

Analýza montáží vybraných výrobků za účelem zvýšení produktivity a stability procesu

Martin Mihal

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: **Martin Mihal**
Osobní číslo: **M20322**
Studijní program: **B0413P050013 Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Analýza montáží vybraných výrobků za účelem zvýšení produktivity a stability procesu**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Analyzujte vybrané literární zdroje a zpracujte literární rešerši v oblasti výroby a standardizace.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu montážního procesu výrobků ve vybrané společnosti.
- Na základě analýzy navrhnete opatření vedoucí ke zlepšení současného stavu s důrazem na stabilitu procesu a provedte jeho ekonomické zhodnocení.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

GREENE, Jack. *Industrial Engineering: Theory, Practice & Application: Business and Production Management, Productivity and Capacity*. North Charleston: CreateSpace, 2013, 411 s. ISBN 978-14-8230-179-3.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014, 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Mikulec, Ph.D.**
Ústav krizového řízení

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. Felicita 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 18. 5. 2022

Jméno a příjmení: Martin Mihal

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá analýzou montáží vybraných výrobků ve společnosti Thermacut, k.s. Cílem bakalářské práce je provést analýzu současného stavu montáží vybraných výrobků a na základě vyhodnocení navrhnout zlepšení, která povedou ke zvýšení produktivity a stability procesu. Práce se skládá z části teoretické a praktické. Teoretická část je zpracována pomocí literární rešerše týkající se výroby, výrobního procesu, koncepce štíhlého podniku, ergonomie, metod a nástrojů průmyslového inženýrství. Na základě poznatků z teoretické části práce byla vypracována analýza současného stavu montáží vybraných výrobků a spotřeby času montážních pracovníků během směny. Následně dle vyhodnocených dat z analýzy byla navržena řešení vedoucí ke zvýšení produktivity a stability procesu. V závěru práce byly tyto návrhy vyhodnoceny, co se týče časových úspor a ekonomického zhodnocení.

Klíčová slova: výroba, výrobní proces, procesní analýza, snímek pracovního dne

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the analysis of the assembly of selected products in Thermacut, k.s. The bachelor thesis aims to analyze the current state of assembly of selected products and based on the evaluation, propose improvements that will lead to increased productivity and process stability. The thesis consists of theoretical and practical part. The theoretical part is elaborated through a literature review concerning manufacturing, production process, lean enterprise concept, ergonomics, industrial engineering methods and tools. Based on the knowledge from the theoretical part of the thesis, an analysis of the current state of assembly of selected products and the time consumption of assembly workers during the shift will be made. Based on the analysis, solutions will be proposed to increase productivity and process stability and will be evaluated in terms of time savings and economic advantageousness.

Keywords: production, production process, process analysis, snapshot of the working day

Při této příležitosti bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Petru Mikulcovi, Ph.D., za vedení mé bakalářské práce a za cenné rady a informace, které mi při psaní bakalářské práce poskytl. Dále bych chtěl poděkovat společnosti Thermacut, k.s., která mi umožnila vypracovat bakalářskou práci a také zaměstnancům této společnosti za vstřícný přístup a poskytnutí potřebných informací. Závěrem bych chtěl poděkovat rodině a přátelům, kteří mi byli oporou nejen při psaní bakalářské práce, ale po celou dobu studia.

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

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VÝROBA	12
1.1 VÝROBNÍ PROCES	13
1.1.1 Stupně výrobního procesu.....	14
1.1.2 Rozdělení výrobního procesu podle typu výroby	15
1.2 PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY.....	15
1.2.1 Plánování výroby	15
1.2.2 Řízení výroby	16
1.2.3 Výrobní dávka.....	16
1.3 TÝMOVÁ PRÁCE	17
2 ŠTÍHLÝ PODNIK	19
2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	20
2.1.1 Principy štíhlé výroby	20
2.1.2 Plýtvání	21
2.2 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA	23
2.3 ŠTÍHLÝ VÝVOJ	24
2.4 ŠTÍHLÁ ADMINISTRATIVA	24
3 ERGONOMIE	26
4 METODY A NÁSTROJE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	28
4.1 VÝVOJOVÝ DIAGRAM	28
4.2 PROCESNÍ ANALÝZA	28
4.3 LAYOUT	29
4.4 SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE	30
4.5 SPAGHETTI DIAGRAM	30
4.6 STANDARDIZACE.....	31
5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
6 PŘEDTAVENÍ SPOLEČNOSTI THERMACUT, K.S.	35
6.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI	35
6.2 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO	36
7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MONTÁŽNÍHO PRACOVÍŠTĚ	37
7.1 PROCESNÍ TOK MONTÁŽE PLAZMOVÉHO HOŘÁKU.....	37
7.1.1 Layout montážní haly.....	40

7.1.2	Vyhodnocení procesního toku montáže plazmového hořáku	40
7.2	ANALÝZA MONTÁŽE SILOVÉHO VODIČE	41
7.2.1	Základní popis činností během pracovního dne	42
7.2.2	Rozbor práce pomocí procesní analýzy	42
7.3	SNÍMKY PRACOVNÍHO DNE A SPAGHETTI DIAGRAMY	45
7.3.1	Snímek pracovního dne – Pracovnice č. 1	48
7.3.2	Snímek pracovního dne – Pracovnice č. 2	50
8	SHRnutí VÝSLEDKŮ ANALYTICKÉ ČÁSTI	54
9	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ PRODUKTIVITY A STABILITY PROCESU.....	57
9.1	STŘIHÁNÍ HADICE PO DVOU KUSECH.....	57
9.2	PŘÍPRAVEK NA NASUNUTÍ MĚDĚNÉHO LANKA DO HADICE.....	58
9.3	ZAJIŠTĚNÍ ZAKONČENÍ PRACOVNÍHO STOLU	60
9.4	PŘÍPRAVEK NA SUNDÁVÁNÍ OCHRANNÝCH KRYTEK U KONTAKTŮ.....	61
9.5	MODERNIZACE VÝROBNÍCH ZÁPISŮ.....	62
9.6	NAVRŽENÍ NOVÉHO PRACOVNÍHO POSTUPU.....	63
9.7	VYHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ZLEPŠENÍ.....	65
9.7.1	Vyhodnocení navrhovaných řešení u Pracovnice č. 1	65
9.7.2	Vyhodnocení navrhovaných řešení u Pracovnice č. 2	66
9.7.3	Výsledek testování jednotlivých návrhů	67
9.7.4	Dopad navrhovaných zlepšení na počet vyrobených kusů za směnu	67
10	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	69
11	CELKOVÝ DOPAD OPATŘENÍ NA PRODUKTIVITU A STABILITU PROCESU	70
	ZÁVĚR	73
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	74
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	77
	SEZNAM OBRÁZKŮ	78
	SEZNAM TABULEK.....	79
	SEZNAM PŘÍLOH.....	80

ÚVOD

Nacházíme se v době, kdy čím dál větší zastoupení v průmyslovém odvětví má automatizace a robotizace. Existují ovšem stále procesy, ve kterých nejsme schopni nahradit člověka robotem. To platí i pro mnohé montáže jednotlivých komponentů, či zkompletování konečných výrobků. Výrobní proces je v tomto případě natolik specifický, že by nebylo aktuálně možné či výhodné, tuto činnost člověka nahradit robotizací. Je proto velmi důležité, aby si společnost vážila svých zaměstnanců, kteří tuhle činnost vykonávají a cestou zdokonalování jim tuto práci usnadnila.

Bakalářská práce je zaměřena na téma zvýšení produktivity a stability montážních procesů u vybraných výrobků. Práce bude zpracována ve vybrané společnosti Thermacut k.s., konkrétně tedy v montážní hale, kde dochází k montáži, kompletaci a expedici jednotlivých komponentů. Cílem práce je analyzovat montáž vybraných výrobků a na základě vyhodnocení navrhnout opatření, která povedou ke zvýšení produktivity a stability procesu.

Teoretická část se zabývá obecnými poznatky o výrobě, výrobním procesu, plánováním a řízením výroby a také o týmové práci. Následuje kapitola jejímž hlavním cílem je nastínit koncept štíhlého podniku. V předposlední části bakalářské práce je popsána ergonomie. Poslední kapitola se zaměřuje na vybrané metody a nástroje průmyslového inženýrství, které budou později aplikovány v praktické části práce.

V praktické části je nejprve představena vybraná společnost Thermacut, k.s., její historie a produktové portfolio. Následně je provedena analýza současného stavu montážního pracoviště plazmových hořáků za účelem výběru montážního procesu, který si vyžaduje zvýšení produktivity a stability. Proces montáže plazmového hořáku je vizualizován pomocí vývojového diagramu a pro poskytnutí přehledu rozmístění jednotlivých činností je představen layout montážní haly. Na základě vyhodnocení analýzy a konzultace s vybranou společností byla vybrána montáž silového vodiče.

Následně byly vytvořeny procesní analýzy montáže silových vodičů pomocí zpracování snímků pracovního dne a vytvoření Spaghetti diagramů jednotlivých pracovníků. Na základě vyhodnocení dat byly následně navrženy a z části i uplatněny řešení, které zajistí zvýšení produktivity a stability procesu. V závěru práce byly tyto návrhy vyhodnoceny, co se týče časových úspor a ekonomického zhodnocení.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem bakalářské práce, na základě analyzování současného stavu montážního pracoviště, je navrhnout opatření, která povedou ke zvýšení produktivity a stability procesu montáže vybraného výrobku.

Jako první je zpracována teoretická část práce, kde jsou na základě literární rešerše shrnuty informace a poznatky, které jsou následně využity v praktické části. Jedná se o definici výrobního procesu, plánování a řízení výroby, týmovou práci, následně koncept štíhlého podniku a vysvětlení ergonomie. Na závěr teoretické části jsou zde vysvětleny metody a nástroje především průmyslového inženýrství pro zlepšování procesů, kde byl zařazen vývojový diagram, procesní analýza, layout, snímek pracovního dne, Spaghetti diagram a standardizace.

V praktické části je provedena nejprve analýza současného stavu montážního pracoviště plazmových hořáků, za účelem výběru montážního procesu, který si vyžaduje zvýšení produktivity a stability. Součástí analýzy je vizualizován proces montáže plazmového hořáku pomocí vývojového diagramu a také je zde představen layout montážní haly pro poskytnutí přehledu rozmístění jednotlivých činností během montáže plazmového hořáku. Na základě vyhodnocení analýzy a konzultace s vybranou společností byla vybrána montáž silového vodiče.

Následně byly vytvořeny procesní analýzy montáže silových vodičů a zpracovány snímky pracovního dne pracovníků, které provádí montáž silového vodiče. Společně se snímky pracovního dne byly připraveny Spaghetti diagramy, které zachycují pohyb jednotlivých pracovníků po pracovišti během jedné směny. Na základě vyhodnocení dat byly následně navrženy a z části i uplatněny řešení, které zajistí zvýšení produktivity a stability procesu. V závěru práce byly tyto návrhy vyhodnoceny, co se týče časových úspor a ekonomického zhodnocení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA

Podle Keřkovského a Valsy (2012, s. 2) „*Výrobu lze definovat jako transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou.*“

Dle Tomka a Vávrové (2014) výroba umožňuje uspokojit potřeby zákazníka vytvořením věcných statků a služeb.

Z pohledu ekonomie statky tvoří takové fyzické komodity, resp. věci vyráběné za účelem spotřeby či směny, které se podílejí na uspokojování potřeb. Služby, také označovány jako nehmotné statky, lze popsat jako úkony, po kterých existuje poptávka. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 2)

Pokud se bude na výrobu nahlížet přes výrobní proces, tedy vlastní realizační část hodnototvorného procesu, lze ji charakterizovat jako výsledek cílevědomého lidského chování. To lze vysvětlit tak, že pokud použijeme výstupní faktory, tak příslušný transformační proces nám zajišťuje co nejhodnotnější výstup. (Tomek a Vávrová, 2014)

Příklad transformačního procesu lze vidět na obrázku č. 1.



Obrázek 1 Transformační proces (Tomek a Vávrová, 2014)

Pokud si budeme definovat výrobní faktory, jedná se o nejzákladnější ekonomické zdroje, které představují vstupy do výrobních procesů v podobě statků a služeb. Statky a služby jsou považovány za vzácné, neboť jejich výskyt je omezený. (Vodák a Kucharčíková, 2011)

Dle Keřkovského a Valsy (2012) se výrobní faktory rozlišují na 4 hlavní složky, mezi které patří:

- Půda
- Práce
- Kapitál
- Informace

Pojem půda charakterizuje ve výrobních faktorech dostupné přírodní zdroje jako nerostné suroviny, lesy, vodu a jiné. Pod pojmem práce se vyskytují veškeré lidské zdroje disponibilní ve výrobním procesu. Kapitál slouží především jako předmět výroby. Lze jej vyjádřit jako vznikající výrobní faktory v průběhu výrobního procesu, které jsou využívány jako vstupy v dalších výrobních procesech. Kapitál existuje ve smyslu již reálného kapitálu, kde se řadí stroje a výrobní zařízení, nástroje, dopravní prostředky a jiné, ale i ve formě finančních aktiv jakožto finanční kapitál. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Výrobní faktory vstupují do jednotlivých výrob v různém množství, a tak se často stává, že jeden konkrétní výrobní faktor převažuje nad těmi ostatními. Dle převažujícího výrobního faktoru lze rozlišit daný výrobní podnik:

- Materiálově náročné – zde patří např. průmysl hutnictví neželezných kovů, potravinářský průmysl a průmysl chemický, v těchto průmyslech dominují náklady na spotřebu materiálu.
- Pracovně náročné – je zde zařazen např. průmysl porcelánu, skla, keramiky, optický průmysl, nebo průmysl polygrafický, v tomto odvětví tvoří náklady především mzdové náklady.
- Investičně (kapitálově) náročné – jedná se průmysly, v jejichž nákladech představují významný podíl odpisy. Řadíme zde např. průmysl elektrárenský a těžební. (Synek, 2015)

1.1 Výrobní proces

Jak uvádí Jurová (2016) výrobní proces lze označit jako oblast, kde dochází k realizaci úkolů zadaných výrobním programem. Řadí se zde hotové výrobky, produkty dle požadavků trhů či konkrétních zákazníků, nebo také poskytování služeb. Na výrobní proces je možno nahlížet jako na prostředek, který slouží k uspokojování potřeb vytvořením věcných statků a služeb. Jedná se o výsledek cílevědomého lidského chování, kdy použitím vstupních faktorů zajišťuje příslušný transformační proces co nejvhodnější výstup.

Výrobní procesy jsou často spojovány s úkony řízení výroby, kdy řízení výroby je využíváno k optimalizaci fungování výrobních systémů. Výrobní systém je určitou složeninou všech činitelů účastnících se výrobního procesu, kam patří: provozní prostory, výrobní zařízení, polotovary, suroviny, informace, energie, pracovníci, odpady a rozpracovaná i hotová výroba. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Výrobní proces by měl být rozmíst'ován tak, aby byly minimalizovány náklady a vytvořeny nejlepší podmínky pro služby zákazníkům a pro přístup na trhy. Pokud nastane rozmíst'ování výrobního proces, je důležité zvažovat dopady na zaměstnanost, životní prostředí a podnikatelské prostředí. (Jurová, 2016)

1.1.1 Stupně výrobního procesu

Dle Tomka a Vávrové (2014) lze výrobu rozdělit na jednotlivé fáze, ale především za předpokladu, že finální produkt je vyráběn postupně. Tedy od zpracování nakupovaného materiálu, výrobu jednotlivých dílů a částí výrobku až po finální montáž konečného výrobku a jeho distribuci k zákazníkovi. Výrobní proces dělíme na 3 fáze. Jako první je před-zhotovující fáze. Druhou fází je fáze zhotovující, v praxi také označována jako předmontáž a v poslední řadě je to fáze dohotovující, označována jako montáž.

Pomocí výše uvedených fází lze popsat celý výrobní proces. Základem bude sklad výrobních zásob, tedy veškerého nakupovaného materiálu, případně polotovarů a hotových výrobků. Do první (před-zhotovující) výrobní fáze náleží výroba nejvíce shodných částí pro všechny výrobky, jedná se tedy většinou o výrobu o větších ekonomických výrobních dávkách. Zapadají zde základní díly jednoduché povahy, které vznikají na základě použití základních technologií, jako je tváření, obrábění, či povrchové úpravy. Tyto díly jsou následně přerozděleny do další fáze výroby, kterou je fáze zhotovující. Polotovary, které byly vyrobeny v první fázi, ale jsou momentálně nadbytečné, jsou převezeny do výrobního meziskladu a následně odebírány dle potřeb jednotlivých výrobních úseků. (Tomek a Vávrová, 2014)

Do druhé (zhotovující) výrobní fáze spadá výroba základních podsestav a případně sestav. Mezi podsestavy zapadají dílčí funkční celky produktu, které zpravidla nemohou plnit samostatně kupujícím požadovanou funkci, ale mohou sloužit jako náhradní díly. Do sestav jsou zařazeny technicky složitější celky, které mohou v určitých případech plnit již samostatně funkci požadovanou od produktu. Následuje transport do finální fáze výrobního procesu či umístění na mezisklad. (Tomek a Vávrová, 2014)

V dohotovující fázi, také označováno v montáži, dochází ke konečnému zhotovení finálních výrobků. Probíhá zde montáž polotovarů vlastní výroby, nakupovaných polotovarů a také výrobků. Finální výrobky jsou následně přesunuty na sklad hotových výrobků, kde výrobní proces končí. (Tomek a Vávrová, 2014)

1.1.2 Rozdělení výrobního procesu podle typu výroby

Výrobní proces podle typu výroby je dán množstvím a počtem druhů vyráběných výrobků. Zapadá zde kusovou výrobu, sériovou výrobu a hromadnou výrobu. (Jurová, 2016)

- **Kusová výroba** je charakterizována výrobou velkého počtu různých druhů výrobků v malých množstvích, za použití univerzálních strojů a zařízení. Je zde zařazena například výrobu CNC obráběcího stroje, či elektronového mikroskopu. (Jurová, 2016)
- **Sériová výroba**, jak už plyne z názvu, probíhá výrobou stejného druhu produktů v určitých sériích, které se opakují. Podle velikosti série lze rozlišit malosériovou, středněsériovou a velkosériovou výrobu. Patří sem například výroba elektronických spotřebičů pro domácnosti. (Jurová, 2016)
- **Hromadná výroba** je charakterizována výrobou velkého množství jednoho nebo malého počtu druhů výrobků. Jako hromadnou výrobu můžeme označit výrobu spojovacího materiálu. (Jurová, 2016)

1.2 Plánování a řízení výroby

Plánování a řízení výroby neodmyslitelně patří do hlavních podnikových činností. Správná aplikace těchto technik má za následek snížení výrobních nákladů, včasné uspokojení požadavků zákazníků a celkově lepší plánování a kontrola nad výrobními operacemi. V dnešní době, aby mohla společnost úspěšně konkurovat, musí být efektivní a produktivní. Právě dobré plánování a řízení výroby vede k dosažení těchto cílů, a proto jsou nedílnou součástí každé profesionálně vedené organizace. Výrobní organizace existují, aby vyráběly a dodávaly produkty, které zákazníci potřebují, za cenu, kterou jsou ochotni zaplatit. Úspěšné organizace dosahují tohoto cíle a zároveň vytváří zisk pro své akcionáře. (Sule, 2007)

1.2.1 Plánování výroby

Plánování výroby určuje co, kdy a kolik vyrábět, aby byly uspokojeny potřeby zákazníků, bez nadměrných zásob nebo naopak nedodržení termínu dodávky. (Sule, 2007)

Kavan (2002, str. 43) uvádí, že plánování a provoz výroby musí brát v úvahu bezpečnostní požadavky trhu. To zahrnuje analýzu poptávky v různých časových obdobích, technické specifikace a požadované množství výrobků, přijatelné ceny vzhledem kvalitě, spolehlivosti

výrobních a rozsahu poptávaných služeb. Vývoj výrobního systému je nákladný a ovlivňuje všechny podnikové plány, což znamená, že manažeři výroby aktivně spolupracují na tvorbě podnikových plánů. Co se týče plánů jsou obecně rozděleny podle časového horizontu, pro který jsou vytvořeny.

1.2.2 Řízení výroby

Řízení výroby zahrnuje činnosti manažerů zaměřené na optimální provoz a rozvoj výrobních systémů. Jeho nutnost vyplývá především z potřeby koordinovat činnosti vyplývající z dělby práce. Dnes se pod termínem řízení výroby rozumí především neustálá adaptace na měnící se podmínky okolí a řízení změn, které podnik musí neustále provádět, aby udržel svou pozici na trhu. (Michalko, 2007, str. 9)

Sule (2007) uvádí, že řízení výroby určuje, jak dosáhnout cílů stanovených v plánování výroby, když jsou zdroje omezené nebo pokud cíle nemohou být dosaženy, jak nejlépe stanovit nové cíle, které jsou optimální a praktické s dostupnými zdroji.

1.2.3 Výrobní dávka

Jako výrobní dávku lze označit množství výrobků, nebo také součástí, dílů, které jsou současně zadávány do výroby nebo z výroby odváděny. Jsou opracovány v těsném časovém sledu nebo současně, a to na určeném pracovišti a s jednorázovým konstantním vynaložením nákladů na přípravu a zakončení příslušného procesu (operace) (Jurová, 2016)

Výrobní dávka také slouží jako jednotka evidence v rámci operativní evidence výroby. V praxi to znamená to, že je na výrobní dávku vydáván společně výchozí materiál a polotovary a jako celek je evidována v průběhu výroby i při odvádění na mezisklad či na sklad hotových výrobků. (Tomek a Vávrová, 2014)

Cílem podniku je vždy snaha, aby byla velikost dávky co nejvhodnější. Zvyšováním velikosti výrobní dávky se snižují fixní náklady, tedy náklady na přípravu a zakončení výroby, zvyšuje se produktivita práce a dochází ke zjednodušení operativního řízení výroby. Naopak snižování velikosti výrobní dávky slouží ke snížení nákladů na skladování součástí a dílů, snížení vázanosti výrobních a manipulačních ploch a například zkrácení průběžné doby výroby. (Tomek a Vávrová, 2014)

1.3 Týmová práce

Týmová práce je v poslední době velmi diskutované téma, které díky rozvoji moderních automatizovaných technologií a sofistikovaných pracovních metod neustále vzrůstá. V dnešní době se staví týmová práce na jednu z předních organizačních pozic v oblasti řízení výkonnosti firmy. Kladení důrazu na týmovou práci je posílen i v důsledku stále většího tlaku právě na člověka v provozu, který svojí kreativitou a iniciativou je nástrojem radikálního zvyšování přidané hodnoty výrobních a administrativních procesů. Zařazením jedince do týmu se radikálně násobí jeho tvůrčí aktivita, a proto je zařazení týmové práce do jednotlivých procesů tak výhodné. (Chromjaková, 2013, str. 93)

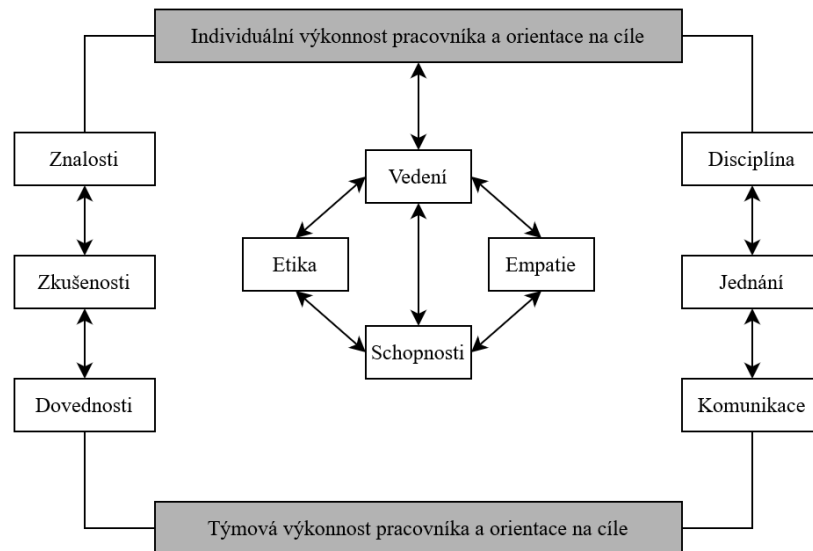
Týmová práce, která je následně optimálně nastavená, buduje předpoklady pro lepší rozhodovací procesy o operativních a strategických úlohách a je nástrojem efektivního formulování vizí a cílů výrobních procesů. Díky týmové práci se také zvyšuje dobrá organizace práce na pracovištích a bez vzájemné zastupitelnosti, rotaci pracovníků a vzájemné výměně znalostí, zkušeností a dovedností není možné zvyšovat výkonnost a produktivitu výrobních procesů. Také se nesmí zapomínat na pravidelnou sebereflexi pracovníků v jednotlivých výrobních a administrativních procesech. (Chromjaková, 2013, str. 94)

Dle Chromjakové (2013, str. 94) společné rozhodování, nastavování spolupráce jednotlivých pracovníků v rámci týmových řetězců a vzájemně koordinovaná spolupráce jednotlivých pracovišť vedou k eliminaci celé řady procesních konfliktů a jsou filtrem neproduktivních aktivit individuálních pracovníků. Dobrá týmová spolupráce napomáhá lépe organizovat pracovní úlohy, čím napomáhá plynulejšímu chodu výrobních procesů. Týmová práce hraje také zásadní roli v procesu učení se, kdy díky vzájemné výměně znalostí dochází k širší specializaci a zároveň větší profesionalitě vybraných pracovníků.

Pro zdokonalení týmové práce je také důležité znát lidský potenciál, který lze kvalifikovat do několika směrů. Jako první zde zapadá intelektuální směr pracovníka, což souvisí se vzděláním, kvalifikací, znalostmi a zkušenostmi nebo například schopnosti učit sebe i druhé. Jako druhý směr se zde nachází fyzický potenciál, kde patří pracovní výkonnost, schopnost vést druhé, zvládání stresu a schopnost podávat nadprůměrné výkony. Následně zde patří potenciál emoční, do kterého patří sebezpoznání, sebeovládání, otevřená komunikace a například vzájemná pomoc a podpora. V poslední řadě se zde nachází morální potenciál, kde

zapadá etika, slušnost, důslednost, disciplína a schopnost dotahovat věci do zdárného konce. (Chromjaková, 2013, str. 95)

Prolínání se jednotlivých předností pracovníků můžeme vidět na obrázku č. 2



Obrázek 2 Atributy týmové práce (vlastní zpracování dle Chromjaková, 2013. str. 95)

2 ŠTÍHLÝ PODNIK

Dle Petermanna (2022, str. 15) lze „lean“, neboli v překladu „štíhlý“ chápat jako vědomé jednání, jehož prostřednictvím řešíme skutečné problémy našich externích, ale i interních zákazníků, což nás vede k neustálému zvyšování produktivity, efektivity a kvality našich procesů.

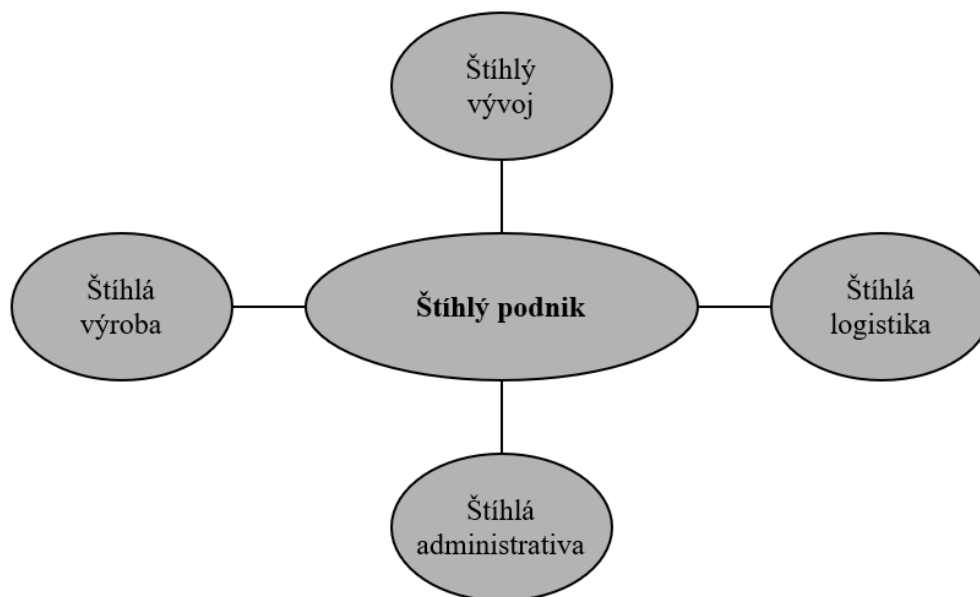
Štíhlý podnik se dle Dupal'a (2018, str. 282) vyznačuje tím, že jsou v něm činnosti vykonávané co nejrychleji, nejpřesněji s cílem ušetřit maximální výši finančních prostředků. Autor také uvádí, že hlavní myšlenkou štíhlého podniku je kontinuální navyšování výkonnosti podniku, která zajišťuje větší produkci a více objednávek za menší spotřeby času oproti konkurenci.

Jako hlavní cíl štíhlého řízení v podniku lze označit vymezení všech přebytečných činností a usilovat tak o eliminaci nepotřebných nákladů, za které zákazníci nebudou ochotni zaplatit. Cena je v dnešní době jeden z nejhlavnějších činitelů ovlivňující poptávku po zboží, a tak je nezbytné neustále řešit parametry jako je:

1. čas produkce
2. náklady produkce
3. kvalita produkce. (Chromjaková, 2013, str. 33)

Harrison (2019, str. 263) uvádí, že štíhlost podniku se vyznačuje neustálou snahou dotahovat veškeré procesy do dokonalosti, což vede ke zvyšování přidané hodnoty podniku, finální produkci a eliminaci plýtvání. Štíhlý podnik by měl vycházet z toho, že koncový zákazník by neměl platit náklady, které podniku vznikly v důsledku chyb, nekvalitní výroby nebo zpoždění.

Koncept „lean“ se nevztahuje pouze na výrobu, ale je zastřešujícím konceptem pro štíhlé myšlení v celé společnosti. Na počátku celého konceptu stojí otázka štíhlého vývoje. Důležitou roli zde hraje také administrativa a logistika, jenž podporují zvyšování efektivnosti v podpůrných a organizačních procesech. Jednotlivé prvky štíhlého podniku jsou graficky znázorněny na obrázku č.3. (Chromjaková, 2013, str. 42)



Obrázek 3 Koncept štíhlého podniku (Chromjaková, 2013, str. 42)

2.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba je soubor metod, principů a nástrojů, které se zaměřují na výrobu z hlediska výrobního prostředí, pracovníků a používaných strojů. Hlavním cílem metod štíhlé výroby je vytvořit stabilní, standardizované a flexibilní výrobní procesy. (Dlabač, ©2005-2022)

Štíhlou výrobu lze popsat jako podnikovou filozofii, jejímž hlavním cílem je zkrátit dobu čekání mezi zákazníkem a dodavatelem zbožím, které má být obslouženo, a to především zbavením se plýtvání. Stejně jako obecný koncept štíhlého podniku, tak i metody štíhlé výroby se zaměřují na zvýšení hodnoty výrobků pro zákazníky a zvýšení celkové produkce při nižších nákladech, nikoli však na úkor kvality výrobků, personálního potenciálu nebo efektivního využití pracovního prostoru. Aby byla štíhlá výroba skutečně úspěšná, musí být propojena s vývojem, technickou přípravou výroby, logistikou a administrativou. (Dupař, 2019, s. 283)

2.1.1 Principy štíhlé výroby

Štíhlou výrobu lze označit také jako výrobní systém, která se zaměřuje na snižování plýtvání, vytváření hodnoty pro zákazníky a hledání neustálého zlepšování procesů. Toho je dosaženo aplikací principů, technik a nástrojů štíhlého projektového řízení. Landau (©2023) dále uvádí, že metodika štíhlé výroby byla poprvé implementována do výrobního systému Toyota (TPS), který způsobil revoluci ve výrobním procesu společnosti. Dále autor uvádí pět principů, které se používají k optimalizaci systémů štíhlé výroby:

1. **Stanovení hodnoty:** Z počátku je důležité určit, co produktu přidává hodnotu a za co je zákazník ochotný zaplatit. Jestliže je od zákazníka přesně definované, co je pro něj cenné, tak je vhodné vytvořit produkt, který má pouze to, co vyžaduje zákazník a odstranit veškerou zbytečnou práci a komponenty s tím spojené. (Landau, ©2023)
2. **Mapování toku hodnot:** Mapa toku hodnot umožňuje vizualizovat každý krok ve výrobním procese a identifikovat plýtvání a příležitosti ke zlepšení. (Landau, ©2023)
3. **Optimalizování toku:** Optimalizace jednotlivých kroků ve výrobním toku může zajistit zkrácení celkové doby výroby. (Landau, ©2023)
4. **System tahu:** Tahový systém spočívá v zahájení nové práce pouze tehdy, když o ni zákazník požádá, což podporuje metodu „just in time“. (Landau, ©2023)
5. **Neustálé zlepšování:** Celkově koncept „lean“ tedy „štíhlý“ spočívá v používání štíhlých technik, jako je např. mapování hodnotového toku, aby docházelo neustále k nacházení chyb a jejich eliminaci. (Landau, ©2023)

2.1.2 Plýtvání

Výrobu a její podpůrné činnosti lze rozdělit do dvou skupin procesů. Procesy, které přidávají hodnotu výrobku a naopak procesy, které nepřidávají výrobku hodnotu. Plýtvání, které je často označováno japonským slovem MUDA, z překladu ztráta, ve výrobním procesu označuje činnosti, které nepřidávají produktu hodnotu, a tak je potřeba se těmito činnostem vyvarovat, neboť za ně zákazník neplatí. (Bauer, 2012, s. 25)

Pokud se zaměříme na plýtvání ve štíhlém podniku, tak tvoří základ této metody a aby bylo štíhlé řízení co nejefektivnější, musí být identifikovány a eliminovány všechny druhy plýtvání. Landau (© 2023)

Níže je uvedeno 7 + 1 druhů plýtvání:

- | | |
|----------------------|---------------------------------|
| 1. Nadvýroba | 5. Čekání |
| 2. Zásoby | 6. Doprava |
| 3. Chyby | 7. Nadbytečné pracovní činnosti |
| 4. Nadbytečné pohyby | 8. Nevyužitý lidský potenciál |

2.1.2.1 Nadvýroba

Nadvýroba je způsobena tím, že se vyrábí více výrobků, než zákazníci požadují. Toto plýtvání je obvykle způsobeno snahou zvýšit výrobní kapacitu a produktivitu nebo vyrobit určité množství dalších výrobků do zásoby, kdyby přišlo neočekávané zastavení výroby, např. z důvodu poruchy stroje. Nadprodukce má za následek zvýšení zaplnění skladovacích prostor a zvýšení nákladů na dopravu a administrativu. (Jurová, 2016)

2.1.2.2 Zásoby

Dalším druhem plýtvání jsou nadbytečné zásoby. Mezi tento typ plýtvání lze řadit skladování náhradních dílů, materiálů, nedokončených výrobků a výrobků hotových. Všechny tyto komponenty zabírají ve skladech potřebné místo a musí být vynakládány aktivity navíc, což se podepisuje na finančních prostředcích, se kterými by šlo účelně vynakládat lépe. (Jurová, 2016)

2.1.2.3 Chyby

Výroba nekvalitního, či neshodného výrobku vytváří hned několik nadbytečných nákladů. S chybou je úzce spjata oprava produktu, která vyžaduje čas, práci zaměstnanců a finanční prostředky. Pokud se výrazně poškozený výrobek dostane zpět do výroby, může vážně poškodit výrobní zařízení. Občas se může stát, že se defektní výrobek dostane až k zákazníkovi, což může mít fatální následky. Je tedy důležité tento typ plýtvání pravidelně kontrolovat a eliminovat. (Jurová, 2016)

2.1.2.4 Nadbytečné pohyby

Jak už plyne z názvu, tento typ plýtvání se vyznačuje vysokou mírou zbytečného nebo nadbytečného pohybu pracovníků, zařízení a strojů. Pokud jsou výrobní činnosti nastaveny s velkým množstvím zbytečných pohybů, je třeba je optimalizovat, aby se zlepšila efektivita práce a bezpečnost. Patří sem například činnosti jako hledání, chůze pro nástroj či materiál, zvedání, natahování se pro materiál a nadbytečná manipulace s materiálem na pracovišti. (Skhmot, ©2016-2023)

2.1.2.5 Čekání

Na tento druh plýtvání lze narazit v každé části logistického řetězce. V administrativních procesech se projevuje dlouhým zpracováním a neplněním termínů. Čekání může být také způsobeno hledáním dokumentů, nedostupností přístrojů, či čekáním na schválení, ale i

čekáním na informace od zákazníků. Ve výrobě se nejčastěji setkáváme s čekáním na dodání vstupního materiálu, či na dodání potřebného polotovaru, který se vyrábí na jiném pracovišti. (Jurová, 2016)

2.1.2.6 Doprava

Tento druh plýtvání se vyznačuje nadměrným pohybem osob, nástrojů, vybavení a výrobků. Nadměrný pohyb materiálů a výrobků může vést k jejich poškození. U osob a zařízení vede často nadbytečný pohyb k nevyžádané práci, opotřebení a častější únavě. (Skhmot, 2016-2022)

2.1.2.7 Nadbytečné pracovní činnosti

Nadbytečnou pracovní činností se rozumí provedení více práce, přidání více komponent nebo provedení nadbytečné služby, než požaduje samotný zákazník. Konkrétně ve výrobě by se mohlo jednat o použití přesnějšího zařízení, než je nutné, provedení většího počtu měření, než je požadováno a atd. (Skhmot, ©2016-2023)

2.1.2.8 Nevyužitý lidský potenciál

Poslední typ plýtvání lze popsat jako nevyužití lidského talentu a vynalézavosti. K tomuto typu plýtvání dochází, pokud organizace nespolupracuje se svými pracovníky a nevyužívá jejich znalosti a odbornost. Ve výrobě se nachází tento problémem v podobě nedostatečného proškolení zaměstnanců, jak efektivně obsluhovat zařízení, nedostatečného vybavení pracoviště nebo neumožnění pracovníkovi přijít s novými nápady na zlepšení. (Skhmot, ©2016-2023)

2.2 Štíhlá logistika

Štíhlá logistika neodmyslitelně patří k jednomu z hlavních pilířů k dosažení štíhlého podniku. Logistické oblasti procesů, jako je přeprava, manipulace a skladování neustále absorbují značnou část nákladů, prostředků i kapacit. Štíhlou logistiku lze také označit jako pokračování principů logistiky a logistického managementu, jejímž cílem je nejkratší doba výroby a minimalizace zásob. Ovšem na druhou stranu rozsah záběru těchto činností v sobě integruje celý hodnototvorný řetězec od opatrování přes realizaci výrobních procesů až po skladování a prodej. (Jurová, 2016, s. 245)

Dle Chromjakové (2013, str. 50) lze pojem štíhlá logistika chápat jako synchronizované, vytaktované logistické procesy uvnitř i mimo výrobního provozu, které jsou doprovázeny

stabilními logistickými aktivitami. Jako koncept štíhlé logistiky lze brát předpoklad, že podnik vyrábí přesně takové množství produktů, které dokáže prodat. Konkrétně které již prodal a tomu přizpůsobuje velikost potřebných objemů vstupních zásob, zásob v meziskladech, materiálových toků mezi pracovišti a velikost výstupných zásob.

2.3 Štíhlý vývoj

Aby byla dosažena co nejvyšší možná úroveň výkonnosti a štíhlosti podniku, je štíhlý vývoj nezbytnou součástí. Štíhlý vývoj slouží jako základní pilíř pro zrychlování inovačního vývoje produktů a jejich konstrukce, neustálé zvyšování kvality výrobků a celkových procesů a také snadnější uvedení konečných produktů na trh. V dnešní době pro zvládnutí všech operací vývoje je již nevyhnutelné pracovat bez počítačové podpory v oblasti činností rozhodovacího a kreativního charakteru, kde např. zapadá vývoj konstrukce, řízení výrobních procesů, technologie výroby, jakostní kontroly nebo výrobní logistiky. (Jurová, 2013, s. 214)

Mezi hlavní prvky štíhlého vývoje lze řadit (Svetproduktivity, ©2012):

- management toku hodnot,
- projektový management,
- integrované inženýrství, modularitu, standardizaci a unifikaci produktů,
- zkušenosti lidí a jejich týmovou práci.

2.4 Štíhlá administrativa

Jako základní rys štíhlé administrativy lze brát změnu uvažování o výrobních procesech cestou štíhlého myšlení. Cílem štíhlé administrativy je odstranění plýtvání v oblasti podpurných administrativních procesů v průmyslových podnicích. Patří zde: nákup, plánování, organizace výrobních prostředků a řízení údržby, či kvality. Tedy procesy, které jsou svým charakterem nezbytné pro dosažení plynulého výrobního procesu. Jestliže bude požadováno implementovat opatření dle požadovaného cíle zeštíhlování, je nejprve důležité pochopit celý systém administrativních procesů, do kterých zapadá: podstata procesu, účel procesu a popis pracovní pozice pracovníka. (Chromjaková, 2013, str. 52)

Mezi hlavní důvody investic do zeštíhlování administrativních procesů se řadí zejména potřeba realizovat jen ty administrativní procesy, které jsou z hlediska přidané hodnoty ve výrobních procesech nezbytné. Dále zde patří eliminace počtu pracovních pozic pro řešení

stejného množství požadovaných administrativních operací, kde se řadí například elektronizace procesů a usnadnění obsahů a postupů, zvyšování produktivity práce a v poslední řadě zde spadá zjednodušení komunikace mezi pracovníky, zajištěním např. instalací „open office“ administrativních provozů. (Chromjaková, 2013, str. 53-54)

3 ERGONOMIE

Pojem ergonomie vznikl složením dvou řeckých slov: ergos, což je práce a nomos, což je zákon, či pravidlo. Český název byl následně odvozen z anglického slova „ergonomics“. (Marek a Skřehot, 2009, str. 8)

Dle Mašína (2005, s. 23) lze ergonomii popsat jak vědu, která zkoumá vztah mezi pracovníkem, pracovním prostředím a pracovními prostředky, které využívá. Cílem ergonomie je efektivní nastavení těchto vztahů na základě různých analýz a znalostí lidské práce.

Marek a Skřehot (2009, str. 8) uvádí, že ergonomie je multidisciplinární obor, který komplexně řeší činnost člověka v rámci pracovního systému, vzájemné vazby mezi člověkem a pracovním vybavením a vazby mezi člověkem a pracovním prostředím.

Aby ergonomie správně fungovala, musí dojít ke spojení znalostí z více vědních oborů. Nejedná se pouze o uplatnění poznatků z humanitních oborů jako je sociologie, psychologie či fyziologie práce, ale také důležité vědomosti z technických disciplín, a to především ze statistiky, normování, konstruování či řízení. A daný problém řešit všestranně. Přičemž všestranností rozumíme komplexnost pojetí prostoru, problému i času. (Chundela, 2013)

Následně při řešení ergonomických otázek je potřeba brát zřetel na vazby a vztahy mezi člověkem, technikou, prostředím a chápat je jako systém. Mezi techniku nejsou zařazeny pouze výrobní stroje, ale patří sem i nábytek, spotřebiče, oděv, nářadí atd. Tedy vše, co člověku napomůže k uspokojování potřeb a vytváření užitých hodnot. Mezi prostředí patří vše z okolí, co na člověka působí nebo může působit. Jedná se, jak o vlivy jako je luk, světlo, prašnost atd., tak i sociální podmínky, pracovní zátěž či bezpečnost a hygiena práce. Člověk je následně složkou celku, který se snaží najít rovnováhu mezi vnějším a vnitřním prostředím. V celkovém systému člověk – technika – prostředí je pak považován za rozhodující článek. (Chundela, 2013)

Dle Marka a Skřehoty (2009, str. 8–9) je konečným cílem ergonomie:

- humanizovat techniku,
- racionalizovat pracovní podmínky,
- zvyšovat spolehlivost a efektivnost člověka při práci,

- chránit zdraví člověka neboli minimalizovat působení negativních vlivů na člověka při pracovní činnosti,
- navrhovat pracovní pomůcky, předměty, nástroje, zařízení a stroje tak, aby svým tvarem, resp. funkčními vlastnostmi co nejvíce odpovídaly rozměrům lidského těla, resp. kapacitám fyzického, mentálního a psychického výkonu člověka, aby jejich uživatelé.

4 METODY A NÁSTROJE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

Následující kapitola je věnována metodám a nástrojům průmyslové inženýrství, které jsou používány pro zdokonalení procesů. Tyto metody jsou následně použity při analýze výrobního procesu v praktické části bakalářské práce.

4.1 Vývojový diagram

Vývojový diagram lze považovat za mechanismus grafického zobrazení kroků operace nebo procesu, nebo může odkazovat na samotný diagram. Vývojový diagram bývá často prvním krokem k pochopení jednotlivé operace. (Greene, 2013, str. 37)

Vývojový diagram je grafické znázornění procesu, série kroků, postupu nebo algoritmu. Jeho účelem je zobrazit tok kroků v procesu od začátku do konce v grafické podobě, která je srozumitelnější než čistě slovní popis. Vývojové diagramy používají jednoduché geometrické symboly, které znázorňují různé prvky popisovaného procesu. (ManagementMania, ©2011-2016)

Níže, na obrázku č. 4, jsou zobrazeny základní prvky vývojového diagramu:



Obrázek 4 Prvky vývojového diagramu (ManagementMania, ©2011-2016)

4.2 Procesní analýza

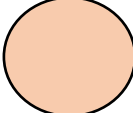
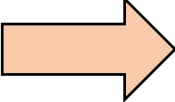
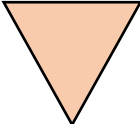
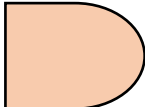

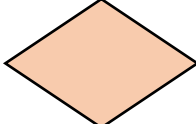
Jedná se o analytickou metodu, která zkoumá efektivitu a výkon operací obsahujících větší množství přesunu, čekání a překážek. Výsledkem této metody je procesní diagram, který graficky zobrazuje sled aktivit pomocí symbolů, jako jsou operace, čekání, kontrola, skladování a transport. Procesní analýza slouží k odhalení plýtvání se zaměřením na plýtvání

spojené s nadbytečnou manipulací. Často se využívá jako základ pro optimalizaci toků materiálu a uspořádání jednotlivých pracovišť. (Dlabač, ©2005-2022b)

Dle Jurové (2016) je procesní analýza univerzálním nástrojem, který se využívá pro popis, analýzu věcné, časové a prostorové stránky logistických i výrobních procesů. Hlavním cílem procesní analýzy je vyobrazit posloupnosti všech manipulačních, technologických a kontrolních operací, které jsou prováděny na určitém výrobku či dávce určitého procesu.

Při kompletaci procesní analýzy jsou využívány jednoduché symboly, které zastupují určité operace. Tyto symboly lze vidět níže v tabulce č. 1.

Tabulka 1 Symboly procesní analýzy (vlastní zpracování dle Jurové, 2016, s. 221)

Symbol	Význam
	Technologické operace
	Doprava (popř. transport)
	Skladování
	Čekání (nečinnost)
	Kontrola množství
	Kontrola kvality

4.3 Layout

Zobrazení způsobu, jak jsou výrobní faktory uspořádány a členěny do jednotlivých činností výrobního procesu, se nazývá layout. Pokud je layout nevhodně zpracován, může docházet k prodlužování času, překážkám a zvýšení nepředvídatelnosti toků materiálů a informací. To

může dále vést k delším procesním časům a čekání zákazníků na své požadované produkty. (IPA Slovakia, ©2023)

Uspořádání závodu a pracovní stanice je jádrem produktivity. Rozvržení se běžně používá k vytvoření efektivního toku materiálu, optimalizaci podlahové plochy v zařízení, minimalizaci manipulace s materiálem, uspořádání prostoru, vybavení a skladování a plánování změn, růstu, konsolidace, zmenšování. (Greene, 2013, str. 39)

Existuje několik perspektiv, ze kterých lze nahlížet na uspořádání layoutu. Tyto perspektivy zahrnují ergonomické uspořádání pracoviště, uspořádání procesu, organizace a geografické uspořádání společnosti. Všechny typy layoutů jsou vzájemně propojeny, zejména pokud jde o jejich optimalizaci. Například uspořádání organizace je částečně ovlivněno layoutem procesu, na který zároveň má vliv uspořádání pracoviště. (IPA Slovakia, ©2023)

4.4 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne je metoda kontinuálního sledování veškerého časového využití během pracovní směny. Jeho hlavním cílem je získat kompletní přehled o časové spotřebě, identifikovat plýtvání a určit poměr nehodnotových činností, případně navrhnout novou formu organizace práce. (Dlabač, ©2005-2022b)

Křišťák (©2017) uvádí, že snímek pracovního dne je metoda neustálého kontinuálního pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času pracovníka nebo skupiny pracovníků během celé směny.

Tato metoda je často využívána pro definování nepravidelných činností, které slouží jako podklad pro stanovení přídatku času, nebo v situacích, kdy potřebujeme informace o aktuálním využití jednotlivých pracovníků, například pro nastavení více strojů obsluhovaných jedním pracovníkem. Snímek pracovního dne se ale neomezuje pouze na výrobu či podpůrné výrobní procesy, často se používá i v administrativě, kde pracovník sám provádí pozorování na základě předem definovaných činností a pravidel. (Dlabač, ©2005-2022b)

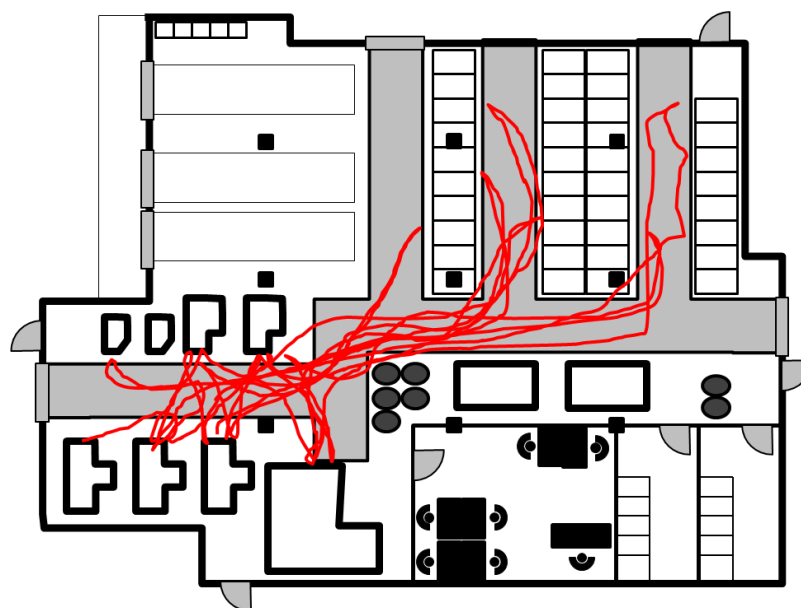
4.5 Spaghetti diagram

Tato metoda je postavena na principu přesného zakreslení každého pohybu pracovníka na určitém pracovišti a v časovém úseku. Pro zaznačení jednotlivých přesunů či pohybů lze využít odlišné barvy. Touto cestou lze snadno rozlišit, zda vykonaný pohyb byl zbytečný či

nevyžádaný nebo jestli se jednalo o pohyb s materiálem či výrobkem, který je nevyhnutelný. Novodobý rozvoj informačních technologií umožňuje elektronizaci řešení Spaghetti diagramu, kdy například pomocí mobilních zařízení a softwaru lze realizovat sledování pohybu vybraného objektu. Tato metoda analýzy materiálového toku se využívá při mapování interního materiálového toku, hledání nejvhodnějších přepravních cest nebo při navrhování layoutu pracoviště. (Jurová, 2016)

Spaghetti diagram funguje nejlépe pro opakující se prostředí, tedy kde se práce opakuje ve stejném nebo podobném sledu několikrát za směnu. Vybavení, které je zapotřebí při vytvoření Spaghetti diagramu je layout místa, kde bude pozorování probíhat, pero a sledující a pozorovanou osobu. Roser (©2023) radí, že je vhodné si zapsat čas začátku a konce pozorovaného procesu. Při výskytu činnosti, která nepřináší přidanou hodnotu výrobnímu procesu, jako je například hledání, chyby nebo jiné druhy plýtvání, je důležité si udělat poznámku a je vhodné i přidat čas, po který byla tato činnost vykonávána, následně to lze použít při zdokonalování procesu. Roser (©2023)

Níže na obrázku č. 5 lze vidět příklad Spaghetti diagramu.



Obrázek 5 Příklad Spaghetti diagramu (Roser, ©2023)

4.6 Standardizace

Standardizaci lze označit jako systematický proces, který účelně usměrňuje a redukuje diverzifikaci od navrhování výrobku přes výrobu po prodej. Standardizace má za cíl redukovat rozmanité varianty řešení prostřednictvím optimalizace výběru, vytvářet standardní řešení a stanovovat platnost a závaznost přijatých řešení. Jejím záměrem je

eliminovat zbytečnou rozmanitost řešení, což přináší výhody ve výrobě, jako je optimalizace využití výrobních zařízení, předpoklady pro masovou výrobu a snižování fixních nákladů, usnadnění evidence, plánování a řízení, specializace, zvýšení produktivity práce a možnost vyšší automatizace, a to jak v oběhu, tak v oblasti spotřeby. Výsledkem standardizace je vytvoření standardu (normy, normativy atd.), kterým se řídí relevantní činnosti a procesy. (Jurová, 2016)

Tomek a Vávrová (2014) uvádá, že standardizaci lze chápat jako základnu pro tvorbu databáze základních informací, které využívá celá firma. Příkladem může být standard, který nám určuje spotřebu určitého druhu materiálu na určitý výrobek. Tento standard je následně nutný pro kalkulaci nabídkovou i výsledkovou, pro plánování nákupu a vlastní nákup, pro limitování skladů, pro řízení a evidenci ve výrobě.

Dle Tomka a Vávrové (2014) má standardizace pro organizaci a řízení podniku následující pozitivní přínosy:

- Účelné organizování ekonomicko-obchodní, personální, výrobní, technické a jiné činnosti firmy.
- Spojení a zajištění jasně srozumitelného obsahu informací
- Zvyšování technické úrovně provedení a efektivní využití zdrojů
- Dodržování požadavků trhu, zejména v oblasti přizpůsobení různých variant a sortimentu výrobků podle požadavků zákazníků.
- Snížení časů dodávek v důsledku redukce přípravných a výrobních časů
- Zvyšování bezpečnosti práce a odstraňování namáhavosti pracovních úkonů

5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část bakalářská práce je zaměřena na rešerši literárních zdrojů, které jsou následně využity jako informace a poznatky pro zpracování praktické části bakalářské práce. Jako první jsou uvedeny definice výroby a na ni navazujícího výrobního procesu. Následuje definování plánování a řízení výroby a nastínění pojmu týmová práce. Další kapitola je věnována konceptu štíhlého podniku, do kterého řadíme štíhlou výrobu, štíhlou logistiku, štíhlý vývoj a štíhlou administrativu. V následující části je popsána věda, která zkoumá vztah mezi pracovníkem, pracovním prostředím a pracovními prostředky, tedy ergonomie. Na závěr teoretické části jsou uvedeny metody a nástroje průmyslového inženýrství, které budou následně konkrétně i využity při zpracování praktické části bakalářské práce.

Výrobu lze popsat jako činnost, při které dochází k transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které následně procházejí spotřebou. Jejím hlavním cílem je uspokojit potřeby zákazníků vytvořením věcných statků a služeb. Při výrobním procesu dochází k realizaci úkolů zadaným výrobním programem. Lze jej rozdělit do třech fází a to před-zhotovující, zhotovující a dohotovující. Zvýšením efektivnosti lze následně docílit správně nastavenou týmovou spoluprací.

Štíhlý podnik lze označit místem, kde jsou činnosti vykonávány co nejrychleji, nejpřesněji s cílem ušetřit maximální výši finančních prostředků. Aby fungoval štíhlý podnik dokonale, je potřeba mít štíhlou výrobu, logistiku, administrativu i vývoj. Se štíhlým podnikem úzce souvisí neustále snižování plýtvání, kde lze zařadit nadvýrobu, zásoby, chyby, nadbytečné pohyby, čekání, dopravu, nadbytečné pracovní činnosti a nevyužitý lidský potenciál.

Ergonomie řeší činnost člověka v rámci pracovního systému, vzájemné vazby mezi člověkem a pracovním vybavením a vazby mezi člověkem a pracovním prostředím. Konečným cílem ergonomie může být například ochrana zdraví člověka v podobě eliminace působení negativních vlivů při pracovní činnosti.

V závěru teoretické části jsou uvedeny metody a nástroje, které budou následně autorem použity především pro zpracování analytické části bakalářské práce, mezi které byl zařazen vývojový diagram, procesní analýza, layout, snímek pracovního dne, Spaghetti diagram a standardizace.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDTAVENÍ SPOLEČNOSTI THERMACUT, K.S.

Thermacut k. s. je společnost sídlící v Uherském Hradišti a patří mezi nejvýznamnější výrobce náhradních a spotřebních součástek pro svařování a plazmové řezání na českém trhu. Jejich hlavním cílem je neustále zdokonalovat se jako kvalitní a spolehlivý výrobce a stát se světovým dodavatelem svých produktů. V současné době je společnost považována za spolehlivého obchodního partnera pro zákazníky a významného konkurenta pro ostatní výrobce nabízející stejný sortiment. Díky certifikaci TOP RATING (hodnotící metodika Dun & Bradstreet) patří společnost k nejlépe hodnoceným podnikům v České i Slovenské republice v oblasti stability a bezpečného obchodování. Na obrázku č. 6 lze vidět logo společnosti Thermacut, k.s. (Interní materiály společnosti)



Obrázek 6 Logo společnosti (Interní materiály společnosti)

6.1 Historie společnosti

Začátek existence společnosti Thermacut k.s. v České republice se datuje k roce 1992. O rok později se značka společnosti začala objevovat i na mezinárodních trzích. Až do roku 1996 byla veškerá výroba určena na export, ale poté bylo v Šenově u Nového Jičína založeno oddělení obchodu, což vedlo ke zvýšení prodeju hořáků a dílů pro plazmové řezání v západní a východní Evropě. V roce 1999 došlo ke změnám v podílovém vlastnictví majetku společnosti a německá holdingová společnost STK Gesellschaft für Schweisstechnik mbH se stala většinovým vlastníkem. V roce 2002 se stala vlastníkem jediným. (Interní materiály společnosti)

V roce 2012 společnost Thermacut zakoupila německou firmu specializující se na výrobu vysoce kvalitních spotřebních součástek pro laserové řezání. Od té doby se společnost zaměřovala na rozšíření svého produktového portfolia a svého rozvoje. Díky intenzivnímu úsilí se podařilo společnosti upevnit své místo na trhu a nyní se její prodejní síť rozšířila na další trhy včetně Skandinávie, Velké Británie, Indie, Austrálie, Japonska, Vietnamu a Jižní Koreji. S rostoucí poptávkou se společnost rozhodla uvést na trh nové produkty pro sváření

metodami TIG, MIG/MAG a plazmových řezacích systémů jak pro ruční, tak i strojní řezání materiálů plazmou.

V roce 2016 se společnost rozhodla rozšířit své portfolio o výrobu a prodej plazmových zdrojů a tím se stát výrobcem vlastních plazmových produktů. O rok později došlo k transformaci právní formy společnosti z obchodní společnosti s ručením omezeným na komanditní společnost. V současné době je hlavním cílem společnosti naplnit svou vizi a dosahovat kontinuálního růstu a zvyšování kvality svých produktů.

6.2 Výrobní portfolio

Mezi výrobní portfolio společnosti Thermacut k.s. spadá široká nabídka originálních spotřebních a náhradních dílů z oblasti svařování, řezání plamenem, plazmového a laserového řezání, kompletní hořáky a například různé druhy elektrod. Celkové produktové portfolio pak zahrnuje přes 150 druhů spotřebních součástí a hořákových řad, kdy jedna z hořákových řad lze vidět na obrázku č. 7. Výroby společnosti Thermacut k.s. lze rozdělit do čtyř kategorií:

- EX-TRAFIRE – produkty a technologie pro ruční/strojní řezání plazmou
- EX-TRACK – přenosný řezací CNC systém
- EX-TRABEAM – laserová řezací hlava
- EX-TRAFIRE – autogenní hořáky



Obrázek 7 Ukázka produktu společnosti (interní materiály společnosti)

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MONTÁŽNÍHO PRACOVISTĚ

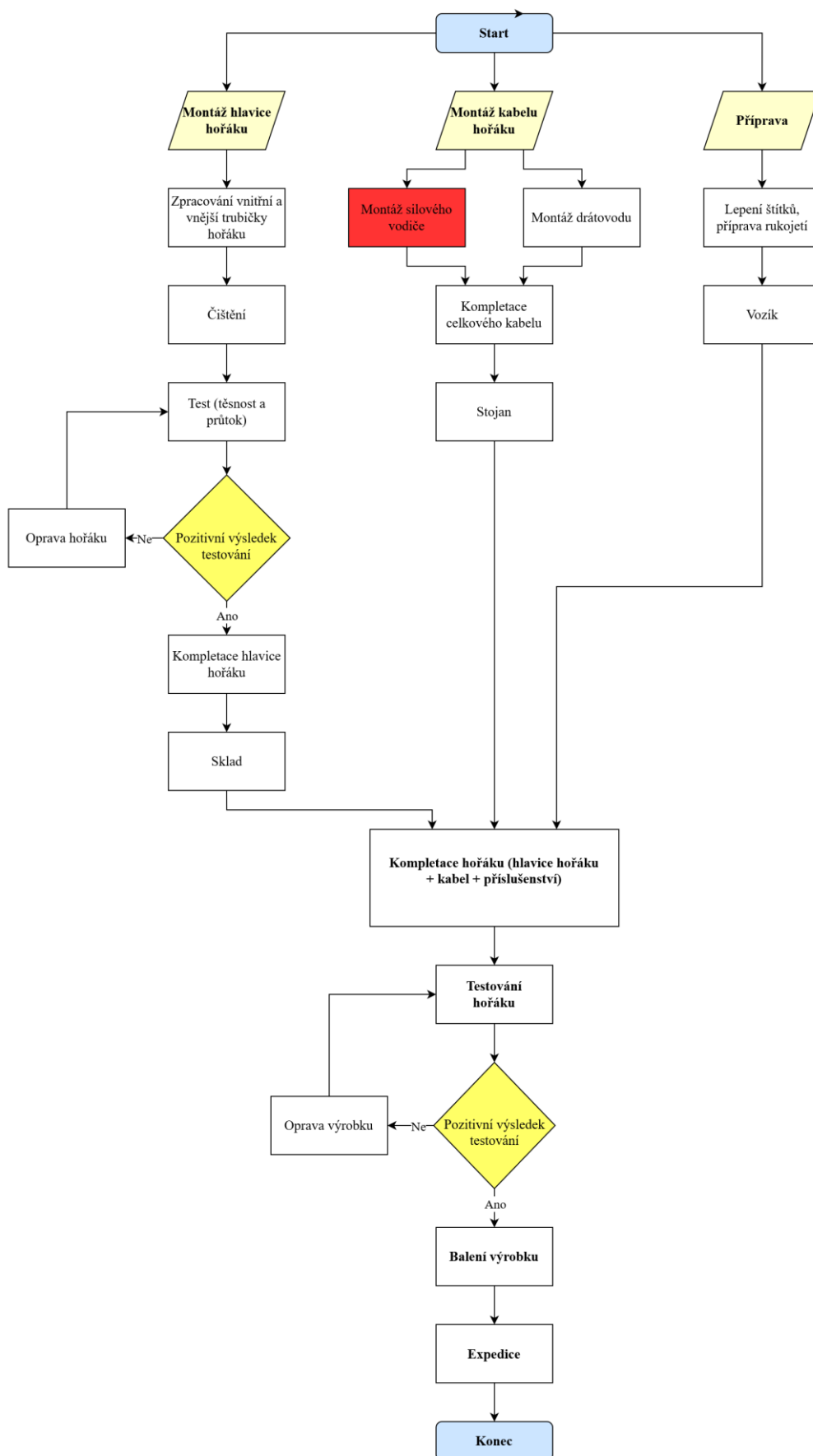
Ve společnosti byla provedena analýza montážního pracoviště, která byla zaměřena na montáž plazmových hořáků. Nejprve byla provedena procesní analýza celkové výroby plazmových hořáků, za účelem seznámení se s jednotlivými úkony, které se na pracovišti provádí a nalezení konkrétního procesu, u kterého je potenciál ke zlepšení. Po vyhodnocení analýzy a diskuzí se zaměstnanci vybrané společnosti byla následně zvolena analýza montáže silového vodiče, jenž je součástí kabeláže k plazmovému hořáku, vlivem potencionálu ke zvýšení produktivity a stability procesu.

Analýza současného stavu montážního pracoviště probíhala následovně:

1. Seznámení se s montážní halou společnosti, kde dochází k montáži plazmových hořáků a provedení procesní analýzy montážní haly vybraného produktu.
2. Vyhodnocení procesní analýzy a zaměření se na jednu konkrétní část procesu, kde je potenciál ke zvýšení produktivity a stability procesu. Zvolena montáž silového vodiče, který je součástí kabelu u plazmového hořáku.
3. Zpracování snímků pracovního den a spaghetti diagramů u pracovníků, které pracují na vybraném pracovišti.
4. Vyhodnocení snímkování.

7.1 Procesní tok montáže plazmového hořáku

Podoba procesního toku montáže plazmového hořáku byla pro účely bakalářské práce zpracována ve zjednodušeném vývojovém diagramu, který je možno vidět na obrázku č.8. Vývojový diagram byl zvolen především kvůli pochopení jednotlivých operací, které se v montáži plazmového hořáku vyskytují a také kvůli tomu, že je práce zaměřena především na procesní tok po samotném pracovišti, a tak byla zvolena pouze tato snadnější varianta popisu jednotlivých procesů. Proces, který je vyznačen červenou barvou, tedy montáž silového vodiče bude následně vybrán jako proces, u něhož bude řešeno zdokonalení, co se týče produktivity a stability.



Obrázek 8 Vývojový diagram procesních toků montážní haly (vlastní zpracování)

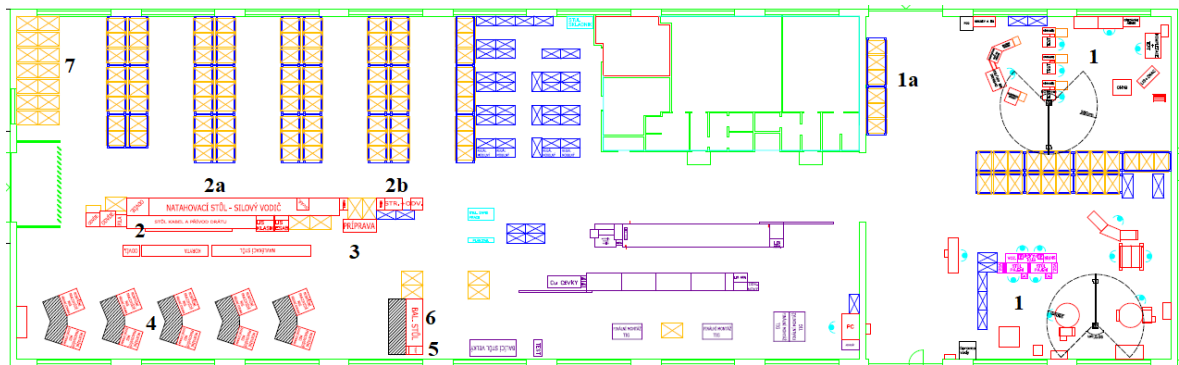
Samotná montáž plazmového hořáku se skládá hned z několika jednotlivých předmontáží, které se musí uskutečnit, aby se mohla provést finální montáž samotného plazmového hořáku. Jednotlivé předmontáže slouží také jako výroba náhradních dílů, či polotovarů, které jsou následně zabaleny a distribuují se k zákazníkům.

Celková montáž vybraného výrobku se skládá ze dvou hlavních komponentů, a to z hlavice hořáku a kabelu, který hlavici hořáku propojuje se zdrojem. V následujících bodech jsou popsány jednotlivé činnosti:

- Montáž hlavice hořáku – Jedná se o opracování vnější a vnitřní trubičky hořáku, kde se provádí operace jako je odjehlování, pájení a následuje propojení jednotlivých komponentů. Poté jsou polotovary poslány do čistící komory, která je mimo pracoviště a po návratu jsou testovány na těsnost a průtok. Vlivem nedostatečného očištění může vyjít testování negativně. V tomto případě jsou výrobky znovu čištěny. Pokud je testování u hlavice hořáku pozitivní, dochází ke kompletaci samotného výrobku a uložení na sklad. Jestliže se jedná o výrobní dávku, u které zde bude výrobní proces ukončen, tak jednotlivé výrobky jsou nejprve znovu testovány na těsnost a průtok a až po pozitivním výsledku testování jsou uloženy a sklad a připraveny k expedici.
- Montáž kabelu hořáku – Druhým komponentem je kabel, který se skládá ze silového vodiče, drátovodu, vodní hadice, ovládacího vodiče a vnějšího kabelu. První dva zmiňované komponenty, tedy silový vodič a drátovod se montují na pracovišti, zbylé komponenty jsou dováženy. Pokud je kabel vyroben, je následně uložen na přesuvný stojan.
- Pracoviště přípravy – Před zhotovením kompletního hořáku, je zde ještě pracoviště přípravy, kde dochází k přípravě rukojetí k hlavicím hořáku, lepení štítků a dalším drobným operacím.
- Kompletace hořáku – Následuje kompletace výrobku, tedy propojení hlavice hořáku a kabelu a zhotovení spodní části kabelu, aby bylo možné kabel propojit se zdrojem. Jestliže je výrobek hotov, následuje testování průtoku a těsnosti. Pokud je výsledek testování v pořádku, dochází k zabalení samotného výrobku, umístění na sklad a konečná distribuce k zákazníkovi.

7.1.1 Layout montážní haly

V následující kapitole byl zpracován layout montážní haly, pro jednodušší představení si výrobního procesu, který je vyobrazen na obrázku č. 9.



Obrázek 9 Layout montážní haly (vlastní zpracování na základě interních materiálů společnosti)

Jednotlivá čísla a čísla s kombinací písmena u konkrétních pracovišť na layoutu montážní haly, tedy na obrázku č. 9 slouží k následujícímu popsaní jednotlivých procesů, které jsou uvedeny v kapitole 7.1.

- **Číslo 1** – montáž hlavice hořáku
- **Číslo 1a** – sklad pro vyrobené kusy hlavice hořáku
- **Číslo 2** – montáž kabelu hořáku (kompletace)
- **Číslo 2a** – montáž silového vodiče
- **Číslo 2b** – montáž drátovodu
- **Číslo 3** – Příprava (Příprava rukojetí, lepení štítků)
- **Číslo 4** – kompletace hořáku (propojení hlavice hořáku s kabelem a příslušenstvím)
- **Číslo 5** – testování hořáku
- **Číslo 6** – Balení výrobku
- **Číslo 7** – sklad pro hotové výrobky

7.1.2 Vyhodnocení procesního toku montáže plazmového hořáku

Celková analýza procesního toku výroby plazmového hořáku probíhala následujícím způsobem. Nejprve byl autor seznámen s jednotlivými operacemi, které se na pracovišti provádí, kdy byla možnost komunikovat s pracovníky, kteří na jednotlivých pracovištích

pracují. Na základě získaných informací byl vytvořen vývojový diagram, který je vyobrazen na obrázku č. 8 a jednotlivé procesní operace byly zaznamenány do layoutu montážní haly, který lze vidět na obrázku č. 9.

Následně v rámci vykonávání odborné praxe na stejném pracovišti proběhlo snímkování jednotlivých pracovišť, což mělo za úkol najít tu část montáže, kde bude možné u konkrétního procesu zvýšit stabilitu a produktivitu. Po vyhodnocení snímkování a společnou diskuzí s vedoucím práce a mistrem montážní haly, bylo zvoleno pracoviště, kde dochází k montáži silového vodiče, a to hned z několika důvodů. Níže jsou popsány hlavní důvody volby pracoviště montáže silových vodičů:

1. Nejednotný pracovní postup (u pracovníků se liší pracovní postup).
2. Na pracovišti probíhá dvousměnný provoz a ani jedna z pracovníků neplní pracovní normu. Tyto normy byly přijaty ze sesterské firmy.
3. Velké množství chůze při provádění jednotlivých operací.

Co se týče neplnění pracovní normy, tak tato norma byla přijata ze sesterské společnosti, kdy tento úkon vykonávají především muži. Naopak ve společnosti Thermacut, k.s. provádí tuto činnost ženy. Dle přejaté normy by měla pracovníce vyrobit silový vodič o délce 3 metry za 1,93 minuty a silové vodiče o délce 4 a 5 metrů za 2,3 minuty.

Především z výše uvedených důvodů bylo vybráno pracoviště montáže silových vodičů pro detailnější analýzu, kdy autor v následujících kapitolách popíše vybraný proces, zpracuje snímky pracovního dne pro jednotlivé pracovníce, které následně vyhodnotí. A na základě získaných dat navrhne možná zlepšení, které by nalezené nedostatky eliminovaly a ekonomicky je ohodnotí.

7.2 Analýza montáže silového vodiče

Vlivem vyhodnocení procesního toku montáže plazmového hořáku byla ve společnosti provedena analýza montáže silového vodiče, za účelem nalezení jednotlivých kroků při montáži, kde by bylo možné zvýšit produktivitu a stabilitu.

Silový vodič se používá k vedení elektrické energie z jednoho bodu do druhého. Je základní součástí v systémech přenosu a distribuce elektrické energie. Silové vodiče jsou obvykle vyrobeny z kovů, jako je hliník nebo měď, a jsou navrženy tak, aby měly nízký elektrický odpor a vysokou vodivost, takže mohou efektivně přenášet velké množství elektrické energie na dlouhé vzdálenosti s minimálními ztrátami.

Analýza pracovních činností spočívala v pozorování činností a pohybu jednotlivých pracovníků montáže silových vodičů v průběhu celé směny. Na základě pozorování byly zpracovány snímky pracovního dne a spaghetti diagramy pro přesné zachycení jednotlivých operací, které sledované pracovnice vykonávají.

7.2.1 Základní popis činností během pracovního dne

V následujících bodech budou uvedeny základní informace o pracovišti, kde dochází k montáži silových vodičů:

- Na pracovišti funguje dvousměnný provoz, na kterém se střídají dvě pracovnice. Tyto pracovnice budou v rámci bakalářské práce pozorovány. Pracovnice jsou označeny pouze číslem, aby bylo snadné je rozlišit, ale zachovala se diskretnost.
- Běžná doba trvání směny je 8 hodin včetně povinné 30 min. přestávky na oběd. Ranní směna probíhá v čase 6.00 až 14.00 hodin a odpolední směna pak v čase 14.00 až 22.00 hodin.
- Na pracovišti se vyrábí více druhů silových vodičů, nejzásadnějším rozdílem je délka samotného vodiče. Vznikají zde varianty délek 3, 4 a 5 metrů.
- Na pracovišti není využíván stejný pracovní postup. U jednotlivých pracovníků se pracovní postup liší a samy jej v průběhu dne mění.
- Dle výsledků snímkování dochází na pracovišti k výrobě 150-160 kusů za směnu, počítáno s délkou silových vodičů 4 nebo 5 metru.
- Liší se výkonnost jednotlivých pracovníků. Pracovnice č. 1 je výkonnější a dokáže vyrobit v průměru o 10 kusů více než pracovnice č. 2

7.2.2 Rozbor práce pomocí procesní analýzy

Pro vysvětlení výrobního procesu montáže silového vodiče byly zpracovány procesní analýzy pro výrobní dávku, která tvoří 10 kusů s počítanou variantou 5 metrů dlouhého silového vodiče. Tyto procesní analýzy jsou uvedeny níže v tabulkách č. 2 a 3. Z důvodu odlišného pracovního postupu byly zpracovány procesní analýzy na každou pracovnici zvlášť, neboť na konkrétní procesní analýzy bude následně navazovat snímkování pracovního dne a zakreslení chůze do spaghetti diagramu jednotlivých pracovníků.

Tabulka 2 Procesní analýza montáže silových vodičů pro výrobní dávku 10 kusů o délce 5 m – Pracovnice č. 1 (vlastní zpracování)

č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost [m]	Doba trvání
1.	Příprava pracoviště	○					0	0:00:55
2.	Stříhání lanek (10 ks)	○					56	0:01:58
3.	Manipulace		⇨				6	0:00:13
4.	1. lisování kontaktu	○					0	0:02:21
5.	Manipulace		⇨				6	0:00:16
6.	Stříhání hadic	○					106	0:02:52
7.	Manipulace		⇨				6	0:00:12
8.	Promazání hadice (5 ks)	○					0	0:00:22
9.	Nasunutí lanka do hadice (5 ks)	○					0	0:01:20
10.	Promazání hadice (5 ks)	○					0	0:00:22
11.	Nasunutí lanka do hadice (5 ks)	○					0	0:01:25
12.	Manipulace		⇨				2	0:00:10
13.	1. dotlačení kontaktu k hadici (10 ks)	○					0	0:00:46
14.	1. lisování kroužku (10 ks)	○					0	0:02:18
15.	Manipulace		⇨				5	0:00:15
16.	2. lisování kontaktu (10 ks)	○					0	0:03:06
17.	Zajištění silového vodiče	○					3	0:00:12
18.	2. dotlačení kontaktu k hadici (10 ks)	○					0	0:00:46
19.	2. lisování kroužku (10 ks)	○					0	0:02:37
20.	Přesunutí výrobku (stojan/pracoviště)				▽		4	0:00:35
21.	Zapsání poznámky – počet vyrob. kusů	○					0	0:00:15
	Součet času							0:23:15
	Vzdálenost (m)						194	

Jak lze vidět v tabulce číslo 2 Pracovnici č. 1 v průměrném času trvá vyrobit 10 kusů silového vodiče o délce 5 metrů 23 minut a 15 sekund. Při výrobě 10 kusů ujede pracovnice přibližně 194 metrů.

Tabulka 3 Procesní analýza montáže silových vodičů pro výrobní dávku 10 kusů o délce 5 m – Pracovnice č. 2 (vlastní zpracování)

č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání
1.	Příprava pracoviště	○					0	0:00:50
2.	Stříhání hadic (10 ks)	○					106	0:03:12
3.	Manipulace		⇒				6	0:00:16
4.	Stříhání lanek (10 ks)	○					56	0:02:20
5.	Manipulace		⇒				6	0:00:14
6.	Promazání hadice (5 ks)	○					0	0:00:18
7.	Nasunutí lanka do hadice (5 ks)	○					0	0:00:55
8.	Promazání hadice (5 ks)	○					0	0:00:18
9.	Nasunutí lanka do hadice (5 ks)	○					0	0:00:55
10.	Dopomoc se vzduchem	○					0	0:01:17
11.	Manipulace		⇒				2	0:00:10
12.	1. lisování kontaktu	○					0	0:02:20
13.	1. dotlačení kontaktu k hadici (10 ks)	○					0	0:00:50
14.	1. lisování kroužku (10 ks)	○					0	0:02:24
15.	Manipulace		⇒				5	0:00:15
16.	2. lisování kontaktu (10 ks)	○					0	0:02:51
17.	Zajištění silového vodiče	○					3	0:00:16
18.	2. dotlačení kontaktu k hadici (10 ks)	○					0	0:00:50
19.	2. lisování kroužku (10 ks)	○					0	0:02:41
20.	Přesunutí výrobku (stojan/pracoviště)				▽		4	0:00:42
21.	Zapsání poznámky – počet vyrob. kusů	○					0	0:00:25
	Součet času							0:24:08
	Vzdálenost (m)						188	

V tabulce číslo 3 je možno vidět, že pracovníci č. 2 v průměrném času trvá vyrobiť 10 kusů silového vodiče o délce 5 metrů 24 minut a 8 sekund. Při výrobě 10 kusů ujde pracovníce přibližně 188 metrů.

Příprava před začátkem výrobního procesu začíná kontrolou a případným dochystání jednotlivých komponentů, ve většině případů už je pracoviště nachystáno, jelikož je to úkolem vždy na konci každé směny dané pracovníce. V následujícím výrobním postupu je počítáno s výrobní dávkou 10 kusů silových vodičů o délce 5 metrů.

Začátek výrobní postupu začíná nastříháním deseti měděných lanek nebo deseti hadic. Pomocí tabulek č. 2 a 3 je možno zde spatřit poměrně velký rozdíl v počtu nachozených metrů a celkovém času trvání operací, i když jsou měděná lanka a hadice stejně dlouhé.

Důvodem je odlišný počet stříhaných kusů při jednom zátahu. Lanka se stříhají po dvou kusech, ale hadice pouze po jednom kusu.

Také je zde vidět rozdíl při výrobním postupu daných pracovníků. Pracovnice č. 1 po nastříhání 10 lanek přesune lanka k lisu a nalisuje kontakty k zadní straně lanka, následně lanka přesune zpět a jde stříhat hadice. Naopak pracovnice č. 2 si nejprve nastříhá hadice a měděná lanka, která postupně přetahuje do středu pracovního stolu, kde se nachází stroj na lisování kontaktů a kroužků.

Jestliže jsou lanka a hadice nastříhány dojde k jejich přesunutí do středu pracovního stolu, kde se nachází lisy, které umožňují nalisovat kontakty a kroužky. Pokud se lanka a hadice nachází v požadovaném místě, dojde k promazání hadic (5 ks) pomocí spreje a nasunutí lanka do hadice (také po 5ti kusech), následně se proces ještě jednou opakuje se zbylými 5 lanky a hadicemi. Nachází se v této části procesu také rozdíl mezi jednotlivými pracovníci, kdy pracovnice č. 1 nasunuje lanko do hadice bez pomoci přípravku, naopak pracovnice č. 2 si pro dovedení lanka do hadice napomáhá vzduchem.

Jestliže je lanko nasunuto v hadici, v případě pracovnice č. 2, dojde k nalisování kontaktu, pomocí lisovacího stroje, na konec jedné strany lanka (10 kusů), následně k doražení kontaktu ke konci hadice (10 ks) a následně k nalisování kroužku na hadici (10 kusů), také pomocí lisovacího stroje. Pracovnice č. 1 provádí pouze dotlačení kontaktu a nalisování kroužku. Jestliže je jedna strana silových vodičů hotová, následuje jejich přesunutí a kompletace druhé strany obdobným způsobem, s jedinou změnou, a to že po nalisování kontaktu jsou silové vodiče upevněny sklápějící branou, aby lanko v hadici neujíždělo.

Pokud jsou dokončeny obě strany silových vodičů, následuje přemístění vyrobených kusů buď to na stojan (kusy na vývoz) nebo přesunutí na protější pracovní stůl, kde dochází ke kompletaci kabelu plazmového hořáku. Na konci výrobní dávky si pracovnice pomocí papíru a propisky zaznačí počet vyrobených kusů. Zde už je výrobní postup jednotlivých pracovníků totožný.

7.3 Snímky pracovního dne a spaghetti diagramy

Snímky pracovního dne byly vypracovány pro každou sledovanou zaměstnankyni zvlášť, kdy každá pracovnice byla sledována alespoň dvakrát v různých termínech pro následné zprůměrování časů spotřebovaných na jednotlivé činnosti v rámci jedné směny. Pro obecný přehled a získání znalostí o týdenním harmonogramu pracovníků bylo s pracovníci

diskutováno o specifických činnostech, které vykonávají nepravidelně a mohly by ovlivnit prováděné snímkování.

Samotné snímky pracovních dnů byly prováděny ručně pomocí snímkovacího archu a stopek, kdy docházelo současně k zapisování jednotlivých naměřených časů a zakreslování jednotlivých pohybů pomocí spaghetti diagramu na layout montážní haly.

Jako první byly jednotlivé činnosti zařazeny do 14 podskupin a následně přerozděleny do jednotlivých kategorií z pohledu činnosti, jak lze vidět v tabulce č. 4.

Tabulka 4 Pohled na jednotlivé činnosti při snímkování a zařazení do kategorií (vlastní zpracování)

Druh činnosti	Název činnosti
Hlavní pracovní činnosti	Stříhání lanek
	Stříhání hadic
	Promazání hadice
	Nasunutí lanka do hadice
	Lisování kontaktu
	Dotlačení kontaktu
	Lisování kroužku
	Dopomoc se vzduchem
Pomocné pracovní činnosti	Manipulace s výrobkem
	Příprava pracoviště
	Ostatní činnosti
Plýtvání	Činnosti bez přidané hodnoty
Přestávka	Přestávka
Přestávka – povinná	Přestávka – obědová pauza

Jako první autor rozdělí jednotlivé činnosti do kategorií, pomocí kterých lze identifikovat, o jakou pracovní činnost se jedná:

- Hlavní pracovní činnosti – V téhle kategorii jsou zařazeny činnosti, které patří mezi primární náplně práce při montáži silového vodiče. Autor zde zařadil činnosti jako je: stříhání lanek, stříhání hadic, promazání hadice, nasunutí lanka do hadice, lisování kontaktu a kroužku a dotlačení kontaktu. U pracovnice č. 2 je zde zařazena i činnost „Dopomoc se vzduchem“, jelikož nedokáže bez zmiňované činnosti pokračovat ve výrobním postupu.
- Pomocné pracovní činnosti – Jsou zde zařazeny především nápomocné práce, které následně umožňují provádět hlavní činnosti, jedná se o manipulaci s výrobkem,

přípravu pracoviště, do kategorie ostatní činnosti byly zařazeny administrativní činnosti či úklid na pracovišti.

- Plýtvání – Do kategorie plýtvání byly zvoleny především nevyžádané činnosti, jako je komunikace se skladníky a kolegyněmi na pracovišti či opravu vzniklých chyb na vyrobených výrobcích.
- Přestávka – Zde byly zařazeny pauzy v průběhu pracovní doby, jako je občerstvení, toaleta, dodržování pitného režimu a jiné.
- Přestávka povinná – Přestávkou povinnou se rozumí přestávka trvající 30 minut, která je dána zákonem.

Následně byly vytvořeny 4 pohledy, jak se bude na jednotlivé činnosti nahlížet z pohledu zdokonalení procesu:

- Činnosti technologicky stanoveny – Patří sem činnosti, které jsou technologicky dané a musí se při výrobě silového vodiče dodržet. Nelze je tedy měnit, může dojít pouze k přeměnění časové posloupnosti, aby byl například ušetřen pohyb či čas.
- Činnosti s potenciálem ke zlepšení – Do téhle kategorie budou zařazeny činnosti, které jsou nevyhnutelné při výrobě silového vodiče, ale jde je určitými kroky či vylepšeními zdokonalit, co se týče pohledu produktivity a ergonomie.
- Činnosti k odstranění – V tomto případě se bude jednat o činnosti, které výrobku nepřináší žádnou přidanou hodnotu a jsou naopak nevyžádané. Snahou je bude minimalizovat či úplně odstranit z výrobního procesu.
- Přestávky – Do kategorie přestávek patří pouze přestávky, které nejsou součástí povinné přestávky, která je dána zákonem. Povinná přestávka nebyla zahrnuta do výpočtu spotřeby času, protože je fixní a neodstranitelná součástí každé směny.

Pro orientaci bylo zpracováno barevné rozlišení, které člení jednotlivé pohledy na danou činnost. Lze vidět v tabulce č.5.

Tabulka 5 Pohledy na činnosti ze snímku pracovního dne (vlastní zpracování)

Činnosti technologicky stanoveny
Činnosti s potenciálem ke zlepšení
Činnosti k odstranění
Přestávky

Následující kapitoly 6.3.1 a 6.3.2 budou věnovány snímkováním Pracovnice č. 1 a pracovnice č. 2 s převážným zaměřením se na činnosti s potenciálem ke zlepšení a činnostem možným k úplnému odstranění.

7.3.1 Snímek pracovního dne – Pracovnice č. 1

Snímek pracovního dne byl u pracovnice č. 1 zpracován 2x v různých termínech, a to 20. 10. 2022 a 21. 10. 2022, kdy následně naměřené hodnoty spotřebovaného času na jednotlivé činnosti ze 2 snímků byly zprůměrovány do jednoho snímku pro zobrazení středních hodnot spotřeby času na různé aktivity po čas jedné směny.

Snímky pracovního dne byly vypracovány v rámci osmi hodinové pracovní směny včetně povinné přestávky o délce 30 minut. Povinná přestávka není zohledněna v pravém sloupci, neboť je přestávka daná ze zákona a nijak tento čas zlepšit nejde. Snímkování probíhalo vždy při výrobě silových vodičů o délce 4 a 5 metrů.

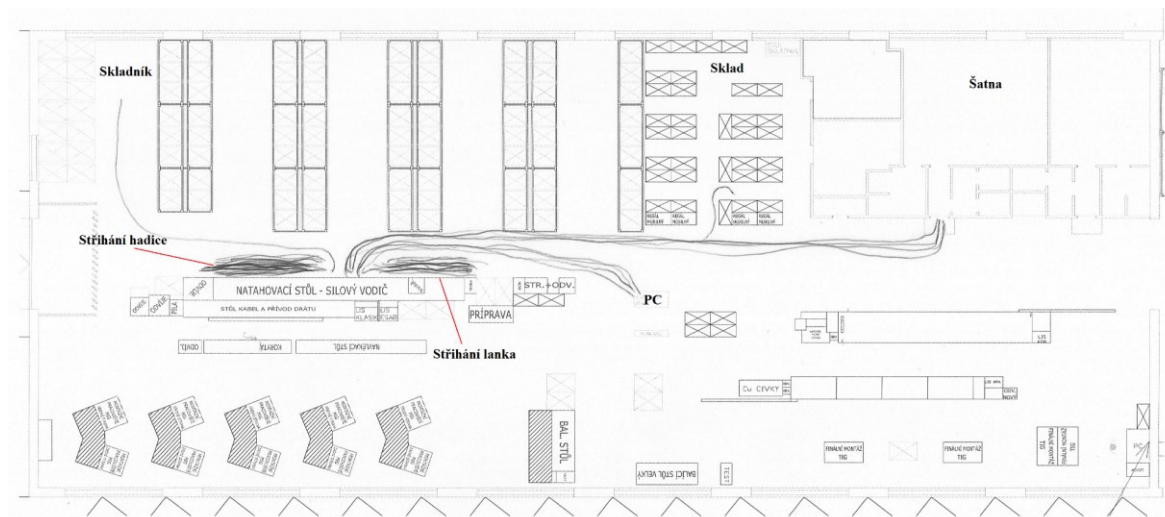
Tabulka 6 Snímek pracovního dne – Pracovnice č. 1 (vlastní zpracování)

Snímek pracovního dne – Pracovnice č. 1						
Snímek pracovního dne				Rozdělení činností		
Druh činnosti	Název činnosti	Čas	%	Pohled na činnost	Celkový čas	%
Hlavní pracovní činnosti	Stříhání lanek	0:29:43	6,2	Činnosti technologicky stanoveny	3:51:33	51,45
	Promazání hadice	0:11:33	2,4			
	Lisování kontaktu	1:27:09	18,1			
	Dotlačení kontaktu	0:24:27	5,1			
	Lisování kroužku	1:18:41	16,4			
	Stříhání hadic	0:44:29	9,3	Činnosti s potenciálem ke zlepšení	2:50:43	37,94
Nasunutí lanka do hadice	0:37:32	7,8				
Manipulace s výrobkem	0:27:23	5,7				
Pomocné pracovní činnosti	Příprava pracoviště	0:42:57	8,9			
	Ostatní činnosti	0:18:22	3,9			
Plýtvání	Nevyžádané činnosti	0:25:09	5,2	Činnosti k odstranění	0:25:09	5,59
Přestávka	Přestávka	0:22:35	4,7	Přestávky	0:22:35	5,02
Přestávka – povinná	Přestávka – povinná	0:30:00	6,3	x	x	x
Celkem		8:00:00	100,0		7:30:00	100,0

Po vyhodnocení výsledného pracovního snímku, který je zobrazen v tabulce č. 6, lze určit, že hlavní činnosti tvoří 65,3 %, pomocné pracovní činnosti tvoří 18,5 %, plýtvání 5,2 %, přestávky 4,7 % a 6,3 % obědová pauza z celkové směny 8 hodin.

Z pohledu zařazení jednotlivých činností do kategorie s potenciálem ke zlepšení se jedná o 37,94 %. Zastoupení činností s potenciálem úplného vyřazení z pracovního dne se jedná o 5,59 % počítáno bez 30minutové obědové pauzy. Celkově bylo za směnu vyrobeno 160 kusů.

Na obrázku č. 10 je zakreslen pohyb pracovnice č. 1, který absolvovala za jednu osmi hodinovou pracovní směnu ze dne 21.10. 2022. Ze Spaghetti diagramu je zřejmé, že nejvíce chůze pracovnice vykoná při stříhání hadice a měděného lanka.



Obrázek 10 Spaghetti diagram – Pracovnice 1 ((vlastní zpracování na základě interních materiálů společnosti))

Činnosti s potenciálem ke zlepšení:

- Stříhání hadice – Jako první byla vybrána činnost stříhání hadice, a to především z dvou hlavních důvodů. Prvním důvodem je velké množství chůze, kterou musí pracovnice při téhle činnosti absolvovat, neboť stříhá hadici pouze po 1 kuse. Druhým důvodem je vznikající problém při odvíjení hadice z celkového svazku, neboť je svazek umístěn pouze na zemi a při odvíjení dochází k jeho deformaci.
- Nasunutí lanka do hadice – Následně byla do téhle skupiny zařazena činnost nasunutí lanka do hadice, a to především z důvodu, že se jedná o velmi namáhavou činnost z pohledu ergonomie, nachází se zde potenciál využití přípravku, který by napomáhal nasunovat měděná lanka do hadic. Pracoviště je tímto přípravkem i

vybaveno, v podobě vzduchové jehly, ovšem pracovnice tento přípravek využívá jen v případě nutnosti, tedy když nastane zaseknutí lanka v hadici. Pracovnice nevyužívá tento přípravek především z důvodu nekomfortního použití, a to v podobě úniku vzduchu při použití přípravku.

- Příprava pracoviště – Zde tvoří nejrizikovější podíl činnost, při které se odstraňují ochranné kryty z kontaktů, které slouží jako ochrana při převozu. Gumové krytky jsou velmi těsné a z kontaktů se sundávají velmi složitě.
- Manipulace s výrobky – Manipulace s jednotlivými kusy po pracovním stole je další činností, kde je potenciál ke zlepšení. Pracovnice nemají jasně definovaný pracovní postup, a tak dochází k jeho obměně, kdy výsledkem jsou následně přebytečné pohyby s výrobkem, které mohou vést k jeho deformaci.
- Administrativní činnosti (Ostatní činnosti) – Poslední činností k možnému potenciálu ke zlepšení jsou administrativní činnosti, kdy počítač, do které jsou zaznamenávány počty vyrobených kusů je umístěn 15 metrů od pracoviště a před zadáním počtu vyrobených kusů do systému si pracovnice zaznamená poznámky pouze na papír

Činnosti s možností úplného odstranění:

- Nevyžádané činnosti – Do téhle kategorie lze zařadit chyby, které nastávají na pracovišti. Nejčastější chybou je pád silového vodiče či hadice ze stolu na zem. Pracovní stůl nemá žádné zábrany, které by tuto chybu eliminovaly. Další chybou je zaseknutí lanka v hadici, když dochází k nasouvání lanka do hadice. Tato chyba může vznikat především z dvou důvodů. Jako první je rozdílná kvalita v dodávaném polotovaru měděného lanka. Společnosti dodávají tento druh polotovaru dva dodavatelé a jeden druh měděného lanka je zřetelně méně kvalitní než ten druhý. Kvalita se projevuje především v podobě třepení se lanka po ustřižení na požadovanou míru. Druhým důvodem může být neustála manipulace s lankem. Další činností zde byly zařazeny nevyžádané rozhovory se skladníky či spolupracovnicemi.

7.3.2 Snímek pracovního dne – Pracovnice č. 2

Pracovnice č. 2 byla stejně jako pracovnice č. 1 snímkována dvakrát v různých termínech, a to 27. 10. 2022 a 28. 10. 2022 z nichž byl sestaven zprůměrovaný snímek se středními

hodnotami spotřeby času na jednotlivé činnosti. Snímek pracovního dne je vypracován v rámci osmi hodinové pracovní směny včetně povinné přestávky o délce 30 minut. Povinná přestávka je zohledněna pouze v rozdělení druhů jednotlivých činností. Snímkování probíhalo vždy při výrobě silových vodičů o délce 4 a 5 metrů.

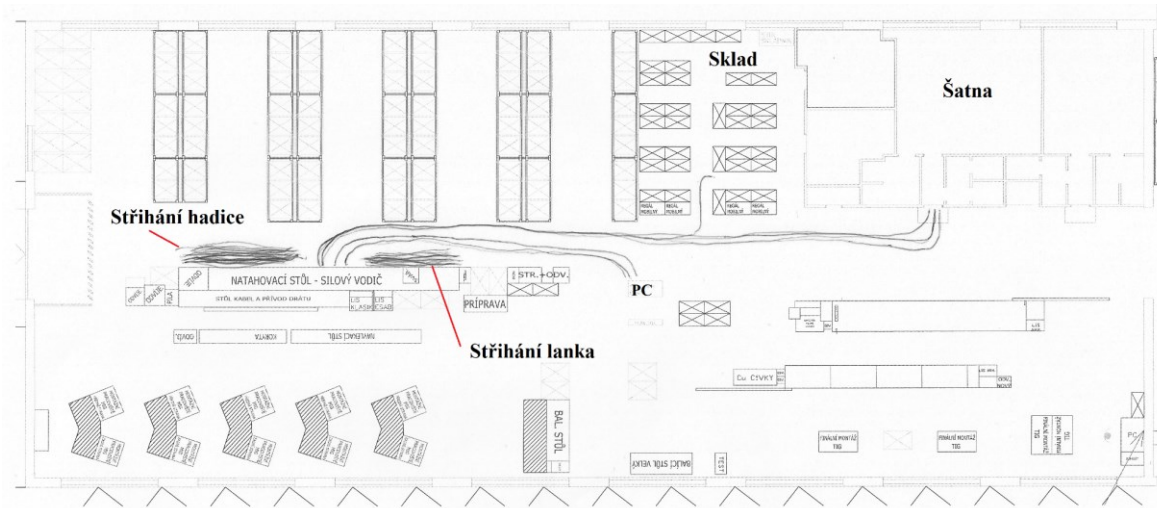
Tabulka 7 Snímek pracovního dne – Pracovnice č. 2 (vlastní zpracování)

Snímek pracovního dne – Pracovnice č. 2						
Snímek pracovního dne				Rozdělení činností		
Druh činnosti	Název činnosti	Čas	%	Pohled na činnost	Celkový čas	%
Hlavní pracovní činnosti	Stříhání lanek	0:34:53	7,3	Činnosti technologicky stanoveny	3:42:45	49,50
	Promazání hadice	0:08:58	1,9			
	Lisování kontaktu	1:17:48	16,2			
	Dotlačení kontaktu	0:24:54	5,2			
	Lisování kroužku	1:16:12	15,9	Činnosti s potenciálem ke zlepšení	3:02:44	40,61
	Nasunutí lanka do hadice	0:27:19	5,7			
	Stříhání hadic	0:47:58	10,0			
Pomocné pracovní činnosti	Dopomoc se vzduch.	0:19:20	4,0	Činnosti k odstranění	0:28:41	6,37
	Manipulace s výrobkem	0:37:01	7,7			
	Příprava pracoviště	0:34:31	7,2			
	Ostatní činnosti	0:16:35	3,4	Přestávky	0:15:50	3,52
Plytvání	Nevyžádané činnosti	0:28:41	5,9			
Přestávka	Přestávka	0:15:50	3,3	x	x	x
Přestávka – povinná	Přestávka – povinná	0:30:00	6,3			
Celkem		8:00:00	100,0		7:30:00	100,0

Výsledný pracovní snímek, který je zobrazen v tabulce č. 7, vyobrazuje, že hlavní činnosti u pracovnice č. 2 tvoří 66,2 %, pomocné pracovní činnosti tvoří 18,3 %, plytvání 5,9 %, přestávky 3,3 % a obědová pauza 6,3 %.

Z pohledu zařazení jednotlivých činností do kategorie s potenciálem ke zlepšení se jedná o 40,61 %. Zastoupení činností s potenciálem úplného vyřazení z pracovního dne se jedná o 6,37 % s počítaným časem bez 30minutové obědové pauzy, neboť tuto hodnotu nelze nijak měnit.

Níže na obrázku č.11 je zobrazen pohyb pracovníce č.2 pomocí Spaghetti diagramu po dobu jedné osmi hodinové směny. Stejně jako u pracovníce č.1 patří mezi nejčastější pohyb stříhání hadice a měděného lanka.



Obrázek 11 Spaghetti diagram – Pracovnice č.2 (vlastní zpracování na základě interních materiálů společnosti)

Činnosti s potenciálem ke zlepšení:

- Stříhání hadice, nasouvání lanka do hadice – Stejně jako u pracovníce č. 1 je zde z hlavních pracovních činností zařazeno nasouvání lanka do hadice, z důvodu velké námahy a stříhání hadice z důvodu velkého množství chůze, kterou musí při téhle činnosti pracovníce absolvovat.
- Dopomáhání se vzduchem – Při nasouvání lanka do hadice, kdy je pracoviště vybaveno vzduchovou jehlou, která napomáhá pracovníci zasunout lanko do hadice. Tento přípravek ovšem umožňuje nasouvat pouze 1 lanko v jednom zátahu a také není vhodně ergonomicky zkonstruován, kdy při foukání vzduchu dochází k jeho unikání na zápěstí pracovníce. Pracovnice č. 2 musí tento přípravek využívat, neboť nemá dostatek sil k zasunutí celé délky lanka do hadice.
- Manipulace s výrobky, příprava pracoviště – Stejně jako u pracovníce 1 zde dochází k velkému množství manipulace s výrobky, což se následně může projevit také na únavě pracovníce. Taktéž zde vzniká stejný problém jako u pracovníce č. 1 v činnosti sundávání ochranných krytů z kontaktů.
- Administrativní činnosti (Ostatní činnosti) – Rovněž zde vzniká obdobný problém jako u pracovníce 1, kdy je počet vyrobených kusů zaznamenáván před zadáním do

počítače pouze na papír a může tak dojít k lehké chybě v podobě špatného zadání počtu vyrobených kusů.

Činnosti s možností úplného odstranění:

- Nevyžádané činnosti – Zde jsou činnosti totožné jako u pracovnice č. 1, tedy nejčastější chybou je pád silového vodiče či hadice ze stolu na zem, při čemž vzniká riziko poškození silového vodiče. Také se zde objevuje chyba v podobě zaseknutého měděného lanka v hadici. A dále by mělo dojít k eliminaci nevyžádaných rozhovorů se skladníky či spolupracovnicemi.

8 SHRNUÍ VÝSLEDKŮ ANALYTICKÉ ČÁSTI

Jako první byla provedena analýza procesního toku výroby plazmového hořáku, kdy byl autor seznámen s jednotlivými operacemi, které se na provádí na pracovišti. Na základě získaných dat a informací byl vytvořen vývojový diagram, který lze vidět na obrázku č. 8. Konkrétní procesní operace byly zaznamenány do layoutu montážní haly, který je vyobrazen na obrázku č. 9.

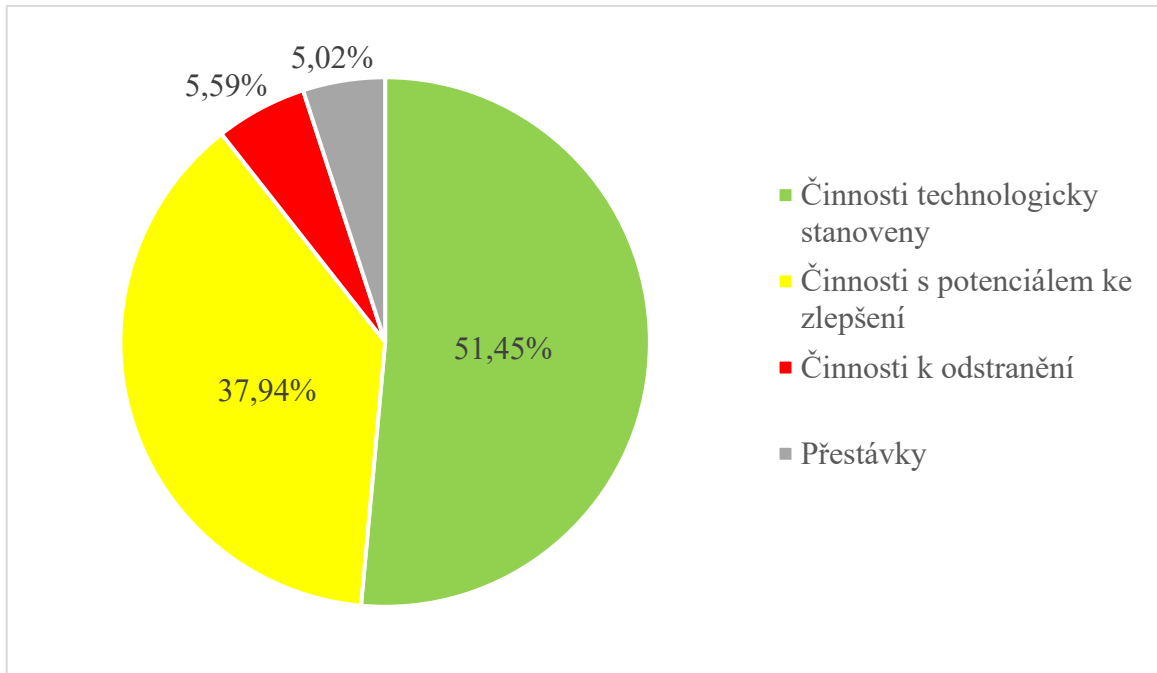
Následně bylo provedeno v rámci vykonávání odborné praxe snímkování celého pracoviště s cílem nalezení montáže, kde bude možno u konkrétního procesu zvýšit stabilitu a produktivitu. Po vyhodnocení snímkování a konzultace se zaměstnanci společnosti Thermacut k.s. bylo zvoleno pracoviště montáže silových vodičů. Jednalo se především o následující důvody:

- Rozdílný pracovní postup u pracovníků, které na pracovišti montují silové vodiče.
- Neplnění pracovních norem, které byly přejaty ze sesterské společnosti. Tyto normy jsou nastaveny na 1,93 minuty na výrobu silového vodiče o délce 3 m a 2,3 minuty na výrobu silového vodiče o délce 5 m.
- Neergonomické činnosti u dílčích operací (převážně nadměrná chůze).

Následně byla provedena analýza montáže silového vodiče s cílem nalezení jednotlivých kroků při montáži, kdy při jejich implementaci by došlo ke zvýšení produktivity a stability celého procesu.

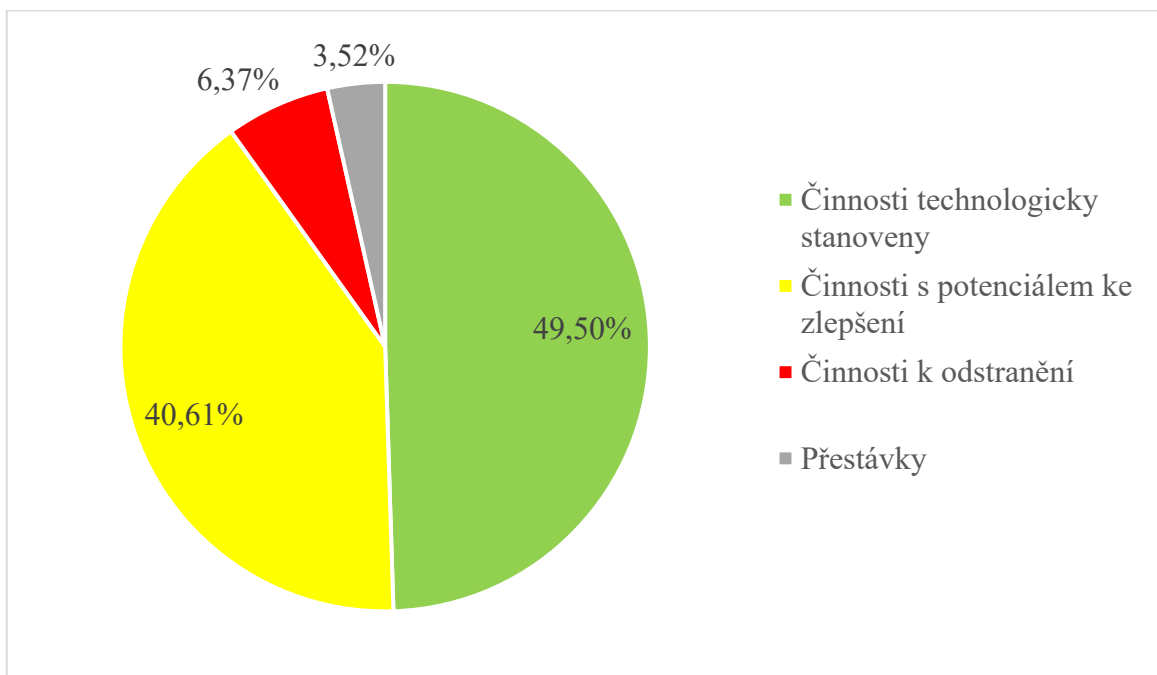
Analýza pracovních činností spočívala v pozorování činností a pohybu jednotlivých pracovníků montáže silových vodičů v průběhu celé směny. Na základě pozorování byly zpracovány snímky pracovního dne a Spaghetti diagramy. V rámci snímkování byly jednotlivé činnosti rozděleny do kategorie, jak bude na danou činnost nahlíženo z pohledu zlepšení. Jedná se o činnosti technologicky stanovené, činnosti s potenciálem ke zlepšení, činnosti k odstranění a přestávky. Nebyla zde zařazena 30minutová pauza na oběd, z důvodu fixního času, který nelze nijak měnit.

Z průměrných hodnot spotřeby času na jednotlivé činnosti u Pracovnice č. 1 vyplynulo, že na činnosti technologicky stanovené je spotřebováno 51,45 %, na činnosti s potenciálem ke zlepšení 37,94 %, na činnosti vhodné k odstranění 5,59 % a na přestávky 5,02 % z pracovní doby s výjimkou 30minutové pauzy. Konkrétní hodnoty grafu lze vidět na obrázku č. 12.



Obrázek 12 Spotřeba času činností dle kategorií – Pracovnice č. 1 (vlastní zpracování)

U Pracovnice č. 2 bylo vyhodnoceno, že 49,50 % tvoří činnosti, na které se nebude nahlížet s cílem jejich změny (činnosti technologicky stanoveny), 40,61 % tvoří činnosti s potenciálem ke zlepšení, 6,37 % tvoří činnosti vhodné k úplnému odstranění a 3,52 % tvoří přestávky. Data jsou zaznamenána níže na obrázku č. 13.



Obrázek 13 Spotřeba času činností dle kategorií – Pracovnice č. 2 (vlastní zpracování)

Mezi činnosti s potenciálem ke zlepšení bylo zařazeno:

- Stříhání hadice – z důvodu velkého množství chůze a nepřesného označení pro uložení svazků hadic.
- Nasunutí lanka do hadice – z důvodu namáhavosti činnosti z pohledu ergonomie.
- Příprava pracoviště – konkrétně odstranění krytky z kontaktu z důvodu složitého sesazení.
- Manipulace s výrobky – není definován konkrétní pracovní postup.
- Administrativní činnosti (Ostatní činnosti) – zápis pouze na papír.

Mezi činnosti s možností úplného odstranění byly zařazeny:

- Nevyžádané činnosti – pád silového vodiče, zaseknutí lanka v hadici, nevyžádané rozhovory.

Na výše uvedené činnosti budou v následní části práce navrženy a v některých případech i uplatněny jednotlivá řešení, které následně povedou ke zvýšení produktivity a stability celkového procesu.

9 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ PRODUKTIVITY A STABILITY PROCESU

V následující kapitole budou navrženy a provedeny zlepšení jednotlivých činností, které byly vybrány pomocí snímkování pracovního dne, za účelem zvýšení produktivity a stability procesu montáže silového vodiče a také budou jednotlivá zlepšení vyhodnocena.

9.1 Stříhání hadice po dvou kusech

Na základě snímkování pracovníků bylo zjištěno, že dochází ke stříhání hadice pouze po 1 kuse. Naopak měděné lanko se stříhá po dvou kusech, a tak zde byl potenciál k navržení přípravku, který by také umožnil stříhat hadici také alespoň po dvou kusech, jelikož se jedná o obdobný úkon.

Na pracovišti se vyrábí 3 druhy délek silového vodiče, kdy nejdelší varianta měří 5 metrů. Při předpokladu, že pracovníci vyrobí v průměrném měřítku 150-160 kusů za směnu, jedná se až o 1590 nachozených metrů, jen při téhle činnosti, což se značně může projevit na únavě pracovníce a následně jejím pracovním výkonu.

Dalším důvodem navržení přípravku bylo aktuální uložení svitku hadice, jak lze vidět na obrázku č. 14, svitek hadice se momentálně nachází položený pouze na zemi, což může zapříčinit zakopnutí pracovníka o tento předmět a také deformaci hadice, při jejím odvíjení.



Obrázek 14 Svitek hadice před změnou (vlastní zpracování)

Po spolupráci s technologickým útvarem společnosti a pracovníky byl navržen a zkonstruován přípravek, který umožní odvíjet 2 svitky hadice najednou. Tento přípravek lze vidět na obrázku č. 15.

Použitím přípravku se dosáhne:

- Snížení počtu nachozených metrů pracovníků při činnosti stříhání hadice
- Zajištění přesného umístění svitků s hadicemi – eliminace zakopnutí o tento předmět
- Eliminace deformace hadice při odvíjení



Obrázek 15 Svítka hadice po změně (vlastní zpracování)

9.2 Přípravek na nasunutí měděného lanka do hadice

Momentálně se na pracovišti využívá pouze přípravek na dopomoc nasunutí lanka do hadice, který je možno vidět na obrázku č. 16. Pracovní postup je takový, že jsou měděná lanka nasunuta do určité pozice pouze pomocí vlastní síly pracovníce a následně pomocí přípravku jsou dosunuta do konečné fáze. Tento přípravek je využíván především Pracovnící č. 2, jelikož nemá dostatek sil na nasunutí celého lanka do hadice bez pomoci. Pracovníce č. 1 jej využívá většinou jen v případě, kdy se lanko zasekne v hadici a nejde dále zasunovat do hadice. Po rozhovoru s Pracovnící č. 1 bylo také zjištěno, že používání aktuálního přípravku je velmi nekomfortní, neboť při jeho užití dochází k úniku vzduchu, který nepříjemně fouká na zápěstí pracovníka.



Obrázek 16 Aktuální přípravek na zasunutí měděného lanka do hadice (vlastní zpracování)
Pro určité nedostatky aktuálního přípravku bylo cílem navrhnout nový přípravek, který by umožňoval navlékat více lanek do hadice najednou a bylo by omezeno unikání vzduchu při jeho využívání. Zprvu byl také plán nasunovat lanka do hadice za pomoci vzduchu hned od počátku, ovšem při testování zmiňovaného postupu došlo k jeho vyloučení, neboť dochází k podstatně většímu zasekávání lanka v hadici. Ve spolupráci s technologickým útvarem byl navržen přípravek, pomocí které by šly nasunovat 3 lanka v jeden čas. Přípravek by byl postaven na obdobném principu jako vzduchová jehla, která je na obrázku č.16. Tedy nástroj, který vypouští vzduch a je ovládán nožním pedálem. Tento přípravek lze vidět na obrázku č. 17.



Obrázek 17 Nový návrh přípravku na nasunutí měděného lanka do hadice (vlastní zpracování)

Testování navrženého a zkonstruovaného přípravku ovšem nevyšlo kladně. A to z následujících důvodů:

- Negativní úspora času – přípravek trvá dlouho dobu upnout na pracovní stůl a následně do něho upevnit hadice
- Nedostatečné usnadnění činnosti – přípravek není dostatečně silný, aby zvládnul nasunovat 3 měděná lanka najednou

Momentálně tedy byla navržena úprava přípravku, který se aktuálně nachází na pracovišti, aby došlo k omezení unikajícího vzduchu.

9.3 Zajištění zakončení pracovního stolu

Jako dalším návrhem na zlepšení výrobního procesu je zajištění ukončení pracovního stolu zářkami, které by eliminovaly pád hadice, či vyrobeného silového vodiče. Jak již bylo zmiňováno v kapitole 7.3.1 a 7.3.2, tak dochází poměrně k velkému přesunování jednotlivých komponentů, které nelze zcela vyřadit z výrobního postupu. Při manipulaci s výrobkem, či při dopomoci se vzduchovým přípravkem na zasunutí lanka do hadice dochází k pádu jednotlivých komponentů.

Proto byly navrženy a vyrobeny přemístitelné zářky, které eliminují pád silového vodiče, či hadice. Přípravky byly vytvořeny s možností přesunutí kvůli různým variantám délky samotných silových vodičů. Konkrétní přípravek je možno vidět na obrázku č. 18.



Obrázek 18 Přípravek – zajištění zakončení pracovního stolu (vlastní zpracování)

Navrhovaný přípravek zajistí:

- Eliminaci pádu silového vodiče a s tím spojenou možnost poškození se produktu.

9.4 Přípravek na sundávání ochranných krytek u kontaktů

Mezi další problém, který byl zjištěn při snímkování jednotlivých pracovníků, patří sundání ochranné krytky z kontaktu, který se následně lisuje k měděnému lanku. Ochranná krytka zde slouží především jako prevence proti poškození při transportu. Kontakty si společnost sama nevyrábí, ale jsou vyráběny a dováženy jinou společností. Tento proces byl ve snímku pracovního dne zařazen mezi přípravy pracoviště, kde tvoří spolu s dalšími činnostmi celkové časové zastoupení. Kontakt s ochrannou krytkou lze vidět na obrázku č.19.



Obrázek 19 Kontakt s ochrannou krytkou (vlastní zpracování)

Pro sundání ochranné krytky se na pracovišti nenachází žádný přípravek, či nástroj, pomocí kterého by mohla bezpečně pracovnice krytku sundat. A tak jsou ochranné krytky sundávané pouze ručně, či za dopomoci kombinovaných kleští, zde ale hrozí riziko, že bude kontakt poškozen.

Po spolupráci s pracovníci a mistrem montážní dílny byl navržen a následně i zkonstruován přípravek, který bude sloužit jako dopomoc, při sundání ochranné krytky. Přípravek bude fungovat na principu vzduchové pistole, která bude ovládána nožním pedálem. Přípravek je vyobrazen na obrázku č. 20.



Obrázek 20 Přípravek na sundání ochranné krytky z kontaktu (vlastní zpracování)

Přínosy navrhovaného přípravku:

- Usnadnění sundání ochranného krytku z kontaktu
- Eliminace používání nepříslušných nástrojů k odstranění krytky a vyvarování se tak poškození kontaktu

9.5 Modernizace výrobních zápisů

V současné době už společnost vlastní moderní vybavení na pracovištích, v podobě obrazovek, kde mohou pracovníci sledovat například pracovní normu a svou výkonnost. Kdy tento MES systém je propojen téměř celou společností a lze tak sledovat výkonost jednotlivých pracovníků a strojů a vytvářet následně reporty na jednotlivé časové období.

Zadání výrobní zakázky probíhá aktuálně tak, že pracovníci zadá výrobní zakázku do systému přes počítač, který se nachází uprostřed budovy, asi 15 metrů od pracoviště a po dokončení výrobní zakázky, před obědovou pauzou nebo na konci pracovní směny zadá přes počítač počet vyrobených kusů. Tento počet vyrobených kusů si v průběhu pracovní směny zapisuje pouze na papír.

Mým návrhem je pořízení tabletů na jednotlivá pracoviště, pomocí kterého by pracovníci mohli zadávat počet vyrobených kusů do systému ihned po vyrobení dávky 10 kusů. Bylo by tak možné pozorovat výrobní čas jednotlivých výrobních dávek a pokud by nastal nějaký problém, šlo by jej ihned identifikovat. Tablety by se také daly využít k nastudování

výrobních postupů, které jsou momentálně na pracovišti dostupné v papírové verzi, k zjištění pracovní normy a na kolik procent ji pracovník plní a například ke komunikaci se skladníky, pokud by na pracovišti chyběl materiál.

Přínos pořízení tabletu na pracoviště:

- Usnadněný zápis počtu vyrobených kusů a možnost online sledování pracovnice
- Eliminace hledání skladníka po pracovišti a komunikace s ním
- Snadný přístup k výrobním dávkám, pracovním postupům a pracovním normám

9.6 Navržení nového pracovního postupu

Důvodem navržení nového pracovního postupu je především fakt, že momentálně není stanoven žádný konkrétní pracovní postup, kde by byl popsán krok po kroku. Zde může nastat například problém, pokud by na pracoviště přišel nový zaměstnanec. Jelikož není stanoven konkrétní daný postup, tak často dochází k jeho obměně u současných pracovníků, což může následně zapříčinit přebytečný pohyb s materiálem, či vyráběnými kusy. Standardizovaný nově navržený pracovní postup je znázorněn v příloze č. I. Bude se následně jednat o standard práce, který předpokládá stabilitu procesu. Je důležité, aby mistr a předáčky denně dbaly na dodržování postupu, a díky této disciplíně je možno docílit stability procesu. Pokud předpokládáme, že materiál je plně dostupný a personál je zajištěn, tak bude následně díky správnému dodržování výrobního postupu zajištěna maximální stabilita procesu a stabilní výstupy na tomto pracovišti.

Nově navržený pracovní postup bude vypadat následovně:

1. Stříhání hadice po dvou kusech – Jako první bude nastříháno 10 kusů hadice s použitím nového přípravku, hadice se tedy bude stříhat po dvou kusech. Po nastříhání budou hadice přesunuty do středu pracovního stolu, kde se nacházejí lisy.
2. Stříhání lanka po dvou kusech – Následně bude nastříháno 10 kusů měděného lanka, zde k žádné změně nepřichází. Po dokončení činnosti budou lanka přesunuta k hadicím, aby je bylo možno do hadic nasunovat.
3. Promazání hadice a navlečení lanka do hadice – Zde k téměř žádné změně nedochází. Nejprve se vždy promaže hadice pomocí mazacího spreje a následně dochází k navlečení lanka do hadice. Vše se dělá po 5ti kusech. Navlečení lanka do hadice

jde směrem zleva doprava. Pokud pracovníce nemá dostatek sil na zavlečení celého měděného lanka do hadice, použije přípravek na ulehčení této činnosti.

4. Lisování levé strany silového vodiče pomocí metody jednoho kusu – Největší změnou ve výrobním procesu je právě změna v lisování kontaktu na měděné lanko, následné dotlačení kontaktu k měděnému lanku a konečnému nalisování kroužku. Aktuálně pracovníce nejprve nalisují kontakty ke všem lankám na levé straně, následně dotlačí všechny kontakty na pozici, aby se mohl lisovat kroužek a v poslední řadě dochází k lisování kroužku. Mým návrhem je provádět lisování vždy na hotovo, tedy pracovníce uchytí levou stranu silového vodiče, nalisuje na ni kontakt, dotlačí jej do požadované polohy a následně nalisuje kroužek. Eliminuje se tak neustálá manipulace s výrobkem, jako je uchopení a položení výrobku. Po zhotovení levé strany silových vodičů je silových vodič přesunut do polohy, aby mohlo dojít k nalisování komponentů na pravou stranu.
5. Lisování pravé strany silového vodiče – Zde je nucena pracovníce nejprve nalisovat všechny kontakty k měděnému lanku, neboť je zapotřebí následně uzavřít silové vodiče do závory, která zajistí, aby lanko v hadici neklouzalo a mohlo přijít k doražení kontaktu do požadované polohy a nalisování kontaktu. Po nalisování kontaktů k měděnému lanku a uzavření silových vodičů do závory bych také využil metodu, kdy pracovníce bude vyrábět jednotlivé kusy na hotovo. Tedy uchytí pravou stranu silového vodiče, dotlačí kontakt k hadici a ihned nalisuje kroužek.
6. Přesunutí výrobku a zaznamenání vyrobených kusů – Jestliže jsou silové vodiče dokončeny, následuje přemístění na stojan (kusy na vývoz) nebo přesunutí na protější pracovní stůl, kde dochází ke kompletaci kabelu plazmového hořáku. Následně by pracovníce zaznamenala vyrobený počet kusů do tabletu, který patří, do již zmiňovaného návrhu v kapitole č. 9.5.

Přínos navrhovaného pracovního postupu:

- Sjednocení pracovního postupu pracovníků, spojeno se zvýšením stability daného procesu
- Snížení manipulace s výrobkem

9.7 Vyhodnocení navrhovaných zlepšení

V následující kapitole bude rozebrán dopad výše navrhovaných zlepšení na výrobní čas během jedné směny. Téměř všechny navržené změny byly na pracovišti provedeny a následně pomocí snímků pracovního dne změřeny, kromě navržení tabletu na pracovišti. Z těchto snímků byly následně vypočítány průměrné časy. Snímkování pracoviště probíhalo vždy při výrobní dávce silového vodiče o délce 4 nebo 5 metrů.

9.7.1 Vyhodnocení navrhovaných řešení u Pracovnice č. 1

Jak lze vidět v tabulce č. 8 navrhovanými zlepšeními, které jsou uvedeny v kapitolách 9.1-9.6 bude ušetřeno u Pracovnice č.1 52 minut a 59 sekund za jednu směnu. Nově určené časy byly vytvořeny pomocí zprůměrování výrobních časů po zavedení jednotlivých změn, které byly získány pracovními snímky dne. Vyjma pořízení tabletu na pracoviště, kdy byl čas určen pouze dle předpokladů této pomůcky.

Tabulka 8 Změna časů po zavedení změn – Pracovnice 1 (vlastní zpracování)

Změna časů po změně (Pracovnice 1)			
Úkon	Původní čas	Nový čas	Úspora
Stříhání hadice	0:44:29	0:30:30	0:13:59
Nasunutí lanka do had.	0:37:32	0:37:32	-
Příprava – manipulace	0:27:23	0:17:12	0:10:11
Příprava pracoviště	0:42:57	0:35:57	0:07:00
Ostatní činnosti – zápis	0:18:22	0:17:11	0:01:11
Nevyžádané činnosti	0:25:09	0:04:31	0:20:38
Celkem	3:15:52	2:22:53	0:52:59

Nejzásadnější roli zde bude hrát navržení zajištění pracovního stolu, kdy dojde téměř k naprosté eliminaci pádu výrobku z pracovního stolu a také zakoupení tabletu na jednotlivá pracoviště, kdy se rapidně sníží komunikace se skladníky a spolupracovníky, jelikož veškerá potřebná data by byla právě v nabídce tabletu. Dojde ke snížení času o 21 minut a 49 sekund Stříhání hadice po dvou kusech u Pracovnice č.1 zajistí úsporu 13 minut a 59 sekund a také se nám zkrátí délka chůze o 47,17 %. Tedy z 106 metrů se chůze zkrátí na 56 metrů.

Přípravek na nasutí lanka do hadice, jak už bylo zmiňováno v kapitole č. 9.2, tento přípravek zatím nebude uplatňován, neboť nebyl prozatím navržen tak, aby ušetřil čas či sílu při jeho využívání. Na pracovišti zůstane aktuální přípravek a návrhem je pouze jeho úprava.

Přípravek na sundávání ochranných krytek u kontaktů ušetří průměrně 7 minut za směnu u Pracovnice č.1, ale zajistí především vynaložení menší síly při této činnosti a také dojde k eliminaci používání nástrojů, které by mohly kontakt poškodit.

Navrhovaný pracovní postup zajistí snížení manipulace s výrobkem, což je projev úsporou 10 minut a 11 sekund. Také se tímto opatření zvýší stabilita montáže silového vodiče, neboť pracovníce bude mít jasně daný pracovní postup a nebude natolik docházet k jeho obměně.

9.7.2 Vyhodnocení navrhovaných řešení u Pracovnice č. 2

V tabulce č. 9 jsou porovnány časy před zavedou a po zavedené změně u Pracovnice 2 za jednu směnu. Kdy celková úspora se rovná 59 minutám a 15 sekund. Nově určené časy byly vytvořeny pomocí zprůměrování výrobních časů po zavedení jednotlivých změn, které byly získány pracovními snímky dne. Kromě pořízení tabletu na pracoviště, kdy byl čas určen pouze dle předpokladů této pomůcky.

Tabulka 9 Změna časů po zavedení změn – Pracovnice 2 (vlastní zpracování)

Změna časů po změně (Pracovnice 2)			
Úkon	Původní čas	Nový čas	Úspora
Stříhání hadice	0:47:58	0:33:45	0:14:13
Nasunutí lanka do hadice + dopomoc se vzduchem	0:46:39	0:46:39	-
Příprava – manipulace	0:37:01	0:20:20	0:16:41
Příprava pracoviště	0:34:31	0:29:17	0:05:14
Ostatní činnosti – zápis	0:16:35	0:15:45	0:00:50
Nevyžádané činnosti	0:28:41	0:05:34	0:22:17
Celkem	3:31:25	2:32:10	0:59:15

Největší podíl na ušetření času zde bude mít jako u Pracovnice č.1 navržení přípravku pro zajištění okraje pracovního stolu a zakoupení tabletu na pracoviště, kdy se úspora u Pracovnice č.2 bude rovnat 23 minutám a 7 sekundám.

Stříhání hadice po dvou kusech zajistí ušetření času 13 minut a 59 sekund a rovněž snížení délky chůze o 47,17 %, kdy před změnou našla pracovníce až 106 metrů při výrobě 10 kusů silového vodiče o délce 5 metrů a nyní se chůze zkrátí na 56 metrů.

Přípravek na nasutí lanka do hadice zůstává beze změny, jelikož se nepodařilo navrhnout dostatečně uplatnitelnou novou verzi.

Přípravek na sundávání ochranných krytek u kontaktů ušetří Pracovníci č.2 5 minut a 14 sekund. Zde záleží na výrobní dávce kontaktů. U typově stejných kontaktů jdou krytky sundávat s odlišným úsilím.

Návrh pracovního postupu zajistí snížení manipulace s výrobkem, což je projev úsporou 16 minut a 41 sekund. Jasně daný pracovní postup bude mít také za následek zvýšení stability montáže silového vodiče, neboť pracovníce bude mít jasně daný pracovní postup a nebude natolik docházet k jeho obměně.

9.7.3 Výsledek testování jednotlivých návrhů

Níže v tabulce č. 10 je uveden konečný výsledek testování jednotlivých navrhovaných změn. Kdy mezi navrhovaná opatření, která budou mít pozitivní dopad na výrobní proces patří stříhání hadic po dvou kusech, přípravek na zajištění pracovního stolu, přípravek na odstranění ochranných krytek z kontaktů a změna pracovního postupu. Negativní výsledek vyšel u testování přípravku na navlečení více lanek na jeden zátaž. Pořízení tabletu na pracoviště testováno nebylo, neboť tato změna nebyla doposud uskutečněna.

Tabulka 10 Výsledek testování navrhovaných změn (vlastní zpracování)

Testovaný návrh na zlepšení	Výsledek	Výsledek
Stříhání hadice po 2 ks		POZITIVNÍ
Přípravek na zajištění prac. stolu		POZITIVNÍ
Přípravek na ochranné krytky		POZITIVNÍ
Změna pracovního postupu		POZITIVNÍ
Pořízení tabletu na pracoviště		BEZ TESTU
Přípravek na nasunutí lanek		NEGATIVNÍ

9.7.4 Dopad navrhovaných zlepšení na počet vyrobených kusů za směnu

Jednotlivá navrhovaná zlepšení se také projeví na počtu vyrobených kusů jednotlivých pracovníků, což lze vidět níže v tabulkách č. 11 a 12.

Tabulka 11 Stav před zavedením změn (vlastní zpracování)

Výroba před zavedením změn			
Pracovnice	Celkový počet vyrobených kusů	Průměrný čas na jeden ks	Délka směny
Pracovnice 1	160	0:02:49	7:30:00
Pracovnice 2	150	0:03:00	7:30:00

Jak lze vidět v tabulce č. 11 před zavedením změn pracovníce vyrobily v průměrném měřítku 150-160 kusů. Tento počet kusů byl zprůměrován z výsledků snímkování, které na pracovišti probíhalo.

Díky časové úspoře 52 minut a 59 sekund u Pracovnice č.1 a 59 minut a 15 sekund u Pracovnice č.2 lze navýšit počet vyráběných kusů u každé pracovníce o 20 kusů. Což lze vidět v tabulce č. 12.

Tabulka 12 Stav po zavedení změn (vlastní zpracování)

Výroba po zavedení změn			
Pracovnice	Celkový počet vyrobených kusů	Průměrný čas na jeden ks	Délka směny
Pracovnice 1	180	0:02:30	7:30:00
Pracovnice 2	170	0:02:39	7:30:00

Celková výroba po zavedením změn by se nám tedy mohla zvýšit o 12,5 % u Pracovnice č.1 a o 13,33 % u pracovníce č.2. Převzaté normy ze sesterské společnosti, o kterých se autor zmiňuje v kapitole č. 7.1.2, jsou nastaveny na 2,3 minuty na jeden kus. Což nebudou pracovníce schopny plnit ani po zavedení změn. Lze tedy konstatovat, že převzaté normy jsou nadhodnoceny a bude muset přijít k jejím předěláním.

10 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V následující kapitole bude popsána kalkulace celkových úspor času a finančních prostředků za jeden rok. Tento výpočet je uveden v tabulce č. 13, , kdy se týká přepočtu celkové úspory v hodinách za jednu směnu, za jeden den a následně za celý rok, za předpokladu 250 pracovních dní.

Na žádost společnosti jsem provedl přepočet celkové finanční úspory pomocí fiktivní hodinové sazby, která zahrnuje všechny mzdové složky. Je důležité připomenout, že na pracovišti probíhá dvousměnný provoz, bude tedy počítáno, že za jeden pracovní den proběhnou standartně 2 pracovní směny.

Tabulka 13 Kalkulace celkových úspor (vlastní zpracování)







Úspora času	Pracovnice	
	Pracovnice č. 1	Pracovnice č.2
Celková úspora času za směnu [čas/směnu]	0:52:59	0:59:15
Zaokrouhlení na hodiny	0,8831	0,9875
Celková úspora za jeden den [hodiny/den]	1,8706	
Celková úspora za rok (250 pracovních dnů) [hodiny/rok]	467,65	
Celková úspora u jednotlivých pracovnic za rok [Kč]	55 193,75 Kč	61 718,75 Kč
Celková úspora za rok [Kč]	116 912,5 Kč	

Celková úspora času pracovníků, díky navrhovaným změnám, činí 1,8706 hodiny za jeden pracovní den. Celkově za jedno roční období, počítáno s 250 pracovními dny dojde k úspoře 467,65 h. Tento ušetřený čas může být využit, jak už bylo použito v minulé kapitole, k výrobě více kusů silových vodičů. Nebo může být využit na jiném pracovišti, jako je například balení a příprava jednotlivých kusů na export. Po zavedení všech navržených změn, které měly pozitivní dopad na montáž silového vodiče, společnost ušetří za jeden rok 116 912,5 Kč.

11 CELKOVÝ DOPAD OPATŘENÍ NA PRODUKTIVITU A STABILITU PROCESU

Na základě vyhodnocení analýzy montáže silových vodičů v podobě snímků pracovního dne a Spaghetti diagramů jednotlivých pracovníků byly nalezeny jednotlivé činnosti, kdy při eliminaci či zdokonalení těchto činností je možno docílit zvýšení produktivity a stability procesu. V následující tabulce (č. 14) bude popsán dopad jednotlivých změn na dané nedostatky při činnostech. Časová úspora je vyjádřena střední hodnotou obou pracovníků, které na pracovišti dělají.

Tabulka 14 Průměrný dopad z části zavedených opatření (vlastní zpracování)

Problém	Řešení	Časová úspora	Výsledek testování
Velké množství chůze	Střihání hadice po dvou kusech	0:14:06	
Obtížné sundání krytky z kontaktu	Přípravek na odstranění krytek	0:06:07	
Pád výrobku ze stolu	Přípravek na zajištění stolu	0:08:56	
Nadměrná manipulace s výrobkem	Navržení nového pracovního postupu	0:13:26	
Výrobní zápis, nadměrná komunikace, problém s dokumentací	Pořízení tabletu	0:13:32	
Navlečení lanka do hadice	Přípravek na navlečení více lanek		
Celkem	-	0:56:07	-

Z celkových 6 navrhovaných zlepšení bylo 5 návrhů provedeno a otestováno. Pouze přípravek na nasunování lanka do hadice po více kusech nebyl zaveden do výroby, neboť konečné testování bylo negativní. Zakoupení tabletu na pracoviště doposud nebylo realizováno, ale potenciál ke zlepšení se zde nachází. Při uplatnění všech navrhovaných zlepšení se bude rovnat průměrná časová úspora 56 minut 7 sekund za 1 pracovní směnu. Za jeden rok, počítáno s 250 pracovními dny a dvousměnným provozem se bude úspora rovnat 467,65 hodinám. Což se podepíše na celkové úspoře za jeden rok o velikosti 116 912,5 Kč.

Celková časová úspora může být následně využita k vyrobení více kusů silových vodičů. Po zavedení všech změn obě pracovnice vyrobí alespoň o 20 kusů více. Tento fakt lze pozorovat v tabulce č. 15.

Tabulka 15 Porovnání počtu vyrobených kusů před a po zavedení změn (vlastní zpracování)

Pracovnice	Počet vyrobených kusů před změnou	Počet vyrobených kusů po změně	Zvýšení [%]
Pracovnice č.1	160	180	12,5
Pracovnice č.2	150	170	13,33

Jestliže budou pracovnice vyrábět o 20 kusů více, jak lze vidět v tabulce č. 16, tak se produktivita zvýší o 12,5 procenta u Pracovnice č. 1 a u Pracovnice č. 2 vzroste produktivita o 13,33 %. Navýšení o 20 kusů bylo rozhodnuto dle procesních analýz, které jsou zpracovány pro jednotlivé pracovnice v tabulkách č.2 a 3.

V následující tabulce č. 16 lze vidět sled na sebe navazujících operací nově navrženého výrobního postupu. Standardizovaný výrobní postup lze vidět v Příloze č. I.

Tabulka 16 Nově navržený výrobní postup

č.	Činnost
1.	Příprava pracoviště
2.	Stříhání hadice po dvou kusech (10 ks)
3.	Manipulace
4.	Stříhání lanka po dvou kusech (10 ks)
5.	Manipulace
6.	Promazání hadice (5 ks)
7.	Nasunutí lanka do hadice (5 ks)
8.	Promazání hadice (5 ks)
9.	Nasunutí lanka do hadice (5 ks)
10.	Dopomoc se vzduchem
11.	Lisování levé strany silového vodiče pomocí metody jednoho kusu
12.	Manipulace
13.	Lisování kontaktu na p. stranu sil. vodiče
14.	Zajištění silového vodiče
15.	Dotlačení kontaktu + lisování kroužku metodou jednoho kusu
16.	Přesunutí výrobku (stojan/pracoviště)
17.	Zaznamenání počtu vyrobených kusů

V poslední řadě dojde ke zvýšení stability na pracovišti, a to především díky nově navrženému standardizovanému výrobnímu postupu, který je uveden v příloze č. I. Samotný soupis na sebe navazujících operací je uveden v tabulce č. 16. Nově navržený standardizovaný výrobní postup budou využívat obě pracovnice, a tak dojde ke sjednocení postupu práce. Následně musí mistr montážní dílny dbát na dodržování postupu. Zvýšení stability také zajistí nově navrhované pomůcky, kvůli kterým se zlepší ergonomické podmínky a stabilně se zvýší produktivita.

Je důležité, aby mistr a předačky denně dbaly na dodržování postupu, a díky této disciplíně je možno docílit stability procesu. Pokud předpokládáme, že materiál je plně dostupný a personál je zajištěn, tak bude následně díky správnému dodržování výrobního postupu zajištěna maximální stabilita procesu a stabilní výstupy na tomto pracovišti.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce je provést analýzu současného stavu montáží vybraných výrobků a na základě vyhodnocení navrhnout zlepšení, která povedou ke zvýšení produktivity a stability procesu. Práce se skládá z části teoretické a praktické.

V teoretické části byly na základě literární rešerše z odborných zdrojů shrnuty informace, poznatky a metody, které byly následně využity pro zpracování praktické části bakalářské práce. V první kapitole byla definována výroba, výrobní proces, plánování a řízení výroby a také týmová práce. Druhá kapitola má za cíl nastínit koncept štíhlého podniku. Dále pak ve třetí kapitole je popsána ergonomie. Poslední kapitola se zaměřuje na vybrané metody a nástroje průmyslového inženýrství.

V praktické části byla nejprve představena vybraná společnost Thermacut, k.s., její historie a produktové portfolio. Následně byla provedena analýza současného stavu montážního pracoviště plazmových hořáků za účelem výběru montážního procesu, který si vyžaduje zvýšení produktivity a stability. Na základě vyhodnocení analýzy a konzultace s vybranou společností byla vybrána montáž silového vodiče.

Následně byly vytvořeny procesní analýzy montáže silových vodičů a zpracovány snímky pracovního dne pracovníků a Spaghetti diagramy. Na základě vyhodnocení dat byly následně navrženy a z části i uplatněny řešení, které zajistí zvýšení produktivity a stability procesu.

Konkrétně se jednalo o navržení a uplatnění přípravku, pomocí kterého bude možno stříhat hadice po dvou kusech. Dále navržení přípravku na zajištění konce pracovního stolu, čím se především eliminuje pád výrobku ze stolu na zem. Následně byl navržen přípravek na sundávání ochranných krytek z kontaktů, který zajistí usnadnění této činnosti. Také bylo navrženo zakoupení tabletů na pracoviště, čím se usnadní a zdokonalí zapisování vyrobených kusů a také by se zefektivnila doba vyhledávání pracovních postupů či komunikace se skladníkem. Také byl navržen přípravek na nasunování lanka do hadice, tento přípravek byl ale po vyzkoušení odmítnut z důvodu negativního ušetření času a nedostatečné funkčnosti. V poslední řadě byl navržen pracovní postup, který zajistí větší stabilitu na pracovišti

Při uplatnění veškerých změn, které byly v bakalářské práci navrhovány a vyhodnoceny jako kladné změny, dojde ke zvýšení produktivity o 12,5 % u Pracovnice č.1 a o 13,33 % u Pracovnice č.2. Proces bude také díky navržení standardizovaného výrobního postupu stabilnější. Zadaný cíl bakalářské práce byl tak splněn.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 193 s. ISBN 978-802-6500-292.

DLABAČ, Jaroslav, ©2005-2022b. Analýza a měření práce. *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2023-2-11]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>.

DLABAČ, Jaroslav. Štíhlá výroba – používané metody a nástroje. *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. ©2005-2022a [cit. 2023-2-18]. Dostupné z: Štíhlá výroba – používané metody a nástroje | API Akademie (e-api.cz).

DUPAL, Andrej, 2018. *Logistika*. Bratislava: Sprint 2, 287 s. Economics. ISBN 9788089710447.

GREENE, Jack, 2013. *Industrial engineering : theory, practice & application : business and production management, productivity and capacity*. North Charleston: CreateSpace, 411 s. ISBN 978-14-8230-179-3.

HARRISON, Alan, Heather SKIPWORTH, Remko I. van HOEK a James AITKEN, 2022. *Logistics management and strategy: competing through the supply chain*, 6th ed. Harlow, England: Pearson, 457 s. ISBN 978-1-292-18368-8.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

CHUNDELA, Lubor, 2013. *Ergonomie*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 173 s. ISBN 978-80-01-05173-3.

IPA Slovakia, ©2023. Lean Layout. *IPA Slovakia* [online]. [cit. 2023-2-04]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/lean-layout>.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada), 254 s. ISBN 978-802-4757-179.

JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.

KAVAN, Michal, 2002. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.

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

KRIŠŤAK, Josef, ©2023. Časové štúdie. *IPA Slovakia* [online]. [cit. 2023-2-04]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/casove-studie>.

LANDAU, Peter. What Is Lean Manufacturing?. *Projectmanager* [online]. ©2021 [cit. 2023-2-11]. Dostupné z: <https://www.projectmanager.com/blog/what-is-lean-manufacturing>.

ManagementMania, ©2011-2016. Vývojový diagram (Flow chart). *ManagementMania* [online]. [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/vyvojovy-diagram-flow-chart>.

MAREK, Jakub; Petr, SKŘEHOT, 2009. *Základy aplikované ergonomie*. Praha : VÚBP, v.v.i., 118 s., ISBN 978-80-86973-58-6.

MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.

MICHALKO, Milan, 2007. *Řízení výroby a logistika*. Ostrava: Vysoká škola podnikání v Ostravě, 117 s. ISBN 978-80-86764-68-9.

PATERMANN, Jiří, 2022. *Lean dílenské řízení: je čas změnit vaši dílnu: začněme teď!*. Praha: Grada, 157 s. ISBN 978-80-271-3534-9.

ROSER, Christoph, ©2023. All About Spaghetti Diagrams. *All About Lean – Organize your Industry!* [online]. [cit. 2023-02-04]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/spaghetti-diagrams/>.

SKHMOT, Nawras, ©2016-2023. The 8 Wastes of Lean. *The Lean Way* [online]. [cit. 2023-02-11]. Dostupné z : <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>.

SULE, D. R.,2008. *Production planning and industrial scheduling: examples, case studies, and applications*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 534 s. ISBN 9781420044201. Dostupné také z: <http://www.loc.gov/catdir/toc/ecip0712/2007010013.html>.

Svět produktivity, ©2012. Štihlý podnik. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-stihly-podnik.htm>.

SYNEK, Miloslav, Eva KISLINGEROVÁ a kol, 2015. *Podniková ekonomie*, 6. Praha: C.H. BECK, 526 s. ISBN 978-80-7400-274-8.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 366 s. Expert (Grada). ISBN 978-802-4744-865.

VODÁK, Josef a Alžběta KUCHARČÍKOVÁ, 2011. *Efektivní vzdělávání zaměstnanců. 2.*, aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 237 s. ISBN 978-80-247-7340.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CNC Computer Numerical Control

Kč Koruny české

k.s. Komanditní společnost

m Metr

MAG Metal Active Gas

mbH Gesellschaft mit beschränkter Haftung

MES Manufacturing Execution System

MIG Metal Inert Gas

TIG Tungsten Inert Gas

TPS Toyota Production System

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Transformační proces (Tomek a Vávrová, 2014)	12
Obrázek 2 Atributy týmové práce (vlastní zpracování dle Chromjaková, 2013. str. 95)	18
Obrázek 3 Koncept štíhlého podniku (Chromjaková, 2013, str. 42)	20
Obrázek 4 Prvky vývojového diagramu (ManagementMania, ©2011-2016)	28
Obrázek 5 Příklad Spaghetti diagramu (Roser, ©2023)	31
Obrázek 6 Logo společnosti (Interní materiály společnosti)	35
Obrázek 7 Ukázka produktu společnosti (interní materiály společnosti)	36
Obrázek 8 Vývojový diagram procesních toků montážní haly (vlastní zpracování).....	38
Obrázek 9 Layout montážní haly (vlastní zpracování na základě interních materiálů společnosti)	40
Obrázek 10 Spaghetti diagram – Pracovnice 1 ((vlastní zpracování na základě interních materiálů společnosti)	49
Obrázek 11 Spaghetti diagram – Pracovnice č.2 (vlastní zpracování na základě interních materiálů společnosti)	52
Obrázek 12 Spotřeba času činností dle kategorií – Pracovnice č. 1 (vlastní zpracování) ...	55
Obrázek 13 Spotřeba času činností dle kategorií – Pracovnice č. 2 (vlastní zpracování) ...	55
Obrázek 14 Svitek hadice před změnou (vlastní zpracování).....	57
Obrázek 15 Svitky hadice po změně (vlastní zpracování).....	58
Obrázek 16 Aktuální přípravek na zasunutí měděného lanka do hadice (vlastní zpracování)	59
Obrázek 17 Nový návrh přípravku na nasunutí měděného lanka do hadice (vlastní zpracování).....	59
Obrázek 18 Přípravek – zajištění zakončení pracovního stolu (vlastní zpracování)	60
Obrázek 19 Kontakt s ochrannou krytkou (vlastní zpracování)	61
Obrázek 20 Přípravek na sundání ochranné krytky z kontaktu (vlastní zpracování)	62

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Symboly procesní analýzy (vlastní zpracování dle Jurové, 2016, s. 221).....	29
Tabulka 2 Procesní analýza montáže silových vodičů pro výrobní dávku 10 kusů o délce 5 m – Pracovnice č. 1 (vlastní zpracování)	43
Tabulka 3 Procesní analýza montáže silových vodičů pro výrobní dávku 10 kusů o délce 5 m – Pracovnice č. 2 (vlastní zpracování)	44
Tabulka 4 Pohled na jednotlivé činnosti při snímkování a zařazení do kategorií (vlastní zpracování).....	46
Tabulka 5 Pohledy na činnosti ze snímku pracovního dne (vlastní zpracování).....	47
Tabulka 6 Snímek pracovního dne – Pracovnice č. 1 (vlastní zpracování)	48
Tabulka 7 Snímek pracovního dne – Pracovnice č. 2 (vlastní zpracování)	51
Tabulka 8 Změna časů po zavedení změn – Pracovnice 1 (vlastní zpracování).....	65
Tabulka 9 Změna časů po zavedení změn – Pracovnice 2 (vlastní zpracování).....	66
Tabulka 10 Výsledek testování navrhovaných změn (vlastní zpracování).....	67
Tabulka 11 Stav před zavedením změn (vlastní zpracování)	67
Tabulka 12 Stav po zavedení změn (vlastní zpracování)	68
Tabulka 13 Kalkulace celkových úspor (vlastní zpracování).....	69
Tabulka 14 Průměrný dopad z části zavedených opatření (vlastní zpracování).....	70
Tabulka 15 Porovnání počtu vyrobených kusů před a po zavedení změn (vlastní zpracování)	71
Tabulka 16 Nově navržený výrobní postup	71

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Standardizovaný výrobní postup

STANDARDIZOVANÝ VÝROBNÍ POSTUP

Výrobní postup			THERMACUT® <small>THE CUTTING COMPANY®</small>
Název součásti	Číslo výkresu	Číslo kusovníku	Strana
Silový vodič	5348/0423	8956/0323	1
Číslo operace	Popis činnosti	Pracoviště	Pomůcky
1	Příprava pracoviště	Montáž silového vodiče	Přípravek na krytky
2	Stříhání hadice po dvou kusech (10 ks)		Odvíjení po 2 kusech
3	Manipulace		
4	Stříhání lanka po dvou kusech (10 ks)		Odvíjení po 2 kusech
5	Manipulace		
6	Promazání hadice (5 ks)		Mazadlo ve spreji
7	Nasunutí lanka do hadice (5 ks)		
8	Promazání hadice (5 ks)		Mazadlo ve spreji
9	Nasunutí lanka do hadice (5 ks)		
10	Dopomoc se vzduchem		Přípravek - vzduch
11	Lisování levé strany silového vodiče - pomocí metody jednoho kusu		Lis
12	Manipulace		
13	Lisování kontaktu na pravou stranu sil. vodiče		Lis
14	Zajištění silového vodiče		Uzavírací brána
15	Dotlačení kontaktu + lisování kroužku - pomocí metody jednoho kusu		Lis
16	Přesunutí výrobku (stojan/pracoviště)		
17	Zaznamenání počtu vyrobených kusů		(Tablet)
Schválil: Ing. Petr Mikulec, Ph.D.		Datum: 20. 4. .2023	Vypracoval: Martin Mihal