

Racionalizace výrobní linky ve vybrané firmě

Bc. Marek Rauš

Diplomová práce
2021



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: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Marek Rauš**
Osobní číslo: **M19060**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Racionalizace výrobní linky ve vybrané firmě**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši vztahující se k racionalizaci a zvýšení produktivity výrobní linky.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výrobní linky ve vybrané společnosti.
- Na základě výsledků analýzy vypracujte projektový návrh zaměřený na zvýšení parciální produktivity výrobní linky.
- Zhodnotte navrhovaná opatření.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **Tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

ENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 9781498708876.
CHROMJAKOVÁ, Felicity. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: GEORG, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
CHROMJAKOVÁ, Felicity a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních k procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
MARR, Bernard. *Key performance indicators: the 75 measures every manager needs to know*. Harlow: Pearson, 2012, 347 s. ISBN 978-0-273-75011-6.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lucie Hrbáčková**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **15. ledna 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **20. dubna 2021**

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

Ing. Eva Juříčková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Marek Rauš

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá racionalizací výrobní linky ve vybrané firmě. Práce je situována do dvou hlavních částí. První z nich je teoretická, která pojednává o tématech jako je štíhlá výroba, analýza a měření práce, produktivita, uspořádání pracovišť a dalších pojmů týkající se racionalizace výrobních linek. Tyto zmíněné poznatky jsou promítnuty do analytické a projektové části. Praktická část práce je rozdělena do dvou bloků, a to na analýzu současného stavu výrobní linky obsahující popis linky, časovou studii pracovišť, zjištěné nedostatky a výkonnostní ukazatele výrobní linky. V projektové části je popsáno vymezení projektu, navrhovaná řešení na základě zjištěných nedostatků při analýze a zhodnocení jednotlivých návrhů.

Klíčová slova: taktování linek, produktivita, analýza a měření práce, plýtvání, layout, štíhlá výroba

ABSTRACT

The objective of the Thesis is rationalisation of production line in selected company. The Thesis is divided into two main sections. First is the theoretical section, which defines terms such as lean manufacturing, measurement of productivity, organization of workplaces and further terms that are related to effectiveness of production lane. These mentioned terms are afterwards used in analytical and practical sections of the Thesis. Practical section is then further divided into two parts which are firstly analyses of current state of affairs including description of the lane, study of the time lines, discovered weaknesses and performance indexes of the production lane. In the second part of the practical section is the definition of the project with proposed solutions based on discovered shortcomings which were discovered during the analyses and finally evaluation of individual solutions.

Key words: lane overclocking, productivity, analyse and measurement of work, waste, layout, lean manufacturing

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí diplomové práce Ing. Lucii Hrbáčkové Ph.D. za odborné vedení, konzultace a poskytnutí cenných rad a také paní Ing. Pavlíně Pivodové Ph.D. za užitečné rady a připomínky.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	12
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	14
1.1 PLÝTVÁNÍ.....	15
1.1.1 Nadprodukce	15
1.1.2 Zbytečné zásoby	16
1.1.3 Opravy a zmetky	16
1.1.4 Zbytečný pohyb.....	16
1.1.5 Nadbytečná práce	17
1.1.6 Čekání	17
1.1.7 Zbytečný transport	17
1.1.8 Nevyužitý potenciál pracovníků	18
1.2 STANDARDIZACE	18
1.3 VIZUALIZACE	19
1.4 TEORIE OMEZENÍ	20
1.5 TOK JEDNOHO KUSU	22
1.6 TAKT TIME	23
1.7 NÍZKONÁKLADOVÁ AUTOMATIZACE	24
2 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE	25
2.1 PŘÍMÉ MĚŘENÍ.....	26
2.2 MOST.....	27
3 PRODUKTIVITA	29
3.1 TOTÁLNÍ PRODUKTIVITA	30
3.2 PARCIÁLNÍ PRODUKTIVITA	31
4 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVÍŠŤ	32
4.1 TECHNOLOGICKÉ USPOŘÁDÁNÍ	32
4.2 PŘEDMĚTNÉ USPOŘÁDÁNÍ	33
4.3 BUŇKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	35
5 NORMA SPOTŘEBY PRÁCE	36
6 PRŮMYSL 4.0	38
6.1 KYBER-FYZIKÁLNÍ SYSTÉMY.....	38
6.2 INTERNET VĚCÍ.....	39
6.3 INTERNET SLUŽEB	39
7 AKTUÁLNÍ TRENDY	40
II PRAKTICKÁ ČÁST	42

8	PŘEDSTAVENÍ FIRMY	43
8.1	PRODUKTOVÉ PORTFOLIO	43
8.2	SWOT ANALÝZA	44
9	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	47
9.1	POPIS VÝROBKU	47
9.2	POPIS VÝROBNÍ LINKY	48
9.3	ČASOVÉ STUDIE JEDNOTLIVÝCH PRACOVÍŠŤ.....	49
9.3.1	Lepení těsnění, montáž spojovacího čepu a pružiny.....	50
9.3.2	Utahování šroubků a lepení filtru.....	52
9.3.3	Montáž posuvné klapky a pružinky	53
9.3.4	Ruční olepování pásky	55
9.3.5	Montáž oranžové rukojeti, kontrola pásky a balení	56
9.3.6	Strojní olepování pásky.....	57
9.3.7	Montáž oranžové rukojeti a kontrola pásky	59
9.3.8	Balení krabice s hotovým výrobkem.....	60
9.3.9	Skládání krabic.....	61
9.3.10	Přehled přímých náměrů a MOST	62
9.4	ZJIŠTĚNÉ NEDOSTATKY PŘI ANALÝZE VÝROBNÍ LINKY	64
9.4.1	Layout výrobní linky	64
9.4.2	Pracoviště skládání krabic.....	65
9.4.3	Úzké místo v procesu	67
9.4.4	Přehled plýtvání zjištěné při analýze.....	68
9.5	VÝKONNOSTNÍ UKAZATELE LINKY	68
9.6	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI.....	71
10	VYMEZENÍ PROJEKTU	73
10.1	PROJEKTOVÝ LIST.....	73
10.2	HARMONOGRAM PROJEKTU	74
10.3	LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU	74
10.4	RIPRAN ANALÝZA	75
11	NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ.....	77
11.1	ZMĚNA LAYOUTU VÝROBNÍ LINKY	77
11.2	SLOUČENÍ PRACOVÍŠŤ MONTÁŽE ORANŽOVÉ RUKOJETI, BALENÍ KRABICE S HOTOVÝM VÝROBKEM A SKLÁDÁNÍ KRABIC	80
11.3	AUTOMATIZACE ODEBÍRÁNÍ KUSŮ ZE STROJE.....	84
12	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ.....	87
12.1	ZMĚNA LAYOUTU VÝROBNÍ LINKY	87
12.2	SLOUČENÍ PRACOVÍŠŤ MONTÁŽE ORANŽOVÉ RUKOJETI, BALENÍ KRABICE S HOTOVÝM VÝROBKEM A SKLÁDÁNÍ KRABIC	88
12.3	AUTOMATIZACE ODEBÍRÁNÍ KUSŮ ZE STROJE.....	90

12.4 PARCIÁLNÍ PRODUKTIVITA	91
ZÁVĚR	92
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	94
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	97
SEZNAM OBRÁZKŮ	98
SEZNAM TABULEK	100
SEZNAM PŘÍLOH	101

ÚVOD

Včasné a správné plnění zákaznických požadavků vede k vybudování si dlouhodobě vzájemně prospěšných vztahů. Avšak nejprve je důležité zajistit, aby výroba plnila stanovenou normu v definovaném zákaznickém taktu. Dodržování těchto podmínek se většinou změní v neustálé řešení problémů v podobě výkyvů produktivity, poruchy strojů, fluktuace zaměstnanců, chybějícího materiálu a dalších překážek vyskytujících se ve výrobě. Proto je nutné těmto rizikům předcházet. K tomu lze využít metod průmyslového inženýrství mezi které patří například sledování celkové efektivity zařízení, preventivní údržba nebo rotace pracovníků, jenž nám postupem času zajistí flexibilitu a zastupitelnost.

Tématem této práce je racionalizace výrobní linky. Pojem racionalizace nemá jeden konkrétní význam pro konkrétní odvětví, lze ho však vysvětlit jako zdokonalení pomocí metod zajišťující efektivnější výsledky práce nebo také jako zvýšení hospodárnosti. Z interpretace plyne, že se bude jednat o zlepšení či navýšení výkonu výrobní linky. Konkrétním cílem je zvýšit parciální produktivitu, což lze provést několika možnými způsoby. Mezi nejjednodušší se řadí navýšit celkovou produktivitu nebo naopak snížit počet lidí nutných k obsluze linky. Společnost vyrábí na základě požadavku zákazníka, dle kterého se následně upravuje norma za směnu. Aktuálně probíhá výroba na dvě směny, a to konkrétně na ranní a odpolední. Odběratel však požaduje vyšší množství výrobků, což by při zavedení noční směny zásadně zvedlo náklady na výrobu. Z tohoto důvodu chce firma zvýšit parciální produktivitu.

Pro zpracování praktické části vedoucí ke splnění požadavků je nutné nejdříve popsat metody a techniky potřebné k analyzování či tvorbě návrhů na zvýšení produktivity výrobní linky. Jelikož společnost disponuje pokročilým užíváním štíhlé výroby, tak na začátku teoretické části je stručně popsána, kdy se dále člení na osm druhů plýtvání. Dalšími kapitolami jsou standardizace a vizualizace využívající se zejména při tvorbě i zavedení nového layoutu. Teorie omezení s metodou DBR (drum, buffer, rope) budou potřeba k odhalení či nastavení maximálního využití úzkého místa v procesu. Tok jednoho kusu je typický zejména pro výrobní linky. Posledními dvěma podkapitolami ve štíhlé výrobě jsou takt time a nízkonákladová automatizace. Pro analýzu a měření práce byla zvolena chronometráž s metoda MOST. Dalšími kapitolami jsou produktivita práce, uspořádání pracovišť a norma spotřeby práce. V závěru teoretické části je popsán průmysl 4.0 s aktuálními trendy.

Praktická část začíná stručným představením společnosti, produktového portfolia a SWOT analýzou. Následuje analýza současného stavu výrobní linky, časová studie jednotlivých pracovišť obsahující metodu MOST a chronometráž. Zjištěné nedostatky vyplývají právě z časové studie i dlouhodobějšího pozorování. Výkonnostní ukazatele se zaměřují na plnění normy, její produktivitu a ztrátové časy vyskytující, jak v průběhu, tak na konci výrobní linky. Poslední kapitolou v analýze současného stavu je shrnutí této části. Jelikož je tato práce projektem musí také obsahovat projektový list, harmonogram projektu, logický rámec a RIPRAN analýzu, kdy všechny vyjmenované náležitosti jsou popsány v kapitole vymezení projektu. Po definování nutných údajů pro vypracování projektu následuje již detailní popis navrhovaných řešení, která mají za cíl nejen zvýšit parciální produktivitu, ale i zefektivnit výrobní linku. Poslední kapitolou této práce je zhodnocení všech návrhů, ve které lze nalézt přínosy, investice či úspory a také posouzení, zda cíl projektu byl splněn. Pakliže ano, tak o kolik procent se podařilo zvýšit parciální produktivitu výrobní linky.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Téma diplomové práce je racionalizace výrobní linky ve vybrané firmě, což znamená, že za pomoci metod průmyslového inženýrství se musí navrhnout takové řešení, aby bylo dosaženo definovaného cíle, kterým je zvýšení parciální produktivity výrobní linky k produkci odpadové nádoby na toner. Dále byly definovány dílčí cíle, kterými jsou zlepšení uspořádání výrobní linky a zvýšení její efektivity.

Teoretická část obsahuje literární rešerši témat, jež byly použity pro zpracování diplomové práce. Jedná se například o osm druhů plýtvání, analýzu a měření práce, produktivity, uspořádání pracoviště atd. V krátkosti je popsán i Průmysl 4.0 a trendy týkající se aktuální doby.

Praktická část začíná stručným představením společnosti a jejího výrobního portfolia. Následuje SWOT analýza jejíž jednotlivé body jsou ohodnoceny dle vlivu na vybranou firmu. V analýze současného stavu se nachází popis produktu, výrobní linky a časová studie jednotlivých pracovišť, která byla provedena pomocí metod přímého a nepřímého měření. Konkrétně se jedná o využití chronometráže a metody MOST. Časová studie jednotlivých pracovišť obsahuje popis pracovního postupu, fotografie pracoviště a krátký komentář k naměřeným hodnotám. V další kapitole byly na základě analýzy definovány zjištěné nedostatky, kterými jsou rozestavení pracoviště, nedostatečné využití disponibilního času u operace skládání kartonáže, úzké místo v procesu definované pomocí metody DBR (Drum, Buffer, Rope) v podobě olepovacího stroje a přehled pěti druhů plýtvání nacházející se na výrobní lince. Ve výkonnostních ukazatelích linky je stávající norma včetně parciální produktivity a dále jsou popsány ztrátové časy, které patří mezi jedny z příčin neplnění stanovené normy. Projektová část práce začíná definováním projektu, jenž obsahuje projektový list, harmonogram, logický rámec a RIPRAN analýzu. V následující kapitole jsou popsána navrhovaná řešení na základě zjištěných nedostatků z analýzy, která jsou poté zhodnocena z pohledu efektivity, úspory a finančních nákladů na jejich realizaci. Na závěr je porovnán výchozí stav parciální produktivity a cíl, jehož by se mělo dosáhnout po implementaci návrhů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Pojem štíhlá výroba znamená, že za plýtvání jsou označovány takové činnosti podniku, které nepřidávají hodnotu pro zákazníka, a proto musí být co nejrychleji odstraněny. Eliminovat vše nepotřebné a přebytečné je hlavní myšlenkou štíhlého řízení. Podniky usilující o štíhlou výrobu se musí zbavit neproduktivních procesů, za které nejsou zákazníci ochotni zaplatit. V dnešní době právě oni stanovují cenu, tudíž je nutné stále řešit tři klíčové parametry: kvalitu výrobků, náklady a čas výroby. S tím vším je nutné neustále inovovat podnikové procesy a nabízené produkty. (Chromjaková, 2013, s. 33)

Ve štíhlé výrobě nezáleží jen na výsledcích, ale jde hlavně o způsob, kterým jich dosáhneme, a ten se výrazně liší od standardních postupů. Rozdíl spočívá v zaměření se na proces nejen na výsledky. Předpokladem je začít návrhem postupu, jenž povede ke konkrétním cílům. Pokud byl navržen proces správně a následně se i dodržoval, bude dosaženo požadovaných výsledků. V koncepci jde jednoduše o udržení produkce v taktovém čase. Jestliže tak bude učiněno, uspokojí se buď poptávka nebo náš cíl. Při vylepšování procesu lze očekávat lepší výsledky. (Mann, 2015, s. 12)

Lean je souhrn metod a principů zaměřující se na identifikaci a odstranění činností, jenž nepřidávají žádnou hodnotu výrobků nebo službě. V konečném důsledku tak představují zmetky nebo plýtvání. Původní záměr této metodologie bylo zlepšování podnikových procesů v segmentu průmyslové výroby. Postupně se však dostala do dalších oblastí jako jsou služby a administrativa. Přemýšlení ve stylu lean je prosté, přímé a na první pohled se může zdát, že se jedná pouze o logické myšlení nebo jak se lidově říká „selský rozum“, ale jde o systematické uspořádání a metodologické uplatnění na strukturované aspekty procesu. (Svozilová, 2011, s. 97)

Společnosti usilují o zavedení efektivních a štíhlých procesů, které eliminují veškerý vznikající odpad. Podle principů štíhlého podniku jsou jakékoli výdaje na zdroje za jiným účelem, než je vytváření hodnoty pro koncového zákazníka, považovány za zbytečné. Odpad je tedy jakákoli činnost nepřidávající hodnotu. V případě Lean se rozlišují dva druhy odpadu a to ten, který je nezbytný pro fungování systému a ten, jenž je zbytečný pro fungování systému. (Marr, 2012, s. 189)

1.1 Plýtvání

Eliminací plýtvání v podniku docílíme zkrácení doby trvání procesů, zvýšení rychlosti obsluhy zákazníka, zkrácení času mezi dodáním výrobku a obdržení peněz, lepší cash flow atd. V dnešní době mezi důležité aspekty pro přežití firmy patří: rychlost, flexibilita a rychlý tok peněz. (Košturiak, 2010, s. 11)

Odstranění plýtvání je jeden z hlavních bodů metodiky štíhlého podniku. Plýtváním se rozumí vše, co se ve firmě provádí, stojí peníze a nepřidává žádnou hodnotu službě či výrobku, za kterou je náš zákazník ochoten zaplatit. Díky tomu se z něj stává stálý zdroj ztrát vedoucí k neefektivitě procesů a nižším ziskům podniku. Taiichi Ohno původně stanovil pouze sedm druhů plýtvání (Muda). Poté byl přidán osmý druh nevyužitý potenciál zaměstnanců. Všechny nadefinované typy se netýkají pouze výroby, ale také logistiky, administrativy a vývoje. (Nenadál, 2018, s. 317)

Použitím metodiky štíhlé výroby se zbavíme všech ztrát v podnikových procesech. Ty se mohou vyskytovat v různých formách, avšak většinou jsou rozděleny do osmi kategorií. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 472)

- Nadprodukce – produkuje se zbytečně moc nebo příliš brzo.
- Zbytečné zásoby – skladování materiálu přesahující požadované minimum.
- Opravy a zmetky – odstraňování neshod.
- Zbytečný pohyb – který nepřidává žádnou hodnotu.
- Nadbytečná práce – úkony nad stanovený rozsah.
- Čekání – na materiál, díly, informace nebo dokončení operace.
- Zbytečný transport – nadbytečná manipulace nebo doprava.
- Nevyužití potenciálu zaměstnanců – nejzávažnější plýtvání v podniku. (Košturiak, 2010, s. 12)

1.1.1 Nadprodukce

Jedná se o druh plýtvání vznikající z výroby většího množství produktů, než zákazník požaduje. Děje se tak z důvodu maximálního využití výrobních kapacit nebo pro vytvoření zásob pro případ nouze např. při výskytu poruchy, vysoké zmetkovitosti apod. Z takových

kroků následně vzniká zbytečné zabírání skladovacích prostor, navyšují se administrativní i dopravní náklady. (Jurová, 2016, s. 410)

Jde o produkci v předstihu před objednávkami zákazníku nebo plánem vyžadující výrobní a skladové plochy navíc, početnější objem rozpracované výroby a vznikají také nadměrné zásoby ve všech zainteresovaných procesech. Děje se tak například z obavy před možnými výpadky dodávek. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 472)

1.1.2 Zbytečné zásoby

Zbytečná zásoba zvyšuje nezbytnost provozního kapitálu, spotřebovává produktivní prostor a může příliš zatěžovat interní logistiku. Týká se vstupního materiálu, nedokončené výroby a hotových produktů. (Sartor a Orzes, 2019, s. 129)

Nadměrné držení zásob nepřidává žádnou hodnotu výrobku či službě pro zákazníka. Naopak ještě vyžadují dodatečné náklady na skladování a vážou nadměrné množství financí. Vznikají převážně na začátku procesu formou zbytečně velkých zásob vstupní suroviny nebo na konci v podobě hotové výroby. Použitím systému Just-in-Time (JIT) nebo Kanban lze tyto zásoby eliminovat. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 472)

1.1.3 Opravy a zmetky

Vznikání zmetků nebo nekvalitních výrobků způsobuje mnoho zbytečných nákladů. Mezi hlavní patří čas, práce zaměstnanců a finance vynaložené na opravu neshod. Dále mohou zmetky vznikající v průběhu procesu poškodit samotné zařízení, na kterém je opracováván. Pokud se neshodné produkty dostanou až k zákazníkovi, tak důsledky mohou fatální, proto je povinností každého lean manažera dodržovat a vést své podřízené k nulové zmetkovitosti. (Jurová, 2016, s. 411)

Při výskytu tohoto druhu plýtvání v souvislosti na celkovou délku operací, můžou náklady narůstat do enormních částek. (Svozilová, 2011, s. 107)

1.1.4 Zbytečný pohyb

Jedná se o pohyb pracovníků, který nepřidává žádnou hodnotu, je neproduktivní a představuje ztrátu. To této kategorie patří: jakékoliv hledání (náradí, dokumentů), zbytečné přecházení, manipulace s těžkými předměty, jež by mohli být zajištěny nějakým strojem. Toto plýtvání lze eliminovat správnou organizací a materiálu, dokumentům, spisům apod. přidělit stálé místo. Ztráty takového typu je nutné odstraňovat především u hromadné

výroby, protože zde se jakýkoliv pohyb opakuje několikrát za směnu, a to poté představuje velký podíl v odpracovaném čase zaměstnance. Pro již zmíněné vhodné uspořádání lze použít například metodu 5S. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 473)

Zbytečný pohyb člověka, který nepřidává hodnotu procesu ani produktu. Špatná organizace a design pracoviště mohou vést k tomuto plýtvání. Tyto pohyby můžou způsobit zdravotní nebo bezpečnostní riziko. (Cox a Schleier, 2010, s. 1068)

1.1.5 Nadbytečná práce

Nadbytečná práce znamená, že vyrobený produkt má vlastnosti, které zákazník nepožaduje. Takové plýtvání často existuje ve společnostech řízených technickými odděleními. Pokud je takový podnik okouzlen nějakou technologií nebo odhodlaný dosáhnout určitého technického cíle za cenu nesplnění požadavků zákazníka. (Ennis, 2016, s. 23)

Příklad pro toto plýtvání je, že nejprve opravíme silnici, kterou je následně nutné rozkopat z důvodu výměny vodovodního potrubí. Danou operaci provádíme dvakrát, a přitom jedna z činností nedává zákazníkovi vůbec žádnou hodnotu. (Svozilová 2011, s. 109)

1.1.6 Čekání

Čekání nastává, když nelze pokračovat ve výrobním procesu. Nejčtenějším zdrojem takového plýtvání je nedostatek materiálu, porucha stroje, špatně naplánovaná výroba, chybějící dokumentace nebo příliš velká byrokracie v podniku, ovšem čekání lze velmi snadno identifikovat. Docházet může k několikaminutovým zpožděním, ale existují i společnosti, které mají tak dobře propracovanou štíhlou výrobu, že se zabývají plýtváním v řádu desetin a setin sekundy. (Jurová, 2016, s. 413)

K čekání dochází v okamžiku, kdy operátoři nemohou pracovat z technických nebo organizačních důvodů. Mnohdy se děje, že pracovník pouze stojí u stroje a pozoruje, jak jeho kolega pracuje. Ztráty takového typu jde velmi snadno identifikovat. Těžší je odhalit ztrátu času, než operátor získá rozpracovaný výrobek k následujícímu zpracování. Jedná se o velmi krátký časový úsek, který ovšem během směny narůstá. Zmíněné plýtvání lze odstranit systémem JIT. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 473)

1.1.7 Zbytečný transport

Bez transportů ať už interních nebo externích se výroba neobejde. Nejlepší by bylo, kdyby doprava obsahovala pouze dodání materiálu do podniku a následný odvoz hotových

výrobních úseků. V praxi se ovšem setkáme s oddělenými výrobními úseky a centrálním skladem. Z těchto důvodů musí být zajištěna vnitropodniková doprava z čehož poté plynou vyšší náklady, které představují plýtvání. Jedná o pořízení a údržbu vysokozdvížných a paletových vozíků, dopravních pásů atd. (Jurová, 2016, s. 415)

Zbytečný transport je jednoduše řečeno bezcílné nebo nedomyšlené přemístování objektů z místa na místo bez účinku. Pokud lze provést celou práci na jednom místě, tak náklady z ní plynoucí budou mnohem menší, než když se provede částečné opracování na jednom místě a poté bude rozpracovaná výroba odeslána na jinou operaci, kde se dodělá. (Svozilová, 2011, s. 108)

1.1.8 Nevyužitý potenciál pracovníků

Toto plýtvání je zapříčiněno nevhodným přístupem vedoucích pracovníků, kteří nejsou schopni využít nápady nebo tvůrčí potenciál svých podřízených. Jejich přesvědčení spočívá v tom, že všechno ví a jejich úsudek je bezchybný, proto nepotřebují rady od ostatních. Následkem je pak nevyužití tvořivosti a schopnosti lidí. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 473)

Nevyužití potenciálu pracovníků dochází, když dojde k přerušení komunikace uvnitř společnosti nebo mezi společností a jejími zákazníky či dodavateli. Neprobíhající diskuse v rámci podniku může být vertikální, horizontální nebo dočasná. Tyto problémy zabraňují toku informací, znalostí, nápadů, kreativity a vytvářejí frustrující podmínky. (Ennis, 2016, s. 24)

1.2 Standardizace

Standardizace obsahuje snížení různých možností řešení na základě optimalizačního výběru, vytváření standardního postupu, stanovenou platnost a závaznost přijatého řešení. Standardizace má za úkol eliminovat přebytečné množství postupů ve výrobě, oběhu i spotřebě. Výsledkem této činnosti je standard, který je definován jako přijaté pravidlo, model či kritérium. (Jurová, 2016, s. 874)

Pro snížení míry neurčitosti a nepředvídatelnosti v chování podniku slouží mechanismy standardizace. Ve výrobě má tento cíl plnit jednotnost procesů, která je zabezpečena pomocí nejrozličnějších pracovních postupů, návodů a popisů. Přesně definované používané nástroje, požadovaná způsobilost a školení zaměstnanců obstarává standardizace na straně vstupů, naopak zákaznické průzkumy, kontroly či audity je zajišťována na straně výstupů. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 61)

Pro zlepšování firemních procesů je standardizace jedním ze základních pilířů. Pokud chceme nebo abychom mohli vůbec vykonávat činnosti stále stejným způsobem a v totožné kvalitě je nezbytností definované standardy dodržovat. Standardizace je proces na jejímž konci vznikne standard neboli norma, který má za úkol snížení různorodosti produktů a procesů ve firmě. V běžném životě se stále setkáváme s normami i standardy, kterých je nepřehledné množství. (Januška, 2018, s. 86)

Řízení a zlepšování nelze provádět bez standardů. Určují ten nejlepší postup pro výkon dané práce. Úkolem standardu je, aby se práce provedla na první pokus, bez chyb, efektivně, bez plýtvání, nepříznivého působení na člověka a okolí.

Standardy slouží k:

- Snížení variability a opravu zmetků.
- Zvýšení bezpečnosti.
- Zjednodušení komunikace.
- Objevení nedostatků.
- Jednodušší zaučení a vzdělávání.
- Navýšení disciplíny pracovníků.
- Lehčí reakce na problémy.
- Stanovení pracovního postupu. (Košturiak, 2010, s. 205)

1.3 Vizualizace

Mnoho lidí považuje vizuální management za velkou záhadu úspěchu světových organizací. Díky prostředkům, které využívá jsou zaměstnanci schopni velmi rychle pochopit pracovní postupy, stavy procesů, odhalit zmetky atd. Vizuální management je dobrým pomocníkem pro předávání informací, kontrolu, týmovou práci, řízení procesů apod. (Bauer, 2012, s. 43)

Pomocí vizualizace jsme schopni rychle a jednoduše pochopit aktuální situaci, pohotově zareagovat při výskytu problému, chyby či odchylky. Slouží také k včasnému upozornění na abnormalitu samotným procesem, aby následně mohl pracovník pohotově zakročit. V neposlední řadě vizualizace napomáhá k zásadnímu zkrácení času při rozhodování operátora, zdali je produkt vyroben správně nebo jestli proces probíhá dle definovaného standardu. (Košturiak, 2010, s. 205)

Věci potřebné ke správnému fungování procesů mají jasně definované své místo a velikost. Snadná orientace umožňuje zaměstnancům pracovat velmi rychle a jednoduše pomáhá odhalit chyby. Jedná se různá barevná značení, andon nebo metodu 5S. Nástroj vizualizace mnohonásobně zvyšuje přehlednost ohraničení jednotlivých procesů, napomáhá dodržovat definované standardy, a také podporuje neustálému odhalování úzkých míst. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 479)

Jde o metodu, která poskytuje zaměstnancům informace a instrukce o jednotlivých pracovních činnostech jasně viditelným postupem, díky čemuž může následně maximalizovat svou produktivitu. Pokud je možné zaznamenat fotkou či obrázkem normální a abnormální stav procesu nebo produktu, jde v tom případě o vizualizaci. K ověření, jestli se jedná o cílový stav používá vizuální management jednoduché nástroje, které obsahují i nápravná opatření pro jakoukoliv odchylku. (Bauer a Haburová, 2015, s. 129)

1.4 Teorie omezení

Jedná se o metodu, která identifikuje a optimalizuje úzká místa s ohledem na dosahování ekonomických a specifických cílů. Slouží také k odstranění úzkých míst v procesu. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 42)

Teorie omezení říká, že chce-li firma zlepšit správný chod procesů, bude muset posílit jeho nejslabší místo. Pokud splní tuto podmínku a podaří se slabý článek eliminovat, bude to mít příznivý vliv na průtok celým procesem. Zvýší se tak přidaná hodnota v procesu za jednotku času. (Košturiak, 2010, s. 38)

Teorie omezení je založena na striktních logických základech, díky kterým ji lze velmi snadno pochopit a také použít na jakýkoliv proces. Princip spočívá v tom, že každý systém má nějaké úzké místo. Postupná eliminace těchto omezení vede ke zlepšení průchodnosti procesu a jeho efektivitě. Hlavním úkolem metody je nejdříve úzké místo identifikovat a poté jej odstranit, popřípadě zbývající operace podřídí omezení a tím dosáhnout maximálního vytížení daného místa. (Januška, 2018, s. 134)

Postup při použití teorie omezení:

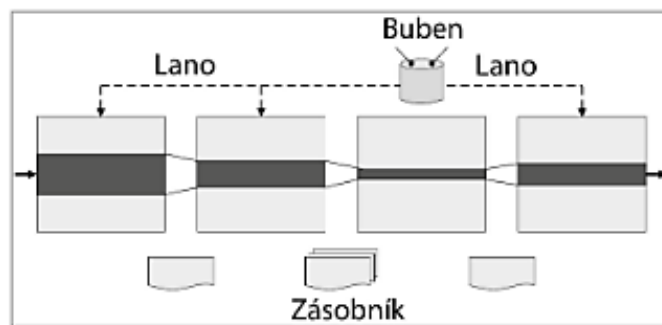
- Identifikovat úzké místo.
- Stanovit maximální využití omezení.
- Eliminovat úzké místo.
- Pakliže nelze odstranit omezení je nutné všechny procesy podřídít úzkému místu.
- Když se úzké místo odstraní, vracíme se k bodu 1. (Januška, 2018, s. 135)

Principy Teorie omezení ve zlepšování:

- Omezení má vliv na úspěšnost celého systému a každý systém obsahuje nějaké úzké místo.
- V případě, že proces pracuje na 100 %, tak na plný výkon pracuje jen jeden jeho článek. Pakliže jede na plný chod celý systém, nepracuje na 100 % systém jako celek. Součet lokálních optim není systémovým optimem.
- Abychom udržovali systém pořád efektivní je potřeba proces kontinuálního zlepšování.
- Produktivitu systému nezvýší zlepšování částí, které nejsou úzkým místem.
- Pro identifikaci místa, které máme zlepšovat je potřeba znát cíl systému a aktuální stav, v němž se právě nacházíme.
- Na většině problémů firmy se podílí jen několik faktorů.
- Samostatné odstraňování odchylek je jen krátkodobé řešení. Eliminace hlavního problému je cesta k eliminaci nežádoucích jevů.
- Sřet zájmů je obvykle vyvolán řešením klíčových problémů, z tohoto důvodu je nutné změnit podmínky způsobující vznikání konfliktů. (Košťuriak, 2010, s. 128)

Izraelský fyzik Eliahu Goldratt tvrdí, že úzká místa není potřeba odstraňovat, ale navrhl, aby dle nich byl řízen celý proces. Skutečnou kapacitu stanovuje omezení, protože v ostatních částech procesu je vždy nějaká rezerva výkonu. V případě, že by došlo k zastavení práce v úzkém místě, tak to bude mít vliv na celkový výsledek procesu. Avšak dojde-li k výpadku na jiném pracovišti, neprojeví se tato prodleva na výsledku, protože operace mimo úzké místo disponují výkonovou rezervou. Goldratt vytvořil metodu DBR (drum, buffer, rope), jejíž základ spočívá v identifikaci úzkého místa, ochraně před potencionálními výpadky na

jiném pracovišti a následné závislosti celého výkonu procesu na úzkém místě. Na obrázku (viz. Obrázek 1) je znázorněno řízení procesu dle dané metody. (Fišer, 2014, s. 268)



Obrázek 1 Metoda DBR (Fišer, 2014, s. 268)

Nejvíce známým použitím teorie omezení ve výrobní oblasti je způsob řízení a plánování výroby nazývaný DBR. Základem metody je regulace vstupních činností do výrobního systému dle průběhu operací na úzkém místě. Buben je úzké místo, které stanovuje rytmus celému výrobnímu procesu. Pomocí lana se přenášejí informace proti toku materiálu až ke vstupu. Pokud by došlo k přerušení některé z činností předcházející úzké místo, může ho to přímo ohrozit a snížit jeho výkonnost. Z těchto důvodů jsou tyto operace opatřeny časovým zásobníkem, který by měl takovým situacím přecházet. (Nenadál, 2018, s. 325)

1.5 Tok jednoho kusu

Tok jednoho kusu neboli one piece flow je systém představující výrobní tok, kdy na každé jedné operaci je pouze jeden kus rozpracované výroby. Následně se posouvá z pracoviště na pracoviště s maximálně jedním kusem v zásobě mezi operacemi. Tok jedno kuse eliminuje vznik jakéhokoliv druhu plýtvání. (Bauer, 2012, s. 71)

„V ideální podobě tok jednoho kuse znamená, že výrobek putuje přímo od jedné výrobní operace ke druhé, a nakonec až k zákazníkovi bez jakéhokoliv přerušení nebo čekání.“ (Rother, 2017, s. 193)

Jedná se ideální variantu výrobního toku, kdy jeden kus představuje velikost výrobní dávky, která probíhá mezi operacemi bez průběžné zásoby. Výhodou je včasné a rychlé odhalení zmetku v procesu, díky čemuž se zabrání většímu výskytu chyb, zkrátí čas produktu ve výrobním procesu a dojde ke snížení skladovacích nákladů. (Váchal a Vochozka, 2013, s. 480)

Způsob produkce dle toku jednoho kusu znamená, že v dané chvíli se vyrábí jenom jeden výrobek, který je ihned poslán na následující operaci. Výhody plynoucí z one piece flow

jsou například nižší rozpracovanost výroby, rychlejší odhalení chyb, menší nároky na výrobní plochu, kratší průběžná doba výroby atd. (Mašín, 2005, s.82)

1.6 Takt time

Takt time je průměrná doba, za kterou se na daném pracovišti provede celá operace. Jedná se o poměr mezi disponibilním časem a počtem požadovaných kusů od zákazníka za jednotku času. Výsledkem je poté množství produktů, které lze realizovat za dostupný čas. (Chromjaková, 2013, s. 35)

„Zákaznický takt se vypočítá z požadavků zákazníka, jinými slovy, jak často musí linka vyrobit výrobek, aby dokázala splnit zakázku. (Januška, 2018, s. 91)

Čas taktu je míra poptávky zákazníka po produktech vyráběných v jednom procesu. Časté využití lze najít u montážních procesů. Vypočítá se podílem skutečného času výroby a počtem kusů, které od firmy zákazník vyžaduje za určitou dobu. Skutečným časem výroby se rozumí disponibilní čas očištěn o přestávky, prostoje, úklid na konci směny či údržbu. (Rother, 2017, s. 285)

$$\text{doba taktu} = \frac{\text{skutečný výrobní čas za směnu}}{\text{zákazníkem požadované množství za směnu}}$$

Obrázek 2 Výpočet doby taktu (Rother, 2017, s. 285)

Čas taktu je frekvence, ve které chce zákazník odebírat službu či výrobek. Výpočet je podíl skutečného výrobního času a celkového požadavku od zákazníka za den. Takt time nepředstavuje čas potřebný na danou operaci, ale čas potřebný ke splnění zákaznickova požadavku. (Mašín, 2005, s. 17)

1.7 Nízkonákladová automatizace

Nízkonákladová automatizace je souhrn jednoduchých výrobních zařízení, které používají základní fyzické zákony. Jedná se například o nakloněnou rovinou ve formě dopravníků využívající gravitaci, různé druhy pák pro jednodušší manipulaci nebo kloubová ramena. Navrhovatelé takových vylepšení jsou nejčastěji sami pracovníci, kterým takové jednoduché a levné úpravy velmi usnadňují práci. (Bauer, 2012, s. 109)

Cílem nízkonákladové automatizace je zvýšit produktivitu práce pomocí zjednodušení technologických a konstrukčních prvků. Jde o jeden z mnoha způsobů, jak zlepšovat procesy. Představuje souhrnnou technologii mající základ v určitém stupni automatizace, jež smysluplně spojuje aktuální sortiment strojů, přípravků a nástrojů. (Chromjkaová a Rajnoha, 2011, s. 83)

Nízkonákladová automatizace je založena na japonském pojetí podnikání. Na pracovištích jsou používány primitivní skluzy, boxy či vozíky, které se automaticky nakloní. Dále se využívá jednoduché vizualizace pomocí světel, kartičkami apod. (Košturiak, 2016, s.74)

Principy nízkonákladové automatizace dle Košturiaka: (2010, s. 201)

- Nízké investice a rizika.
- Automatizace se modifikuje na stávající zařízení s pomocí operátorů na daném pracovišti.
- Využívané technologie jsou lehké na porozumění, modernizaci i údržbu.
- Použité zařízení je flexibilní a dobře se přizpůsobuje při změně výrobního postupu.
- Pracovníci přijímají nízkonákladovou automatizaci kladně, protože se na ní mohou podílet a zároveň jim ulehčuje práci.

Zásady nízkonákladové automatizace dle Chromjakové a Rajnohy (2011, s. 83)

- jednoduchost,
- malé náklady,
- jednoduchá instalace i deinstalace,
- používání stavebnicových prvků,
- vlastní výroba,
- využívání fyzikálních zákonů,
- malé požadavky na prostor.

2 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE

Analýza a měření práce se považuje za jednu ze základních znalostní průmyslového inženýra. Nejsou velmi složité, ale zato jsou značně účinným nástrojem proti plýtvání a neefektivnosti v procesech. Pod pojmem analýza a měření práce se skrývají aktivity, jako určení optimálního pracovního postupu nebo definování správné spotřeby času pro danou činnost. (Dlabač, 2015)

„Ve společnosti Toyota jsem se dozvěděl, že jednoduché měření času může odhalit mnoho o aktuálním stavu pracoviště. Jsme napřed? Jsme pozadu? Jak opakovatelný je proces? Máme příliš mnoho strojů? Kolik práce s přidanou hodnotou je v našem procesu?“ (Ennis, 2016, s. 77)

Základem analýzy a normování práce je stanovení nejvhodnějšího postupu provedení práce v rámci dané operace tak, aby se zjednodušila práce, odstranili zbytečné pohyby pracovníka, snížilo přesouvání člověka v během prováděné činnosti nebo zlepšení používaného zařízení, a to vše pro zvýšení pracovního pohodlí. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 78)

Měření práce je použití metod vytvořených pro stanovení času nutného na provedení specifické činnosti. Výstup jsou poté normy spotřeby času, ve kterých je zaznamenán čas práce, jenž vynaloží pracovník na splnění úkolu na předem daném pracovišti. Tato metoda je proto velmi efektivním nástrojem průmyslového inženýra na snižování nákladů a zvyšování produktivity. (Mašín, 2005, s. 47)

Jednou ze základních znalostí průmyslového inženýra je analýza a měření práce. Tato dovednost obsahuje soubor nástrojů a metod, které mají za cíl analyzovat a změřit danou práci. Pomocí analýzy a měření práce lze odhalit plýtvání v procesech. Výstupem je norma spotřeby času práce, který lze stanovit přímým nebo nepřímým měřením.

Výstupy analýzy a měření práce:

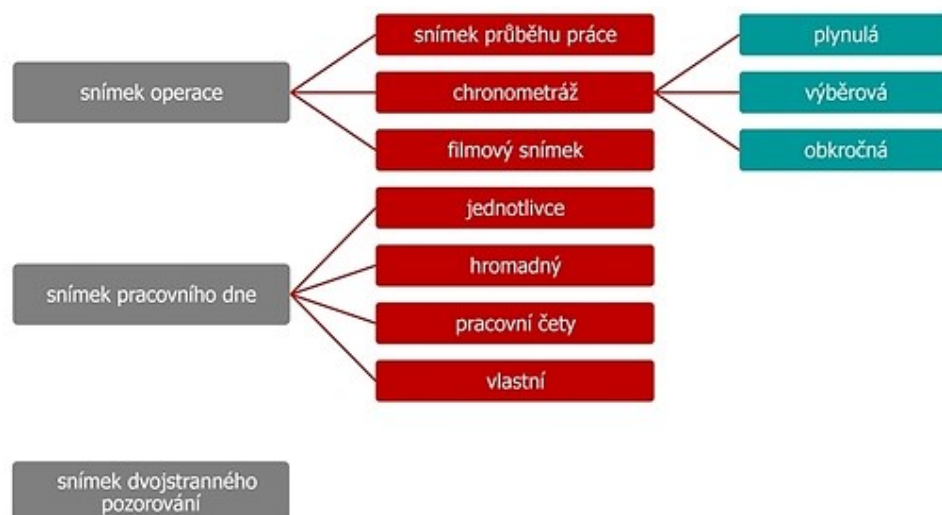
- Navýšení produktivity při nízkých nákladech.
- Stanovení časových norem.
- Jednoduchá aplikace.
- Odhalení plýtvání v procesech
- Zvýšení bezpečnosti práce
- Jako základ pro kapacitní plánování a odměňování pracovníků (Metody a nástroje, 2012)

2.1 Přímé měření

Přímé měření je určení spotřeby času pomocí stopek, záznamových archů nebo v dnešní době pořád více populárních speciálních programů. V podstatě se rozlišují dva hlavní způsoby přímého naměru. Pokud se zaměřujeme na sledování pracovníka po celou dobu směny jedná se o snímek pracovního dne, ovšem jeli naším cílem sledovat a určit čas dané operace, mluvíme o chronometráži. (Dlabač, 2017)

Snímek pracovního dne spočívá v pozorování a měření celkové spotřeby času v průběhu směny. Hlavní výhodou této metody je získání detailních informací. Naopak nevýhoda spočívá v příliš velké časové a psychické náročnosti, jak pro pracovníka pořizující snímek, tak pro snímaného zaměstnance. (Pivodová, 2013b)

Technika snímku pracovního dne spočívá v souvislém monitorování všech typů spotřeb času během směny. Úkolem je získat ucelený přehled o spotřebě času, odhalit plýtvání, stanovit počet činností nepřidávající hodnotu, eventuálně doporučit změnu týkající se organizace práce. Tato metoda se využívá pro definování nepravidelných činností, jenž bude sloužit jako podklad pro určení velikosti přírážky. Snímek pracovního dne se nemusí využívat pouze ve výrobě, ale lze ho také použít v administrativě, kde postup bude obdobný jako ve výrobních činnostech. (Dlabač, 2015)



Obrázek 3 Rozdělení přímého měření (Metody a nástroje, 2012)

Chronometráž je používána k určení časové délky jedné operace. Stále se řadí mezi nejpoužívanější metody pro definování výkonové normy. Princip je založen na rozdělení měřené práce na několik částí. Do předem připraveného formuláře jsou následně zaznamenávány spotřeby času jednotlivých činností. (Pivodová, 2013a)

Výhody chronometráže:

- Odstranění extrémů z naměřených hodnot, čímž je zajištěna vysoká spolehlivost měření.
- Balancování operací
- Určení problémových úkonů (Dlabač, 2017)

2.2 MOST

Jedná se o metodu měření práce, která popisuje danou činnost pomocí všestrannými sekvenčními modely, namísto popisování prováděné práce pomocí podrobných a nezávislých pohybů. Díky tomuto principu se docílilo rychlejšímu rozboru. (Mašín, 2005, s. 50)

Úkolem nepřímého měření je rozbor jednotlivých operací na elementární pohyby, kterým je poté podle složitosti přidělen index odpovídající dané spotřebě času. (Dlabač, 2015)

Rodina MOST se významně rozrostla od zrodu modelu General move sequence model. Nyní poskytuje ucelenou sadu praktických nástrojů pro měření práce, které byly použity v mnoha případech. Díky své vynikající pověsti je MOST velmi dobře přijímán a používán mezi průmyslovými inženýry či analytiky měření práce. (Zandin, 2003, s. 20)

Použití metody MOST je hodně široká. Krom definování normy času, kde nabízí objektivní i velmi přesné údaje pro manuální a manuálně-strojní operace, se dá využít při vytvoření optimálního layoutu pracoviště, analýze a následném výběru nejvhodnější metody práce, výrobě produktů a přípravě, navrhování logistických toků atd. Jednoduše řečeno plní i funkci pohybové studie. (Tomek a Vávrová, 2014, s. 524)

Metoda MOST, jenž má základy v systému MTM používá předem stanovené časové hodnoty jednotlivých pohybů pro určení spotřeby času na danou práci. Je také založena na využívání opakujících se sekvenčních modelů. Ty slouží pro popis práce. Mezi nejpoužívanější varianty patří Basic, Maxi a Mini MOST, které se odlišují v délce zkoumané operace. (Tuček a Bobák, 2006, s. 115)

MOST byl navržen tak, aby nabídl ideální kombinaci detailů, rychlosti a preciznosti analýzy na všech stupních použití. Díky jednotné struktuře ve všech rodinách MOST a zároveň mezi nimi stačí, když se uživatel naučí používat jeden ze sekvenčních modelů, protože jsou všechny totožné. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 117)

Basic MOST

Tento typ patří mezi nejpoužívanější ze všech MOST. Používá se na normování operací, které trvají od několika desítek vteřin až několik minut. Díky své přesnosti na setiny vteřin bohatě stačí pro velkou většinu běžných činností. Slouží pro činnosti vykonávané se více než 150krát a méně než 1500krát za týden. (Dlabač, 2015)

Maxi MOST

Maxi MOST je využíván pro operace mající délku od dvou minut po několik hodin. Rozsah indexů obsahuje obrovské kolísání cyklu od cyklu, což je právě typické u činností, jako jsou těžká montáž či seřizování. Maxi MOST se používá k analýze operací, jenž nepřekročí 150 opakování za pracovní týden. (Mašín, 2003, s. 34)

Mini MOST

Mini MOST nabízí nejpřesnější a nejdetailnější analýzu pracovních úkonů. Operace, pro které bude využit tento typ mají cyklový čas maximálně do jedné minuty a třiceti šesti vteřin. Pracoviště, na kterých činnost nepřesahuje zmíněný čas mají velmi malé výkyvy cyklu od cyklu. Pro zjištění možnosti zlepšení takových úkonů je třeba využít analýzu Mini MOST. Metodu lze využívat u operací mající frekvenci více než 1500krát za týden. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 118)

Obecné Přemístění							Akce na určitou vzdálenost						
ABG Získat		ABP Pofožit		A Návrat			Dopíňkové		A				
Index x10	Akce na určitou vzdálenost	A	Pohyb těla	B	Získání kontroly	G	Umístění	P	Index x10	Kroky	Vzdálen (ft)	Vzdálen (m)	
0	≤ 2 in. (5 cm)		Žádný pohyb těla		Bez získání kontroly Držet		Bez umístění Držet Hodit		0	24	11-15	38	12
1	Na dosah				Uchopit lehký objekt Uchopit lehký objekt Símno		Odložit Volné tolerance		1	32	16-20	50	15
3	1 – 2 kroky		Sednout bez ustavení Vstát bez ustavení Sehnout se a napřímít 50 %		Získat Ne-símno Získat těžký/objemný Získat neviděný Získat blokováný Promíchání Rozpojit,Shromáždit		Volné tolerance při nevidění Umístit s ustávením Umístit s lehkým tlakem Umístit s dvojm umístěním		3	42	21-26	65	20
6	3 – 4 kroky		Sehnout se a napřímít				Uložit s péčí Uložit s přeností Uložit neviděný Uložit blokováný Uložit velkým tlakem Uložit s mezipohyby		6	54	27-33	83	25
10	5 – 7 kroků		Sednout Vstát						10	67	34-40	100	30
16	8 – 10 kroků		Sehnout se a sednout. Vyšít nahoru, Sázet dolů, Vstát a sehnout se, Dvařmi						16	81	41-49	123	38
										96	50-57	143	44
										113	58-67	168	51
										131	68-78	195	59
										152	79-90	225	69
										173	91-102	255	78
										196	103-115	288	88
										220	116-128	320	98
										245	129-142	355	108
										270	143-158	395	120
										300	159-174	435	133
										330	175-191	478	146

Obrázek 4 Ukázka data karty pro basic MOST (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 114)

3 PRODUKTIVITA

Obecně se popisuje produktivita jako poměr vstupů a výstupů v jednom procesu. Hlavním ukazatelem je maximalizace produktivity, při které se dále sleduje celkové vytížení strojů, zařízení a lidí. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 34)

Produktivita vyjadřuje míru, jakým je využit materiál při výrobě produktů. V podstatě se jedná o poměr mezi vstupem a výstupem z procesů. Výstup se obvykle udává v jednotkách, kterými jsou např. kusy, litry, tuny atd. Pokud nelze výstup samostatně definovat lze ho vyjádřit v penězích (cena produkce). Vstupy se standardně rozdělují do několika skupin např. lidské zdroje, materiál, stroje nebo kapitál. (Mašín, 2005, s. 64)

Produktivita operace v procesu je podíl výrobku a práce, jenž je potřebná k jeho dosažení. Z takové definice vyplývá, že pokud bychom chtěli produktivitu zvýšit stačilo by pouze dělat danou práci rychleji. Takového kroku lze dosáhnout buď to změnou organizace práce, pracovního prostoru nebo jen zvýšit úsilí. Nakonec se nezmění průběh operace, ale dojde jen k jejímu zrychlení. (Jurová, 2016, s. 491)

Existuje mnoho různých faktorů, které mohou mít přímý i nepřímý vliv na produktivitu. Mezi ně patří například:

- pracovní metody a postupy,
- kvalita a údržba strojů,
- schopní pracovníci,
- aplikace nástrojů průmyslového inženýrství,
- systém hodnocení a odměňování,
- využívání kapitálu,
- stav infrastruktury (cesty, budovy, informační tok),
- stav národní ekonomiky. (Poláková a Bobák, 2013, s. 17-18)

Stupeň produktivity je dán poměrem mezi produkcí a zdroji za stanovený časový úsek. Růst produktivity je vyšší v okamžiku, kdy se vyrobí více užitečných výstupů za použití méně vstupů. Kvalita je faktor ovlivňující produktivity tím způsobem, že výrobek musí mít vlastnosti, které si zákazník definoval. Z těchto důvodů by se měl podnik soustředit nejen na produktivitu, ale také na kvalitu, protože nízká jakost znamená nižší konkurenční výhodu a

s tím spojené snižování cen produktů. Čím vyšší je produktivita, tím méně je potřeba vstupního materiálu a zdrojů, díky tomu lze snížit ceny výrobků. Z tohoto dominantního efektu jde ušetřené náklady reinvestovat do podnikových zařízení či zvýšit platy zaměstnancům, popřípadě začít vyplácet vyšší dividendy, pokud se ovšem jedná o akciovou společnost. (Synek, 2011, s. 268)

Produktivita je krom poměru vstupů na výstupy závislá také na produktivitě strojů a materiálu. V dnešní době patří mezi rozhodující prvky mající vliv na procesní produktivitu či výkonnost, a to hlavně při zvyšování přidělené práce strojům na úkor pracovníků, čímž také klesá lidský faktor ovlivňující celkovou produktivitu. Přidaná hodnota zde také reprezentuje rozdíl mezi vstupy a výstupy, tak jako je tomu u produktivity zaměstnanců. (Chromjaková, 2013, s. 69)

Produktivita (P) popisuje míru použití zdrojů při výrobě finálního produktu. Standardně je vyjádřena: $P = \text{výstup} / \text{vstup}$ (Bobák, 2011, s. 140)

3.1 Totální produktivita

Celková produktivita je vztah dvou proměnných, a to celkového objemu výstupů z daného procesu ku spotřebovanému množství potřebných vstupů. Pokud chceme určit poměr tohoto vztahu je nutné udělat přeměnu spotřebovaných zdrojů z objemových jednotek na finanční prostředky. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 33)

„Totální produktivita je vyjádřena jako poměr celkového měřitelného výstupu a celkového kumulovaného vstupu.“ (Tuček a Bobák, 2006, s. 55)

Celková produktivita je pro firmu jeden z nejdůležitějších ukazatelů, který vyjadřuje poměr mezi celkovým objemem vstupů (materiál, energie, lidské zdroje, kapitál) a výstupů. (Synek, 2011, s. 272)

Počítat totální produktivitu je nejlepší na podnikové úrovni. Jedná se totiž o nejvíce efektivní míru produktivity, a to v případě, že je používána dohromady s finančními výpočty a parciální produktivitou. Při výpočtu celkové produktivity lze narazit na několik problémů mezi které se například řadí vývoj cen materiálu a následná změna vstupních údajů pro výpočet nákladů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 34)

Totální produktivita - TP		
$TP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{celkový měřitelný vstup}}$	=	$\frac{(HV \times PC) + (RV \times PR \times PC) + OST}{PS + M + K + E + Tch + V + Ad + T + Q}$
Legenda	HV = hotové výrobky PC = prodejní cena RV = rozpracované výrobky PR = % rozpracovanosti OST = ostatní příjmy PS = náklady na pracovní sílu M = materiálové náklady	K = kapitálové vstupy (fixní a pracovní kapitál) E = spotřeba energií Tch = náklady na technologii V = náklady na vývoj Ad = náklady na administrativu T = náklady na trénink Q = náklady na jakost

Obrázek 5 Výpočet totální produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 28)

3.2 Parciální produktivita

Parciální produktivita znamená, že celkový výstup je podělen počtem vstupů a výsledkem je produktivita na jednotku daného vstupu. Jedná o jeden z hlavních faktorů, který ovlivňuje životní úroveň v ekonomice. (Tuček a Bobák, 2006, s. 55)

Jedná se o základní jednotku, která sleduje produktivitu každého jednoho zdroje samostatně. Jednoduše řečeno jde o poměr mezi výstupem z procesu na jednotlivý vstup do něj. (Mašín, 2005, s. 59)

Sledování parciální produktivity má pro podnik velký význam, a to v oblasti řízení vnitropodnikových oddělení, produktivity a práce. (Synek, 2011, s. 268)

Parciální produktivita je základním měřítkem pro kontrolu produktivity každého zdroje samostatně. K dosažení výsledku je potřeba provádět poměr mezi výstupem a každým vstupem procesu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 29)

Parciální produktivita - PP		
$PP = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}}$	=	$\frac{(HV \times PC) + (RV \times PR \times PC) + OST}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}}$
Legenda	HV = hotové výrobky PC = prodejní cena RV = rozpracované výrobky PR = % rozpracovanosti OST = ostatní příjmy PS = náklady na pracovní sílu M = materiálové náklady	K = kapitálové vstupy (fixní a pracovní kapitál) E = spotřeba energií Tch = náklady na technologii V = náklady na vývoj Ad = náklady na administrativu T = náklady na trénink Q = náklady na jakost

Obrázek 6 Výpočet parciální produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 28)

4 USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ

Typy rozmístění pracovišť mají přímý vliv na druh a stupeň orientace výrobního procesu, toku materiálu a chodu výroby. (Jurová, 2013, s. 76)

„Základem prostorové struktury výrobního procesu je pracoviště. Relativně ohraničená část výrobního procesu přizpůsobená pro vykonávání určité pracovní operace.“ (Tuček a Bobák, 2006, s. 234)

Existují dva aspekty řízení výroby, které mají přímý vliv na organizační a prostorové rozmístění výroby. První z nich je materiálový tok, jenž má jako rozhodující kritéria vzdálenost, rychlost a plynulost transportu. Druhý faktor ovlivňující výrobu je uspořádání pracovišť, které se obecně dělí na technologické, předmětné a buňkové. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 18)

Rozmístění a vzhled linky je definován zejména technologickými nároky a technickými možnostmi. Při rozhodování se, jak bude finální uspořádání linky vypadat je důležité brát ohled na operátory, protože každé pracoviště má být rozmístěné tak, aby bylo v souladu s ergonomií. (Bauer, 2012, s. 108)

4.1 Technologické uspořádání

Tento druh uspořádání pracovišť je typický svým zaměřením na výrobní proces. Pracoviště se sloučí na základě stejné výrobní operace např. svařovna, lakovna atd. Výhodou takové organizace výroby může být například u drahých zařízení a při velké variabilitě vstupů. Ovšem má i řadu nevýhod mezi které se řadí náročné plánování, dlouhé průběžné časy výroby, neefektivní materiálový tok apod. (Jurová, 2013, s. 76)

Výrobní zařízení jsou v tomto uspořádání soustřeďována dle jejich technologií. Na základě toho se poté vytvářejí dílny se shodnými druhy strojů, a proto se tomu praxi většinou říká dílenské uspořádání. Materiál a rozpracovaná výroba putují z jedné dílny do druhé. V technologickém uspořádání jsou materiálové toky dlouhé a mohou se i křížit. (Tuček a Bobák, 2006, s. 236)

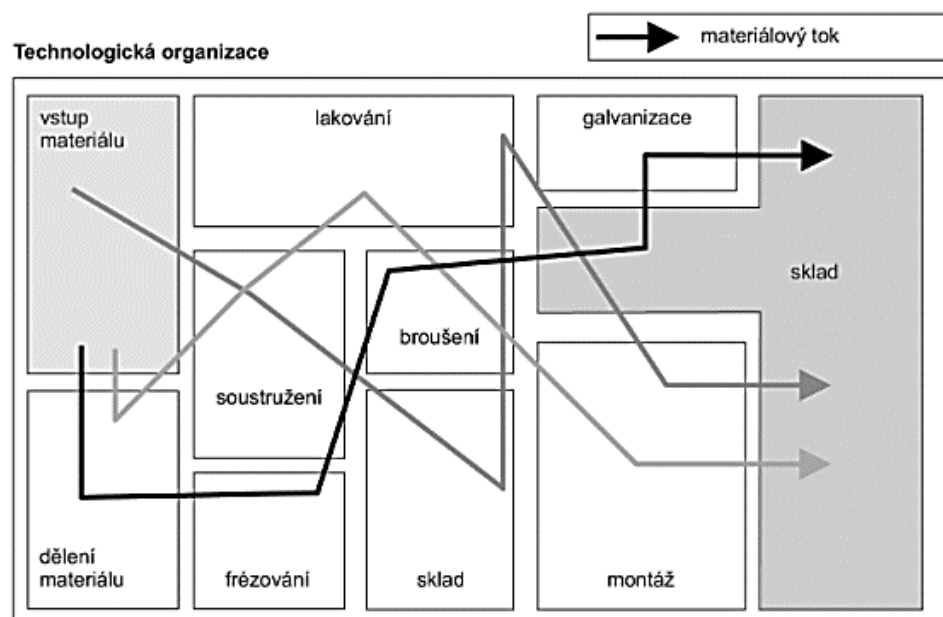
Při technologickém uspořádání se materiál a produkty zpracovávají na jednotlivých pracovištích mezi kterými putují v průběhu celého výrobního procesu, to má za následek příliš dlouhé materiálové toky. Tento typ rozmístění je dobrý pro malosériovou a kusovou výrobu. Díky neustálé manipulaci s rozpracovanou výrobou se cena finálního výstupu značně zvyšuje, ale na druhou stranu disponuje lepší flexibilitou. (Januška, 2018, s. 76)

Výhody:

- Flexibilita při změně typu výrobků.
- Celkem jednoduchá organizace.
- Univerzálnost.
- Jednodušší údržba strojů.

Nevýhody:

- Větší skladovací prostory.
- Delší výrobní cyklus.
- Častá manipulace s materiálem. (Januška, 2018, s. 76)



Obrázek 7 Technologické uspořádání pracovišť (Jurová, 2016, s. 654)

4.2 Předmětné uspořádání

Toto uspořádání charakterizuje jeho zaměření se na výrobek a tvorbu malých výrobních útvarů pro zpracování celého nebo části výrobku. Při tvorbě předmětného rozmístění je třeba nejdříve provést analýzu výrobního portfolia. Po stanovení všech dílů, výběru strojů a sestavení týmů lze vytvořit výrobní buňky a výrazně tak zjednodušit řízení výroby. Problém u tohoto uspořádání je v případě, když se změní výrobní proces, tak je většinou nutné změnit i rozmístění. (Jurová, 2013, s. 77)

V předmětném uspořádání jsou jednotlivá pracoviště rozmístěna ve shodě s technologickým postupem, a to z důvodu plynulosti a minimalizace přepravy rozpracované výroby mezi operacemi. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 20)

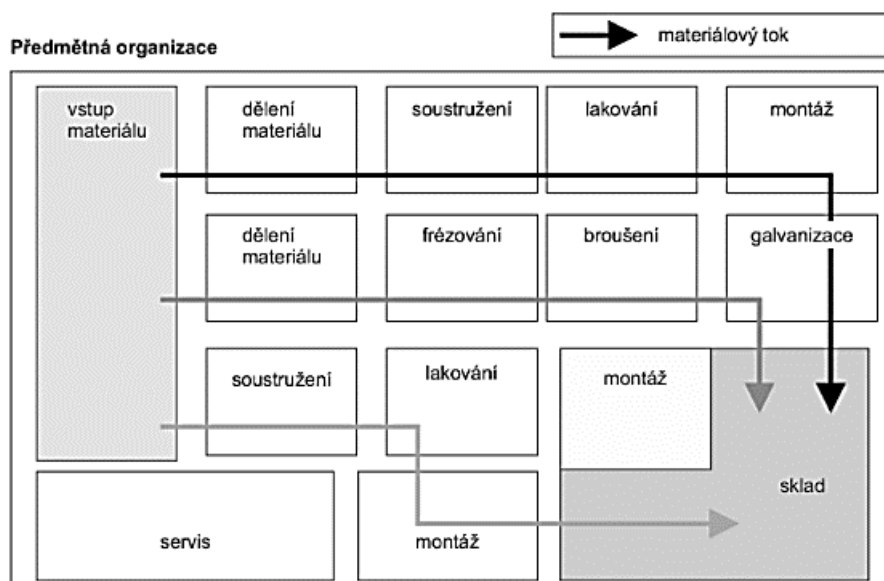
Stroje jsou shromažďovány dle technologického postupu. Útvary jsou poskládány tak, jak na sebe jednotlivě navazují technologické operace na výrobku. Díky tomu jsou minimalizované cesty materiálového toku. Předmětné uspořádání se hodí pro hromadnou a sériovou výrobu. V porovnání s technologickým rozmístěním je výsledná cena produktu výrazně nižší. Na druhou stranu zpracovat layout na toto rozmístění je dost složité a při jakákoliv změně výrobního postupu vzniká problém. (Januška, 2018, s. 75)

Výhody:

- Méně rozpracované výroby.
- Kratší materiálové toky.
- Efektivnější využití výrobního zařízení.
- Kratší průběžná doba výroby.
- Ušetření výrobního prostoru.

Nevýhody:

- Malá flexibilita výroby.
- Složitější příprava výroby.
- Vysoké požadavky na údržbu výrobního zařízení. (Januška, 2018, s. 75)



Obrázek 8 Předmětné uspořádání výroby (Jurová, 2016, s. 656)

4.3 Buňkové uspořádání

Buňka je účinné prostorové rozmístění výrobního zařízení a organizace práce dovolující využívat one piece flow. Využívají se pro produkci součástí a dílů. Montážní buňky jsou používány při předmontáži a finální montáži. (Mašín, 2005, s. 14)

Buňkové uspořádání má všechny klady předmětného a technologického uspořádání, a to z důvodu výrobního mixu menších a středních objemů různých druhů dílů linkovým způsobem. Buňky obsahují stroje či pracoviště s různými technologiemi, jež dokážou opracovat komponenty se stejným postupem výroby. Vytváří se výrobkové rodiny, které se skládají z produktů s identickým nebo velmi podobným zpracováním. Před vytvořením buňky je potřeba provést analýzu technologického postupu produktů, a to z důvodu vytvoření výrobkové rodiny. Na základě ní se sestaví stroje či pracoviště za sebou tak, aby odpovídali sledu operací. (Jurová, 2013, s.77)

Jde o rozmístění kombinující předmětné a technologické uspořádání. Jednotlivá buňka reprezentuje pracoviště stanovené pro výrobu daného druhu technologicky identických produktů. Jsou opatřeny celou řadou zařízení potřebných pro produkci skupiny výrobků. Na první pohled se zdá velká podobnost s předmětným uspořádáním. Buňka je odlišná v tom, že jde jednoduše přesunovat pořadí prováděných činností a materiálový tok. Operátoři pracující v takových buňkách zvládají obsluhovat většinu nebo všechny zařízení, které se zde nachází. To je hlavní důvod, proč je toto uspořádání velmi flexibilní z pohledu změn výrobního mixu. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 19-20)

U výrobních buněk je nedřívě potřeba pochopit tři hlavní typy. Všechny disponují stejným principem, ale v určitých aspektech se od sebe liší i přesto dokáží účinně integrovat výrobní operace, dělníky a vytvořit tak základ pro neustálé zlepšování.

Tři typy buněk:

- Montážní buňky.
- Procesní buňky.
- Buňky na výrobu součástí. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 164)

Před začátkem vytváření výrobní buňky je třeba propočítat potřebu výrobního zařízení, operátorů a výrobních ploch. Dále je také nutné stanovit rozmístění strojů, materiálové toky a vytvořit výkresovou dokumentaci. (Jurová, 2013, s. 78)

5 NORMA SPOTŘEBY PRÁCE

„Normy vyjadřují optimální spotřebu živé práce na určitý pracovní výkon na určitém pracovišti za určitých podmínek.“ (Jurová, 2016, s. 914)

U normování práce je potřeba nahlížet na problematiku uceleně, kdy kromě definování času výkonu nebo množství pracovníků je nutné stanovit pravidla, která budou zohledňovat požadavky na nároky zaměstnanců v případě kdy se jedná o bezpečnosti práce, pracovní dobu a ochrany zdraví. (Tomek a Vávrová, 2014, s. 506)

„Norma specifikující spotřebu lidské práce pomocí času, který je potřebný na výrobu.“ (Mašín, 2005, s. 55)

Normy spotřeby výkonů lze dělit na:

- normu pracovní – celkový požadavek na pracovníka z pohledu spotřeby času,
- normu na počet pracovníků – kolik operátorů různých kvalifikací je potřeba k obsluze výrobního zařízení,
- normu obsluhy – množství strojů obsluhovaných jedním operátorem nebo týmem,
- norma výkonová:
 - norma času,
 - norma množství. (Tomek a Vávrová, 2014, s. 507)

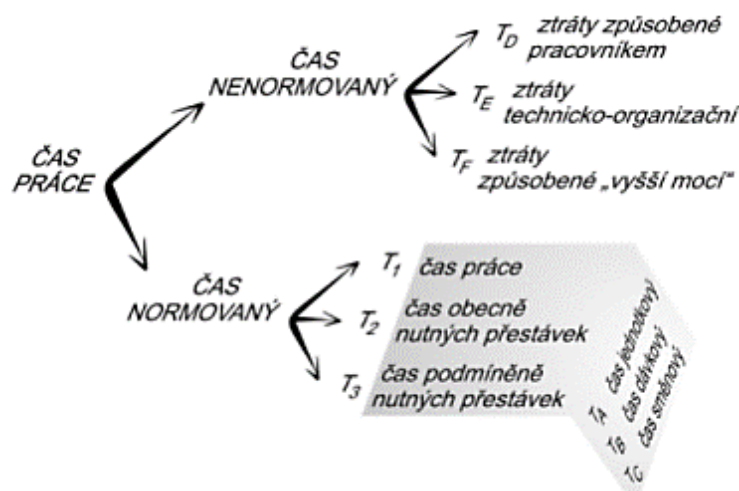
Dělení normy spotřeby práce dle Jurové (2013, s. 168)

- normy pracovní – stanovují kolik času je třeba k vyrobení produktu,
- normy výkonu – tykají se vykonání dané operace a lze je vyjádřit jako:
 - normy času – definují čas nutný k výkonu práce,
 - normy množství – definují počet kusů vyrobených za určitý čas.

Pro definování výkonové normy z hlediska spotřeby času se používají jednotky, jako normohodiny či normominuty. Po určení normy množství lze následně vyvodit z normy času. Normování práce má za cíl stanovit ideální spotřebu času za vykonání dané práce. Zhodnocením aktuálního pracovního postupu a navržením ideálních změn je možné postoupit k vlastnímu definování normy času. (Tomek a Vávrová, 2014, s. 510)

Pro analýzu výkonu je nutné rozředit spotřebu času pracovníka. Obecně se dělí na dvě hlavní kategorie, a to čas nenormovaný a čas normovaný. Každý pak obsahuje ještě následující podkategorie:

- normovaný čas:
 - pracovní čas,
 - nutné přestávky (odpočinek, toaleta),
 - podmíněně nutné přestávky (čekání na materiál, špatná organizace práce),
- nenormovaný čas:
 - ztráty zapříčiněné operátorem,
 - ztráty technicko – organizační,
 - ztráty zapříčiněné vyšší mocí. (Tomek a Vávrová, 2014, s. 513)



Obrázek 9 Rozdělení času práce (Tomek a Vávrová, 2014, s. 512)

6 PRŮMYSL 4.0

Označení Průmysl 4.0 se používá pro aktuální popularitu digitalizace výroby, se kterou souvisí i zvyšující se automatizace a také změny na pracovním trhu. Někteří označují tyto kroky za čtvrtou průmyslovou revoluci, ale toto tvrzení bude možné potvrdit až za delší dobu. (Nenadál, 2018, s. 217)

Do výrobních procesů přináší Průmysl 4.0 digitalizaci a automatizaci důležitých technologií orientovaných na účinné spojení informačních a komunikačních technologií do jediného bloku. Neustálým zaváděním tohoto konceptu se zvyšuje firmě schopnost velmi rychlé a pohotové reakce na potřebu zákazníka. Dále je možné vyrábět velké množství produktového portfolia a narůstá také tržní hodnota podniku. (Chromjaková, Tuček a Bobák, 2017, s. 7)

Změny v podobě automatizace výroby budou mít přímý vliv na trh práce, a to v kontextu, že stroje převezmou vybrané činnosti, jež museli doposud provádět lidé. Jednat se bude především o namáhavou, nebezpečnou či monotónní práci. Jednoduše řečeno půjde hlavně o operace, které bude automat bez problému zvládat nebo o takové, kde nebude dostatek lidských zdrojů. Dále se budou zvyšovat požadavky na kvalifikaci a na lidi zbude pouze kreativní, řemeslná nebo mezioborová práce. Díky Industry 4.0 dojde k úsporám peněz a času, zvýšení produkce a flexibility společností. (Nenadál, 2018, s. 217)

Hlavním principem Průmyslu 4.0 je propojit samostatné inovační činnosti v řetězci obsahující např. výrobu, distribuci, spotřebu, a tím pomoci organizaci k dalšímu růstu. Základem Industry 4.0 jsou informační a komunikační technologie, které slouží na zpracování a uchování objemných dat. Dále se zabývá využitím robotických zařízení, nových materiálů a technologií, vzděláváním zaměstnanců či podporou vzniku nových oborů. (Nenadál, 2018, s. 218)

6.1 Kyber-fyzikální systémy

Skládají se z fyzických objektů, které jsou řízeny počítači. Základním článkem je kooperace jednotlivých výpočetních jednotek, jež jsou schopné se nezávisle rozhodovat, spravovat technologický blok, a hlavně se stát autonomní a plnohodnotnou částí výrobních celků. (Nenadál, 2018, s. 217)

Kyber-fyzikální systém spojuje svět fyzický a virtuální do jednoho. Umožňuje flexibilně nakonfigurovat výrobní výkon za použití digitálních nástrojů a chytrých objektů využívající

vzájemné nastavení datových služeb a internetu v digitálním prostředí autonomně řízených procesů. (Chromjaková, Tuček a Bobák, 2017, s. 8)

6.2 Internet věcí

Jedná se o systém, díky kterému lze obsluhovat různé objekty na dálku a mohou spolu také vzájemně komunikovat. Toto se odehrává díky internetu, senzorům, softwaru a čipům. (Nenadál, 2018, s. 218)

Internet věcí propojuje různé objekty (mobily, tablety, čipy, senzory atd.) podle stanoveného digitálně procesního schématu. Výsledkem jsou fungující propojení mezi specifikací výroby, schopností vyrobitelnosti, technologiemi a používáním softwaru pro řízení procesů. (Chromjaková, Tuček a Bobák, 2017, s. 8)

Jde o chytré výrobní zařízení a čidla, která pracují a vytváří hodnotu jen, když jsou vzájemně propojena a dokážou spolu komunikovat. Výsledkem je report informací pro pracovníky o aktuální dění v reálném čase ve výrobě. (Řízení a údržba průmyslu, 2020, s. 6)

6.3 Internet služeb

Jedná se o systém, který je založený na práci on-line a sdílení dat v cloudech. Internetové úložiště je nástrojem pro spolupráci a tvoření obsahu. Mezi jejich hlavní výhodu patří jednoduché připojení, jenž lze provést přes kterýkoliv webový prohlížeč. Díky tomu není nutné pořizovat vlastní fyzická úložiště (např. hard disk) nebo software pro jejich správu, což v konečném důsledku znamená velkou úsporu peněz. (Nenadál, 2018, s. 218)

Primárním úkolem cloudových úložišť je poskytnout rychlou a pružnou datovou infrastrukturu pro podporu navrhování a organizaci procesů. Cloudy jsou průmyslovou technologií používanou hlavně na zvýšení reakce a flexibility výrobních dat, která jsou propojena s automatizovanou výrobou, jenž má za cíl maximalizovat výstup procesů. (Chromjaková, Tuček a Bobák, 2017, s. 8)

7 AKTUÁLNÍ TRENDY

Transformace podniku do digitální podoby pomáhá k tvorbě nových postupů, úpravě procesů, snižování nákladů, zvyšování kompetentnosti týmů, vylepšování metody managementu a k produkci lepších či nových výrobků. Podstata této transformace spočívá více v lidech a procesech nežli v digitálních technologiích. Hodně průmyslových odvětví se již vydalo na cestu digitalizace a výroba není výjimkou. Většina firem ve vyspělých zemích už začala používat digitální technologie pro přeměnu svých procesů. Mezi ty nejčastěji vyskytující se patří:

- **Systém umělé inteligence:** Jde o systémy analyzující velký objem dat a filtrují z nich trendy a informace, které spolu na první pohled nesouvisí.
- **Strojové učení:** Jedná se o inteligentní stroje vytvářející vlastní matematické modely sloužící pro rozhodování, které dokážou na základě procesu učení se rozšiřovat. Takové stroje umí vytvářet předpovědi, a to i bez nutnosti naprogramování člověkem, stačí jim k tomu pouze zkušenosti a informace z okolí.
- **Rozšířená realita:** V dnešní době lze skoro vše v reálném světě rozšířit pomocí digitalizace a vytvořit tak rozšířenou realitu, která může například posloužit k lepší údržbě strojů.
- **Virtuální realita:** I když je virtuální realita hojně využívána převážně pro počítačové hry lze ji najít i v průmyslových podnicích, kde se používá na zaškolování nových zaměstnanců, k vytváření a prezentaci simulací atd.
- **Digitální dvojče:** Tento pojem znamená, že ve výrobě je fyzický stroj, jenž je připojen k síti, na které se vytváří jeho digitální dvojče. To na základě nepřetržitého toku dat v reálném čase získává informace o jeho chování a stává se tak z něho digitální kopie.
- **Digitální vlákno:** Pohyb materiálu a polotovarů napříč výrobním zařízením se postupně spotřebují, přemění nebo se z nich vyrobí finální produkt. Tento tok digitální vlákno monitoruje, kdy výsledkem je souhrn detailů daného procesu od jeho začátku až po konec.
- **Podnikové informační systémy:** Tyto systémy jsou již v podnicích delší dobu, avšak při procesu digitalizace se z nich stanou neodmyslitelné části informačního systému. Podniky v dnešní době musí takový systém mít a musí fungovat.

- **Robotizace:** Tato oblast se vyvíjí mílovými kroky a dnes již mnoho větších podniků disponuje nějakým typem robota. Je tu i oblast kolaborativních robotů, kteří ruku v ruce spolupracují právě s lidmi a ulehčují jim od monotónní a namáhavé práce.
- **3D tisk:** Každý ví, co 3D tiskárna dokáže a stačí k tomu pouze předloha v počítači, kterou následně vytiskne. Málokdo už ale ví, že díky 3D tisku, tak vznikl nový typ výroby. Jedná se o adaptivní výrobu, kde jsou výrobky tvořeny vrstvením materiálu.
- **Cloud and edge computing:** Uložení a následná práce s daty je v dnešní době téměř samozřejmost, ale cloud and edge computing technologie dokáže vykonávat velké množství digitálních úkolů, a to téměř kdykoliv a kdekoliv. (Řízení a údržba průmyslu, 2020, s. 6-7)

Virtuální realita umožňuje velké množství identifikací uspořádání výroby, materiálových a výrobních toků. Díky svým vlastnostem má potenciál z hlediska rozvrhování výroby a plánování, zlepšování procesů, optimalizace výroby, minimalizace možných problémů, marketingu apod. (Chromjaková, Tuček, a Bobák, 2017, s. 95)

Simulace výroby a 3D modelování má za cíl standardizovat díly a části procesu, které jde pružně kombinovat už se zákazníkem on-line při jeho zadávání objednávky. Díky 3D modelování lze eliminovat rizika spojená s měněním layoutů pracovišť a výrobních hal. (Chromjaková, Tuček a Bobák, 2017, s. 95)

Cloud computing používají podniky k přenosu požadovaných dat z výrobních zařízení do úložišť, kde jsou následně filtrována a používána například k plánování výroby či odhalování plýtvání. Výhodou je i to, že cloudy dokážou požadavky zákazníka zadávat na konkrétní výrobek z vnějšího rozhraní. (Chromjaková, Tuček a Bobák, 2017, s. 96)

3D tisk napomáhá k menší spotřebě surovin a vstupního materiálu potřebných k výrobě produktu. Díky své technologii dokáže minimalizovat počet kroků v procesu, který je nutný k vytvoření výrobku. Oproti tradičním výrobní zařízením umí 3D tisk celý produkt zhotovit od začátku až do konce na jednom místě. (Chromjaková, Tuček a Bobák, 2017, s. 96)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 PŘEDSTAVENÍ FIRMY

Vybraná společnost je součástí nadnárodního holdingu, který se pyšní více než stoletou tradicí. Po celou dobu existence je stále v rodinném vlastnictví zakladatelů. Divize, ve které je zpracovávána tato práce se zabývá výrobou technických komponent a sestav. Nabízí kooperaci na vývoji, montáži, produkci, službách a logistice. Firma využívá při výrobě různé technologie, mezi které se řadí vstřikování, montáž a další technologie. Největší předností produktů je jejich kvalita. Další prioritou je zákazník, pro nějž je společnost schopna vytvořit výrobek na základě jeho konkrétních představ a požadavků.

Organizaci lze rozdělit na dvě části. Ta první se soustřeďuje na vstřikování technických dílů a druhá se zabývá montáží a kompletací součástek. Firma se mimo jiné věnuje recyklaci těchto komponent, jedná se o odpadní tonerové láhve. Mezi hlavní priority patří ochrana životního prostředí, což dokazuje i certifikát na systém environmentálního managementu ISO 14001. Celá jedna třetina používaných surovin je již z recyklovaného materiálu. Plastový odpad vznikající při výrobě se shromažďuje a následně je z něj vytvořen regenerulát pro znovupoužití.

8.1 Produktové portfolio

Firma disponuje zákazníky z celého světa. Mezi které spadá Xerox, pro něhož vyrábí odpadové tonerové láhve. Plastové díly či kryty jsou vyráběny pro Hilti, Stihl a Makita, kteří spadají do kategorie dlouhodobých odběratelů. Dále společnost produkuje, obaly na hračky, psací potřeby, výrobky pro automobilový průmysl atd.



Obrázek 10 Výrobky pro firmu Xerox (interní materiály)



Obrázek 11 Výrobky pro firmu Hilti (interní materiály)

8.2 SWOT analýza

Pro přiblížení současné situace ve vybrané firmě byla vypracována kritériální SWOT analýza (viz. Tabulka 1).

Tabulka 1 SWOT analýza (vlastní zpracování)

	S – Silné stránky	100 %	W – Slabé stránky	100 %
Vnitřní prostředí	– výrobky s vysokou kvalitou	23 %	– roztržitost areálu	33 %
	– know-how	19 %	– řízení zásob	30 %
	– dlouholetí zákazníci	17 %	– lokace firmy	18 %
	– diverzifikace trhu	14 %	– agenturní pracovníci	11 %
	– certifikáty ISO 9001, 14001	12 %	– fluktuace zaměstnanců	8 %
	– dlouholetá tradice	10 %		
	– součást nadnárodního holdingu	5 %		
	O – Příležitosti	100 %	T – Hrozby	100 %
Vnější prostředí	– získání nových zákazníků	45 %	– rostoucí náklady vstupů	35 %
	– využití nových technologií	25 %	– kurzovní rozdíly	25 %
	– zvýšení počtu kmenových zaměstnanců	18 %	– nemoc u povolání	18 %
	– využívání evropských dotací	12 %	– nová konkurence	15 %
			– nárůst cen energií	7 %

Silné stránky: Z analýzy je zřejmé, že hlavní silnou stránkou je vysoká kvalita výrobků, na které si firma velmi zakládá. S tímto faktorem jsou spojeny správná kontrola kvality, procesy s ní spojené a know-how. V dnešní době velmi důležitá věc, protože jen originální řešení dokáže uspět. Z těchto důvodů si tyto informace společnost hodně hlídá a využívá je ve svůj prospěch. I díky této výhodě má dnes firma spoustu dlouholetých zákazníků, kteří jsou také jednou ze silných stránek. Diverzifikace trhu je dalším důležitým prvkem úspěchu a udržitelnosti, i proto má v této kategorii své místo. Posledními třemi body jsou certifikáty ISO, dlouholetá tradice a součást nadnárodního holdingu. První jmenovaný je hlavně důležitý pro zákazníky, kteří si na základě těchto informací vybírají své dodavatele a zároveň to firmě zvyšuje prestiž, image atd. Z dlouholeté tradice vychází nejen zajímavá historie, dobré zázemí, ale i zkušenosti v daném oboru, díky kterým lze získat ono důležité know-how vedoucí k úspěchu. Poslední silnou stránkou je součást velkého holdingu. Výhody jsou ve velké diverzifikaci produkce, pobočky po celém světě, mezinárodní renomé, a především dobré finanční zajištění z mateřské společnosti.

Slabé stránky: Mezi nejvýraznější slabé stránky patří roztržitost areálu, se kterou je úzce spojena i slabina v podobě řízení zásob. Tyto dva faktory mají za následek složitější skladování a s tím spojené následné zásobování jednotlivých pracovišť. Dalším bodem je špatná lokace. Kdy společnost není přímo napojena na dálniční síť. Ovšem není jen chyba na straně firmy, jako spíše státu, kdy v dané oblasti chybí tento typ infrastruktury. Poslední dvě slabé stránky jdou ruku v ruce. Jedná se o fluktuaci zaměstnanců, která probíhá hlavně na operátorských pozicích. Je to dané hlavně velkou nabídkou těchto míst v blízkém okolí. Firma se to snaží řešit pomocí agenturních pracovníků ze zahraničí, což dělají i ostatní. Problém je ovšem v dnešní době, kdy díky Covid-19 došlo ke snížení počtu těchto zaměstnanců.

Příležitosti: Ze SWOT analýzy vyplývá, že největší příležitostí je zisk nových zákazníků, pomocí kterých má možnost firma proniknout na jiné trhy a v době jakékoliv krize v jednom odvětví lze vykrýt vzniklou ztrátu jiným. Dále se může díky tomu dostat do většího povědomí dalších potenciálních zákazníků a sama si také rozšíří obzory. Využití nových technologií se rozumí, jak v oboru zpracovatelském, tak i v materiálovém. Jedná se například o cestu využívání bio plastů ve výrobě nebo nějakého jiného druhu šetrnějšího k přírodě. Největší problém s výrobky z těchto materiálů je hlavně ve fázi likvidace, kdy místo recyklace končí ve smíšeném odpadu nebo jej nelze ani opětovně zpracovat. Následující bod navazuje na slabou stránku v podobě agenturních pracovníků, kdy by

organizace mohla mít více kmenových zaměstnanců, což zlepšuje image, a hlavně důvěru potenciálních zaměstnanců v nového zaměstnavatele. Poslední příležitostí je využívání evropských dotací. Společnost je sice součástí nadnárodní korporace, ale i tak by šlo využít fondů evropské unie. Jednat by se mohlo třeba o projekt cílený na blaho zaměstnanců, protože úspěch celku spočívá v dílčích úspěších, a proto spokojenost pracovníků může velmi ovlivnit zisky firmy.

Hrozby: Jedna z největších možných hrozeb jsou rostoucí náklady vstupů, které by zvýšili cenu výstupů, což by pravděpodobně mělo vliv na odchod některých současných odběratelů. V takový okamžik se může spustit dominový efekt zapříčiňující snížení objednávek, práce, zisků atd. Firma prodává své výrobky do zahraničí, a proto se potýká s pohyblivým kurzem cizích měn, zejména pak s eurem. Určitou část peněz následně ztrácí díky kurzovním rozdílům. Další nepříjemnou hrozbou jsou nemoci z povolání způsobené opakující se činností na pracovišti. Zdravotní problémy typu karpální tunel znamenají pro firmu nejen zhoršení pověsti ve smyslu špatného starání se o zaměstnance, ale také zvýšení nákladů, protože bude potřeba nové pracovníky na záskok za ty nemocné. Poslední hrozbou je nárůst cen energií, jenž lze tento dopad zmírnit pořízením solárních panelů nebo sběr dešťové vody, která se použije třeba na splachování toalet.

9 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V následujících kapitolách bude popsán stav před zahájením projektu racionalizace výrobní linky, který bude obsahovat popis výrobku a jeho jednotlivých částí. Následovat bude detailní rozbor pracovního postupu, časové studie jednotlivých pracovišť, zjištěné nedostatky, výkonnostní ukazatele linky, a nakonec celkové shrnutí analytické části.

9.1 Popis výrobku

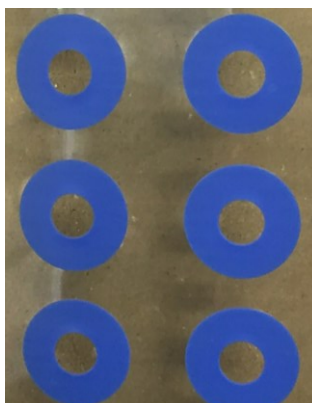
Na vybrané výrobní lince se z odpovídajících komponent skládá odpadní nádoba na toner pro firmu Xerox. Skládá se převážně z plastových dílů, které firma sama produkuje. Výrobek slouží pro sbírání přebytečného nebo odpadního toneru, jenž vzniká při tisku u laserových tiskáren. Odpadní nádobka stačí k tisku až 44 000 stránek, čímž se řadí mezi nadprůměrné.



Obrázek 12 Odpadní nádoba na toner (interní materiály)

Jak bylo zmíněno výše, nádoba se skládá převážně z plastových komponent. V následujícím přehledu budou vyjmenovány všechny díly potřebné ke zkompletování odpadní nádoby na toner. Detailnější popis a zobrazení bude v následující kapitole.

- Tonerová nádoba.
- Kruhové těsnění.
- Spojovací čep.
- Pružina.
- Šroubky.
- Filtr.
- Posuvná klapka.
- Malá pružinka.
- Oranžová rukojeť.



Obrázek 14 Kruhové těsnění (vlastní zpracování)

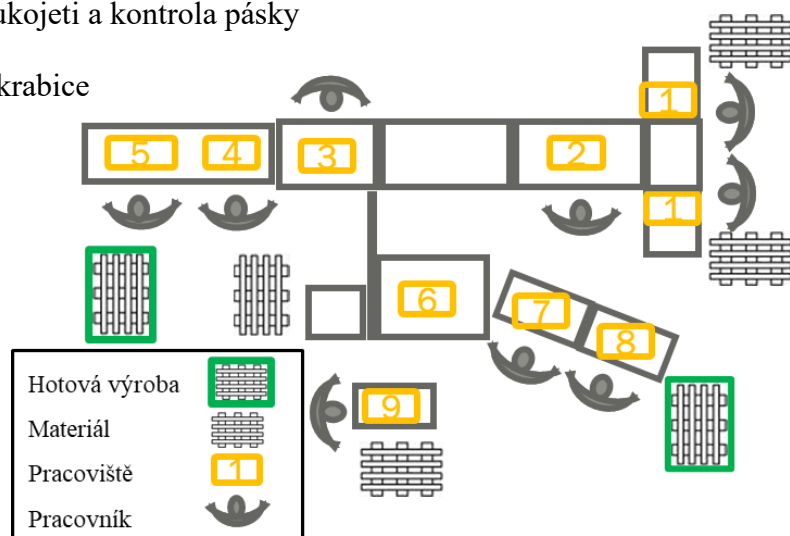


Obrázek 13 Spojovací čepy (vlastní zpracování)

9.2 Popis výrobní linky

Výrobní linka, která je předmětem této práce patří ve firmě mezi high-runner. To znamená, že její produkce generuje organizaci velké tržby, proto se musí dbát, aby se používaly prvky štíhlé výroby, výrobní kapacita byla využívána na 100 % a neustále vše zlepšovat. Skoro celá linka je složena z trubkového systému, což z ní dělá velmi jednoduše modifikovatelný systém, který navíc disponuje nízkonákladovou automatizací. Nyní bude stručně popsány pracoviště sloužící k sestavení odpadní nádoby na toner. Na obrázku 15 je zobrazen layout výrobní linky, která obsahuje devět pracovišť, ovšem pokud norma nepřekračuje 2400 kusů za směnu, tak pracoviště čtyři a pět, která pokračují vodorovně za třetím se nepoužívají. Jedná se o ruční olepování odpadové nádoby na toner a montáž oranžové rukojeti, kontrola pásky včetně balení. Tyto jmenované operace jdou ve stejném sledu od šestého až po osmé. Změna spočívá v tom, že místo ručního zde olepění zastává stroj ve spolupráci s robotickou rukou, která do stroje zakládá kazety. Nyní bude následovat přehled pracovišť a jejich hlavní činnosti.

1. Lepení těsnění, montáž spojovacího čepu a pružiny
2. Utahování šroubků a lepení filtru
3. Montáž pružiny a posuvné klapky
4. Ruční lepení pásky
5. Montáž oranžové rukojeti, kontrola pásky a balení
6. Strojní lepení pásky
7. Montáž oranžové rukojeti a kontrola pásky
8. Balení výrobku do krabice
9. Skládání krabic



Obrázek 15 Layout výrobní linky (vlastní zpracování)

9.3 Časové studie jednotlivých pracovišť

V následujících kapitolách budou popsány jednotlivé úkony na každém pracovišti a zároveň budou obsahovat časovou analýzu. Pro náměr byly použity dvě metody. První z nich je standardní chronometráž, kdy uvedená doba trvání operace je průměr z dvaceti, respektive dvaadvaceti měření očištěn o extrémny. Zmíněný počet měření vychází ze standardu firmy na tvorbu přímých náměrů. Jako druhá varianta pro definování časové náročnosti úkonu byla zvolena metoda MOST.

Následovat bude prezentace výsledků se stručným komentářem, který bude obsahovat zejména porovnání časů z chronometráže a metody MOST, popřípadě popis některých abnormalit. V době zpracovávání diplomové práce nebylo v provozu ruční olepování pásky a pracoviště na něj navazující. Bylo tomu z důvodu dlouhodobě nižší poptávky od odběratele v souvislosti s Covid-19, proto bude u zmíněných operací chybět chronometráž.



Obrázek 16 Dvě části odpadní tonerové láhve (vlastní zpracování)

9.3.1 Lepení těsnění, montáž spojovacího čepu a pružiny

- Pracovník vezme tonerovou nádobku z palety a zkontroluje, zda není viditelně poškozená nebo poškrábaná.
- Sejme horní kryt a odloží na stůl.
- Hlavní díl tonerové láhve založí do přípravku pro lepení těsnění tak, aby naváděcí kolík byl v otvoru pro čep.
- Těsnění odlepí z nosného pásku a lepicí vrstvou směrem dolů nasadí kolem naváděcího kolíku a přitlačí, aby došlo k jeho přilepení k plastovému dílu.
- Po vyjmutí dílu z přípravku prstem vyhladí těsnění tak, aby došlo k přilepení po celé jeho ploše.
- Zkontroluje, zda je těsnění vycentrováno, vzhledem k otvoru.
- Do díry u spodního dílu odpadové nádobky na toner založí spojovací čep.
- Zatlačením nádoby na přípravek ho domáčknete do koncové polohy.



Obrázek 17 Zložení dílu do přípravku (interní materiály)



Obrázek 18 Zatlačení čepu (interní materiály)

- Do spojovacího čepu vloží konec pružiny.
- Otočením pružiny o 90° projde konec pružiny středem čepu.
- Pružinu posune tak, aby se konec pružiny zahákl do drážky v čepu.
- Po otočení pružiny založí konec pružiny mezi drážky na plastovém výlisku.
- Pokud je díl v pořádku, nasadí na něj horní kryt a odloží jej na dopravník pro další zpracování.
- Po montáži odloží díl na dopravník.



Obrázek 19 Spodní část kazety s pružinou (vlastní zpracování)

Tabulka 2 Chronometráž lepení těsnění, montáž spojovacího čepu a pružiny (vlastní zpracování)

Jednotlivá měření v sekundách									
16,32	17,38	16,15	16,23	15,15	17,45	17,12	17,86	13,73	16,63
13,86	16,92	15,52	13,44	15,63	13,51	16,76	16,35	15,1	14,16
Průměrný čas			Dávka v ks			Čas na jeden kus			
15,76			2			7,88			

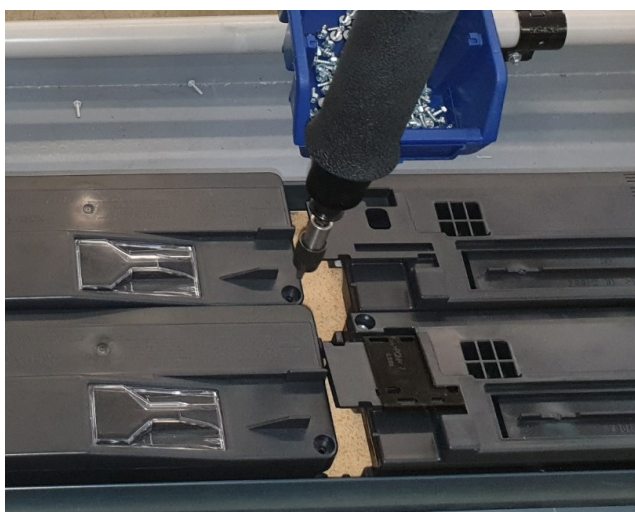
Toto pracoviště je duplikované, což znamená, že každá pracovnice dělá jeden kus naráz. Průměrný čas náměru z chronometráže vyšel 15,76 sekund, avšak tuhle operaci provádí dvě pracovnice zároveň. Z těchto důvodů je na místě uvést dobu na jeden výrobek, který činí 7,88 sekund. Pomocí metody MOST se dospělo k času 15,83 sekund, respektive 7,915 sekund/ks (viz. Příloha P I lepení těsnění, montáž spojovacího čepu a pružiny). Z dat v tabulce (viz Tabulka 2) vyplývá, že operátorky jsou schopny průměrně udělat jeden kus o celé dvě sekundy rychleji než úzké místo.



Obrázek 20 Vzhled pracoviště 1 (vlastní zpracování)

9.3.2 Utahování šroubků a lepení filtru

- Pracovník rukou založí šroubek do utahovací hlavice pneumatického šroubováku.
- Šroubky pak pomocí pneumatického šroubováku dotahujte podle pořadí.
- Vezme filtr a odstraní lepicí pásku.
- Filtr opatrně nalepí na odpadní nádobku na toner do vyznačené oblasti.
- Po nalepení filtru přejede prsty celou lepenou oblast. Pokud někde nedrží, zkontroluje, zda sundal papírek po celé ploše.



Obrázek 21 Utahování šroubků (vlastní zpracování)

Tabulka 3 Chronometráž utahování šroubků a lepení filtru (vlastní zpracování)

Jednotlivá měření v sekundách									
16,18	16,31	16,06	19,39	16,26	16,60	18,30	18,75	16,03	17,73
18,69	17,40	18,82	19,85	18,72	18,53	17,80	16,03	18,88	17,41
Průměrný čas			Dávka v ks			Čas na jeden kus			
17,69			2			8,84			

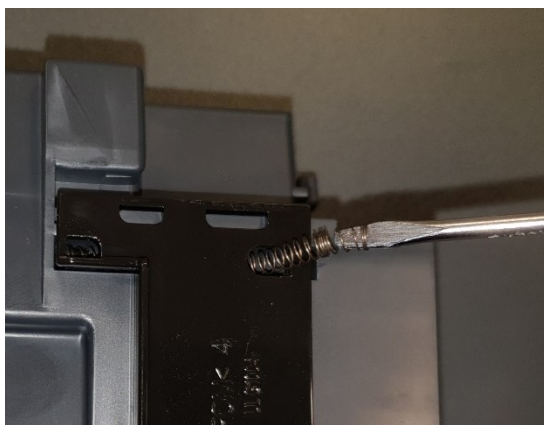
Zde pracovnice montuje dvě kazety zároveň. Výsledek chronometráže je 17,69 sekund na celou operaci, ale v tomto případě dělá za stanovený čas udělá pracovník dva kusy. Tudíž je zde na místě i přepočítání délky úkonu na jeden kus, která je 8,84 vteřin. Za pomoci metody MOST byl čas stanoven na 16,91 sekund respektive 8,45 sekund/kus (viz. Příloha I Utahování šroubků a lepení filtru). I když operátor má v průměru o 2 desetiny sekundy na kus pomalejší takt, než je tomu dle metody předem stanovených časů, tak stále je rychlejší než úzké místo ve výrobní lince. Více o něm v kapitole číslo 9.3.6.



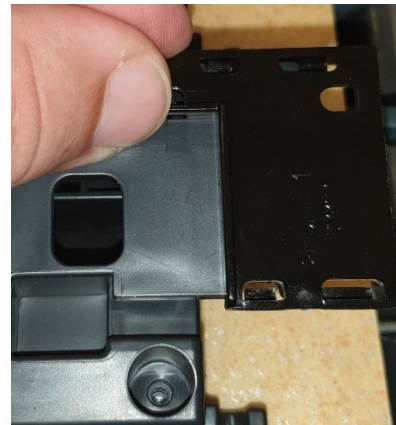
Obrázek 22 Vzhled pracoviště 2 (vlastní zpracování)

9.3.3 Montáž posuvné klapky a pružinky

- Pracovník nasadí klapku tak, aby zobáček byl oproti drážce co nejvíce vpravo.
- Klapku sklopí směrem k sobě a pak je posune vlevo.
- V poloze, kdy má posuvnou klapku vlevo, vloží do dírky pružinku.
- Na šroubovák s rozšířeným okrajem nasadí konec pružinky a zatlačí ji dovnitř.
- Začne posouvat klapku vpravo a souběžně s tím vytahovat šroubovák.
- Po vytažení šroubováku zkontroluje klapku tak, že ji zkusí párkrát otevřít.



Obrázek 23 Vkládání pružinky
(interní materiály)



Obrázek 24 Nasazení klapky
(interní materiály)

Tabulka 4 Chronometráž montáž posuvné klapky a pružinky (vlastní zpracování)

Jednotlivá měření v sekundách									
15,18	17,06	14,76	17,64	15,34	17,79	17,58	18,53	17,91	15,01
15,41	14,58	14,63	15,18	17,62	15,46	19,04	14,98	18,82	17,04
Průměrný čas			Dávka v ks			Čas na jeden kus			
16,48			2			8,24			

Na tomto pracovišti dělá pracovnice na dvou kusech zároveň. Z výsledků chronometráže zobrazené v tabulce (viz. Tabulka 4) můžeme vidět, že průměrný čas operace je 16,48 sekundy a na kus je to 8,24 vteřiny. Metodou MOST byla doba stanovena na 14,39 sekund (viz. Příloha I Montáž pružiny a posuvné klapky). I když se naměřený čas liší skoro o 2 sekundy, tak má pracovník stále rychlejší takt na kus než úzké místo ve výrobní lince.



Obrázek 25 Vzhled pracoviště 3 (vlastní zpracování)

9.3.4 Ruční olepování pásky

- Pracovník vezme kazetu z dopravníku a založí ji do olepovacího přípravku.
- Pomocí nástroje dotlačí filtr.
- V dalším kroku nalepí začátek pásky na boční stranu výrobku.
- Pomocí páky přitlačí vodící kolečko s páskou k dílu.
- Přípravkem pohybuje ve směru hodinových ručiček, aby páska byla nalepena po celém obvodu odpadní nádoby na toner.
- Uvolnění kolečka s páskou od dílu pomocí páky.
- Ustříhnutí pásky.
- Nakonec vyjme kazetu z přípravku a odloží na další pracoviště.



*Obrázek 26 Ruční olepování výrobku
(interní materiály)*

Jak již bylo zmíněno v kapitole 9.3, tak toto pracoviště nebylo v době vypracovávání diplomové práce v provozu. Z těchto důvodů se zde z časové analýzy provedla pouze metoda MOST, která stanovila čas operace na 14,75 sekund (viz. Příloha I Ruční olepování pásky). V budoucnu se s tímto pracoviště nepočítá ve standardním provozu, ale bude sloužit pouze jako záloha v případě dlouhé poruchy stroje na olepování pásky.



Obrázek 27 Vzhled pracoviště 4 a 5 (vlastní zpracování)

9.3.5 Montáž oranžové rukojeti, kontrola pásky a balení

Toto pracoviště následuje za ručním olepováním pásky.

- Pracovník nasadí oranžovou rukojeť na tonerovou láhev mírně pod úhlem. Tím se o ni pružný zobáček opře.
- Na oranžovou rukojeť pak zatlačí shora tak, aby panty na obou stranách zapadly do drážek.
- Po nacvaknutí vyzkouší pohybem, že oranžovou rukojeť lze otevřít i zavřít, aniž by upadnul.
- Vizuálně zkontroluje výrobek, nalepenou pásku po obvodu a klapku, zda správně funguje.
- Do připraveného kartonu vloží sestavu dnem vzhůru a oranžovou rukojetí napřed.



Obrázek 28 Oranžová rukojeť (vlastní zpracování)



Obrázek 29 Krabice s kazetou (vlastní zpracování)

- Poskládaný sáček s gumičkou vloží do kartonu.
- Uzavře kartonovou krabici.
- Zalepí kartonovou krabici.
- Odloží krabici na stranou.



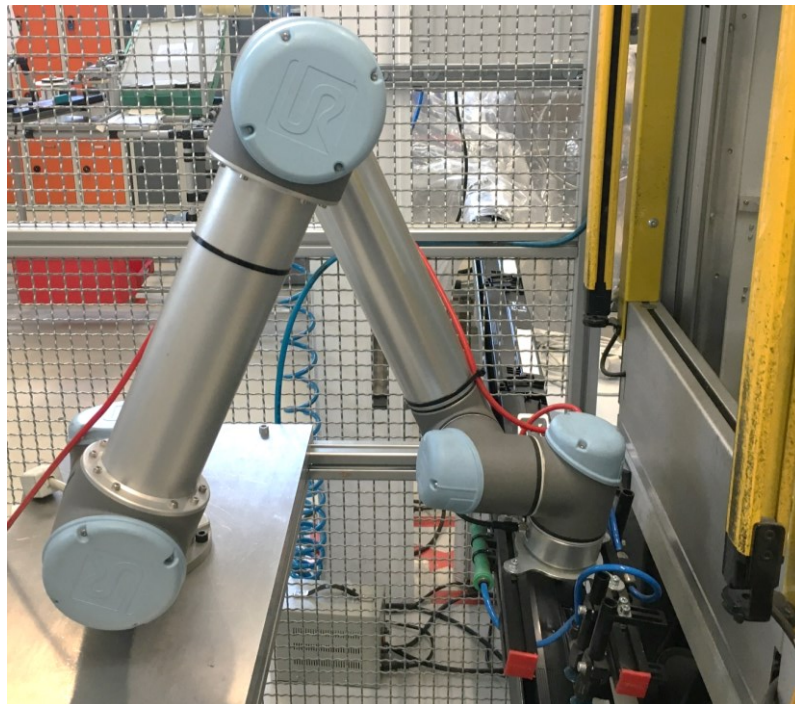
*Obrázek 30 Sáček s gumičkou
(vlastní zpracování)*

Tak jako u ručního olepování pásky ani zde nebylo možné provést přímý náměr pracovníka. Z tohoto důvodu byla provedena pouze metoda předem stanovených časů, podle které byl určen čas operace na 15,47 sekund (viz. Příloha P I Montáž oranžové rukojeti, kontrola pásky a balení).

9.3.6 Strojní olepování pásky

Tuto činnost provádí stroj, do kterého jsou vkládány kazety robotickým ramenem.

- Robotické rameno založí odpadní nádobu na toner do stroje.
- Klapka ve stroji zatlačí filtr, čímž provede kontrolu správného a dostatečného nalepení.
- Otočením karuselu se výrobek posune na místo, kde je olepen páskou.
- Dalším otočením se dostane na pozici, kde je vyjmut operátorem z dalšího pracoviště.



Obrázek 31 Robotická ruka (vlastní zpracování)

Tabulka 5 Chronometráž strojní olepování pásky (vlastní zpracování)

Jednotlivá měření v sekundách									
9,76	9,83	9,77	9,90	9,63	9,75	9,85	9,69	9,68	9,71
9,91	9,72	9,74	9,73	9,82	9,70	9,75	9,64	9,92	9,73
Průměrný čas			Dávka v ks			Čas na jeden kus			
9,76			1			9,76			

Vzhledem k tomu, že firma nemá k dispozici cyklový čas stroje, byl pořízen náměr, tak jako u ostatních pracovišť. Z výsledků je možné vidět, že takt je 9,76 sekund, proto i z tohoto důvodu se stalo ze stroje úzké místo. Předchozí pracoviště se dokážou vyrovnat nebo dostat pod tento operační čas. Při pozorování a náměrech se nestalo, že by byl prázdný dopravník, respektive buffer (viz. Obrázek 33), který zásobuje stroj, což z teoretického hlediska je správně. Na základě těchto informací je potřeba se hlavně zaměřit na pracoviště následující bezprostředně po lepičce, které by měli jet neustále na plný výkon nebo mít alespoň stejný takt jako stroj.



Obrázek 32 Páska pro olepování dílu (vlastní zpracování)



Obrázek 33 Dopravník ke stroji (vlastní zpracování)

9.3.7 Montáž oranžové rukojeti a kontrola pásky

- Pracovník vyjme odpadovou nádobku na toner z olepovacího stroje.
- Nasadí oranžovou rukojeť na tonerovou láhev mírně pod úhlem. Tím se o ni pružný zobáček opře.
- Na oranžovou rukojeť pak zatlačí shora tak, aby panty na obou stranách zapadly do drážek.
- Po nacvaknutí vyzkouší pohybem, že oranžovou rukojeť lze otevřít i zavřít, aniž by upadnula.
- Vizuálně zkontroluje výrobek a vyzkouší, zda se správně zavírá klapka montovaná na pracovišti před oлеpením.
- Do připraveného kartonu vloží sestavu dnem vzhůru a oranžovou rukojetí napřed.



Obrázek 34 Odpadní tonerová láhev s oranžovou rukojetí
(vlastní zpracování)

Tabulka 6 Chronometráž montáž oranžové rukojeti a kontrola pásky (vlastní zpracování)

Jednotlivá měření v sekundách									
7,39	8,12	8,37	8,13	8,46	8,68	9,96	8,74	7,75	9,06
9,55	9,24	9,60	7,86	8,62	8,63	7,48	7,83	8,21	8,92
Průměrný čas				Dávka v ks			Čas na jeden kus		
8,53				1			8,53		

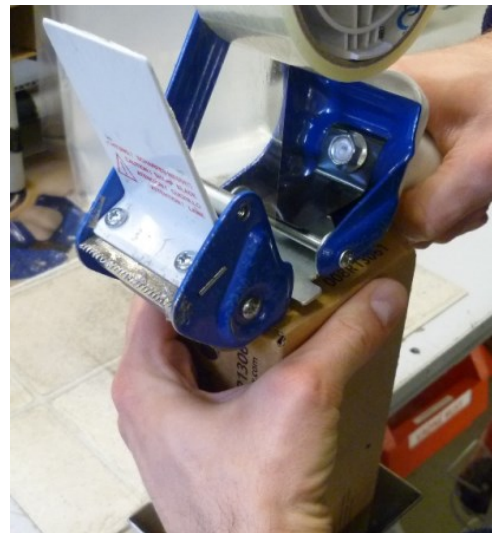
Průměrný takt tohoto pracoviště je 8,53 sekund. Dle metody MOST byl čas operace stanovena na 7,91 vteřin (viz. Příloha I Montáž oranžové rukojeti a kontrola pásky). Z těchto dat vyplývá, že pracovníci provádí úkony v průměru o šest desetin pomaleji. I přes všechny tyto fakta to stále stačí na to, aby operátoři stíhali včas odebrat výrobky a stroj neměl zbytečné prodlevy.

9.3.8 Balení krabice s hotovým výrobkem

- Poskládaný sáček s gumičkou vložit do kartonu.
- Uzavře kartonovou krabice.
- Zalepí klogy krabice.
- Odloží krabici stranou.



Obrázek 36 Krabice před zalepením (interní materiály)

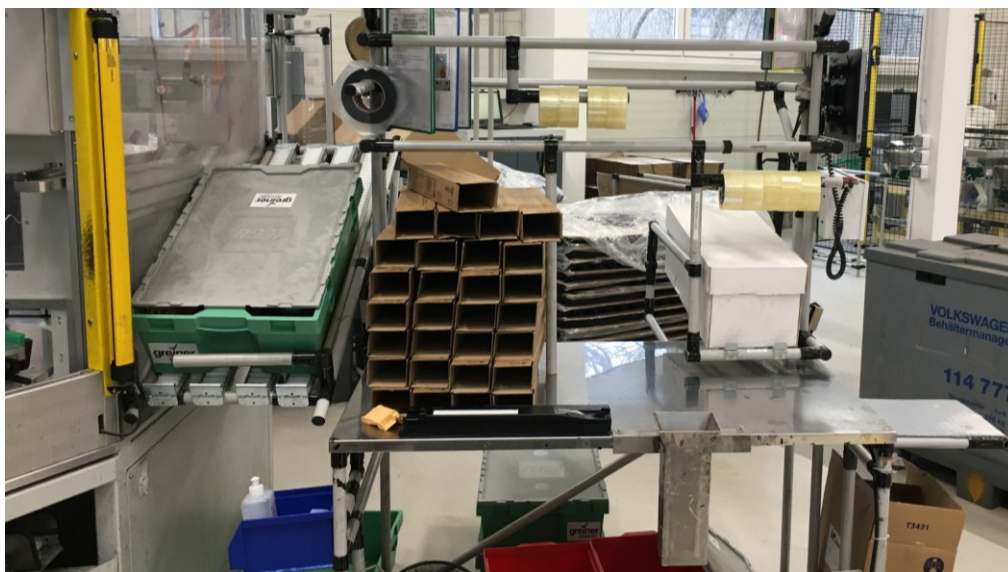


Obrázek 35 Zalepení krabice (interní materiály)

Tabulka 7 Chronometráž balení krabice (vlastní zpracování)

Jednotlivá měření v sekundách									
7,63	7,26	8,43	9,19	8,49	6,39	8,25	7,32	7,49	9,73
8,41	8,38	8,33	8,22	8,53	8,16	6,92	7,23	7,76	7,73
Průměrný čas			Dávka v ks			Čas na jeden kus			
7,99			1			7,99			

Pomocí metody MOST byl čas operace stanoven na 7,19 sekund (viz. Příloha I Balení krabice) a průměr ze standardní chronometráže je 7,99 vteřin. Zde má pracovník zhruba o tři čtvrtě vteřiny pomalejší takt oproti definovanému metodou předem stanovených časů, ale i přes tuto ztrátu je stále rychlejší než úzké místo.



Obrázek 37 Vzhled pracoviště 8 a 9 (vlastní zpracování)

9.3.9 Skládání krabic

- Pracovník vezme karton ze zásobníku a složí ho.
- Složený karton vloží do přípravku.
- Založí klopky kartonové krabice.
- Zalepí dno krabice.
- Odloží krabici stranou.

Tabulka 8 Chronometráž skládání krabic (vlastní zpracování)

Jednotlivá měření v sekundách									
7,78	5,94	4,96	6,51	5,77	5,69	4,89	5,29	5,78	5,84
7,86	6,12	6,71	5,83	5,41	6,11	6,65	6,46	6,48	6,41
Průměrný čas			Dávka v ks			Čas na jeden kus			
6,12			1			6,12			

Průměrný čas náměru chronometráže vyšel 6,12 sekund na kus (viz. Tabulka 8). Pomocí metody MOST byla doba operace stanovena na 6,83 vteřin (viz. Příloha I Skládání krabic). Nasbíraná data nám ukazují, že pracovníci jsou schopni nachystat krabice i za pět sekund. Když vezmeme v úvahu čas úzkého místa (9,76 sek.), tak lze za jeden cyklus stroje poskládat skoro dvě krabice. Z těchto důvodů má operátor relativně dost času a nemusí udržovat výkon na 100 %, ovšem má i za úkol přenášet nachystané kartony na pracoviště, kde se montuje oranžová rukojeť a také zabalené krabice s hotovým výrobkem skládat na paletu.



Obrázek 38 Zásoba kartonu
pro skládání krabic
(vlastní zpracování)



Obrázek 39
Karton založený
v přípravku
(vlastní
zpracování)

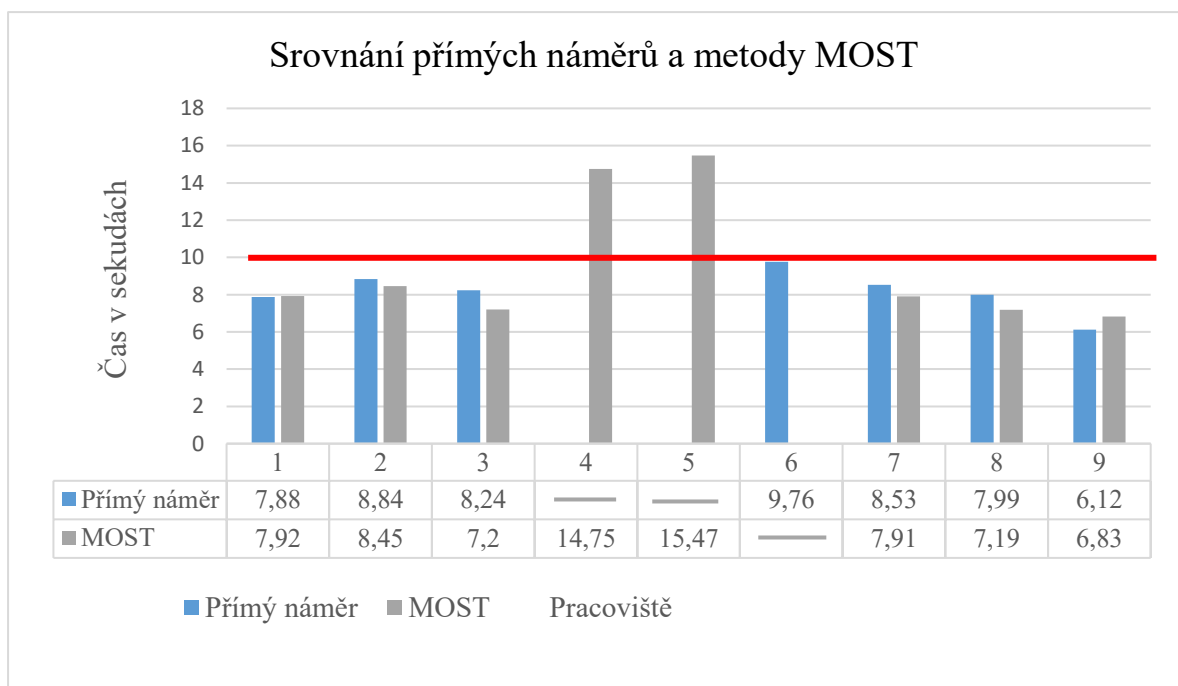
9.3.10 Přehled přímých náměrů a MOST

V následující tabulce (viz. Tabulka 9) jsou zobrazeny výsledky přímých náměrů a metody MOST. U pracovišť ručního olepování pásky a montáže oranžové rukojeti, kontroly pásky a balení číslo chybí přímé náměry, protože v době sbírání dat a zpracovávání diplomové práce nebyly v provozu, a to z důvodu snížené poptávky od zákazníka v souvislosti s Covid-19. Naopak u strojního olepování pásky není možné provést MOST, protože se nejedná o úkony člověka.

Tabulka 9 Přehled přímých náměrů a metody MOST (vlastní zpracování)

Č.	Název pracoviště	Náměr	MOST	Dávka v ks
1	Lepení těsnění, montáž spojovacího čepu a pružiny	15,76	15,83	2
2	Utahování šroubků a lepení filtru	17,69	16,91	2
3	Montáž posuvné klapky a pružinky	16,48	14,39	2
4	Ruční olepování pásky		14,75	1
5	Montáž oranžové rukojeti, kontrola pásky a balení		15,47	1
6	Strojní olepování pásky	9,76		1
7	Montáž oranžové rukojeti a kontrola pásky	8,53	7,91	1
8	Balení krabice s hotovým výrobkem	7,99	7,19	1
9	Příprava kartonáže	6,12	6,83	1

Na grafu níže (viz. Obrázek 40) je přehled časů přímých náměrů a metody MOST. Doby trvání operací jsou přepočteny na kus, aby bylo možné identifikovat úzké místo, avšak nemohou se brát v potaz pracoviště číslo 4 a 5, protože s těmito se do budoucího provozu nepočítá. Používat se budou pouze v případě, kdy stroj na olepování výrobků páskou bude delší dobu mimo provoz. V grafu (viz. Obrázek 40) je červenou čarou vyznačena hranice úzkého místa, které je v tomto případě lepička. Na základě výsledků je potřeba se zaměřit na samotný stroj a také na pracoviště nacházející se bezprostředně za ním. Z dat je zřejmé, že operace před i po úzkém místě mají minimálně sekundové rezervy, a proto je tu možnost zkrátit cyklový čas stroje o již zmíněnou dobu, pokud to však bude technicky možné.



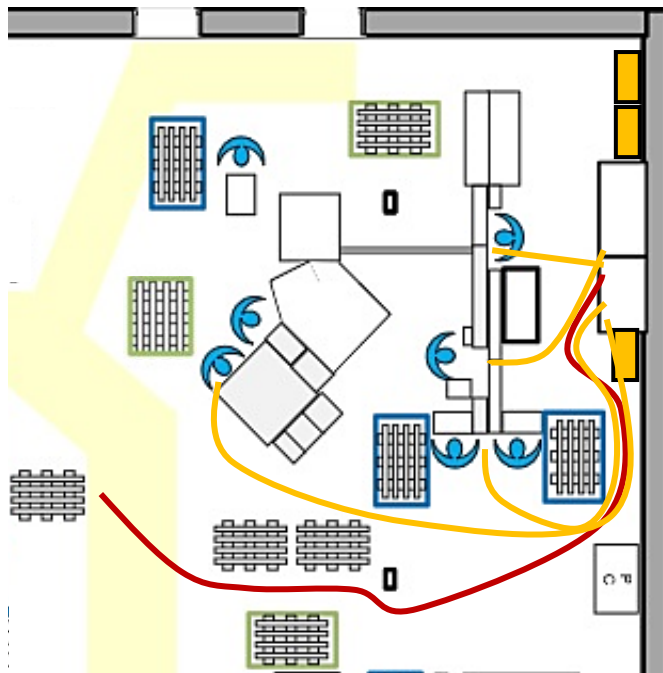
Obrázek 40 Graf Srovnání přímých náměrů a metody MOST (vlastní zpracování)

9.4 Zjištěné nedostatky při analýze výrobní linky

V následující kapitole budou popsány potenciály ke zlepšení zjištěné při analýze výrobní linky, které následně budou předmětem návrhů v projektové části.

9.4.1 Layout výrobní linky

Jeden z nedostatků výrobní linky spočívá v jeho rozestavení. Konkrétně se jedná o umístění regálu na materiál u zdi. Nejenže je daleko od cesty a při jeho naskladnění musí manipulát nosit bedny v rukách na delší vzdálenost, ale také není využito plnění regálu z jedné strany a odebírání z druhé. Cesta, kterou musí absolvovat je na layoutu vyznačena červeně (viz. Obrázek 41). Místa, kam je následně materiál distribuován jsou vyznačena oranžovou barvou. Zásobování jednotlivých pracovišť si již zajišťují samotné operátorky. Další problém je s manipulací palet, které zásobují první pracoviště. Při jejich navážení je potřeba objíždět sloup, který stěžuje a prodlužuje dobu výměny. Nastávají i případy, kdy manipulát je zaneprázdněn jinou činností a v ten moment dojde materiál. V takové situaci si musí operátorky navézt paletu sami. Pro nezkušené pracovníky představuje manévrování kolem sloupu ještě větší časovou prodlevu a v potaz je potřeba brát i čas který stráví prací již nemá provádět. Na layoutu jsou popisované palety vyznačeny modrou barvou (viz. Obrázek 41). Tyto nedostatky byly prezentovány mistrům, vedoucímu výroby a oddělení průmyslového inženýrství. Po následné diskusi bylo rozhodnuto připravit návrh na změnu layoutu výrobní linky.



Obrázek 41 Layout výrobní linky s cestami
(vlastní zpracování)

Legenda:

Paleta s materiálem		Regál na materiál	
Paleta s hotovými výrobky		Pracoviště	
Skříňky na osobní věci		Cesta	

9.4.2 Pracoviště skládání krabic

Další nedostatek se odehrává na pracovišti skládání krabic. Pracovnice dokáže poskládat jednu krabici průměrně za 6,12 sekundy, což při stávajícím taktu linky 11,18 sekund/kus znamená, že je schopna nachystat skoro dvě krabice. I když má operátorka v popisu práce kartonové krabice odnést na pracoviště montáž oranžové rukojeti a následně zabalené kusy odkládat po určitých počtech na paletu přesto si dokáže vytvářet velké zásoby. Na obrázku níže (viz. Obrázek 42) je ukázáno, kolik jsou si schopné pracovnice připravit krabic dopředu. Při následném odebírání části hromady můžou ostatní popadat, což se nejednou stalo. Díky tomu musí operátorka montující oranžovou rukojeť čekat na tyto spadené krabice a díky tomu stojí i celá linka nebo při přenosu a následném pádu může spadnout i pracovnice a způsobit si nějaký úraz. Místo pro zásobu krabic na pracovišti, kde se využívají je “pouze“ na 32 kusů. Z toho plyne, že stejně zbytek zůstane na svém místě a opakuje se hromadění poskládaných krabic.



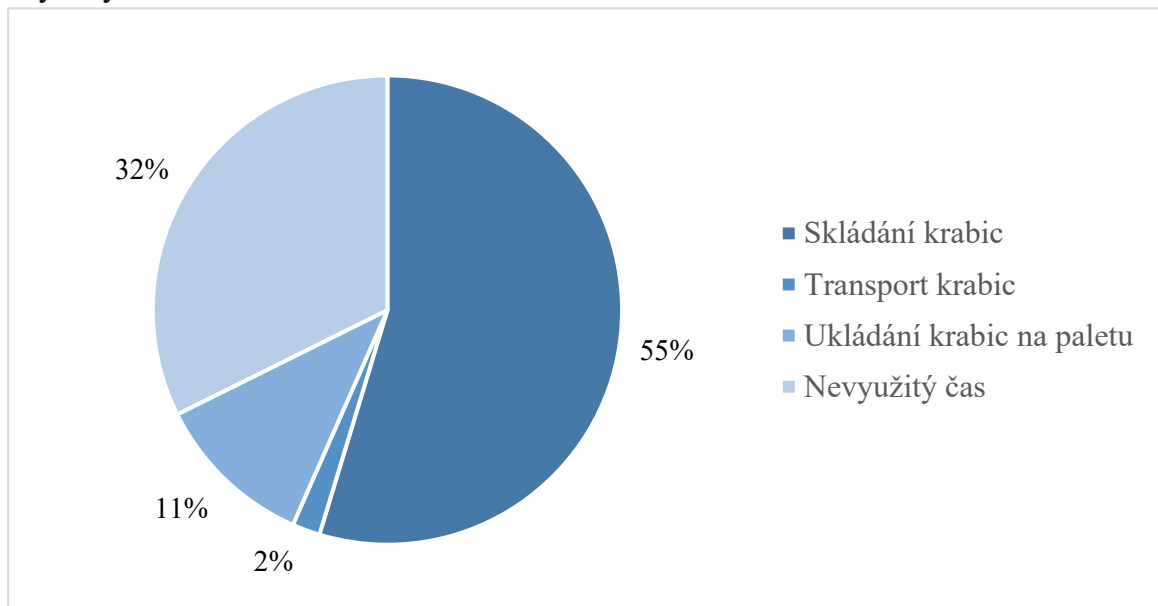
Obrázek 42 Složené krabice
(vlastní zpracování)

Tabulka 10 Využití disponibilního času u pracoviště skládání krabic (vlastní zpracování)

Skládání krabic			
Hlavní činnost		Manipulační činnosti	
Norma za směnu	2 360 ks	Transport krabic	74x/směnu
Čas na jednu krabici	6,12 s	Čas na jednotku	6,84 s
Skutečně odpracovaný čas	14 444 s	Skutečně odpracovaný čas	507 s
Disponibilní čas	26 400 s	Skládání krabic na paletu	262x/směnu
Celkem odpracovaný čas	17 873 s	Čas na jednotku	11,15 s
Nevyužitý čas	8 527 s	Celkový čas	2 922 s

Tabulka znázorňuje časovou náročnost pracoviště skládání krabic (viz Tabulka 10). Je rozdělena na hlavní a manipulační činnosti. Disponibilní čas vychází na 440 minut, protože 30 minut je pauza, 5 minut na konci směny se věnuje úklidu a zbylých 5 minut trvá dohromady všech sedm výměn pracovních míst, které se provádí každou hodinu. Na základě výpočtu obou typů činností bylo dospěno k závěru, že operátorka odpracuje z disponibilního času jen 17 873 sekund, což je zhruba 298 minut. Zbytek směny má v podstatě volný, respektive nemusí pracovat dle normovaného času, což má za následek pomalejší vykonávání dané činnosti. Tím pádem i zvýšení nákladů na danou práci.

Následující graf zobrazuje vytíženost operátorky v grafické a procentuální podobě (viz. Obrázek 43). Z dat, která zobrazuje vyplývá, že třetinu pracovního času ze směny je nevyužitých.



Obrázek 43 Graf využití disponibilního času u pracoviště skládání krabic (vlastní zpracování)

9.4.3 Úzké místo v procesu

Posledním nedostatkem na výrobní lince je strojní olepování pásky, ze kterého se stalo úzké místo procesu. Délka této operace je 9,76 sekund, ale může být i vyšší, a to v okamžiku, kdy pracovníce včas neodebere odpadní nádobku na toner ze stroje. V tuto chvíli mohou vznikat časové ztráty, které se projeví ve výsledném počtu vyrobených kusů. Z těchto důvodů by měl být kladen důraz na včasné odebírání kazet ze stroje a dále by neustále měla u odebírací pozice stát operátorka, samozřejmě vyjma přestávek. Podle metody Drum, Buffer, Rope (dále DBR) musí operace následující za úzkým místem mít stejný nebo vyšší takt, aby bylo úzké místo maximálně vytíženo. V tuto chvíli jsou podmínky zmíněné metody splněny, avšak během směny několikrát dojde k prodlevě při odebírání kusů z lepičky. Při rotaci pracovních pozic dochází k zastavování linky z důvodu nepřítomnosti operátorky u výstupní pozice stroje. Tento problém by šel vyřešit poučením o správné výměně pracovních míst, tak aby se nemusela lepička zastavovat. Dříve místo robotické ruky zakládající kusy do stroje stál člověk. Možný klíč k eliminaci prodlevy v odebírání, by bylo řešení podobným způsobem na výstupu.

9.4.4 Přehled plýtvání zjištěné při analýze

V tabulce (viz. Tabulka 11) jsou druhy plýtvání identifikované v průběhu analyzování výrobní linky. Zásoby se nachází na pracovišti skládání krabic, kdy operátorka je schopná vytvořit velkou zásobu krabic, kterou je možné vidět na obrázku 42. Čekání lze pozorovat u všech operací nacházející se před strojem na olepování pásky, kdy doba provádění úkonů je minimálně o jednu vteřinu rychlejší než cyklový čas lepičky. Nadbytečný transport byl pozorováno při přenášení poskládaných krabic mezi pracovišti číslo 8 a 9. Zbytečný pohyb se vyskytuje při naskladňování regálu a následné distribuci na pracoviště, kterou si zajišťují samotné operátorky. Poslední zjištěné plýtvání jsou opravy, které nastávají při špatném olepení kusu z důvodu spotřeby lepicí pásky ve stroji, avšak tento problém nelze nijak ovlivnit ani odstranit.

Tabulka 11 Přehled plýtvání (vlastní zpracování)

Druh plýtvání	Místo výskytu
Zásoby	Pracoviště skládání krabic (viz. Obrázek 42)
Čekání	Všechny pracoviště před úzkým místem
Transport	Z pracoviště skládání krabic na montáž oranžové rukojeti
Zbytečný pohyb	Špatně umístěný regál, který je daleko od zásob a následná distribuce tohoto materiálu na jednotlivá pracoviště (viz. Obrázek 41)
Opravy	Nekvalitně olepený kus z důvodu spotřeby pásky ve stroji

9.5 Výkonnostní ukazatele linky

V následující tabulce (viz. Tabulka 12) jsou zobrazeny výkonnostní ukazatele výrobní linky.

Tabulka 12 Přehled výkonnosti linky (vlastní zpracování)

	Takt linky na kus	Počet kusů za směnu	Počet pracovníků	Parciální produktivita za směnu/operátora
Aktuální takt	11,18	2 360	7	337 ks
Takt dle úzkého místa	9,78	2 699	7	385 ks

V době analýzy současného stavu měla výrobní linka nastavenou normu na 2 360 kusů za směnu, což odpovídá taktu 11,18 sekund a 337 kusům na operátora. Pakliže by byl počet kusů stanoven dle taktu úzkého místa byla by norma za směnu 2 699 výrobků při 385 ks na pracovníka, ale takové množství zákazník nepoptává. Tento ukazatel slouží pro ukázkou,

jakou by teoreticky mohla mít linka výkonnost při stávajícím rozestavení a počtu operátorů. Ovšem při monitorování a pořizování náměrů výrobní linka nedosahovala ani stanovené normy. Průměrný výkon se pohyboval okolo 2 200 kusů za směnu, a proto bylo nutné tuto nesrovnalost podrobit důkladné analýze. Po konzultaci s vedením bylo z těchto důvodů přistoupeno na analýzu ztrátových časů, která probíhala na posledních třech pracovištích včetně olepovacího stroje. Ke zvolení těchto pozic došlo na základě brainstormingu, jehož výsledkem bylo soustředit se na úzké místo a operace po něm následující. Využilo se k tomu metody DBR, která nám říká, že zásobník před úzkým místem musí vždy obsahovat nějaký materiál, což bylo v tomto případě splněno. Pracoviště nacházející se po něm musí mít stejný nebo vyšší takt. Tato podmínka je z teoretického hlediska také splněna, proto bylo rozhodnuto ověřit tyto fakta i v praxi. Jedná se konkrétně o montáž oranžové rukojeti a balení krabice s hotovým výrobkem. Na prvně jmenovaném musí operátorka ještě doplňovat pásku u lepičky. Měření se provádělo v cyklu stanoveném po 27 kusech (viz Obrázek 44). To odpovídá přesně jednomu patru palety s dokončenými produkty.



*Obrázek 44 Paleta s hotovými výrobky
(vlastní zpracování)*

Při provádění analýzy byly zjištěny tři hlavní ztráty. První z nich je výměna pásky u stroje provádějící se zhruba po 133 olepených kusech, což za směnu odpovídá sedmnácti až osmnácti opakovaním. Záleží kolik pásky zbude z předchozí směny. Jedna výměna trvá dle náměrů průměrně 78 vteřin (průměr ze všech měření viz. Příloha P II, P III a P IV), takt linky dle normy na kus je 11,18 sekund, což odpovídá 7 výrobkům na výměnu a 119 za směnu při sedmnácti opakovaním. Dále je potřeba brát v potaz, že produkt, u kterého zrovna došla lepicí pásky se musí nechat znova olepit, takže celková ztráta činní zhruba 136 kusů za směnu. Bohužel není možné tuto prodlevu nijak eliminovat, lze pouze operátorky proškolit, jak správně tento úkon provádět a tím zkrátit čas výměny lepicí pásky.

Další ztrátou je rotace pracovníků na pozicích, které probíhají každou hodinu, to je celkem sedmkrát za směnu. Střídání trvá podle náměrů průměrně 41 sekund (průměr ze všech měření viz. Příloha P II, PIII a P IV). Za jednu výměnu ztráta činí skoro čtyři kusy a za celou směnu to odpovídá zhruba 26 výrobkům. Jedná se o problém, který může být zdánlivě lehce řešitelný, ovšem je třeba počítat s tím, že rotace pracovníků je velmi důležité z hlediska ergonomie, eliminace monotónnosti a případných zdravotních problémů např. karpální tunel. Z těchto popsanych důvodů nelze a nebylo by ani správné řešení zrušit toto střídání na pozicích u výrobní linky. Na druhou stranu je možné snížit čas výměny na minimum. To lze způsobem, kdy by operátorky, které aktuálně montují oranžovou rukojeť a zároveň vytahují odpadové nádoby na toner z lepičky, čekaly, dokud je nepřijde vystřídat kolegyně. Tímto postupem se dá zamezit tomu, aby se stroj zbytečně zastavoval.

Tabulka 13 Přehled ztrátových časů (vlastní zpracování)

Typ prodlevy	Průměrný čas na 1 výměnu	Ztráta za 1 výměnu	Za směnu	Ztráta za směnu
Výměna pozic	41 sekund	4 ks	7 x	24 ks
Výměna pásky	78 sekund	7 ks	17 x	119 ks

Poslední ztrátové časy jsou ve formě různých poruch. Mezi které patří například špatně založená odpadová nádoba na toner do přípravku pomocí robotické ruky nebo klapka na kontrolu správného nalepení filtru špatně provedla úkon. Tak jako u výměny pásky nelze ani zde jednotlivé poruchy přímo ovlivnit. Ovšem tyto prodlevy jsou ve většině případů velmi krátké. Pracovnice jsou proškoleny, takže umí většinu problémů vyřešit samostatně bez nutnosti asistence seřizovače. Z těchto důvodů se dále otázkou ohledně malých poruch na stroji nebude tato práce zabývat.

V tabulce ukázka náměrů ztrátových časů (viz. Tabulka 14) je uvedený čas ve sloupcích v sekundách a takt linky dle normy za 27 kusů, což odpovídá jednomu patru palety s hotovými výrobky. Zbytek tabulky a další náměry jsou v přílohách P II, P III a P IV.

Tabulka 14 Ukázka náměrů ztrátových časů (vlastní zpracování)

Čas dokončení	Doba trvání	Doba trvání v sekundách	Takt linky dle normy	Rozdíl	Prodleva	Poznámky
8:34:25						
8:38:55	0:04:30	270	302,034	32,034		
8:43:30	0:04:35	275	302,034	27,034		
8:50:20	0:06:50	410	302,034	-107,966	75,89	VPAS
8:55:00	0:04:40	280	302,034	22,034		
8:59:12	0:04:12	252	302,034	50,034		
9:06:00	0:06:48	408	302,034	-105,966	128,92	VPOZ +2x POR
9:10:25	0:04:25	265	302,034	37,034		
9:16:00	0:05:35	335	302,034	-32,966	54,08	VPAS
9:20:53	0:04:53	293	302,034	9,034	33,62	2x POR
9:26:08	0:05:15	315	302,034	-12,966	50,92	1x POR
9:30:30	0:04:22	262	302,034	40,034		
9:37:12	0:06:42	402	302,034	-99,966	127,08	3x POR
9:43:10	0:05:58	358	302,034	-55,966	91,17	VPAS

Vysvětlivky:

- VPAS – výměna pásky na olepovacím stroji.
- VPOZ – výměna pozic na výrobní lince, respektive rotace pracovníc.
- POR – porucha olepovacího stroje.
- Čas zvýrazněný červeně je ztráta oproti taktu linky.

9.6 Shrnutí analytické části

Na začátku analýzy současného stavu byl stručně popsán výrobek, jeho vlastnosti a vyjmenovány součásti ze kterých se skládá. Následovala charakteristika výrobní linky sloužící pro montáž odpadové nádoby na toner pro firmu Xerox, zároveň byly představeny všechny pracoviště, které jsou zobrazeny na layoutu (viz. Obrázek 15) a jejich hlavní činnosti.

V další části analýzy bylo u všech devíti pracovišť detailně popsán jejich postup. Poté byla provedena časová studie, která obsahuje přímé náměry ve formě chronometráže a nepřímé náměry provedené metodou MOST. U první zmíněné formy bylo provedeno dvaadvacet náměrů očištěných o extrém, tudíž je jich ve finále dvacet. Výsledky chronometráže lze najít u každého pracoviště v příslušné tabulce a metoda MOST má své v příloze P I.

Souhrnný přehled obou variant je v kapitole 9.3.10 Přehled přímých náměrů a MOST v tabulce číslo 9. U každého pracoviště byla nasbíraná data z obou náměrů, vyhodnocena a opatřena krátkým komentářem, který obsahoval mimo jiné popis a vysvětlení abnormality, pokud se v daném případě nějaké vyskytly.

V kapitole zjištěné nedostatky byly definovány některé formy plýtvání, jež byly zaznamenány při pozorování a pořizování náměrů. První z nich bylo špatné umístění regálů, které má za následek složité naskladnění materiálu. Dále je to překážka ve formě sloupu, jenž ztěžuje navedení palet k prvnímu pracovišti. U operace skládání krabic bylo detekováno vytváření zbytečně velkých zásob poskládaných krabic dopředu, což je nejen jeden z druhů plýtvání, ale má za následek neefektivní využití operátorky. Z tohoto místa se přenášejí poskládané krabice na pracoviště montáž oranžové rukojeti, a i kvůli velkým zásobám, které tvoří vysokou hromadu (viz. Obrázek 42) docházelo při transportu k popadání krabic. To způsobuje čekání operátorky montáže oranžové rukojeti na tyto krabice a tím pádem stojí celá linka nebo je tu možnost vzniku úrazu důsledkem pádu na zem při zakopnutí o krabice. Posledním identifikovaným nedostatkem je úzké místo v procesu nacházející se na pracovišti číslo šest – strojní olepování pásky, které dle nasbíraných dat a výsledků analýzy není využíváno na 100 %. Určité zvýšení výkonu jde dosáhnout včasným odebíráním kusů ze stroje.

Poslední kapitolou v analýze současného stavu jsou výkonnostní ukazatele výrobní linky. Je zde definován takt linky, parciální produktivita, počet kusů za směnu, a to jak dle stanovené normy, tak podle úzkého místa. Ovšem z důvodů neplnění stanovené normy se po poradě s vedením dospělo k rozhodnutí provést náměry ztrátových časů. Ty byly uskutečněny na pracovištích strojní olepování pásky, montáž oranžové rukojeti a balení krabice s hotovým výrobkem, protože prvně jmenované pracoviště je úzkým místem a následující operace musí pracovat minimálně ve stejném taktu. Po provedení analýzy byly zjištěny výsledky, které ukazují, kde přesně dochází ke ztrátám. Konkrétně jde o výměnu operátorek, probíhající každou hodinu, výměny lepicí pásky u stroje a jeho poruchy. Souhrn časových a kusových ztrát je uveden v tabulce číslo 13 a celkové výsledky z náměrů jsou v přílohách P II, P III a P IV.

10 VYMEZENÍ PROJEKTU

V této kapitole budou popsány všechny náležitosti potřebné k vypracování projektu. Jedná se o projektový list, harmonogram projektu, logický rámec a RIPRAN analýzu.

10.1 Projektový list

V projektovém listu (Tabulka 15) jsou popsány všechny náležitosti nutné ke správnému definování a zpracování projektu. Popis projektu koresponduje s názvem diplomové práce, kterým je racionalizace výrobní linky, přičemž strategická oblast, které se tato práce týká je produktivita, uspořádání pracoviště, plnění norem a celkové zefektivnění výrobní linky jako takové. Cílem tohoto projektu je zvýšení parciální produktivity, jenž je pro firmu jeden z klíčových ukazatelů používaných pro zjištění, jak efektivně jsou využívány lidské zdroje, stroje apod. Mezi členy týmu jsou zařazeny dvě mistrové z haly, ve které se nachází analyzovaná linka, vedoucí celých montáží, oddělení průmyslové inženýrství, kdy se primárně jedná hlavně o její vedoucí. Oficiální začátek projektu byl stanoven na 25. 10. 2020 a konec je stanoven na 30.6.2021, kdy k tomuto datu je předpokládáno ukončení realizace všech navrhovaných řešení. Předmětem projektu není interní logistika, která je na druhou stranu úzce spojena s konkrétní linkou, a to z důvodu zavádění milkrunu ve společnosti, tudíž se muselo myslet i na tento faktor, který ovlivnil výsledné uspořádání okolí pracoviště. Předmětem výroby je zde odpadová nádobka na toner, jenž je využívána ve větších tiskárnách používaných v kancelářích. Předpokládané úspory jsou v podobě ušetření jednoho pracovníka z obsluhy výrobní linky, pokud by náklady na něj činili 500 tis. Kč ročně. Dále je to ušopený prostor, který bude ovšem využit na materiál potřebný pro zásobování. Předpokládané náklady jsou 6 000 Kč na mzdy pracovníků, kteří se budou podílet na realizaci návrhů a také investice 90 tisíc Kč na sestavení vyhazovače olepených výrobků ze stroje. Jak je již zřetelné z cíle projektu, tak nejpodstatnější metrikou je produktivita. Poté je to využití disponibilního času na jednotlivých pracovištích a již také zmíněný prostor pro palety s materiálem. Mezi nejpoužívanější metody v tomto projektu bezesporu patří přímé a nepřímé měření práce, kdy se konkrétně jedná o chronometráž a MOST. Je nutné zmínit i metodu DBR, osm druhů plýtvání, náměry ztrátových časů a v neposlední řadě také workshop, který byl použit zejména pro výběr vhodných návrhů, případně pro diskusi okolo jejich realizace.

Tabulka 15 Project charter (vlastní zpracování)

Popis projektu	Racionalizace výrobní linky ve vybrané firmě		
Strategická oblast, které se projekt týká	Produktivita výrobní linky, uspořádání pracovišť, zefektivnění linky, plnění norem		
Cíl projektu	Zvýšení parciální produktivity výrobní linky o 18 %		
Dílčí cíle	Zlepšit uspořádání výrobní linky a zvýšit její efektivitu		
Členové týmu	vedoucí montáží, vedoucí PI, mistři, student		
Časový plán	Začátek:	25. 10. 2020	Konec: 30. 6. 2021
Co není předmětem projektu	Interní logistika na montážích		
Proces	Výroba odpadních tonerů		
Dosažené úspory	Snížení počtu pracovníků o 1 => 500 000 Kč/ročně Snížení potřebného prostoru pro výrobní linku		
Předpokládané náklady a investice	Automatický vyhazovač – 90 000 Kč Mzdy pracovníků - 6 000 Kč		
Hlavní a kontrolní metriky	Produktivita výrobní linky, využití disponibilního času, prostor pro palety s materiálem/hotovu výrobou		
Nástroje a metody	Chronometráž, MOST, Plýtvání, Náměry ztrátových časů, DBR (Drum, buffer, rope), Workshop		
Vlastník projektu	Vedoucí montáží		

10.2 Harmonogram projektu

Harmonogram projektu slouží pro správné načasování jednotlivých činností tak, aby byly včas splněny, a především postupovaly v logické posloupnosti za sebou. Časový plán pro tento projekt byl rozvrhnutý do jednotlivých týdnů v roce a rozdělený do čtyř hlavních fází. Konkrétně se jedná o přípravnou, analytickou, aplikační a závěrečnou fázi. Jednotlivé rozčlenění lze vidět v harmonogramu projektu, který je umístěn v příloze (Příloha P V).

10.3 Logický rámec projektu

Na začátku projektu je důležité vypracovat logický rámec sloužící k detailnějšímu popisu daných cílů, ověřování informací ze zdrojů, přehledu aktivit, hrozeb a prostředků potřebných ke zpracování analýz a návrhů. Logický rámec je vzhledem ke své velikosti umístěn v příloze (Příloha P VI). V jednotlivých etapách projektu jsou využívány informace právě z logického rámce, kdy se konkrétně jedná o přípravnou, analytickou, aplikační a závěrečnou fázi.

10.4 RIPRAN analýza

Riziková analýza je velmi důležitou částí při tvorbě projektu. Slouží pro definování rizik, které by mohly ohrozit splnění hlavního cíle, proto se musí nejen stanovit, ale i určit pravděpodobnost výskytu, dopadu a hodnotu rizika. Na základě těchto faktorů se následně vytvářejí jednotlivá opatření potřebná k eliminaci či snížení dopadu rizik. Pro tento projekt byla definována tato rizika:

- Chybně zpracovaná analýza.
- Nespolupráce ze strany firmy.
- Neochota pracovníků spolupracovat.
- Nepřijetí navrhovaných řešení.
- Nedodržení časového harmonogramu.
- Ztráta dat.
- Ukončení činnosti firmy.

Jednotlivé hrozby byly hodnoceny na základě kritérií, které jsou v následujících tabulkách (Tabulka 16).

Tabulka 16 Hodnotící kritéria RIPRAN analýzy (vlastní zpracování)

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

Hodnota rizika		Reakce
Nízká	NHR	Přijmutí rizika
Střední	SHR	Vytvoření rizikového plánu
Vysoká	VHR	Vyhnutí se riziku

Dopad na projekt	
Malý	MD
Střední	SD
Velký	VD

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

Zpracovaná RIPRAN analýza se nachází v příloze (Příloha P VII). Bylo definováno sedm hrozeb. Největší pravděpodobnost výskytu má neochota pracovníků spolupracovat, a naopak to nejméně pravděpodobné riziko je krach vybrané firmy. Kromě dvou hrozeb mají všechny dva možné scénáře, což znamená 12 výsledných hodnocení. Přičemž čtyři z nich mají nízkou hodnotu rizika, tudíž budou přijaty, s výskytem se bude počítat a není nutné vytvářet žádná opatření. U sedmi scénářů byla stanovená hodnota rizika na střední úroveň. Z toho plyne, že se musí vytvořit opatření pro tyto hrozby, které se při výskytu použije na odstranění. Jen u nepřijetí navrhovaných opatření vyšla úroveň rizika jako velmi vysoká, což znamená sestavení takového opatření, díky kterému se dané hrozbě projekt zcela vyhne.

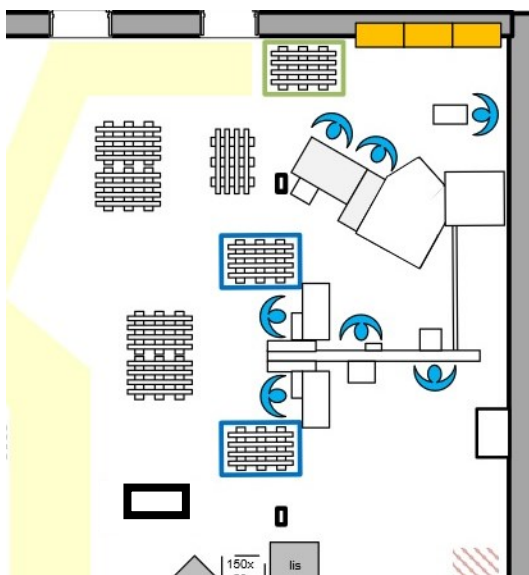
11 NAVRHOVANÁ ŘEŠENÍ

V následující kapitole budou představeny návrhy na řešení problémů, které byly zjištěny při analýze výrobní linky. Všechny níže zmíněné návrhy byly firmou přijaty a budou v blízké době postupně realizovány.

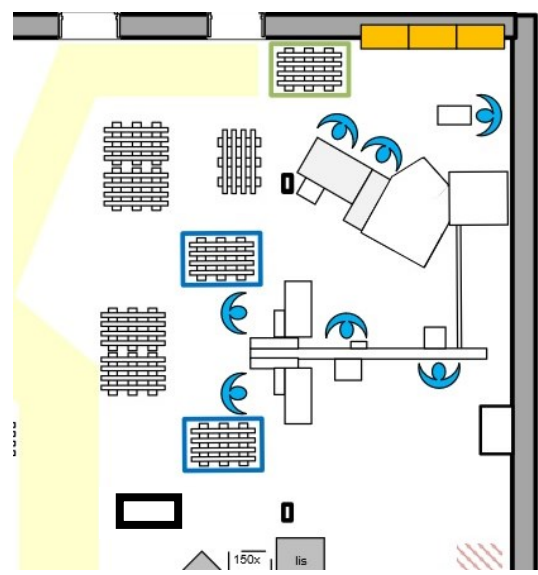
11.1 Změna layoutu výrobní linky

Změna layoutu výrobní linky vyplývá z hlavních nedostatků popsanych v analytické části. Po jejich představení vedení a následné diskusi bylo rozhodnuto vytvořit návrhy na nové uspořádání linky a jejího okolí. Vzhledem k tomu, že je linka sestavena z trubkového systému, tak její přestavba není nijak náročná a zvládnou ji bez problémů dva lidé. Avšak ještě před začátkem navrhování bylo ze strany firmy definováno několik podmínek, mezi které patří nezasahovat do technologie stroje (zaměnit vstup a výstup) nebo vytvořit dostatek místa pro materiál. Na základě všech dat týkající se layoutu byly vytvořeny čtyři návrhy (viz. Obrázek 45, 46, 47 a 48).

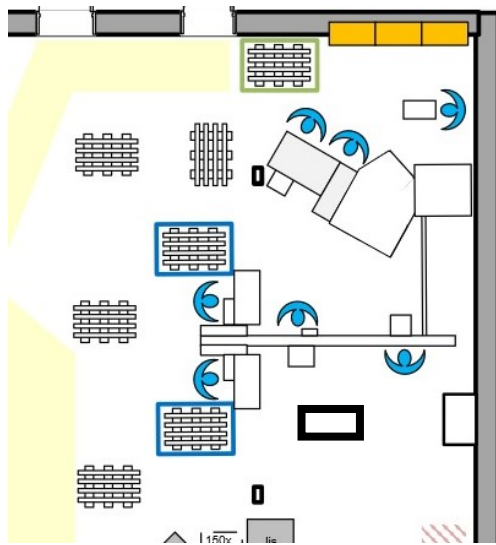
První tři (viz. Obrázek 45, 46 a 48) se liší pouze délkou pracovního pásu mezi pracovišti 1 až 3, kdy rozdíl mezi jednotlivými návrhy jsou 50 cm, což je jedna kazeta (45 cm) plus prostor do rezervy na manipulaci. Čtvrtý layout (viz. Obrázek 47) má stejnou délku jako návrh dvě, avšak první pracoviště bylo otočeno o 90 stupňů po směru hodinových ručiček, a to proto, aby měla operátorka jednodušší a kratší cestu k posledním pracovištím.



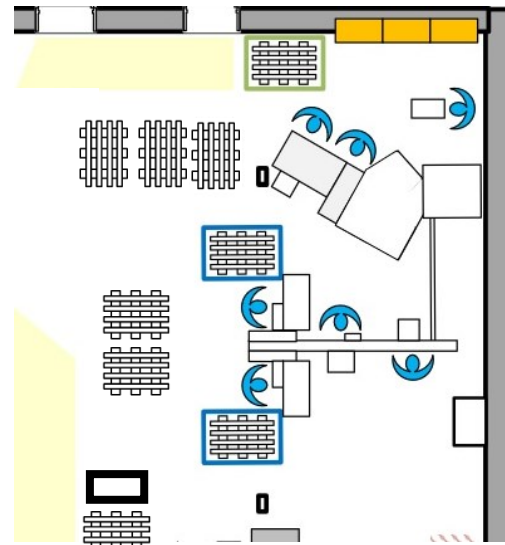
Obrázek 46 Návrh layoutu č. 1 (vlastní zpracování)



Obrázek 45 Návrh layoutu č. 2 (vlastní zpracování)



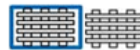
Obrázek 48 Návrh layoutu č. 3
(vlastní zpracování)



Obrázek 47 Návrh layoutu č. 4
(vlastní zpracování)

Legenda:

Paleta s materiálem



Regál na materiál



Paleta s hotovými výrobky



Pracoviště



Skříňky na osobní věci



Cesta



Návrhy byly vytvořeny kvůli několika nedostatkům. Nyní budou tyto problémy a důvody stručně popsány a s nimi i následné řešení. Prvním krokem bylo zrušení pracoviště ručního olepování, respektive změna jeho úlohy, která nepočítá s jeho využíváním v normální provozu, ale bude sloužit jen jako záloha v případě delší poruchy lepičky nebo robota zakládající do ní kusy. Po brainstormingu s průmyslovým inženýrem, vedoucím výroby a mistrem bylo rozhodnuto, že z ručního olepování se stane mobilní pracoviště. To znamená, že nebude mít pevné spojení s linkou, ale bude na kolečkách a v případě potřeby se připojí zpět. Místo kde se nachází je vyznačeno červenou barvou v layoutu (viz. Obrázek 49). Ihned je zřetelné, že po odstranění této části linky vznikne velký prostor, který by nebyl za standardních podmínek efektivně využit.

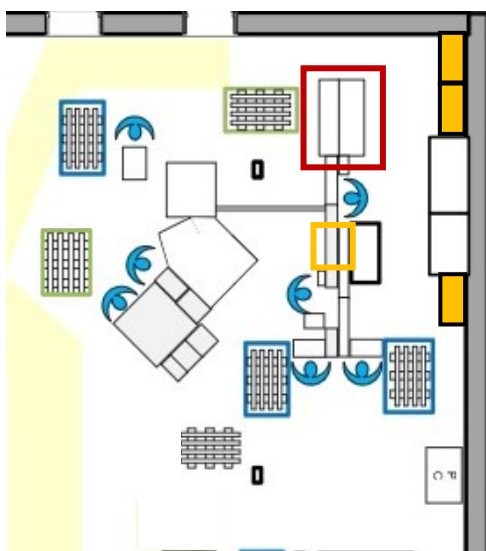
Druhý problém představuje sloup za prvním pracovištěm, který značně ztěžuje navážení palet s odpadními nádobkami na toner. Operátorky musí čekat, než proběhne jejich výměna, kterou zbytečně prodlužuje již zmíněná překážka, která způsobuje zmenšení manipulačního prostoru nebo si je musí v nepřítomnosti manipulanta vyměnit sami, což nezkušenému člověku trvá déle a prodlužuje se tak doba navezení materiálu. Navíc nezbyvá moc místa pro další palety do zásoby. Na základě těchto podnětů bylo navrženo výrobní linku otočit o 90 stupňů, čímž se nejen zjednoduší navezení palet s materiálem, ale i zkrátí vzdálenost

manipulace. Po představení grafického návrhu a změření reálných rozměrů bylo vedením rozhodnuto učinit tento krok.

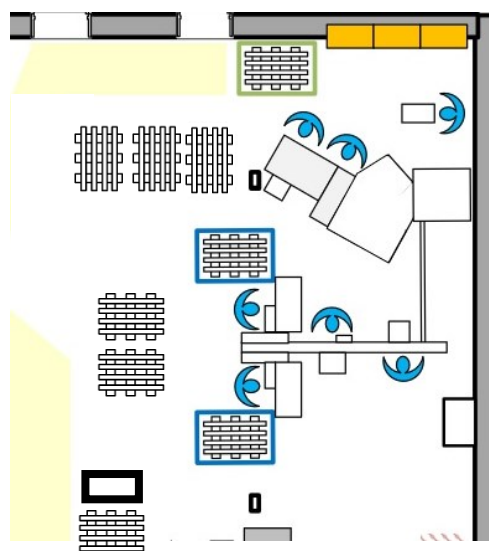
Další změnou je zkrácení linky o jedno pracoviště, které se již nevyužívá (viz. Obrázek 49, vyznačeno oranžovou barvou). Jeho odebráním získáme nejen volný prostor, který činí jeden metr na délku linky, ale sníží se i zásoba rozpracované výroby, a hlavně se zvětší místo na manipulaci s paletami před prvním pracovištěm. Díky této změně se vytvoří prostor pro zásobu palet s odpadními nádobkami na toner.

Poslední krok ke změně rozestavení je regál na materiál umístěný u zdi (viz. Obrázek 49). Manipulant zajišťující naskladnění musí obcházet linku, a současně nosí bedny v rukách, což není efektivní a ani ergonomické. Proto se opět provedla schůzka s již jmenovanými pracovníky a bylo diskutováno jeho umístění. Na základě již navrhnutých změn se dospělo k výsledku dát ho k cestě a tím se naskytl možnost linku přirazit ke zdi montážní haly, čímž se ještě zvětšil prostor mezi linkou a cestou, kam nyní mohou být umístěny palety s další zásobou.

Na představení zjištěných nedostatků a jejich řešení byl uskutečněn workshop, na kterém byly všechny zainteresované strany. Jendnalo se konkrétně o zástupce z oddělení průmyslového inženýrství, vedoucího výroby a dvou mistrů. Výsledkem workshopu byl výběr návrhu číslo jedna.






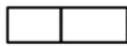


Obrázek 49 Layout výrobní linky před změnou (vlastní zpracování)



Obrázek 50 Layout výrobní linky po změně (vlastní zpracování)

Legenda:

Paleta s materiálem 
 Paleta s hotovými výrobky 
 Skříňky na osobní věci 

Regál na materiál 
 Pracoviště 
 Cesta 

Všechny dílčí změny vedoucí ke změně layoutu výrobní linky byly ze strany vedení schváleny. Pro rekapitulaci všech popsanych úprav se jedná o zkrácení linky o jeden metr (jedno pracoviště), dále se odstranilo ruční lepení, regály se od stěny přesunuly k cestě, celá výrobní linka se otočila o 90 stupňů po směru hodinových ručiček a dala se ke zdi. Všechny tyto změny jsou znázorněny v layoutu výrobní linky po změně (viz. Obrázek 50).

11.2 Sloučení pracovišť montáže oranžové rukojeti, balení krabice s hotovým výrobkem a skládání krabic

Návrh na úpravu těchto tří pracovišť vychází ze dvou podstatných faktů. První z nich je cíl diplomové práce, kterým je zvýšení parciální produktivity o 18 %, což znamená, že při ušetření jedné pracovnice dojde již o 16 % navýšení parciální produktivity. Samozřejmě s tím přijde i snížení nákladů. Druhý argument vyplývá z výsledků analýzy, kdy se konkrétně jedná o pracoviště skládání krabic. Zde bylo zjištěno, že z disponibilního času směny je využíváno pouze 298 minut. Zbylých 142 minut je prakticky nevyužito, avšak některé operátorky na této pozici jsou si toho vědomi, a proto provádí danou činnost pomaleji. To má za následek promarnění oněch 32 % z dostupného času, které by šlo využít mnohem efektivněji

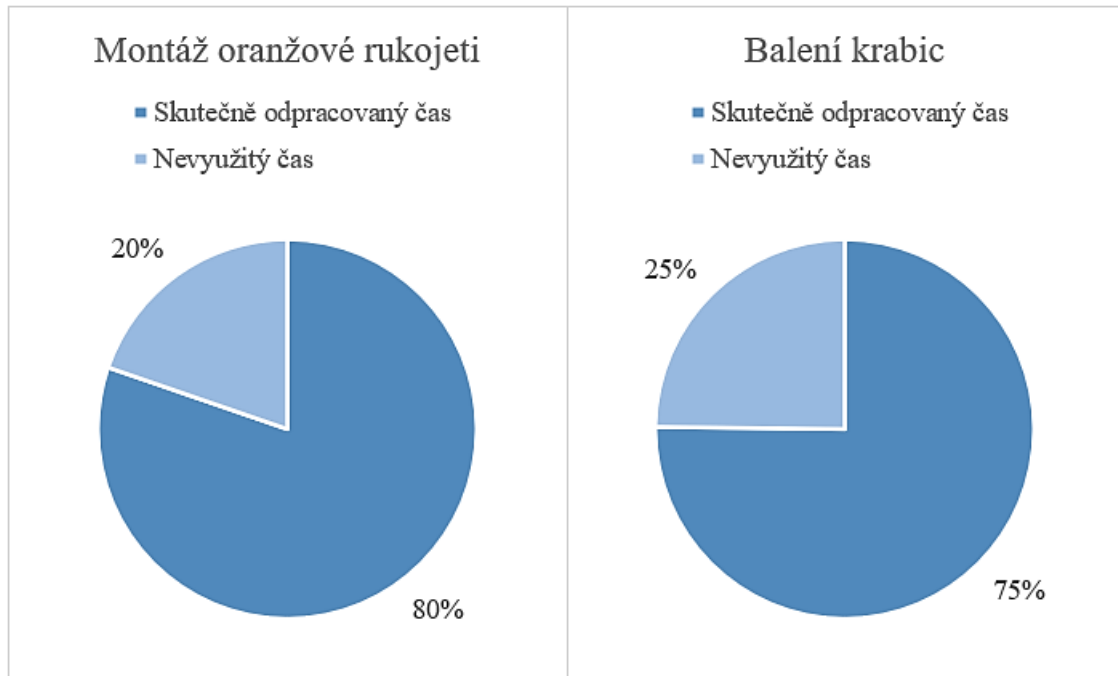
Jak je zmíněno v názvu této kapitoly bude se jednat i o úpravu pracovišť montáž oranžové rukojeti a balení krabice s hotovým výrobkem. Z přehledu přímých náměrů a MOST v kapitole 9.3.10 v tabulce 9 a z grafu (viz. Obrázek 40) vyplývá, že tyto dvě zmíněné pracoviště mají kratší operační čas než úzké místo v procesu, tudíž disponují také nevyužitým časem (viz. Tabulka 17).

Tabulka 17 Přehled využití disponibilního času na pracovišti 8 a 9 (vlastní zpracování)

Pracoviště	Montáž oranžové rukojeti	Balení krabic
Norma za směnu	2 360 ks	2 360 ks
Čas na jeden kus	8,53 s	7,99 s
Skutečně odpracovaný čas	20 131 s	18 857 s
Disponibilní čas	25 080 s	25 080 s
Nevyužitý čas	4 949 s	6 223 s

Disponibilní čas na těchto pracovištích odpovídá 418 minutám, kdy do chybějících 62 minut spadá 30 minut pauzy, 5 minut na konci směny se věnuje úklidu, 5 minut trvá dohromady všech sedm výměn pracovních míst, které se provádí každou hodinu a 22 minut je součet 17

výměn pásky, které trvají v průměru 78 sekund. Na základě dat vyplývající z tabulky a grafů (viz. Tabulka 17, Obrázek 51) bylo dospěno k závěru, že pracoviště nevyužívají disponibilní čas příliš efektivně. V potaz je potřeba brát fakt, že pracují rychleji než úzké místo, kterému



Obrázek 51 Graf využití disponibilního času na pracovišti 8 a 9 (vlastní zpracování)

trvá jeden cyklus 9,76 sekund.

Vzhledem k faktu, že skládání krabic má nevyužitý čas 103 minut, montáž oranžové rukojeti 82 minut a balení krabice s hotovým výrobkem 126 minut, navíc všechny mají kratší dobu operace než úzké místo. Na základě těchto dat bylo navrženo vedení sloučit všechny více jmenované pracoviště do jednoho a ty následně duplikovat. To znamená, že aktuálně poslední dvě pracoviště by dělali všechny tři operace. Umístění by bylo za olepovacím strojem, kde se nyní nachází montáž oranžové rukojeti a balení krabic s hotovým výrobkem. To znamená, že reálně zanikne jedna pracovní pozice. Jednalo by se o odstranění pracoviště skládání krabic, které je umístěno mimo linku. Tímto krokem se zruší přenášení krabic mezi pracovišti a zároveň se sníží počet pohybů nepřidávající hodnotu, která nyní vznikají při opakovaných transpotech krabic a předávání. Dále by se snížil počet pracovníků nutných k obsluze celé linky a tím snížení nákladů na výrobu. Také by se zvýšila ona parciální produktivita o již zmíněných 16 %.

Aktuální vzhled pracoviště je na obrázku 52. Na sloučeném pracovišti nebudou poskládané krabice, protože se budou skládat v průběhu operace, takže zde bude volné místo. V zelené krabici jsou oranžové rukojeti, pro které se musí vytvořit nakloněný regál i na druhé straně (vyznačeno oranžovou barvou). Dále se posune bílá krabice se sáčky doprostřed, tak aby na ni dosáhly obě operátorky a zároveň měly prostor na odkládání hotových výrobků. Poslední změnou jsou přípravky, kdy jeden se posune na kraj a druhý se nově nainstaluje (vyznačeno oranžovou barvou). Finální vzhled pracoviště se může změnit, protože je navázán na automatizované odebírání kazet z lepičky. Tudíž se bude upravovat, tak aby sedělo na tento mechanismus, avšak bude se jednat pouze o umístění krabic rukojeťmi a sáčky. Pracovní pozice s přípravky zůstanou tak, jak jsou v návrhu.



Obrázek 52 Sloučené pracoviště (vlastní zpracování)

Pro identifikování časové náročnosti takového pracoviště byla zvolena metoda MOST (viz. Obrázek 53), na kterém lze vidět seznam všech úkonů a také pracovní postup. Výsledný čas na jednu operaci vyšel 19,42 sekund, což při duplikaci pracovišť vychází na 9,71 sekund na kus. Pro srovnání má úzké místo bez započítání výměny pásky takt 9,76 sekund a takt linky je nyní stanoven na 11,18 sekund/kus. To znamená, že nově vytvořená pracoviště mají téměř totožný čas operace jako úzké místo, ale je stále rychlejší skoro o jednu a půl sekundy. Tudíž i při menší rychlosti, než bylo definováno metodou předem stanovených časů lze dosáhnout stanovené normy 2360 kusů. Společnost má v plánu navyšovat normu na 2400 kusů za směnu, a to by znamenalo zrychlení taktu linky na 11 sekund, ovšem i toto zvýšení by nemělo mít teoreticky vliv sloučení pracovišť.

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat	ABP - Položit			A - Návrat		
	OP - obecné přemístění	OP		MXI - Přemístění/Spustit						
	ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP			Nástroj	ABP - Položit stranou				
	N - Použití nástroje	N								
	J - Jeřáb	J	ATK - Získat	FVL - Položit		VPT - Položit stranou				
1	Získání kartonu a složení	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	M 0 X 1 I 0 1 1 1 1			A 0 1	1	30	
2	Vložení kartonu do přípravku	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1			A 0 1	1	40	
3	Získání izolepy a zalepení dna krabice	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	M 0 X 3 I 0 1 1 1 1			A 0 1	1	50	
4	Odložení izolepy	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1			A 0 1	1	20	
6	Otočení krabice	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	M 0 X 3 I 0 1 1 1 1			A 0 1	1	50	
6	Získání tonerové nádoby a kontrola	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	M 0 X 3 I 0 1 1 1 1			A 0 1	1	50	
7	Získání oranžové rukojeti a nadvaknutí na tonerovou nádobu	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1			A 0 1	1	60	
8	Vložení tonerové nádoby do krabice	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1			A 0 1	1	40	
9	Vložení sáčku s gumičkou do krabice	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1			A 0 1	1	60	
10	Uzavření krabice	ŘP	A 0 B 0 G 1 1 1 1 1	M 0 X 1 I 0 1 1 1 1			A 0 1	1	20	
11	Získání lepicí pásky a zalepení krabice	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	M 0 X 3 I 0 1 1 1 1			A 0 1	1	50	
12	Odložení lepicí pásky	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1			A 0 1	1	20	
13	Odložení krabice na stůl	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1			A 1 1	1	50	
Celková spotřeba času:				0,32		19,42		540		
				minut		sekund		TMU		

Obrázek 53 MOST sloučených pracovišť (vlastní zpracování)

Nepočítá se však s tím, že by pracovnice skládaly krabice s výrobkem na paletu. Je tomu tak z důvodu velké časové vytíženosti. Tento úkon je v plánu svěřit jedné z operátorek umístěných na prvním pracovišti. K tomuto kroku bylo dospěno ze stejného důvodu, jako u slučovaných pracovišť a tím je nedostatečné využití disponibilního času této pracovnice.

Tabulka 18 Vytíženost operátorek na prvním pracovišti (vlastní zpracování)

Operátorka	1	2
Norma za směnu	2 360 ks	
Čas na jeden kus	15,76 s	15,76 s
Počet kusů za směnu	1675 ks	685 ks
Skutečně odpracovaný čas	26 400 s	10 796 s
Disponibilní čas	26 400 s	26 400 s
Nevyužitý čas	0 s	15 604 s
Skládání krabic na paletu		
Počet opakování	262 x/směnu	
Čas na jednotku	12,6 s	
Celkový čas	3 302 s	

V tabulce (viz. Tabulka 18) je znázorněno, kolik zvládne první operátorka udělat kusů, pokud pracuje na 100 %. Ve druhém sloupci jsou data operátorky, která musí dodělat zbylý počet kusů do normy, a to odpovídá oněm 685 ks. Výkon za směnu byl rozdělen tak, aby ukázal, kolik teoreticky musí druhá operátorka zkompletovat kusů. Samozřejmě, že v praxi by byl počet kusů rozdělen rovnoměrněji. Na první pohled je tedy zřejmé, že druhá pracovnice není plně vytížena. Z dat jasně vyplývá, že 59 % pracovní doby nemusí provádět žádnou činnost. I kdyby první operátorka udělala například o 100 ks méně, tak nevyužitý čas druhé operátorky je zhruba 53 %, což i tak je dlouhá doba po kterou nemusí teoreticky pracovat. Výsledky byly prezentovány mistrům, vedoucímu výroby a oddělení průmyslového inženýrství, kdy po následné diskusi bylo rozhodnuto o přidání povinností málo vytížené operátorce. Ty budou spočívat ve skládání hotových výrobků v krabicích na paletu. Celkem za směnu bude muset jít minimálně 262krát, protože na patro palety se vleze 27 kusů poskládaných ve dvou stejných řadách po osmi a v jedné po jedenácti. Pro naskládání jednoho patra může jít operátorka vždy po jednotlivých řadách, což znamená, že půjde 2x po osmi kusech a jednou po 11, a to odpovídá 262 opakování za směnu nebo lze chodit v delších intervalech např. po celých patrech, kdy jedno provedení bude trvat sice déle, ale na celkovou dobu strávenou tímto úkonem to nebude mít zásadní vliv. Jedno vykonání trvá průměrně 12,6 sekund při 262 opakování za směnu je to 3 302 sekund neboli 55 minut, i přesto teoreticky zbude zhruba 200 minut nevyužitého času. Ovšem je potřeba tyto změny nejdříve otestovat v praxi a následně se uvidí, jak moc časově náročná tato činnost bude.

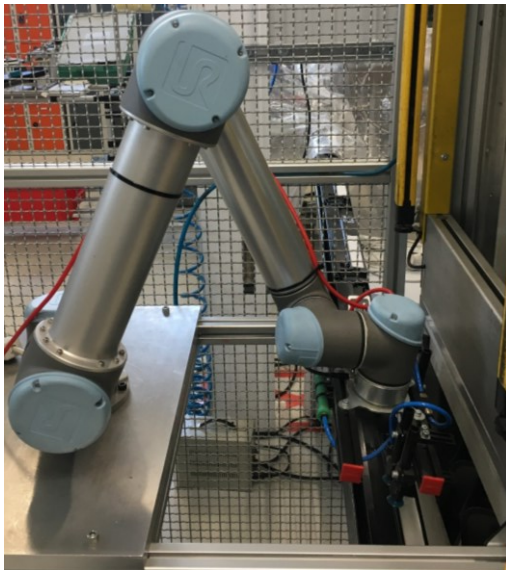
11.3 Automatizace odebrání kusů ze stroje

Poslední navrhované řešení se týká stroje na olepování pásky. Je to z důvodu zjištěných nedostatků při provádění analýzy výrobní linky na základě, kterých bylo zjištěno, že se jedná o úzké místo v procesu. Proto je nutné, aby bylo vytíženo na 100 %. Z teoretického hlediska by tomu mělo tak být i bez jakékoliv využití automatizace, avšak opak je pravdou. Dříve bylo zakládání kusů do lepičky také ruční, ale následně se vyměnil člověk za robotickou ruku, což mělo za následek ustálení operační doby stroje. Podobným směrem je právě potřeba jít i na výstupu, čímž se eliminuje lidský faktor v odebrání kusů ze lepičky. Z těchto důvodů byly firmě navrženy dvě alternativy, kterými je možné daný problém vyřešit.

Ta první se týká možného využití stávající robotické ruky. Ve stroji jsou tři pozice, na které se ve směru hodinových ručiček otáčí přípravy, v nichž jsou umístěny odpadové nádoby

na toner. Nejprve je kus založen robotem do přípravku, kde se provede kontrola správného nalepení filtru. Následuje otočení a tím se dostane na pozici dva. Zde provede přístroj olepení celé kazety. Poté se posune na třetí pozici, na které operátorka ručně odebere olepený kus. Prázdný přípravek následně doputuje zpět na začátek.

Úprava by spočívala ve zrušení ručního odebírání na třetí pozici a stala by se z ní mezi zásoba ve stroji. Ponechání tohoto místa je důležité, protože se díky tomu nemusí zasahovat do technologie lepičky, a navíc zůstane zachovaný prostor pro výměnu lepicí pásky. Následné řešení spočívá v odebírání kusů na stejném místě, jako je jeho zakládání, kdy by se k tomuto účelu využilo robotické rameno. Bohužel stávající robot, který je navíc kolaborativní nemá dostatečnou rychlost na vykonávání této práce, což znamená, že by hrozilo prodloužení doby cyklu lepičky, a ještě k tomu v poslední době přibývají menší poruchy v podobě zasekávání. Z těchto důvodů by firma musela investovat peníze do koupi nového robotického ramene. Pro představu stávající robot od firmy Universal ur5 má úhlovou rychlost 180°/sekundu a nový od společnosti Fanuc model LR Mate 200 iD/4s dosahuje v osách s nejnižší úhlovou rychlostí 460 stupňů za sekundu, což je skoro 2,5 krát rychleji. Z těchto dat je zřejmé, že nové robotické rameno by zvládalo danou práci.



*Obrázek 55 Aktuálně používaný robot
(vlastní zpracování)*



*Obrázek 54 Nový robot
(Fanuc, 2021)*

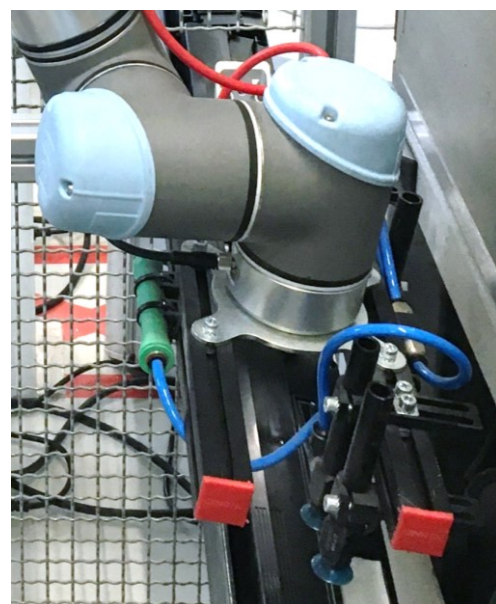
Druhá varianta by naopak počítala se zachováním stávajícího místa na odebírání kusů. Ovšem místo robotické ruky, která má vysokou pořizovací cenu a pomalu se blížícímu konci životního cyklu výrobku, je spíše cesta v podobě vytvoření automatizovaného odebírání kusů ze stroje, kdy takový mechanismus je schopna si firma interně zkonstruovat. Díky tomu se může pořizovací cena takového zařízení mnohonásobně snížit.

Při takovém řešení nastává jeden problém, a tím je výměna pásky u stroje, která probíhá v místě odebírání hotových kusů. Olepovací zařízení vyjede ze zadní části stroje k výstupu, a proto musí být tento prostor jednoduše přístupný pro operátora, aby mohl bez problémů pásku vyměnit. Z toho důvodu není možné automatizované zařízení umístit přímo ve výstupu, ale musí být mimo něj.

Zařízení odebírající kusy bude muset být připevněné z boku stroje nebo na jednom ze sloupků u výstupu. Skládat by se mělo ze dvou hlavních částí. Tou první je rameno, které bude uchycené v již zmíněném sloupku k boku stroje nebo se vytvoří konstrukce, jenž se připevní ke stroji nebo bude volně stát. Pohyb ramene bude vodorovný po kružnici v rozpětí 120–150 stupňů, zde bude záležet na umístění zařízení a kolečkového dopravníku na odkládání kusů. Druhá část bude sloužit k uchopení hotového výrobku. V podstatě bude vypadat jako je tomu u robotické ruky zakládající kusy do stroje (viz Obrázek 56). Dále by tato část měla být svisle pohyblivá, aby při najetí ramene nad kus úchop nepřekážel a mohl následně sjet níže a odebrat kus z pozice. Následně by rameno přesunulo odebraný výrobek na válečkový dopravník, jenž povede ke sloučenému pracovišti. Zde jsou dvě varianty, kdy první spočívá v umístění dopravníku podél stolu, což znamená, že kus přijede přímo pod ruky operátorovi a buď to ho zachytí první nebo druhý pracovník. Druhá možnost je otočení pracoviště čelem ke stroji a válečkový dopravník navést doprostřed stolu, kde by oba operátoři na něj jednoduše dosáhli.



Obrázek 57 Odebírací pozice
(vlastní zpracování)



Obrázek 56 Ukázka úchopu na robotovi
(vlastní zpracování)

12 ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ŘEŠENÍ

V následující kapitole jsou zhodnocena navrhovaná řešení, a to z finančního hlediska, vlivu na produktivitu či snížení nákladů na provoz a prostor.

12.1 Změna layoutu výrobní linky

V návrhu na změnu layoutu výrobní linky byly popsány důvody, které vedly ke změně rozestavení samotné linky a jejího okolí. Mezi hlavní přínosy patří snížení rozpracované výroby díky odebrání nevyužitého pracoviště o délce jednoho metru a s otočením linky vzniklo dostatek prostoru pro všechny materiály umístěné na paletě. Před touto změnou bylo možné v blízkosti linky umístit pouze dvě palety, kdy jedna z nich obsahovala vstupní materiál a druhá nesložené kartony pro krabice na hotový výrobek. Vzhledem k tomu, že tato změna byla již realizována, tak již nyní se všechen potřebný materiál uložený na paletách plus prázdná paleta do zásoby pro finální výrobu nacházejí v prostorách výrobní linky. Konkrétně se jedná o dvě palety tonerových kazet a po jedné paletě s kartonem pro krabice na finální výrobky, pružinami, oranžovými rukojeťmi a prázdnou paletou do zásoby pro hotovou výrobu. Dále se přesunul regál ode zdi k cestě, který byl navíc nahrazen menším regálem, tudíž došlo k další úspoře prostoru, času při naskladňování a zlepšení kontroly stavu zásob.

Úspora prostoru změnou layoutu se dá vyčíslit v podobě palet, které se nyní vlezou do prostoru výrobní linky. V úvahu se berou pouze palety v zásobě. Dále pak odstraněním nepoužívaného pracoviště a v poslední řadě nahrazení starého velkého regálu novým a menším.

Tabulka 19 Přehled úspor v prostoru (vlastní zpracování)

Položka	Starý layout (cm)	Nový layout (cm)	Rozdíl v prostoru (m²)
Linka	550x100	450x100	- 1
Regál	270x80	90x60	- 1,62
Palety	2x (80x120)	6x (80x120)	+ 3,84

Z tabulky (viz. Tabulka 19) vyplývá, že odstraněním nepoužívaného pracoviště a zmenšením regálu se dokázalo uspořit 2,62 m² prostoru. Počet palet byl naopak zvýšen, tudíž zabírá i více místa. Z původně obsazených 1,92 m² nyní zabírají palety 5,76 m², což je navýšení o 3,84 m². Porovnáme-li úsporu prostoru versus nové obsazení dostaneme se na 1,22 m², které

by měli teoreticky chybět. Avšak díky otočení linky o 90 stupňů po směru hodinových ručiček a přiřazením ke zdi vznikl další prostor před linkou, který byl dříve nevyužitý. V konečném důsledku lze tedy říct, že díky změně layoutu byly uspořeny zhruba 4 m² prostoru.

Náklady vynaložené na provedení tohoto návrhu jsou pouze v podobě mzdy dvou pracovníků. Vzhledem k tomu, že výrobní linka je sestavena z trubkového systému, tak při jejím zkracování došlo pouze k vyjmutí onoho pracoviště. Následný přesun je velmi jednoduchý, protože je linka lehká a není nijak připevněná k podlaze. Na přestavbu byli nutní dva zaměstnanci, konkrétně se jednalo o technology, kdy celá tato operace trvala pouze jednu směnu. Podle průměrné mzdy této pozice v plastikářském průmyslu, která se ve Zlínském kraji pohybuje okolo 140 Kč/hodinu jsou náklady na mzdu při dvou pracovnících zhruba 2300 Kč. Žádné další investice v podobě materiálu či technologií nebyly potřeba.

12.2 Sloučení pracovišť montáže oranžové rukojeti, balení krabice s hotovým výrobkem a skládání krabic

K návrhu na sloučení pracovišť bylo dospěno z důvodu nevyužití disponibilního času na maximum. Aktuálně jde o tři samostatné pracoviště, u kterých se nevyužitý čas pohybuje od 20 % až po 32 % z dostupného času, jenž je 440 minut. Právě proto bylo navrženo sloučit tyto pracoviště do jednoho a zdvojit je. Nejen že se dosáhne efektivnějšího časového využití, ale odstraní se zbytečné přenášení poskládaných prázdných krabic pro finální výrobek a sníží se počet pracovníků potřebných k obsluze linky ze stávajících sedmi na šest.

Když se vezme v úvahu čas na provedení dané operace stanovený metodou MOST a plánované navýšení normy z 2360 ks na 2400 ks za směnu, tak využití disponibilního času bude následující.

Tabulka 20 Využití disponibilního času u sloučených pracovišť (vlastní zpracování)

Sloučené pracoviště	1	2
Norma za směnu	1 200 ks	1 200 ks
Čas na jeden kus	19,42 s	19,42 s
Skutečně odpracovaný čas	23 304 s	23 304 s
Disponibilní čas	25 080 s	25 080 s
Nevyužitý čas	1 776 s	1 776 s

V tabulce (viz. Tabulka 20) je přehled využití disponibilního času sloučených pracovišť. Disponibilní čas na těchto pracovištích odpovídá 418 minutám, kdy do chybějících 62 minut spadá 30 minut pauzy, 5 minut na konci směny se věnuje úklidu, 5 minut trvá dohromady všech sedm výměn pracovních míst prováděných každou hodinu a 22 minut je součet 17 výměn pásky, které trvají v průměru 78 sekund. Norma za směnu byla rozdělena rovnoměrně, i když v praxi to může vypadat jinak, protože by měla být hlavně vytižena první operátorka v pořadí. Avšak při teoretickém výpočtu lze vidět, že by oběma pracovnícím mělo zůstat zhruba 7 % nevyužitého času, jenž mohou pohltit různé výkyvy mezi které mohou spadat např. porucha stroje, nutnost odchodu na toaletu či výměna pásky pro lepení krabic. Avšak i přesto by se mohlo v praxi otestovat, zdali v oněch 30 nevyužitých minutách nelze stíhat i skládání zabalených krabic na paletu, ale pro tuto činnost je v plánu využít operátorku z prvního pracoviště, která i díky zkrácení linky má mnohem blíže k paletě s hotovou výrobou. Z těchto dat lze tedy vyčíst, že návrh na sloučení pracovišť by měl využívat disponibilní čas mnohem efektivněji nežli tři samostatná pracoviště.

Náklady nutné k vytvoření sloučeného pracoviště budou spočívat pouze ve mzdách vyložených při přestavbě. Je tomu tak, protože aktuální pracoviště je vytvořeno z trubkového systému ostatně jako celá linka, tudíž bude potřeba pouze dvou technologů, kterým by tato změna měla trvat zhruba jednu směnu. Materiál nutný k práci se nachází na skladě nebo ho lze využít ze stávajícího pracoviště. Průměrná mzda technologa v plastikářském průmyslu se aktuálně ve Zlínském kraji pohybuje okolo 140 Kč na hodinu. Z toho plyne, že mzdové náklady na přestavbu trvající jednu směnu budou zhruba 2 300 Kč, pokud ovšem proběhne na ranní směně jinak se částka může lišit příplatkem za odpolední či noční směnu.

Návrh na sloučené pracoviště byl vedením přijat, pakliže se uskuteční, tak firma může uspořit finanční náklady vynaložené na jednu pracovní pozici a dále získá 0,9 m² prostou díky zrušenému pracovišti skládání krabic. Konkrétně se jedná o místo operátora, které společnost stojí ročně okolo 500 tisíc Kč. Zde je nutné dodat, že tato změna jde ruku v ruce s automatizací odebírání kusů ze stroje, proto nelze říci, že investice budou pouze v podobě mzdy pracovníků provádějících přestavbu tohoto pracoviště. Na druhou stranu roční úspora půl milion korun je pro vedení velmi dobrý ukazatel. Co se týče operátora, který v uvozovkách přijde o místo, tak bude pouze přiřazen na jiné pracoviště. Ve vybrané firmě jsou operátoři schopni pracovat na většině pozicích u více různých výrobních linek. Tímto řešením společnost ve finále ušetří i finance vynaložené na zaučení nového zaměstnance.

12.3 Automatizace odebírání kusů ze stroje

V návrhu na automatizaci odebírání kusů byly popsány dvě varianty. Tou první je pořízení nového robota místo stávajícího, jenž bude zakládat i odebírat hotové kusy na jednom místě. Druhá varianta je vytvoření automatizovaného zařízení přímo ve firmě, které bude odebírat hotové kusy na stávajícím výstupu.

V návrhu byla porovnána úhlová rychlost obou robotů. Aktuálně používané robotické rameno dosahuje rychlosti 180 stupňů za sekundu, kdežto nejpomalejší úhlová rychlost nového robota je 460°/sekundu, což je 2,5krát rychlejší pohyb. Z těchto dat plyne, že by bylo možné tuto možnost aplikovat v praxi, ale je zde pár problémů. Prvním a nejdůležitějším je pořizovací cena, jenž se u Fanuc model LR Mate 200 iD/4s pohybuje kolem 1,2 milionu Kč. Takovou investici by vedení firmy neschválilo, protože požaduje, aby projekty měli návratnost maximálně do dvou let, ale při aplikování tohoto návrhu se ušetří pouze jeden pracovník, což odpovídá zhruba 500 tisíc Kč ročně. Z toho plyne návratnost investice v horizontu dvou a půl let, tudíž by byl projekt z finančních důvodů zamítnut. Dalším argumentem je životní cyklus výrobku, jenž se nachází na svém vrcholu, a proto investovat do robota je z tohoto pohledu trochu zbytečné, když není definováno jeho následné použití po skončení výroby této linky. Problém spočívá i v aktuální koronavirové situaci, kdy velké množství lidí z kanceláří pracuje systémem home office, a tak prodej odpadových nádob na toner klesl a s ním i poptávka od odběratele. Do budoucna Xerox předpokládá návrat poptávky na úroveň před pandemií, avšak s nárůstem nad ni již nepočítá.

Druhá varianta automatizaci odebírání kusů spočívá ve vytvoření takového zařízení přímo firmou samotnou. Jelikož disponuje oddělením, které programuje nejen stroje, ale i roboty používané ve výrobě, tak díky tomu investice do tohoto řešení budou oproti koupi robota rapidně nižší. Navržení a sestavení bude provedeno také interně, pouze některé komponenty bude nutné nakoupit. Bude se jednat pouze o materiál potřebný k sestavení automatizovaného zařízení na odebírání olepených výrobků ze stroje. K této variantě vedení přistoupilo z důvodu nižší investice, ale i protože je společnost schopna si velkou část práce udělat ve vlastní režii. V době zpracovávání diplomové práce nebyl ještě tento návrh realizován, proto nelze přesně určit kolik jsou skutečné celkové náklady na toto řešení. Odhad investované částky je 90 tis. Kč, což odpovídá zhruba dvou a půl měsícům v návratnosti investice. V porovnání s robotickou rukou je tedy výroba vyhazovače mnohem levnější a úspory plynoucí se zavedení mnohem vyšší.

Tabulka 21 Finanční zhodnocení automatizace (vlastní zpracování)

Návrh	Odhad investice	Úspory	Doba návratnosti
Robot	1 200 tis. Kč	500 tis. Kč/rok	30 měsíců
Automatizované zařízení	90 tis. Kč	500 tis. Kč/rok	2,5 měsíce

12.4 Parciální produktivita

Hlavním cílem diplomové práce je zvýšení parciální produktivity o 18 %. Aktuální norma na směnu je 2360 kusů, kdy obsluha linky čítá sedm operátorek. Z toho vyplývá, že výchozí stav parciální produktivity je 337 výrobků na pracovníci. Cílem je zvýšit parciální produktivitu o osmnáct procent, což odpovídá 398 kusům na operátorku.

Pro dosažení cíle bylo nejprve potřeba zjistit teoretickou výkonnost linky, která je při maximálním využití úzkého místa cca 2560 kusů za směnu. Díky tomuto ukazateli bylo možné uvažovat nad zvýšením normy. Avšak nastával problém v podobě neplnění stávající počtů kusů za směnu, kdy se průměrně vyrobené množství pohybovalo okolo 2200 výrobků. Na základě analyzovaných dat bylo nutné zjistit, kde nastávají prodlevy zapříčiňující nižší produktivitu. Ztrátové časy byly identifikovány zejména v pozdním odebrání kusů ze stroje a při rotaci pracovníků, kdy stroj stál a čekal na odebrání olepeného výrobku. Proto bylo navrženo automatizovat výstup stroje tak, aby nedocházelo k prodlevám a díky tomu nebude muset stroj čekat na odebrání pracovníkem. Dále bylo zjištěno nedostatečné využití disponibilního času u pracovišť skládání krabic, montáž oranžové rukojeti a balení hotových výrobků, proto bylo navrženo jejich sloučení a snížení počtu pracovníků o jednoho.

Za pomoci výsledků z analýz i návrhů je možné navýšit normu z původních 2360 na 2400 kusů za směnu a zároveň snížit počet operátorek nutných k obsluze výrobní linky ze sedmi na šest. Tyto kroky budou mít za následek zvýšení parciální produktivity z původních 337 na 400 výrobků/pracovníci, což odpovídá 18,6 %. V konečném důsledku lze tedy říci, že cíl diplomové práce byl splněn, pakliže budou návrhy aplikovány v praxi.

Tabulka 22 Parciální produktivita (vlastní zpracování)

Návrh	Norma za směnu	Počet operátorek	Parciální produktivita za směnu/operátora
Původní stav	2360 ks	7	337 ks
Stav po zavedení návrhů	2400 ks	6	400 ks

ZÁVĚR

Téma diplomové práce je racionalizace výrobní linky s cílem zvýšit parciální produktivitu o 18 %. Zpracovávána byla ve firmě zabývající se výrobou plastových produktů za pomoci vyfukování, vstřikování a tváření za tepla. Konkrétně šlo o linku sloužící k montáži odpadových nádob na toner. Práce je situována do dvou hlavních bloků.

V teoretické části je možné setkat se s problematikou štíhlé výroby, ve které byly zmíněny metody a techniky. Jedná se konkrétně o osm druhů plýtvání, standardizace, vizualizace, teorie omezení, tok jednoho kus, takt time a nízkonákladová automatizace. Low cost automation je ve firmě hojně využívána u skoro všech pracovišť sloužící k montáži různých výrobků. Pro analyzování a měření práce byla využita chronometráž i metoda MOST, jenž tvoří zástupce přímého a nepřímého měření. Teorie z oblasti produktivity spadají mezi nejdůležitější část, jelikož cílem práce je zvýšit parciální produktivitu. Z kapitoly uspořádání pracovišť byly nejdůležitější poznatky o výrobních buňkách, protože se jedná o velmi efektivní a štíhlé rozestavení pracoviště. Znalosti z látky normy spotřeby práce byly využity při stanovení disponibilního času i jeho účinného využití. Poslední kapitoly se zabývají aktuální či budoucí situací v průmyslu. Konkrétně jde o industry 4.0 a aktuální trendy napříč výrobou.

Na začátku praktické části byla představena firma, produktové portfolio a sestavena SWOT analýza. Následovala analýza současného stavu, jenž je rozdělena do několika podkapitol. Nejdříve byl popsán výrobek a výrobní linka. Poté byla provedena časová studie jednotlivých pracovišť obsahující popis pracovního postupu, výsledky z chronometráže i metody předem stanovených časů, jenž byly v krátkém výkladu srovnány a okomentovány. Na základě časové studie i dlouhodobého pozorování byly zjištěny nedostatky mezi jimiž jsou layout výrobní linky, pracoviště skládání krabic, úzké místo a několik plýtvání identifikované v průběhu procesu. Dalším bodem analýzy bylo sledování výkonnostní ukazatelů linky, ve kterých byly popsány dosahování stanovené normy, parciální produktivita či ztrátové časy naměřené na konci výrobní linky. Celý tento blok uzavírá shrnutí analytické části. Po analýze současného stavu následuje definování projektu obsahující project charter, harmonogram projektu, logický ráme a RIPRAN analýzu. Všechny tyto body byly důležité pro správné zpracování celého projektu. V následující kapitole navrhovaná řešení byly popsány plány, jak dosáhnout stanoveného cíle práce. Konkrétně se jednalo o změnu layoutu, sloučení pracovišť a automatizaci odebírání kusů ze stroje. Veškeré zmíněné návrhy byly poté vyhodnoceny, zdali po jejich realizaci dojde ke

zvýšení produktivity nebo efektivity výrobní linky. V kapitole zhodnocení bylo také porovnán výchozí stav parciální produktivity s tím cílovým, kterého by se mělo dosáhnout po implementaci všech návrhů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BAUER, Miroslav. 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 193 s. ISBN 9788026500292.

BAUER, Miroslav a Ingrid HABURAIIOVÁ. *Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery*. Brno: BizBooks, 2015, 134 s. ISBN 9788026503903.

BOBÁK, Roman. 2011. *Výrobní a logistická výkonnost podniků gumárenského a plastikářského průmyslu v České republice*. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárenská skupina Zlín, 159 s. ISBN 9788002023548.

COX, James F. a John G. SCHLEIER, ed. 2010. *Theory of constraints handbook*. New York: McGraw-Hill, xxxvi, 1175 s. ISBN 9780071665544.

DLABAČ, Jaroslav. 2015. Analýza a měření práce In: E-API [online] 29. 10. 2015 [cit. 8. 4. 2021]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

DLABAČ, Jaroslav. 2017. Analýza a normování práce je pro velkou část českých firem stále aktuálnějším tématem. API – akademie produktivity a inovací [online]. Slaný, [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25840n-analyza-a-normovani-prace-je-pro-velkou-cast-ceskych-firem-stale-aktualnejsim-tematem>

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

FÍŠER, Roman. 2014. *Procesní řízení pro manažery: jak zařídit, aby lidé věděli, chtěli, uměli i mohli*. Praha: Grada, 173 s. Manažer. ISBN 9788024750385.

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

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK. 2017. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 105 s. ISBN 9788074546808.

- JANUŠKA, Martin. 2018. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 170 s. ISBN 9788026108009.
- JUROVÁ, Marie. 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 260 s. ISBN 9788026500599.
- JUROVÁ, Marie. 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 254 s. Expert. ISBN 9788024757179.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, xxi, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 9788071793199.
- KOŠTURIÁK, Ján. 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, v, 234 s. Business books. ISBN 9788025123492.
- KOŠTURIÁK, Ján. 2016. *Vlastní cestou: jak v podnikání rozvíjet výkonnost, výjimečnost a vášeň*. Praha: PeopleComm, 275 s. ISBN 9788087917213.
- MANN, David. 2015. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions. Third edition*. Boca Raton: CRC Press, xxxi, 367 s. ISBN 9781482243239.
- MARR, Bernard. 2012. *Key performance indicators: the 75 measures every manager needs to know*. Harlow: Pearson, 347 s. ISBN 978-0-273-75011-6.
- MAŠÍN, Ivan. 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 80 s. ISBN 8090223591.
- MAŠÍN, Ivan. 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 8090353312.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 8090223567.
- Metody a nástroje: *Analýza a měření práce*. 2012. API – akademie produktivity a inovací [online]. Slaný: API, [cit. 2021-04-19]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch>
- NENADÁL, Jaroslav. 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 366 s. ISBN 9788072615612.
- PIVODOVÁ, Pavlína, 2013a. Studie metod a měření práce.

PIVODOVÁ, Pavlína, 2013b. Měření práce.

POLÁKOVÁ, Veronika a Roman BOBÁK. 2013. *Priemyselné inžinierstvo ako faktor konkurencie schopnosti výrobných podnikov*. Žilina: Georg, 120 s. ISBN 9788081540516.

ROTHER, Mike. 2017. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing, 285 s. ISBN 9788027104352.

Řízení a údržba průmyslového podniku: *Digitální transformace: Nastává čas, kdy se průmysl dostává do vysokých otáček* [online]. 13. Český Těšín: Trade Media International, 2020 [cit.2021-4-25]. ISSN 1803-4535. Dostupné z: <http://predplatiatel.trademedi.cz/media/ewydanie/flipbook/04ad9a75e0ecd36c4bad12ad292dea9a/mobile/index.html#p=9>

SARTOR, Marco a Guido ORZES, ed. 2019. *Quality management: tools, methods, and standards*. United Kingdom: Emerald Publishing, xvi, 293 s. ISBN 978-1-78769-804-8.

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

SYNEK, Miloslav. 2011. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 471 s. Expert. ISBN 9788024734941.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 366 s. Expert. ISBN 9788024744865.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 8073183811.

VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. 2013. *Podnikové řízení*. Praha: Grada, 685 s. Finanční řízení. ISBN 9788024746425.

ZANDIN, Kjell B. 2003. *MOST work measurement systems*. 3rd ed., rev. and expanded. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, xxiv, 519 s. Industrial engineering. ISBN 0824709535.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DBR	Drum (buben), Buffer (zásobník), Rope (lano)
JIT	Just-in-Time
MOST	Mission (mise), Objectives (objekty), Strategy (strategie), Tactics (taktika)
SWOT	Strenghts (silné stránky), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti), Threats (hrozby)
TOC	Theory of constraints – teorie omezení

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Metoda DBR</i>	22
<i>Obrázek 2 Výpočet doby taktu</i>	23
<i>Obrázek 3 Rozdělení přímého měření</i>	26
<i>Obrázek 4 Ukázka data karty pro basic MOST</i>	28
<i>Obrázek 5 Výpočet totální produktivity</i>	31
<i>Obrázek 6 Výpočet parciální produktivity</i>	31
<i>Obrázek 7 Technologické uspořádání pracovišť</i>	33
<i>Obrázek 8 Předmětné uspořádání výroby</i>	34
<i>Obrázek 9 Rozdělení času práce</i>	37
<i>Obrázek 10 Výrobky pro firmu Xerox</i>	43
<i>Obrázek 11 Výrobky pro firmu Hilti</i>	44
<i>Obrázek 12 Odpadní nádobka na toner</i>	47
<i>Obrázek 13 Spojovací čepy</i>	47
<i>Obrázek 14 Kruhové těsnění</i>	47
<i>Obrázek 15 Layout výrobní linky</i>	48
<i>Obrázek 16 Dvě části odpadní tonerové láhve</i>	49
<i>Obrázek 17 Založení dílu do přípravku</i>	50
<i>Obrázek 18 Zatlačení čepu</i>	50
<i>Obrázek 19 Spodní část kazety s pružinou</i>	51
<i>Obrázek 20 Vzhled pracoviště 1</i>	51
<i>Obrázek 21 Utahování šroubků</i>	52
<i>Obrázek 22 Vzhled pracoviště 2</i>	53
<i>Obrázek 23 Vkládání pružinky</i>	53
<i>Obrázek 24 Nasazení klapky</i>	53
<i>Obrázek 25 Vzhled pracoviště 3</i>	54
<i>Obrázek 26 Ruční olepování výrobku</i>	55
<i>Obrázek 27 Vzhled pracoviště 4 a 5</i>	56
<i>Obrázek 28 Oranžová rukojeť</i>	56
<i>Obrázek 29 Krabice s kazetou</i>	56
<i>Obrázek 30 Sáček s gumičkou</i>	57
<i>Obrázek 31 Robotická ruka</i>	57
<i>Obrázek 32 Páska pro olepování dílu</i>	58
<i>Obrázek 33 Dopravník ke stroji</i>	58
<i>Obrázek 34 Odpadní tonerová láhev s oranžovou rukojetí</i>	59

<i>Obrázek 35 Zalepení krabice</i>	60
<i>Obrázek 36 Krabice před zalepením</i>	60
<i>Obrázek 37 Vzhled pracoviště 8 a 9</i>	61
<i>Obrázek 38 Zásoba kartonu pro skládání krabic</i>	62
<i>Obrázek 39 Karton založený v přípravku</i>	62
<i>Obrázek 40 Graf Srovnání přímých náměrů a metody MOST</i>	63
<i>Obrázek 41 Layout výrobní linky s cestami</i>	65
<i>Obrázek 42 Složené krabice</i>	66
<i>Obrázek 43 Graf využití disponibilního času u pracoviště skládání krabic</i>	67
<i>Obrázek 44 Paleta s hotovými výrobky</i>	69
<i>Obrázek 45 Návrh layoutu č. 2</i>	77
<i>Obrázek 46 Návrh layoutu č. 1</i>	77
<i>Obrázek 47 Návrh layoutu č. 4</i>	78
<i>Obrázek 48 Návrh layoutu č. 3</i>	78
<i>Obrázek 49 Layout výrobní linky před změnou</i>	79
<i>Obrázek 50 Layout výrobní linky po změně</i>	79
<i>Obrázek 51 Graf využití disponibilního času na pracovišti 8 a 9</i>	81
<i>Obrázek 52 Sloučené pracoviště</i>	82
<i>Obrázek 53 MOST sloučených pracovišť</i>	83
<i>Obrázek 54 Nový robot</i>	85
<i>Obrázek 55 Aktuálně používaný robot</i>	85
<i>Obrázek 56 Ukázka úchopu na robotovi</i>	86
<i>Obrázek 57 Odebírací pozice</i>	86

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 SWOT analýza</i>	<i>44</i>
<i>Tabulka 2 Chronometráž lepení těsnění, montáž spojovacího čepu a pružiny.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabulka 3 Chronometráž utahování šroubků a lepení filtru.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabulka 4 Chronometráž montáž posuvné klapky a pružinky</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 5 Chronometráž strojní olepování pásky.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabulka 6 Chronometráž montáž oranžové rukojeti a kontrola pásky.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabulka 7 Chronometráž balení krabice</i>	<i>60</i>
<i>Tabulka 8 Chronometráž skládání krabic</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 9 Přehled přímých náměrů a metody MOST</i>	<i>62</i>
<i>Tabulka 10 Využití disponibilního času u pracoviště skládání krabic</i>	<i>66</i>
<i>Tabulka 11 Přehled plýtvání.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 12 Přehled výkonnosti linky.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 13 Přehled ztrátových časů.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabulka 14 Ukázka náměrů ztrátových časů</i>	<i>71</i>
<i>Tabulka 15 Project charter.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabulka 16 Hodnotící kritéria RIPRAN analýzy</i>	<i>75</i>
<i>Tabulka 17 Přehled využití disponibilního času na pracovišti 8 a 9.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabulka 18 Vytíženost operátorek na prvním pracovišti</i>	<i>83</i>
<i>Tabulka 19 Přehled úspor v prostoru</i>	<i>87</i>
<i>Tabulka 20 Využití disponibilního času u sloučených pracovišť.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabulka 21 Finanční zhodnocení automatizace</i>	<i>91</i>
<i>Tabulka 22 Parciální produktivita.....</i>	<i>91</i>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: MOST Analýza současného stavu

Příloha P II: Náměr ztrátových časů 1

Příloha P III: Náměr ztrátových časů 3

Příloha P IV: Náměr ztrátových časů 2

Příloha P V: Harmonogram projektu

Příloha P VI: Logický rámec projektu

Příloha P VII: RIPRAN analýza

PŘÍLOHA P I: MOST ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU

Lepení těsnění, montáž spojovacího čepu a pružiny

Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	Sekvence						Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat	ABP - Položit			A - Navrát		
	ŘP		MXI - Přemístit/špusit							
	N	N - Použití nástroje		ABP - Položit	Nástroj	ABP - Položit stranou				
	J	J - Jeřáb		ATK - Získat	FVL - Položit		VPT - Položit stranou			
1	ŘP	Odebrání tonerové nádoby z palety a rozpojení	A 1 B 0 G 1	M 0 X 1 I 0			A 0	1	30	
			1 1 1	1 1 1			1			
2	OP	Odložení vrchní části na stůl	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1			A 0	1	20	
			1 1 1	1 1 1			1			
3	OP	Usazení hlavní části do přípravku	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1			A 0	1	20	
			1 1 1	1 1 1			1			
4	OP	Odlepení těsnění z nosného pásku a nalepení na tonerovou nádobku	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3			A 0	1	60	
			1 1 1	1 1 1			1			
5	OP	Vyjmutí dílu z přípravku	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0			A 0	1	20	
			1 1 1	1 1 1			1			
6	OP	Získání čepu a vložení do dílu	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 3			A 0	1	80	
			1 1 1	1 1 1			1			
7	ŘP	Zatlačení čepu na přípravku	A 1 B 0 G 1	M 0 X 3 I 0			A 0	1	50	
			1 1 1	1 1 1			1			
8	OP	Získání pružiny a vložení do dílu	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 3			A 0	1	80	
			1 1 1	1 1 1			1			
9	ŘP	Secvaknutí oboud dílů dohromady	A 1 B 0 G 1	M 0 X 3 I 0			A 0	1	50	
			1 1 1	1 1 1			1			
10	OP	Odložení výrobku na dopravník	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1			A 1	1	30	
			1 1 1	1 1 1			1			
Celková spotřeba času:			0,26			15,83			440	
			minut			sekund			TMU	

Utahování šroubků a lepení filtru

Pořadové číslo	Použití rukou	Popis operace	Sekvence						Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat	ABP - Položit			A - Navrát		
	ŘP		MXI - Přemístit/špusit							
	N	N - Použití nástroje		ABP - Položit	Nástroj	ABP - Položit stranou				
	J	J - Jeřáb		ATK - Získat	FVL - Položit		VPT - Položit stranou			
1	ŘP	Posunutí tonerových nádob	A 1 B 0 G 1	M 3 X 0 I 0			A 0	1	50	
			1 1 1	1 1 1			1			
2	OP	Získání šroubků a založení do utahovací hlavice	A 1 B 0 G 3	A 0 B 0 P 3			A 0	1	160	
			1 1 1	1 1 4			1			
3	ŘP	Získání utahovací hlavice a dotáhnutí šroubku	A 1 B 0 G 1	M 0 X 3 I 0			A 0	1	140	
			1 1 1	0 4 0			1			
6	ŘP	Získání filtru a odlepení lepicí pásky	A 1 B 0 G 3	M 0 X 1 I 0			A 0	1	50	
			1 1 1	1 1 1			1			
7	OP	Nalepení filtru	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3			A 0	1	40	
			1 1 1	1 1 1			1			
8	OP	Vyhození lepicí pásky	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1			A 1	1	30	
			1 1 1	1 1 1			1			
Celková spotřeba času:			0,28			16,91			470	
			minut			sekund			TMU	

Montáž pružiny a posuvné klapky

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						A - Navrát	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat	ABP - Položit		Nástroj	ABP - Položit stranou			
					MXI - Přemístit/špusť	FVL - Položit					
ŘP	N	J	ATK - Získat								
1	Posunutí odpadových nádob	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 3 X 0 I 0 1 1 1				A 0 1	1	50	
2	Získání a nasazení krytu	ŘP	A 1 B 0 G 3 1 1 1	M 0 X 3 I 0 0 2 0				A 0 1	1	100	
3	Získání a vložení pružiny	ŘP	A 1 B 0 G 3 1 1 1	M 0 X 3 I 0 1 2 1				A 0 1	1	100	
4	Kontrola zavírání krytu	ŘP	A 1 B 0 G 1 2 1 2	M 0 X 1 I 0 1 2 1				A 0 1	1	60	
5	Odložení na dopravník	OP	A 1 B 0 G 1 2 1 2	A 1 B 0 P 1 2 1 2				A 1 1	1	90	
Celková spotřeba času:				0,24		14,39		400			
				minut		sekund		TMU			

Ruční olepování pásky

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						A - Navrát	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat	ABP - Položit		Nástroj	ABP - Položit stranou			
					MXI - Přemístit/špusť	FVL - Položit					
ŘP	N	J	ATK - Získat								
1	Získání tonerové nádoby	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	60	
2	Založení nádoby do přípravku	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1				A 0 1	1	80	
3	Dotlačení filtru pomocí nástroje	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 0 X 3 I 0 1 1 1				A 0 1	1	50	
4	Přítlačení vodícího kolečka s páskou pomocí páky	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 1 X 0 I 0 1 1 1				A 0 1	1	30	
5	Pohybování přípravkem	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 0 X 6 I 0 1 1 1				A 0 1	1	80	
6	Uvolnění vodícího kolečka pomocí páky	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 1 X 0 I 0 1 1 1				A 0 1	1	30	
7	Ustříhnutí pásky	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 0 X 1 I 0 1 1 1				A 0 1	1	30	
8	Vyjmutí kazety z přípravku a odložení na další pracoviště	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1				A 1 1	1	50	
Celková spotřeba času:				0,25		14,75		410			
				minut		sekund		TMU			

Montáž oranžové rukojeti, kontrola pásky a balení

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence					A - Navrát	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat	ABP - Položit					
	OP - obecné přemístění	OP		ABP - Položit						
	ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP		MXI - Přemístit/špusit						
	N - Použití nástroje	N		ABP - Položit	Nástroj	ABP - Položit stranou				
	J - Jeřáb	J	ATK - Získat	FVL - Položit		VPT - Položit stranou				
1	Získání tonerové nádoby a kontrola	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 0 X 3 I 0 1 1 1			A 0 1	1	50	
2	Získání oranžového krytu a nadvaknutí na tonerovou nádobu	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1			A 0 1	1	80	
3	Získání krabice a vložení tonerové nádoby	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1			A 0 1	1	40	
4	Odložení krabice do přípravku	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1			A 0 1	1	40	
5	Vložení sáčku s gumičkou do kartonu	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1			A 0 1	1	40	
6	Uzavření krabice	ŘP	A 0 B 0 G 1 1 1 1	M 0 X 3 I 0 1 1 1			A 0 1	1	40	
7	Získání lepicí pásky a zalepení krabice	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 0 X 3 I 0 1 1 1			A 0 1	1	50	
8	Odložení lepicí pásky	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1			A 0 1	1	20	
9	Odložení krabice	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1			A 1 1	1	70	
Celková spotřeba času:				0,26 minut		15,47 sekund		430 TMU		

Montáž oranžové rukojeti a kontrola pásky

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence					A - Navrát	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat	ABP - Položit					
	OP - obecné přemístění	OP		ABP - Položit						
	ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP		MXI - Přemístit/špusit						
	N - Použití nástroje	N		ABP - Položit	Nástroj	ABP - Položit stranou				
	J - Jeřáb	J	ATK - Získat	FVL - Položit		VPT - Položit stranou				
1	Získání tonerové nádoby a kontrola	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 0 X 3 I 0 1 1 1			A 0 1	1	50	
2	Získání oranžového krytu a nadvaknutí na tonerovou nádobu	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1			A 0 1	1	60	
3	Získání krabice a vložení tonerové nádoby	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1			A 0 1	1	60	
4	Odložení krabice do přípravku	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1			A 1 1	1	50	
Celková spotřeba času:				0,13 minut		7,91 sekund		220 TMU		

Balení krabice s hotovým výrobkem

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence					A - Navrát	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat	ABP - Položit					
	OP - obecné přemístění	OP		ABP - Položit						
	ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP		MXI - Přemístit/špusit						
	N - Použití nástroje	N		ABP - Položit	Nástroj	ABP - Položit stranou				
	J - Jeřáb	J	ATK - Získat	FVL - Položit		VPT - Položit stranou				
1	Vložení sáčku s gumičkou do kartonu	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1			A 0 1	1	40	
2	Uzavření krabice	ŘP	A 0 B 0 G 1 1 1 1	M 0 X 1 I 0 1 1 1			A 0 1	1	20	
3	Získání lepicí pásky a zalepení krabice	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 0 X 3 I 0 1 1 1			A 0 1	1	50	
4	Odložení lepicí pásky	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1			A 0 1	1	20	
5	Odložení krabice mimo přípravek	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1			A 1 1	1	70	
Celková spotřeba času:				0,12 minut		7,19 sekund		200 TMU		

Skládání krabic

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Získat			ABP - Položit				
	ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP				MXI - Přemístiř/spustit					
	N - Použití nástroje	N				ABP - Položit	Nástroj	ABP - Položit stranou			
	J - Jeřáb	J	ATK - Získat			FVL - Položit		VPT - Položit stranou			
1	Získání kartonu a složení	ŘP	A 1 B 0 G 1	M 0 X 1 I 0				A 0	1	30	
			1 1 1	1 1 1				1			
2	Vložení kartonu do přípravku	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 3				A 0	1	40	
			1 1 1	1 1 1				1			
3	Získání izolepy a zalepení dna krabice	ŘP	A 1 B 0 G 1	M 0 X 3 I 0				A 0	1	50	
			1 1 1	1 1 1				1			
4	Odložení izolepy	OP	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1				A 0	1	20	
			1 1 1	1 1 1				1			
5	Vytáhnutí krabice z přípravku a odložení	OP	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1				A 1	1	50	
			1 1 1	1 1 1				1			
Celková spotřeba času:					0,11		6,83		190		
					minut		sekund		TMU		

PŘÍLOHA P II: NÁMĚR ZTRÁTOVÝCH ČASŮ 1

Čas dokončení	Doba trvání	Doba trvání v sekundách	Takt linky dle normy	Rozdíl	Prodleva	Poznámky
8:34:25						
8:38:55	0:04:30	270	302,034	32,034		
8:43:30	0:04:35	275	302,034	27,034		
8:50:20	0:06:50	410	302,034	-107,966	75,89	VPAS
8:55:00	0:04:40	280	302,034	22,034		
8:59:12	0:04:12	252	302,034	50,034		
9:06:00	0:06:48	408	302,034	-105,966	128,92	VPOZ +2x POR
9:10:25	0:04:25	265	302,034	37,034		
9:16:00	0:05:35	335	302,034	-32,966	54,08	VPAS
9:20:53	0:04:53	293	302,034	9,034	33,62	2x POR
9:26:08	0:05:15	315	302,034	-12,966	50,92	1x POR
9:30:30	0:04:22	262	302,034	40,034		
9:37:12	0:06:42	402	302,034	-99,966	127,08	3x POR
9:43:10	0:05:58	358	302,034	-55,966	91,17	VPAS
9:47:38	0:04:28	268	302,034	34,034		
9:52:00	0:04:22	262	302,034	40,034		
9:56:24	0:04:24	264	302,034	38,034		
10:01:58	0:05:34	334	302,034	-31,966	58,78	VPOZ
10:06:33	0:04:35	275	302,034	27,034		
10:12:25	0:05:52	352	302,034	-49,966	76,97	VPAS
10:17:40	0:05:15	315	302,034	-12,966	13,38	1x POR
PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA
10:46:10						
10:50:37	0:04:27	267	302,034	35,034		
10:56:08	0:05:31	331	302,034	-28,966	64,9	1x POR
11:02:15	0:06:07	367	302,034	-64,966	95,79	VPAS + VPOZ
11:06:51	0:04:36	276	302,034	26,034		
11:11:18	0:04:27	267	302,034	35,034		
11:15:46	0:04:28	268	302,034	34,034		
11:20:03	0:04:17	257	302,034	45,034		
11:25:28	0:05:25	325	302,034	-22,966	45,47	VPAS
11:30:26	0:04:58	298	302,034	4,034		
11:34:51	0:04:25	265	302,034	37,034		
11:39:15	0:04:24	264	302,034	38,034		
11:44:04	0:04:49	289	302,034	13,034		
11:49:13	0:05:09	309	302,034	-6,966	47,6	VPAS
11:53:42	0:04:29	269	302,034	33,034		
11:58:06	0:04:24	264	302,034	38,034		
12:03:10	0:05:04	304	302,034	-1,966	14,82	VPOZ
12:08:21	0:05:11	311	302,034	-8,966		
12:14:55	0:06:34	394	302,034	-91,966	84,61	VPAS + 1 POR
12:20:33	0:05:38	338	302,034	-35,966	39,39	1x POR

12:25:10	0:04:37	277	302,034	25,034		
12:30:55	0:05:45	345	302,034	-42,966	84,13	1x POR
12:37:45	0:06:50	410	302,034	-107,966	87,53	2x POR
12:42:47	0:05:02	302	302,034	0,034		
12:48:40	0:05:53	353	302,034	-50,966	63,2	VPAS
12:53:53	0:05:13	313	302,034	-10,966	68,94	1x POR
12:59:26	0:05:33	333	302,034	-30,966	37,74	VPOZ
13:04:15	0:04:49	289	302,034	13,034		
13:08:52	0:04:37	277	302,034	25,034		
13:15:52	0:07:00	420	302,034	-117,966	111,28	VPAS + 1x POR
13:20:25	0:04:33	273	302,034	29,034		
13:25:03	0:04:38	278	302,034	24,034		
13:30:50	0:05:47	347	302,034	-44,966		1 pracovnice
13:36:25	0:05:35	335	302,034	-32,966		1 pracovnice
Průměr	0:05:10	309,6226415	302,034	-7,589	29,362	
Průměr/ks	0:00:11	11,468	11,186	-0,281	1,087	
Čas dokončení	Doba trvání	Doba trvání v sekundách	Takt linky dle normy	Rozdíl	Prodleva	Poznámky

Uvedený čas ve sloupcích doba trvání v sekundách a takt linky dle normy je za 27 kusů, což odpovídá jednomu patru palety s hotovými výrobky.

Vysvětlivky:

- VPAS – výměna pásky na olepovacím stroji
- VPOZ – výměna pozic na výrobní lince, respektive rotace pracovníc
- POR – porucha olepovacího stroje
- Čas zvýrazněný červeně je ztráta oproti taktu linky
- 1 pracovnice – na posledních dvou pracovištích byla přítomna pouze 1 pracovnice

Souhrn prodlev při náměru

Důvod	Počet	Celkem čas	Průměrný čas	Ztráta v ks za jednotku	Ztráta v ks za směnu	Čas/ks
výměna pásky	10	663,850	66,385	5,8	98,4	0,464
výměna pozic	5	152,500	30,500	2,7	18,6	0,107
porucha	17	739,860	43,521	3,8	64,5	0,517
Celkem	32	1556,210	140,406	12,2	181,5	1,087

PŘÍLOHA P III: NÁMĚR ZTRÁTOVÝCH ČASŮ 2

Čas dokončení	Doba trvání	Doba trvání v sekundách	Takt linky dle normy	Rozdíl	Prodleva	Poznámky
8:00:27						
8:04:51	0:04:24	264	302,034	38,034		
8:09:17	0:04:26	266	302,034	36,034		
8:15:27	0:06:10	370	302,034	-67,966	15,17	POR
8:19:54	0:04:27	267	302,034	35,034	10,85	POR
8:25:24	0:05:30	330	302,034	-27,966	56,33	VPAS
8:29:48	0:04:24	264	302,034	38,034		
8:34:11	0:04:23	263	302,034	39,034		
8:38:31	0:04:20	260	302,034	42,034		
8:42:56	0:04:25	265	302,034	37,034		
8:49:40	0:06:44	404	302,034	-101,966	124,2	VPAS,POR
8:54:03	0:04:23	263	302,034	39,034		
9:00:48	0:06:45	405	302,034	-102,966	96,93	VPOZ,POR
9:07:18	0:06:30	390	302,034	-87,966	63,55	POR
9:12:40	0:05:22	322	302,034	-19,966	84,34	POR
9:19:48	0:07:08	428	302,034	-125,966	84,57	VPAS,POR
9:25:25	0:05:37	337	302,034	-34,966	55,67	POR
9:29:59	0:04:34	274	302,034	28,034		
9:35:00	0:05:01	301	302,034	1,034		
9:39:52	0:04:52	292	302,034	10,034		
9:45:52	0:06:00	360	302,034	-57,966	92,57	VPAS
9:51:10	0:05:18	318	302,034	-15,966		
9:55:30	0:04:20	260	302,034	42,034		
10:00:30	0:05:00	300	302,034	2,034	32,26	VPOZ
10:05:06	0:04:36	276	302,034	26,034		
10:09:36	0:04:30	270	302,034	32,034		
10:14:54	0:05:18	318	302,034	-15,966	45,9	VPAS
PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA
10:46:36						
10:51:00	0:04:24	264	302,034	38,034		
10:55:27	0:04:27	267	302,034	35,034		
11:01:17	0:05:50	350	302,034	-47,966	49,73	VPAS,VPOZ
11:05:42	0:04:25	265	302,034	37,034		
11:10:18	0:04:36	276	302,034	26,034		
11:14:42	0:04:24	264	302,034	38,034		
11:19:28	0:04:46	286	302,034	16,034		
11:25:21	0:05:53	353	302,034	-50,966	59,52	VPAS
11:29:58	0:04:37	277	302,034	25,034		
11:34:35	0:04:37	277	302,034	25,034		
11:39:19	0:04:44	284	302,034	18,034		
11:44:20	0:05:01	301	302,034	1,034		
11:50:00	0:05:40	340	302,034	-37,966	63,82	VPAS

11:54:32	0:04:32	272	302,034	30,034		
12:00:00	0:05:28	328	302,034	-25,966	49,17	VPOZ
12:04:41	0:04:41	281	302,034	21,034		
12:10:59	0:06:18	378	302,034	-75,966	94,25	POR, POR
12:17:03	0:06:04	364	302,034	-61,966	89,01	VPAS
12:21:23	0:04:20	260	302,034	42,034		
12:26:50	0:05:27	327	302,034	-24,966	13,76	POR
12:31:15	0:04:25	265	302,034	37,034		
12:36:25	0:05:10	310	302,034	-7,966		
12:43:46	0:07:21	441	302,034	-138,966	139,37	VPAS
12:48:24	0:04:38	278	302,034	24,034		
12:52:42	0:04:18	258	302,034	44,034		
12:57:23	0:04:41	281	302,034	21,034		
13:03:43	0:06:20	380	302,034	-77,966	72,67	VPOZ+POR
13:09:37	0:05:54	354	302,034	-51,966	68,37	VPAS
13:14:17	0:04:40	280	302,034	22,034		
13:18:55	0:04:38	278	302,034	24,034		
13:23:45	0:04:50	290	302,034	12,034		
13:28:25	0:04:40	280	302,034	22,034		
13:35:28	0:07:03	423	302,034	-120,966	109,35	VPAS+POR
13:40:02	0:04:34	274	302,034	28,034		
Průměr	0:05:08	307,883	302,034	-5,849	26,189	
Průměr/ks	0:00:11	11,403	11,186	-0,217	0,970	
Čas dokončení	Doba trvání	Doba trvání v sekundách	Takt linky dle normy	Rozdíl	Prodleva	Poznámky

Uvedený čas ve sloupcích doba trvání v sekundách a takt linky dle normy je za 27 kusů, což odpovídá jednomu patru palety s hotovými výrobky.

Vysvětlivky:

- VPAS – výměna pásky na olepovacím stroji
- VPOZ – výměna pozic na výrobní lince, respektive rotace pracovníc
- POR – porucha olepovacího stroje
- Čas zvýrazněný červeně je ztráta oproti taktu linky

Souhrn prodlev při náměru

Důvod	Počet	Celkem čas	Průměrný čas	Ztráta v ks na jednotku	Ztráta v ks za směnu	Čas/ks
výměna pásky	12	907,410	75,618	6,6	112,7	0,560
výměna pozic	5	172,980	34,596	3,0	21,2	0,107
porucha	13	491,600	37,815	3,3	43,1	0,303
Celkem	30	1571,990	148,029	13,0	177,1	0,970

PŘÍLOHA P IV: NÁMĚR ZTRÁTOVÝCH ČASŮ 3

Čas dokončení	Doba trvání	Doba trvání v sekundách	Takt linky dle normy	Rozdíl	Prodleva	Poznámky
8:01:35						
8:06:55	0:05:20	320	300,375	-19,625		
8:11:45	0:04:50	290	300,375	10,375		
8:17:51	0:06:06	366	300,375	-65,625	79,2	VPAS
8:22:59	0:05:08	308	300,375	-7,625		
8:27:58	0:04:59	299	300,375	1,375		
8:33:54	0:05:56	356	300,375	-55,625		
8:38:36	0:04:42	282	300,375	18,375		
8:45:37	0:07:01	421	300,375	-120,625	151,15	VPAS+POR
8:50:34	0:04:57	297	300,375	3,375		
8:55:42	0:05:08	308	300,375	-7,625		
9:01:44	0:06:02	362	300,375	-61,625	61,07	VPOZ
9:06:38	0:04:54	294	300,375	6,375		
9:12:40	0:06:02	362	300,375	-61,625	81,06	VPAS
9:17:20	0:04:40	280	300,375	20,375		
9:21:01	0:03:41	221	300,375	79,375	16,73	POR
9:27:37	0:06:36	396	300,375	-95,625	42,98	POR
9:35:53	0:08:16	496	300,375	-195,625	226,92	POR
9:43:06	0:07:13	433	300,375	-132,625	152,98	VPAS+POR
9:47:24	0:04:18	258	300,375	42,375		
9:52:13	0:04:49	289	300,375	11,375	33,68	2x POR
9:56:45	0:04:32	272	300,375	28,375		
10:03:05	0:06:20	380	300,375	-79,625	66,69	VPOZ
10:08:45	0:05:40	340	300,375	-39,625	69,72	VPAS
10:13:19	0:04:34	274	300,375	26,375		
10:18:09	0:04:50	290	300,375	10,375		
PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA	PAUZA
10:42:00						
10:47:23	0:05:23	323	300,375	-22,625		
10:51:50	0:04:27	267	300,375	33,375		
10:58:12	0:06:22	382	300,375	-81,625	81,78	VPAS
11:03:55	0:05:43	343	300,375	-42,625	37,99	VPOZ
11:09:03	0:05:08	308	300,375	-7,625		
11:14:00	0:04:57	297	300,375	3,375		
11:19:02	0:05:02	302	300,375	-1,625		
11:25:36	0:06:34	394	300,375	-93,625	111,23	VPAS
11:30:12	0:04:36	276	300,375	24,375		
11:36:02	0:05:50	350	300,375	-49,625	15,03	POR
11:41:04	0:05:02	302	300,375	-1,625		
11:45:54	0:04:50	290	300,375	10,375		
11:51:50	0:05:56	356	300,375	-55,625	79,05	VPAS
11:56:30	0:04:40	280	300,375	20,375		

12:02:25	0:05:55	355	300,375	-54,625	56,72	VPOZ
12:07:14	0:04:49	289	300,375	11,375		
12:11:44	0:04:30	270	300,375	30,375		
12:17:51	0:06:07	367	300,375	-66,625	71,8	VPAS
12:22:22	0:04:31	271	300,375	29,375		
12:26:58	0:04:36	276	300,375	24,375		
12:31:54	0:04:56	296	300,375	4,375	18,84	POR
12:36:29	0:04:35	275	300,375	25,375		
12:43:23	0:06:54	414	300,375	-113,625	88,44	VPAS
12:47:46	0:04:23	263	300,375	37,375		
12:52:00	0:04:14	254	300,375	46,375		
12:56:36	0:04:36	276	300,375	24,375		
13:02:42	0:06:06	366	300,375	-65,625	65,82	VPOZ
13:08:55	0:06:13	373	300,375	-72,625	118,37	VPAS+POR
13:13:55	0:05:00	300	300,375	0,375		
13:18:01	0:04:06	246	300,375	54,375	12,3	POR
13:22:28	0:04:27	267	300,375	33,375		
13:27:38	0:05:10	310	300,375	-9,625		
13:33:36	0:05:58	358	300,375	-57,625		1 pracovnice
13:39:15	0:05:39	339	300,375	-38,625	63,9	VPAS
Průměr	0:05:19	319,136	300,375	-18,761	31,639	
Průměr/ks	0:00:12	11,820	11,125	-0,695	1,172	
Čas dokončení	Doba trvání	Doba trvání v sekundách	Takt linky dle normy	Rozdíl	Prodleva	Poznámky

Uvedený čas ve sloupcích doba trvání v sekundách a takt linky dle normy je za 27 kusů, což odpovídá jednomu patru palety s hotovými výrobky.

Vysvětlivky:

- VPAS – výměna pásky na olepovacím stroji
- VPOZ – výměna pozic na výrobní lince, respektive rotace pracovníc
- POR – porucha olepovacího stroje
- Čas zvýrazněný červeně je ztráta oproti taktu linky
- 1 pracovnice – na posledních dvou pracovištích byla přítomna pouze 1 pracovnice

Souhrn prodlev při náměru

Důvod	Počet	Celkem čas	Průměrný čas	Ztráta v ks na jednotku	Ztráta v ks za směnu	Čas/ks
výměna pásky	12	1109,790	92,483	7,8	133,0	0,685
výměna pozic	5	288,290	57,658	4,9	34,1	0,178
porucha	11	405,370	36,852	3,1	34,3	0,250
Celkem	28	1803,450	186,992	15,8	201,5	1,113

PŘÍLOHA P VI: LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

	Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření
Hlavní cíl	Zvýšení produktivity na montážích	Výkonnost jednotlivých linek	SAP – ukazatele produktivity
Projektový cíl	1. Zefektivnění a zvýšení produktivity výrobní linky	Zvýšení parciální produktivity o 18 %	SAP – reporting ukazatele produktivity
Výstupy	1.1 Analýza současného stavu	Výsledky analýzy současného stavu	Přehled přímých a nepřímých náměrů, výkonnosti ukazatele linky
	1.2 Navrhovaná řešení	Nový layout, sloučení pracovišť, automatizace odebírání kusů	Vytvořený layout, popis sloučeného pracoviště a automatizace odebírání kusů ze stroje
	1.3 Zhodnocení navrhovaných řešení	Přínosy a finanční náročnost návrhů	Zhodnocení navrhovaných řešení
Aktivity	1.1.1 Seznámení se s problematikou	Prostředky Náměry jednotlivých operací Formuláře na přímé a nepřímé náměry Interní dokumentace Odborná literatura MS Office Technické vybavení (PC, Mobil, svinovací a digitální metr)	Harmonogram projektu 43. týden 2020–26. týden 2021
	1.1.2 Analýza výrobní linky		
	1.1.3 Provedeny přímé a nepřímé náměry		Rizika Chybně zpracovaná analýza Nespolupráce ze strany firmy Neochota pracovníků spolupracovat Nepřijetí navrhovaných opatření Ztráta dat Nedodržení časového harmonogramu Ukončení činnosti firmy
	1.1.4 Vyhodnocení náměrů		
	1.1.5 Definování plýtvání		
	1.1.6 Náměr ztrátových časů		
	1.1.7 Vyhodnocení ztrátových časů		
	1.1.8 Vyhodnocení časové studie		
	1.2.1 Návrh na změnu layoutu linky		
	1.2.2 Návrh na sloučení pracovišť		
	1.2.3 Návrh na automatizaci odebírání kusů		
	1.3.1 Zhodnocení navrhovaných řešení		

PŘÍLOHA P VII: RIPRAN ANALÝZA

ID	Hrozba	P-st hrozby	ID	Scénář	P-st scénáře	Celková P-st		Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Chybně zpracovaná analýza	25 %	1.1	Zkreslené výsledky	90 %	22,25 %	SP	SD	SHR	Ověřování správnosti dat, komunikace s vedoucími
			1.2	Neobhájení DP	80 %	20 %	MP	VD	SHR	
2	Nespolupráce ze strany firmy	10 %	2.1	Zdržení projektu	80 %	8 %	MP	MD	NHR	Akceptace rizika
			2.2	Zrušení projektu	25 %	2,5 %	MP	VD	SHR	Ověření zájmu firmy
3	Neochota pracovníků spolupracovat	40 %	3.1	Neposkytnutí informací	55 %	22 %	SP	SD	SHR	Získání informací přes vedení
			3.2	Nepřijetí návrhů na změnu	70 %	28 %	SP	MD	NHR	Akceptace rizika
4	Nepřijetí navrhovaných opatření	30 %	4.1	Nesplnění cílů DP	80 %	24 %	SP	VD	VHR	Prezentace výhod navrhovaných řešení
5	Nedodržení časového harmonogramu	15 %	5.1	Zdržení projektu	90 %	13,5 %	MP	MD	NHR	Akceptace rizika
			5.2	Neodevzdání DP včas	85 %	12,75 %	MP	VD	SHR	Kontrola správného plánování fází projektu
6	Ztráta dat	10 %	6.1	Potřeba nových dat	90 %	9 %	MP	VD	SHR	Zálohovat data na více místech
			6.2	Nedodržení časového harmonogramu	80 %	8 %	MP	SD	NHR	Akceptace rizika
7	Ukončení činnosti firmy	3 %	7.1	Nedokončení projektu	100 %	3 %	MP	VD	SHR	Nedá se ovlivnit – riziko musí být přijato