.0: industrial revolution of the 21st century. Cham: Springer, xii, 253 s. Studies in systems, decision and control. ISBN 978-3-319-94309-1.

Push vs. Pull System Inventory Management [online]. 19. June, 2021 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.finaleinventory.com/inventory-management/pull-vs-push-system-management>

RAJAPPA, SENTHIL. TIME ANALYSIS WITH MOST TECHNIQUE [online]. 2016 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.tsijournals.com/articles/time-analysis-with-most-technique.pdf>

Retraky: Retraky Jungheinrich – agilní a výkonné. [online]. In: [cit. 2022-04-23]. Dostupné z: https://www.jungheinrich.cz/produkty/manipulacni-technika/retraky?gclid=EAIaIQobChMIpLvhlYCr9wIVE2SRCh2Rtg5mEAAAYAiAAEgIxLPD_BwE

ROGERS, David L. 2016. The digital transformation playbook: rethink your business for the digital age. New York: Columbia Business School Publishing, xi, 278 s. ISBN 9780231175449.

ROSER, Christoph. All About Spaghetti Diagrams [online]. 25. August, 2015 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/spaghetti-diagrams/>

RUSSELL, 2018. Rudolph. Machine Learning: Step-by-Step Guide To Implement Machine Learning Algorithms with Python. Scotts Valey: Create Space, ISBN 978-1719528405.

SIEMS, Thomas. 2015. Mobility and Networking: Special Automotive. Köln,

SCHOOLEY, Skye. SWOT Analysis: What It Is and When to Use It [online]. 14. Apr. 2022 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.businessnewsdaily.com/4245-swot-analysis.html>

SCHWAB, Klaus. 2017. The fourth industrial revolution. [London]: Portfolio Penguin, viii, 184 s. ISBN 9780241300756.

SOTO, Ivonne. Basic MOST Data Card – tablas [online]. In: 2019 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.studocu.com/en-us/document/universidad-politecnica-de-san-luis-potosi/calidad/basic-most-data-card-tablas/7669255>

Spaghetti Diagram [online]. 2016 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.whatissixsigma.net/spaghetti-diagram/>

STEPHENS, Matthew P. 2013. Manufacturing facilities design and material handling. 5th ed. West Lafayette, Indiana: Purdue University Press, ISBN 9781557536501 1-55753-650-3.

STEWART, Juhl. 2011. The Toyota Kaizen Continuum: A Practical Guide to Implementing Lean. Boca Raton: CRC press, ISBN 9781439846049.

SVOZILOVÁ, Alena. 2011. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 223 s. Expert. ISBN 9788024739380.

ŠIMON, Michal. Štíhlá logistika [online]. 2014 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/stihla-logistika.htm>

The Benefits Of Value Stream Mapping [online]. 2022 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.techsolve.org/value-stream-mapping-benefits/>

The MOST® technique [online]. 2017 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://scott-grant.co.uk/terms-and-techniques/most-technique/>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje. Průhonice: Professional Publishing, 2017, 200 s. ISBN 9788090659445.

TRIPATHY, B.K. 2018. INTERNET OF THINGS (IoT): Technologies, Applications, Challenges, and Solutions. Boca Raton: CRC press, ISBN 9781315269849.

USTUNDAG, Alp a Emre CEVIKCAN. 2018. Industry 4.0: managing the digital transformation. Cham, Switzerland: Springer, xviii, 286 s. Springer series in advanced manufacturing. ISBN 9783319578699.

Value Stream Mapping Software [online]. In: 2022 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://online.visual-paradigm.com/diagrams/features/value-stream-mapping-software/>

Value Stream Mapping: The Search for Adding Value and Eliminating Waste [online]. 30. May, 2021 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.purdue.edu/leansixsigmaonline/blog/value-stream-mapping/>

VOEHL, Frank. 2014. The Lean Six Sigma Black Belt Handbook: Tools and Methods for Process Acceleration. Boca Raton: CRC press, ISBN 9781466554689.

What is ERP? [online]. 13.3. 2020 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/cz/erp/what-is-erp/>

WHAT IS THE 5S METHODOLOGY? [online]. 2011 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.leanproduction.com/5s/>

What is Value Stream Mapping (VSM): Benefits, Process and Value [online]. 21. February, 2022 [cit. 2022-04-18]. Dostupné z: <https://www.plutora.com/blog/value-stream-mapping>

WILSON, Lonnie. 2010. How to implement lean manufacturing. New York: McGraw-Hill, ISBN 9780071625074 0-07-162507-0.

ZVYŠTE EFEKTIVITU VÝROBY S MONITORINGEM STROJŮ V REÁLNÉM ČASE [online]. In: [cit. 2022-04-23]. Dostupné z: <https://www.secotools.com/article/120761?language=cs>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AR	Augmented reality
Atd.	A tak dále
EVA	Economic Value Added
KLТ	Plastové přepravní boxy
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
NVA	Not Value Added
OEE	Overall Equipment Effectiveness
SWOT	Analýza silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb
SMART	Specifický, Měřitelný, Akceptovatelný, Reálný, Termínovaný
TMU	Číselná hodnota času
UV	Ultrafialové záření
VA	Value Added
VR	Virtual reality

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Role průmyslového inženýra s nástupem Industry 4.0. (zdroj: Pavelka).....	13
Obrázek 2 Vytváření mapy hodnotových toků v online software (zdroj: onlinevisualparadigm)	16
Obrázek 3 Ukázka Spaghetti diagramu (zdroj: sixsigmastudyguide).....	19
Obrázek 4 Ukázka data karty Basic MOST (zdroj: Soto)	22
Obrázek 5 Tvorba přidané hodnoty pro zákazníka (Jurová).....	24
Obrázek 6 Technologické pilíře Industry 4.0 (zdroj: aie-internship)	29
Obrázek 7 Ukázka rozšířené reality (zdroj: internetofbusiness).....	32
Obrázek 8 Historie společnosti (vlastní zpracování)	37
Obrázek 9 Snímek pracovního dne obsluhy pracoviště dělení materiálu (vlastní zpracování)	40
Obrázek 10 Snímek pracovního dne operátora pracoviště ohraňovací lis (vlastní zpracování)	42
Obrázek 11 Plnění normativních časů na pracovišti ohraňovací lis (vlastní zpracování) ...	43
Obrázek 12 Snímek pracovního dne operátora pracoviště přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování).....	44
Obrázek 13 Plnění normativních časů na pracovišti přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování).....	45
Obrázek 14 Spaghetti diagram na pracovišti přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování).....	46
Obrázek 15 Snímek pracovního dne operátora 1 pracoviště kompletace (vlastní zpracování)	48
Obrázek 16 Snímek pracovního dne operátora 2 pracoviště kompletace (vlastní zpracování)	49
Obrázek 17 Snímek pracovního dne obsluhy stroje pracoviště kompletace (vlastní zpracování).....	51
Obrázek 18 Plnění normativních časů na pracovišti kompletace (vlastní zpracování)	53
Obrázek 19 Balancování jednotlivých pozic na pracovišti bodovací robot při výrobě produktu se dnem (vlastní zpracování).....	54
Obrázek 20 Balancování jednotlivých pozic na pracovišti bodovací robot při výrobě produktu se příčky (vlastní zpracování).....	55
Obrázek 21 Snímek chodu stroje a jeho prostojů pracoviště kompletace při výrobě produktu se příčky (vlastní zpracování)	56
Obrázek 22 Snímek pracovního dne obsluhy stroje pracoviště kompletace při výrobě produktu se příčky (vlastní zpracování).....	57
Obrázek 23 Předání směny pracoviště kompletace (vlastní zpracování)	58
Obrázek 24 Průměrná pracnost činností během velkého úklidu pracoviště (vlastní zpracování).....	59

Obrázek 25	Projektový list a definice cíle pomocí metody SMART (vlastní zpracování) .63
Obrázek 26	Výstupy z metody Brainwriting (vlastní zpracování) 66
Obrázek 27	Standard pracovního postupu (vlastní zpracování) 67
Obrázek 28	Snímek chodu stroje a jeho prostojů pracoviště kompletace při výrobě produktu se dnem (vlastní zpracování) 68
Obrázek 29	Průměrná pracnost činností po vybalancování operací (vlastní zpracování) ... 70
Obrázek 30	První krok metody 5S (vlastní zpracování)..... 71
Obrázek 31	Standard 5S a denního úklidu (vlastní zpracování)..... 72
Obrázek 32	Vizualizace nových montážních vozíků (zdroj společnost XY) 72
Obrázek 33	Definice místa pro přípravu materiálu (vlastní zpracování)..... 76
Obrázek 34	Nový montážní stůl (zdroj společnost XY)..... 76
Obrázek 35	Nový layout pracoviště přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování).... 77
Obrázek 36	Manipulační technika – retrak vozík (zdroj Jungheinrich) 82
Obrázek 37	Automatický podavač šroubů (zdroj alfavaria) 83
Obrázek 38	Organizér na nářadí (zdroj smartbox4you) 84
Obrázek 39	Podlahové značení (zdroj betz) 85
Obrázek 40	Monitorování strojního zařízení (zdroj secotools) 86
Obrázek 41	Porovnání vyrobených kusů před a po optimalizaci (vlastní zpracování) 88

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Pozitivní a negativní dopady internetu věcí (zdroj: Schwab).....	34
Tabulka 2 SWOT analýza (vlastní zpracování).....	38
Tabulka 3 Časový rozbor činností obsluhy pracoviště dělení materiálu (vlastní zpracování).....	41
Tabulka 4 Časový rozbor činností operátora ohraňovacího lisu (vlastní zpracování).....	42
Tabulka 5 Časový rozbor činností operátora přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování).....	44
Tabulka 6 Časový rozbor činností operátora 1 pracoviště kompletace (vlastní zpracování).....	48
Tabulka 7 Časový rozbor činností operátora 2 pracoviště kompletace (vlastní zpracování).....	49
Tabulka 8 Časový rozbor činností obsluhy stroje pracoviště kompletace (vlastní zpracování).....	52
Tabulka 9 Časový rozbor chodu stroje a ztrátových příčin (vlastní zpracování).....	56
Tabulka 10 Časový rozbor činností obsluhy stroje pracoviště kompletace při výrobě produktu se příčky (vlastní zpracování).....	57
Tabulka 11 Audit pracoviště (vlastní zpracování).....	60
Tabulka 12 Časový rozbor chodu stroje a ztrátových příčin (vlastní zpracování).....	68
Tabulka 13 Seznam kritických bodů a jejich opatření (vlastní zpracování).....	73
Tabulka 14 Analýza týdenního úklidu (vlastní zpracování).....	74
Tabulka 15 Aplikace metody MOST pro pracoviště přípravy čelních komponentů (vlastní zpracování).....	78
Tabulka 16 Návrh nové normy pro výrobek čelo s 6 ks kluzáků (vlastní zpracování).....	79
Tabulka 17 Aplikace metody MOST pro pracoviště kompletace – část příprava (vlastní zpracování).....	79
Tabulka 18 Návrh nové normy pro výrobek s označením T600 a T800 s rozměry 3200–3600 mm (vlastní zpracování).....	80
Tabulka 19 Ověření pracnosti obsluhy stroje (vlastní zpracování).....	81
Tabulka 20 Návrhy nové spotřeby času u finálního výrobku. (vlastní zpracování).....	82
Tabulka 21 Kompletní přehled nově stanovených norem času (vlastní zpracování).....	89

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Harmonogram projektu

Příloha P II: Metoda RIPRAN – vysvětlivky

Příloha P III: Metoda RIPRAN – riziková analýza

PŘÍLOHA P I: HARMONOGRAM PROJEKTU

	2021/11				2021/12				2022/01				2021/02				2021/03			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Zahájení projektu																				
Sestavení projektového týmu																				
Workshop se zaměstnanci																				
Analýza pracoviště dělení materiálu																				
Analýza pracoviště ohraňovací lis																				
Analýza pracoviště příprava čelních komponentů																				
Analýza pracoviště kompletace																				
Vypracování standardních pracovních postupů																				
Balancování operací výrobku s příčkami																				
Vypracování standardu 5S a velkého úklidu																				
Optimalizace layoutu pracoviště přípravy čel.komp.																				
Objektivizace pracovních norem																				
Zhodnocení projektu																				
Ukončení projektu																				

PŘÍLOHA P II: METODA RIPRAN – VYSVĚTLIVKY

Tabulka Popis zkratk použitých v analýze RIPRAN

Pravděpodobnost rizika		
Malá	< 21 %	MP
Střední	21 - 66 %	SP
Velká	> 66%	VP

Hodnocení rizika		Reakce
Nízké	NHR	Příjmutí rizika
Střední	SHR	Vytvoření rizikového plánu
Vysoké	VHR	Vyhnutí se riziku

Dopad na projekt	
Malý	MD
Střední	SD
Velký	VD

Tabulka pro určení hodnoty rizika

	MP	SP	VP
MD	NHR	NHR	SHR
SD	NHR	SHR	VHR
VD	SHR	VHR	VHR

PŘÍLOHA P III: METODA RIPRAN – RIZIKOVÁ ANALÝZA

Číslo	Hrozba	P-st hrozby	P-st Scénář	P-st Celková	Kategorie celkové P-st	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Chybně zpracována analýza	30%	Zkreslené výsledky	90%	SP	VD	VHR	Průběžné konzultace s členy projektového týmu.
2	Nespolupráce ze strany vedení	20%	Ukončení projektu	50%	MP	VD	SHR	Akceptace rizika
3	Neochota pracovníků spolupracovat	40%	Neposkytnutí informací	55%	SP	VD	VHR	Získání a ověření informací přes více kanálů, workshop
4	Nepřijetí navrhovaných řešení	15%	Nedojde k požadovaným výsledkům	40%	MP	SD	NHR	Prezentace přínosů navrhovaných řešení
5	Nedodržení časového harmonogramu	20%	Zpoždění projektu	90%	MP	MD	NHR	Kontrola stanoveného harmonogramu a plánování
6	Ztráta dat	10%	Poškození technického zařízení	10%	MP	SD	NHR	Záloha dat na více zařízeních/cloudu
7	Nekvalitně zpracována práce	15%	Návrhy nejsou v praxi proveditelné	35%	MP	SD	NHR	Průběžné kalkulace s členy projektového týmu