

Analýza pracoviště lepení kompozitních kroužků na hřídel ve společnosti Siemens, s.r.o.

Jan Scotto

Bakalářská práce
2023



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: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jan Scotto**
Osobní číslo: **M20328**
Studijní program: **B0413P050013 Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Analýza pracoviště lepení kompozitních kroužků na hřídel ve společnosti Siemens, s.r.o.**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z problematiky výrobních procesů a jejich analyzování a formujte teoretická východiska pro vypracování praktické části bakalářské práce.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav výrobního pracoviště ve vybrané společnosti.
- Na základě výsledků analýzy navrhněte opatření vedoucí ke zlepšení současného stavu daného výrobního pracoviště.
- Zpracujte ekonomickou analýzu předložených návrhů na zlepšení.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

BRAU, Sebastian J. *Lean Manufacturing 4.0: The Technological Evolution of Lean*. Boca Raton: American Lean SD, 2016, 132 s. ISBN 978-153-9322-948.
DENNIS, Pascal. *Lean Production Simplified: A Plain-language Guide to the World's Most Powerful Production System*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, 2016, 223 s. ISBN 978-149-8708-876.
CHROMJAKOVÁ, Felicity a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 223 s. ISBN 978-802-4739-380.
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Průmysl 4.0 aneb Nikdo sám nevyhraje*. Průhonice: Professional Publishing, 2017, 200 s. ISBN 978-809-0659-445.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Ondra**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **10. února 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2023**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicity Chromjaková, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské 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 bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk 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 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 – bakalářskou 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 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Jan Scotto

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zaměřuje na analýzu pracoviště lepení kompozitních kroužků v odštěpném závodě Elektromotory Frenštát společnosti Siemens, s.r.o. Cílem bakalářské práce je identifikovat plýtvání na pracovišti lepení kompozitních kroužků a navrhnout opatření vedoucí ke zlepšení současného stavu s ohledem na zvýšení produktivity alespoň o 5 %. Analýza byla zpracována pomocí metod průmyslového inženýrství, jako mapování toku hodnot, snímkování pracovního dne nebo špagetového diagramu. Nejvýraznější identifikované plýtvání bylo čekání, které bylo způsobováno více vlivy. Plýtvání čekáním bylo eliminováno implementací indukčního ohřevu lepidla na hřídelích.

Klíčová slova: lepení, kompozit, plýtvání, produktivita, čas cyklu

ABSTRACT

The bachelor thesis focuses on the analysis of the workplace for bonding composite rings at Siemens, s.r.o. Electric motors Frenštát plant. The aim of the bachelor thesis is to identify waste in the workplace of composite ring bonding and to propose measures to improve the current situation with a focus on increasing productivity. The analysis was performed using industrial engineering methods such as value stream mapping, workday snapshot or spaghetti diagram. The most significant waste identified was waiting, which was caused by multiple influences. Waiting waste was eliminated by implementing induction heating of the adhesive on the shafts.

Keywords: bonding, composite, waste, productivity, cycle time

Zde bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Pavlu Ondrovi za metodologické rady, připomínky, rychlou zpětnou vazbu a trpělivost při zpracování práce. Dále bych chtěl poděkovat společnosti Siemens, s.r.o. za umožnění vypracování práce. Za odborné rady a praktické připomínky bych chtěl poděkovat Šárce Sekyrové. Chtěl poděkovat i Davidovi Machalskému konzultace ohledně ekonomické analýzy. Nakonec bych chtěl poděkovat přítelkyni za výpomoc se softwarovým zpracováním modelu.

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

Motto:

„Nikdy nepřerušujte svého nepřítele, když dělá chybu.“

Napoleon Bonaparte a Michael Scofield

OBSAH

ÚVOD.....	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	12
1.1 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR.....	13
1.2 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	13
1.3 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ.....	14
2 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE	17
2.1 ROZDĚLENÍ ČINNOSTÍ PODLE PŘIDANÉ HODNOTY	18
2.2 METODY MĚŘENÍ PRÁCE.....	19
2.2.1 Přímé měření	19
2.2.2 Nepřímé měření práce	21
2.3 NORMOVÁNÍ.....	22
3 ŠTÍHLÝ PODNIK.....	24
3.1 ZÁKLADNÍ PRINCIPY LEAN	24
3.2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	25
3.2.1 Ekonomika štíhlé výroby	25
3.3 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA	26
3.4 ŠTÍHLÉ PRACOVÍŠTĚ	27
4 VÝROBA.....	28
4.1 VÝROBNÍ FAKTORY	28
4.2 VÝROBNÍ PROCES	28
4.2.1 Druhy výrobních procesů.....	29
4.3 PLÝTVÁNÍ VE VÝROBĚ.....	29
4.3.1 Druhy plýtvání	29
5 MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT	31
5.1 MAPOVÁNÍ PROCESU	31
5.1.1 Vývojový diagram.....	32
5.1.2 Špagetový diagram.....	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
6 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI.....	36
6.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI.....	37
6.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	39

6.3	STRATEGIE FRENŠTÁTSKÉHO ZÁVODU.....	40
6.4	STRATEGIE PRODUKTIVITY SPOLEČNOSTI.....	40
6.4.1	Náklady přidávající hodnotu.....	41
6.4.2	Materiálové náklady.....	41
6.4.3	4 základní principy opatření k produktivitě.....	42
7	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	44
7.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE O PRACOVIŠTI.....	44
7.2	PRACOVNÍ POSTUP.....	45
7.3	MAPOVÁNÍ PROCESU.....	48
7.3.1	Mapa toku hodnot pracovního stolu ukotvení kompozitu.....	48
7.3.2	Mapa toku hodnot pracovního stolu očištění od lepidla.....	50
7.4	SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE.....	51
7.4.1	Vyhodnocení pracoviště ukotvení kompozitu.....	52
7.4.2	Vyhodnocení pracoviště očištění hřídele.....	57
7.5	ŠPAGETOVÝ DIAGRAM.....	59
7.5.1	Špagetový diagram pracovního stolu č.1.....	60
7.5.2	Špagetový diagram pracovního stolu č.2.....	61
8	NÁVRHY ZLEPŠENÍ.....	63
8.1	ZMĚNA PLÁNOVÁNÍ A SKLADOVÁNÍ ZAKÁZEK.....	63
8.2	VYTVOŘENÍ NOVÝCH NOREM.....	63
8.3	INDUKČNÍ OHŘEV HŘÍDELE.....	65
8.4	DALŠÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ.....	70
	ZÁVĚR.....	71
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	72
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	77
	SEZNAM TABULEK.....	78

ÚVOD

V dnešní době je klíčové mít konkurenční náskok před ostatními firmami na trhu, což vysvětluje rostoucí zájem o štihlé podnikové myšlení, digitalizaci a vizualizaci, jelikož se jedná o metodologie, které při správném využití zvyšují firemní produktivitu.

Bakalářská práce byla vypracována ve společnosti Siemens, s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Frenštát. Firma je předním světovým dodavatelem nízkonapěťových asynchronních elektromotorů. Firma si zakládá na vysoké kvalitě dodávaných produktů, efektivním využití nákladů a environmentálně udržitelné výrobě. Dalším důležitým faktorem je flexibilita, která zajišťuje chod firmy pro případy, že se poptávka po motorech zvedá nebo naopak klesá. Proto je analyzováno pracoviště lepení kompozitních kroužků, kudy projde denně přes osmdesát kusů hřídelí a jedná se tedy o jedno z klíčových pracovišť celého výrobního procesu. Téma bylo vybráno na základě provázanosti problematiky se studiem oboru průmyslového inženýrství.

Teoretická část je zpracována ve formě literární rešerše a slouží jako charakteristika nebo popis informací spjatých s analýzou pracoviště, od samotné definice průmyslového inženýrství až po mapování toku hodnot, které je také využito v praktické části. Dále je teoretická část zaměřena na téma analýzy práce a měření, štihlého podniku nebo výroby obecně.

V praktické části je nejprve představena společnost Siemens, s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Frenštát a následně zanalyzován současný stav pracoviště. Díky této analýze bylo možné identifikovat plýtvání. Na analýzu byl mimo jiné využit i snímek pracovního dne, který posloužil nejen k identifikaci plýtvání, ale i k určení cyklových časů jednotlivých činností.

Závěr praktické části se zaměřuje na návrhy řešení na zvýšení produktivity, případně zvýšení flexibility pro případ, že by byla poptávka nižší než předpoklad na začátku obchodního roku. Finanční zhodnocení návrhů je zpracováno podle interních kalkulačních vzorců na výpočet produktivity.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je identifikovat plýtvání na pracovišti lepení kompozitních kroužků ve společnosti Siemens, s.r.o. a navrhnout opatření vedoucí ke zlepšení současného stavu s ohledem na zvýšení produktivity alespoň o 5 %. S pomocí výsledků analýzy se následně odhalí hlavní nedostatky pracoviště a poté budou předloženy návrhy na zlepšení, díky kterým by se mělo omezit plýtvání na pracovišti.

Prvním krokem analýzy bude zmapování procesu, které zajišťuje komplexní pohled na celý proces a při rozdělení toku hodnot podle principu budou popsány i samotné činnosti pracovníků společně s vyznačeným plýtváním a cyklovými časy jednotlivých činností.

Dále bude využita k měření práce metoda snímku pracovního dne pracovníka. Pro měření práce budou využity stopky a papír, kdy se naměřené hodnoty pro vyhodnocení přepíší do elektronické podoby. Činnosti se zapisovaly podle metodologie API, tedy vždy se zapsal čas konce činnosti a poté se zaznamenalo, o jaký druh činnosti se jedná. Z naměřených hodnot budou pomocí směrodatné odchylky a variačního koeficientu určeny časy jednotlivých měřených cyklů.

Také bude využita metoda špagetových diagramů pro zjištění, zdali je pracoviště správně uspořádané a zdali je všechno potřebné nářadí v blízkém dosahu pracovníka. Špagetový diagram bude zaznamenán na vytištěnou formu layoutu pracoviště, následně bude převeden do elektronické podoby.

Výstupy z výše zmíněných analýz poslouží ke zjištění nedostatků a návrhu zlepšení. Následně bude produktivita vypočítána pomocí manuální simulace v excelovském souboru, kdy je potřeba, aby se do simulace projevil čas sušení lepidla na hřídeli. U některých návrhů řešení bude potřeba připočítat časy pracovních činností, které vzniknou navíc k již stanoveným činnostem. Časová náročnost těchto činností bude stanovena pomocí metody Basic MOST.

Ekonomické zhodnocení bude vypočítáno na základě metody úspor mzdových nákladů, kdy bude snížen čas na opracování hřídele, tedy firma bude díky tomu konkurenceschopnější, v případě potřeby vyrobí více motorů a při více takových opatření může nepřímo snížit počet zaměstnanců ve výrobě.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Z názvu tohoto oboru logicky vyplývá, že obor průmyslové inženýrství vznikl spojením slov „průmysl“ a „inženýrství“.

„Průmysl“ by měl být v dnešní době chápán jako velmi obecný pojem, jelikož by se do něj měly začlenit i další oblasti a odvětví, které se zabývají spojením lidské práce a technologií. Průmyslové atributy tím pádem najdeme i v oblastech jako je například zdravotnictví, turistický ruch, služby, státní správa, obrana státu nebo organizace sportovních akcí. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 81)

Slovem „inženýrství“ se chápe, že vedle tradičních inženýrských profesí, jako strojař, elektrotechnik, ekonom, chemik nebo zemědělec, existuje další inženýrský obor, ve kterém se využívají metody a principy podobné pracím výše zmíněným. „Inženýrství“ u průmyslového inženýrství spočívá v provádění detailních analýz daných úkonů, vybalancování ve formě nového uspořádání jednoduchých dílčích operací v celistvý proces nebo nové formy organizace práce. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 81)

Podle Bouguerna (2022, s. 3) je průmyslové inženýrství multidisciplinární obor, tedy je charakterizováno spoluprací více vědních oborů při odborné a vědecko-výzkumné činnosti, který řeší problémy s výrobou nebo službami. Dále se průmyslové inženýrství zabývá navrhováním, zdokonalováním a instalací průmyslových zařízení, integrovaného systému pracovníků, materiálu a informací. Obor vychází ze specializovaných znalostí a dovedností v oblasti matematických, fyzikálních a společenských věd, které společně s principy a metodami inženýrské analýzy napomáhají předpovídání a vyhodnocování daných cílů.

Podle Mašína a Vytlačila (2000, s. 81) definice průmyslového inženýrství tedy říká, že to je obor, který se zabývá zaváděním zlepšovacích procesů, projektování nebo zaváděním systémů strojů, materiálů a lidí s cílem dosažení co nejvyšší produktivity. Pro tyto účely následně využívá speciální znalosti matematiky, statistiky, fyziky, managementu a sociálních věd, aby je vzájemnou kombinací aplikovalo na specifikaci a hodnocení výsledků dosažených vzájemnou symbiózou těchto systémů.

Dále by se dalo říct, že průmyslové inženýrství se zabývá odstraňováním plýtvání, iracionalitami, nepravidelností nebo přetěžováním pracovišť. Výsledkem by měla být výroba kvalitních produktů za rychlejší a méně nákladové produkce. Jelikož je průmyslové inženýrství jedním z nejmladších inženýrských oborů, neustále se vyvíjí a pružně reaguje na změny, které se dějí v okolí. V 21. století je tedy jedna z dalších činností průmyslového

inženýrství i navržení, naplánování, zavedení a řízení integrovaných systémů řízení. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 82)

1.1 Průmyslový inženýr

Podle Mourtose (2013, s. 1) je průmyslový inženýr odborník, který používá principy vědy, matematiky a inženýrství k návrhu a implementaci efektivních a účinných systémů výroby a služeb. Také se zabývá analýzou dat, řízením procesů, optimalizací procesů a vývojem a návrhem nových technologií.

Průmyslový inženýr je pracovník, který projektuje, plánuje, implementuje a řídí komplexní integrované systémy výroby, zabezpečuje jejich spolehlivost, vysokou výkonnost, zlepšování procesů, zvýšení efektivity výroby a zvýšení produktivity práce. Mezi jeho další pracovní činnosti patří analýza výrobních a nevýrobních procesů v organizaci, analýza a měření spotřeby práce at' už v oblasti výroby, tak i například logistiky a administrativy, optimalizace a standardizace výrobních a nevýrobních procesů v organizaci, návrhy nových pracovních postupů na zvýšení efektivity výroby a produktivity práce nebo moderace workshopů v oblasti zlepšování procesů. (NSP, © 2017)

Podle Tomka a Vávrové je cílem průmyslového inženýra nalézt metody pro vytvoření konkurenčně schopného integrovaného procesu, který vytváří jak hodnotu pro zákazníka, tak hodnotu zákazníka pro firmu. (Tomek a Vávrová, 2017, s. 11)

1.2 Historie průmyslového inženýrství

V letech 1856-1915 se Frederick Winslow zabýval lidským faktorem ve výrobním procesu. Ve Spojených státech vyvinul systém, který pomohl zkrátit ztrátové časy, zlepšil práci a optimalizoval procesy. Vědecké poznatky Winslowa byly uznávány a i díky nim je považován za otce průmyslového inženýrství. (Bouguern, 2022, s. 7)

Hlavním přispěvatelem v oblasti průmyslové revoluce je profesor matematiky Charles Babbage, jehož hlavním přínosem pro obor byla kniha o ekonomii strojů a výrobců z roku 1832. V této knize se zabývá mnoha různými tématy souvisejícími s výrobou. Některé z nich jsou velmi spjaté s průmyslovým inženýrstvím až dodnes. Babbage pojednává například o konceptu křivky učení, o dělbě práce a jejím vlivu na učení nebo o vlivu učení na téma likvidace odpadu. (Henry, 2021)

Druhá světová válka byla pro průmyslové inženýrství důležitým milníkem. V této době se výrobci začali více soustředit na potřebu výrobních systémů s vyšší efektivitou. To vedlo k vytváření a vývoji nových metod, jako například metod inženýrství operačního výzkumu, řízení kvality nebo časových studií. Na tu dobu existovaly navíc velmi vyspělé počítače, které se například využívaly pro plánování rozvržení pracoviště, pro manažerské informační systémy nebo statistickou kontrolu kvality. (Bouguern, 2022, s. 8)

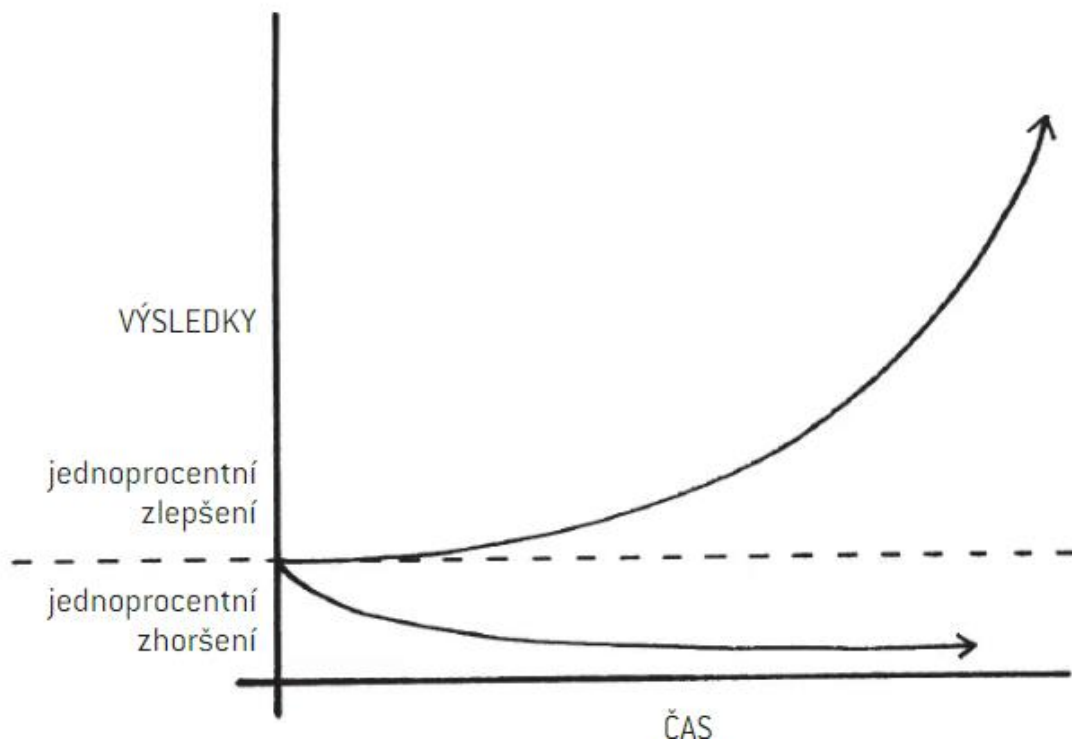
Henry Gantt také patřil k členům Americké společnosti strojních inženýrů a přednášel v ní na témata jako náklady, výběr zaměstnanců, firemní školení, dobré motivační programy a plánování práce. Zároveň je vynálezcem Ganttova diagramu, který je v současnosti nejoblíbenějším diagramem pro plánování práce na projektech. Dalšími průkopníky průmyslového inženýrství byli manželé Gilbertovi, kteří se zabývali únavou a rozvojem dovedností. (Henry, 2021)

V roce 1948 byl poprvé otevřen Americký institut průmyslových inženýrů, který začal poskytovat technickou přípravu pracujícím inženýrům. Do této doby neměli průmysloví inženýři místo ve vedeních společností. (Henry, 2021)

1.3 Zlepšování procesů

Chromjaková a Rajnoha (2011, s. 81) označují zlepšování procesů jako aktivitu, v rámci které se mění klíčové firemní procesy za účelem zvýšení jejich výkonnosti, produktivity a efektivnosti. Všichni pracovníci procesu, kteří jsou podle Chromjakové a Rajnohy (2011, s.81) nositeli procesů zlepšování, přispívají každý svým dílem a schopnostmi k pozitivním změnám v procesech, které detailně znají.

James Clear (2018, s. 24) charakterizuje zlepšování procesů jako složený úrok. Je důležité si uvědomit, že každodenní drobné zlepšování je mnohem lepší a účinnější, než využití jednoho signifikantního klíčového kroku. Pokud by se daná definice vizualizovala a převedla na matematický výpočet, vypadal by asi takhle. Kdyby se každý den po dobu jednoho roku zlepšil příkladový proces o 1 % denně, na konci by byl daný proces třicet sedmkrát lepší, než na začátku roku. Pokud by byl efekt opačný a každý den by byl proces o 1 % horší, na konci roku by byl naopak třicet sedmkrát horší. Každá změna, ať už pozitivní nebo negativní, se nakonec nahromadí a projeví se na výsledku. Na obrázku č. 1 je tento matematický výpočet vizualizován.



Obrázek 1 Graf zlepšování/zhoršování procesů o 1 % (Clear, 2023)

Základním prvkem zlepšování procesů je změna. Tento fakt podporuje citát Alberta Einsteina, který tvrdí, že definice šílenství je dělat stejnou věc znovu a znovu a očekávat jiné výsledky. To stejné platí i u firemních procesů, kdy mnoho zlepšovacích procesů stojí a padá na právě výše zmíněné změně. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 81)

Existuje mnoho důvodů, proč zlepšovat. Zde jsou uvedeny některé podstatné:

- Potřeba zvýšit efektivnost, výkonnost, produktivitu ve výrobních procesech
- Snaha ulehčit pracovním operacím, zjednodušit je na minimální míru
- Nutnost eliminování neproduktivní činnosti a hledání úspor všeho druhu
- Aktivní zapojení pracovníků podniku do zlepšování všeho druhu, pozitivní motivace pro zlepšování
- Zlepšení fungování informačních toků
- Dosažení spokojenosti zákazníků (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 82)

V mnoha firmách je problém, když zlepšování procesů nepůsobí na pracovníky jako pozitivní motivace. Například pokud zaměstnavatel zjistí, že pracovník není dostatečně vytížený, pokusí se mu přidat činnost navíc, aby byl pracovník „produktivnější“, tedy aby

pro podnik vytvářel více přidané hodnoty. Tato změna však nemá efekt pozitivní motivace na zaměstnance, jelikož ten má více práce při stejném finančním ohodnocení, jako když měl méně práce a nemusel tolik spěchat. Dokonce má spíše negativní efekt, jelikož tyto změny mohou vést k přeskupení pracovních činností mezi méně pracovníků, tedy firma nebude potřebovat tolik pracovníků a mohla by propouštět.

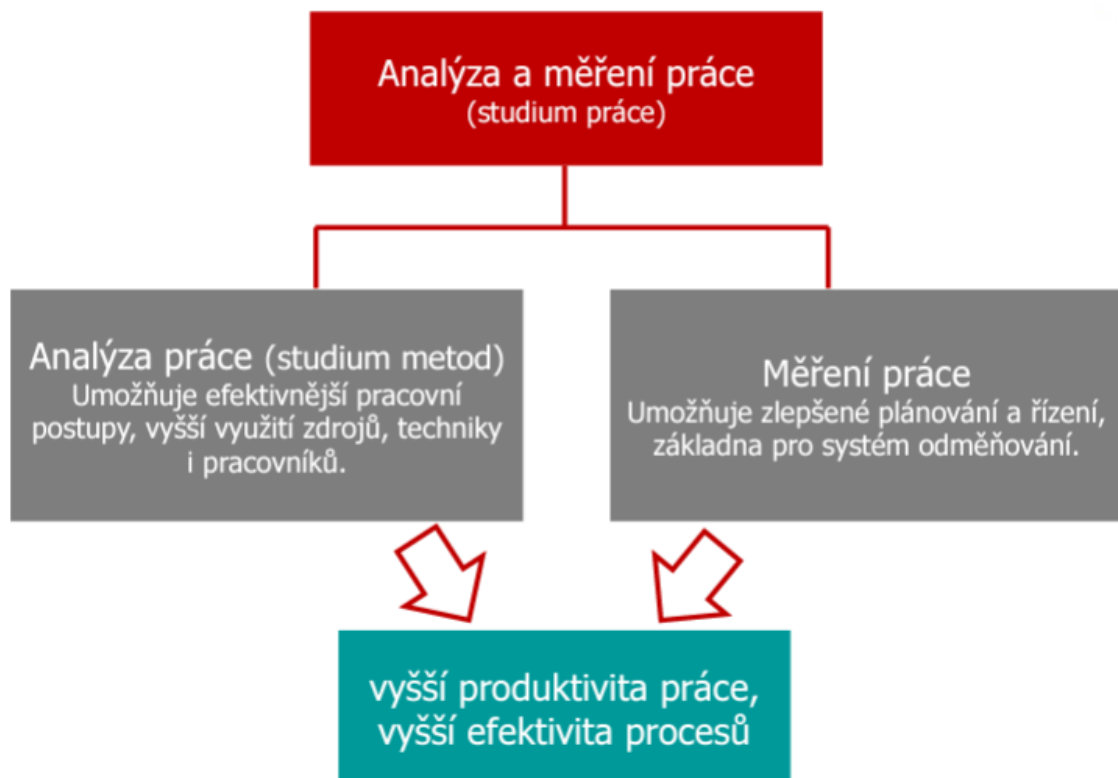
2 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE

Chromjaková a Rajnoha (2011, s. 78) popisují analýzu a měření práce jako nalezení optimálního a systematizovaného postupu realizace pracovních úkonů v rámci pracovní operace. Příklady takové optimalizace jsou: zjednodušení práce, eliminace nadbytečných pohybů nebo inovace používání technických prostředků a zařízení tak, aby poskytovali určitou formu pracovního komfortu.

Souhlasím s panem Lhotským (2005, s. 61), že metody měření spotřeby času, zejména snímek pracovního dne, jsou časově náročné a velmi pracné jak pro pracovníky provádějící měření, tak hlavně pro pracovníky pozorované, na které je v daný moment vytvářen tlak a nemusí jim to být příjemné.

Podle Lhotského (2005, s. 61) se metody přímého měření používají zejména k určení času potřebného k vyrobení nového kusu nebo při zavádění nového pracovního postupu. Zjištěné doby trvání pracovních a technologických činností slouží v zásadě k potřebám organizace. Ta je využívá k plánování a řízení práce a výroby, stanovení norem pro pracovní operace jako měřítko výkonnosti pracovníků a podklad pro uzpůsobení motivačních faktorů.

Dále analýza a měření práce zjišťuje celkové náklady na výrobek, potřebný počet výrobních dělníků nebo určuje potřebný počet strojů. Pomocí časových norem se určují termíny a dodávky materiálu nebo se pomocí toho nastavuje plynulé plánování výroby. Analýza a měření práce je často volena pro své relativně snadné využití a implementaci. (Dlabač, 2017)



Obrázek 2 Analýza a měření práce (Dlabač, 2017)

Analýza práce (studium metod) je určena k získávání informací o pracovních procesech, které jsou následně analyzovány s cílem objevit plýtvání. Zaměřuje se na co nejefektivnější možnosti, jak dané operace provádět. Za pomoci lidského potenciálu přispívá k dosažení vyšší produktivity. Výstupem analýzy práce je pracovní postup. (Dlabač, 2017)

Měření práce je řídicí nástroj managementu, který slouží k racionalizaci pracovních postupů a odstraňování ztrátových činností. Podle definované úrovně výkonu a specifikované práci kvalifikovaného dělníka se aplikují techniky pro určení potřebného času. Výstupem měření práce je norma spotřeby času. (Dlabač, 2017)

2.1 Rozdělení činností podle přidané hodnoty

Činnosti v procesu se dělí podle přidané hodnoty na:

- VA (Value Added Activities) – Činnosti přidávající hodnotu: Zákazník tyto činnosti požaduje a je ochotný za ně zaplatit. Tyto činnosti přetvářejí vstupní materiál na výsledný produkt. Typicky se může jednat o montáž.

- BVA (Business Value Added Activities) – Činnosti nepřidávající hodnotu nezbytné: Tyto činnosti nepřidávají hodnotu, ale jsou nevyhnutelné nebo nezbytné pro výrobu produktu, například transport. Také se může označovat jako BNVA (Business Non Value Added Activities)
- NVA (Non Value Added Activities) – Činnosti nepřidávající hodnotu zbytné: Jedná se o všechny činnosti, které přidávají náklady k výrobku nebo službě bez toho, aby to zvyšovalo cenu daného produktu. Zákazník nechce platit tyto činnosti. Jedná se o jakékoliv formy plýtvání. (Charron, 2015, s. 245)

2.2 Metody měření práce

Pro určení co nejobektivnější normy spotřeby času se využívá měření práce. Jedním z nejpoužívanějších postupů měření práce, s výjimkou metod jako hrubý odhad nebo použití historických dat, jsou časové studie, které se provádějí přímým měřením pomocí stopek. Kromě těchto metod určení normy času se využívá také druhá kategorie, takzvané systémy předem určených časů, od kterých se norma odvozuje. Zjednodušeně lze vycházet z předem definovaných časových údajů, které jsou spojeny s určitým pohybem. Jedná se tedy o nepřímé měření. (Dlabač, 2015)

2.2.1 Přímé měření

Jedná se o stanovení spotřeby času za pomoci stopek, ty mohou být případně nahrazeny jiným specializovaným zařízením nebo softwarem. Dále jsou ke stanovení normy spotřeby času potřeba papírové formuláře, kam se zapisují naměřené hodnoty, které se následně zapisují do elektronické podoby. (Dlabač, 2015)

Rozlišují se dva základní druhy v oblasti přímého měření. V případě, že je měření zaměřené na sledování pracovníka, využívá se snímek pracovního dne. Pokud je cílem určení času operace, využívá se metoda chronometráže. (Lhotský, 2006, s. 66)

- Chronometráž – Jedná se stále o jednu z nejčastěji využívaných metod pro stanovení výkonových norem, protože pomocí ní lze určit, jak dlouho trvá daná pracovní operace. Základem tohoto způsobu je rozčlenění měřeného procesu na dílčí části nebo body měření. Neměřené časy jednotlivých úkonů se poté zaznamenávají do papírového formuláře. (Dlabač, 2015)

General Electric Company vytvořila normu pro stanovení potřebného počtu měření pro chronometrůž. Tato norma určuje, kolik cyklů by bylo vhodné naměřit, aby následné náměry byly reprezentativní a mohly se z nich vyvodit výsledky.

Cyklový čas v minutách	Doporučený počet cyklů
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
Nad 40,00	3

Obrázek 3 Norma stanoveného počtu měření (Dlabač, 2017)

Pokud tedy cyklus určité pracovní operace, například montáž dílu, trvá 60 sekund, měl by cyklus být naměřen třicetkrát. V ideálním případě by mělo být naměřeno lehce vyšší množství cyklů, jelikož pokud došlo k velkým vychýlením při měření, tak by se náměry očistily o extrémní hodnoty a výsledek by byl přednější. Pro kontrolu přesnosti chronometrůže se také využívá variační koeficient, který je vypočítán matematickou rovnicí, kdy se směrodatné odchylky naměřených hodnot vydělí průměrem naměřených hodnot.

Výhody chronometrůže plynoucí z rozdělení delších operací na jednotlivé činnosti jsou:

- Vyloučení zvláště extrémních hodnot pro každou činnost a zaručení vysokého stupně spolehlivosti měření
- Balancování operací (rozdělování dílčích úkolů mezi pracovníky)

- Definování problematických činností (Dlabač, 2015)
- Snímek pracovního dne – Jedná se o metodu měření spotřeby času, kterou se přímo měří a zaznamenává druh a velikost množství spotřebovaného času po dobu dané pracovní směny pracovníka, pracovního zařízení nebo kombinací jak snímkováním pracovníka, tak snímkováním výrobního stroje. (Lhotský, 2005, s. 66)

Snímek pracovního dne je nepřetržité pozorování celkové spotřeby času celé pracovní směny. Cílem je získání objektivního přehledu o spotřebě času, určení poměru činností přidávajících a nepřidávajících hodnotu, návrh nové formy organizace práce nebo identifikace plýtvání. Také se používá pro definování činností, které se konají nepravidelně. (Dlabač, 2015)

Využití snímků pracovního dne je následující:

- Rozbor a navržení opatření ke zlepšení organizace práce a odstraňování ztrát
- Zjištění příčin nižších výkonů
- Zjištění stupně využití pracovníka nebo výrobního zařízení
- Normování časových hodnot směnových, dávkových nebo času obecně nutných přestávek
- Zjištění potřebného počtu pracovníků (Lhotský, 2005, s. 66)

2.2.2 Nepřímé měření práce

Nepřímé měření nebo také systém předem určených časů je rozdělení jednotlivých činností na veškeré základní pohyby, kterým je následně dle indexu náročnosti přiřazena určitá hodnota spotřeby času. Výhoda této metody spočívá v objektivitě, jelikož v systému jsou již předem určené časy na stupeň výkonu 100 %, což se nemusí například při přímém měření práce podařit, jelikož měřený pracovník nebude pracovat s plnou výkonností, když ví, že je zrovna měřen. Další výhodou je možnost využití pro normování budoucích operací. Například pokud by se lehce změnil pracovní postup a bylo by využíváno přímé měření, muselo by se pracoviště nanormovat znovu. U metody s předem určenými časy by stačilo doplnit dosavadní normu a další činnosti a pracovník zodpovědný za normy by nemusel dané změně věnovat tolik času. (Dlabač, 2015)

Nejznámějším systémem předem určených časů je MTM (Methods Time Measurement). Tato metoda má své kořeny nejen v řízení času, ale také je nesmírně užitečná pro hodnocení náročnosti pracovních činností. Dokáže optimalizovat projektované výrobní systémy i již běžící výroby. V průmyslu se však MTM neuplatňuje komplexně, protože by aplikace této metody byla časově velmi náročná, ale existují i jednodušší systémy vycházející z MTM, které jsou častěji využívány v průmyslových firmách. (Morlock, Kreggenfeld, Louw, Kreimeier, Kuhlenkötter, 2017, s. 370)

Nejpoužívanější systém nepřímého měření časů se nazývá MOST (Maynard Operation Sequence Technique). Tato metoda umožňuje značné navýšení produktivity z pohledu vykonávání analýz při zachování velmi vysoké přesnosti. Tento systém je velmi variabilní, jelikož je možné jej využívat ve všech odvětvích průmyslu. Podobně jako u MTM, i MOST má více variant systémů, kdy každý systém je specializovaný na jiný druh činností. Mini MOST se zaměřuje na nejkratší činnosti, které trvají v řádech sekund, Maxi MOST je určen pro složitější činnosti, jako například logistické činnosti nebo operace související s přestavbou a údržbou strojních zařízení, a Admin MOST, který je specializován na normování administrativních činností pracovníků. (Dlabač, 2015)

Nejvyužívanějším systémem je však Basic MOST. Využívá se pro normování činností trvajících několik desítek vteřin až několik minut. (Dlabač, 2015)

2.3 Normování

Lidé, kteří se zabývají měřením práce ve firmách a následnému přeorganizování pracovní náplně pracovníka ve firmách nejsou příliš oblíbení. Faktem však je, že i do budoucna bude ve většině firem klíčové, aby byly normy správně nastavené, jelikož ve většině kalkulačních vzorců jsou tou nejdražší položkou náklady na lidskou práci. Kdyby se nabídky produktů sestavovaly na základě nepodložených odhadů nebo údajů, ohledně nákladů na lidskou práci, mohlo by docházet k fatálním chybám v kalkulacích. Proto je potřeba, aby firma měla již v předvýrobních etapách zajištěnou vysokou přesnost norem. S normováním se v dnešní době pojí i odměňovací systém, který je většinou úzce propojen s výkonovou normou. Zde dochází ke konfliktu, kdy je pracovníky kladen přirozený odpor k zvyšování norem, jelikož jejich zájmem je mít co nejjednodušší možnou normu spotřeby času. Normování s sebou nese jisté požadavky pro zlepšení analýzy a měření práce, které je třeba zajistit, jako například vysoká přesnost norem, pružná reakce na případných změnách konstrukčního charakteru u produktů, normy pro většinu variant produktů, normy časové spotřeby dané

operace s minimální pracností nebo ideálně zlepšení procesu s cílem úspory pracnosti, což by mohlo motivovat i pracovníka. (Dlabač, 2015)

3 ŠTÍHLÝ PODNIK

Štíhlý podnik dělá činnosti, které jsou potřebné, dělá je rychleji, než konkurence a utrácí přitom méně peněz. „Štíhlost“ však není definována pouze šetřením nákladů. „Štíhlost“ je také o zvyšování výkonnosti tím způsobem, že firma využívá efektivněji kapacity, do kterých se řadí až už využitelnost výrobní plochy nebo počet zaměstnanců. Dále je „štíhlost“ podniku definována jako to, že zákazník chce platit co nejméně činností potřebných na výrobu produktu, jelikož čím více činností ve výrobě je, tím vyšší jsou i ceny. Pro realizaci takového podniku je potřeba mít zavedené principy „štíhlosti“ v co nejvíce možných částech podniku, až už to je výroba, logistika nebo administrativa. Výhodou takových podniků je vyšší flexibilita, díky které podnik rychleji reaguje na poptávku. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 17)

3.1 Základní principy Lean

Podle Svozilové (2011, s. 32) se může Lean definovat jako sdružení principů a metod, které se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobků nebo služeb, které mají sloužit zákazníkovi.

Dalo by se také říct, že takové činnosti představují ve finálním důsledku plýtvání nebo odpadní produkty. Původem této metodologie byl zřetel na zlepšování procesů v oblasti průmyslové výroby, tato metodologie si však časem našla uplatnění i v dalších odvětvích, zejména v oblastech služeb nebo administrativních činnostech. Jednoduchost a přímočarost jsou prvky stylu základního uvažování Leanu. Mnohdy se u této metodologické aplikace používá logické myšlení, běžně nazývané jako selský rozum. (Svozilová, 2011, s. 32)

Podle Svozilové (2011, s. 32), aby mohla být metoda Lean skutečně účinná, měl by se tento styl myšlení zarýt zaměstnancům hluboko do paměti, aby tak mohla být považovaná za součást firemní kultury. Svozilová (2011, s. 33) ve své knize popisuje několik principů představujících metodologii Lean:

- Dlouhodobý filosofický přístup – management prosazuje Lean prostřednictvím strategických a dlouhodobých úkolů
- Proces jako nositel kvality – kvalita vyráběného předmětu, služby a zprostředkovatele výkonnosti se zaměřuje na konkrétní vlastnosti a podmínky procesu (například při správně navrženém procesu by měly výrobky dosahovat požadované kvality).

- Vyhledávání jednotlivců – cílené hledání jednotlivců, kteří zprostředkovávají záměry firmy za účelem dosažení lepší kvality, nižších nákladů nebo osobního rozvoje
- Podpora učících se procesů – procesy jsou sledovány za účelem hlubokého pochopení situace, důkladné diskuze a zvážení všech možností, neustálé snahy po poznání a kontinuálním programem zlepšování (Kaizen)

3.2 Štíhlá výroba

Ve všech oblastech práce, podnikání nebo životě, technologie jsou velmi důležitý faktor. U štíhlé výroby tomu není jinak. Ironií osudu je ale dáno, že úroveň využívání technologií ve výrobních závodech je velmi nízká. Díky tomu je velmi složitá implementace metod pro zeštíhlení procesu a následné zvýšení efektivity ve výrobních závodech. (Brau, 2016, s. 5)

Podle Dennise (2016, s. 19) je štíhlá výroba, známá také jako TPS (Toyota Production Systém), nová filozofie, která znamená vyrábět více věcí s a menší kapacitou, méně místem, nižším lidským úsilím, méně stroji, méně materiálu, přičemž firma dává zákazníkovi to, co chce.

Nezákladnějším principem využívání technologií ve výrobních firmách jsou ERP systémy. ERP systémy, které můžeme nazývat plánování podnikových zdrojů, jsou typy softwarových systémů. Které pomáhají organizacím optimalizovat výkon pomocí automatizace a řízení základních obchodních procesů. Tento typ softwaru umí propojit aktivity podnikových financí, dodavatelského řetězce, provozu, obchodu, výroby a personalistiky v rámci jediného softwaru. (Microsoft, 2023)

3.2.1 Ekonomika štíhlé výroby

Kdysi si firmy mohly stanovit cenu podle matematického vzorce, kde k ceně nákladů byla připočítána marže a tím vznikla finální částka produktu. Cena byla zaslána zákazníkovi a častěji než odmítl, zaplatil plnou cenu. (Dennis, 2016, s. 20)

Podle Dennise (2016, s. 20) to dnes již není pravda. V dnešním světě jsou ceny zafixovány, případně se pohybují pouze v rámci inflace. Zákazníci mají mnohem větší moc než kdysi, jelikož si mohou vybírat z několika firem, mají neomezený přístup k informacím a mohou požadovat výbornou kvalitu za přijatelnou cenu. V tomto konkurenčním prostředí je pomalu jedinou možností ke zvýšení zisku snížení nákladů. Nová matematická rovnice pro výpočet

zisku je stanovená cena, která je většinou také fixní, od které jsou odečteny náklady, a tím vzniká zisk.

Jedinou udržitelnou cestou ke snižování nákladů je zapojení pracovníků do zlepšování procesů. V Toyotě útočí na plýtvání zahrnutím členů týmů do sdílených, standardizovaných zlepšovacích aktivit. Čím více členů týmu se účastní této aktivity, tím větších úspěchů dosahují. Čím více úspěchů dosahují, tím více mají vnitřních i vnějších odměn, které je stimulují k větším zlepšením. Klíčem k ziskovosti je snižování nákladů (Dennis, 2016, s. 20)

3.3 Štíhlá logistika

Efektivní logistika je logistika za stavu, že všechny činnosti logistiky jsou nastaveny správně. Komplexnost efektivní logistiky je charakterizována propojením dodavatele, zákazníka, řízení a planování výrobních procesů, zásob a hodnotového toku. Z účelového hlediska se logistika rozlišuje na výrobní, zásobovací, zpětnou, distribuční a logistiku likvidace odpadu a vedlejších produktů. (Pavelka, 2015)

Podle Baudina (2005, s. 28) je štíhlá logistika parametr, který je potřeba paralelně zavést v rámci štíhlé výroby, potažmo štíhlého podniku. Tento pojem se zaměřuje na výrobu jako oblast, která je bohatá na logistické koncepty, přístupy a techniky, které lze označit za „štíhlé“, protože byly součástí výrobního systému Toyota, nebo z něj byly adaptovány pro využití v jiných oblastech.

Perspektiva štíhlé logistiky se může shrnout do dvou hlavních cílů, efektivity a účinnosti. Účinnost znamená mít důležité činnosti hotové co nejdřív a dělat je bez plýtvání zdroji. V mnoha firmách se manažeři logistiky zaměřují spíše na to, aby byli pracovníci logistiky co nejvíce zatíženi než na to, aby se zaměřovali spíše na dovážení správných dílů se správným množstvím na správné místo ve správný čas. (Baudin, 2005, s. 28)

Logistické činnosti mají na výrobním cyklu výrobku největší podíl činností, které nepřidávají hodnotu, ale jsou nezbytné pro produkci a následnou distribuci výrobku. I přes to ale můžou mít tyto činnosti jisté vlastnosti plýtvání, které se definují jako:

- Nadbytečné zásoby, nadbytečný materiál: příliš mnoho materiálu je dodáváno, příčinou je často nepřesná dokumentace, chyba se může vyskytnout i v informačním systému nebo u dodavatele
- Zbytečná manipulace: neopodstatněné přesuny materiálu, přeskládňování

- Opravování poruch: poruchy v logistickém systému – může být chyba v dopravním, manipulačním nebo informačním systému
- Materiálové chyby: vychystávání komponentů a materiálu v nesprávném množství a čase
- Nevyužití přepravních kapacit/ schopností pracovníků
- Čekání: čeká se na materiál, informace nebo dopravní prostředky (Pavelka, 2015)

3.4 Štíhlé pracoviště

Pokud se na pracovišti nachází pouze to, co je potřebné, a je to na místech, kam to patří, tak se může takový pracovní prostor označovat za štíhlé pracoviště. V ideálním případě by měly všechny tyto předměty, které se na pracovišti nacházejí, přidávat výslednému výrobku přidanou hodnotu. Obecně se tedy jedná o odstranění předmětů nepotřebných k práci z pracoviště, udržování pořádku a organizace a standardizace pracoviště. Dále jsou také důležité požadavky pracovníka, které jsou společně s bezpečností pracoviště na prvním místě. (API, © 2005-2022)

Podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 24) je základem štíhlé výroby je štíhlé pracoviště. Pohyby, které na pracovišti musí pracovníci denně vykonávat, musí vykonávat kvůli již definovanému rozložení pracoviště. Pohyby na pracovišti definují spotřebu času, výrobní kapacity, výkonové normy a další parametry výroby.

Štíhlé pracoviště by mělo být uspořádáno podle 5 základních pravidel (5S), které se aplikují při zavádění štíhlé, čisté a přehledné výroby.

- Definování potřebných pracovních pomůcek a zařízení na pracovišti
- Odstranění všech zbytečných věcí z pracoviště
- Definování míst pro ukládání potřebných položek na pracovišti
- Dodržování pořádku a čistoty na pracovišti
- Udržování pořádku, disciplíny a kultury 5S (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24)

4 VÝROBA

Podle Jurové (2016, s. 93) je výroba chápána jako proces, který přidává zdrojům přidanou hodnotu během transformace a tím vytváří požadované výrobky, produkty či služby pro zákazníky či trhy. Následně je nezbytné, aby byl z hlediska podnikové ekonomiky nastaven optimální výrobní proces. Základním principem tohoto hospodaření je optimální vztah ke zhodnocení vstupů.

4.1 Výrobní faktory

Podle Keřkovského a Valsy (2012, s. 7) a OneIndustry (2021) se skládají elementární výrobní faktory ze čtyř hlavních složek, mezi které patří:

- Práce – jakákoliv ekonomicky zaměřená činnost, jejímž výsledkem jsou statky a služby a zároveň je zdrojem příjmu
- Půda – nepřenositelný a nerozmnožitelný výrobní faktor, dělí se na zemědělskou půdu, stavební půdu a půdu na nerostné suroviny
- Kapitál – kapitálové statky, které vznikly z předcházejících výrobních aktivit, jsou určeny k investicím do budoucí výroby
- Informace – lidská činnost, kvalita pracovní síly, management podniku, znalosti

4.2 Výrobní proces

Výrobní proces je metoda produkce zboží s ohledem na kombinaci vstupních parametrů jako dodávky, materiály, ale také bere ohled například na výrobní postup. Výrobní proces je často využíván ve firmách, které produkují velké množství zboží, jako například jídlo, nápoje, oleje, fosilní paliva, zdravotnické potřeby, chemikálie nebo plasty. (Natsir, 2022)

Konkrétní výběr typu výrobního procesu rozhodují následující faktory:

- Poptávka po produktu na trhu
- Stav vstupujícího materiálu, komponenty a chemikálie, se kterými se pracuje
- Výrobní postup (Natsir, 2022)

4.2.1 Druhy výrobních procesů

Jurová (2016, s. 115) dělí typy výroby podle množství a postu druhů vyráběných kusů následovně:

- Kusová – výroba velkého počtu různých druhů výrobků v malých množstvích
- Sériová – výroba stejného druhu se opakuje v sériích
- Hromadná – vyrábí se velké množství jednoho druhu produktů

Tabulka 1 Srovnání typů výrobních procesů (Jurová, 2016, s. 115)

Typ výrobního procesu	Charakteristika	Příklad
Zakázková (kusová) výroba	Jednotlivé zakázky nebo kusy	CNC obráběcí stroj, elektronový mikroskop
Sériová výroba	Více jednotek různých výrobků na různých zařízeních	Elektrotechnické spotřebiče pro domácnosti
Hromadná výroba	Neomezeně mnoho jednotek jednoho výrobku na stejných zařízeních	Spojovací materiál, elektrotechnické komponenty

4.3 Plýtvání ve výrobě

Podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 19) existuje velmi málo firem, které se nepotýkají s různými formami plýtvání, spíše naopak. Kvalitní firmy se snaží eliminovat plýtvání tím způsobem, že zapojují většinu pracovníků do zlepšování podnikových procesů, například redukcí plýtvání, a mají tomu i přizpůsobený motivační systém. V některých případech je vhodné do firmy najmout externisty specializující se na plýtvání, jelikož zaměstnanci mohou být tak zvyklí na způsoby, jakými se procesy ve firmě po dlouhá léta provádí, že je pro ně zkrátka mnohem těžší si uvědomit, že se jedná o plýtvání. Této formě „slepoty“ se zamezuje i již výše zmíněným zapojením všech zaměstnanců do zlepšovacích procesů, nikoliv pouze menšího týmu. Plýtvání je často nazýváno jako „muda“, což vychází z japonské terminologie.

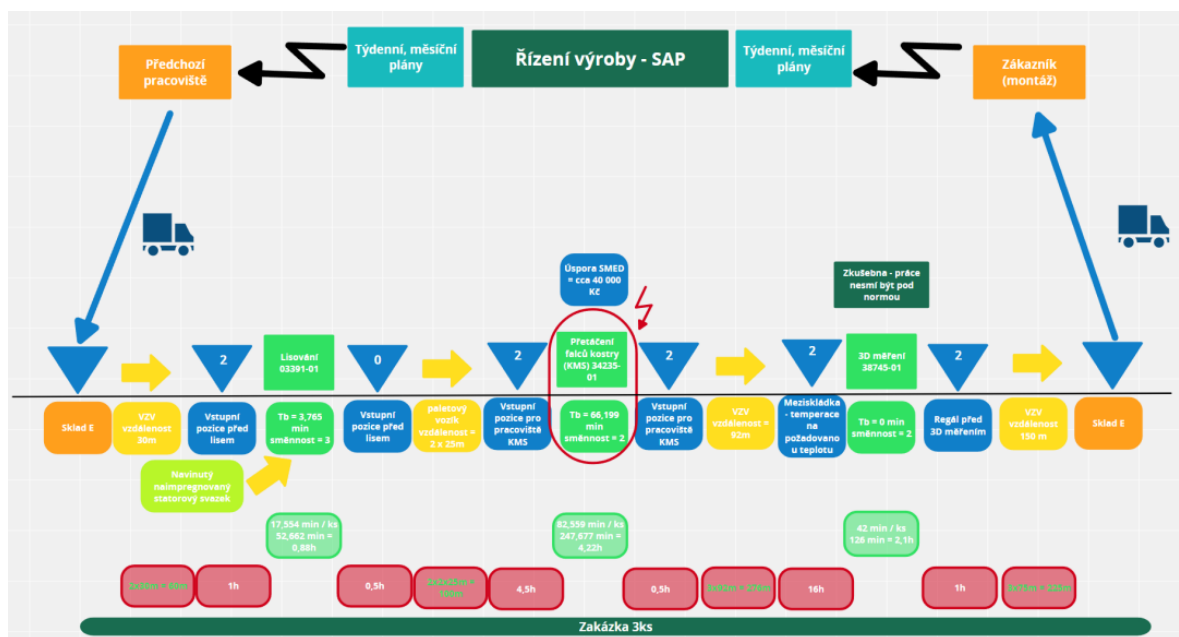
4.3.1 Druhy plýtvání

- Transport – Pohyb nebo manipulace sama o sobě nepřidává žádnou přidanou hodnotu finálnímu produktu, proto je cílem tyto náklady co nejvíce snižovat.
- Chyby – Jedná se o produkty nesplňující designové standardy nebo zákaznicko očekávání. Špatné výrobky se musí nahradit dobře vyrobenými výrobky, vyžadují více lidských zdrojů a hrozí i ztráta zákazníka z důvodu nízké kvality.

- Nadprodukce – Skladování více výrobků, než je třeba, vede ke zvyšování nákladů v oblasti skladů nebo zvýšené plýtvání vstupním materiálem, jedná se tedy o jeden z nejvyšších druhů plýtvání, co se nákladovosti týká.
- Nadbytečný pohyb – Veškerý nepotřebný pohyb prováděný pracovníkem nebo strojem je plýtvání.
- Skladování – Veškeré plýtvání způsobené neprocesovaným skladováním jsou pro firmu zbytečné náklady navíc.
- Nadbytečné zpracování – Jedná se o kvalitu nebo o komponenty, které jsou pro zákazníka nepotřebné a není tak za ně ochotný platit. Příkladem může být vymalování prostor, kam nikdo nechodí nebo akvizice softwarů, které firma nikdy nevyužije.
- Čekání – Pokud mají kroky výrobního řetězce různé časy trvání a zpomaluje se kvůli tomu výroba, jedná se o plýtvání. Špatné vybalancování linky vede nejen k vyšším nákladům na prostory nebo pracovníka, ale může vstupovat do zmetkovitosti, pokud je jedno z pracovišť moc vytížené a nestíhá ostatní pracoviště. (EKU, 2020)

5 MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT

Jedná se o analytickou metodu, která je jednou ze základních technik štíhlého přístupu. Tato technika mapuje hodnotové toky jak ve výrobních, tak i například v administrativních procesech. Pomocí tohoto nástroje se zobrazují toky hodnot, které mohou být materiálového, informačního, finančního nebo i jiného charakteru a napomáhá detailnějšímu pochopení toku produkčních procesů, které prochází celou organizací a také vizualizuje systém řízení společnosti, plánování a na to napojené požadavky zákazníka. (ManagementMania, 2018)



Obrázek 4 Příkladová mapa toku hodnot (interní materiály)

Podrobná analýza a vizualizace procesů umožňuje managementu identifikovat příčiny plýtvání zdrojů, jako například lidské práce, času, informačních, materiálových či finančních zdrojů. Další možné ztráty, které mapování toku hodnot pomáhá odhalit jsou úzká místa, slabé stránky informačních toků nebo odůvodnění neefektivních toků ve společnosti. Zpracovávání konkrétních map hodnotových toků používají a mají na starosti pracovníci zlepšování procesů nebo řízení kvality ve firmě. Pokud se analýza hodnotového řetězce, jak se taky dá nazývat mapování toku hodnot, aplikuje pouze na určitou část procesu, lze využít mapování procesu. (ManagementMania, 2018)

5.1 Mapování procesu

Mapování procesů je technika používaná k vizuálnímu mapování pracovních postupů a procesů. Účelem mapování procesů je stručně a přehledně sdělit, jak proces funguje. Díky

zmapování procesu od začátku do konce je jednodušší pochopit, jak celý proces funguje, kde se nachází neefektivita a kde by bylo možné daný proces zlepšit. Pokud je potřeba komunikovat s členy týmu ohledně stávajícího problému, je využití těchto map velmi nápomocné. (Asana, © 2023)

Hlavní parametry, které se sledují po zmapování procesů jsou časy mezi jednotlivými procesními operacemi, chybovost, úzká místa, nahromaděné zásoby, přebytečné kroky, čas cyklu nebo přepracování pracoviště. Dále popsány další dva druhy diagramů, přičemž špagetový diagram byl využit pro účely této práce. (Asana, © 2023)



Obrázek 5 Symboly pro mapování procesů (interní materiály)

5.1.1 Vývojový diagram

Vývojový diagram slouží k zobrazení sekvence procesních kroků, v takovém pořadí, jak na sebe navazují. Poskytuje informaci o průběhu a fungování procesu. (Lean Six Sigma, © 2023)

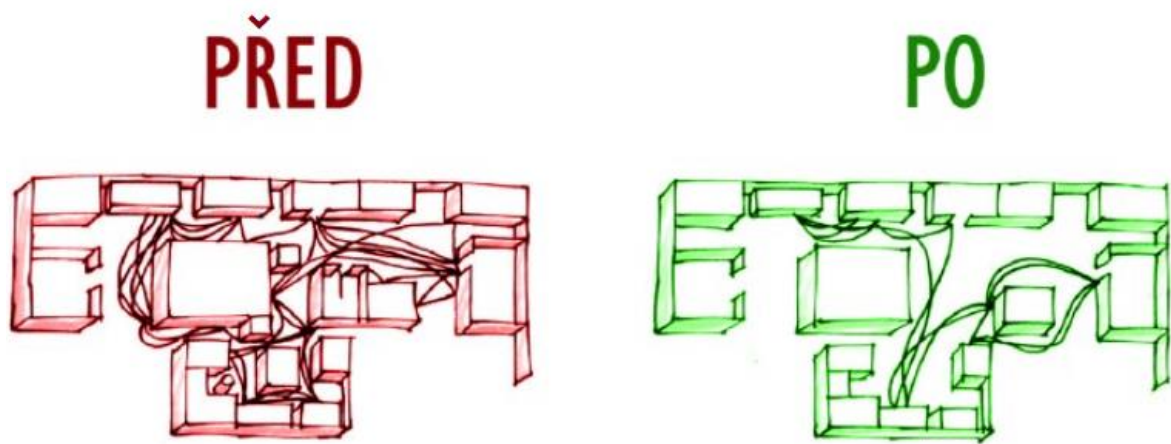


Obrázek 6 Prvky procesního diagramu (Lean Six Sigma, © 2023)

5.1.2 Špagetový diagram

Pomocí špagetového diagramu, často se označuje jako „Point-to-Point flow chart“ nebo „mapa fyzického toku“, se vytváří během reálného pracovního procesu, potažmo pracovní směny, vizualizace pohybů pracovníka. Základem může být firemní layout nebo náčrt rozmístění strojů, nástrojů, logistických prostor nebo materiálu na pracovišti. (ROI Management Consultants, © 2012)

Špagetové diagramy se využívají na analýzu toku produktů, dokumentů nebo tras. Dále se využívá například na měření vzdálenosti nebo měření frekvence pohybů. V neposlední řadě se používá špagetový diagram na identifikování potenciálních problémů, jako například dlouhé trasy, obchůzky nebo vzájemně se křížující trasy. (APOS Consulting, © 2015)



Obrázek 7 Příklad optimalizace pomocí špagetového diagramu (APOS Consulting, © 2015)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

Siemens, s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Frenštát je předním světovým dodavatelem nízkonapěťových asynchronních elektromotorů a současně největším závodem na výrobu standardních elektromotorů osových výšek 225–355 mm v Evropě. Závod dodává elektromotory do velkých investičních celků, především pro výrobce čerpadel, kompresorů a vzduchotechniky po celém světě. Výjimkou nejsou ani speciální typy motorů do nejnáročnějších prostředí jako jsou motory do prostředí s nebezpečím výbuchu, nebo motory digitální.



Obrázek 8 Areál společnosti (interní materiály)

Základní údaje:

Název: Siemens, s.r.o.

Datum zápisu: 14. prosince 1990

Sídlo společnosti: Siemensova 2715/1, Stodůlky (Praha 13), 155 00 Praha

IČO: 00268577

Základní kapitál: 571 100 000 Kč

Počet zaměstnanců: 5000–9999 zaměstnanců

Jednatelé: Ing. Eduard Palíšek PhD. MBA, Jens Franke

Předmět podnikání: výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona



Obrázek 9 Sídlo společnosti Siemens s.r.o. (interní materiály)

6.1 Historie společnosti

Historie frenštátského závodu se začala psát v roce 1946, kdy se z tehdejšího koncernu Baťa ve Zlíně vyčlenila elektrovýroba, kterou bylo nutné co nejrychleji přestěhovat do jiných prostor. Pro její přesun ze Zlína se tehdy hledalo vhodné místo. A přestože Frenštát původně nebyl na seznamu lokalit, traduje se, že když si dva vedoucí pracovníci obuvnického koncernu jeli prohlédnout nabídnutý prostor ve Strážnici a v Budišově nad Budišovkou, při cestě zpátky přenocovali ve frenštátském hotelu Vlčina. Velká prosklená stěna zdejší restaurace jim poskytovala úchvatný pohled na hřeben Radhoště. A pod ním uviděli na kraji města lehkou stavbu s šedivou střechou, která byla nedaleko vlakového nádraží. Jednalo se o tkalcovnu firmy Petr Polach, která po válce ještě pořádně nerozběhla výrobu, proto byla jednání s panem Polachem úspěšná. Po jednání se zastupiteli města, kteří také vyjádřili zájem nad vytvořením nového závodu, jeli vedoucí pracovníci zpátky do Zlína, kde již

proběhla konkrétní jednání ohledně ploch, které by byly k dispozici kromě prostor pana Polacha nebo jaké jsou možnosti nábory nových pracovníků. V krátké době bylo vše dojednáno a odsouhlaseno.



Obrázek 10 Tkalcovna Petra Polacha s hřebenem Radhoště (interní materiály)

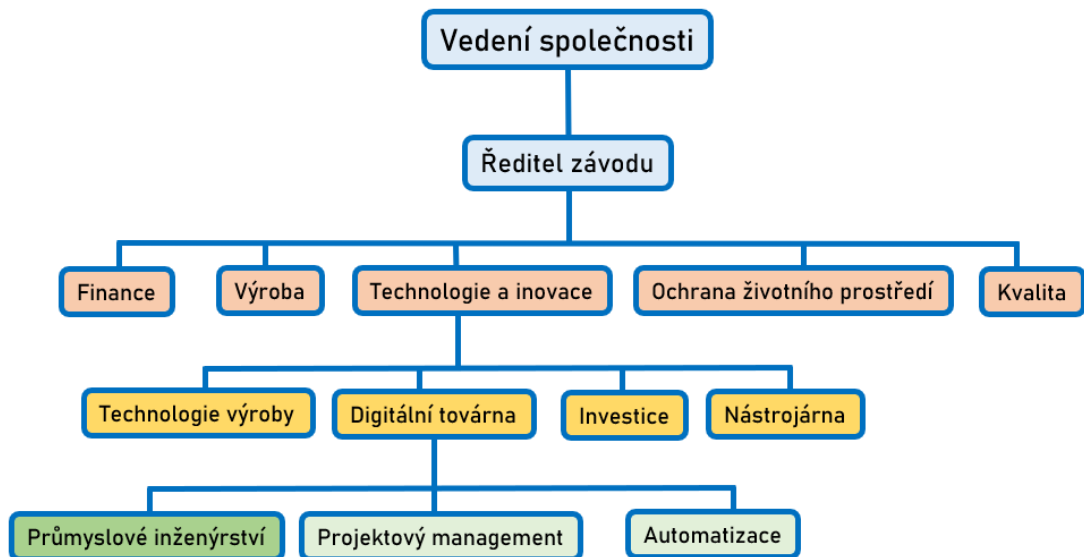
V prosinci roku 1946, kdy bylo započato stěhování výroby, bylo ve Frenštátě mnoho sněhu a kruté mrazy. Dne 27. prosince 1946 projela branou nového závodu první vozidla se stroji a materiálem z elektro oddělení firmy Baťa ze Zlína. V lednu se začala výroba rozjíždět, žádný stěhovaný stroj nebyl mimo provoz déle než čtrnáct dní. Již 3. února byly všechny dílny kompletní a uspořádány stejně jako ve Zlíně a od 15. února 1947 vyjížděly z montáží hotové výrobky. První expedovaný motor měl číslo 5000 001 a byl to typ E6bV2 – 088 a jen do dnešního dne vyrobila firma miliony motorů, které slouží zákazníkům po celém světě.

Závod první rok fungování začínal na 300 zaměstnancích. Po pěti letech překonal tisícovou hranici a brzy se stal ve Frenštátě největším zaměstnavatelem. Firma se přirozeně snažila přispívat ke kultuře života Frenštátčanů, proto se rozhodl investovat například do domu kultury, jehož stavba stála 6,5 milionu korun.

V roce 1994 došlo k převzetí MEZu (Moravského elektrotechnického závodu) společností Siemens. Za 29 let fungování závodu pod značkou Siemens firma investovala do vývoje a výroby elektromotorů několik miliard korun. K největším investicím patří projekt z roku 2005 na rozšíření kapacit výroby s názvem „Growth 2008“, výstavba nové haly hřídelovny a její vybavení výrobními technologiemi a dále například výstavba skladovací a expediční haly v roce 2007. Rekordním nákupem pak byla investice do navijárny a lisovny v rámci projektu WIN 2013. Díky těmto investicím je dnes frenštátský závod největším evropským výrobcem nízkonapěťových asynchronních elektromotorů osových výšek 225-355 mm.

6.2 Organizační struktura společnosti

Jelikož se jedná o mezinárodní společnost, frenštátský závod spadá pod německé vedení společnosti. Toto vedení je přímo ve Frenštátě zastoupeno vedoucím závodu a finančním ředitelem. Momentálně však firma prochází personálními změnami na ředitelských pozicích a nejspíše dojde v tomto roce ke změně názvu, na což se pojí i interní systémy, které také budou muset projít změnou.



6.3 Strategie frenštátského závodu

Strategie společnosti Siemens si zakládá na 4 důležitých pilířích, které v sobě zahrnují aktivity potřebné k dosažení dlouhodobé vize. Strategie je tvořena vedoucími pracovníky v horizontech pěti let a každý rok je přezkoumávána vrcholným managementem. Bonusy za splnění strategických cílů jsou jedním z hlavních motivačních faktorů převážně technickohospodářských pracovníků.

V dalších bodech jsou stručně popsány čtyři základní pilíře závodu Frenštát.

- Inovace produktu a růst – vyvíjení a vyrábění kvalitních konkurenceschopných výrobků, které by měly překonávat očekávání zákazníků
- Technologie a digitalizace – inovace a zavádění automatizace a digitalizace administrativních a výrobních procesů, udržování vysoké produktivity a naplňování vize Lean Digital Factory
- Výkonnost – optimalizace všech procesů, zlepšování finančních i nefinančních ukazatelů, přemožení konkurence
- Lidé, kompetence a odpovědnost – zajištění udržitelného rozvoje v oblasti životního prostředí, zdraví a bezpečnosti práce, využití rozvojových programů a budování kompetentního a motivovaného týmu zaměstnanců

6.4 Strategie produktivity společnosti

Slovo produktivita lze chápat obecně jako efektivní řízení produktivity, které je klíčové pro zajištění dlouhodobé konkurenceschopnosti společnosti Siemens. Pomocí řízení produktivity může Siemens aktivně podporovat neustálé zlepšování poměru vstupů a výstupů, aby zvýšil výkonnost společnosti a hodnotu pro zákazníky. Řízení produktivity ve společnosti Siemens zahrnuje snižování nákladů, optimalizaci aktiv, zvyšování prodeje a další různá zlepšení z hlediska ekonomiky.

Řízení produktivity ve společnosti Siemens koordinuje pracovní skupina (WG) - Řízení produktivity. Určuje, jakým způsobem mají být opatření v oblasti produktivity zaznamenávána, sdílí osvědčené postupy a poskytuje využívaný nástroj One PumaWeb.

Pojem Produktivita je však v koncernu Siemens používán jako přesný KPI ukazatel (Key Performance Indicator) – produktivita materiálová a produktivita z VAC nákladů (viz níže). Tento ukazatel je zde v textu značen s velkým počátečním písmenem. Jak již bylo výše

zmíněno, produktivita se dělá převážně snižováním nákladů. Největším nákladem firmy je přímý výrobní materiál na výrobu motorů, konkrétně železo a měď. Druhým největším nákladem jsou mzdy společně s odvody za sociální a zdravotní pojištění. Dále v pořadí největších nákladů společnosti jsou odpisy strojů a zařízení a energie. Tyto zmíněné náklady a mnohé další se dělí na dvě skupiny nákladů.

6.4.1 Náklady přidávající hodnotu

Tyto materiály se také jako označují zkratkou VAC – Value added costs. Tato skupina nákladů tvoří 25 % celkových nákladů společnosti.

Mezi tyto náklady patří:

- Personální náklady – přímé mzdy, odvody, přesčasy, benefity
- Náklady na dopravu – interní (doprava v rámci firmy), externí (doprava motorů k zákazníkovi)
- Odpisy strojů a zařízení
- Výrobní prostory – pronájem (frenštátský závod pronajímá budovy od mateřské společnosti Siemens AG)
- Náklady údržby – úklid, seřízení strojů, odpady
- Nástrojárna – výroba pomocných nástrojů pro výrobu motorů (náklady na vyrobené přípravky)
- Energie – elektřina, plyn, voda
- Nakupované služby – IT, marketing, kancelářské potřeby

Další obvyklé náklady, jako třeba oddělení výzkumu a vývoje nebo strategického nákupu, se neúčtují přímo frenštátskému závodu, protože je vlastní mateřská společnost.

Cílem závodu je snižovat tyto náklady každoročně o 7,5 %. V dnešní době se klade velký důraz na snižování nákladů energií, které firma snižuje například investicemi do úspornějších strojů nebo automatickým zhasínáním světel na dílnách.

6.4.2 Materiálové náklady

Jelikož se ve Frenštátě produkují motory o váze až 1 tuna, vyplývá z toho, že materiálové náklady tvoří 75 % z celkových nákladů společnosti.

Mezi tyto náklady se řadí spotřeba režijního materiálu a přímý jednicový materiál.

Vzhledem k množství odebíraného materiálu je velmi těžké se pokoušet o razantní snižování materiálových nákladů, proto tedy je každoročním cílem společnosti tyto náklady také procentuálně snižovat. Tohoto cíle se firma snaží docílit úsporou materiálu (použití menšího množství), záměnou jednoho materiálu druhým nebo úsporou spotřeb režijních materiálů (lepidla, ředidla, ochranné pomůcky). Dosáhnout těchto úspor je velmi obtížné, jelikož každé drobné podobné změně předchází velké množství času investované do testování návrhu a následně zavedení inovace do výroby.

6.4.3 4 základní principy opatření k produktivitě

Opatření k produktivitě musí vést ke zvýšení produktivity trvalým zlepšením v oblasti zisku jednotlivých obchodních jednotek, poboček nebo odpovídajících organizačních jednotek, které jsou zodpovědné za své finanční výkazy. Všechna opatření vedoucí ke zvýšení produktivity mají jedno společné – respektují 4 základní principy. Smyslem těchto principů je jednoznačně potvrdit nebo vyvrátit, zda se skutečně jedná o opatření k produktivitě.

- **Aktivní řízení a zákaz dvojího započítávání** – Opatření ke snížení nákladů na produktivitu musí být řízena aktivně. Jsou stanoveny jasné cíle akce, osoby odpovědné za realizaci a plán realizace s konkrétními činnostmi. Není povolené zpětné dokládání změny profitovosti nebo úpravy rozpočtů bez konkrétních činností. Druhým bodem prvního principu k produktivitě je zákaz dvojího započítávání. Opatření musí být implementována, monitorována a kontrolována v jednotce, která za ně zodpovídá a která nese náklady. Jestliže se náklady nevyškytly poprvé v účetní jednotce, která je zodpovědná za opatření, opatření musí být sledováno nejprve zodpovědnou jednotkou. Jednotka, ve které se poprvé vyskytly náklady, pak schválí dopad na zisk a je zodpovědná za sledování opatření v dalším stupni implementace. Jestliže se dopad na zisk projeví v jiné reportingové jednotce, než ve které vznikly prvotní náklady, úspory musí být buď alokovány, anebo opatření musí být konsolidováno v původní jednotce a zároveň je nutno opatření sledovat odděleně v jednotce, kde vzniká zisk. Jednotka, v níž jsou alokovány úspory, musí zajistit, že alokované úspory, jsou vyňaty z roční alokace nákladů. V každém případě, je nutné vyhnout se dvojímu započítání.
- **Přímý dopad na zisk** – Opatření k produktivitě musí generovat jednoznačně prokazatelné úspory, která mají neoddiskutovatelný dopad na zisk. Ve výrobních

podnicích je typická určitá kratší prodleva mezi implementací opatření a jejím dopadem na zisk. Existují dvě metody, jak určit dopad na výnosy a zisk:

- metoda „**completed contract**“ – zisk je zaznamenán v době ukončení kontraktu
- metoda „**percentage of completion**“ – dopad na zisk je rozdělen do několika let, zohledňuje se, v jaké fázi dokončení se projekt nachází

Příklad, kdy může dojít ke zlepšení bez dopadu na zisk, je ve výrobním závodě typicky tehdy, když dojde k úspoře pouze několika hodin režijního pracovníka (například skladníka) a tento pracovník nadále zůstává zaměstnaný na hlavní pracovní poměr. Dopad na zisk takové opatření tudíž nemá a do Produktivity se dostane například v kombinaci s dalšími menšími opatřeními. Více malých opatření může vést k tomu, že se přeskupí určité činnosti (v případě skladníka ve skladu) a jeden pracovník tak může být propuštěn.

- Trvalé zlepšení – Opatření k produktivitě musí vykazovat trvalý pozitivní vliv na zisk. Trvalým zlepšením se myslí, že efekt trvá alespoň tři roky. Rozhodujícím faktorem je předpoklad trvání při zahájení opatření. Jestliže se předpokládá, že dopad opatření bude mít vliv na období kratší, než 3 roky, zlepšení bude zahrnuto do opatření s jednorázovým vlivem.
- Nákladová základna – Opatření musí mít nákladovou základnu (kterou je ve Frenštátě předcházející obchodní rok). Produktivita se pak počítá jako rozdíl nákladů po zavedení opatření v porovnání s náklady nákladové základny (tedy nákladů za minulý obchodní rok). Aby bylo možné tato dvě období porovnávat a Produktivitu správně vyčíslit, dochází ještě k úpravě nákladové základny minulého roku o vliv změny ceny a změny objemu produkce (vliv ceny a objem produkce tak nebude hrát při výpočtu roli a bude fokus na to opatření samotné).

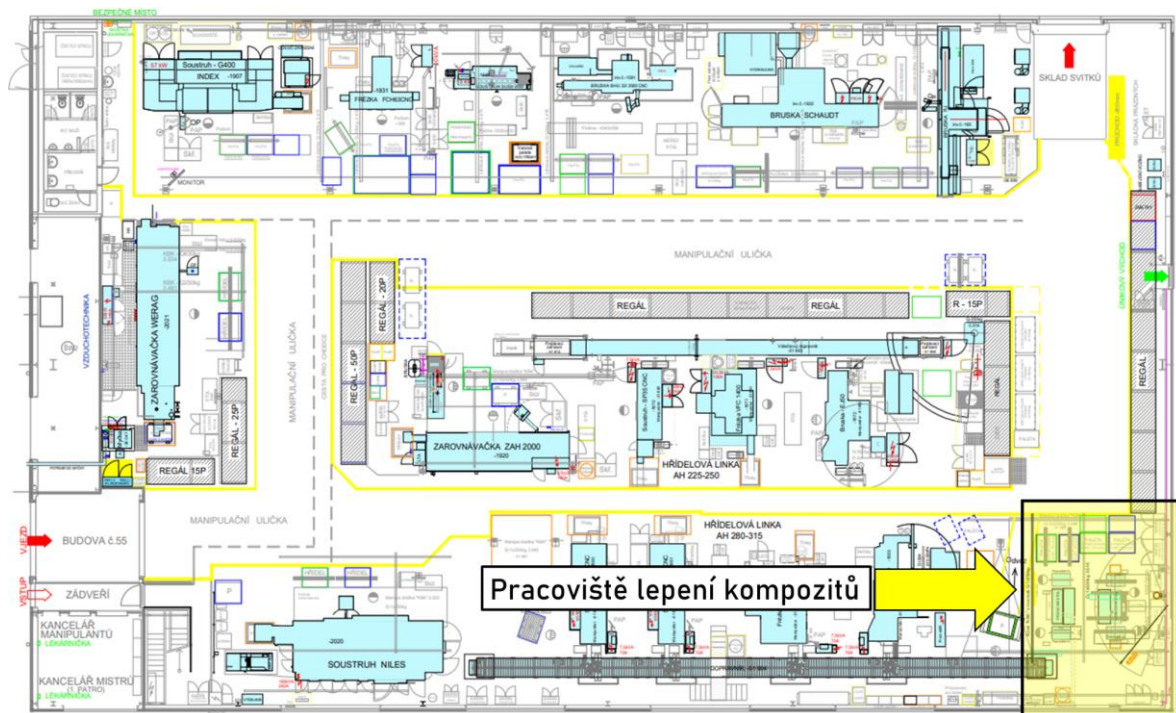
Nákladovou základnou nemůže být plán (například schválený rozpočet na daný rok nebo výhledový rozpočet. Pokud se šetří náklady v porovnání k plánu, nejsou tyto náklady vykázány jako Produktivita, ale jako tzv. Zamezené náklady (Avoided costs).

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Pro analýzu současného stavu pracoviště se využívá několik metod průmyslového inženýrství, jako např. mapování materiálového toku, snímek pracovního dne, špagetový diagram nebo ergonomický screening. Analýza se provádí za účelem získání komplexnějšího pohledu na pracoviště, po kterém je možné navrhnout řešení pro zlepšení momentální situace, ať už z pohledu produktivity, nebo jiných vlastností pracoviště.

7.1 Základní informace o pracovišti

K analýze bylo vybráno pracoviště lepení kompozitních kroužků na hřídel. Pracoviště se nachází v areálu společnosti v budově obrobny.



Obrázek 12 Layout obrobny (interní materiály)

Důvodem lepení kompozitních kroužků na hřídel je zamezení vzniku ložiskového proudění, které bylo před implementací tohoto druhu materiálu značným problémem společnosti při reklamacích od zákazníků. Na momentálně využívaném řešení se pracovalo přibližně 2 roky i s následnou implementací.

Na pracovišti pracují čtyři pracovníci. Jedná se o dvě paralelně fungující pracoviště, tedy dva pracovníci dělají to stejné, ale na jiných stolech pro ukotvení kompozitu a stejně tak jsou

na pracovišti dva stoly pro očištění lepidla od hřídele, kde na každém stole pracuje jeden pracovník. Pracuje se ve 2směnném provozu na ranní a odpolední směně.

7.2 Pracovní postup

Nejprve pracovník s vysokozdvizným vozíkem doveze paletu s hřídelemi k pracovišti lepení kompozitu, poté si pracovník u pracovního stolu ukotvení kompozitu pomocí menšího jeřábu s magnetem položí hrubovanou hřídel na otočný stůl tak, aby průměr pro nalepení vložek byl za krajem otočného stolu.



Obrázek 13 Hřídel na otočném stole (interní materiály)

Následně si pracovník odmastí průměr pro nalepení kompozitních kroužků. Nejprve aplikuje pracovník nástřík na průměr hřídele, poté pomocí hadříku nástřík setře a tím dojde k odmaštění plochy pro nanesení lepidla. Kompozitní kroužky by měly být odmaštěny během přípravy před zahájením práce.

Pomocí pneumatické pistole nanese pracovník lepidlo na průměr hřídele.

Dalším krokem je rozetření lepidla rovnoměrně po celé ploše průměru pomocí štětce. V nanesené vrstvě lepidla nesmí zůstat vlásky štětce, které by mohly ovlivnit funkci lepidla.



Obrázek 14 Rozetření lepidla (interní materiály)

Kompozitní kroužky se nasazují na průměr hřídele tak, aby se vložky mezi sebou dotýkaly na protější straně. Poté se stahují radiálním fixačním přípravkem na ukotvení kroužků.



Obrázek 15 Nalepené kompozitní kroužky (interní materiály)

Dalším krokem je ukotvení kompozitních kroužků. Ukotvení kroužků se provádí radiálně i axiálně. Nejprve se na kroužky nasadí přípravek na radiální zajištění tak, aby fixační přípravek překrýval 2 spáry mezi vložkami, aby se přebytečné lepidlo mělo kde vytlačit. Přípravek se musí dotáhnout tak, aby se na hřídeli volně neotáčel. Poté se na volný konec hřídele nasune hliníkový válec na axiální zajištění a dotáhne se šroubem s daným točivým momentem podle předem daných tabulek.



Obrázek 16 Ukotvení kompozitních kroužků (interní materiály)

Pomocí magnetového jeřábu se hřídel přemístí na sušicí stůl.

Sušení lepidla trvá při ideální teplotě 22 °C přibližně 75 minut. Pod stolem je umístěno topení, které je využíváno primárně v chladnějších měsících, aby se doba sušení neprodlužovala. Pokud se jedná o větší hřídele, nebo jsou hřídele zmrzlé ze skladu, může sušení trvat až 90 minut.



Obrázek 17 Sušicí stůl (vlastní fotografie)

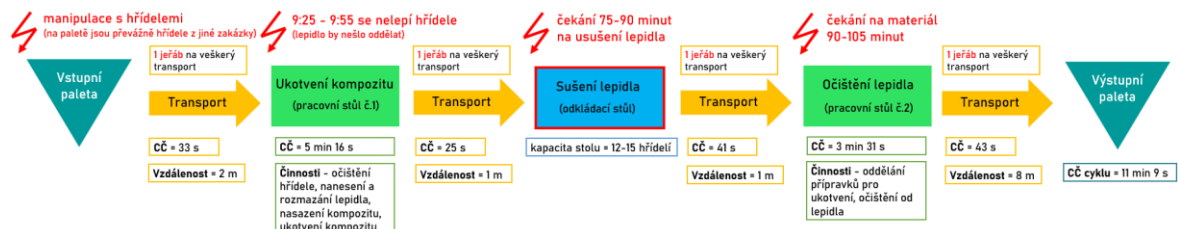
Dostatečně usušená hřídel se pozná podle konzistence lepidla, která by se měla podobat konzistenci plastelíny. Hřídel se přenese pomocí magnetového jeřábu na druhý pracovní stůl pro očištění od lepidla. Zde se demontuje axiální přípravek a pomocí špachtle se odstraní výronky lepidla.

Poté se hřídel přenáší na výstupní paletu, odkud může pokračovat dále do výrobního procesu.

7.3 Mapování procesu

Pro jednodušší vizualizaci a ucelený pohled na tok materiálu na pracovišti lepení kompozitních kroužků byla zvolena Value Stream Mapping metoda.

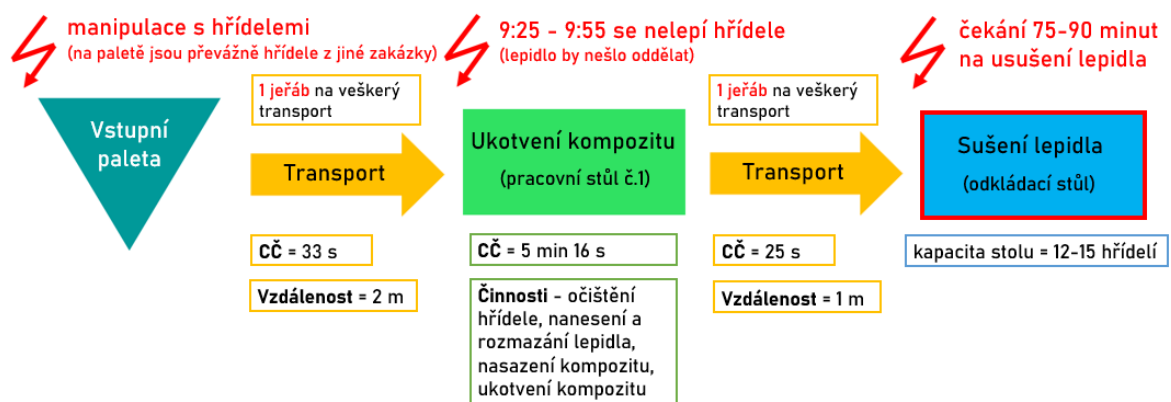
Pro mapování procesu byla zvolena grafická podoba využívaná ve společnosti Siemens.



Obrázek 18 Mapování procesu (vlastní zpracování)

Obrázek č. 18 nám dává ucelený pohled na proces. Červeným bleskem jsou zde zaznačena upozorována rizika plýtvání. Procesní diagram je dále rozdělen podle pracovišť tak, aby se mohly jmenovitě označit rizika plýtvání.

7.3.1 Mapa toku hodnot pracovního stolu ukotvení kompozitu



Obrázek 19 Mapa toku hodnot pracovního stolu č.1 (vlastní zpracování)

Procesní diagram začíná v bodě vstupu hřídele do daného procesu. Zde se vyskytuje první hrozba plýtvání. Může nastat situace, kdy přiveze pracovník s vysokozdvížným vozíkem na pracoviště paletu, která obsahuje pouze jednu hřídel z dané zakázky, na které se zrovna pracuje. V horších případech se jedná o paletu plnou větších hřídelí a potřebná paleta se vyskytuje na spodu celé palety. V tento moment může zabrat manipulace s hřídelemi až 25 minut jen kvůli jedné hřídeli ze zakázky. Na odpolední směně hrozí tento druh plýtvání ještě víc, jelikož na obrobně operuje pouze jeden pracovník s vysokozdvížným vozíkem. Nemá tudíž čas na hledání potřebných palet.

Následuje transport hřídele z palety na pracovní stůl, kdy si pracovník přisune magnetický jeřáb k paletě, uchytí potřebnou hřídel a přemístí si ji na pracovní stůl. Podle naměřených hodnot ze snímků pracovního dne tato činnost trvá v průměru 33 vteřin a vzdálenost, kterou pracovník urazí během transportu jsou necelé dva metry. U transportu dochází k plýtvání pouze v moment, kdy v jednu chvíli potřebují transport oba pracovníci a jeden musí čekat na druhého. Toto čekání je zapříčiněno tím, že na pracovišti je pouze jeden magnetický jeřáb na dva pracovní stoly. Na celkový výkon práce však nemá tato nepatrná časová ztráta vliv.

Nejdelším časovým cyklem v procesu je ukotvení kompozitu, které trvá průměrně 5 minut a 16 sekund. Jak již bylo výše zmíněno, na pracovišti během této doby pracovník stihne očistit průměr hřídele, nanést a rozmazat lepidlo, nasadit kompozitní kroužky a ukotvit je pomocí radiálních a axiálních fixačních přípravků. Vedlejší činnosti, jako čištění pomůcek, výměna dávkovače lepidla nebo výměna statického mixéru na čele hydraulické pistole, patří k činnostem zařazujícím se k času přípravy, který je zohledněn jak ve snímcích dne, tak i v navržených normách. Tyto činnosti provádí pracovník na začátku směny, poté má čas na dodatečnou přípravu materiálu a náradí v době od 9:25 do 9:55 hodin, jelikož v té době by neměl lepit kompozitní kroužky na hřídel. Důvodem nelepení kompozitních kroužků je čas schnutí lepidla, jelikož by lepidlo zaschlo v době, kdy jsou pracovníci na obědě. Lepidlo by tedy schlo déle a poté by nešlo oddělat z hřídele.

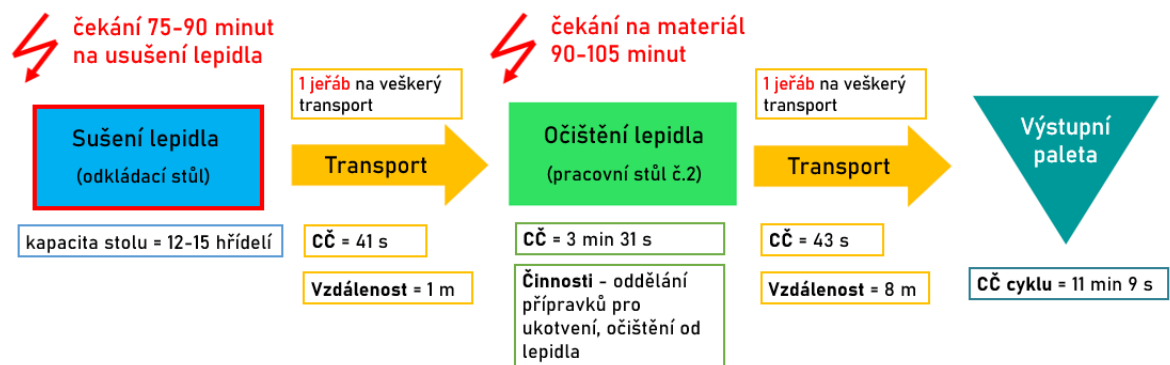
Dále následuje transport na sušicí stůl, který průměrně trvá 25 vteřin. Zde stráví hřídel nejvíce času. Nanesené lepidlo musí uschnout na 10% tvrdost, jinak řečeno do stavu, kdy se dá lepidlo očistit od hřídele tak, aby na místě nezůstaly zbytky. Proto se čeká za ideálních podmínek 75 minut. Pokud podmínky ideální nejsou (zmrzlé hřídele, nízká teplota na pracovišti), může sušení trvat až 90 minut. Takové podmínky také způsobují horší aplikaci lepidla na pracovišti ukotvení kompozitu, kdy se lepidlo těžce roztírá.

Celkový čas od vstupu hřídele do procesu lepení kompozitu na prvním pracovním stole je 6 minut a 14 sekund, z toho celkový transport trvá 58 sekund a zbylých 5 minut a 16 vteřin trvá ukotvení kompozitu. Jelikož transport patří do NVA činností a ukotvení kompozitu do VA činností, tvoří poměrově NVA činnosti 15,5 % z celkového času lepení kompozitu na prvním pracovním stole, VA činnosti tvoří 84,5 % času.

7.3.2 Mapa toku hodnot pracovního stolu očištění od lepidla

Na obrázku číslo 20 je vyobrazen detailní pohled na druhou část procesního diagramu.

Hřídel se tedy znovu pomocí magnetického jeřábu přesouvá na další pracovní stůl. Tento transport trvá 41 sekund, tedy o 16 sekund déle, než na první pohled stejný transport z pracovního stolu č.1 na sušící stůl. Důvodem je přesunování hřídelů na sušícím stole tak, aby pracovník u pracovního stolu č.1 měl prostor pro odkládání hřídelů s nalepeným kompozitním kroužkem.



Obrázek 20 Procesní diagram pracovního stolu č.2 (vlastní zpracování)

Z procesního diagramu je zřejmým plynutím pracovního stolu očištění lepidla je čekání 90–105 minut na začátku směny na první hřídel. Tento čas pracovník z velké části čeká nebo předpřipravuje materiál pracovníkovi u stolu s ukotvením kompozitních kroužků. Na odpolední směně se tato nečinnost nevyskytuje, jelikož pracovník u prvního stolu připravuje hřídele pro další směnu. Problémem na odpolední směně není tím pádem čekání pracovníka očištění lepidla na začátku směny, nýbrž čekání pracovníka u pracovního stolu č.1, který od 20:30 již nesmí lepit hřídele, jelikož by na pracovišti nebyl nikdo, kdo by danou hřídel očistil, protože pracovník se chystá na odchod z práce. Tento nevyužitý čas je zapříčiněn tím, že se pracuje pouze na ranní a odpolední směnu.

Cyklový čas u stolu s očištěním lepidla činí 3 minuty a 31 vteřin, během kterých pracovník sundá plastovou síťku z čela hřídele, oddělá přípravky pro axiální a radiální fixaci kroužků, odstraní lepidlo z drážek pomocí špachtle, označí kompozitní kroužek bílou tečkou a nasadí plastovou síťku na čelo hřídele.

Poté proběhne transport z pracovního stolu č.2 na výstupní paletu.

Jak je vidět na diagramu, výsledný čas jednoho cyklu, během kterého projde paleta pracovištěm, je 11 minut a 9 sekund, pokud nezapočítáváme dobu čekání palety na sušicím stole. Pokud by se pracovalo ve třísměnném provozu a nehrozilo by přeplnění sušicího stolu, čas čekání hřídele na usušení lepidla na sušicím stole by prakticky neměl vliv na dobu trvání cyklu a celkovou produktivitu pracoviště.

Celkový čas od momentu usušení lepidla na hřídeli až po odložení hřídele na výstupní paletě, tedy čas procesu druhého pracovního stolu, je 4 minuty a 55 sekund, z toho celkový transport trvá 1 minutu a 24 sekund a zbylé 3 minuty a 31 vteřin trvá ukotvení kompozitu. Jelikož transport patří do NVA činností a ukotvení kompozitu do VA činností, tvoří poměrově NVA činnosti 28,5 % z celkového času očištění hřídele od lepidla na druhém pracovním stole, VA činnosti tedy tvoří 71,5 % času. Poměrové navýšení NVA činností, dalo by se říct transportu, je navýšeno u druhého pracovního stolu oproti prvnímu pracovnímu stolu z důvodu větší vzdálenosti transportu z druhého pracovního stolu na výstupní paletu.

7.4 Snímek pracovního dne

Dalším krokem analýzy současného stavu pracoviště je snímek pracovního dne. Účelem tohoto měření bylo zjištění, jaké činnosti pracovníci provádějí a kolik času jim dané činnosti trvají. Tyto údaje se také přenesly, do výše zmíněného procesního diagramu. Dále údaje poslouží k normativním účelům.

Jelikož se jedná o dvě rozdílné činnosti na dvou různých pracovních stolech, jsou snímky rozděleny podle pracovních stolů, a to na pracovní stůl ukotvení kompozitu a pracovní stůl očištění od lepidla. U každého z pracovišť byly provedeny tři snímky celé směny.

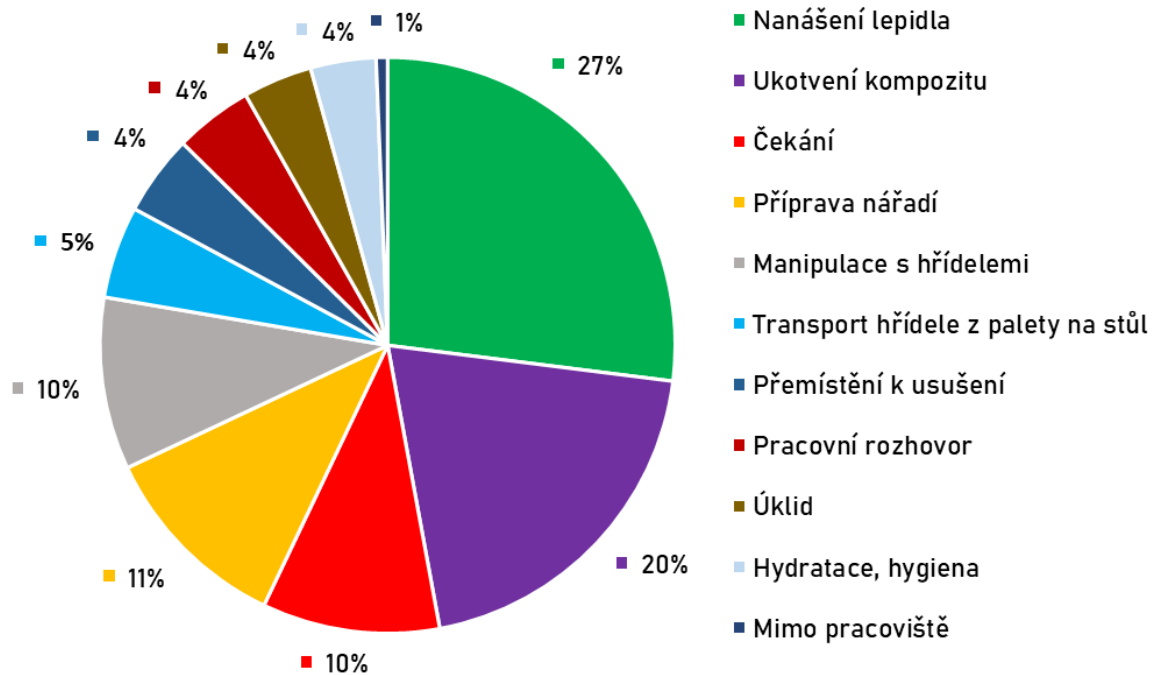
Snímek pracovního dne slouží k analyzování činností přidávajících hodnotu a činností nepřidávajících hodnotu výsledného výrobku.

7.4.1 Vyhodnocení pracoviště ukotvení kompozitu

K vyhodnocení jsou k dispozici tři snímky pracovního dne, konkrétně tři ranní směny od 6 do 14 hodin.

Nejprve jsou vypsány jednotlivé činnosti měřené na pracovišti ukotvení kompozitu a u každé činnosti je krátce popsáno, co se při ní provádí a do jaké kategorie činností spadá, zdali do VA (Value Added) – hodnotu přidávající činnosti, NVA (Non Value Added) – hodnotu nepřidávající činnosti nezbytné nebo Plýtvání – činnosti zbytné hodnotu nepřidávající.

- Transport hřídele z palety na stůl – NVA, přenos hřídele
- Nanášení lepidla – VA, kromě nanesení lepidla se při této činnosti také čistí průměr hřídele
- Ukotvení kompozitu – VA, nalepení a fixace kompozitních kroužků
- Přemístění k usušení – NVA, přenos hřídele z pracovního stolu č.1 na sušící stůl
- Příprava náradí – NVA, očištění materiálu a pracovních pomůcek, výměna mixéru na hydraulické pistoli
- Pracovní rozhovor – Plýtvání, rozhovor s mistry, kolegyněmi
- Manipulace s hřídelemi – Plýtvání, v případě že je na paletě více hřídelí mimo zpracovávanou zakázku
- Dokumentace – NVA, kontrola zakázky, zapisování do SAPu
- Hydratace, hygiena – Plýtvání
- Čekání – Plýtvání, čekání na jeřáb/hřídele, uvolnění kapacit stolu/pracovníka pracovního stolu č.2
- Úklid – NVA, uschování přípravků, zajištění pořádku na pracovišti, udržování čistoty na pracovišti
- Hledání – Plýtvání, hledání pracovních pomůcek
- Mimo pracoviště – Plýtvání, pracovník odešel mimo pracoviště z osobních/pracovních důvodů



Obrázek 21 Činnosti lepení kompozitu (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 21 jsou graficky znázorněny činnosti pracovníka u pracovního stolu lepení, potažmo ukotvení kompozitu. Poměr mezi činnostmi je vyjádřen v procentech. Hodnoty vyobrazeny v grafu jsou získány ze tří snímků pracovního dne, které byly naměřeny na ranní směně. Během snímků pracovního dne bylo zpracováno 118 kusů zhotovených hřídelí s nalepenými kompozitními kroužky připravenými k dalšímu výrobnímu kroku v procesu.

První necelé polovině grafu opanují činnosti nanášení lepidla a ukotvení kompozitu, tedy činnosti přidávající hodnotu finálnímu produktu. Jak bude zřejmé z dalšího grafu na obrázku č. 24, jedná se o jediné hodnoty přidávající činnosti, tudíž by měly tvořit větší část grafu, než momentálně tvoří. To však neznamená, že by bylo potřeba, aby dané činnosti trvaly déle času. Spíše to vypovídá o tom, že je velký prostor pro snížení času činností hodnotu nepřidávající, což by ve výsledku obrátilo poměr tak, že by nanášení lepidla a ukotvení kompozitu tvořilo větší polovinu výsečového grafu.

Velký podíl grafu tvoří příprava náradí a čekání, kdy se procentuální poměr těchto činností pohybuje okolo 10 %, což při přepočtu na jednu směnu činí 45 minut. Tato hodnota není překvapující u přípravy náradí, jelikož jak již bylo výše zmíněno, jedná se o činnost nezbytně nutnou, byť se jedná o činnost hodnotu nepřidávající. Podle norem by měla příprava náradí

trvat 9 minut na jednu zakázku. Poměr zpracovaných zakázek a času potřebného na přípravu jedné zakázky tedy odpovídá normě. Vysoká doba čekání je zapříčiněna částečně občasným čekáním na magnetický jeřáb, převážně se však jedná o čekání v intervalu 45–75 minut před obědem, kdy pracovník nemůže hřídele lepit, protože by lepidlo ztvrdlo na úroveň tvrdosti podobnou betonu. Dalším zdrojem čekání je poté časové okno 70–85 minut před koncem směny, jelikož by lepidlo ztvrdlo v době, kdy by měl mít pracovník na druhém stole prostor na úklid pracoviště před předáním pracoviště odpolední směně. Oba tyto intervaly se snaží pracovníci vyplnit čištěním a přípravou náradí. Proto je doba přípravy mnohem delší, než by podle normy měla být.

Další hojně zastoupenou činností je manipulace s hřídelemi. Touto činností zařazenou do plýtvání stráví pracovníci průměrně 43 minut na směnu. Jak již bylo výše zmíněno, důvodem tohoto plýtvání je několik zakázek naskladněných na jedné paletě, kdy pracovník musí manipulovat několika hřídelemi. Čas trvání záleží podle úrovně uložení hřídelí na paletě. Pokud je hřídel v horní polovině palety, zabere manipulace mnohem méně času, než když jsou potřebné hřídele v dolní polovině palety. Tento druh plýtvání by se mohl snížit, pokud by na pracoviště přijížděly palety, na kterých by hřídele byly seřazeny podle zakázek. Toto řešení by muselo být implementováno ve spolupráci s plánovacím oddělením, ale tato změna by vyžadovala zásadní úpravu v nastavených procesech plánování. Manipulace může trvat od 2–25 minut, nejdelší naměřený cyklus manipulace s hřídelemi byl 17 minut, hodnota 25 minut vychází z informací pracovníků na pracovišti.

Další činnosti zastoupeny stejným poměrem jsou činnosti transportu, konkrétně transport z palety na stůl, ten trvá přibližně 23 minut na směnu, a přenos hřídele z pracovního stolu na sušící stůl, který zabere pracovníkovi 20 minut pracovní doby. Jelikož se nejedná o plýtvání, ale o činnosti hodnotu nepřidávající nezbytné, není podstatné se na ně dále zaměřovat, jedině pokud by došlo ke změně layoutu.

Pracovní rozhovor trvá necelých 20 minut pracovní směny. Do pracovních rozhovorů jsou zařazeny rozhovory s mistry, spolupracovníky nebo případné zodpovězení mnou položených otázek. Pokud by pracovníci byli více vytížení prací, není pochyb o tom, že by se zredukoval tento druh plýtvání.

Úklid se provádí částečně před obědovou pauzou pracovníka, nicméně většinu času náleží úklidu po směně. Úklidem pracovníci občas vyplnili dobu čekání. Při přepočtu na jednu směnu strávil pracovník úklidem 17 minut, což je lehce pod stávající normou.

Důvodem zařazení činnosti hydratace a hygieny do plýtvání je vysoký poměr činností plýtvání jako čekání nebo pracovní rozhovor, místo kterých by mohla být prováděna hydratace a hygiena pracovníka. Pokud by byly v procesu pouze činnosti plýtvání jiného charakteru, jako například manipulace s hřídelemi, během které pracovník nemůže odejít z pracoviště, tak by se dala hydratace a hygiena považovat za činnosti nepřidávající hodnotu nezbytné.

Poslední zmíněnou činností v grafu je čas, kdy byl pracovník mimo své pracoviště. V průměru tento druh plýtvání zabere pracovníkovi 3 minuty na směnu. Důvodem tohoto plýtvání není zajištění pracovních pomůcek, nebo materiálu, ale jednalo se o reklamaci jedné z hřídelí navazujícím pracovištěm. Pracovník šel na dané pracoviště, aby ověřil kvalitu nalepení kompozitního kroužku. Mimo tuto událost, která se udála pouze při jednom snímku pracovního dne, pracovník neodcházel z pracoviště mimo jiné výše zmíněné činnosti.

Činnosti, které se nevmístily do grafu, ale mají svůj podíl na snímku pracovního dne jsou dokumentace a hledání. Povinnosti spojené s dokumentací zaberou pracovníkovi průměrně dvě minuty na směnu. Podíl činností spojených s dokumentací je poměrně nízký i z toho důvodu, že čas vychystávání materiálu podle údajů v dokumentaci spadá pod přípravu náradí. Hledání trvá pouhých 30 vteřin na směnu, jedná se tedy o marginální činnost. Je to důkazem dobrého uspořádání pracoviště, kdy v minulosti bylo implementováno 5S, a není důvod o zlepšení v této oblasti.

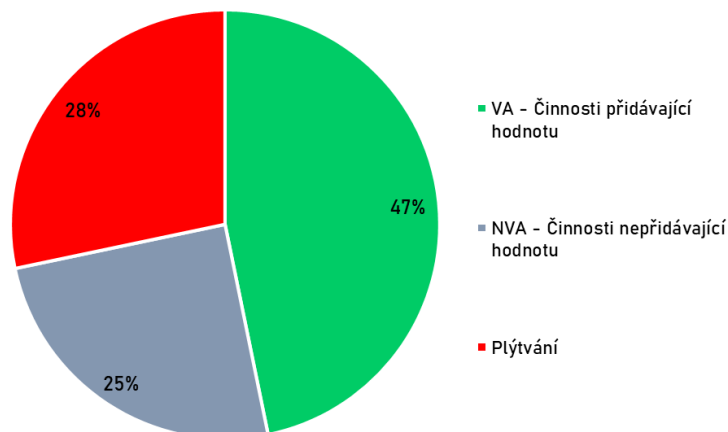


Obrázek 22 Uspořádání axiálních a radiálních upínacích přípravků podle 5S (vlastní fotografie)



Obrázek 23 Uspořádání úklidového náradí podle 5S (vlastní fotografie)

Grafické znázornění výše zmíněných činností rozdělených podle typů činností je zobrazeno na obrázku č. 24. Z tohoto grafu jde vyčíst, že větší polovinu celkového času pracovníka utváří činnosti nepřidávající hodnotu, ať už to jsou činnosti nezbytné nebo plýtvání.



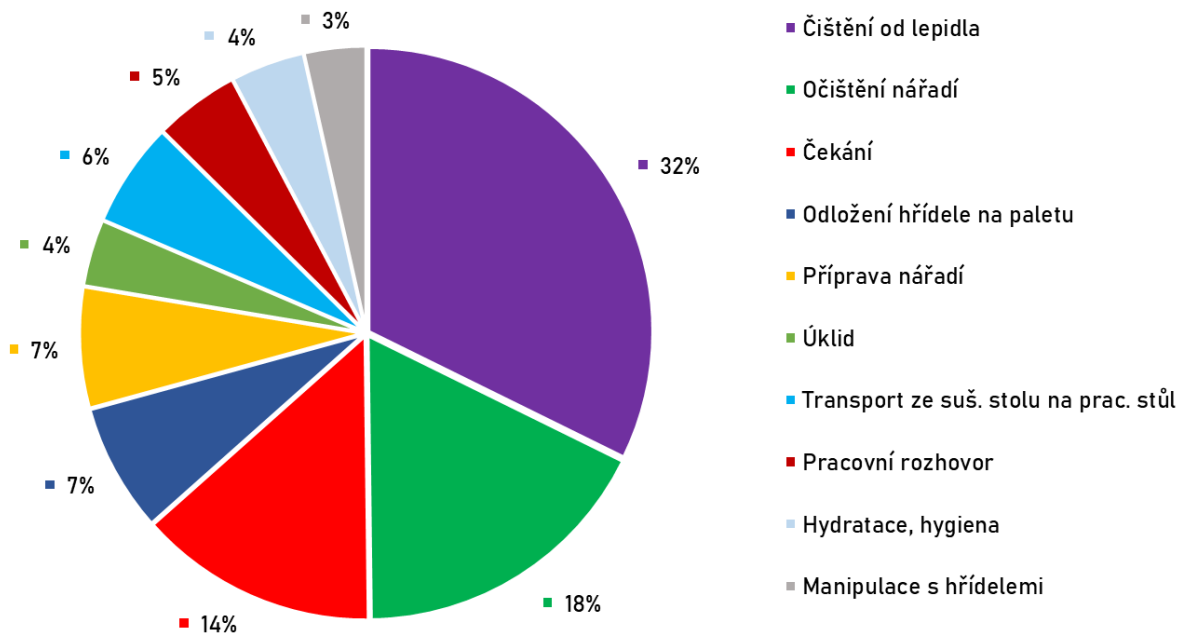
Obrázek 24 Graf rozdělení činností VA/NVA na pracovišti lepení kompozitu (vlastní zpracování)

7.4.2 Vyhodnocení pracoviště očištění hřídele

Stejně jako u předchozího pracoviště se k vyhodnocení pracoviště využije měření ze tří pracovních dnů ranních směn. Některé pracovní činnosti jsou velmi podobné činnostem z pracovního stolu lepení kompozitu.

V následujících odrážkách budou popsány pouze činnosti, které se provádějí pouze u druhého pracovního stolu.

- Čištění od lepidla – VA, oddělování lepidla od průměru hřídele
- Očištění náradí – NVA, čištění radiálních a axiálních fixačních přípravků
- Transport ze sušícího stolu na pracovní stůl – NVA, přenos hřídele
- Odložení hřídele na paletu, NVA, transport na výstupní paletu



Obrázek 25 Činnosti oddělování lepidla (vlastní zpracování)

Jedinou hodnotu přidávající činností, která je zároveň nejčetnější, je čištění průměru hřídele od lepidla. V rámci této činnosti se nejdříve seškrabává lepidlo vytečené na stranách radiálního fixačního přípravku, poté se povolí a oddělá fixační přípravek. Následně se seškrabává ztuhlé lepidlo z hran a mezer mezi kompozitem a hřídelí. Poté se na kompozitním kroužku označí bílým fixem místo pro brusíče a nasadí se ochranná síťka.

Z důvodu dlouhého čekání na začátku směny tvoří velkou část grafu činnost „Očištění náradí“. Touto činností stráví pracovník přibližně 1 hodinu a 15 minut za směnu. Byť je tato činnost nezbytná, pracovník má možnost náradí očistit kdykoliv během směny, proto tím většinou tráví čas během čekání na hřídele z předchozího stolu.

Varovným signálem je množství čekání, kdy kvůli sušení lepidla na hřídeli vzniká tento prostoj. Čas čekání je přibližně 1 hodinu a 6 minut. Většina tohoto času je obsažena během ranního čekání na hřídel, kdy se může začít na první hřídeli až okolo 7:40, tedy 1 hodinu a 40 minut po začátku směny. Pokud by bylo možné zkrátit dobu čekání, zkrátila by se tím doba čekání pracovníka u druhého pracovního stolu a zvýšila by se tím produktivita.

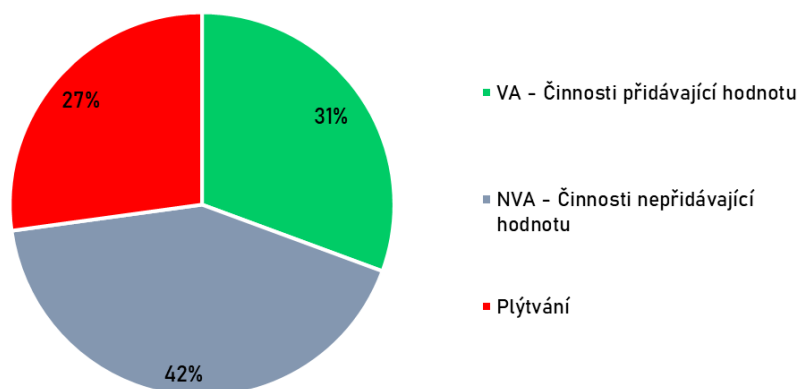
Dále jsou v grafu činnosti hodnotu nepřidávající.

Poslední tři činnosti v grafu se řadí do plýtvání. Jedná se o činnosti, které by se nepochybně zredukovaly, pokud by se zvýšila vytíženost pracovníka pomocí zvýšení produktivity.

„Manipulace s hřídelemi“ u druhého pracovního stolu představuje čas, který pracovník strávil posunováním hřídelí na sušícím stole.

Další činností, která se do grafu nevměstnala je čas pracovníka mimo pracoviště, kdy pracovník musel jít na brusírnu, kam hřídel putuje z pracoviště lepení kompozitu, protože musel vyřešit opravu vylomeného kompozitního kroužku.

Nejméně časově zastoupenou činností je práce s dokumentací, kdy pracovník zapisuje do systému zpracované zakázky.



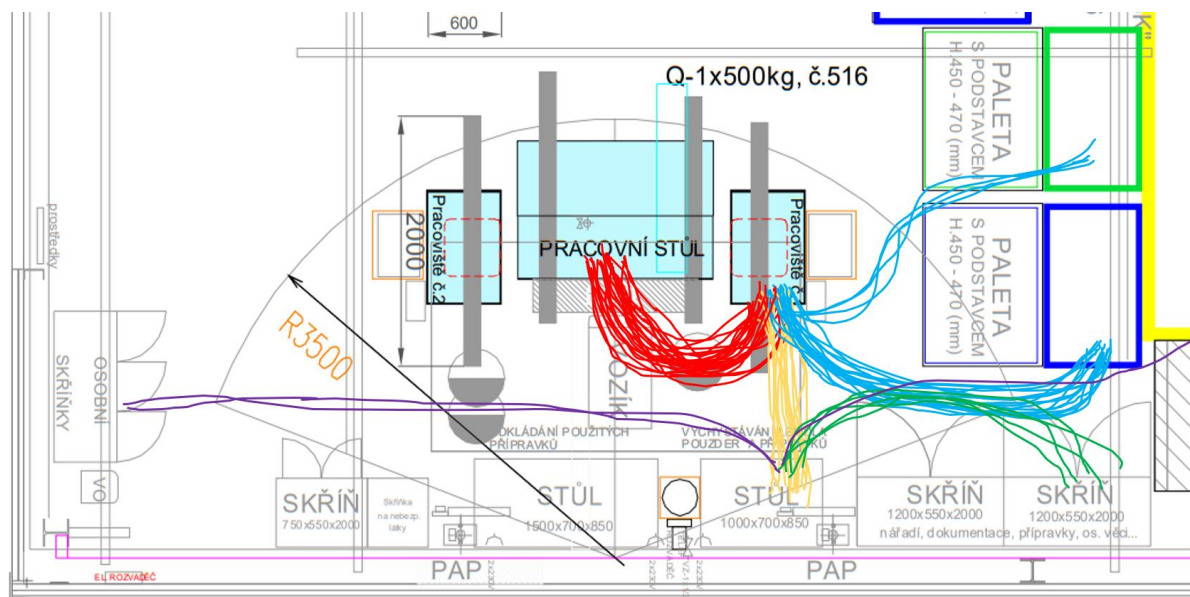
Obrázek 26 Graf rozdělení činností VA/NVA na pracovišti oddělování lepidla (vlastní zpracování)

Z obrázku č. 26 je zřejmé, že procentuální množství všech činností je v rámci plýtvání srovnatelné s předchozím pracovištěm. Rozdíl je viditelný v poměru činností přidávajících hodnotu a činností nepřidávajících hodnotu. Tato změna je zapříčiněná vysokým časovým fondem potřebným pro očištění nářadí po dostatečném přilehnutí kroužků k hřídeli.

7.5 Špagetový diagram

Během měření dat snímku pracovního dne byl zaznamenáván i pohyb pracovníka po pracovišti. Špagetový diagram se zpracovává, aby se zjistilo, jestli na pracovišti nedochází k přebytečnému pohybu pracovníka. Podle této analýzy se následně může předělat layout pracoviště.

7.5.1 Špagetový diagram pracovního stolu č.1



Obrázek 27 ŠD pracovního stolu č.1 (vlastní zpracování)

Takzvané „špagety“ představují podle barev pohyb pracovníka na pracovišti.

Modrá barva u prvního pracovního stolu představuje transport hřídel z palety na pracovní stůl. Na obrázku č. 27 jde také vidět, že párkrát si musel pracovník zajít pro hřídel na výstupní paletu, jelikož tam zrovna byly navezené potřebné hřídele. Jelikož bylo v den měření naměřeno čtyřicet hřídelí, modré špagety představují čtyřicet přenosů hřídelí, kdy čtyřikrát si šel pracovník pro paletu z výstupní palety, jelikož se tam zrovna paleta vyskytovala.

Červené špagety představují přesun hřídele na sušící stůl. Jelikož se na sušící stůl transportují hřídele, které musí projít pracovním stolem ukotvení kompozitu, je četnost špaget modrých a červených totožná. Tento přesun palety pracovník také absolvoval čtyřicetkrát.

Pohyb označený modrou a červenou barvou je prováděn zároveň s jeřábem s magnetickým zvedákem.

Další velmi čistou barvou je barva žlutá, která představuje pohyb pracovníka, když si jde pro kompozitní kroužky nebo radiální či axiální fixační přípravky. Jelikož jsou stoly umístěny naproti sobě, pracovník se prakticky pouze otáčí a bere si potřebné komponenty. Pohyb mezi stolem na odkládání nářadí a pracovním stolem byl pracovníkem absolvován pětáčtyřicetkrát, jelikož si pracovník vzal ze stolu s nářadím jiné nářadí nebo kompozitní kroužky, které zrovna byly potřeba pro danou hřídel.

radiálního fixačního přípravku, který si následně odložil na odkládací stůl. Tento pohyb byl také absolvován osmatřicetkrát.

Stejně jako u předchozího pracoviště, i zde je zaznamenána příprava náradí a kompozitních kroužků zelenou barvou. Primárně tuto trasu absolvuje pracovník druhého pracovního stolu z důvodu odkládání použitých a očištěných radiálních fixačních přípravků zpátky do skříně pro náradí. Často také pracovník druhého stolu přichystává náradí pro další zakázky pracovníkovi pracovního stolu č. 1, jelikož na to má pracovník druhého pracovního stolu čas. Dále si pracovník chodí do skříně pro náradí potřebné pro očištění hřídele od lepidla. Konkrétně pracovník šel do skříně s fixačními přípravky a kompozitními kroužky čtyřikrát, do druhé skříně s náradím pětkrát.

Poslední barvou zaznamenanou na špagetovém diagramu je barva fialová, která značí čtyři cesty pracovníka k osobní skřínce a dvakrát odchod mimo pracoviště.

8 NÁVRHY ZLEPŠENÍ

Tato kapitola obsahuje návrhy do výroby k zvýšení produktivity nebo zkrácení dílčích cyklových časů, které také přispívají ke vyšší produktivitě. Návrhy na zlepšení se týkají vytvoření nových norem, použití jiného přípravku na rozetření lepidla po hřídeli nebo použití přípravku pro ohřívání hřídelí v místě aplikovaného lepidla nebo případné snížení počtu pracovníků.

8.1 Změna plánování a skladování zakázek

Jak již bylo výše u analýzy 1. pracovního stolu zmíněno, značná část plýtvání byla způsobena tím, že manipulát s vozíkem navezl na pracoviště paletu, kde se vyskytovalo mnoho hřídelí, ale většina z těchto hřídelí nebyla potřeba k zpracování, tedy v té době se zpracovávala jiná zakázka.

Proces zásobování pracoviště probíhá tak, že ráno jsou buď na stole, nebo u mistrů zakázky, které se během dne mají zpracovat. Minimálně je nachystaná dokumentace k první zakázce. Daná dokumentace se poté předá manipulátovi, který si podle skladového příkazu najde danou paletu se hřídelemi a tu následně doveze na pracoviště.

Problémem je, že na paletách je více zakázek.

Pokud by se hřídele z velké hřídelové linky, která předchází pracovišti lepení kompozitů, skládaly na palety po zakázkách, tedy jedna zakázka by byla na jedné paletě, zamezilo by se tím značnému plýtvání. Tohle plýtvání podle snímků pracovních dnů trvalo průměrně 43 minut na směnu. Hodnota 43 minut je průměrná hodnota součtu všech časů činností na směnu, které byly naměřeny při třech snímcích pracovního dne prvního pracoviště, tedy ukotvení kompozitu.

Velká hřídelová linka by tím pádem vyžadovala více kapacit manipulantů. Důvodem by byl častější odvoz palet s hřídelemi. Toto řešení by také více zatížilo sklady, jelikož by bylo v oběhu více palet se hřídelemi. Kapacitně by měly být momentální sklady dostatečné.

Finančně se tento návrh řešení projeví u kalkulace dalšího návrhu, kdy na sebe tyto návrhy volně navazují.

8.2 Vytvoření nových norem

Na základě naměřených hodnot ze snímků pracovních dnů je možné určit cyklové časy pracovních činností a na jejich základě je možné standardizovat čas, který pracovník stráví

na jedné hřídeli. Podle teoretické části se jedná o kombinaci snímku pracovního dne a chronometráže.

Do simulace produktivity byly zahrnuty cyklové časy transportů, činnosti přidávající hodnotu, tedy ukotvení kompozitu a očištění hřídele od lepidla. Časy byly určeny pomocí aritmetického průměru, směrodatné odchylky a variačního koeficientu. Pomocí krabicového grafu se zobrazily extrémní hodnoty, o které bylo měření očištěno tak, aby se hodnota variačního koeficientu blížila k 10 %.

Dále se do produktivity zahrnují časy přípravy na zakázku stanovené firemními normami, tedy 9 minut na jednu zakázku a průměrně se na jedné směně zpracují čtyři zakázky. Do simulace se také projeví doba čekání na usušení hřídele, což způsobí značné čekání u obou pracovníků. Z důvodu tohoto čekání tedy nebudou do simulace zahrnuty časy na vlastní potřeby pracovníků, jelikož na tyto potřeby budou mít pracovníci čas v prostoji způsobeném čekáním na usušení lepidla na hřídeli. Čas na manipulaci s hřídeli způsobený paletou plnou nepotřebných hřídelí také nebude zahrnut do simulace, jelikož po předchozím návrhu řešení by tento druh plýtvání měl být kompletně omezen. Stávající norma je čtyřicet kusů na pracovní směnu.

Do simulace jsou zahrnuty i čas úklidu na konci směny, který činí 15 minut u obou pracovníků.

V simulaci je zohledněn i čas na usušení hřídele, tedy od momentu vyhotovení hřídele musí být ta stejná hřídel zpracována po 75 minutách sušení.

Dalším omezením simulace je pauza na oběd, kdy 75 minut před pauzou musí pracovníci prvního stolu čekat, jelikož by pracovníci druhého stolu byla v době potřeby pro očištění na obědě, tedy vyskytovalo by se riziko velkého zatuhnutí. Pokud by lepidlo nešlo odstranit, tak by se hřídel musela přesunout na pracoviště s bruskou, kde by se odlepil kompozitní kroužek a hřídel by byla očištěna.

Podle simulace by se vyrobilo 43 hřídelí za směnu. Produktivita by se zvýšila o 7,5 %. Z firemních odhadů vyplývá, že prodeje se vůči loňskému roku sníží o 10 %, tedy produkce se podle předpokladů sníží z 36 000 kusů na 32 400 kusů.

Tabulka 2 Kalkulace úspor podílu mzdových nákladů na ročním objemu produkce (vlastní zpracování)

Kalkulace	Původní stav	Stav po zavedení nových norem	Rozdíl
Kapacita dvou pracovníků na směnu	960 minut	960 minut	0 minut
Počet opracovaných kusů na směnu	40 kusů	43 kusů	+ 3 kusy
Počet minut potřebných na opracování jedné hřídele	24 minut na kus	22,33 minut na kus	- 1,67 minut na kus
Mzdové náklady na jednu hřídel	145,44 Kč	135,32 Kč	- 10,12 Kč
Odhad opracovaných hřídelí za rok	32400 kusů	32400 kusů	0 kusů
Podíl mzdových nákladů na roční objem opracovaných hřídelí	4 712 256 Kč	4 384 368 Kč	- 327 888 Kč

Úspora se ve firmě počítá metodou snížení nákladů na jednotku vyrobeného kusu. Pokud by se tedy přistoupilo na návrh řešení, snížil by se podíl mzdových nákladů na roční objem opracovaných hřídelí o 327 888 Kč. Jedná se o výši přibližně 900hodinových nákladů firmy na pracovníka. Jelikož se výroba plánuje podle normohodin, díky takové úspoře vzniká dohromady u osmi pracovníků pracoviště lepení hřídele 900 hodin volných kapacit využitelných na jiných pracovištích výroby. Dále se tyto úspory projeví do nákladů produktu, kdy nižší výrobní cena zvyšuje konkurenceschopnost výrobku a firma tím pádem může poměrově zvýšit marži na výrobku.

Dále se tato úspora může projevit do počtu zaměstnanců. Pokud se nastřádá během měsíce více takových opatření na všech možných výrobních pracovištích, je možné snížit počet pracovníků. Firma zpravidla nepropouští zaměstnance. Každý měsíc ale odejde do důchodu několik zaměstnanců, tedy pokud by se nastřádalo více produktivních opatření, firma by mohla daný měsíc zaměstnat o jednoho zaměstnance méně.

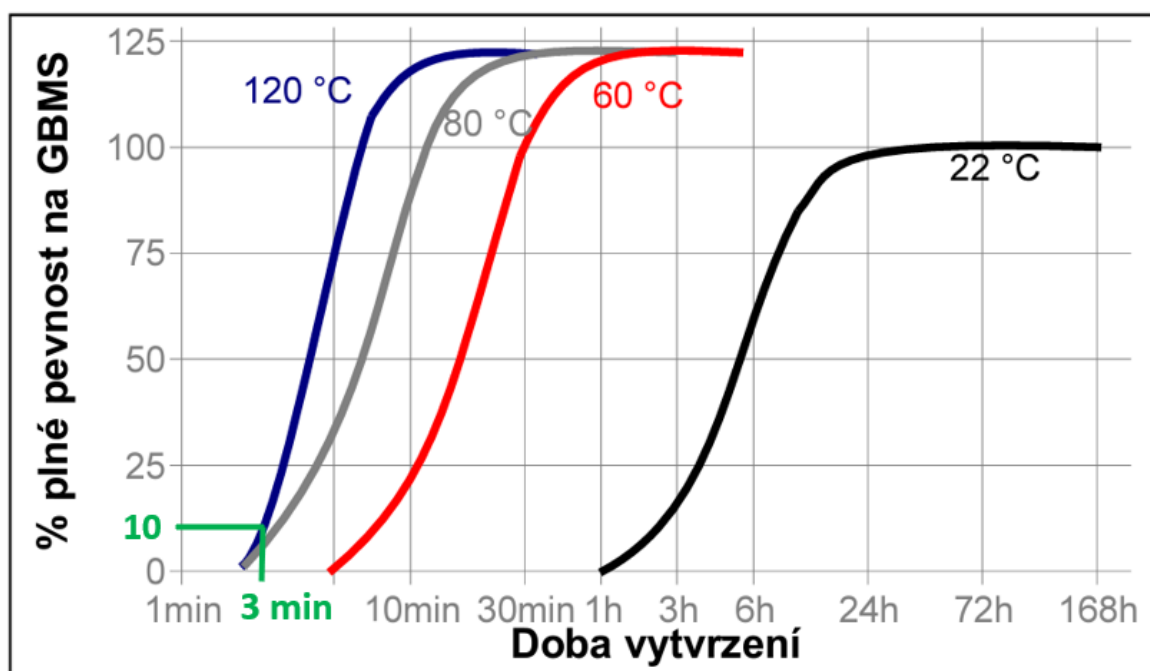
8.3 Indukční ohřev hřídele

U předchozí simulace je produktivita pracoviště stále omezená časem čekání na usušení lepidla.

Návrhem na řešení toho problému je indukční ohřev hřídele, kdy se jedná o velmi ekologickou variantu z důvodu nízké ztráty energie, tedy tepla, a také se jedná o relativně nízkonákladové řešení. Další výhodou indukčního ohřevu je nízká vodivost, kdy se zahřívá pouze hřídel v průměru indukčního drátu, tedy jedná se také o bezpečnou variantu, kdy by pracovníci nemuseli být zaškolení na práci s hořáky. Dalším bezpečnostním parametrem

je rychlý propad teploty, díky kterému nehrozí popálení pracovníka. Pro garanci bezpečnosti pracovníků budou do kalkulace nákladů zahrnuty i bezpečnostní rukavice s odolností před kontaktním teplem do 350 °C.

Podle datového listu lepidla využívaného k lepení kompozitů je potřeba teplota okolo 120 °C. Pro účely pracoviště je potřeba, aby lepidlo dosáhlo pevnosti na hodnotě 10 %, tedy při teplotě 120 °C bude této pevnosti dosaženo během 3 minut (obrázek č. 29). Přístroj, který je dostačující pro ohřev do této teploty má příkon 1,5 kW, tedy pokud by byl v provozu 16 hodin denně, činí to spotřebu 24 kW za dvě pracovní směny. Při dnešní burzovní ceně elektřiny přibližně 3500 Kč/MWh jsou náklady na spotřebu 24 kW denně 84 Kč.



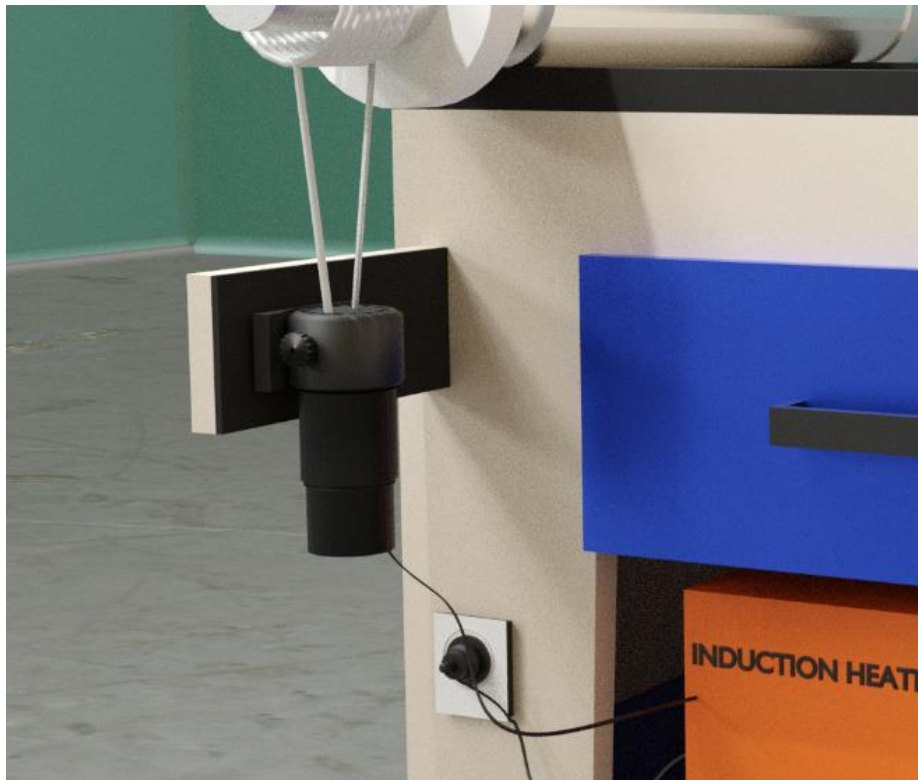
Obrázek 29 Rychlost vytvrzení lepidla dle času a teploty (Loctite, 2014)

Dodavatel stroje k indukčnímu ohřevu doporučuje, aby byl pro kontrolu teploty pořízen měřič teploty, kterým by se pravidelně měřila teplota

Dále je potřeba, aby byl ke stroji přikoupen i indukční drát, jelikož průměry hřídel se pohybují okolo 130 mm, což není standardní prodáváný rozměr drátu. Proto se tedy přikoupí drát o délce 1000 mm, který se následně natvaruje podle potřeby tak, aby mohla být do mezery hřídel uložena, tedy o průměru přibližně 150 mm.

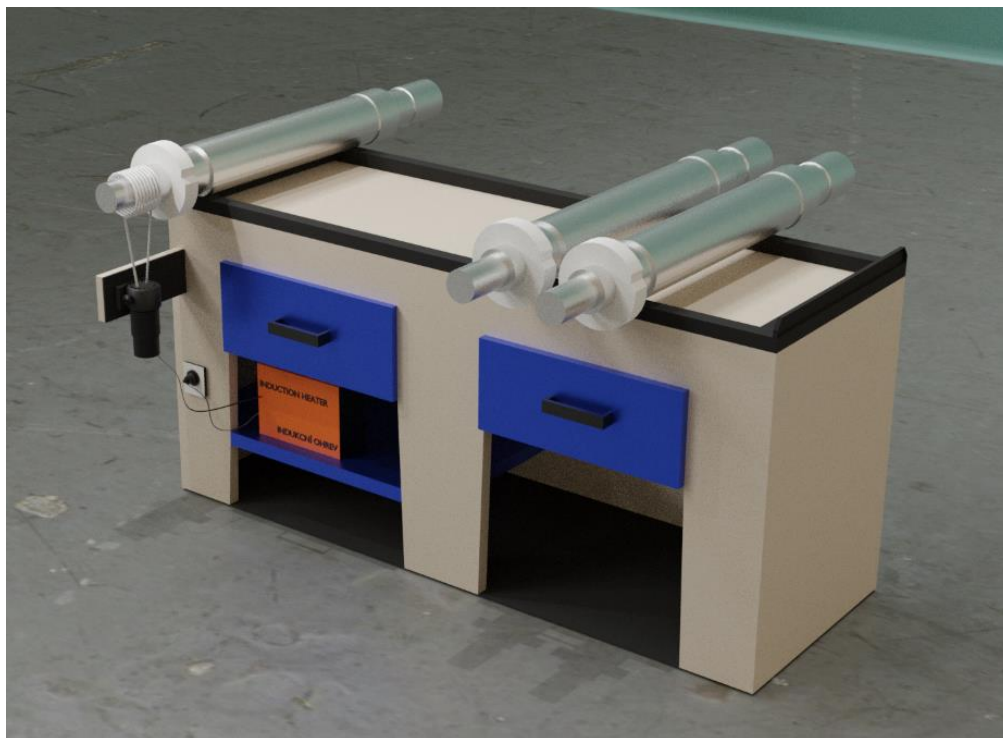
Pro jednodušší manipulaci bude ke stolu namontována menší deska, na kterou se přilepí magnetická základna. Následně bude na držadlo indukčního drátu přilepen magnet, který

bude vyroben na míru tak, aby byl magnet z jedné strany plochý, pro uchycení na magnetické základně a z druhé strany by byl vyříznutý polokruh kopírující tvar držadla, aby se mohlo držadlo přilepit k magnetu. Toto řešení umožňuje flexibilitu držadla pro případ, kdy by byla hřídel delší, případně vyšší než standardní hřídele.



Obrázek 30 Řešení upevnění držáku indukčního ohřevu (vlastní zpracování)

Stroj díky své velikosti může být umístěn na polici v levé části stolu. Toto řešení nezasahuje do layoutu pracoviště.



Obrázek 31 Pracovní stůl s indukčním ohřevem (vlastní zpracování)

Celková výše nákladů na opatření je 84 920 Kč.

Tabulka 3 Náklady na jeden stroj indukčního ohřevu (vlastní zpracování)

Náklady na indukční ohřev	Celkové náklady na rok
Akvizice stroje	16 800
Spotřeba energie ročně	21 000
Indukční drát (1 kus/měsíc)	6 000
Měřič teploty	1 700
Tepelně odolné rukavice (1 pár/měsíc)	6 000
Magnetická základna (1 kus/měsíc)	3 420
Magnet vyroben na míru (5 kusů)	30 000
Celkem	84 920 Kč

Z 3D modelu nového návrhu sušicího stolu je zřejmé, že pracovník u pracovního stolu č. 1 bude mít muset pokládat hřídel na sušicí stůl blíže k druhému pracovnímu stolu.

Do normy pracovníka ukotvení kompozitu bude tedy přidáno 32,4 sekund na dodatečnou manipulaci s hřídelemi. Tato hodnota vychází z metody Basic MOST, kdy je přidán přesun 1-2 kroků, u kterého je hodnota indexu náročnosti tři a poté je kladen důraz na přesné umístění, které je hodnoceno indexem náročnosti šest. Při sečtení těchto dvou indexů a

následným vynásobením deseti vznikne hodnota jednotek měření času, v tomto případě devadesát. Tato hodnota se vynásobí koeficientem 0,36 sekund.

Manipulace s hřídélí bude lehce složitější i pro pracovníka u druhého pracovního stolu. K této normě bude přidáno 21,6 sekund na manipulaci s hřídélí. Pro výpočet času přidanych činností se využila stejná metoda jak u normy pracovníka kompozitu. Pracovník druhého pracovního stolu však bude mít přidanou pracovní činnost, kdy musí u každé hřídele během sušení aspoň jednou za sušící interval (3 minuty) zkontrolovat teplotu pomocí měřiče teploty. Na tuto činnost bude mít pracovník přidáno do normy dalších 20 sekund.

Nová pracovní norma pracovníka ukotvení kompozitu je 7 minut a 4,4 sekundy, pracovní norma očištění hřídele od lepidla bude stanovena na 5 minut a 36,6 sekund.

V simulaci se změní cyklové časy i doba sušení, která se sníží z 75 minut na 3 minuty. Příprava zakázek i čas na úklid zůstanou zachovány. K přípravě zakázek se v případě pracovníka ukotvení kompozitu přičítá 5 minut ke dvěma přípravám pro zajištění dostatečné pauzy na hygienu a hydrataci.

Podle simulace by se vyrobilo 52 hřídélí za směnu. Produktivita by se zvýšila o 20,9 %. I v této kalkulaci je předpoklad prodeje 32 400 kusů za rok.

Pro účely kalkulace bude porovnáván stav po zavedení nových norem se stavem po implementaci indukčního ohřevu.

Tabulka 4 Kalkulace úspor po zavedení indukčního ohřevu (vlastní zpracování)

Kalkulace	Stav po zavedení nových norem	Stav po zavedení indukčního ohřevu	Rozdíl
Kapacita dvou pracovníků na směnu	960 minut	960 minut	0 minut
Počet opracovaných kusů na směnu	43 kusů	52 kusů	+ 6 kusů
Počet minut potřebných na opracování jedné hřídele	22,33 minut na kus	18,46 minut na kus	- 3,87 minut na kus
Mzdové náklady na jednu hřídél	135,32 Kč	111,87 Kč	- 23,45 Kč
Odhad opracovaných hřídélí za rok	32 400 kusů	32 400 kusů	0 kusů
Podíl mzdových nákladů na roční objem opracovaných hřídélí	4 384 368 Kč	3 624 588 Kč	- 759 780 Kč
Náklady na indukční ohřev na rok	-	-	169 840 Kč
Celkové zhodnocení indukčního ohřevu za rok	-	-	-589 940 Kč

Podle kalkulace by bylo ušetřeno 759 780 Kč na podílu mzdových nákladů na roční objem opracovaných hřidelí. Pro zjištění výsledného zhodnocení návrhu řešení jsou od ušetřených nákladů odečteny náklady na dva stroje a další veškeré náklady na zajištění indukčního ohřevu (Tabulka 3). Výsledná hodnota ušetřeného podílu mzdových nákladů na roční objem opracovaných hřidelí je 589 940 Kč. Jedná se o výši 1622 hodin volných kapacit využitelných na jiných pracovištích výroby. Jak již bylo zmíněno u tabulky č. 3, tyto úspory se mohou využít ke zvýšení konkurenceschopnosti, zvýšení marže nebo nepřímým snížením počtu výrobních dělníků.

Oproti momentálnímu stavu pracoviště by se produkce zvýšila o dvanáct hřidelí na směnu, tedy o 30 %. Podílu mzdových nákladů na roční objem opracovaných hřidelí by se snížil o 917 828 Kč, tedy o 2522 hodin volných kapacit využitelných na jiných pracovištích výroby.

8.4 Další návrhy řešení

Jelikož aplikace lepidla a rovnoměrné rozetření lepidla po hřídeli trvá 1 minutu a 35 vteřin z celkového cyklového času ukotvení kompozitu, bylo by vhodné konstrukčně vytvořit nástavec na pneumatickou pistol na lepidlo. Lepidlo by tedy neprocházelo statickým mixérem. Nástavec by byl konstrukčně vyvinut tak, aby rovnoměrně nanesl lepidlo po celém průměru hřídele, a i po krajích průměru hřídele. Problémem takového řešení by mohlo být nerovnoměrné rozetření lepidla, případně časté zasychání nástavce. Nástavce by se také musely měnit podle šířky průměrů hřidelí, které se mohou lehce lišit.

Z ergonomického hlediska by mohlo ke zlepšení pracoviště přispět přechod na menší a lehčí pneumatické pistole. Hmotnost momentálně využívané pistole je 2,4 kg, jelikož dodavatel dodává lepidlo v 400ml nádobách. Pokud by bylo možné od dodavatele odebírat 200ml nádoby, postačily by k aplikaci lepidla pneumatické pistole o hmotnosti 1,7 kg, což by bylo přívětivější z ergonomického hlediska oproti momentálnímu stavu.

Posledním návrhem řešení je změna metody očištění mastnoty hřídele. Ta je také součástí cyklového času ukotvení kompozitu. Čištění hřídele od mastnoty trvá 25 vteřin. Nově by se mohla hřidel čistit pomocí plazmového paprsku, který je uživatelsky velmi přívětivý (nehrozí popálení pracovníků), je velmi šetrný vůči životnímu prostředí, má velmi nízké provozní náklady zajistí nejvyšší kvalitu očištění. Vzhledem ke krátkosti času čištění hřídele je možné, že toto opatření neposlouží k urychlení procesu, ale jedná se o variantu, která by se mohla brát v potaz při robotizaci pracoviště.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byla identifikace plýtvání na pracovišti lepení kompozitních kroužků ve společnosti Siemens, s.r.o. a navrhnout opatření vedoucí ke zlepšení současného stavu s ohledem na zvýšení produktivity alespoň o 5 %. Metody použité k analýze pracoviště jsou mapování procesu, snímek pracovního dne, nebo špagetový diagram.

Pomocí mapování procesu byl nejprve zanalyzován vztah mezi pracovními stoly pracoviště, který má z důvodu sušení lepidla na hřídeli velký vliv na celý proces. Na základě této analýzy bylo zjištěno, že pracovník druhého pracovního stolu musí na začátku směny čekat 90 minut na zpracování první hřídele. Poté se díky analýze snímků pracovních dnů odhalilo značné plýtvání, ať už se jednalo o čekání, nebo manipulaci s hřídelemi, která narušovala momentum výrobního procesu. Pomocí dat z náměrů se určily cyklové časy jednotlivých činností, které se následně využily na stanovení nových norem. Pohyb pracovníka po pracovišti byl zanalyzován pomocí špagetových diagramů.

Návrhy řešení byly zaměřeny zejména na zvýšení produktivity. Prvním návrhem je změna plánování a skladování zakázek. Pro pracoviště lepení kompozitů by bylo vhodnější, aby byly vždy naváženy palety pouze s jednou zakázkou. Tímto návrhem se eliminuje plýtvání nadbytečné manipulace s hřídelemi. Dále byly navrženy nové normy na základě cyklových časů. Poté byla nasimulována produkce tak, aby byla zohledněna doba čekání na usušení lepidla, tedy 75 minut. Výsledná produkce by byla vyšší o tři hřídele na směnu, produktivita by tedy byla zvýšena o 7,5 %. Nejzásadnějším návrhem řešení byla implementace indukčního ohřevu, která byla nasimulována stejnou metodou jako předchozí návrh. Produkce by byla oproti momentálnímu stavu vyšší o dvanáct opracovaných hřídelí, tedy 30% nárůst oproti momentálnímu stavu. Dalším doporučením na zefektivnění pracoviště je nástavec na aplikaci lepidla na hřídel, využití lehčích pneumatických pistolí, nebo odmaštění hřídele pomocí plazmového paprsku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

API, © 2005-2022. Jednotlivé metody a nástroje (A – CH). In: *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. Želečice 5, 274 01 Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch>

APOS CONSULTING, © 2015. Spagetti Diagram. In: *APOS Consulting* [online]. APOS Consulting [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <http://apos.sk/metody/stihla-vyroba-lean/spaghetti-diagram/>

ASANA, © 2023. Guide to process mapping: Definition, how-to, and tips. In: *Asana* [online]. Asana [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://asana.com/resources/process-mapping>

BAUDIN, Michel, 2005. *Lean logistics: the nuts and bolts of delivering materials and goods*. New York, NY: Productivity Press. 387 s. ISBN 1563272962. Dostupné také z: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0801/2004027226-d.html>

BOUGUERN, Siham, 2022. *A Brief History of Industrial Engineering in Industrial Revolutions* [online]. Tlemcen, Algeria, Abou Bekr Belkaid University, Faculty of Technology, Industrial Engineering Department, 7-9 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:8zoQTgxfb5AJ:scholar.google.com/+bouguern+Industrial+engineering&hl=cs&as_sdt=0,5

BRAU, Sebastian, 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 LLC, 132 s. ISBN 9781539322948.

CLEAR, James, © 2023. Atomove-Navyky Tabulky 2AK. In: *Scribd* [online]. Scribd [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/505474693/Atomove-navyky-tabulky-2AK#>

CLEAR, James, 2018. *Atomic habits: an easy and proven way to build good habits and break bad ones: tiny changes, remarkable results*. London: RH Business Books, 2018, 316 s. ISBN 978-1-84794-183-1.

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. 3rd edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 223 s. ISBN 9781498708876.

DLABAČ, Jaroslav, 2015. Analýza a měření práce. In: *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. Želevčice 5, 274 01 Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

DLABAČ, Jaroslav, 2017. Techniky analýzy a měření práce. In: *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. Želevčice 5, 274 01 Slaný: API – Akademie produktivity a inovací [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/wcd/docs/vzdelavani/cespi-xvii/blok-2/technikyanalzyamenprcei_tiskupravene.pdf

EKU, 2020. *The Seven Wastes of Lean Manufacturing* [online]. Eastern Kentucky University [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://safetymanagement.eku.edu/blog/the-seven-wastes-of-lean-manufacturing/>

HENRY, 2021. History Of Industrial Engineering. In: *The Engineering Knowledge* [online]. [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.theengineeringknowledge.com/history-of-industrial-engineering/>

CHARRON, Rich, 2015. *The lean management systems handbook*. Boca Raton, FL: CRC Press. 523 s. ISBN 9781466564350.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0. Dostupné také z: <https://publikace.k.utb.cz/handle/10563/1004401>

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 264 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9. Dostupné také z: <https://www.bookport.cz/kniha/vyrobní-a-logistické-procesy-v-podnikání-1511/>

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-807-1793-199.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.

LEAN SIX SIGMA, © 2023. Mapování procesu. In: *Lean Six Sigma* [online]. Lean Six Sigma [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/mapovani-procesu/>

LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 104 s. Lidské zdroje. ISBN 80-735-7095-5.

MANAGEMENTMANIA, 2018. VSM (Value Stream Mapping) Mapování toku hodnot. In: *ManagementMania* [online]. ManagementMania's Series of Management [cit. 2023-05-03]. ISSN 2327-3658. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/value-stream-mapping>

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.

MICROSOFT, © 2023. Co je ERP? *Microsoft Dynamics* [online]. © Microsoft 2023 [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://dynamics.microsoft.com/cs-cz/erp/what-is-erp/>

MORLOCK, Friedrich, Niklas KREGGENFELD, Louis LOUW, Dieter KREIMEIER a Bernd KUHLENKÖTTER, 2017. *Teaching Methods-Time Measurement (MTM) for Workplace Design in Learning Factories*. *Procedia Manufacturing* [online]. Nizozemsko: Elsevier, vol. 9, s. 369-375 [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.033>

NATSIR, Chandra, 2022. What is in the Manufacturing Process?. In: *BusinessTech* [online]. HashMicro [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.hashmicro.com/blog/manufacturing-process/>

NIKOS, J. Mourtos, 2013. *Industrial engineering: concepts, methodologies, tools, and applications* [online]. Hershey, Pa. : Engineering Science Reference,. 1 online zdroj. [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/406916292/Industrial-Engineering-Concepts-Methodologies-Tools-and-Applications-3-Volume-Set-pdf>

NSP, © 2017. Průmyslový inženýr. In: NSP: *Otevřená a všem dostupná databáze povolání spravovaná Ministerstvem práce a sociálních věcí ČR* [online]. Ministerstvo práce a sociálních věcí [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://nsp.cz/jednotka-prace/prumyslovy-inzenyr>

PAVELKA, Marcel, 2015. Efektivní a štíhlá logistika. In: *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. API – Akademie produktivity a inovací, s.r.o.: Želevčice 5, 274 01 Slaný [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25765n-efektivni-a-stihla-logistika>

ROI MANAGEMENT CONSULTANTS, © 2012. Špagetový diagram. In: *Lean Fabrika* [online]. ROI Management Consulting [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: <https://www.lean-fabrika.cz/terminologie/spagetovy-diagram#.ZFHuYXZBy3B>

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

LOCTITE, 2014. LOCTITE EA 9492: Technical Data Sheet. In: *TDS LOCTITE* [online]. [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://www.officentrum.eu/gallery/downloads/420.pdf>

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

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

%	procento
°C	stupně Celsia
5S	principy štíhlého řízení
API	Akademie produktivity a inovací
BVA	Business Value Added Activities – Činnosti nepřidávající hodnotu nezbytné
č.	číslo
Kč	korun českých
Kč/Mwh	korun českých na megawatthodinu
kg	kilogram
kW	kilowatt
ml	mililitr
mm	milimetr
MWh	megawatthodina
NVA	Non Value Added Activities – Činnosti nepřidávající hodnotu zbytné
VA	Value Added Activities – Činnosti přidávající hodnotu

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Graf zlepšování/zhoršování procesů o 1 % (Clear, 2023).....	15
Obrázek 2 Analýza a měření práce (Dlabač, 2017)	18
Obrázek 3 Norma stanoveného počtu měření (Dlabač, 2017).....	20
Obrázek 4 Příkladová mapa toku hodnot (interní materiály)	31
Obrázek 5 Symboly pro mapování procesů (interní materiály).....	32
Obrázek 6 Prvky procesního diagramu (Lean Six Sigma, © 2023)	33
Obrázek 7 Příklad optimalizace pomocí špagetového diagramu (APOS Consulting, © 2015)	34
Obrázek 8 Areál společnosti (interní materiály).....	36
Obrázek 9 Sídlo společnosti Siemens s.r.o. (interní materiály).....	37
Obrázek 10 Tkalcovna Petra Polacha s hřebenem Radhoště (interní materiály).....	38
Obrázek 11 Organizační struktura společnosti (vlastní zpracování)	39
Obrázek 12 Layout obrobny (interní materiály)	44
Obrázek 13 Hřidel na otočném stole (interní materiály)	45
Obrázek 14 Rozetření lepidla (interní materiály)	46
Obrázek 15 Nalepené kompozitní kroužky (interní materiály)	46
Obrázek 16 Ukotvení kompozitních kroužků (interní materiály).....	47
Obrázek 17 Sušící stůl (vlastní fotografie)	47
Obrázek 18 Mapování procesu (vlastní zpracování)	48
Obrázek 19 Mapa toku hodnot pracovního stolu č.1 (vlastní zpracování)	48
Obrázek 20 Procesní diagram pracovního stolu č.2 (vlastní zpracování).....	50
Obrázek 21 Činnosti lepení kompozitu (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 22 Uspořádání axiálních a radiálních upínacích přípravků podle 5S (vlastní fotografie)	56
Obrázek 23 Uspořádání úklidového nářadí podle 5S (vlastní fotografie)	56
Obrázek 24 Graf rozdělení činností VA/NVA na pracovišti lepení kompozitu (vlastní zpracování).....	57
Obrázek 25 Činnosti oddělování lepidla (vlastní zpracování)	58
Obrázek 26 Graf rozdělení činností VA/NVA na pracovišti oddělování lepidla (vlastní zpracování).....	59
Obrázek 27 ŠD pracovního stolu č.1 (vlastní zpracování)	60
Obrázek 28 ŠD pracovního stolu č.2 (vlastní zpracování)	61
Obrázek 29 Rychlost vytvrzení lepidla dle času a teploty (Loctite, 2014).....	66
Obrázek 30 Řešení upevnění držáku indukčního ohřevu (vlastní zpracování).....	67
Obrázek 31 Pracovní stůl s indukčním ohřevem (vlastní zpracování)	68

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Srovnání typů výrobních procesů (Jurová, 2016, s. 115)	29
Tabulka 2 Kalkulace úspor podílu mzdových nákladů na ročním objemu produkce (vlastní zpracování).....	65
Tabulka 3 Náklady na jeden stroj indukčního ohřevu (vlastní zpracování)	68
Tabulka 4 Kalkulace úspor po zavedení indukčního ohřevu (vlastní zpracování)	69