

Projekt racionalizace výrobního procesu ve společnosti Schott Flat Glass CR, s. r. o.

Bc. Veronika Otáhalová

Diplomová práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika Otáhalová**
Osobní číslo: **M14664**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt racionalizace výrobního procesu ve společnosti Schott Flat Glass CR, s. r. o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte rešerši odborné literatury vztahující se k dané problematice a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části práce.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav vybraného výrobního procesu ve společnosti.
- Na základě provedených analýz formulujte východiska projektové části práce.
- Vypracujte projekt racionalizace vybraného výrobního procesu a zhodnoťte přínosy navrhovaného řešení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system. New York: Productivity Press, c2002, 170 s. ISBN 1563272628.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Denisa Hrušecká, Ph.D.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 15. února 2016
Termín odevzdání diplomové práce: 18. dubna 2016

Ve Zlíně dne 15. února 2016


doc. RNDr. PhDr. Oldřich Hájek, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Felicity Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

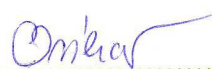
Prohlašuji, že

- 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;
- byla jsem seznámena 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,

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

Ve Zlíně 14.4.2016


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá využitím metod průmyslového inženýrství na lince finální montáže standardních dveří ze společnosti Schott Flat Glass CR, s. r. o. Cílem bylo navrhnout způsob racionalizace výroby, který by vyústil ve zvýšení produktivity práce a snížení doby taktu. K dosažení tohoto cíle byla provedena analýza současného stavu pracoviště. V analýze bylo využito přímé pozorování, procesní analýza, časové a pohybové studie, 5S audit a nestandardizované rozhovory s kompetentními pracovníky. V projektové části bylo navrženo balancování montážních operací pomocí metody Basic MOST, změna layoutu a pořízení nového zásobovacího vybavení, včetně odpovídajících standardů. Implementací návrhů by došlo k průměrnému snížení doby taktu o 15,4%, což povede ke zvýšení schopnosti plnit zákaznický požadavek.

Klíčová slova:

balancování montážní linky, časové studie, MOST, štíhlá výroba, výrobní proces

ABSTRACT

The Master's thesis is focused on application of industrial engineering methods on final assembly line of standard doors in company Schott Flat Glass CR, s. r. o. The aim of the thesis was to design and implement proposals for production rationalization, which would lead towards increased productivity and reducing tact time. In order to reach this goal, the current system was analyzed. In the analysis of the current state was used direct observation, time and motion studies, 5S audit and non-standardized interviews with competent employees. The project is based on assembly line balancing with using the Basic MOST method, layout change and purchase of new utilities, including corresponding standards. Implementation of these proposals would result in reduced tact time of 15,4% on average, which will increase the ability to fulfill customer demand.

Keywords:

assembly line balancing, time studies, MOST, lean manufacturing, production process

Na tomto místě chci poděkovat paní Ing. Denise Hruškové, Ph.D., za vedení mé diplomové práce, cenné rady a odborný dohled při jejím zpracování. Dále mé díky patří všem členům projektového týmu společnosti Schott Flat Glass CR, kteří mi umožnili se tímto tématem zabývat a také přispěli k výsledné podobě této práce.

"Neříkej, že to nejde. Raději řekni, že to zatím neumíš."

Tomáš Baťa

OBSAH

ÚVOD.....	4
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	5
I TEORETICKÁ ČÁST.....	6
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	7
2 VÝROBA A JEJÍ BALANCOVÁNÍ.....	8
2.1 VÝROBA VELKÉHO SORTIMENTU V MALÝCH SÉRIÍCH	8
2.1.1 Sériová výroba	9
2.1.2 Růst sortimentu	9
2.1.3 Následky rozšiřování sortimentu ve výrobě a logistice	10
2.2 BALANCOVÁNÍ VÝROBY	11
3 ŠTÍHLÝ PŘÍSTUP.....	13
3.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	15
3.2 ŠTÍHLÉ PRACOVÍŠTĚ	15
3.3 ŠTÍHLÝ LAYOUT	16
3.4 PRODUKTIVITA.....	17
4 VYBRANÉ METODY VYUŽÍVANÉ PŘI ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ.....	20
4.1 ANALÝZA A METODY MĚŘENÍ PRÁCE.....	20
4.1.1 Snímek pracovního dne.....	20
4.1.2 Momentové pozorování	22
4.1.3 Chronometráž.....	22
4.1.4 Systém předem určených časů MOST	23
4.2 5S A VIZUALIZACE.....	25
4.3 STANDARDIZACE.....	27
5 SHRUTÍ POZNATKŮ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
6 SPOLEČNOST SCHOT FLAT GLASS CR, S. R. O.	31
6.1 KULTURA SPOLEČNOSTI	31
6.2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ VE SPOLEČNOSTI	32
6.3 PŘEHLED ZÁKLADNÍCH UKAZATELŮ SPOLEČNOSTI.....	32
6.3.1 Vývoj počtu zaměstnanců	32
6.3.2 Analýza produktivity práce	33
6.3.3 Vývoj hospodářského výsledku	34
6.4 VÝROBNÍ PROGRAM	34
6.4.1 Prosklené dveřní systémy pro mrazící boxy	35
6.4.2 Prosklené dveřní systémy pro chladicí vitríny	35
7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	37

7.1	CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍ LINKY	37
7.2	PŘEDSTAVENÍ VÝROBKOVÝCH RODIN.....	38
7.3	VÝROBNÍ POSTUP	39
7.4	VÝVOJ PRODUKTIVITY PRÁCE.....	41
7.5	MONTÁŽNÍ POZICE 1.....	42
7.6	MONTÁŽNÍ POZICE 2.....	44
7.7	FINÁLNÍ KONTROLA.....	46
7.8	CHRONOMETRÁŽ ZA ÚČELEM ZÍSKÁNÍ PODKLADŮ PRO BALANCOVÁNÍ LINKY	48
7.9	DALŠÍ ZJIŠTĚNÉ NEDOSTATKY NA PRACOVIŠTI	51
7.9.1	Oblast 5S	51
7.9.2	Oblast vizualizace	53
7.9.3	Oblast ergonomie	55
8	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI	57
9	PROJEKTOVÁ ČÁST.....	58
9.1	POPIS PROJEKTU	58
9.2	ČLENOVÉ PROJEKTOVÉHO TÝMU	59
9.3	STANOVENÍ CÍLŮ A OHODNOCENÍ RIZIK PROJEKTU	60
9.4	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU	60
10	NÁVRH PROJEKTU.....	61
10.1	ROZDĚLENÍ MONTÁŽNÍCH OPERACÍ MEZI PRACOVNÍKY	61
10.2	NÁVRH NOVÉHO ZPŮSOBU ZÁSOBOVÁNÍ	64
10.2.1	Montážní pozice 1	64
10.2.2	Montážní pozice 2	66
10.2.3	Finální kontrola	68
10.3	NÁVRH ZMĚNY LAYOUTU VÝROBNÍ LINKY	70
10.4	VYTVOŘENÍ ČASOVÝCH NOREM METODOU BASIC MOST	73
10.5	ZAVEDENÍ STANDARDIZACE PRACOVIŠTĚ.....	76
10.5.1	Standard pracovního prostředí	76
10.5.2	Standard pracovního postupu	77
11	ZHODNOCENÍ PROJEKTOVÉ ČÁSTI	78
11.1	PŘÍNOSY PROJEKTU	78
11.1.1	Zhodnocení navýšením kapacit.....	79
11.1.2	Zhodnocení úsporou mzdových nákladů	79
11.2	NÁKLADY PROJEKTU	80
	ZÁVĚR	81
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	83
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	87
	SEZNAM OBRÁZKŮ	88
	SEZNAM TABULEK.....	90
	SEZNAM GRAFŮ	91
	SEZNAM PŘÍLOH.....	92

ÚVOD

Každá úspěšná organizace si uvědomuje výzvu, kterou na ni přenáší vliv konkurenčního prostředí. To je a bude riskantní, dynamické a nutí podniky ke snaze svou pozici na trhu upevnit, v ideálním případě pak navíc posilovat. Podniky, které na tuto výzvu reagují, přežijí. Ty podniky, které to neudělají, nejspíše ne. Možnou obranou proti konkurenčním vlivům přináší využití metod průmyslového inženýrství.

Diplomová práce je zaměřena na téma "Racionalizace výrobního procesu ve společnosti Schott Flat Glass CR, s. r. o.". Důvodem výběru tohoto tématu pro diplomovou práci byla možnost aktivně se účastnit na projektu zavádění nové výrobní linky do provozu a s tím souvisejícími změnami jak v procesech, tak ve stávajícím vybavení a jeho rozmístění.

Cílem této diplomové práce bylo analyzovat stávající situaci na lince finální montáže izolačních dveří a na základě analýz navrhnout projekt vedoucí ke zlepšení současného stavu.

Diplomová práce je rozdělena na dvě části - část teoretickou a praktickou, přičemž praktická část se dále dělí na analytickou a projektovou část.

V teoretické části jsou zpracovány poznatky týkající se štihlé výroby a oblasti zlepšování výrobních procesů získané studiem odborné literatury. Následně jsou stanovena teoretická východiska pro praktickou část.

V analytickém oddílu praktické části je provedena analýza současného stavu na lince finální montáže prostřednictvím spolupráce s průmyslovým inženýrem a dalšími zaměstnanci, vlastního pozorování, studia dokumentace a šesti analytických metod. Poté následuje zhodnocení hlavních nedostatků současné situace, na jejichž základě jsou formulovány návrhy vedoucí ke zlepšení procesu v analyzované společnosti.

Projektový oddíl praktické části je pak zaměřen na konkrétní zpracování zlepšovacích návrhů s cílem zvýšení produktivity a snížení doby taktu. Návrhy na zlepšení i náklady na jejich realizaci jsou ekonomicky ohodnoceny.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této práce je racionalizace výrobního procesu ve společnosti Schott Flat Glass CR, s. r. o. Toho je možné dosáhnout vybalancováním pracovních operací mezi jednotlivými operátory a zavedením prvků štíhlého pracoviště. K odhalení nedostatků stávající situace bude použito celkem 6 metod.

Samotný proces finální montáže izolačních dveří konkrétní výrobní rodiny představí **procesní analýza**.

Z oblasti časových studií budou provedeny **snímky pracovního dne pracovníků** a **momentové pozorování**, jejichž primárním úkolem bude odhalení plýtvání v procesu a možných oblastí pro další zlepšení.

Pro zjištění časové náročnosti prováděných operací na montážní lince je vybrána metoda přímého měření - **chronometráž**. Výstupy této analýzy budou dále sloužit pro vytvoření návrhů na vybalancování pracovních činností mezi zaměstnanci.

V rámci analytické části dojde také k provedení **5S auditu**, který komplexně ohodnotí pracoviště montážní linky. Na jeho základě bude možné navrhnout případné změny v zavedeném systému.

Jelikož implementace veškerých návrhů na balancování, změnu layoutu a vybavení uvedených v projektové části neproběhne v době před odevzdáním diplomové práce, nelze stanovit nové časové normy práce chronometrází. Pro tyto účely byl zvolen **system předem určených časů Basic MOST**, který lze využít pro stanovení norem i pro pracoviště, které jsou ve fázi přípravy.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Ačkoliv se odborníci v oblasti vědy a technologií nejsou schopni jednoznačně dohodnout na datu, kdy došlo ke zrodu průmyslového inženýrství, všeobecně se shodují, že empirické kořeny této profese se datují od Průmyslové revoluce, která začala v Anglii v polovině osmnáctého století. Události v tomto období dramaticky změnily výrobní postupy a byly počátkem pro mnoho konceptů, které ovlivnily vznik průmyslového inženýrství o století později. (Maynard a Zandin, 2001, s. 15)

Podle Mašina a Vytlačila (2000, s. 80) za jedno století akceptovaly průmyslové inženýrství jako zásadní obor potřebný pro růst produktivity všechny vyspělé průmyslové země. V základních principech uplatnění průmyslového inženýrství se jednotlivé státy neliší, je však možné najít i určité rozdíly a rozdělit obor na tři základní "školy" - americkou, německou a japonskou.

I když se základní aktivity tohoto oboru v České republice prováděly už dříve, termín průmyslové inženýrství se začal využívat až po roce 1989. Nejednalo se však o obor, který by se zde dal například vystudovat, ani v podnicích neexistovaly vyčleněné útvary, které by zabezpečovaly základní aktivity průmyslového inženýrství (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 80)

Co tedy průmyslové inženýrství znamená? Salvendy (2001) i Maynard a Zandin (2001) jej definují jako *"interdisciplinární obor, který se zabývá navrhováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů, vybavení a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd a managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy."*

Konkurenční prostředí je a bude turbulentní, dynamické a riskantní. Klíčovými slovy dnešní doby se stala vysoká produktivita, nízké náklady, nulové vady, eliminace plýtvání, štíhlá výroba, plynulý tok materiálu a podobně. K tomu, aby se tyto cíle naplnily, musí podniky v mnoha případech projít určitými změnami. Z tohoto důvodu také v současnosti prožívá průmyslové inženýrství po celém světě svůj rozkvět. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 95 - 101)

2 VÝROBA A JEJÍ BALANCOVÁNÍ

Přestože si to možná ne vždy plně uvědomujeme, oblast nabídky již několik let prodělává fázi zrychlování, která vede k rapidnímu růstu sortimentu v každé oblasti výroby i služeb. Zákazník se nespokojí s jedním druhem jogurtu nebo dostupností pouze dvou televizních programů. Svět produktů se významně a nezvratně proměnil. Současné spektrum tradičních a běžně nakupovaných komodit jako jsou potraviny, oblečení a podobně je pestřejší. K tomu dále vznikají a rozvíjejí se i produkty, které před několika lety ani neexistovaly. Proto dosáhnout úspěchu v tomto dynamickém vývoji trhů vyžaduje mnoho práce, znalostí a úsilí. (Mašín, 2004, s. 7 - 8)

2.1 Výroba velkého sortimentu v malých sériích

Každé manažerské vedení ve výrobních systémech musí zajišťovat řízení výroby s cílem zajistit optimální fungování a rozvoj podniku. V klasickém pojetí se mezi hlavní činnosti k dosažení tohoto cíle dle Bobáka (2001, s. 27) řadí plánování, organizování, příkazování, koordinace a kontrola.

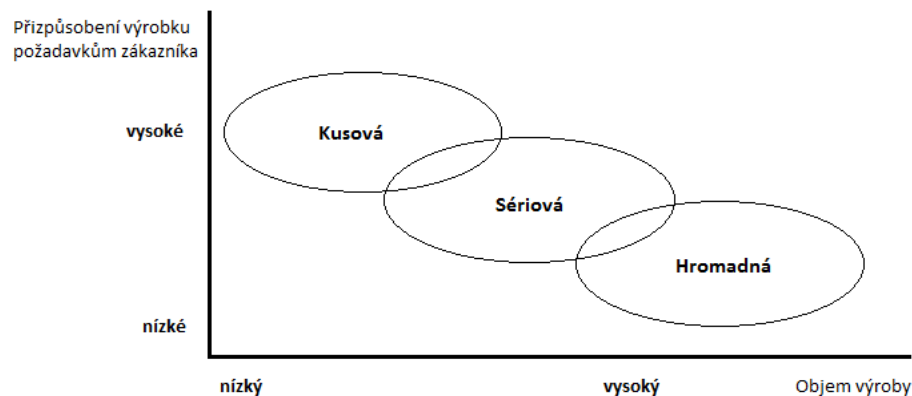
Objektem řízení je popsáný, definovaný, strukturovaný a zdrojově a vstupy zabezpečený proces, který má stanoveného vlastníka. Proces definuje Grasseová (2008, s. 68) jako soubor vzájemně působících činností, které dávají přidanou hodnotu vstupům, při využití zdrojů, a přeměňují je na výstupy, které mají svého zákazníka.

Četnost změn ve výrobním procesu závisí na typu a opakovatelnosti výroby. U zakázkové výroby nelze s každým novým výrobkem reorganizovat výrobu. Pro kusovou a malosériovou výrobu je obvyklé technologické uspořádání strojů a zařízení. Layout proto musí být navržen tak, aby byl hospodárný pro různé výrobky a technologické postupy. Nebezpečí podle Bobáka (2001, s. 40) nepředstavuje množství výrobků, ale tok výrobků, materiálů, přípravků a dokumentace ve výrobním procesu.

Podle množství a počtu druhů vyráběných výrobků Melčák (1999) rozlišuje tři základní typy výroby:

- **Kusová výroba** - výroba velkého počtu různých druhů výrobků v malém objemu, průběh výroby je nepravidelný, případně se neopakuje vůbec.
- **Sériová výroba** - výroba stejného druhu výrobků opakovaná v takzvaných sériích.
- **Hromadná výroba** - výroba velkého objemu jednoho nebo málo druhů výrobků s vysokou mírou opakování.

Kusová, sériová a hromadná výroba se rovněž liší z hlediska možnosti vyhovět požadavkům jednotlivých zákazníků. Největší prostor pro vyhovění individuálním přáním a potřebám zákazníka má kusová výroba. V případě sériové a hromadné výroby se pak toto přizpůsobení ukazuje jako obtížné, viz obrázek 1. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 14)



Obr. 1 Možnost přizpůsobení výrobku zákazníkovi dle jeho požadavků v jednotlivých typech výroby (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 14)

2.1.1 Sériová výroba

Typickými rysy sériové výroby je objem výroby ve stovkách až tisících kusů výrobků jednoho typu za rok, přičemž počet druhů výrobků se pohybuje převážně v desítkách. Výroba výrobků stejného typu se pak opakuje pravidelně, s týdenní či měsíční periodicitou. Dílny bývají spořádány předmětně, v některých částech technologicky, přičemž je využíváno univerzálních výrobních a dopravních zařízení - někdy se lze setkat s výrobou na linkách. Technologické postupy v sériové výrobě jsou rozčleněné dle typů, přičemž každý typ výrobku má mít svou podrobnou normu času. Průběžná doba výroby se pohybuje okolo týdne až měsíce, materiálové toky jsou krátké. Dobré využití výrobního zařízení a poměrně nízké náklady na jednotku produkce patří taktéž mezi rysy sériové výroby. (Bobák, 2001, s. 41)

2.1.2 Růst sortimentu

Z pohledu dopadu růstu nabídky na výrobu zmiňuje Mašín (2004, s. 11 - 14) tři na sebe navazující faktory, které ovlivňují výrobu 21. století:

- **Customizace** - individuální přizpůsobení daného produktu konkrétnímu zákazníkovi. Firmy jsou nebo budou nuceny vyrábět velký sortiment (výjimečně individuálně customizovaný) při srovnatelných nebo i nižších nákladech s náklady na výrobky vyráběné v hromadné či sériové výrobě.
- **Nerovnoměrné rozvržení požadavků zákazníka** - z hlediska požadavků zákazníků dochází k přibližování oblasti výroby k oblasti služeb, ve které tradičně docházelo a dochází k vyšší customizaci. Je proto důležité své zákazníky profilovat, zda je jejich požadavek v čase rovnoměrný, sezónní, velmi či málo kolísavý.
- **Krátký životní cyklus výrobku** - jelikož se v současnosti stále častěji setkáváme se zkracujícím životním cyklem výrobku, již dnes dochází k naplnění zvláštního typu profilu, který bychom mohli nazvat "jednou a dost". Tedy že výrobní zakázka proběhne výrobním podnikem pouze jednou a nebude se opakovat.

2.1.3 Následky rozšiřování sortimentu ve výrobě a logistice

Dnešní konkurenční prostředí je charakterizováno zvýšenou konkurencí vyplývající z nasycení trhu, vzrůstající poptávkou po individualizované produkci a technologickými inovacemi. Tato skutečnost dramaticky ovlivnila podobu dnešní výroby. Uspokojení zákaznických požadavků vyžaduje vysokou flexibilitu, snižování nákladů na výrobu malého objemu výroby a zkracování dodacích termínů. (Salvendy, 2001, s. 402)

Jako důsledek výše uvedených faktorů se výrobní systémy neobejdou bez mnoha problémů, mezi které lze zařadit například plánování kapacit zdrojů pro větší objem výrobků, otázku zařazení jednotlivých položek v plánu výroby, řešení "pohybujících se" omezení v systému, řešení následků nemožnosti vybalancovat kapacity, eliminaci dalšího růstu počtu změn sortimentu, řešení standardizace práce pro větší počet operací, efektivní tvorbu a udržování výrobní dokumentace. V oblasti lidských zdrojů pak můžeme uvést rozvoj schopností pracovníků a zkracování křivek zpracování. (Mašín, 2004, s. 14 - 15)

Trendem upouštění od masové výroby směrem k masové customizaci se zabývali ve svém výzkumu Rungtusanatham a Salvador (2008, s. 385 - 396). Výsledkem bylo zjištění, že mezi hlavní výzvy úspěšného přechodu patří:

- Přístup marketingu při specifikaci produktu pro zákazníka.
- Stanovení přímých nákladů produktu dané výrobní rodiny a varianty.

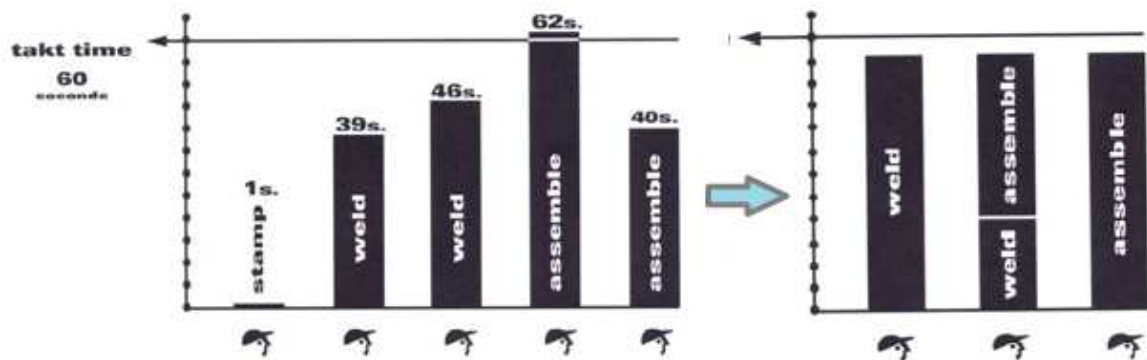
- Určení priorit vývojového oddělení tak, aby jejich návrhy usnadňovaly výrobu masovou customizací.
- Investice do vhodného výrobního vybavení.

2.2 Balancování výroby

Rozhodování o organizaci výrobního procesu vyžaduje smysl pro strategii a představivost. Jedná se však o velmi významnou činnost, která má velký vliv na náklady a efektivnost. Její riziko spočívá v možném vyvolání nákladů na provedení potřebných změn. (Kavan, 2002, s. 186)

Bejčková (2009, s. 36) balancování výroby definuje jako činnost, jejímž záměrem je dosažení pokud možno stejných časů cyklu jednotlivých operátorů na lince nebo v buňce. Je založena na analýze pracovních operací pomocí metod měření práce a následném přerozdělování práce mezi pracovníky.

Příklad takového přerozdělení se současným snížením počtu operátorů demonstruje obrázek 2.



Obr. 2 Příklad balancování cyklových časů operátorů (Rother a Shook, 2003, s. 69 - 70)

Balancování výroby je proces, při kterém je pracovní náplň rovnoměrně rozdělena mezi zaměstnance tak, aby byla splněna doba taktu. Množství a typ výrobků, které mají být vyráběny, stanovuje trh. Při změně poptávky mohou být vybalancovány linky tak, aby se jí přizpůsobily. (ProductivityPress, 2008, s. 48)

Doba taktu je rychlost, kterou musí být výrobky vyráběny, abychom uspokojili zákaznický požadavek. Není to ukazatel toho, jaký objem je firma schopna vyrobit, ale množství

produkce vypočítané tak, aby odpovídala požadavkům trhu. (ProductivityPress, 2008, s. 48)

Vzorce pro výpočet doby taktu jak je uvádí ProductivityPress (2008, s. 48):

$$\text{Doba taktu} = \frac{\text{denní provozní hodiny}}{\text{denní poptávka}}$$

$$\text{Denní poptávka} = \frac{\text{měsíční poptávka}}{\text{měsíční provozní hodiny}}$$

Při výrobě velkého sortimentu je výhodné vytvořit diagramy cyklů pro jednotlivé výrobky, abychom zjistili, jaký objem práce se spotřebovává na všech operacích. Tyto diagramy zároveň poskytují informaci, jak je rozložena práce mezi jednotlivými operacemi a kde se nachází potenciál pro zlepšení. V případě velkého sortimentu je také nutné balancovat tok rodiny výrobků s různým objemem práce. Mašín (2004, s. 80 - 81) popisuje více možností:

- Pro **rovnoměrný** zákaznický požadavek sestavit pravidelnou sekvenci výroby vycházející z požadavků zákazníků při pevném počtu operátorů.
- Pro **málo kolísavý** zákaznický požadavek vytvořit nivelizovanou sekvenci (vyrábět částečně do zásoby) při pevném počtu operátorů.
- Pro **velmi kolísavý** zákaznický požadavek převybalancovat všechny výrobky na stejný takt a dle objemu práce u jednotlivých výrobků měnit počet zaměstnanců na pracovišti, nebo sestavit flexibilní takty, kdy lze jeden výrobek vyrábět s různým počtem operátorů.

Je potřeba poznamenat, že balancování výroby s využitím různého počtu operátorů vyžaduje podporu ze strany výrobního plánování, managementu, ale i z hlediska layoutu pracovišť, který musí být schopen zajistit dostatečnou flexibilitu. (Mašín, 2004, s. 82)

Vybalancovaná výroba je schopná vyrábět pružné sekvence produktů podle objednávek zákazníka za využití minimálních zásob a při velmi krátkých průběžných časech. Výsledkem je plynulý tok výroby. V tomto plynulém toku "proteče" produkt k zákazníkovi za kratší dobu, bez zbytečných zdržení a s nižšími zásobami. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 170)

3 ŠTÍHLÝ PŘÍSTUP

V 90. letech dvacátého století v automobilovém průmyslu západního světa došlo k "revoluci". Příčinou bylo objevení japonských metod, které se rozvíjely od padesátých let a umožnily tak japonským výrobcům produkovat automobily lépe, rychleji a levněji než jejich západní konkurenti. Začala horečka lean. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 13)

Štíhlý podnik lze podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 17) popsat jako takový, který vykonává pouze potřebné činnosti, hned napoprvé, rychleji než ostatní a utrácí přitom méně peněz. Dělá to, co vyžaduje jeho zákazník při minimálním počtu činností, které nepřidávají výrobku či službě hodnotu. Štíhlý přístup znamená vydělat více peněz, rychleji a za využití menšího úsilí.

Cesta ke zjednodušení a zlepšení výrobních a obchodních procesů podle Jiráskova (1998, s. 125 - 133) vede přes zrušení nepotřebných článků. Ty by měly být první, které budou při zavedení principů štíhlé výroby odstraněny.

Klíčový pojem ve filozofii štíhlého podniku je plýtvání. Plýtvání představuje všechno, co způsobuje zvýšení nákladu na výrobek nebo službu, bez toho aniž by zvyšovalo jejich hodnotu. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 19)

Mašín a Vytlačil (2000, s. 45) definici plýtvání upřesňují jako *"vše, co nepřidává produktu hodnotu, a nebo jej nepřibližuje zákazníkovi."*

Plýtvání je možné odhalit nejen v oblastech spojených s tvorbou hodnot jako je vývoj, nákup, výroba či odbyt, ale i ve správě a managementu. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 90)

Klasickým rozdělením plýtvání se stalo sedm druhů plýtvání dle Ohna (1988), které štíhlý podnik odstraňuje:

- **Nadvýroba** - vyrábí se příliš mnoho, a nebo příliš brzy.
- **Čekání** - činnosti nad rámec určení.
- **Zbytečná manipulace.**
- **Špatné pracovní postupy.**
- **Nadbytečné zásoby** - přesahující minimum potřebné k výrobě.
- **Zbytečné pohyby** - ty, které nepřidávají hodnotu.
- **Chyby pracovníků** - způsobují nutnost odstranění nekvality.

Autoři novějších publikací, například Mašín a Vytlačil (2000) pak zmiňují dodatečný, osmý druh plýtvání - nevyužití potenciálu, schopností, znalostí či talentu pracovníků.

Přehled jednotlivých druhů plýtvání dle Mašína a Vytlačila znázorňuje obrázek 3.



Obr. 3 7+1 druh plýtvání (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 45)

Pro kvantifikaci plýtvání lze využít ukazatelů jako je CEZ (OEE), VA index neboli podíl činností přidávajících hodnotu výrobku k činnostem hodnotu nepřidávajících. Typické hodnoty plýtvání v podnicích v České republice zachycuje následující tabulka. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24)

Tab. 1 Plýtvání v českých podnicích (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24)

oblast plýtvání	ukazatel	hodnota	příčina plýtvání
produktivní využití zařízení	CEZ (OEE)	30 - 50 % Cíl: 85 %	poruchy, čekání na materiál, přestavování zařízení, práce při snížených rychlostech, nekvalita
produktivní využití pracovníka	procento činností, které přidávají hodnotu	30 - 40 % Cíl: 70 %	zbytečné pohyby, hledání nástrojů, materiálu a informací, čekání, nedodržování pracovní doby
podíl plýtvání na průběžné době výroby	VA index	99 - 80 % Cíl: 70 %	zásoby, čekání ve skladech, velké dávky, poruchy, chybějící komponenty, nefungující zásobování

3.1 Štíhlá výroba

Košturiak a Frolík (2006, s. 17) popisují štíhlou výrobu jako filozofii, která si klade za cíl zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem pomocí odstraňování plýtvání v řetězci mezi nimi. Maynard a Zandin (2001, s. 200) toto tvrzení doplňují svým definováním, podle kterého je štíhlá výroba zaměřená na lepší, rychlejší a levnější výrobu, tedy doručení takového výrobku zákazníkovi, který požaduje, když ho požaduje a za konkurenceschopnou cenu.

Štíhlá výroba jako základní faktor pro výrobní náklady vnímá plýtvání. Až 80 % výrobních nákladů může být způsobeno plýtváním v průběhu procesu. (Productivity Press, 2008, s. 6)

Mezi pravidla, kterými se štíhlá výroba řídí, podle Rouseové (© 2016) patří:

- Minimalizace skladových zásob.
- Maximalizace toku.
- Výroba podle přání zákazníka.
- Poznávání a plnění požadavků zákazníka.
- Výroba správně a napoprvé.
- Partnerství s dodavateli.
- Možnost rychlých změn.
- Tvorba kultury neustálého zlepšování.

Ačkoliv jsou štíhlé principy spojovány právě s výrobou, podle Pascala (2007, s. 13) je lze při vhodném přizpůsobení konkrétní situaci aplikovat univerzálně.

Výhody plynoucí z implementace metod štíhlé výroby jsou nesporné. K dosažení stanoveného cíle lze využít pouze vybraný nástroj nebo jejich kombinaci. Pandey a kolektiv (2013, s. 307 - 323) v rámci projektu zavádění metod štíhlé výroby ve vybrané společnosti dosáhli nárůstu produktivity práce o 77 %, zkrácení času přestavení stroje z 60 na 20 minut, a nárůstu VA indexu z 5 na 12 %.

3.2 Štíhlé pracoviště

Základem štíhlé výroby je štíhlé pracoviště. To je navrženo tak, aby byly zajištěny principy 5S s principy ergonomie a také s analýzou a měřením práce tak, aby pracovník podal maximální výkon při vynaložení minimálního úsilí. Hlavním cílem štíhlého pracoviště může být dosažení zvýšení výkonnosti, snížení úrazovosti, snížení zatížení organismu

pracovníka, zvýšení autonomnosti či zlepšení kvality a stability procesu. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24)

Od toho, jak je navrženo pracoviště, se následně odvíjí pohyby, které na něm musí pracovníci denně vykonávat. Od pohybů na pracovišti se odvíjí spotřeba času, výkonové normy, výrobní kapacity a další parametry. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24)

Mezi hlavní prvky štíhlého pracoviště Lešková (2013) řadí kontinuální tok, minimalizaci prostorových nároků použitého vybavení při zachování funkčnosti, organizaci pracoviště a možnost snadného přizpůsobení při změně.

Tyto předpoklady je nutné brát v úvahu při plánování rozmístění jednotlivých prvků na pracovišti, přičemž by měly být dodržovány následující principy (Heřman, 2001, s. 140):

- Každý předmět mají na pracovišti přesně určené místo.
- Materiál, nářadí a ovladače jsou umístěny v dosahu pracovníka tak, aby byl zajištěn optimální sled pohybů.
- Mezi jednotlivými položkami na pracovišti je co nejmenší vzdálenost.
- Uložení materiálu a nářadí dovozuje rychlé a snadné uchopení.
- Pracoviště je dobře viditelné ze sousedních pracovišť.
- Na pracoviště je umožněn pohodlný přístup a nic nebrání jeho rychlému opuštění.

Ke štíhlému pracovišti tedy neodmyslitelně patří zásady 5S a vizualizace, které jsou blíže představeny v kapitole 4.

3.3 Štíhlý layout

Pojmem layout chápeme prostorové (dispoziční) uspořádání strojů, materiálu a dalšího potřebného vybavení na daném prostoru. (Mašín, 2005)

Štíhlý layout je obvykle tvořen "páteří", která propojuje jednotlivé výrobní buňky a má podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 135) tyto parametry:

- Přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici.
- Minimalizuje přepravní vzdálenosti mezi operacemi.
- Má minimální plochy pro zásobníky a mezisklady.
- Dodavatelé jsou umístěni co nejbliže k zákazníkům.
- Trasy v něm jsou jednoduché a krátké.
- Umožňuje dosažení minimálních průběžných časů.

- Sklady jsou umístěny v místě spotřeby.
- Odstraňuje dvojnásobnou manipulaci.
- Umožňuje využití FIFO a tahový systém, kanban či DBR.
- Je flexibilní s ohledem na variabilitu produktů, výrobní množství a změny výrobního layoutu.
- Má nízké náklady na instalaci.

Existují rozdíly mezi layouty podniku orientovaného na hromadnou, sériovou a kusovou výrobu. Rozhodnout o tom, které prvky se v layoutu budou vyskytovat, ale není jednoduché. Ve výrobě velkého sortimentu je z různých příčin možné využít lineární uspořádání buněk i linek. V layoutu podniku vyrábějícího velký sortiment v malých sériích je nutné počítat s umístěním nadbytečných zdrojů (například stroj navíc), díky kterému bude možné předcházet negativnímu dopadu změny sortimentu na výrobu, nemožnosti vybalancovat výrobu produktů s různou časovou náročností a podobně. Layout pro velký sortiment by tak měl dosahovat přiměřené mobility strojů a zařízení zároveň s možností opakovaného využití tohoto zařízení. Příkladem mohou být zejména stavebnicové systémy pro materiálové zásobování. Využití těchto principů může pomoci výrazně snížit náklady na investice potřebné k výrobě produktů s krátkou délkou života. (Mašín, 2004, s. 85 - 86)

3.4 Produktivita

Každá výrobní společnost potřebuje systém ukazatelů, pomocí kterých může řídit a monitorovat procesy. Odlišnost výrobních ukazatelů se projevuje v tom, že jejich smyslem je poskytnout managementu výroby nástroj a vodítko k jejímu řízení. (Formánek, 2016, s. 6) Jedním z těchto ukazatelů je právě produktivita.

Keřkovský a Valsa (2012, s. 140) uvádí, že ve vyspělých státech je produktivita považována za jedno z klíčových strategických kritérií úspěšnosti a firmy v České republice se v porovnání s jejich zahraničními konkurenty z hlediska produktivity velmi liší.

Zejména ve společnostech se zahraniční účastí je produktivita srovnatelná nebo i vyšší než produktivita u zahraničních konkurentů. Přesto je nízká produktivita jednou z nejčastějších slabín většiny našich firem. Proto by jejímu růstu měla být věnována neustálá pozornost. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 128)

Nejznámější vzorec výpočtu produktivity je podíl výstupu a vstupu. Jedná se o jednoduchý pojem, avšak správně měřit a analyzovat produktivitu se často ukáže jako obtížné. V minulosti výpočet ztěžovala různorodost vstupů, dnes si však uvědomujeme, že správné určení položky výstupů je ještě náročnější. Podniky nemohou vyrábět pouze, aby vyráběly, musí vyrábět za účelem uspokojení zákaznických potřeb. V tom se pak odráží nejen množství, ale také kvalita a rychlost dodávek. (Maynard a Zandin, 2001, s. 198)

Výstup může být vyjádřen v jednotkách nebo objemech (tuny, litry, kusy, výrobky), případně v peněžních jednotkách ve formě ceny produkce apod. Vstupy se obvykle člení do několika kategorií - pracovní síla, výrobní zařízení, stroje, materiály, kapitál. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 27)

Produktivita práce, tedy informace o tom, jak hospodárně firma nakládá s lidskými zdroji, se podle Formánka (2016, s. 6) vypočítá jako podíl součtu všech normohodin a součtu skutečně spotřebovaných hodin výrobních dělníků. Produktivita práce je měřena v procentech.

$$\text{Produktivita práce (\%)} = \frac{\text{suma normohodin}}{\text{suma odvedených hodin}}$$

Stejný výpočet používá při definici produktivity Whitmore (1999, s. 9), který součtem normohodin míní násobek vyrobené produkce stanovenými časovými normami na 1 kus. Suma odvedených hodin pak představuje čas, který byl pro tuto produkci skutečně spotřebován.

Tento vzorec již zohledňuje i složitost výroby (vliv výrobního mixu). Musí však existovat časové normy pro výrobu každého výrobku a druhou podmínkou je evidence odvedených výrobních hodin. (Formánek, 2016, s. 7)

Cílem každé úspěšné společnosti by měl být systematický a trvalý rozvoj produktivity. K jeho dosažení může využít postup, který navrhnou Mašín a Vytlačil na obrázku 4.



Obr. 4 Kolo trvalého rozvoje produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 96)

Na toto navazují Keřkovský a Valsa (2012, s. 140) s tvrzením, že "předním firmám se lepší organizací práce daří zvyšovat produktivitu až o 80 %, snižovat investice až o 50 % a výrazně zkracovat průběžné doby výroby."

4 VYBRANÉ METODY VYUŽÍVANÉ PŘI ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

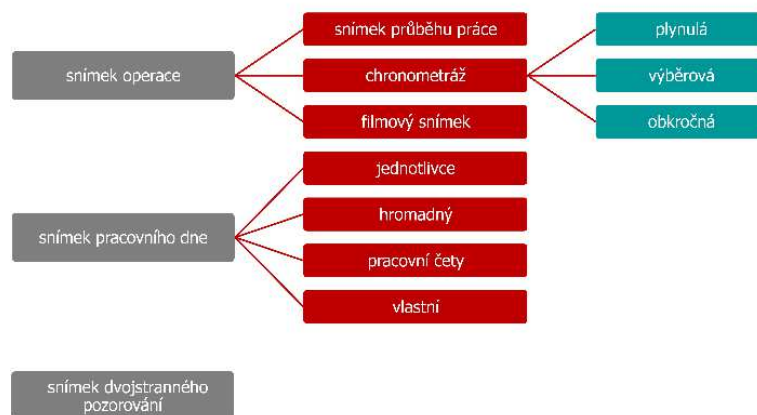
Metod průmyslového inženýrství, kterých může být využito při zlepšování procesů, je nespočet. Následující kapitola je proto věnována pouze malé části z nich.

4.1 Analýza a metody měření práce

Analýza a měření práce patří mezi základní znalosti průmyslového inženýra. Zahrnuje soubor nástrojů a metod, pomocí kterých lze změřit a zanalyzovat vykonávanou práci. Cílem analýz je především určení spotřeby času dané činnosti a identifikace plýtvání v procesu. (Pavelka, © 2014)

Spotřeba času může být stanovena na základě přímého či nepřímého měření, jehož výstupem je norma spotřeby času. Přímé měření je vykonáváno za pomoci stopek nebo hodinek. U nepřímého měření je vycházeno z předem definované spotřeby času, která danému pohybu nebo úkonu náleží. (Pavelka, © 2014)

Podrobnější dělení metod přímého měření práce je zachycen obrázkem níže.



Obr. 5 Dělení metod přímého měření práce (Pavelka, © 2014)

Výhody časových studií podle Salvendyho (2001, s. 1412) spočívají především v jejich snadném pochopení a v možnosti pozorovat celý cyklus, na základě čehož má pozorovatel příležitost navrhnout a iniciovat zlepšení stavu.

4.1.1 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne lze rozdělit na:

- Snímek pracovního dne jednotlivce.

- Hromadný snímek pracovního dne.
- Snímek pracovního dne čtyř.
- Vlastní snímek pracovního dne. (Pavelka, © 2014)

Další obsah kapitoly bude věnován pouze snímku pracovního dne jednotlivce, jelikož ten bude zpracován v analytické části diplomové práce.

Snímek pracovního dne zachycuje veškeré činnosti, které snímkováná osoba vykonává během směny. Může se v něm vyskytnout například i odchod na toaletu nebo vaření kávy. Tato analýza je podkladem při odstraňování nedostatků v pracovním procesu. (Princlík, © 2013)

Postup vypracování snímku pracovního dne rozděluje Princlík (© 2013) do tří fází:

- **Přípravná fáze** - upřesnění, co bude zaznamenáváno a na co bude samotný snímek zaměřen. V této fázi si pozorovatel může vytvořit vlastní tabulku se záhlavím pro začátek a konec činnosti, druh činnosti, případně další popis a poznámky, nebo může využít dříve připravenou šablonu. Formulář pro snímek pracovního dne představuje obrázek 6.
- **Vlastní měření** - zapisování prováděných úkonů v aktuálním čase s veškerými informacemi, které se k dané činnosti vztahují. Pozorovatel by se měl snažit, aby co nejméně zasahoval do běžného pracovního procesu. Případné poznámky, které jsou v této fázi vytvořeny, mohou být upřesněny v dalším rozhovoru se zaměstnancem.
- **Vyhodnocení** - sumarizace jednotlivých kategorizovaných činností. V této části jsou zjištěny minutové podíly a skutečné bilance vyjadřující spotřebu času v daných kategoriích.

Jelikož snímek pracovního dne zaznamenává veškerou spotřebu pracovního času během směny, jeho nevýhodou je časová náročnost analýzy a psychické zatížení pozorovatele i pozorované osoby. Výhodou jsou podrobné informace o průběhu pracovního dne. Výstupem analýzy jsou návrhy na odstranění plýtvání a rozborů ukazatelů výkonnosti společně s doporučením na odstranění odhalených překážek v procesech. Mezi jednodušší zlepšení současného stavu řešení lze zařadit zavedení metody 5S, ke složitějším patří například automatizace. (Pavelka, © 2014)

	Datum:	POZOROVACÍ LIST PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE	List č.:	
	Směna:		Pozoroval:	
	Od do:		Pozorovaný:	
Pracoviště:	Název stroje (ev. č.):			
Výrobek 1 (název, číslo):	Dosáhnutý výr. výkon:			
Výrobek 2 (název, číslo):	Dosáhnutý výr. výkon:			
Výrobek 3 (název, číslo):	Dosáhnutý výr. výkon:			
Postupný čas	Výpočet času		Symbol	Popis
	od	do	čas	
6:20:00				začátek pozorování
	6:20:00	6:23:30		výměna brusného kotouče
	6:23:30	6:28:00		konzultace s mistrem
	6:28:00	6:32:40		broušení rámu
	6:32:40	6:35:20		montáž bočních dílů k rámu
	6:35:20	6:45:30		svařování držáků
	6:45:30	6:46:30		odložení hotového výrobku
	6:46:30	7:02:50		manipulace - odvoz výrobků na sklad (8 ks)

Obr. 6 Formulář pro snímek pracovního dne vytvořený společností API (Pavelka, © 2014)

4.1.2 Momentové pozorování

Momentové pozorování lze využít pro všechny rozbory náplně pracovního dne. Při této metodě se nevyužívají časoměrné přístroje - pozorovatel zjišťuje počet výskytů pracovních dějů v průběhu směny a zjištěná data následně převede na procentní hodnoty, případně časové údaje. Jeho použití je výhodné zejména tehdy, když je potřeba zjistit spotřebu času u více pracovníků či strojů, nebo pokud jde o děje rozložené ve větším prostoru či delším období. (Novák a Šlampová, © 2007)

4.1.3 Chronometráž

Metodu studia pracovního procesu, pomocí které zjišťujeme skutečnou spotřebu času na zhotovení kusu nebo dávky, nazýváme chronometráž. Podle druhu snímků operace tuto metodu Novák a Šlampová (© 2007) dělí na:

- **Plynulou chronometráž** - spotřebu času pro všechny činnosti zkoumané operace pozorujeme nepřetržitě.
- **Výběrovou chronometráž** - nezkoumáme celou operaci, ale pouze vybrané pravidelně i nepravidelně se opakující úkony. Zároveň zaznamenáváme jen průběžný čas začátku a ukončení příslušného úkonu.

- **Obkročnou chronometráž** - pomocí této metody lze zjistit trvání velmi krátkých částí operace.
- **Snímek průběhu práce** - jedná se o kombinaci snímku pracovního dne a chronometráže, kdy pozorovatel zaznamenává nejen čas, ale i účel jeho použití. Využívá se u takových operací, jejichž průběh nelze předem stanovit.
- **Filmový snímek** - při něm je použito záznamové zařízení (kamera, fotoaparát). Výhodou je získání trvalého záznamu pracovních pohybů i spotřeby času.

4.1.4 Systém předem určených časů MOST

Mašín a Vytlačil (2000, s. 105) označují systémy předem určených časů za výsledek spojení toho nejlepšího z přístupu k měření a analýze práce pomocí časových studií, jejichž základy položil Frederick W. Taylor, a pohybových studií, které navrhli manželé Gilbrethovi.

Systémů předem určených časů je více, lze uvést například Methods Time Measurement (MTM-1), Work Factor System (WF), Basic Motion Time study (BMT), Universal Standard Data (USD) a Maynard Operation Sequence Technique (MOST).

Koncepce systému MOST se soustředí na přemísťování objektů. Vychází ze zjištění, že během přemísťování se vyskytují opakující se vzorce, jako je sáhnout, uchopit, přemístit a umístit objekt. Tyto vzorce jsou nyní uspořádány jako standardní sekvence pohybových prvků, které jsou uplatňovány při přemísťování objektu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 107 - 108)

Manuální práci lze popsat pomocí tří základních sekvencí aktivit MOST:

- **Obecné přemístění** - prostorové přemísťování objektu volně vzduchem.
- **Řízené přemístění** - přemísťování objektu, který během přemísťování zůstává v kontaktu s povrchem (například tlačení palety po povrchu pracovního stolu)
- **Použití nástroje** - použití běžných ručních nástrojů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 109)

Čtvrtá, méně používaná sekvence, je přemísťování objektů pomocí ručních jeřábů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 109)

Přehled sekvencí modelů a subaktivit uvádí tabulka 2.

Tab. 2 Sekvenční modely basic MOST (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 111)

TECHNIKA MĚŘENÍ PRÁCE BASIC MOST		
AKTIVITA	SEKVENČNÍ MODEL	SUBAKTIVITY
OBECNÉ PŘEMÍSTĚNÍ	A B G A B P A	A - AKCE NA URČITOU VZDÁLENOST B - POHYB TĚLA G - ZÍSKÁNÍ KONTROLY P - UMÍSTĚNÍ
ŘÍZENÉ PŘEMÍSTĚNÍ	A B G M X I A	M - PŘESUN ŘÍZENÝ X - PROCESNÍ ČAS
POUŽITÍ NÁSTROJŮ	A B G A B P A B P A	I - VYROVNÁNÍ F - UTÁHNOUT L - UVOLNIT C - DĚLIT S - POVRCHOVÁ ÚPRAVA M - MĚŘENÍ R - ZAZNAMENÁVÁNÍ T - MYŠLENÍ

Základní jednotka, která je při analýze basic MOST využita, se nazývá time measurement unit (TMU). 1 TMU = 0,036 sekundy.

Rodina systémů MOST

Od stanovení sekvence obecné přemístění se rodina systémů MOST značně rozrostla. Jednotlivé systémy jsou navrženy takovým způsobem, aby poskytovaly optimální kombinaci přesnosti analýzy, podrobnosti a rychlosti, podle potřeby aplikace. Do rodiny patří (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 117 - 118):

- **Basic MOST** - obecné operace, které se pravidelně opakují, počet opakování od 150 do 1 500 opakování týdně. Analyzovaná operace může trvat od několika sekund do 10 minut, nejčastěji cykly u Basic MOST trvají 0,5 až 3 minuty.
- **Maxi MOST** - neopakované operace, které jsou vykonávány méně než 150 krát za týden. Tyto operace mají četnost cyklů od méně než 2 minut po několik hodin.
- **Mini MOST** - opakované operace s počtem výskytu více než 1 500 krát týdně. Operace s touto četností dosahují délky cyklu méně než 1,6 minuty, typicky 10 sekund.
- **Clerical MOST** - využití pro administrativu.

Příklad použití systému basic MOST zachycuje obrázek 7.

Pořadové číslo	Popis operace	Použití rukou	Sekvence						A - Navrat	Frekvence	TMU	
			OP	ABG - Získat			ABP - Položit					
				MXI - Přemístit/Spustit								
				ABP - Položit			Nástroj	ABP - Položit stranou				
				ATK - Získat			FVL - Položit			VPT - Položit stranou		
1	P Uchopit výrobek vzdálený 1 krok a umístit jej na nástroj	OP	A 3 B 0 G 1	A 3 B 0 P 3				A 0	1	100		
2	O Upevnit výrobek dvěma otočeními zápěstím	NF	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	F 6	A 0 B 0 P 0	A 0	1	60			
3	P Upevnit výrobek dvěma rázy zápěstím	NF	A 3 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	F 6	A 1 B 0 P 1	A 0	1	160			
6	L Spustit cyklový čas trvající 29s	RP	A 1 B 0 G 1	M 1 X 81 I 0			A 0	1	840			
8	P Ukončit cyklus uvolněním páky	RP	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0			A 0	1	30			
9	O Uvolnit výrobek dvěma rázy zápěstím	NL	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	L 6	A 1 B 0 P 1	A 0	1	120			
10	P Uvolnit výrobek dvěma otočeními zápěstím	NL	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	L 6	A 0 B 0 P 0	A 0	1	80			
11	O Vyjmout hotový výrobek	OP	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0			A 0	1	20			
12	O Očistit výrobek vzduchovou pistolí	NS	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	S 6	A 1 B 0 P 1	A 0	1	120			
13	P Odložit hotový kus do přepravky vzdálené 1 krok	OP	A 0 B 0 G 0	A 3 B 0 P 3			A 0	1	60			
Celková spotřeba času:				0,95			57,19			1590		
				minut			sekund			TMU		

Obr. 7 Příklad použití systému basic MOST (Pavelka, © 2014)

4.2 5S a vizualizace

Cokoliv, co komplikuje nezbytnou práci, tvoří překážku na cestě ke spokojenému zákazníkovi a tím brání možnosti zákazníka uspokojit, způsobuje firmám plýtvání a z toho plynoucí náklady. Jakákoli společnost, která se zabývá ať už výrobou nebo službami, by při zlepšování procesů měla začít odstraněním takového plýtvání, zavedením 5S a standardizací. (Imai, 2005, s. 69) 5S jedna ze základních metod průmyslového inženýrství, která je zaměřena na vytvoření a udržení organizovaného pracovního prostředí. (Srinivasan, 2016, s. 364)

Název 5S vychází z pěti japonských slov, která představují systémový postup v pěti na sobě navazujících krocích (Bauer a Haburaiová, 2015, s. 118):

- **Oddělit (vytřídit)** – v prvním kroku se zbavíme všech nepotřebných zařízení, strojů a dílů, které se na pracovišti vyskytují.
- **Srovnat** – zajistíme veškeré potřebné nástroje a zařízení, které je nutné k výkonu práce. Tomuto vybavení vytvoříme prostor, aby bylo na svém místě, snadno k nalezení a blízko pracoviště, kde je potřeba ho použít.
- **Udržovat** – stanovení pravidel (standardů) se záměrem udržení nového uspořádání.
- **Standardizovat** – stanovení pravidel pro probíhající procesy na pracovišti.

- **Udržovat a zlepšovat** – provádíme pravidelné kontroly (audity) dodržování standardů a dále je zlepšujeme, například na základě podnětů pracovníků.

Úspěšné zavedení metody 5S neznamena, že pověřený pracovník (nejčastěji lean či kaizen koordinátor) vypracuje standardy pravidelného úklidu a čištění, vizualizuje se ideální stav a popis 5S na nástěnce, který zaměstnanci dodržují. Implementování 5S neznamena, že zaměstnanci znají z paměti „seiri, seiton, seiso...“. (Bauer a Haburaiová, 2015, s. 75)

Úspěch zavedení 5S spočívá na přijetí této metody všemi zaměstnanci. Každý musí přesně znát účel 5S, přínosy, které z něj plynou pro firmu i pro ně samotné, ale nejdůležitější je proaktivita samotných zaměstnanců. Management firmy by jim při tom měl jít příkladem. (Bejčková, 2016, s. 29) Ideální stav nastane tehdy, když zaměstnanci pochopí její důležitost pro správné fungování všech procesů. (Bauer a Haburaiová, 2015, s. 76)

Bejčková (2016, s. 27 – 28) jako přínosy zavedení metody 5S vnímá:

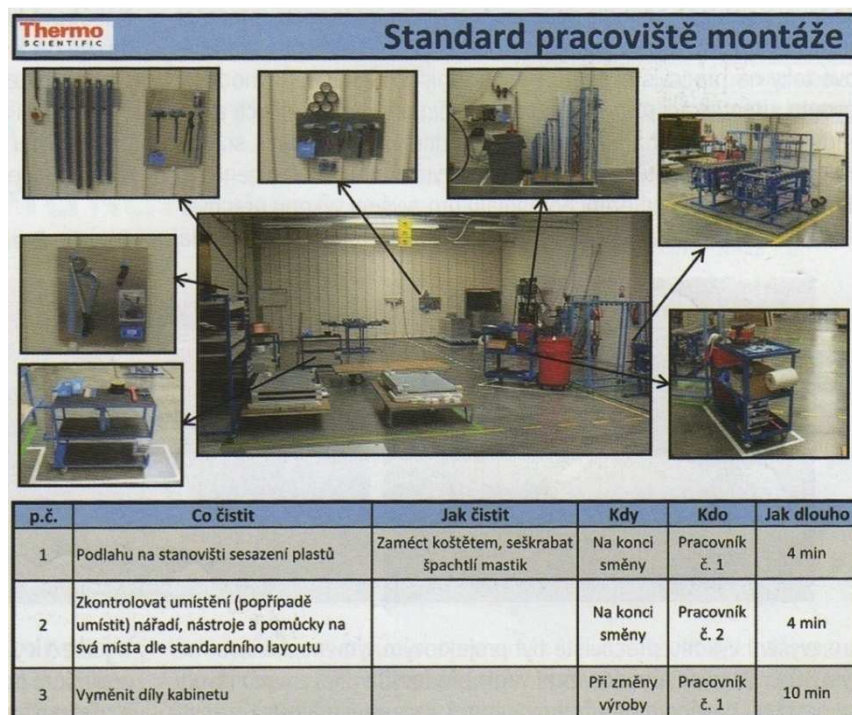
- **Jasnou vizualizaci a redukci plýtvání**, například eliminaci nadbytečných zásob pomocí označení minimální a maximální výše, předcházení chybám pomocí vizualizace, chybu vzdorných pomůcek a odstranění zbytečných pohybů.
- **Zlepšení materiálového toku** jako důsledek zavedení vizualizace a dodržování standardů.
- **Změnu podnikové kultury k lepšímu** zapojením všech pracovníků do zavádění 5S, čímž dostanou možnost sami zlepšit své pracoviště a usnadnit práci.
- **Zvýšení kvality a bezpečnosti práce.**
- **Zlepšení pracovního prostředí.**

Implementaci programu 5S lze provést v organizaci libovolné velikosti. Ať už se jedná o společnost s dlouholetou tradicí zaměřenou na automotive, nebo začínající firmu. Cílem může být snížení plýtvání, definování jednotných komunikačních forem, nebo nárůst roční produkce. (Wastradowski, 2016)

Podle Bejčkové (2016, s. 30) je prokázáno, že pomocí 5S lze dosáhnout snížení stavu zásob až o 80 %, zkrácení doby montážních operací až o 30 %, zlepšení kvality až o 10 – 20 % a redukci potřebného pracovního prostoru až o 20 – 40 %.

Náklady na zavedení se různí, jeden zdroj je však vždy potřeba - lidé. Minimálním nákladem je čas na školení pracovníků, aby byli schopni své pracoviště sami organizovat a čistit za použití nezbytného vybavení. (Wastradowski, 2016)

5S systém je navržený tak, aby vytvořil vizuální pracoviště. Takové pracovní prostředí, které je samovysvětlující, schopné sebeorganizace a sebezlepšování. (Pascal, 2007, s. 31) Aby pracovníci mohli maximalizovat svoji produktivitu, je vhodné mu poskytnout informace a instrukce o jednotlivých prvcích pracovního úkonu jasně viditelným způsobem. Když jsou normální stav a odchylka od něj jasně a vizuálně definovány, hovoříme o **vizuálním managementu**. Ten využívá jednoduché vizuální nástroje k určení cílového stavu, přičemž každá odchylka od normálu je řešena nápravným opatřením. (Bauer a Haburaiová, 2015, s. 129)



Obr. 8 Ukázka standardu 5S (Dlabač, 2010, s. 14)

4.3 Standardizace

Heřman (2001, s. 84) standardizaci definuje jako "dynamicky probíhající a systematicky realizovaný proces výběru, sjednocování a účelné stabilizace jednotlivých prvků procesů, řešení, postupů a činitelů, jakož i výstupů, činností a informací ve výrobním procesu."

Pro Pascala (2007, s. 29 - 30) jsou standardy základním kamenem toho, co se má dít. Představují jasný obraz požadovaného stavu, díky čemu umožňují srovnání - v případě výskytu abnormalit je možné je ihned odhalit a provést nápravná opatření. Dodržování standardů je základem dokonalosti, přestože pro mnohé firmy výraz standard představuje tlustý manuál plný nečitelného textu.

Se standardizací se setkáváme v etapě předvýrobní, ve výrobním procesu i ve fázi prodeje, přičemž jejím cílem je systematicky snižovat a zabraňovat nežádoucím nahodilým jevům v procesu. Výsledkem standardizačního procesu je pak standard, který může nabývat podobu normy, vzoru nebo předpisu. (Heřman, 2001, s. 84)

Navržené standardy jsou podle Maynarda a Zandina (2001, s. 251) neocenitelným nástrojem sloužícím k porozumění a organizaci práce. Jsou předpokladem pro nastavení smysluplných cílů a zdrojem objektivní zpětné vazby. Měly by být založeny na využití vhodných metod. Neměly by zahrnovat žádné zbytečné pohyby ani nebrat v úvahu nestandardní podmínky. Vytvářet by se měly podle průměrného zapracovaného pracovníka, pracujícího normálním tempem v normálních podmínkách.

Bez pracovních standardů se neobejdeme ani v případě velkého sortimentu. Z hlediska typu standardů je potřeba pokrýt oblast standardů "co - jak", tedy jaké potřebné pracovní činnosti má operátor provést na příslušném pracovišti k výrobě jednoho kusu daného výrobku ve správném pořadí, čase i kvalitě bez vlivu na zdraví. Zároveň je zapotřebí věnovat pozornost oblasti standardů typu "co - když", které umožní operátorovi vyřešit na konkrétním pracovišti danou nestandardní situaci, která by jinak bránila plynulosti toku výroby - jednoduchá oprava, seřízení, výskyt vady apod. (Mašín, 2004, s. 78)

Z pohledu standardizace se tedy zaměřujeme na to, aby mohly být potřebné činnosti vykonány bez větších nejasností, přičemž lze využít standardní sled operací, standardní časy pro vykonání operací, standardní pomůcky a nástroje a standardní uspořádání pracovišť. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 67 - 68)

„Zásadním úkolem při implementaci standardizace je nalezení oné rovnováhy mezi tím, že se zaměstnancům předají závazné postupy na jedné straně, a tím, že se jim poskytne volnost k inovování a k důslednému tvořivému přístupu při plnění náročných cílů v oblasti nákladů, jakosti a dodávek na straně druhé. Klíč k dosažení této rovnováhy spočívá v tom, jak jsou tyto standardy formulovány, jakož i v tom, kdo k nim přispívá.“ (Liker, 2007, s. 191)

K uvedenému Košturiak a Frolík (2006, s. 88) doplňují, že podnikové standardy by měly být maximálně stručné, jednoduché a vizualizované, jednoznačné, schopné sledovat plnění standardů a zároveň by měly být schopné rychlé změny při změně parametrů procesu.

5 SHRNU TÍ POZNATKŮ TEORETICKÉ ČÁSTI

S průmyslovým inženýrstvím se zatím setkáme spíše ve výrobních společnostech, než ve službách. Dnešní konkurenční prostředí je charakteristické zvýšenou konkurencí, rostoucí poptávkou po individualizované produkci a technologickými inovacemi. Tyto skutečnosti dramaticky ovlivnily podobu dnešní výroby. K uspokojení zákaznických požadavků podnik musí dosahovat vysoké flexibility, zkracovat dodací termíny a zároveň snižovat náklady na výrobu malých objemů produkce. Jako ideální odpověď na tyto požadavky se jeví štíhlý přístup k řízení výroby.

Štíhlý podnik vykonává pouze to, co vyžaduje zákazník, rychleji než konkurence s vynaložením menších nákladů. Klíčovým pojmem spojovaným se štíhlou výrobou je plýtvání. Plýtvání představuje všechno, co zvyšuje náklady na výrobek nebo službu, bez toho aniž by zvyšovalo jejich hodnotu.

Každá společnost používá vlastní systém ukazatelů, pomocí kterých řídí a monitoruje procesy. Jedním z těchto ukazatelů je produktivita, která je ve vyspělých státech považována za jedno z klíčových strategických kritérií úspěšnosti firmy. Cílem každé společnosti by proto měl být systematický a trvalý rozvoj produktivity. K jeho dosažení lze využít postup se třemi stále se opakujícími a na sebe navazujícími kroky - měření a porovnávání produktivity - zlepšování metod - stanovení standardů.

Jakékoliv zlepšování procesů by mělo začít odstraněním plýtvání, zavedením metody 5S a standardizací. 5S je jedna ze základních metod průmyslového inženýrství, která si klade za cíl vytvořit a udržet ve společnosti čisté a organizované pracoviště. S metodou 5S úzce souvisí standardizace, tedy základní kámen toho, co se má dít. Právě standardy jsou předpokladem pro nastavení smysluplných cílů a zdrojem objektivní zpětné vazby.

Dalším z přístupů ke zlepšování procesů je analýza a měření práce. Spotřeba času je speciálními analýzami stanovena na základě přímého měření (pomocí stopek či hodinek), nebo nepřímého měření, které vychází z předem definované spotřeby času, která danému pohybu či úkonu náleží.

Na základě poznatků z teoretické části bude v praktické části nejprve pomocí představených vybraných metod průmyslového inženýrství analyzován současný stav linky finální montáže izolačních dveří ve společnosti Schott Flat Glass CR, s. r. o. Následně bude vypracován projekt za účelem zlepšení výchozího stavu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 SPOLEČNOST SCHOTT FLAT GLASS CR, S. R. O.

Společnost SCHOTT Flat Glass CR je součástí mezinárodního technologického koncernu, který se více než 130 let zaměřuje zejména na průmyslové odvětví domácích spotřebičů, elektroniku, optiku, solární energii, farmaceutický průmysl a automobilový průmysl. Ve 35 zemích světa zaměstnává více než 15 000 zaměstnanců. (SCHOTT, © 2016)

Firma SCHOTT Flat Glass CR sídlí ve Valašském Meziříčí a do obchodního rejstříku byla zapsána dne 26. ledna 1998. K 1. 1. 2016 zaměstnávala 278 zaměstnanců. Hlavním předmětem podnikání společnosti je zpracování plochého skla a skleněných výrobků určených pro domácí spotřebiče. Dělí se dále na dvě divize:

- Home Appliance – divize vyrábí skleněné části dvířek a ovládacích panelů pro bílou techniku.
- Food Display – divize je zaměřena na výrobu prosklených částí chladících vitrín určených jak pro supermarkety, tak i pro privátní zákazníky. Dále nabízí dovybavení existujících chladících vitrín a tím výrazné úspory spotřeby elektrické energie. (interní materiály)

Mezi přední zákazníky společnosti patří obchodní řetězce Ahold, TESCO, Penny market, dále také Miele, Liebherr, Mecalit, Carrier, Carter, Norpe a Ahmer Yar.

6.1 Kultura společnosti

Vizí společnosti je učinit SCHOTT součástí života všech lidí.

Misí společnosti je umožňovat zákazníkům dosáhnout úspěch prostřednictvím unikátních řešení založených na zkušenostech se sklem, využití speciálních materiálů a vynikajících technologií. (SCHOTT, © 2016)

Základní *hodnoty*, které jsou uznávány, lze popsat následovně:

- Vím, kdo je můj zákazník a chovám se podle toho.
- Oceňuji ty, kteří zlepšují úroveň naší společnosti.
- Dodržuji stanovená pravidla.
- Na schůzky chodím včas a připraven.
- Jednám otevřeně a dávám zpětnou vazbu.

- Aktivně se účastním zlepšování.
- Zadáám úkol, ověřím pochopení a kontroluji plnění. (interní materiály)

6.2 Průmyslové inženýrství ve společnosti

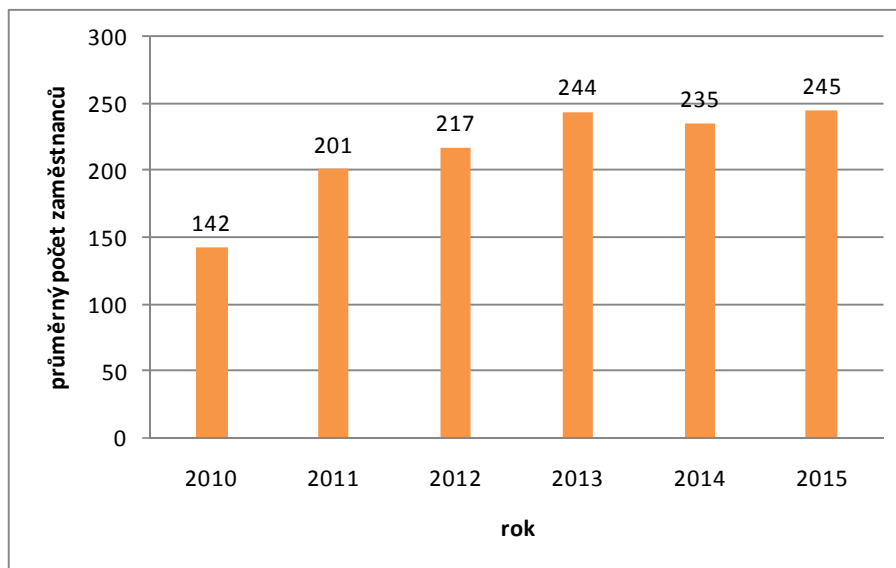
Společnost SCHOTT Flat Glass CR ve své organizační struktuře nemá vyčleněno oddělení průmyslového inženýrství. Každá divize (Food Display i Home Appliance) má k dispozici 3 průmyslové inženýry, kteří spadají pod vedoucího provozu dané divize. Další 2 pracovníci, kteří jsou odpovědní jednateli společnosti a účastní se zlepšovacích aktivit a implementaci štihlých metod v obou divizích jsou specialista štihlé výroby a technik štihlé výroby. Při zpracování analýzy v diplomové práci bude vycházeno zejména z vlastních pozorování na pracovišti výrobní linky a také z interních materiálů a informací poskytnutých paní Janou Neckářovou, která v současnosti zastává funkci průmyslového inženýra v divizi Food Display. Začlenění jednotlivých pracovníků PI v organizační struktuře je znázorněno v *příloze P I*.

6.3 Přehled základních ukazatelů společnosti

Následující kapitola je věnována vývoji počtu zaměstnanců společnosti, analýze produktivity práce a vývoji hospodářského výsledku.

6.3.1 Vývoj počtu zaměstnanců

Graf 1 znázorňuje vývoj počtu zaměstnanců v letech 2010 - 2016. Z grafu je patrné, že od roku 2010 stav zaměstnanců až do roku 2013 stoupal. Tento vývoj způsobila výrazná změna, která proběhla v roce 2010. V divizi Food Display proběhl transfer výroby ze švédské Arviky do Valašského Meziříčí. Tímto transferem vznikly nové pracovní pozice jak v dělnických, tak v technických pozicích. Pokles v roce 2014 byl zapříčiněn aktivitami zaměřenými na zvyšování efektivity výrobních procesů, kdy odcházející zaměstnanci již nebylo nutné nahrazovat novými. Do tohoto údaje nejsou započítáni zaměstnanci v mimo evidenčním stavu, například na mateřské dovolené.



*Graf 1 Vývoj průměrného počtu zaměstnanců za posledních 6 let
(Zpracováno dle: výroční zprávy společnosti)*

6.3.2 Analýza produktivity práce

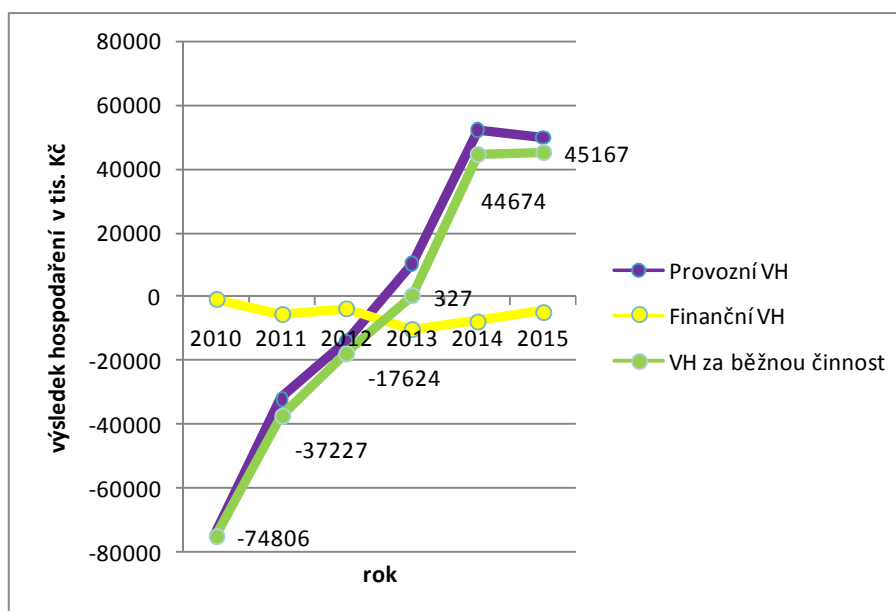
V tabulce 3 je vypočítána roční produktivita práce připadající na jednoho zaměstnance. Spočítá se jako podíl výkonů a průměrného evidenčního počtu zaměstnanců. Jak lze vidět v tabulce, významný nárůst proběhl v roce 2011. V tomto roce na jednoho zaměstnance připadalo 2 496 tis. Kč tržeb, ovšem s mezioččním nárůstem produktivity o 44,51%. Naopak v roce 2015 byla dynamika produktivity záporná. Objem výkonů byl přibližně stejný jako v předchozím roce, ovšem průměrný evidenční počet zaměstnanců vzrostl o 10.

Tab. 3 Analýza produktivity práce připadajícího na jednoho zaměstnance v letech 2010 - 2015 (Zpracováno dle: výroční zprávy společnosti)

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Výkony (tis. Kč)	245 269	501 697	577 776	701 927	792 342	794 001
Průměrný evidenční počet zaměstnanců	142	201	217	244	235	245
Roční produktivita práce na 1 zaměstnance (tis. Kč)	1 727,25	2 496	2 662,56	2 876,75	3 371,67	3 240,82
Dynamika produktivity práce	x	44,51%	6,67%	8,04%	17,20%	-3,88%

6.3.3 Vývoj hospodářského výsledku

Vývoj hospodářského výsledku společnosti SCHOTT Flat Glass CR zobrazuje graf 2. Lze vyčíst, že se postupně hospodářská situace společnosti zlepšuje. Jako u většiny firem, i zde došlo k ovlivnění finančních výsledků hospodářskou krizí. Rok 2009 byl zaměřen na vyrovnání se s jejím dopadem, a to hlavně v oblasti snížených prodejů oproti plánu a na stabilizaci prodejů ve výrobě v divizi Home Appliance. Zlepšení významně přispěl i přesun výroby rámců pro chladicí boxy ze Švédské Arviky do divize Food Display ve Valašském Meziříčí. Tyto změny se projevily od roku 2010. Vývoj hospodářského výsledku mezi lety 2014 - 2015 vykazuje pouze mírný nárůst. Vliv na tento vývoj má měnící se obchodní situace na trhu a s tím související klesající objem prodejů. Zákazníci, kteří byli pro společnost v minulosti silnými partnery, již nejsou, a naopak.



Graf 2 Vývoj výsledku hospodaření v letech 2010 - 2015 (Zpracováno dle: výroční zprávy společnosti)

6.4 Výrobní program

Divize Food Display je zaměřena na výrobu prosklených dveřních systémů chladících vitrín a mrazících boxů, posuvných dveřních systémů, pasivních prosklených dveří pro mrazicí boxy a vitríny (s nulovým odběrem elektrické energie). V současné době se jedná o 15 výrobních rodin s více než 400 variantami výrobků.

SCHOTT Termofrost® je značkou prosklených dveřních systémů pro komerční využití. Jedná se o inovativní a cenově dostupná řešení pro skladování a prezentaci potravin v obchodních řetězcích, která mají za cíl:

- Snížit spotřebu elektrické energie až o 65%.
- Nabídnout dokonalou prezentaci zboží.
- Podpořit dodržení potravinářských zákonů. (SCHOTT, © 2016)

6.4.1 Prosklené dveřní systémy pro mrazící boxy

Mezi tyto produkty patří například:

- SCHOTT Termofrost® CRS (Cold room glass).
- SCHOTT Termofrost® ECO-Clear - nevytápěné dveřní systémy ve variantách ECO-Clear AGD (All-glass door, pro lepší prezentaci zboží) a ECO-Clear X (s hliníkovými lištami, které zaručí delší životnost).

6.4.2 Prosklené dveřní systémy pro chladící vitríny

Zde se řadí systémy:

- SCHOTT Termofrost® CRS.
- SCHOTT Termofrost® AGD 3 (All-glass door system).
- SCHOTT Termofrost® SDS 2 (Sliding door system).
- SCHOTT Termofrost® SGD (Single glass door system).

Vybrané dveřní systémy jsou pro lepší představu zobrazeny na obrázcích 9 a 10.



Obr. 9 Dveřní systémy AGD 3 a SDS 2 (vlastní zpracování)



Obr. 10 Dveřní systémy SGD a ECO-Clear (vlastní zpracování)

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Následující kapitola je věnována analýze současné situace výrobní linky. Začíná popisem výrobní linky, která je předmětem vykonávaných analýz, pokračuje představením výrobních rodin a výběrem 4 z nich k bližšímu zkoumání. Dále je popsán výrobní postup izolačních dveří na této lince. Nakonec následují jednotlivé analýzy.

7.1 Charakteristika výrobní linky

Předmětem zkoumání je výrobní linka finální montáže standardních dveří, která byla pořízena za cílem snížení výrobního takt time a zvýšení produktivity montáže standardních dveří oproti starému způsobu výroby na otočných montážních stolech. Linka byla navržena tak, aby umožňovala výrobu všech standardních dveří v rozměrech od 214 x 312 mm až do velikosti 915 x 2133,5 mm. Do provozu byla uvedena 24. 11. 2015.



Obr. 11 Výrobní linka finální montáže (vlastní zpracování)

Výrobní linku obsluhují 3 pracovníci v jedné směně, v případě potřeby s přesčasy. Náplní jejich práce je sestavení jednotlivých dílů dveří do finální podoby produktu. První 2 zaměstnanci v průběhu směny pracují na stejném pracovním místě, které mají možnost si výškově přizpůsobit. Třetí pracovník provádí finální kontrolu a balení pro výrobní linku i otočné montážní stoly.

Jednotlivé palety se skly a materiálové komponenty potřebné k výrobě doplňují 2 pracovnice zásobování. Pracovníci montáže získají informace o zakázce z průvodky přiložené k paletě se skly, podle které jsou následně finální výrobky i označeny a zabaleny.

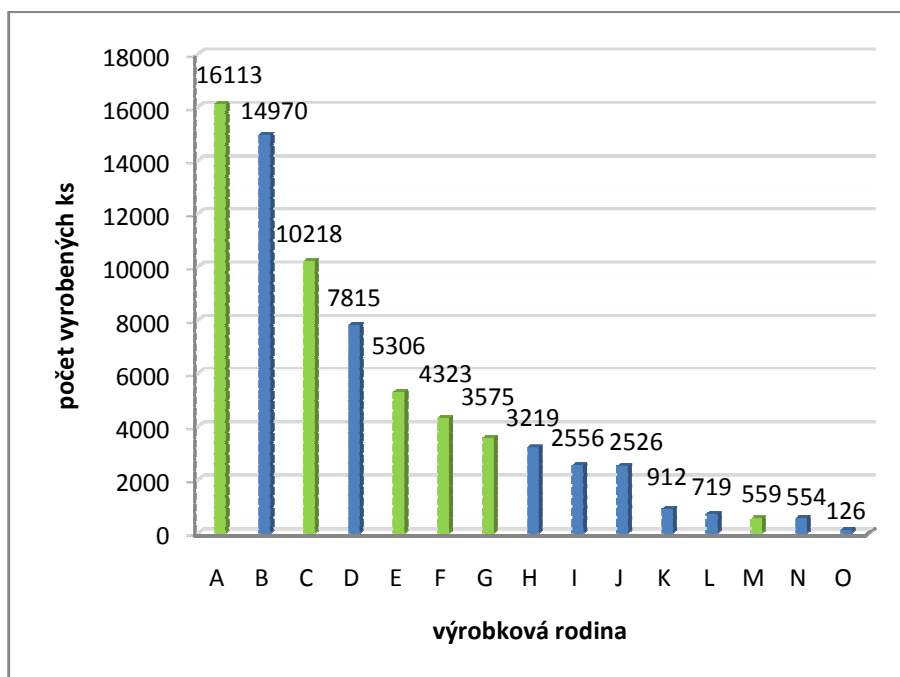
Výchozí layout výrobní linky je k dispozici v *příloze P II*. Tok výroby je jednosměrný, zleva doprava.

7.2 Představení výrobních rodin

Jak již bylo zmíněno, v současnosti společnost nabízí 15 výrobních rodin s širokým výběrem variant, dle požadavků zákazníka. Jedná se o rodiny AGD1, AGD2, AGD3, ECO Clear, ECO AGD, ECO AGD VQL, ECO-X, SA, SDS1, SDS2, SGD, Standard LT, Standard NT, Standard M3 a Standard Retrofit. Za účelem zachování obchodního tajemství budou dále jednotlivé rodiny označovány písmeny A - O.

Graf 3 zachycuje objem vyrobených kusů izolačních dveří všech rodin za rok 2015. Zeleně jsou vyznačeny rodiny, které byly vyráběny na otočných montážních stolech a nyní je prováděna jejich montáž i na lince. Izolační dveře rodin B, D, H – L, N a O nelze z konstrukčních důvodů vyrobit na lince ani otočných montážních stolech, proto mají svá vlastní montážní pracoviště.

Přestože výrobní rodina A je nejčastěji vyráběným artiklem, racionalizaci montáže a balancování výroby nelze zaměřit pouze na ni. K montáži nedochází ve velkých sériích ale v menších dávkách, podle zákaznických objednávek. Během jedné směny je pak možné na lince pozorovat buď montáž jediné rodiny, dvou rodin, případně i kombinaci všech.



Graf 3 Objem vyrobených ks izolačních dveří za rok 2015 (interní materiály, vlastní zpracování)

7.3 Výrobní postup

Následující výrobní postup popisuje montáž izolačních dveří rodiny A. Výroba začíná na **pozici číslo 1**, kdy pracovník uchopí rám, umístí jej na linku a provede montáž v rámu. Následně pomocí zvedacího zařízení VACULEX uchopí izolační sklo z palety a přemístí jej na přípravný stůl. Z izolačního skla odstraní korky, ořeže přebytečný polysulfid, a připraví kabely. U jiných rodin provede další úpravy, např. sejme rožek ochranné folie ze skla a nalepí na něj štítek s informacemi a podobně. Po ukončení úprav izolačního skla jej pomocí VACULEXu přemístí k lince a vloží jej do připraveného rámu. Sklo poklepe gumovým kladívkem, aby se uchytilo k lepicí pásce umístěné v rámu. Nakonec vloží mechovky, zatlačí kabely a uloží je do plastové průchodky. Poté polotovar posune do bufferu mezi pozicí 1 a 2.

Následující pracovník uchopí dveře a ustaví je na **montážní pozici 2**. Zde provede montážní operace také dle typu dveří. U rodiny A se jedná o instalaci topného kabelu, uložení kabelového výstupu, instalaci uzemnění, elektromontáž. Po provedení těchto úkonů aplikuje do rohů tavné lepidlo a těsnící hmotu. Následně pomocí kladívka naklepe do rámu plastové lišty. Nakonec dveře posune do bufferu před finální kontrolu.

Pracovník **finální kontroly** uchopí dveře a ustaví je na finální pozici linky. Zde napojí dveře na testovací sondu a za pomoci válečku upevní gumové těsnění. Poté provede kontrolu upevnění gumového těsnění a v rozích skel nalepí štítky s firemním logem. Během této doby počítač otestuje správnou funkčnost elektrické instalace. Pokud je test v pořádku, tiskárna vytiskne výrobní štítek, který pracovník nalepí na rám dveří. Pokud vyrobené dveře testem neprojdou, pracovník je z linky odebere, umístí do prostoru pro neshodné výrobky a informuje o výsledku testu technika kvality. Zkontrolované vytápěné dveře, které úspěšně prošly testem, za pomoci VACULEXu přemístí na kontrolní stůl a otočí je. V případě, že se jedná o nevytápěné dveře, je pracovník na sondu nenapojuje a ihned po kontrole gumového těsnění a nalepení štítků je přemístí na kontrolní stůl. Na kontrolním stole zkontroluje funkčnost torzní pružiny, zabrousí rohy rámu a nasadí na ně polystyreny, které upevní lepicí páskou. Hotový výrobek pak pomocí VACULEXu přemístí do připraveného balíku.

Výrobní postup vyhřívaných dveří je zobrazen procesní analýzou na obrázku 12.

č.	činnost	operace	transport	kontrola	čekání	vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků
1	transport rámu		→			2,5	0,222	1
2	montáž vnitřních pantů	○					0,394	
3	montáž kolíků	○					0,411	
4	montáž vaničky a aretační pružiny	○					0,190	
5	montáž torzní pružiny	○					0,284	
6	kontrola torzní pružiny			□			0,081	
7	sejmutí ochranné folie	○					0,269	
8	vložení mechovek, podložek	○					0,305	
9	montáž podkovy, security plate	○					0,500	
10	transport skla na přípravný stůl		→			2,3	0,293	
11	odstranění korku, očištění, odmaštění	○					0,994	
12	transport izolačního skla na linku		→			2,1	0,347	
13	založení do rámu	○					0,281	
14	uložení kabelů	○					0,122	
15	transport do bufferu		→			2,5	0,113	
16	čekání				D		1,288	
17	transport na 2. montážní pozici		→			2,5	0,236	1
18	uložení kabelového výstupu, instalace uzemnění	○					0,543	
19	instalace topného kabelu	○					1,106	
20	elektromontáž	○					1,230	
21	aplikace tavného lepidla	○					1,054	
22	aplikace těsnící hmoty	○					0,333	
23	montáž plastových lišt	○					1,449	
24	posun do bufferu		→			2,5	0,120	
25	čekání				D		0,250	
26	posun na finální kontrolu		→				0,097	1
27	montáž gumového těsnění	○					0,547	
28	kontrola gumového těsnění			□			0,316	
29	testování dveří testovací sondou			□			0,271	
30	lepení štítků	○					0,706	
31	transport na kontrolní stůl		→			1,3	0,496	
32	kontrola torzní pružiny			□			0,116	
33	zabroušení rohů	○					0,237	
34	nasazení polystyrenu	○					0,212	
35	transport do balíku		→			2,5	0,409	
	Celkem - četnost	20	9	4				3
	Celkem- součet časů (min)						15,821	
	Celkem - součet vzdáleností (m)					18,2		

Obr. 12 Procesní analýza výroby vyhřívaných dveří (vlastní zpracování)

7.4 Vývoj produktivity práce

V tabulce 4 je zachycen celkový objem výroby izolačních dveří na montážní lince od listopadu 2015 do března 2016. Nízký počet vyrobených kusů v prvních dvou měsících je způsoben zaváděním montážní linky do provozu na konci listopadu a celozávodní dovolenou ve dnech 21. 12. 2015 - 1. 1. 2016.

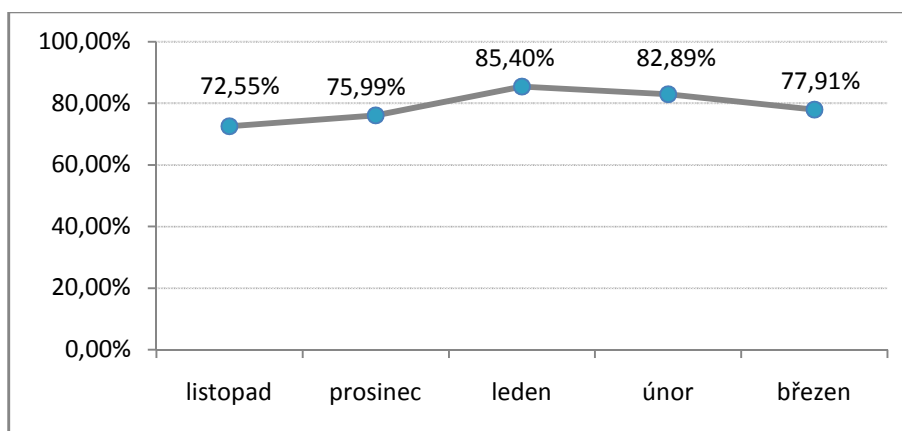
Tab. 4 Počet vyrobených ks na montážní lince (vlastní zpracování)

Měsíc	Výrobní rodina			
	A	C	E	F
Listopad '15	143	67	32	70
Prosinec '15	214	416	57	283
Leden '16	941	309	197	111
Únor '16	451	310	319	244
Březen '16	576	301	260	158

Na základě údajů o vyrobených počtech kusů v jednotlivých dnech a stávajících norem spotřeby času na výrobu 1 kusu izolačních dveří příslušné rodiny byla vypočtena normovaná spotřeba času potřebná pro výrobu. Produktivita práce byla vypočítána vzorcem:

$$\text{Produktivita práce (\%)} = \frac{\text{suma normohodin}}{\text{suma odvedených hodin}}$$

Výsledná produktivita práce za jednotlivé měsíce je znázorněna grafem 4 a byla vypočtena jako aritmetický průměr produktivity práce všech výrobních dní v příslušném měsíci.



Graf 4 Vývoj produktivity práce na montážní lince listopad 2015 - březen 2016 (vlastní zpracování)

Přestože měla produktivita práce na montážní lince od doby uvedení do provozu rostoucí tendenci, od měsíce února se projevil její negativní vývoj způsobený postupným zaučováním nových pracovníků a přesunutím veškerých montážních operací na první 2 montážní pozice tak, aby se pracovník finální kontroly věnoval pouze kontrole pro linku i 2 montážní otočné stoly. Vhodnými úpravami layoutu a rozdělením pracovních činností mezi operátory bude určitě možné dosáhnout pozitivního posunu.

7.5 Montážní pozice 1

Náplň práce operátora na tomto stanovišti je především montáž v rámu a příprava izolačního skla. Podle vyráběného typu dveří se může jednat o 8 až 13 různých montážních operací. Nejméně operací vyžadují dveře rodiny F, jelikož jsou už předpřipraveny na jiném pracovišti ve výrobní hale a není tak nutné provádět montáž v rámu. Nevýhodou současného vybavení na lince je, že přípravný stůl neumožňuje otočit tyto dveře jedinému pracovníkovi a je potřeba, aby mu pomohl operátor ze stanoviště 2, případně doplňovači materiálu. Nejvíce operací je prováděno na dveřích rodiny C, kdy je navíc oproti ostatním výrobkům potřeba aplikovat hliníkovou pásku po obvodu izolačního skla, odlepit roh ochranné folie na skle a nalepit štítek. Rozvržení montážní pozice 1 zobrazuje obrázek 13.



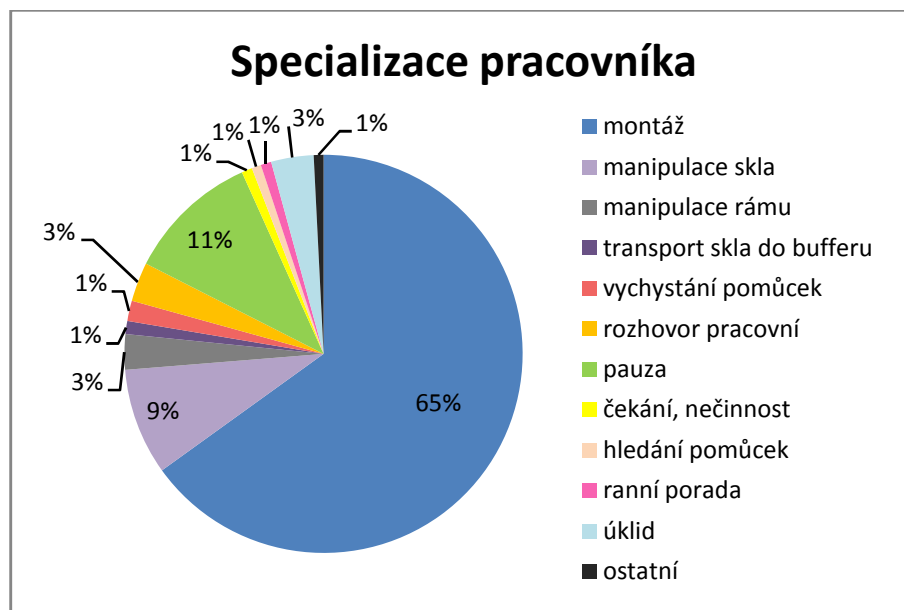
Obr. 13 Pracoviště montážní pozice 1 (vlastní zpracování)

V rámci analýz byl proveden snímek pracovního dne operátora, jeho výsledky jsou zachyceny tabulkou 5 a grafem 5. Snímkována byla celá ranní směna v délce 8 hodin. Největší část pracovního dne stráví operátor montáží. Více než 41 minut směny manipuluje se sklem - zde se jedná o odebrání pomocí VACULEXu z palety na přípravný stůl a

transport z přípravného stolu na linku. Zásobník s rámy je umístěn daleko od linky a z toho důvodu manipulace s rámem zabere během směny téměř 14 minut. Další příležitostí ke zlepšení je doplnění skřínky s pracovními pomůckami a zavedení metody 5S, jelikož byla operátorka nucena pro pomůcky odejít mimo pracoviště a své pracovní nářadí často hledala.

Tab. 5 Snímek pracovního dne 1 (vlastní zpracování)

Kategorie	Činnost	Délka trvání
1	montáž	5:12:17
2	manipulace skla	0:41:37
3	manipulace rámu	0:13:46
4	transport skla do bufferu	0:05:03
5	vychystání pomůcek	0:07:58
6	rozhovor pracovní	0:15:12
7	pauza	0:51:50
8	čekání, nečinnost	0:04:08
9	hledání pomůcek	0:03:39
10	ranní porada	0:04:09
11	úklid	0:16:36
12	ostatní	0:03:45



Graf 5 Snímek pracovního dne pracovníka na pozici 1 (šablona API, vlastní zpracování)

Tento snímek pracovního dne zachycuje i situace, ke kterým dochází poměrně často - operátorka na druhé pozici nestíhá, naopak na tomto pracovišti už je naplněný buffer i montážní pozice. Proto si v pracovním dni kromě 30 minut zákonné přestávky vzala operátorka pauzu dalších 21 minut a 4 minuty strávila nečinností.

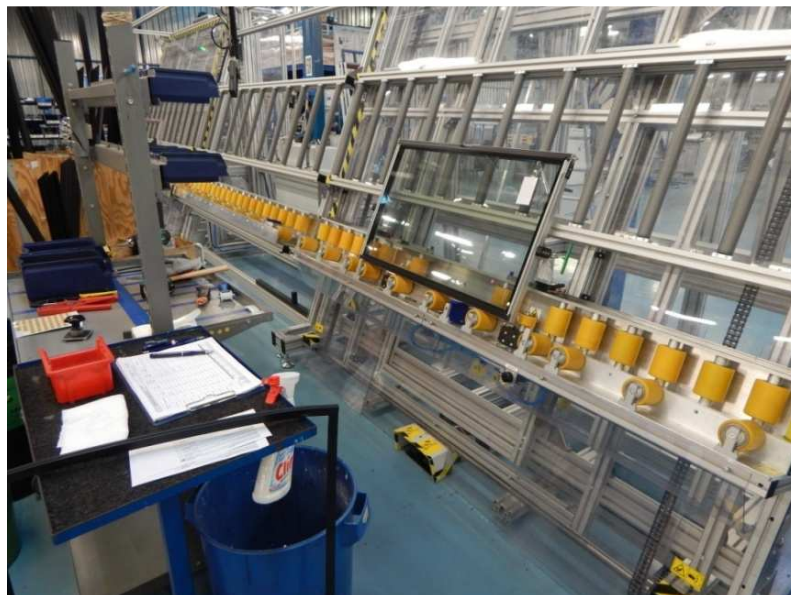
Problém s nevybalancovanými činnostmi se vyskytuje podle skladby výroby téměř každý den. Obsluha linky se v případě, že to je možné, snaží si navzájem vypomáhat. Není však v jejich silách výrobu zcela vybalancovat.

Hlavní nedostatky montážní pozice 1:

Starý způsob zásobování, nevyhovující rozmístění pracoviště, přípravný stůl neumožňující otočení dveří pouze jednomu operátorovi, nevybalancované činnosti mezi operátory, absence standardů 5S.

7.6 Montážní pozice 2

Oproti předcházející pozici zde probíhá 3 až 6 montážních úkonů, ovšem jsou více časově náročné na provedení. U dveří rodiny A jsou to veškeré operace týkající se montáže kabelů, u rodiny C poté aplikace tmelu Soudal do spár mezi izolačním sklem a rámem po celé délce. Na tomto stanovišti taktéž naklepává gumovým kladívkem plastové lišty. Přetrvávajícím problémem je nutnost podkládat vyráběné dveře ve spodní části u žlutých posuvných válečků. Bez tohoto podložení by jinak nebylo možné spodní lištu řádně upevnit. Rozvržení montážní pozice 2 zobrazuje obrázek 14.



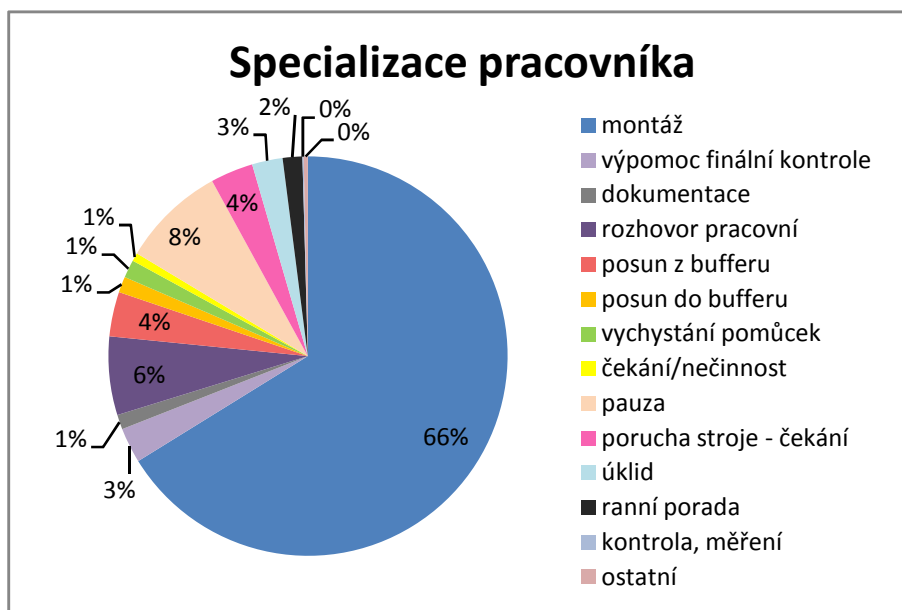
Obr. 14 Pracoviště montážní pozice 2 (vlastní zpracování)

Tabulka 6 a graf 6 představují výsledky snímku pracovního dne operátorky na tomto stanovišti. Zde se jedná o nejvytíženější pracovní pozici, co se týče montáže výrobku. Tyto činnosti zaměstnankyně vykonávala 5 hodin a 17 minut z osmihodinové směny. Protože pracovník finální kontroly není celou směnu přítomen pouze u linky, téměř 14 minut

strávila výpomocí - montáží. Během sledované směny se vyskytla porucha na dávkovači tavného lepidla, proto téměř 17 minut došlo k prostoji celé linky z důvodu oprav.

Tab. 6 Snímek pracovního dne 2 (vlastní zpracování)

Kategorie	Činnost	Délka trvání
1	montáž	5:17:37
2	výpomoc finální kontrole (montáž)	0:13:44
3	dokumentace	0:05:45
4	rozhovor pracovní	0:30:28
5	posun z bufferu	0:17:26
6	posun do bufferu	0:06:10
7	vychystání pomůcek	0:06:57
8	čekání/nečinnost	0:03:12
9	pauza	0:40:27
10	porucha stroje - čekání	0:16:34
11	úklid	0:11:56
12	ranní porada	0:07:33
13	kontrola, měření	0:00:29
14	ostatní	0:01:42



Graf 6 Snímek pracovního dne pracovníka na pozici 2 (šablona API, vlastní zpracování)

Hlavní nedostatky montážní pozice 2:

Starý způsob zásobování, nevybalancované činnosti mezi operátory, nutnost podkládání izolačních dveří při upevňování plastových lišt, absence standardů 5S.

7.7 Finální kontrola

Náplní práce pracovníka na poslední pozici linky je montáž gumového těsnění, kontrola vyrobených izolačních dveří, provedení drobných úprav (zabroušení rohů rámu) a transport do připraveného balení. Rozložení tohoto pracoviště je zachycen obrázkem 15.

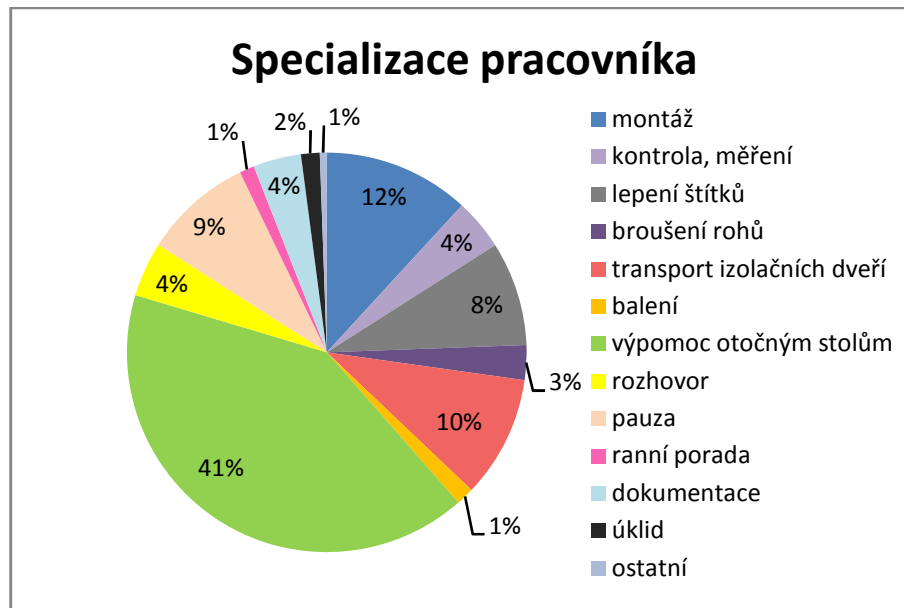


Obr. 15 Pracoviště finální kontroly (vlastní zpracování)

Stejně jako u předcházejících pozic i zde byl proveden snímek osmihodinové směny pracovníka, jehož výsledky jsou představeny v tabulce 7 a grafu 7.

Tab. 7 Snímek pracovního dne 3 (vlastní zpracování)

Kategorie	Činnost	Délka trvání
1	montáž	0:56:47
2	kontrola, měření	0:19:56
3	lepení štítků	0:40:28
4	broušení rohů	0:13:32
5	transport izolačních dveří	0:47:19
6	balení	0:06:59
7	výpomoc otočným stolům	3:17:12
8	rozhovor	0:21:10
9	pauza	0:42:14
10	ranní porada	0:05:51
11	dokumentace	0:18:36
12	úklid	0:07:11
13	ostatní	0:02:45



Graf 7 Snímek pracovního dne pracovníka na pozici finální kontroly (šablona API, vlastní zpracování)

Kontrolní činnosti, které zaměstnanec prováděl na lince, jsou rozděleny v kategoriích 1 až 6, kategorie 7 obsahuje stejnou náplň práce. Jelikož se však tyto aktivity vztahují k montáži na otočných stolech, které nejsou předmětem zkoumání, není kategorie 7 dále členěna. Ze snímku je možné vyčíst, že 38% směny operátor strávil prováděním kontrolních činností na lince, výpomoc mu pak zabrala 41% času směny.

Přestože je kontrola izolačních dveří časově méně náročná než samotná montáž, nepřítomnost zaměstnance z důvodu výpomoci občas způsobuje naplnění finální pozice i bufferu před finální pozicí a tím pádem snižuje výkonnost celé linky.

Hlavní nedostatky pozice finální kontroly:

Nutnost výpomoci s kontrolou i montážním stolům, absence standardů 5S.

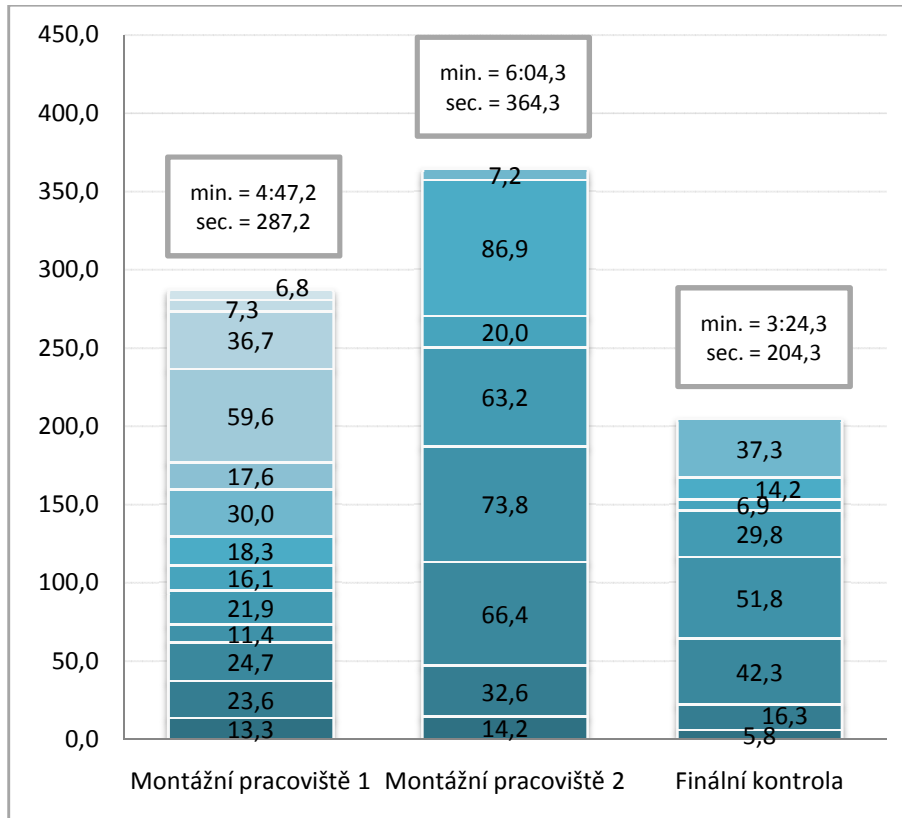
Za účelem ověření výsledků provedených snímků pracovního dne jednotlivých operátorů byly vyhotoveny další 2 časové analýzy pomocí momentového pozorování. Bylo zjištěno, že údaje získané tímto postupem jsou podobné výsledkům získaných předchozí metodou. Výsledky momentového pozorování pro všechny operátory vyjádřené procentuálním rozdělením jsou k dispozici v **příloze PIII**.

7.8 Chronometráž za účelem získání podkladů pro balancování linky

Protože tato linka slouží jako pilotní projekt postupného přechodu montáže dveří z otočných montážních stolů na štíhlejší způsob výroby, je zapotřebí vybalancovat rozložení jednotlivých montážních úkonů. Za tímto účelem bylo provedeno 15 náměrů každé činnosti, které operátoři vykonávají, ze kterých byl poté vypočítán aritmetický průměr. Tabulky s časovými náměry jsou k dispozici v *příloze P IV*. Následující část je věnována analyzovaným výrobním rodinám.

Výrobní rodina A

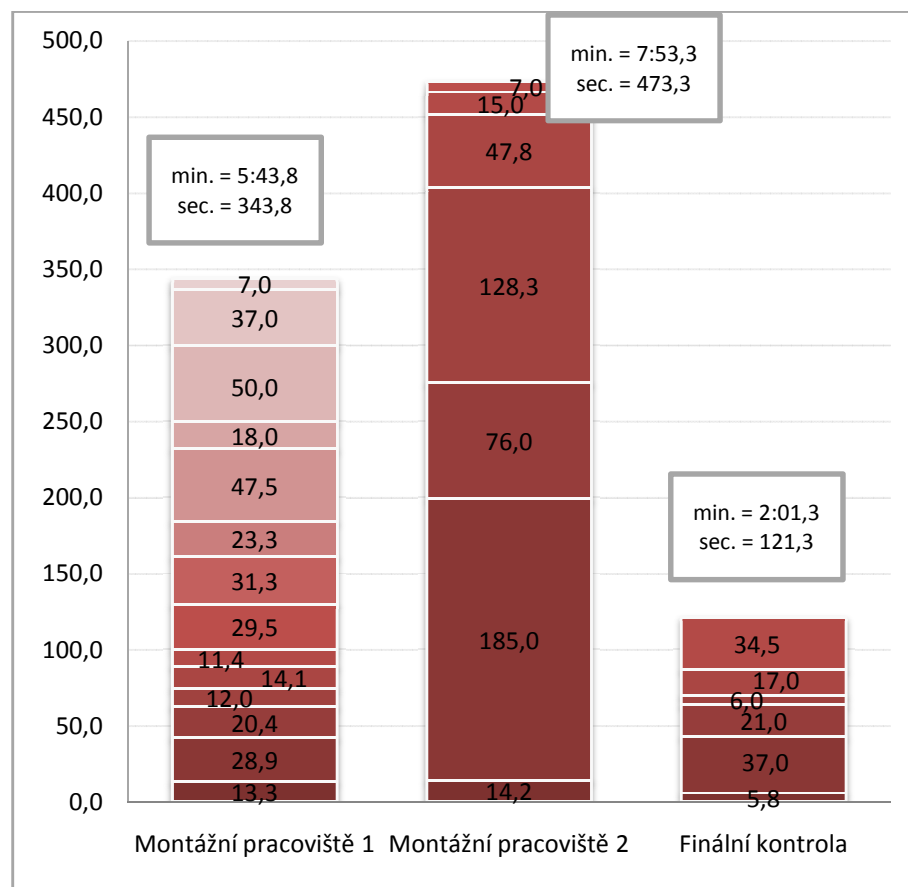
Výrobní rodina A je nejčastěji vyráběným artiklem izolačních dveří s objemem výroby 16 113 kusů za rok 2015. Průměrné výsledky 15 měření operací prováděných na všech 3 pozicích linky byly složeny do jednotných grafů 8, 9, 10 a 11, které demonstrují nevybalancovanost rozdělení činností. Operátorka 1 je o 1 minutu a 17 vteřin rychlejší než operátorka 2, což z montážní pozice 2 činí úzké místo. Nejrychlejší se ve všech měřeních ukázaly činnosti finální kontroly, které v souhrnu nezaberou v průměru více než 3 a půl minuty.



Graf 8 Výrobní rodina A - stav před vybalancováním (vlastní zpracování)

Výrobní rodina C

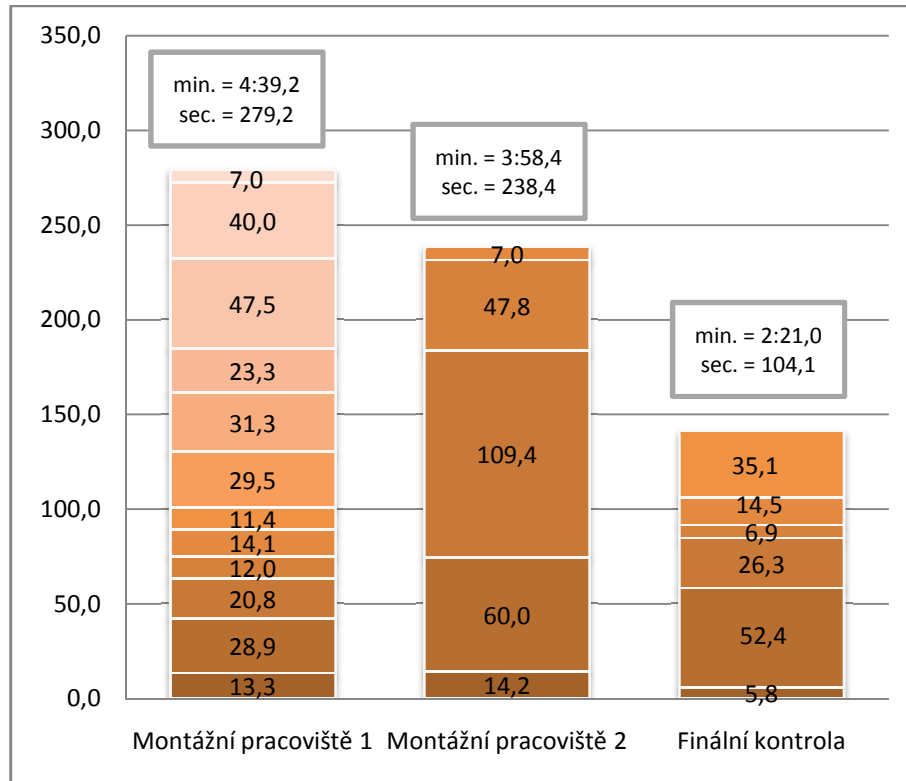
S objemem výroby 10 218 kusů v roce 2015 se výrobky rodiny C řadí ke třetí největší produkované rodině. Chronometráží bylo zjištěno, že operace na druhém stanovišti trvají nejdéle ze všech analyzovaných rodin. Tento výsledek je způsoben aplikací tmelu Soudal, která trvá v průměru 3 minuty a 5 vteřin. Montáž na druhém pracovišti trvá v průměru 7 minut a 53,3 vteřiny a tím pádem z něj proti první pozici s 5 minutami a 43,8 vteřinami i finální kontrola s 2 minutami a 1,3 vteřin činí opět úzké místo.



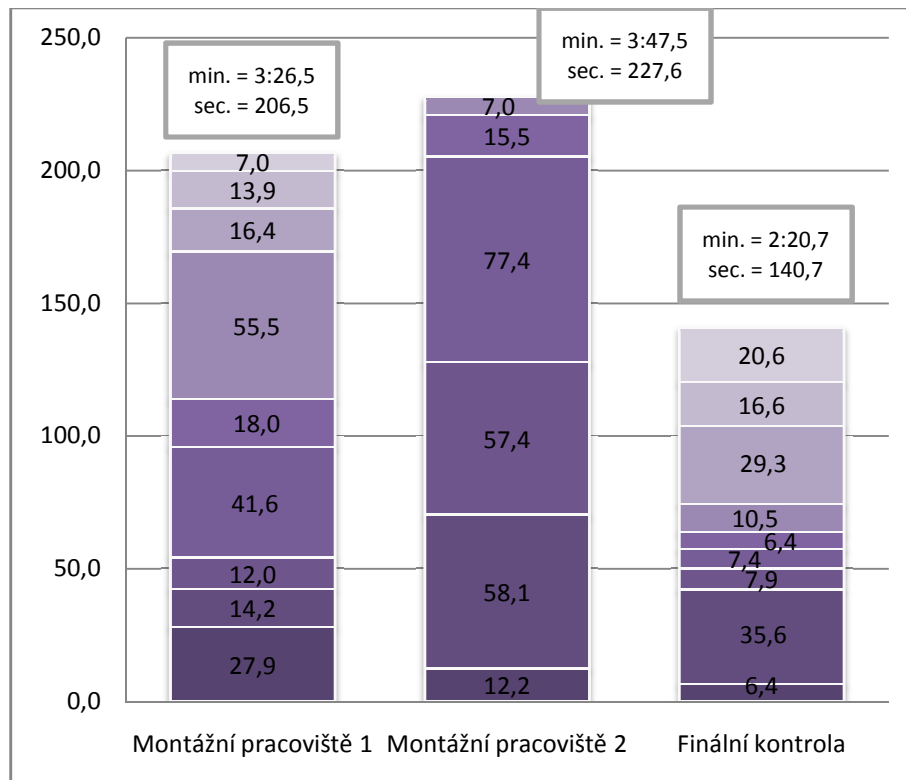
Graf 9 Výrobní rodina C - stav před vybalancováním (vlastní zpracování)

Výrobní rodina E

V roce 2015 počet vyrobených produktů této rodiny dosáhl 5 306 kusů. Jedná se o pasivní izolační dveře, u kterých se předpokládá postupný nárůst popularity u zákazníků a důsledkem toho i zvyšování objemu výroby v této rodině. Jako jediná výjimka ze 4 analyzovaných výrobních rodin bylo úzké místo zjištěno na montážním pracovišti 1, kdy prováděné operace zaberou v průměru o 40,8 vteřin déle než operace prováděné na dalším stanovišti. Finální kontrola je opět rychlejší.



Graf 10 Výrobní rodina E - stav před vybalancováním (vlastní zpracování)



Graf 11 Výrobní rodina F - stav před vybalancováním (vlastní zpracování)

Výrobní rodina F

Poslední analyzovanou rodinou jsou dveře, kterých bylo v roce 2015 vyrobeno 4 323 kusů. Jsou specifické svou výrobou, kdy na první montážní pozici odpadají operace spojené s přípravou izolačního skla (odstranění korku, očištění, odmaštění), aplikace lepidla do rámu, uložení skla do rámu a vložení vymežovacích plíšků. Tyto operace jsou prováděny mimo montážní linku jinými operátory. Z tohoto důvodu je průměrná doba výroby těchto dveří nejrychlejší, přesto, jak lze vidět v grafu 11, je stále nevybalancovaná.

Výše uvedená data souhrnně zobrazuje následující tabulka. Z analýz vyplynulo, že při montáži izolačních dveří je úzkým místem pracoviště 2 (pro rodiny A, C, F) a pro rodinu E je úzkým místem pracoviště 1. Pracovník finální kontroly nyní vypomáhá kromě linky i u montážních stolů, proto pokud by měl být celou pracovní dobu pouze u linky a vykonávat stávající činnosti, bude nevytížený.

Tab. 8 Současný stav spotřeby času jednotlivých pracovišť podle výrobní rodiny (vlastní zpracování)

Výrobní rodina	Montážní pracoviště 1	Montážní pracoviště 2	Finální kontrola	Celková průměrná doba výroby 1 ks	Takt time
A	04:47,2	06:04,3	03:24,3	14:15,8	06:04,3
C	05:43,8	07:53,3	02:01,3	15:38,4	07:53,3
E	04:39,2	03:58,4	02:21,0	10:58,6	04:39,2
F	03:26,5	03:47,5	02:20,7	09:34,7	03:47,5

7.9 Další zjištěné nedostatky na pracovišti

Po provedení časových studií byla analýza současného stavu zaměřena na další oblasti.

7.9.1 Oblast 5S

V rámci analýz byl proveden 5S audit pro pracoviště montážní linky. Audit byl proveden v rámci jednoho dne všemi hodnotícími nezávisle na sobě. Zúčastnila se jej autorka diplomové práce, průmyslová inženýrka a 3 pracovníci. Formulář byl rozdělen do 5 oddílů korespondujících s principy 5S, tedy třídít, uspořádat, čistit, standardizovat a udržovat. Každý měl k dispozici vlastní formulář, do kterého zaznačil odpovědi na uvedená tvrzení. Možnosti odpovědi byly pouze tři: ANO, ČÁSTEČNĚ a NE. Tyto slovní odpovědi byly

dodatečně převedeny ze slovního hodnocení na bodové. Odpověď ANO byla ohodnocena dvěma body, ČÁSTEČNĚ jedním bodem a NE neobdržela žádný bod. Bylo odpovídáno na celkem 14 tvrzení. Maximální počet bodů, tedy při dosažení nejlepšího možného výsledku auditu 5S, činil 28. Výsledky 5S auditu zachycuje obrázek 16.

Zajímavostí je, že přestože si pracovníci stěžují na nepřehledné pracoviště, na kterém se vyskytuje nadbytek pracovního materiálu a nepoužívané položky, tuto skutečnost v rámci vlastního hodnocení stavu pracoviště nezohlednili. Z pouhého pohledu na výsledek auditu se může zdát, že jsou se současnou situací spokojeni, přestože tomu tak není. K výsledkům je nutné také poznamenat, že rozvržení layoutu jednotlivých pracovních pozic dosud nedostalo finální podobu, tudíž nelze hovořit o aktuálnosti standardů 5S.

KATEGORIE	KRITÉRIA	HODNOCENÍ				
		Student	PI	Z1	Z2	Z3
Třídit	Rozlišení mezi tím, co je a co není potřebné					
Roztřídění a vyřazení nepoužívaných položek	Na pracovišti nejsou nepotřebné nebo nepoužívané položky.	1	2	2	1	2
	Uličky a komunikace jsou volné, bez překážek.	1	2	0	2	2
Uspořádat	Místo pro vše a vše na svém místě					
Použití štítků, čár, nápisů a barev k identifikaci normálních a abnormálních podmínek	Všechny položky na pracovišti jsou uloženy na jim určených místech.	1	1	2	2	2
	Nástroje, dokumentace a pracovní a čistící pomůcky jsou zřetelně označeny a organizovány.	1	1	2	2	2
	Jsou k dispozici vhodné odpadkové koše a jsou označeny.	2	2	2	2	2
Čistit	Udržování čistého a organizovaného pracoviště					
Čištění je metoda kontroly, hledá skryté defekty	Pracoviště včetně strojů a zařízení je čisté a uklizené.	1	2	2	2	2
	Podlahy na pracovišti a v jeho okolí, vč. komunikací, jsou čisté a suché bez vody, střeptů, chemikálií, barev apod.	2	2	2	2	2
	Na pracovišti jsou dostupné na svém místě všechny pomůcky potřebné k úklidu pracoviště.	2	2	2	2	2
Standardizovat	Předcházení abnormálním podmínkám ve zvolené oblasti					
Standardizování pravidel pro návyk na 5S	Standardy jsou dodržovány.	1	1	2	2	2
	Na pracovišti je dodržována bezpečnost práce. Pracovníci používají definované ochranné, bezpečnostní pomůcky.	2	2	2	2	2
	Uličky, pracovní místa, zařízení a ostatní položky jsou označeny.	1	1	2	2	2
Udržovat	Dodržování pravidel (sebedisciplína)					
Udržovací plány jsou vyvinuty k zajištění odpovědnosti	Standardy 5S jsou aktuální.	0	0	2	2	2
	Audity 5S jsou vykonávány dle plánů a výsledky jsou vizualizovány.	1	1	2	2	2
	Zlepšení pracovního prostředí je pevný cíl.	2	2	2	2	2
Součet bodů (max. 28)		18	21	26	27	28
Procentuální hodnota		64,3%	75,0%	92,9%	96,4%	100,0%

Obr. 16 Výsledky 5S auditu (vlastní zpracování)

Vybavení pro materiálové zásobování a regály s pomůckami byly převzaty ze zrušeného pracoviště, a každý dělník si je pak uspořádal podle vlastních požadavků. Na pracovišti také dochází k hromadění zásob materiálu a jiného vybavení, jak můžeme vyzorovat z obrázku 17.



Obr. 17 Hromadění zásob na pracovišti (vlastní zpracování)

7.9.2 Oblast vizualizace

Mezi prvky vizualizace, které jsou na pracovišti zavedeny, lze uvést modré značení na podlaze pro materiálové zásobování, výstražné žluto-černé značení na rozích pohyblivých pozic výrobní linky a barevné rozdělení odpadkových košů pro různé druhy odpadu. Nedostatkem je doplňování drobných komponent zejména na první pozici (viz obrázek 18), kdy pracovníce zásobování musí přijít před regál s materiálem a zkontrolovat všechny zásobníky, zda jsou dostatečně plné a komponenty postačují k další výrobě. K doplňování dochází o přestávce v čase 11:00 až 11:30 hodin, ale také i v průběhu směny, kdy tato kontrola překáží pracovníkovi v nerušeném provedení montáže.



Obr. 18 Nepořádek na pracovišti 1 (vlastní zpracování)



Obr. 19 Nepořádek na pracovišti 2 (vlastní zpracování)



Obr. 20 Nepořádek na pracovišti 3 (vlastní zpracování)

7.9.3 Oblast ergonomie

Při projektování linky byly brány v úvahu možné negativní dopady rozvržení stroje a vybavení na zdraví pracovníků. Z tohoto důvodu má první a poslední pracovník pro manipulaci s izolačním sklem k dispozici VACULEX, který snižuje zátěž na pohybový aparát a není nutné provádět transport skel za pomoci dalšího zaměstnance. Výjimku tvoří izolační dveře rodiny E, které je potřeba při přípravě skla otočit. Stávající přípravný stůl tomuto není přizpůsoben a proto je potřeba, aby s otáčením vypomáhal pracovník z pozice 2.

Montážní pozice na samotné lince je možné ovládat pomocí zapuštěného nožního pedálu nahoru a dolů, díky čemuž si dělníci mohou pracoviště přizpůsobit své výšce. Zejména

výhodné se toto rozhodnutí ukazuje v případech, kdy se vyrábí nadstandardní rozměry izolačních dveří.

Nedostatkem na **první montážní pozici** je starý zásobovací regál s materiálem, který je nepřiměřeně vysoký a ztěžuje tak odebrání materiálu i nejvyšší pracovníci. U **druhé pozice** mohou být jako nedostatek označeny zastaralé zásobníky na plastové lišty, které neumožňují komfortní odebrání materiálu. Pracovník lišty uchopí oběma rukama a vytáhne je ze zásobníku, přičemž musí paže natáhnout až nad hlavu a od zásobníku podstoupit, aby byl schopný materiál vyjmout. Podle skladby výroby v daný den a produktivity zaměstnanců se může jednat až o 200 opakování takovýchto pohybů.



Obr. 21 Nevhodná výška zásobovacího regálu a vozíku na pozicích 1 a 2 (vlastní zpracování)

8 SHRUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

Analýzou současného stavu byly odhaleny problematické oblasti, kterým by se členové projektového týmu měli dále věnovat. Situace na montážní lince byla analyzována pomocí poskytnutých pracovních postupů a norem, procesní mapy, snímků pracovního dne, momentového pozorování, chronometráže, 5S auditu a rozhovorů s kompetentními pracovníky.

Procesní mapa byla vytvořena na základě provedené **chronometráže** a popisuje montáž izolačních dveří rodiny A třemi pracovníky. Celková průměrná doba montáže 1 ks dveří před změnami dle analýzy trvá 15,8 minut.

Snímky pracovního dne a momentové pozorování přispěly autorce diplomové práce k pochopení procesu montáže jednotlivých výrobních rodin izolačních dveří a také odhalily nedostatky, jejichž vlivy na proces budou v projektové části odstraněny, nebo alespoň omezeny.

Audit 5S byl pro vytvoření objektivnějšího pohledu vykonán pěti účastníky - autorkou diplomové práce, průmyslovou inženýrkou a třemi zaměstnanci, kteří pracují na jednotlivých stanovištích montážní linky nejčastěji. Nejkritičtější pohled na současnou situaci měla autorka diplomové práce společně s průmyslovou inženýrkou. Výsledky jejich 5S auditu se pohybovaly kolem 70%. Přestože si operátoři stěžují na nepřehledné pracoviště, jejich odpovědi při vyhodnocení auditu dosahovaly výsledků 90 - 100%.

Na základě provedených analýz byly vytvořeny oblasti pro projektovou část, které budou řešeny. Zjištěné nedostatky a návrhy jejich řešení jsou uspořádány dle priorit v tabulce.

Tab. 9 Nedostatky a návrhy na vyřešení (vlastní zpracování)

č.	Nedostatek	Návrh řešení
1	Nevybalancované pracovní činnosti	Změna rozdělení pracovních činností, standardizace
2	Neaktuální časové normy práce	Aktualizace časových norem na základě nového rozdělení činností
3	Hledání pomůcek a materiálu	Zavedení 5S na pracovišti, standardizace, vizualizace
4	Nadbytečné zásoby materiálu	Nová organizace práce zásobovačů, zavedení 5S, standardizace, vizualizace
5	Zbytečné pohyby při montáži	Změna layoutu pracoviště, vizualizace, ergonomie pracoviště
6	Nepřítomnost pracovníka FK na pracovišti	Změna rozdělení pracovních činností

9 PROJEKTOVÁ ČÁST

Tato kapitola popisuje základní cíle a zaměření diplomového projektu, včetně rizik a časového harmonogramu.

9.1 Popis projektu

Projekt racionalizace výrobního procesu montáže izolačních dveří probíhá ve společnosti Schott Flat Glass CR, s. r. o. v divizi Food Display.

Na pracovišti montážní linky dochází ke ztrátám a neefektivitě výroby z důvodu nevybalancování operací mezi jednotlivými operátory. Výstupem projektu bude nové rozvržení montážních operací, aktualizace časových norem práce, změna způsobu zásobování pracoviště materiálem, změna layoutu pracoviště a návrh na zavedení metody 5S. Diplomová práce představuje návrhy změn pro management společnosti, proto projekt může, ale nemusí být realizován v celém rozsahu. Z tohoto důvodu v práci není zahrnuto časové hledisko případné realizace.

Před zahájením projektu byla vypracována SWOT analýza zaměřená na linku finální montáže. V každé oblasti bylo určeno pět skutečností, které mohou ovlivňovat, nebo již ovlivňují výrobní proces montáže izolačních dveří. Každé položce byla přiřazena váha tak, aby součet vah tvořil 1. Následně proběhlo přiřazení bodů od 1 do 5. Vynásobením přiřazené váhy a počtu bodů byl získán součet bodů. Pořadí jednotlivých položek pak bylo určeno seřazením podle nejvyššího dosaženého počtu bodů v dané kategorii.

Mezi silné stránky pracoviště, které by se měla společnost snažit maximalizovat, je využití moderních technologií na nové montážní lince, one-piece flow výroba a schopnost vyrábět široké portfolio výrobků. K příležitostem na zlepšení se řadí aktualizace časových norem práce, zavedení standardů a změna stávajícího layoutu.

S tím korespondují slabé stránky pracoviště, mezi které patří neaktuálnost časových norem, nedořešený layout a absence 5S. Jako největší hrozba při zavádění změn je vnímána neochota zaměstnanců ke spolupráci na změnách, z toho plynoucí nedodržování standardů a nedostatek pracovních sil, který se v současnosti projevuje zejména absencí pracovníka finální kontroly, pokud vypomáhá ostatním pracovištím.

Analýza silných a slabých stránek zkoumaného pracoviště je znázorněna v tabulce 10.

Tab. 10 SWOT analýza zkoumaného pracoviště (vlastní zpracování)

MAXIMALIZOVAT	SILNÉ STRÁNKY	Váha	Body	Součet bodů	Pořadí
	Využití moderních technologií na lince	0,35	4	1,4	1
	Široké portfolio výrobků	0,15	3	0,45	3
	One-piece flow výroba	0,2	5	1	2
	Neprojde zmetek - kontrola	0,15	2	0,3	4
Automatické zaznamenávání produkce	0,15	1	0,15	5	
VYUŽÍT	PŘÍLEŽITOSTI	Váha	Body	Součet bodů	Pořadí
	Získání nových zákazníků	0,1	1	0,1	5
	Změna layoutu	0,25	3	0,75	3
	Zavedení standardů	0,2	4	0,8	2
	Aktualizace časových norem	0,3	5	1,5	1
Využití další linky pro zbytek montáží	0,15	2	0,3	4	
MINIMALIZOVAT	SLABÉ STRÁNKY	Váha	Body	Součet bodů	Pořadí
	Potřeba upravovat dispozice linky	0,2	2	0,4	4
	Nedořešený layout	0,25	4	1	2
	Neexistence 5S	0,15	3	0,45	3
	Neaktuální časové normy	0,3	5	1,5	1
Složité schvalovací proces	0,1	1	0,1	5	
SNÍŽIT VLV	HROZBY	Váha	Body	Součet bodů	Pořadí
	Ukončení zakázek	0,1	2	0,2	4
	Pracovní úraz zaměstnance	0,1	1	0,1	5
	Nedostatek pracovních sil	0,25	4	1	2
	Neochota zaměstnanců ke spolupráci	0,35	3	1,05	1
Nedodržování standardů	0,2	5	1	2	

9.2 Členové projektového týmu

Vedoucí projektu: Ing. Jana Neckařová – procesní inženýr divize Food Display

Účastníci projektu:Bc. Veronika Otáhalová – diplomantka

Ing. Alena Buriánková – specialista štíhlé výroby

Ing. Barbora Drdová – technik štíhlé výroby

Josef Martinák – mistr výroby izolačních dveří

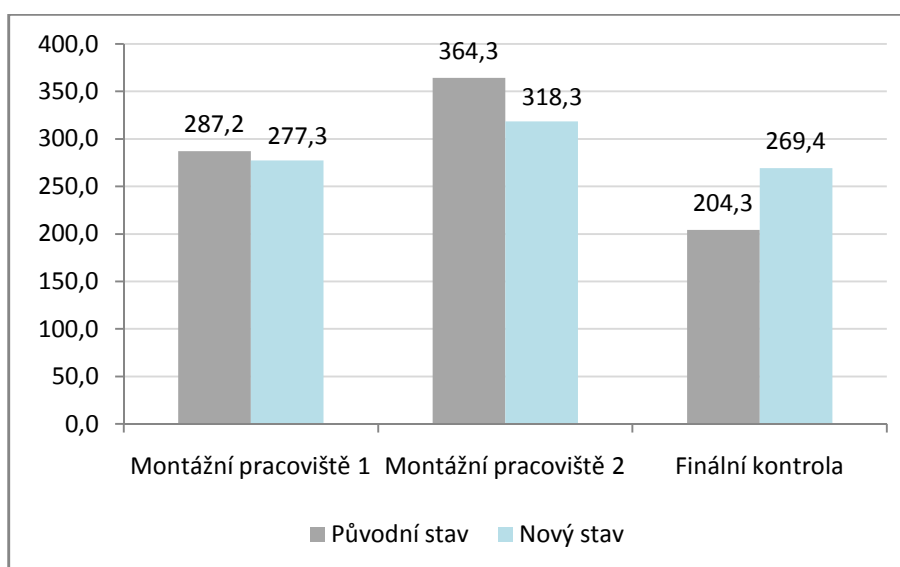
10 NÁVRH PROJEKTU

Montážní linku izolačních dveří obsluhují 3 zaměstnanci, každý na vlastním stanovišti. Návrh projektové části je zaměřen na celou výrobní linku. Jelikož analýzy odhalily jako úzké místo procesu druhou montážní pozici, byla vybrána jako pilotní pracoviště, na kterém se budou uskutečňovat změny. Pokud bude společnost Schott Flat Glass CR, s. r. o. s výsledky změn spokojena, projekt bude pokračovat ve změnách dle návrhu diplomantky i na zbylých dvou pracovních pozicích.

10.1 Rozdělení montážních operací mezi pracovníky

Po zjištěných a vyhodnocených výsledcích současného stavu výroby byly vytvořeny návrhy na přerozdělení montážních operací mezi pracovníky pro jednotlivé výrobkové rodiny. Šedé sloupce grafů představují časy cyklů před změnou, barevné pak návrh na vybalancování. U všech výrobkových rodin došlo k přesunutí operace "vložení mechovek" z montážního pracoviště 1 na montážní pracoviště 2. Pracoviště finální kontroly bude nově u všech výrobkových rodin provádět část montáže plastových lišt, ořez laminační folie, montáž gumového těsnění a veškeré lepení štítků, které bylo před změnou v kompetenci druhé pracovní pozice.

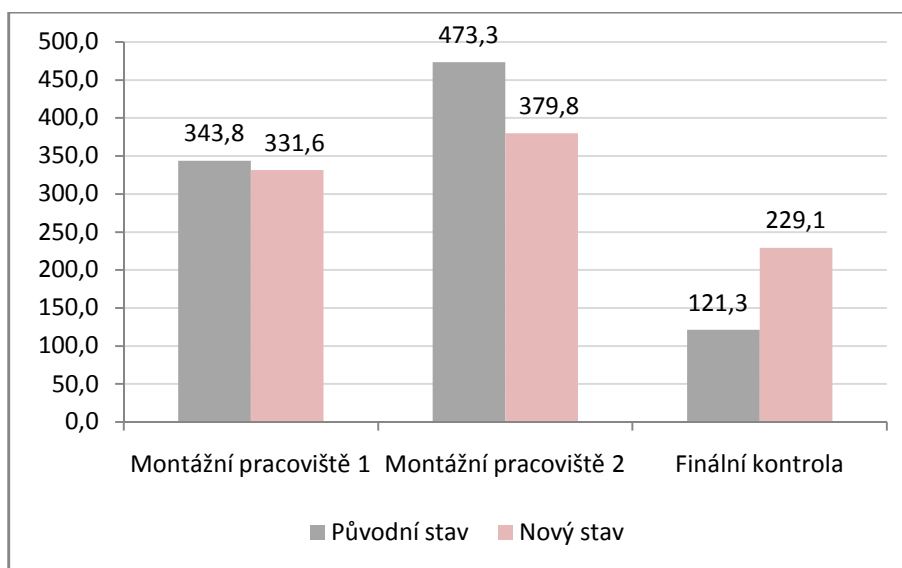
Výchozí situací pro rodinu A byla doba taktu 6 minut a 4 vteřiny. Vybalancováním operací při zachování původního layoutu bylo možné takt snížit na 5 minut a 18 vteřin, viz následující graf.



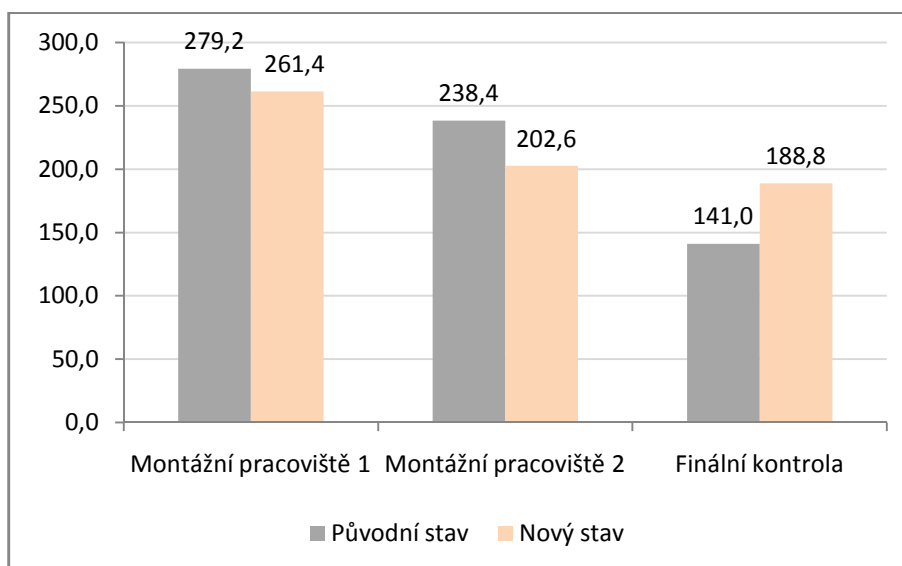
Graf 12 Vybalancování montážních činností, rodina A (vlastní zpracování)

Zjištěný čas taktu u výrobkové rodiny C před změnou dosáhl nejvyšší hodnoty - 7 minut a 53 vteřin. Návrh na přerozdělení montážních operací počítá se snížením na 6 minut a 20 vteřin. Tento čas je stále vyšší než stanovený cíl vytaktování (5,5 minuty pro 1 kus dveří), přesto návrh na změnu přináší patrný pokrok v přiblížení cyklových časů jednotlivých pracovišť.

Návrh vybalancování operací výrobkové rodiny C demonstruje graf 13.



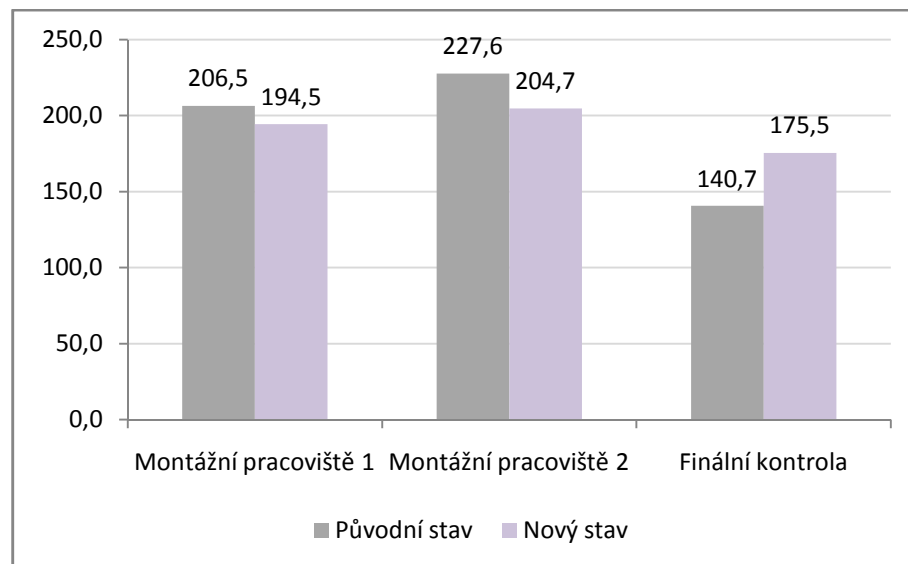
Graf 13 Vybalancování montážních činností, rodina C (vlastní zpracování)



Graf 14 Vybalancování montážních činností, rodina E (vlastní zpracování)

Graf 14 představuje výchozí a navrhované rozdělení činností pro výrobkovou rodinu E. Chronometráží bylo zjištěno, že stávající čas taktu rodiny E činí 4 minuty a 39 vteřin. Návrhy na změnu počítají se zkrácením na 4 minuty a 22 vteřin.

Poslední analyzovanou výrobkovou rodinu představuje rodina F. Balancováním operací je možné čas taktu ze současných 3 minut a 48 vteřin zkrátit na 3 minuty a 25 vteřin.



Graf 15 Vybalancování montážních činností, rodina F (vlastní zpracování)

Pokud nedojde ke změně layoutu, úzká místa výroby i přes balancování zůstávají na stejných pozicích. Pro rodiny A, C a F je jím montážní pracoviště 2. Pro rodinu E úzké místo přetrvává na montážním pracovišti 1. Úpravou layoutu je ale možné dosáhnout dalšího snížení časové náročnosti prováděných operací.

Souhrnné výsledky návrhů na balancování při zachování stávajícího layoutu jsou zachyceny v tabulce 11.

Zde můžeme vyčíst, že největší časovou úsporou lze dosáhnout balancováním výrobkové rodiny C, u které lze snížit čas taktu o více než 1,5 minuty, následuje úspora rodiny A s necelými 46 vteřinami, rodina F s 22,9 vteřinami a E s 17,6 vteřinami.

Zároveň byl vypočítán teoretický objem výroby izolačních dveří pro klasickou 450 minut dlouhou pracovní směnu. Výpočet vychází z předpokladu, že po celou směnu budou vyráběny pouze izolační dveře jedné výrobní rodiny. V tomto případě pak i nárůst produktivity práce koreluje s úsporou času jednotlivých rodin. Největší změny lze dosáhnout u rodiny C se zvýšením produkce o 24,6%.

Tab. 12 Výsledky balancování linky při současném layoutu (vlastní zpracování)

Výrobní rodina	Snížení takt time 1 ks dveří	Procentní vyjádření úspory taktu	Počet vyrobených ks za směnu		Rozdíl ve vyrobených ks za směnu
			Před změnou	Po změně	
A	00:45,7	12,5%	74,1	84,7	↗ 14,3%
C	01:33,5	19,8%	57,0	71,1	↗ 24,6%
E	00:17,6	6,3%	96,7	103,2	↗ 6,7%
F	00:22,9	10,1%	118,7	132,0	↗ 11,2%

10.2 Návrh nového způsobu zásobování

Jak již bylo zmíněno v analytické části, současné vybavení pro materiálové zásobování a regály s pomůckami byly převzaty ze zrušeného pracoviště, a každý dělník si je pak uspořádal podle vlastních požadavků. Jelikož také dosud nebylo rozhodnuto o finálním rozvržení pracovních ploch, dochází k hromadění materiálových zásob a nepřehlednosti pracovišť.

10.2.1 Montážní pozice 1

Nejvíce materiálových komponent při výkonu své práce používá pracovník na prvním montážním pracovišti. Při současném rozdělení pracovních činností se jedná o 20 komponent. 18 komponent je uložených v krabičkách o dvou velikostech, svazek topného kabelu je umístován na háček a torzní pružiny do tuby na boku zásobovacího regálu. Pokud je potřeba doplnit či zkontrolovat stav vstupního materiálu, stávající zásobovací regál neumožňuje doplnění či kontrolu, aniž by při tom pracovník zásobování nepřekážel zaměstnanci v jeho pracovních povinnostech. Z tohoto popisu plyne i další nevýhoda - pokud pracovník zásobování nestojí přímo před regálem, nemá k dispozici jasný vizuální signál o tom, kdy je potřeba komponenty doplnit.

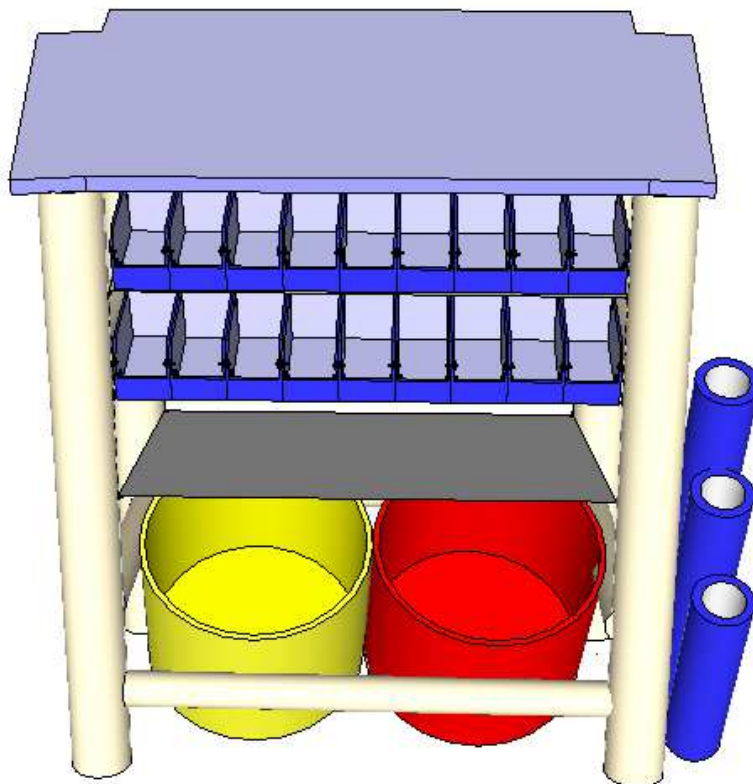
Přerozdělením pracovních činností dle návrhu v kapitole 10.1 dojde k přesunutí 2 materiálových položek na montážní pozici 2. Dalším krokem při návrhu nového zásobovacího regálu byl výpočet předpokládané spotřeby materiálu na polovinu směny, tedy pro ranní směnu 6:00 - 11:00 hodin, případně pro odpolední směnu 14:00 - 19:00 hodin. Výpočet byl proveden pro výrobní rodinu A při produkci 10 ks/hod. Na základě výpočtu bylo zjištěno, že obsah 7 z 12 větších krabiček s materiálem je možno umístit do

menších tak, aniž by do polední pauzy došlo k přerušení výroby z důvodu nedostatku materiálu. Požadovaná nosnost nově navrhovaného regálu pro montážní pozici 1 je do 35 kilogramů včetně pracovních pomůcek.

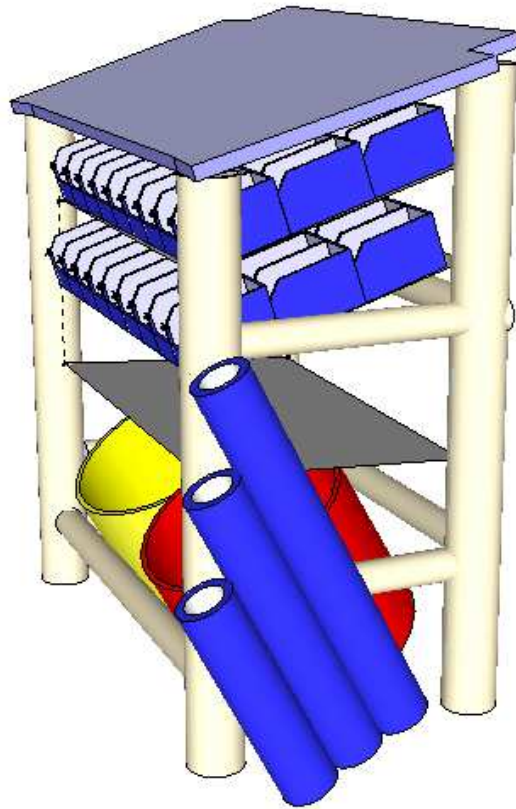
Návrh nového spádového zásobovacího regálu byl zpracován diplomantkou ve volně dostupném 3D modelovacím software Google SketchUp. Rozměry zásobovacího regálu jsou navrženy na 95 x 55 x 115 cm. Návrhy jsou zobrazeny na obrázcích 22 a 23.

Tento návrh bere v úvahu principy štíhlé výroby. K přední hraně regálu krabice sjíždí spádem po kolejnicích. Zásobování i zpětný odběr tak může probíhat v zadní části, bez nutnosti narušení práce operátora. Jednotlivé krabice s materiálem jsou doplňovány a spotřebovávány metodou FIFO.

Jelikož je na pracovišti potřeba zavést metodu 5S, ve vrchní části zásobníku je navržen prostor pro shadow board - pěnovou desku, do které lze vyříznout obrysy používaných pomůcek na tomto pracovišti. Výhoda shadow boardu oproti výchozímu stavu spočívá ve snadnější organizaci pomůcek a lepší vizualizaci pro případ kontroly chybějícího vybavení.



Obr. 22 Návrh nového zásobovacího regálu pozice 1, čelní pohled (vlastní zpracování)



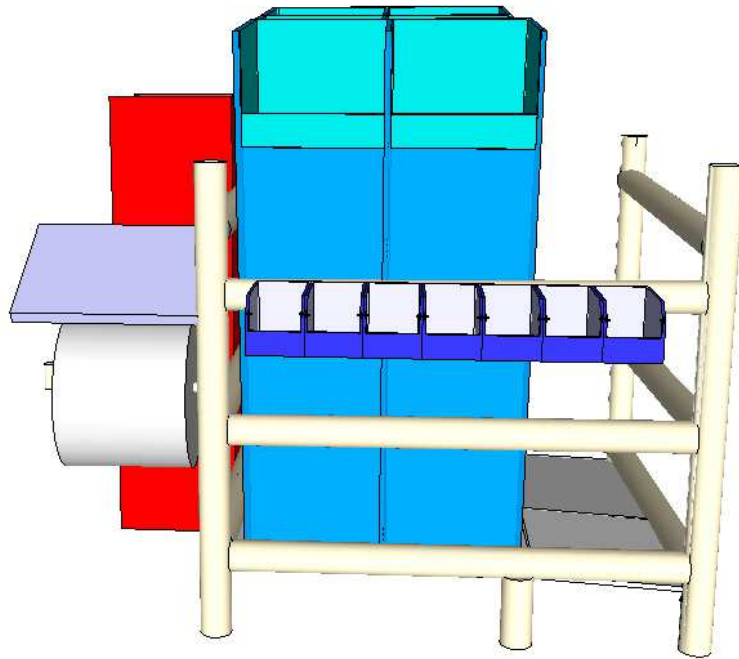
*Obr. 23 Návrh nového zásobovacího regálu
pozice 1, boční pohled (vlastní zpracování)*

Se záměrem zadání výroby zásobovacího regálu byly kontaktovány společnosti Beewatec a Creform, s odhadovanou výrobní cenou 895 €.

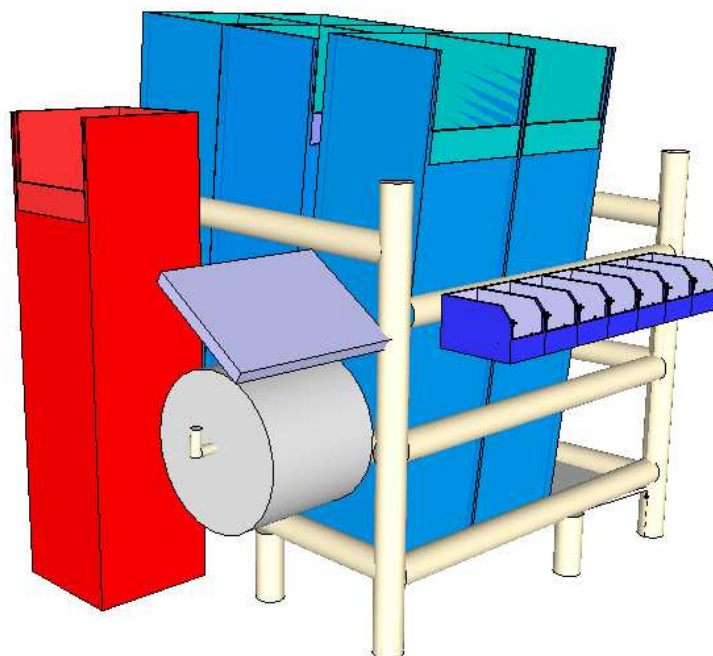
10.2.2 Montážní pozice 2

Přestože pracovník na tomto pracovišti využívá méně komponent než předcházející, stávající vybavení je taktéž nevyhovující a vyžaduje změnu. Na tomto pracovišti dochází k hromadění zásob plastových lišt, které pracovnice zásobování převáží v dřevěných zásobovacích vozících. Dalším zjištěným nedostatkem v analytické části bylo využití prostoru materiálem a pomůckami. Ačkoliv zaměstnanec při současném stavu potřebuje pro montáž izolačních dveří pouze 5 krabiček s materiálem a 6 pracovních pomůcek, využívá pro jejich uložení 2 stoly.

Nový návrh zásobování a uložení materiálu pro montážní pozici 2 demonstrují obrázky 24 a 25.



Obr. 24 Návrh zásobování pozice 2, čelní pohled (vlastní zpracování)



Obr. 25 Návrh zásobování pozice 2, boční pohled (vlastní zpracování)

V tomto návrhu dochází ke sloučení zásobování pracoviště plastovými lištami i zbývajícími komponenty. Přerozdělením pracovních činností dojde k rozšíření krabiček s drobným materiálem na 7, největší změnu však představují právě zásobníky pro plastové lišty. Stejně jako u montážní pozice 1 jsou využity spády a zásobování v zadní části konstrukce. Doplněné zásobníky s plastovými lištami přijíždí k zaměstnanci ve dvou řadách, prázdné zásobníky pak pošle opačným spádem třetí řadou.

Jelikož je možné na montážní lince vyrábět izolační dveře s velkými rozměrovými rozdíly, bylo této skutečnosti nutné přizpůsobit i plastové zásobníky na lišty. V případě, že bude potřeba pracovat s krátkými lištami, bude možné do spodní části zásobníku vložit falešné dno. Ve vrchní části zásobníků je pak navrženo vysouvací víko, které omezí rozsah pohybu rukou při odebírání lišt uváděný v kapitole 7.9.3.

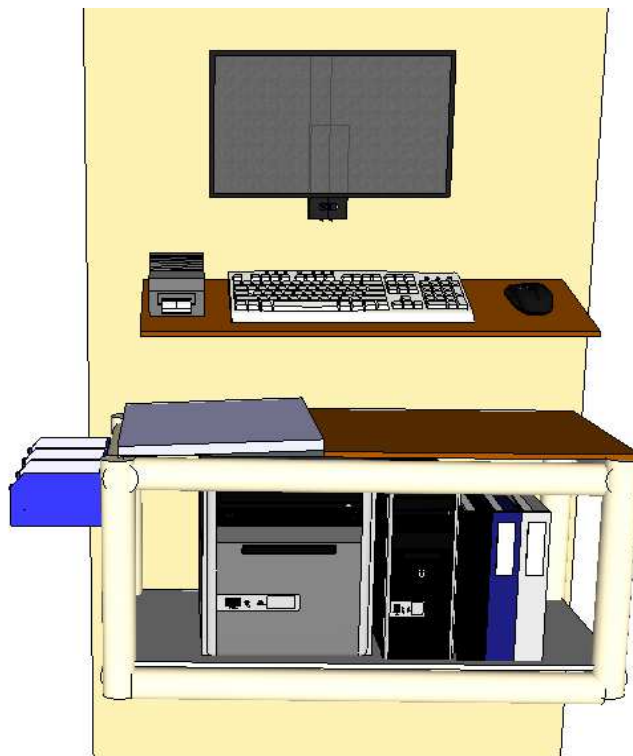
Vnitřní rozměry zásobníků pro plastové lišty jsou navrženy na 25 x 25 x 100 cm. Při tomto rozměru je možné do dvou vedle sebe umístěných zásobníků připravit dlouhé i krátké lišty pro zakázku ve velikosti 100 ks izolačních dveří. Rozměr celého systému pro zásobování plastovými lištami pak tvoří 95 x 95 x 80 cm.

V přední části systému je navrženo umístění krabiček s drobným materiálem, na levé boční straně shadow board pro ukládání pracovních pomůcek. Pod ním jsou umístěny čisticí utěrky. Červený zásobník na boční straně je určen pro uložení neshodných plastových lišt. Odhadovaná výrobní cena celého zásobovacího systému včetně plastových zásobníků činí 1460 €.

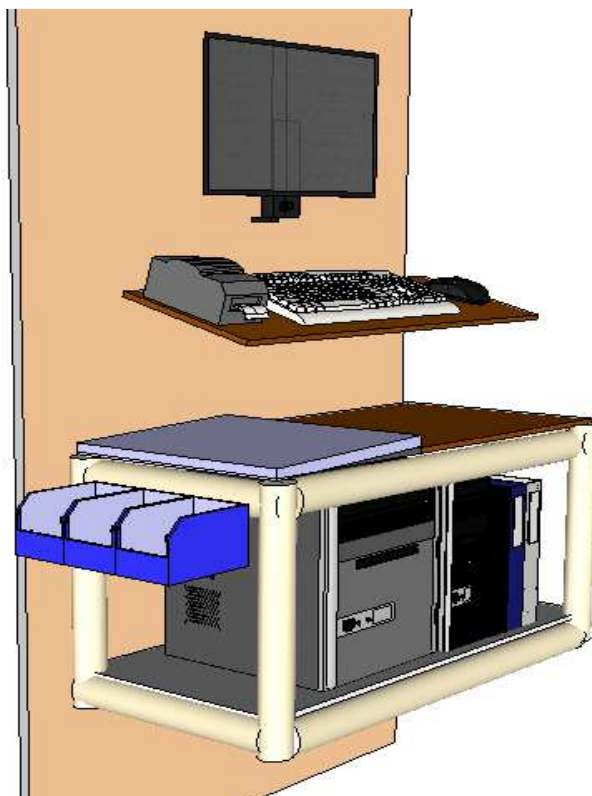
V rámci změn druhého pracoviště byla provedena také úprava samotné linky v podobě instalace pneumatického vysouvání ve spodní části montážní pozice, čímž došlo k odstranění nutnosti podkládání vyráběných dveří. Náklady na tuto investici činily 26 €.

10.2.3 Finální kontrola

Pro pracoviště finální kontroly byl vytvořen návrh nového způsobu uložení PC s příslušenstvím, testovací sondy, tiskárny výrobních štítků a pracovních pomůcek s materiálem. Tento návrh je znázorněn obrázky 26 a 27.



Obr. 26 Návrh uložení materiálu a pomůcek finální kontroly, čelní pohled (vlastní zpracování)



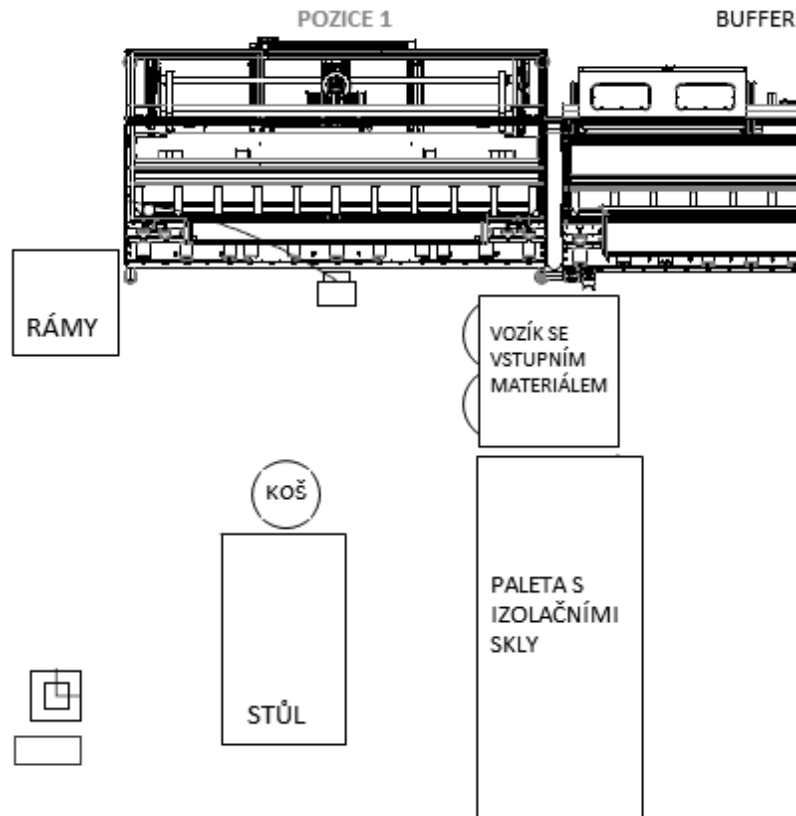
Obr. 27 Návrh uložení materiálu a pomůcek finální kontroly, boční pohled (vlastní zpracování)

Rozměry plastové konstrukce pro uložení elektronického zařízení a dokumentů jsou 90 x 50 x 60 centimetrů. Pro upevnění konstrukce, podložky pro klávesnici, myš a tiskárnu i monitor bude využita boční strana výrobní linky. Odhadovaná pořizovací cena činí 210 €.

10.3 Návrh změny layoutu výrobní linky

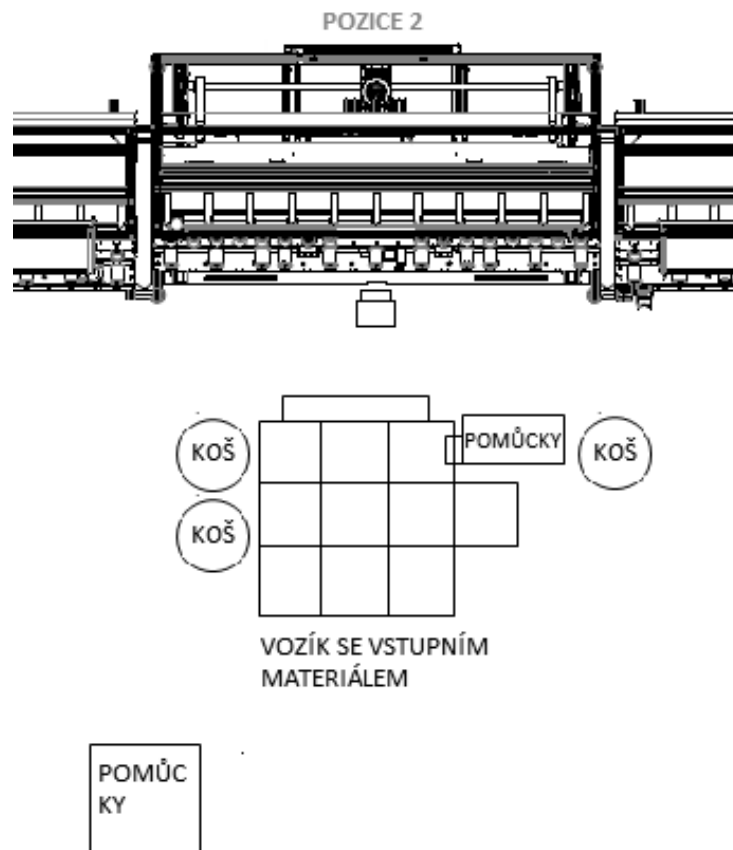
Společně se změnou zásobování bylo potřeba provést změnu layoutu výrobní linky.

Na první montážní pozici dochází k přesunu zásobníku se vstupním materiálem napravo, stejně jako navážení palet s izolačními skly. Díky této změně je možné posunout vyrobené rámy pro izolační skla do bezprostřední blízkosti montážní linky tak, aby pro ně pracovník nemusel chodit. Uvolněný prostor po vozíku se vstupním materiálem lze využít pro přistavení rámu pro následující zakázku.



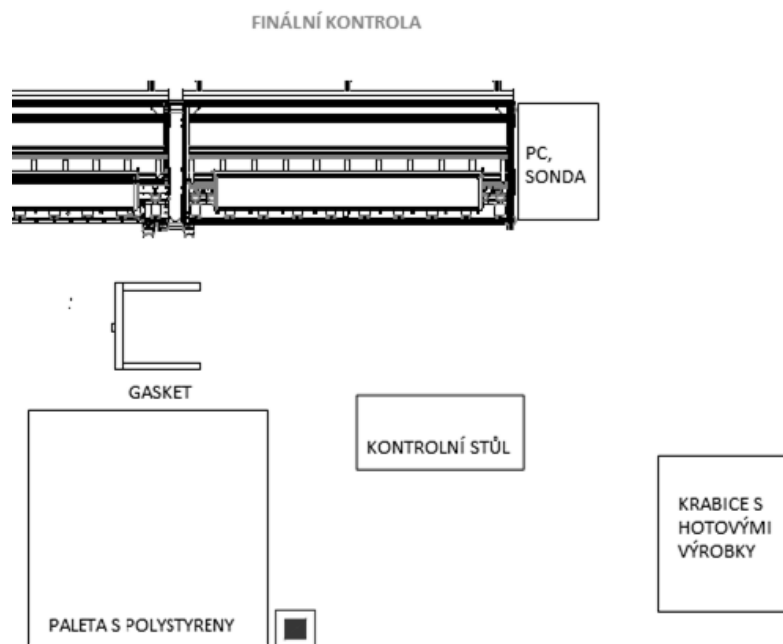
Obr. 28 Návrh změny rozložení pozice 1 (vlastní zpracování)

Druhá montážní pozice podle návrhu prodělá největší změnu jak v rozložení, tak způsobu zásobování pracoviště. Jak je vysvětleno v kapitole 10.2.2, dochází ke sloučení zásobování pracoviště plastovými lištami i zbývajícími komponenty. Touto úpravou je možné odstranit potřebu starých, prostorově náročných, vozíků s plastovými lištami, novým zásobovacím systémem, který je schopen pokrýt veškeré potřeby vstupního materiálu.



Obr. 29 Návrh změny rozložení pozice 2 (vlastní zpracování)

Pro pracoviště finální kontroly bude novinkou na základě návrhů rozdělení pracovních činností montáž gumového těsnění, což vyžaduje vyhrazení místa pro stojan s těsněním. Změnou stávajícího vybavení pro PC s příslušenstvím lze odstranit stoleček, který je v současné době využíván pouze pro odkládání pracovních pomůcek. Návrh změny layoutu této pracovní pozice je znázorněn následujícím obrázkem.



Obr. 30 Návrh změny rozložení pozice finální kontroly
(vlastní zpracování)

Souhrn změn v zastavěné pracovní ploše demonstruje tabulka 13.

Tab. 13 Změny v zastavěné pracovní ploše
(vlastní zpracování)

	Zastavěná pracovní plocha v m ²		
	Před změnou	Po změně	Úspora / navýšení
Montážní pozice 1	3,32	3,25	-0,07
Montážní pozice 2	3,94	1,61	-2,33
Finální kontrola	2,77	2,82	0,05
Celkem	10,03	7,68	-2,35

Celé pracoviště montážní linky má rozměry 16 x 5 metrů, tedy dohromady nabízí k využití 80 m². Z toho je 19,5 m² obsazeno samotnou linkou. Zastavěná pracovní plocha ostatním vybavením před změnou činila 10,03 m² a po změně 7,68 m². Touto změnou je možno dosáhnout snížení zastavěného prostoru z 29,53 m² na 27,18 m², což představuje úsporu 2,94% z celé plochy pracoviště.

Kompletní návrh na změnu layoutu pracoviště montážní linky je k dispozici v *příloze PVII*.

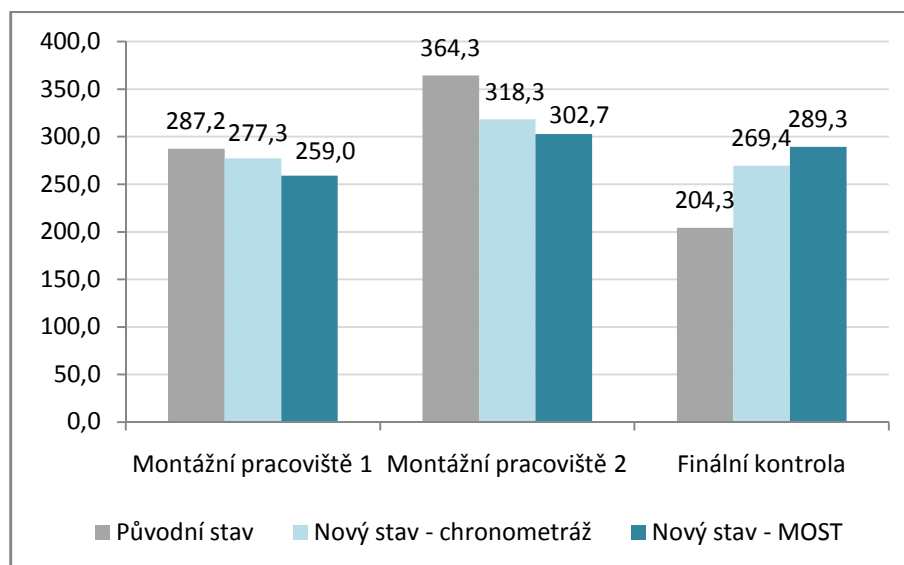
10.4 Vytvoření časových norem metodou Basic MOST

Jelikož jedním ze zjištěných nedostatků v analytické části byla neaktuálnost časových norem, součástí projektu bylo vybalancování pracovních činností pomocí chronometráže. Toto rozdělení však lze využít pouze při zachování stávajícího layoutu pracoviště.

Zadávací společnost plánuje změny v zásobovacím vybavení i layoutu montážní linky, při zpracování proto bylo vycházeno z návrhů diplomantky, kterým jsou věnovány kapitoly 10.2 a 10.3. Protože se jedná o pracoviště ve stádiu návrhu a není možné ověřit cyklové časy přímým měřením, ke stanovení spotřeby času byla využita metoda Basic MOST. Výpočet spotřeby času pro výrobu 1 ks izolačních dveří rodiny A na montážním pracovišti 2 je k dispozici v *příloze P VIII*. Pro ostatní výrobní rodiny i pracoviště byl využit stejný princip stanovení spotřeby času.

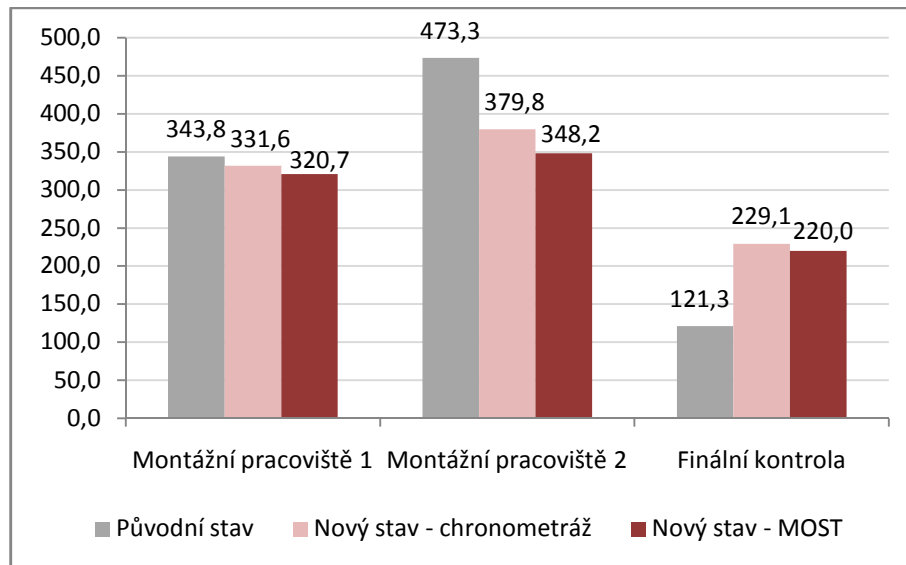
Po stanovení předpokládané spotřeby času metodou MOST byla ke zjištěným časům přičtena časová přírážka 10%.

Výchozím taktem pro rodinu A bylo 6 minut a 4 vteřiny, vybalancováním operací a změnou layoutu je možné dle metody MOST dosáhnout snížení taktu na 5 minut a 3 vteřiny. Z následujícího grafu lze zároveň vyčíst, že úzké místo výroby rodiny A přetrvává na druhé montážní pozici.



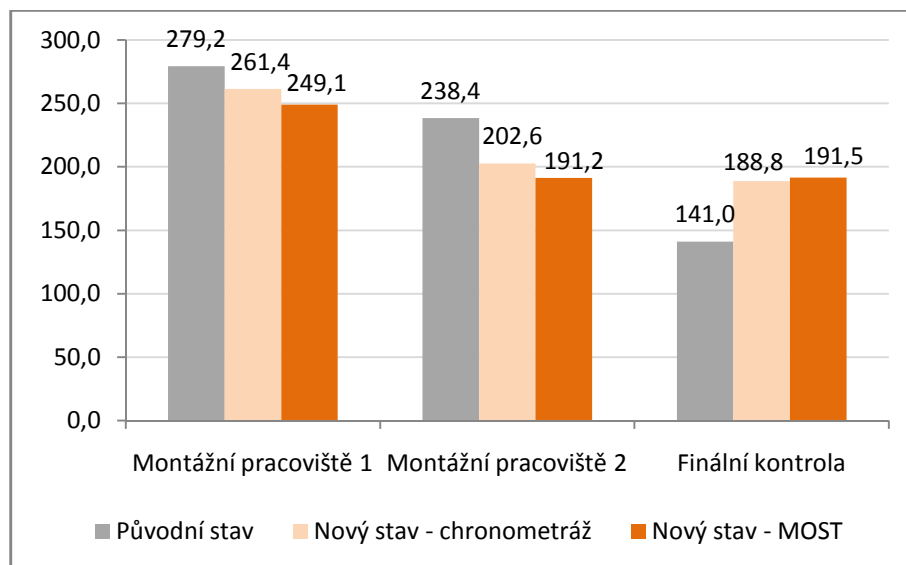
Graf 16 Přehled vybalancování, rodina A (vlastní zpracování)

Zjištěný čas taktu u výrobní rodiny C před změnou dosahoval 7 minut a 53 vteřin. Po zavedení navrhovaných změn se poté počítá se snížením na 5 minut a 48 vteřin. Tento čas se již přibližuje stanovenému cílovému taktu 5,5 minut pro výrobu 1 ks izolačních dveří.



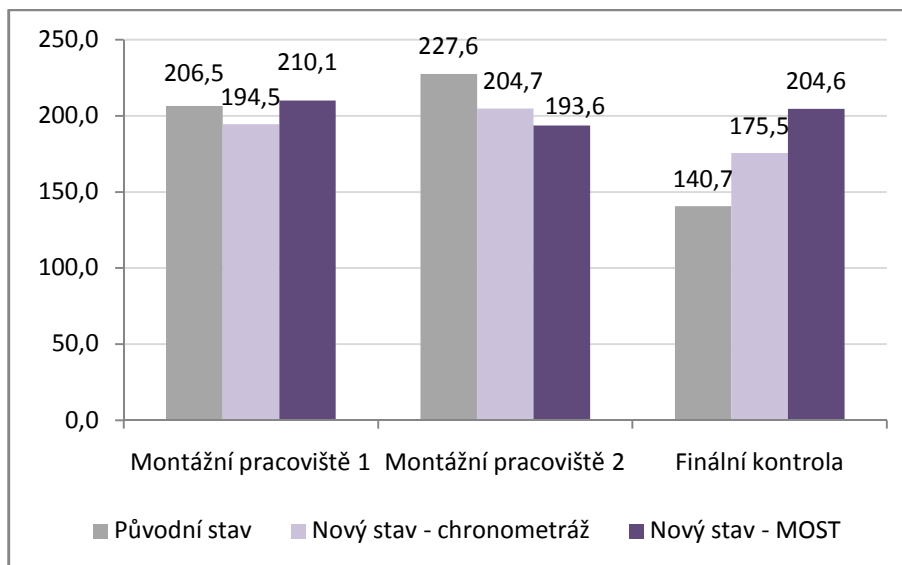
Graf 17 Přehled vybalancování, rodina C (vlastní zpracování)

Graf 18 představuje výchozí a novou spotřebu času pro výrokovou rodinu E. Metodou Basic MOST bylo zjištěno, že nový čas taktu rodiny E by měl činit 4 minuty a 9 vteřin, což znamená snížení taktu o 30 sekund na 1 kus.



Graf 18 Přehled vybalancování, rodina E (vlastní zpracování)

Poslední analyzovanou výrokovou rodinu představuje rodina F. Balancováním operací a zavedením navrhovaných změn je možné čas taktu ze současných 3 minut a 48 vteřin zkrátit na 3 minuty a 30 vteřin. Úzké místo se podle metody MOST nachází na první montážní pozici. Lze tedy předpokládat, že zaměstnanec při měření pracoval rychleji a tím došlo k ovlivnění zjištěných výsledků.



Graf 19 Přehled vybalancování, rodina F (vlastní zpracování)

Souhrnné výsledky balancování linky po zavedení navrhovaných změn s využitím metody Basic MOST jsou zachyceny v tabulce 14.

Zde můžeme vyčíst, že největší časovou úsporou stále představuje výrobková rodina C, u které lze snížit čas taktu o více než 2 minuty, následuje úspora rodiny A s 1 minutou 2 vteřinami, rodina E se 30 vteřinami a F s 17,4 vteřinami. Zároveň byl znovu vypočítán teoretický objem výroby izolačních dveří pro klasickou 450 minut dlouhou pracovní směnu. Největší změny lze dosáhnout stále u rodiny C se zvýšením produkce o 35,9%.

Tab. 14 Výsledky balancování linky po zavedení změn na základě metody MOST (vlastní zpracování)

Výrobková rodina	Snížení takt time 1 ks dveří	Procentní vyjádření úspory taktu	Počet vyrobených ks za směnu		Rozdíl ve vyrobených ks za směnu
			Před změnou	Po změně	
A	01:01,6	16,9%	74,1	89,2	↗ 20,4%
C	02:05,1	26,4%	57,0	77,5	↗ 35,9%
E	00:30,1	10,8%	96,7	108,4	↗ 12,1%
F	00:17,4	7,6%	118,7	128,5	↗ 8,3%

Jak je uvedeno v analytické části, časové normy využívané od zavedení montážní linky do provozu nejsou aktuální. V případě, že budou provedeny další změny v rozdělení pracovních činností, vybavení a rozložení pracovního prostoru, je jejich aktualizace o to

důležitější. Tabulka 15 proto nabízí porovnání stávajících norem spotřeby času s nově vytvořenými pomocí metody MOST.

Tab. 15 Srovnání časových norem (vlastní zpracování)

	Výrobní rodina A		Výrobní rodina C	
	Stávající norma (min/ks)	Norma dle MOST (min/ks)	Stávající norma (min/ks)	Norma dle MOST (min/ks)
Montážní pracoviště 1	6,6	4,32	5,9	5,35
Montážní pracoviště 2	5,9	5,05	5,9	5,8
Finální kontrola	nestanoveno	4,82	nestanoveno	3,67
	Výrobní rodina E		Výrobní rodina F	
	Stávající norma (min/ks)	Norma dle MOST (min/ks)	Stávající norma (min/ks)	Norma dle MOST (min/ks)
Montážní pracoviště 1	4,8	4,15	4,7	3,5
Montážní pracoviště 2	4,8	3,19	4,7	3,27
Finální kontrola	nestanoveno	3,19	nestanoveno	3,41

Takt time pro výrobu jednotlivých výrobních rodin bude určen podle úzkého místa procesu, pro rodinu A 5,05 min/ks, C 5,8 min/ks, E 3,19 min/ks a F 3,27 min/ks.

10.5 Zavedení standardizace pracoviště

Jako následující krok při změně či zavedení nového pracoviště, pracovního postupu, metody, atd. je nutné tuto změnu promítnout do standardu.

10.5.1 Standard pracovního prostředí

Před zahájením projektu na pracovišti neměli pracovníci žádný standard pracoviště, kromě provizorního značení oblastí pro umístění vstupního materiálu. Z tohoto důvodu je potřeba vytvořit standard, který bude v tištěné podobě umístěn na vyhrazeném místě, aby bylo možné zamezit vzniku abnormalit na pracovišti.

Standard popisuje v jednotlivých krocích podobu uspořádaného a čistého pracoviště tak, aby měl každý zaměstnanec (i případný návštěvník - zákazník, dodavatel) možnost

porovnat aktuální situaci s určeným standardem a podniknout náležité kroky k odstranění abnormalit. Standard bude sloužit jako pomůcka k tomu, aby každý zaměstnanec věděl, co je potřeba uklidit na jaké místo, kdo má úklid provádět v jakých intervalech, s jakými pracovními pomůckami a jak dlouho má tento úklid trvat. Ověření, zda byl úklid vykonán či nikoliv, bude snadné díky opatření dokumentu datem a podpisem. Standard úklidu pracoviště je k dispozici v *příloze P IX*. Pro potřeby kontroly dodržování standardů 5S lze využít vytvořený formulář použitý v kapitole 7.9.1.

Standard pro uložení pracovních pomůcek byl vyřešen již v návrhu nových zásobovacích regálů pomocí návrhu shadow boardů. Při jejich využití již není nutné další definování místa pro jejich uložení a každému bude na první pohled jasné, zda jsou veškeré pracovní pomůcky na svém místě.

Společně s novým ukládáním pracovních pomůcek bylo potřeba určit vhodné místo pro zásobovací systémy a palety s materiálem. Tímto návrhem se zabývala kapitola 10.3. Po implementaci změn bude proto potřeba vizuálně označit nové podlahové prostory pomocí barevných značkovacích samolepicích pásek. Jejich výhodou je snadná, rychlá a jednoduchá aplikace sundáním zadní folie a nalepením. V případě nového uspořádání pak i jejich snadné odstranění.

Pro toto značení bude potřeba zhruba 30 metrů podlahové pásky v ceně 9 €. Jelikož pěší a jízdní koridory i rizikové prostory jsou již označeny, další značení nebude potřeba.

10.5.2 Standard pracovního postupu

Aby při montáži izolačních dveří nedocházelo k abnormalitám a výroba mohla probíhat podle plánu, je potřeba na každou pracovní pozici umístit standardy pracovního postupu v tištěné podobě. Tento standard bude popisovat v jednotlivých krocích montáž (kontrolu) izolačních dveří příslušné výrobkové rodiny včetně ohodnocení časové náročnosti výroby 1 kusu výrobku. Tímto způsobem dojde k zamezení použití nestandardního pracovního postupu zejména při zaškolení nových pracovníků. Pro zkušené zaměstnance pak bude výhodou možnost srovnání svého výkonu se stanoveným časem ve standardu. Návrh na standard pracovního postupu pro izolační dveře rodiny A na druhém montážním pracovišti je k dispozici v *příloze P X*.

11 ZHODNOCENÍ PROJEKTOVÉ ČÁSTI

Následující kapitola je věnována přínosům projektu, kterých bude dosaženo po realizaci návrhů uvedených v projektové části, a také nákladům potřebných k uskutečnění těchto změn.

11.1 Přínosy projektu

Realizací navržených opatření lze dosáhnout navýšení produktivity práce o 20,4%, snížení času taktu všech analyzovaných výrobních rodin a snížení zastavěné pracovní plochy o 2,94%. Projektová část se věnovala řešení široké škály identifikovaných problémů. Tyto problémy se týkaly například oblasti balancování operací, standardizace, změny layoutu a zásobování pracoviště materiálem.

Cíle projektu a jejich plnění proto představuje následující tabulka:

Tab. 16 Hlavní cíle projektu a jejich plnění (vlastní zpracování)

	Výchozí situace	Cíl	Po zlepšení	Zlepšení o
Zvýšení produktivity práce o 10%	9,88 ks/hod.	10,87 ks/hod.	11,89 ks/hod.	20,4%
Snížení času taktu na 5,5 min./1 ks	0:06:04	0:05:30	0:05:03	16,8%
Vybalancování pracovních činností	Nevybalancované pracovní činnosti	Vybalancované pracovní činnosti, změna rozdělení pracovních činností	Vybalancované pracovní činnosti, změna rozdělení pracovních činností	100%
Aktualizace časových norem na základě nového rozdělení pracovních činností	Neaktuální časové normy	Nové časové normy práce	Nové časové normy práce	100%
Nový způsob zásobování pracoviště materiálem	Staré vybavení pro zásobování pracovišť	Nové vybavení pro zásobování pracovišť	Vybavení pro zásobování 2. pracoviště ve fázi nákupu	33%
Změna layoutu pracoviště	Nestandardizovaný layout	Návrh na změnu layoutu a jeho standardizaci	Návrh na změnu layoutu a jeho standardizaci	100%
Standard úklidu pracoviště, standard pracovních postupů	Nepořádek na pracovišti, chybějící standardy	Standard úklidu pracoviště, standard pracovních postupů	Standard úklidu pracoviště, standard pracovních postupů	100%

11.1.1 Zhodnocení navýšením kapacit

Pro období červen 2016 až květen 2017 je pro analyzovanou výrobní linku plánováno 247 směn po 7,5 pracovních hodinách. Při snížení doby taktu jednotlivých výrobních rodin dojde k navýšení výrobní kapacity montážní linky. Podíl příslušné výrobní rodiny na skladbě produkce byl vypočítán na základě skutečné výroby na montážní lince ve sledovaném období od měsíce listopad 2015 do konce března 2016. Společnost si z důvodu zachování obchodního tajemství nepřála zveřejňovat prodejní ceny svých výrobků, v kalkulaci je proto vycházeno z průměrných cen produktů s podobnými vlastnostmi, za které jsou nabízeny konkurenčními podniky. Tabulka 17 představuje výpočet dodatečných výnosů při navýšení produkce plynoucí ze zavedení navrhovaných změn. Tyto celkové výnosy by za rok společnosti přinesly navíc 323 722,6 eur.

Tab. 17 Vyčíslení výnosů projektu (vlastní zpracování)

Výrobní rodina	Počet vyrobených ks/směna - před	Počet vyrobených ks/směna - po	Možné navýšení produkce ks/směna	Podíl výrobní rodiny na skladbě produkce	Prodejní cena 1 ks v €	Dodatečné výnosy za rok v €
A	74,1	89,2	15,1	42,59%	100	158 847,9
C	57	77,5	20,5	25,70%	80	104 105,9
E	96,7	108,4	11,7	15,85%	74	33 895,6
F	118,7	128,5	9,8	15,86%	70	26 873,5
					Celkem	323 722,6

11.1.2 Zhodnocení úsporou mzdových nákladů

Hodinový náklad na práci jednoho operátora je stanoven společností na 9,01 EUR. Následující údaje byly počítány pro nejčastěji vyráběnou výrobní rodinu A. Zavedením změny rozdělení pracovních činností na základě provedené chronometráže lze docílit ročních úspor mzdových nákladů ve výši 19,49%. Implementací změn v layoutu a vybavení pracoviště lze podle metody MOST uspořit 23,55% mzdových nákladů.

Tab. 18 Vyčíslení mzdových úspor (vlastní zpracování)

	Výchozí stav	Nový stav - chronometráž	Nový stav - MOST
Výše normy ks/hodina	9,09	11,29	11,89
Plán spotřeby hodin pro rok 2016	5 558	4 474,5	4 248,8
Roční mzdové náklady (€)	50 073	40 316	38 281
Roční úspora nákladů (€)	0	9 757	11 792
Roční úspora nákladů (%)	0	19,49%	23,55%

11.2 Náklady projektu

Navrhované změny stávající situace se v případě pořízení nového vybavení neobejdou bez finančních výdajů. Tabulka 19 souhrnně představuje náklady na realizaci navržených změn. Největší finanční položku představuje zásobovací systém pro druhou montážní pozici, jelikož je konstrukčně nejnáročnější. Kalkulace nákladů projektu nepočítá s náklady na změnu layoutu - ty jsou zahrnuty v pořizovacích cenách jednotlivých konstrukčních systémů. Z tabulky můžeme vyčíst, že náklady na realizaci návrhů činí celkem 2 602,5 eur.

Tab. 19 Náklady na projekt (vlastní zpracování)

Nákladová položka	Cena v €
Zásobovací regál pro pozici 1	895
Zásobovací systém pro pozici 2	1460
Úprava montážní pozice 2	26
Konstrukce pro finální kontrolu	210
Podlahové značení	9
Vytištění nových standardů	2,5
Náklady celkem	2602,5

Po stanovení celkových nákladů na investici a ročních výnosů (úspor) můžeme vypočítat dobu návratnosti investice. Ta se spočítá vzorcem:

$$\text{Doba návratnosti investice} = \frac{\text{Celkové náklady na investici}}{\text{Roční výnos (úspora) v důsledku investice}}$$

Při zhodnocení navýšením výrobní kapacity doba návratnosti je:

$$\text{Doba návratnosti investice} = \frac{2\,602,5\ \text{€}}{323\,722,6\ \text{€}} = 0,008\ \text{roku} = 2,93\ \text{dní}$$

Při využití zhodnocení pomocí úspory mzdových nákladů:

$$\text{Doba návratnosti investice} = \frac{2\,602,5\ \text{€}}{11\,792\ \text{€}} = 0,221\ \text{roku} = 80,56\ \text{dní}$$

Doba návratnosti při implementaci navrhovaných změn s pořízením nového vybavení se při použití těchto dvou přístupů pohybuje od 2,93 do 80,56 dní. Znamená to, že s plně zaškolenými pracovníky projekt přinese zisk nejpozději po 81 pracovních dnech od uvedení do plného provozu.

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na racionalizaci výrobního procesu na lince finální montáže izolačních dveří ve společnosti Schott Flat Glass CR, s. r. o. Hlavním cílem bylo analyzovat stávající situaci a na tomto základě vypracovat projekt obsahující dílčí změny, které povedou ke zlepšení.

V rámci teoretické části byly definovány základní pojmy z oblasti štlhlé výroby a zlepšování procesů. Poznatky z teoretické části sloužily jako podklad pro zpracování části praktické.

V analytické části byla zpracována analýza současného stavu montážního procesu čtyř výrobních rodin i pracoviště montážní linky. Výchozí situace byla analyzována pomocí poskytnutých pracovních postupů a norem, procesní mapy, snímků pracovního dne, momentového pozorování, chronometráže, 5S auditu a rozhovorů s kompetentními pracovníky.

Z provedených analýz vyplynulo několik nedostatků. Mezi největší se řadí nevybalancované pracovní činnosti mezi operátory, neaktuální časové normy práce a nadbytečné zásoby materiálu na pracovišti.

Na tyto oblasti byla zaměřena projektová část, ve které byly jednotlivé návrhy na zlepšení zpracovány. Jelikož hlavním cílem projektu bylo zvýšení produktivity, jako objektivně ověřitelné ukazatele byly vybrány zvýšení produktivity práce o 10% a snížení doby taktu montáže izolačních dveří do 5,5 min./kus.

První návrh projektové části pojednával o novém rozložení operací mezi pracovníky na základě dat získaných chronometráží. Největší snížení doby taktu tímto návrhem bylo dosaženo u výrobní rodiny C, kde původní takt 7 minut a 53 vteřin dosáhl hodnoty 6 minut a 20 vteřin, což představuje redukci taktu o 1,5 minuty na vyrobený kus. Přerozdělením operací zbylých tří rodin se podařilo dosáhnout cílového taktu.

Dalším krokem bylo navržení nového vybavení pro materiálové zásobování montážních pozic 1 a 2 a konstrukce pro uložení PC s příslušenstvím, testovací sondy, tiskárny výrobních štítků a pracovních pomůcek s materiálem. Tyto návrhy byly vytvořeny ve volně dostupném 3D modelovacím software Google SketchUp. Všechny konstrukce jsou navrženy jako modulární trubkové systémy, zásobovací pozice využívají princip doplňování materiálu FIFO. Jelikož druhá montážní pozice byla společností určena jako

pilotní pracoviště provádění změn, v době zpracování diplomové práce došlo k navázání kontaktu s dodavatelem a zásobovací systém pro toto pracoviště je ve fázi nákupu.

Společně s návrhem na změnu vybavení byl vytvořen návrh změny layoutu pracoviště. Touto změnou je možno dosáhnout snížení zastavěného prostoru z 29,53 m² na 27,18 m², což představuje úsporu 2,94% z celé plochy pracoviště.

Jelikož jedním ze zjištěných nedostatků v analytické části byla neaktuálnost časových norem a v případě realizace dalších návrhů by došlo ke změně layoutu i vybavení, pro jejich stanovení byla využita metoda Basic MOST. Nový takt time pro výrobu jednotlivých výrobních rodin byl určen podle úzkého místa procesu, pro rodinu A 5,05 min./ks, C 5,8 min./ks, E 3,19 min./ks a F 3,27 min./ks, což povede k navýšení výrobní kapacity a tím ke zvýšení schopnosti plnit zákaznický požadavek.

Změny je potřeba promítnout do standardů, z tohoto důvodu byly vytvořeny jednak návrhy na standardy pracovních postupů pro jednotlivé výrobní rodiny a pracovní pozice a také standard úklidu nového pracoviště.

V závěru práce bylo provedeno ekonomické ohodnocení návrhů na zlepšení i nákladů na jejich realizaci. Výsledná doba návratnosti při implementaci navrhovaných změn s pořízením nového vybavení je nejdéle 81 dní.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografické publikace a periodika

BAUER, Miroslav a Ingrid HABURAIIOVÁ, 2015. *Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery*. 1. Vydání. Brno: BizBooks, 134 s. ISBN 978-80-265-0390-3.

BEJČKOVÁ, Jana, 2009. Slovník průmyslového inženýrství. *Úspěch: Produktivita & inovace v souvislostech*. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací, (1), s. 36 - 37. ISSN 1803-5183.

BEJČKOVÁ, Jana, 2016. Začněte s námi: Metoda 5S – předpoklad pro další zlepšování. *Úspěch: Produktivita & inovace v souvislostech*. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací, (1), s. 27 - 30. ISSN 1803-5183.

BOBÁK, Roman, 2001. *Výrobní systémy*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 170 s. ISBN 80-7318-015-4.

DENNIS, Pascal, c2002. *Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system*. New York: Productivity Press, 170 s. ISBN 1563272628.

DLABAČ, Jaroslav, 2009. Cesta ke štíhlému podniku: Přehled základních metod, nástrojů a pojmů z oblasti průmyslového inženýrství. *Úspěch: Produktivita & inovace v souvislostech*. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací, (1), s. 11 - 12. ISSN 1803-5183.

FORMÁNEK, Lukáš, 2016. Jak se měří výroba. *Úspěch: Produktivita & inovace v souvislostech*. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací, (1), s. 6 – 8. ISSN 1803-5183.

GRASSEOVÁ, Monika, 2008. *Procesní řízení ve veřejném sektoru: Teoretická východiska a praktické příklady*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 266 s. ISBN 978-80-251-1987-7.

HEŘMAN, Jan, 2001. *Řízení výroby*. Vyd. 1. Slaný: Melandrium, 167 s. ISBN 80-86175-15-4.

IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 314 s. ISBN 80-251-0850-3.

- JIRÁSEK, Jaroslav, 1998. *Štíhlá výroba*. 1. vyd. Praha: Grada, 199 s. ISBN 80-7169-394-4.
- KAVAN, Michal, 2002. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: Grada, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- LIKER, Jeffrey K., 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 392 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.
- MAŠÍN, Ivan, 2004. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích: Principy výrobních systémů pro 21. století*. Liberec: Institut technologií a managementu, 101 s. ISBN 80-903533-0-4.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- MAYNARD, Harold Bright a Kjell ZANDIN, c 2001. *Maynard's industrial engineering handbook*. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2688 s. ISBN 0070411026.
- MELČÁK, Miloš, 1999. *Výrobní management*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické, 252 s. ISBN 80-214-1393-X.
- OHNO, Taiichi, c1988. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Cambridge, Mass.: Productivity Press, 152 s. ISBN 0915299143.
- ROTHER Mike a John SHOOK, 2003. *Learning to see: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Cambridge: Lean Enterprise Institute. ISBN 0-9667843-0-8.
- RUNGTUSANATHAM, M. J. a Fabrizio SALVADOR, 2008. From Mass Production to Mass Customization: Hindrance Factors, Structural Inertia, and Transition Hazard. *Production and Operations Management*. Baltimore: Production and Operations Management, vyd. 17, č. 3, s. 385 - 396. ISSN 1059-1478.

SALVENDY, Gavriel, 2001. *Handbook of industrial engineering: technology and operations management*. 3rd ed. New York: Wiley, 2796 s. ISBN 0-471-33057-4.

SRINIVASAN, Siddarth, 2016. 5S impact on safety climate of manufacturing workers. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Bingley: Emerald Group Publishing Limited, vyd. 27, č. 3, s. 364. ISSN 1741-038X.

WHITMORE, Dennis, 1999. Productivity: The 'in-word' for the millennium?. *Management Services*. Canterbury: Deeson Group, vyd. 43, č. 7, s. 8 - 10. ISSN 0307-6768.

Elektronické zdroje

DAS, Biman, Pankajkumar PANDEY a Uday VENKATADRI, 2014. Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *Springer* [online]. [cit. 2016-03-29]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00170-013-5407-x>

LEŠKOVÁ, Andrea, 2013. Principles of lean production to designing manual assembly workstations. *Annals of Faculty Engineering Hunedoara* [online]. [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2013/ANNALS-2013-2-03.pdf>.

NOVÁK, Josef a Pavlína ŠLAMPOVÁ, 2007. Racionalizace výroby. *Projekty s podporou EU* [online]. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>

PAVELKA, Marcel, 2014. Jednotlivé metody a nástroje: Analýza a měření práce. *API: Akademie produktivity a inovací, s. r. o.* [online]. [cit. 2016-02-24]. Dostupné z: http://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch#Analyza_a_mereni_prace.

PRINCLÍK, Jan, 2013. Snímek pracovního dne: Personální audit. *PROexperty* [online]. [cit. 2016-02-24]. Dostupné z: <http://proexperty.cz/firemni-vzdelavani/humanresources/56-snimek-pracovniho-dne-personalni-audit>.

ROUSE, Margaret, © 2016. Lean Production. *TECHTARGET* [online]. [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/definition/lean-production>.

SCHOTT, © 2016. O společnostech SCHOTT v České republice. Schott [online]. [cit. 2016-01-30]. Dostupné z: http://www.schott.com/czechia/czech/company/about_local.html.

WASTRADOWSKI, Matt, 2016. What Is The 5S System?. *Industrial Maintenance & Plant Operation* [online]. [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.impomag.com/article/2016/03/what-5s-system>.

Interní materiály

Výroční zprávy společnosti Schott Flat Glass CR, s. r. o. 2010 - 2015. Valašské Meziříčí.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

5S	Metoda pro udržení pořádku na pracovišti.
AGD	All glass door.
BMT	Basic motion time study.
CEZ	Celková efektivita zařízení.
CRS	Cold room glass.
FK	Finální kontrola.
MOST	Maynard operation sequence technique.
MTM	Methods time measurement.
OEE	Overall equipment effectiveness.
PI	Průmyslové inženýrství.
SDS	Sliding door system.
SGD	Single glass door system.
TMU	Time measurement unit.
USD	Universal standard data.
VA index	Value-added index.
WF	Work factor system.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1</i> Možnost přizpůsobení výrobku zákazníkovi dle jeho požadavků v jednotlivých typech výroby (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 14).....	9
<i>Obr. 2</i> Příklad balancování cyklových časů operátorů (Rother a Shook, 2003, s. 69 - 70).....	11
<i>Obr. 3</i> 7+1 druh plýtvání (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 45)	14
<i>Obr. 4</i> Kolo trvalého rozvoje produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 96)	19
<i>Obr. 5</i> Dělení metod přímého měření práce (Pavelka, © 2014)	20
<i>Obr. 6</i> Formulář pro snímek pracovního dne vytvořený společností API (Pavelka, © 2014).....	22
<i>Obr. 7</i> Příklad použití systému basic MOST (Pavelka, © 2014).....	25
<i>Obr. 8</i> Ukázka standardu 5S (Dlabač, 2010, s. 14).....	27
<i>Obr. 9</i> Dveřní systémy AGD 3 a SDS 2 (vlastní zpracování)	36
<i>Obr. 10</i> Dveřní systémy SGD a ECO-Clear (vlastní zpracování)	36
<i>Obr. 11</i> Výrobní linka finální montáže (vlastní zpracování)	37
<i>Obr. 12</i> Procesní analýza výroby vyhřívaných dveří (vlastní zpracování).....	40
<i>Obr. 13</i> Pracoviště montážní pozice 1 (vlastní zpracování).....	42
<i>Obr. 14</i> Pracoviště montážní pozice 2 (vlastní zpracování).....	44
<i>Obr. 15</i> Pracoviště finální kontroly (vlastní zpracování)	46
<i>Obr. 16</i> Výsledky 5S auditu (vlastní zpracování)	52
<i>Obr. 17</i> Hromadění zásob na pracovišti (vlastní zpracování).....	53
<i>Obr. 18</i> Nepořádek na pracovišti 1 (vlastní zpracování)	54
<i>Obr. 19</i> Nepořádek na pracovišti 2 (vlastní zpracování)	54
<i>Obr. 20</i> Nepořádek na pracovišti 3 (vlastní zpracování)	55
<i>Obr. 21</i> Nevhodná výška zásobovacího regálu a vozíku na pozicích 1 a 2 (vlastní zpracování).....	56
<i>Obr. 22</i> Návrh nového zásobovacího regálu pozice 1, čelní pohled (vlastní zpracování).....	65
<i>Obr. 23</i> Návrh nového zásobovacího regálu pozice 1, boční pohled (vlastní zpracování).....	66
<i>Obr. 24</i> Návrh zásobování pozice 2, čelní pohled (vlastní zpracování).....	67
<i>Obr. 25</i> Návrh zásobování pozice 2, boční pohled (vlastní zpracování).....	67

<i>Obr. 26 Návrh uložení materiálu a pomůcek finální kontroly, čelní pohled (vlastní zpracování).....</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 27 Návrh uložení materiálu a pomůcek finální kontroly, boční pohled (vlastní zpracování).....</i>	<i>69</i>
<i>Obr. 28 Návrh změny rozložení pozice 1 (vlastní zpracování).....</i>	<i>70</i>
<i>Obr. 29 Návrh změny rozložení pozice 2 (vlastní zpracování).....</i>	<i>71</i>
<i>Obr. 30 Návrh změny rozložení pozice finální kontroly (vlastní zpracování).....</i>	<i>72</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Plýtvání v českých podnicích (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24).....</i>	14
<i>Tab. 2 Sekvenční modely basic MOST (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 111)</i>	24
<i>Tab. 3 Analýza produktivity práce připadajícího na jednoho zaměstnance v letech 2010 - 2015 (Zpracováno dle: výroční zprávy společnosti).....</i>	33
<i>Tab. 4 Počet vyrobených ks na montážní lince (vlastní zpracování).....</i>	41
<i>Tab. 5 Snímek pracovního dne 1 (vlastní zpracování).....</i>	43
<i>Tab. 6 Snímek pracovního dne 2 (vlastní zpracování).....</i>	45
<i>Tab. 7 Snímek pracovního dne 3 (vlastní zpracování).....</i>	46
<i>Tab. 8 Současný stav spotřeby času jednotlivých pracovišť podle výrobní rodiny (vlastní zpracování).....</i>	51
<i>Tab. 9 Nedostatky a návrhy na vyřešení (vlastní zpracování)</i>	57
<i>Tab. 10 SWOT analýza zkoumaného pracoviště (vlastní zpracování).....</i>	59
<i>Tab. 11 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování)</i>	60
<i>Tab. 12 Výsledky balancování linky při současném layoutu (vlastní zpracování)</i>	64
<i>Tab. 13 Změny v zastavěné pracovní ploše (vlastní zpracování)</i>	72
<i>Tab. 14 Výsledky balancování linky po zavedení změn na základě metody MOST (vlastní zpracování).....</i>	75
<i>Tab. 15 Srovnání časových norem (vlastní zpracování).....</i>	76
<i>Tab. 16 Hlavní cíle projektu a jejich plnění (vlastní zpracování)</i>	78
<i>Tab. 17 Vyčíslení výnosů projektu (vlastní zpracování)</i>	79
<i>Tab. 18 Vyčíslení mzdových úspor (vlastní zpracování).....</i>	79
<i>Tab. 19 Náklady na projekt (vlastní zpracování)</i>	80

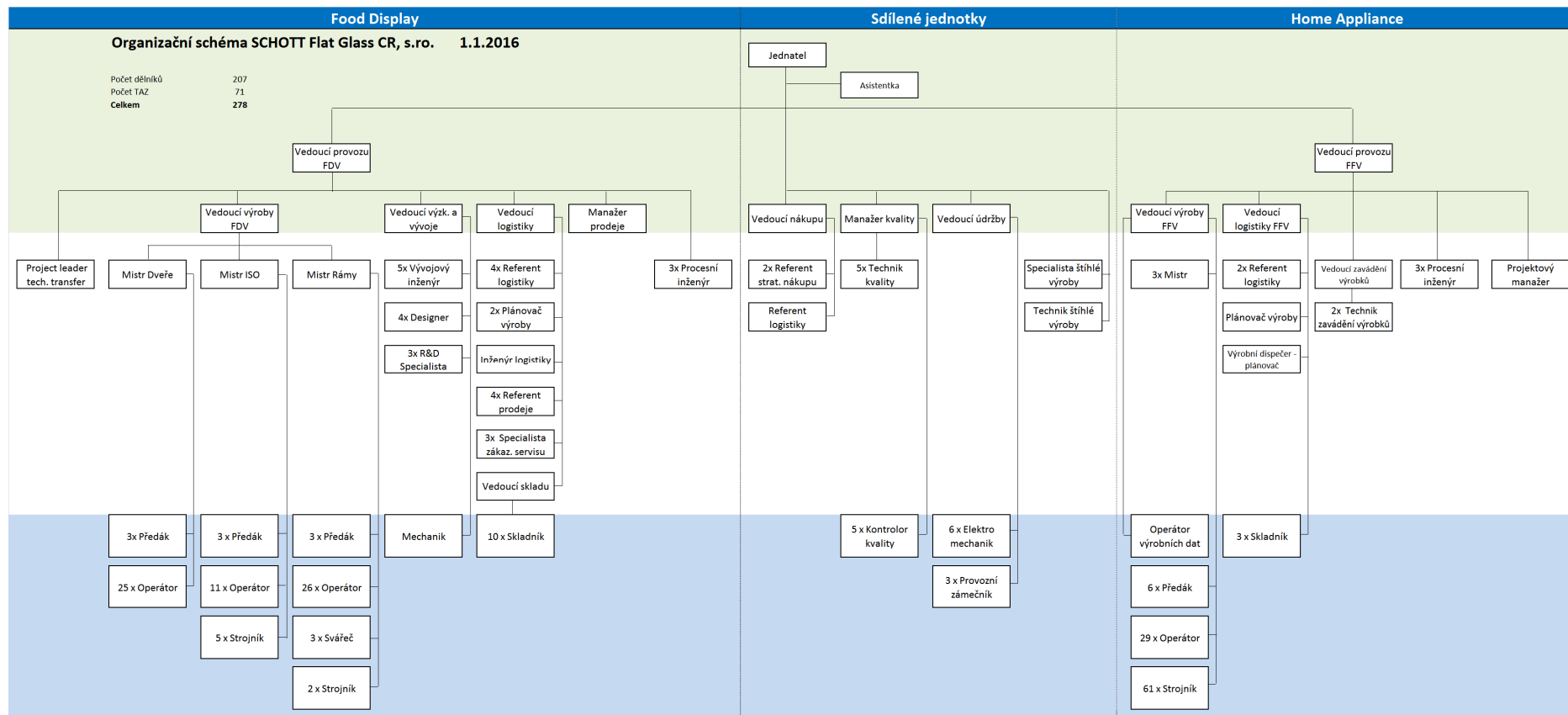
SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1 Vývoj průměrného počtu zaměstnanců za posledních 6 let (Zpracováno dle: výroční zprávy společnosti)</i>	<i>33</i>
<i>Graf 2 Vývoj výsledku hospodaření v letech 2010 - 2015 (Zpracováno dle: výroční zprávy společnosti)</i>	<i>34</i>
<i>Graf 3 Objem vyrobených ks izolačních dveří za rok 2015 (interní materiály, vlastní zpracování)</i>	<i>38</i>
<i>Graf 4 Vývoj produktivity práce na montážní lince listopad 2015 - březen 2016 (vlastní zpracování)</i>	<i>41</i>
<i>Graf 5 Snímek pracovního dne pracovníka na pozici 1 (šablona API, vlastní zpracování)</i>	<i>43</i>
<i>Graf 6 Snímek pracovního dne pracovníka na pozici 2 (šablona API, vlastní zpracování)</i>	<i>45</i>
<i>Graf 7 Snímek pracovního dne pracovníka na pozici finální kontroly (šablona API, vlastní zpracování)</i>	<i>47</i>
<i>Graf 8 Výrobová rodina A - stav před vybalancováním (vlastní zpracování)</i>	<i>48</i>
<i>Graf 9 Výrobová rodina C - stav před vybalancováním (vlastní zpracování)</i>	<i>49</i>
<i>Graf 10 Výrobová rodina E - stav před vybalancováním (vlastní zpracování)</i>	<i>50</i>
<i>Graf 11 Výrobová rodina F - stav před vybalancováním (vlastní zpracování)</i>	<i>50</i>
<i>Graf 12 Vybalancování montážních činností, rodina A (vlastní zpracování)</i>	<i>61</i>
<i>Graf 13 Vybalancování montážních činností, rodina C (vlastní zpracování)</i>	<i>62</i>
<i>Graf 14 Vybalancování montážních činností, rodina E (vlastní zpracování)</i>	<i>62</i>
<i>Graf 15 Vybalancování montážních činností, rodina F (vlastní zpracování)</i>	<i>63</i>
<i>Graf 16 Přehled vybalancování, rodina A (vlastní zpracování)</i>	<i>73</i>
<i>Graf 17 Přehled vybalancování, rodina C (vlastní zpracování)</i>	<i>74</i>
<i>Graf 18 Přehled vybalancování, rodina E (vlastní zpracování)</i>	<i>74</i>
<i>Graf 19 Přehled vybalancování, rodina F (vlastní zpracování)</i>	<i>75</i>

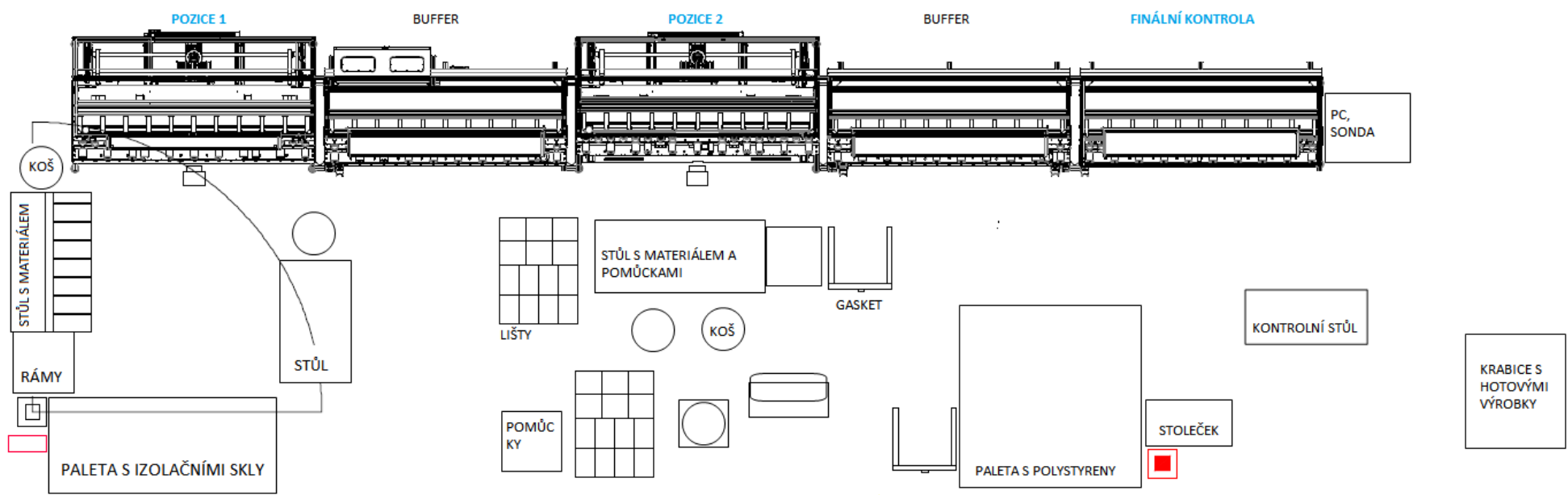
SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha P I: Organizační struktura společnosti
- Příloha P II: Výchozí layout výrobní linky
- Příloha P III: Výsledky momentového pozorování provedeného ve dnech 25.-26.2.2016
- Příloha P IV: Náměry jednotlivých operací dle pracovních pozic a výrobních rodin
- Příloha P V: Logický rámec
- Příloha P VI: Analýza rizik
- Příloha P VII: Návrh nového layoutu montážní linky
- Příloha P VIII: Výpočet spotřeby času metodou MOST
- Příloha P IX: Standard úklidu pracoviště
- Příloha P X: Standard pracovního postupu

PŘÍLOHA P I: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI

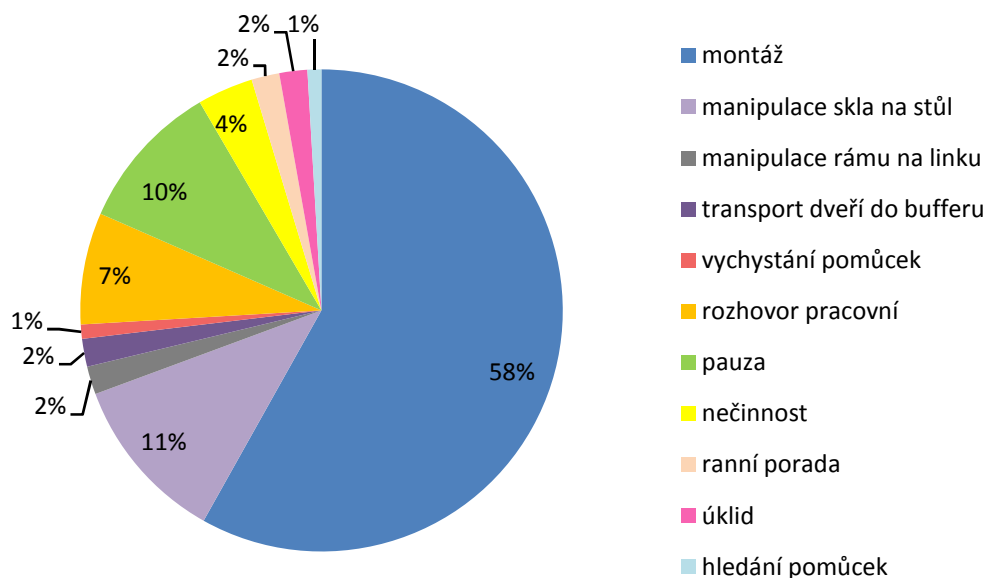


PŘÍLOHA P II: VÝCHOZÍ LAYOUT VÝROBNÍ LINKY

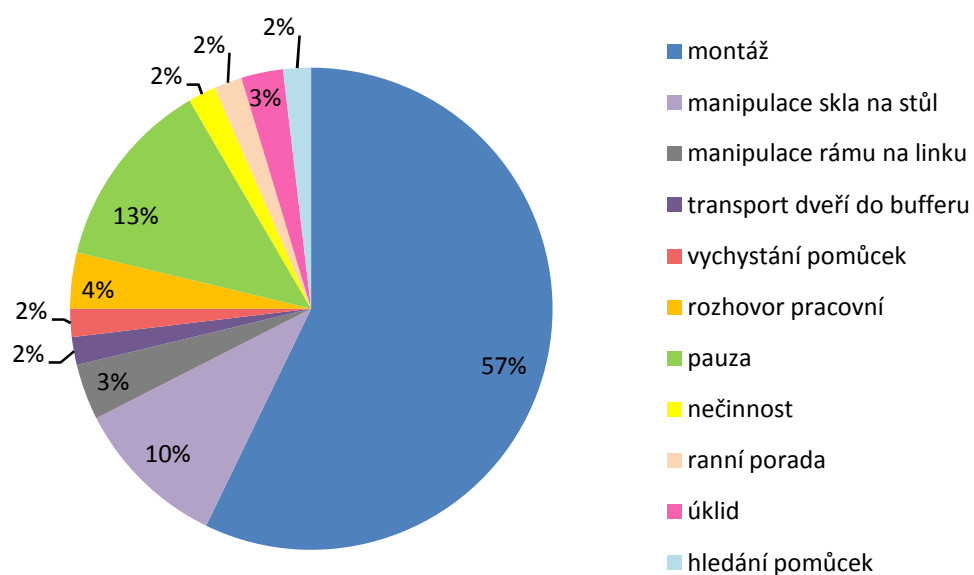


**PŘÍLOHA P III: VÝSLEDKY MOMENTOVÉHO POZOROVÁNÍ
PROVEDENÉHO VE DNECH 25. – 26. 2. 2016**

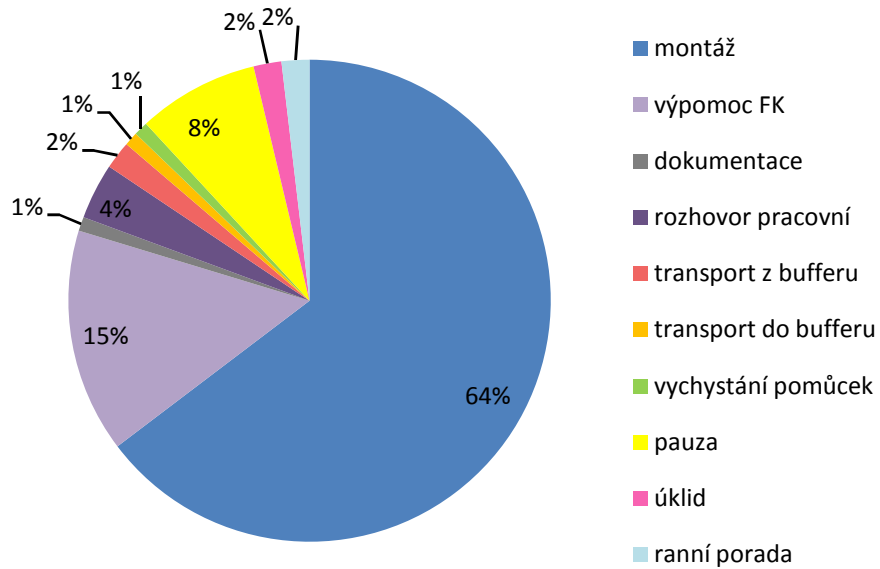
Specializace pracovníka pozice 1, 25.2.2016



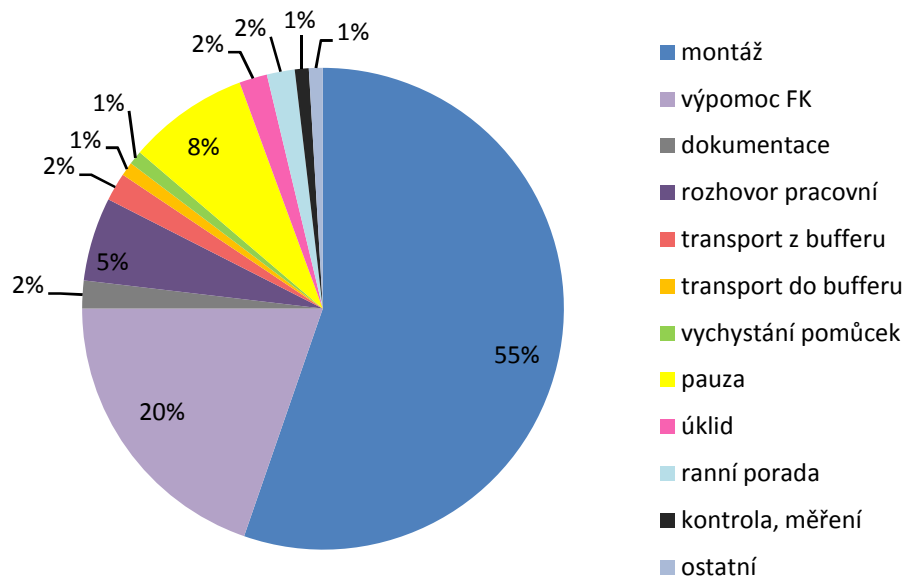
Specializace pracovníka pozice 1, 26.2.2016



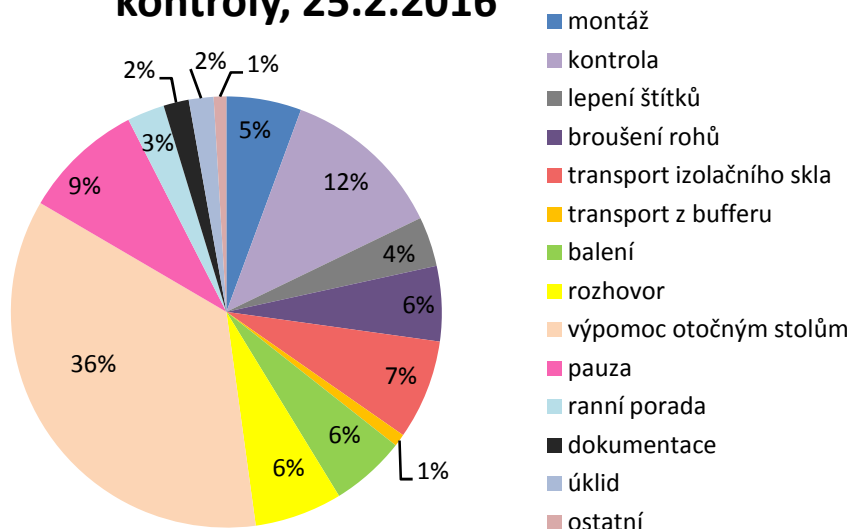
Specializace pracovníka pozice 2, 25.2.2016



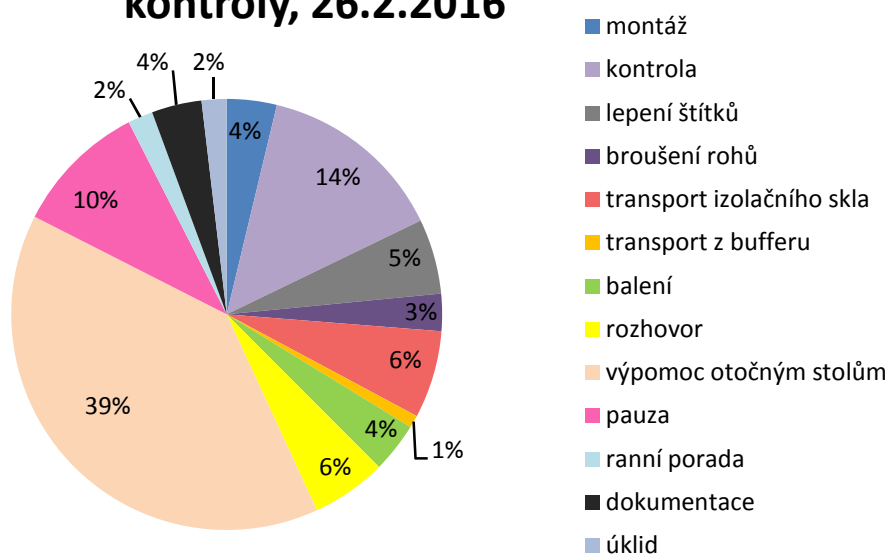
Specializace pracovníka pozice 2, 26.2.2016



Specializace pracovníka finální kontroly, 25.2.2016



Specializace pracovníka finální kontroly, 26.2.2016



PŘÍLOHA P IV: NÁMĚRY JEDNOTLIVÝCH OPERACÍ DLE PRACOVNÍCH POZIC A VÝROBKOVÝCH RODIN

Rodina A - pozice 1																	
Č.	Činnost	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Průměr
1	Vzetí rámu a uložení na linku	10	12	10	13	10	11	19	15	13	14	12	15	14	18	15	13,3
2	Montáž vnitřních pantů	25	27	29	34	23	25	19	36	15	18	16	19	19	26	16	23,6
3	Montáž kolíků	35	27	33	39	24	14	18	24	21	18	24	21	24	24	25	24,7
4	Montáž vaničky, montáž aretační pružiny	12	23	15	17	8	8	7	11	9	11	10	8	12	9	8	11,4
5	Montáž torzní pružiny a její kontrola	18	18	18	19	22	23	25	28	18	27	23	22	26	20	18	21,9
6	Sejmutí ochranné folie	13	25	21	24	14	10	17	13	12	14	16	11	20	16	16	16,1
7	Vložení mechovek, podložek	24	22	27	18	21	17	17	17	13	14	18	15	17	16	16	18,3
8	Montáž podkovy, security plate	20	33	32	33	25	28	32	23	33	32	28	33	32	36	34	30,0
9	Vzetí izolačního skla a uložení na stůl	11	10	16	17	17	20	19	19	17	21	20	19	19	21	15	17,6
10	Odstanění korku, očištění, odmaštění	76	79	66	73	42	39	41	45	57	61	70	68	48	69	90	59,6
11	Smotání kabelů, založení skla do rámu, aktivace pásky pomocí gumového kladiva	49	28	58	42	34	33	33	37	35	31	32	30	33	39	33	36,7
12	Uložení kabelů do plastové průchodky	9	6	8	9	7	7	10	7	4	6	6	10	7	6	7	7,3
13	Posun na další pozici	7	6	8	7	7	4	7	8	7	6	9	7	7	8	7	7,0
Rodina A - pozice 2																	
1	Posun z předchozí pozice	14	14	14	17	16	12	14	15	14	15	12	14	15	13	14	14,2
2	Uložení kabelového výstupu, instalace uzemnění	44	36	40	49	36	30	34	32	29	26	32	27	23	25	26	32,6
3	Instalace topného kabelu	73	84	68	82	81	70	68	67	55	58	41	64	55	64	55	66,4
4	Elektromontáž	75	93	75	55	57	59	48	70	61	90	100	82	104	64	78	73,8
5	Aplikace tavného lepidla	71	63	69	64	64	70	63	64	62	60	49	68	53	65	53	63,2
6	Aplikace těsnící hmoty	32	26	21	18	15	23	18	17	19	18	21	15	20	17	26	20,0
7	Montáž plastových lišt	92	76	93	89	82	81	80	93	83	95	89	87	95	81	83	86,9
8	Posun na další pozici	8	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	8	7	7	8	7,2
Rodina A - pozice 3																	
1	Posun z předchozí pozice	7	8	6	7	5	6	6	7	4	6	5	5	5	4	6	5,8
2	Připojení kusu ke kiosku, napojení	15	18	21	14	17	16	15	20	14	16	18	11	17	15	18	16,3
3	Lepení štítků	46	44	41	47	28	24	50	58	45	37	40	45	42	48	39	42,3
4	Montáž gumového těsnění a kontrola těsnění	56	44	49	52	56	61	52	54	71	47	48	47	47	41	52	51,8
5	Transport kusu z linky na stůl	32	54	37	42	18	26	25	24	31	26	27	26	22	27	29	29,8
6	Kontrola torzní pružiny	6	7	6	7	7	8	8	8	7	6	6	8	7	5	5	6,9
7	Zabroušení rohů	12	12	14	13	12	18	15	17	14	17	14	15	11	15	12	14,2
8	Nasazení polystyrénu, transport do balíku	37	39	36	40	28	25	36	41	40	46	46	36	37	35	41	37,3

Rodina C - pozice 1																	
Č.	Činnost	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Průměr
1	Vzetí rámu a uložení na linku	10	11	17	15	13	17	12	15	12	10	13	12	14	15	13	13,3
2	Montáž vnitřních pantů	30	29	27	34	23	29	24	36	30	26	25	35	31	26	29	28,9
3	Montáž kolíků	25	21	24	17	19	15	20	21	24	19	17	20	22	23	19	20,4
4	Montáž vaničky, montáž aretační pružiny	10	10	9	12	11	9	10	11	9	13	12	23	16	16	9	12,0
5	Montáž torzní pružiny a její kontrola	13	18	15	13	12	11	15	12	13	15	18	19	10	15	13	14,1
6	Sejmutí ochranné folie	14	10	9	16	13	10	9	13	12	12	14	11	10	8	10	11,4
7	Vložení mechovek, podložek	28	32	31	29	25	29	30	25	29	24	33	29	31	34	33	29,5
8	Montáž podkovy, security plate	26	33	32	33	26	28	32	27	33	32	30	33	33	36	35	31,3
9	Vzetí izolačního skla a uložení na stůl	25	20	19	26	24	22	25	19	20	25	28	24	21	27	24	23,3
10	Odstranění korku, očištění, odmaštění	48	57	56	61	32	39	41	45	45	49	50	37	38	56	58	47,5
11	Odlepení rožku folie, nalepení štítku	21	17	18	16	23	14	18	13	15	19	21	19	19	20	17	18,0
12	Aplikace hliníkové pásky	48	62	57	43	51	45	49	52	44	47	50	64	39	46	53	50,0
13	Založení skla do rámu, aktivace pásky	41	30	35	42	39	33	42	38	35	31	27	45	37	45	35	37,0
14	Posun na další pozici	7	6	8	7	7	4	7	8	7	6	9	7	7	8	7	7,0
Rodina C - pozice 2																	
1	Posun z předchozí pozice	14	14	14	17	16	12	14	15	14	15	12	14	15	13	14	14,2
2	Aplikace Soudalu	215	176	182	164	189	201	198	186	201	177	180	183	179	179	165	185,0
3	Aplikace těsnící hmoty	72	68	81	84	76	77	80	85	87	85	67	82	59	63	74	76,0
4	Montáž plastových lišt	118	116	144	109	102	141	116	123	147	135	149	129	138	123	135	128,3
5	Lepení štítků	34	45	50	56	38	44	50	58	64	57	41	46	42	49	43	47,8
6	Ořez laminační folie	14	15	19	13	14	16	14	16	14	14	12	14	18	17	15	15,0
7	Posun na další pozici	7	7	6	5	8	7	7	11	7	6	8	6	7	7	6	7,0
Rodina C - pozice 3																	
1	Posun z předchozí pozice	7	8	6	7	5	6	6	7	4	6	5	5	5	4	6	5,8
2	Montáž gumového těsnění + kontrola	41	34	35	37	40	38	39	36	30	34	38	36	43	39	35	37,0
3	Transport kusu z linky na stůl	17	21	28	18	18	22	19	23	26	18	19	19	22	21	24	21,0
4	Kontrola torzní pružiny	5	6	7	6	7	7	6	7	6	5	6	5	6	5	6	6,0
5	Zabroušení rohů	18	17	19	17	15	16	20	18	17	17	19	16	17	17	12	17,0
6	Nasazení polystyrénu, transport do balíku	31	35	36	31	28	25	28	39	39	39	40	41	36	34	35	34,5
Rodina E - pozice 1																	
Č.	Činnost	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Průměr
1	Vzetí rámu a uložení na linku	12	11	10	10	10	11	17	15	13	17	12	15	14	18	15	13,3
2	Montáž vnitřních pantů	30	29	27	34	23	29	24	36	30	26	25	35	31	26	29	28,9
3	Montáž kolíků	22	27	26	28	19	15	17	21	20	18	15	20	24	23	17	20,8
4	Montáž vaničky, montáž aretační pružiny	12	23	16	16	9	8	10	11	9	13	11	8	13	10	11	12,0
5	Montáž torzní pružiny a její kontrola	14	17	15	13	15	11	12	12	18	15	13	19	13	15	10	14,1
6	Sejmutí ochranné folie	14	8	9	17	13	10	9	13	12	12	14	11	10	8	10	11,3
7	Vložení mechovek, podložek	28	32	31	29	25	29	30	25	29	24	33	29	31	34	33	29,5
8	Montáž podkovy, security plate	26	33	32	33	26	28	32	27	33	32	30	33	33	36	35	31,3
9	Vzetí izolačního skla a uložení na stůl	11	10	16	17	18	20	21	19	17	21	20	19	19	21	15	17,6
10	Odstranění korku, očištění, odmaštění	48	57	56	61	32	39	41	45	45	49	50	37	38	56	58	47,5
11	Založení skla do rámu, aktivace pásky	49	29	38	42	44	33	47	38	35	41	37	45	39	48	35	40
12	Posun na další pozici	8	7	6	7	6	7	7	7	7	7	6	8	7	7	8	7
Rodina E - pozice 2																	
1	Posun z předchozí pozice	14	14	14	17	16	12	14	15	14	15	12	14	15	13	14	14,2
2	Aplikace tavného lepidla	61	52	69	65	54	66	63	64	62	60	49	64	53	65	53	60
3	Montáž plastových lišt	98	116	107	99	82	131	116	104	92	125	109	129	118	100	115	109,4
4	Lepení štítků	34	45	50	56	38	44	50	58	64	57	41	46	42	49	43	47,8
5	Posun na další pozici	7	7	7	7	6	8	7	7	8	7	6	7	7	7	7	7
Rodina E - pozice 3																	
1	Posun z předchozí pozice	7	8	6	7	5	6	6	7	4	6	5	5	5	4	6	5,8
2	Montáž gumového těsnění + kontrola	56	54	49	52	56	61	52	55	69	47	48	46	47	42	52	52,4
3	Transport kusu z linky na stůl	27	34	32	29	18	23	25	24	31	26	27	26	22	27	24	26,3
4	Kontrola torzní pružiny	6	7	6	7	7	8	8	8	7	6	6	8	7	8	5	6,9
5	Zabroušení rohů	15	17	16	17	14	15	13	14	12	16	15	15	13	13	12	14,5
6	Nasazení polystyrénu, transport do balíku	32	37	36	31	28	25	29	41	39	41	42	34	36	34	41	35,1

Rodina F - pozice 1																	
Č.	Činnost	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Průměr
1	Montáž vnitřních pantů	30	33	23	29	20	31	26	30	31	26	27	24	32	25	31	27,9
2	Montáž torzní pružiny a její kontrola	13	13	12	14	16	16	12	17	15	14	15	12	17	14	13	14,2
3	Vložení mechovek, podložek	14	11	11	10	10	10	12	14	12	16	10	12	15	12	11	12,0
4	Montáž podkovy, security plate	36	36	42	50	42	40	49	37	42	42	45	37	41	40	45	41,6
5	Vzetí izolačního skla a uložení na stůl	20	16	18	18	19	17	19	17	15	21	17	19	16	18	20	18,0
6	Ostranění lepicí pásky a vymešovacích	51	56	61	49	49	52	67	63	58	49	55	59	51	56	57	55,5
7	Odlepení rožku folie, nalepení štítku	22	16	18	14	11	17	16	15	17	18	18	14	17	15	18	16,4
8	Vzetí očištěného skla a uložení na linku	11	15	12	13	14	15	16	12	10	21	14	16	10	15	14	13,9
9	Posun na další pozici	7	6	6	6	7	7	8	6	7	8	6	8	7	8	8	7,0
Rodina F - pozice 2																	
1	Posun z předchozí pozice	12	11	10	8	11	10	13	18	14	15	11	15	13	12	10	12,2
2	Aplikace tavného lepidla	64	48	55	50	65	59	64	54	67	55	59	52	57	63	59	58,1
3	Aplikace těsnící hmoty	49	44	64	50	57	59	66	68	54	63	62	51	58	60	56	57,4
4	Montáž plastových lišt	68	72	85	85	85	64	85	82	70	78	81	76	68	79	83	77,4
5	Ořez laminační folie	15	15	24	14	13	16	14	14	14	16	15	14	17	17	14	15,5
6	Posun na další pozici	7	7	6	5	8	7	7	11	7	6	8	6	7	7	6	7,0
Rodina F - pozice 3																	
1	Posun z předchozí pozice	6	8	6	4	5	7	8	5	7	8	7	5	8	6	6	6,4
2	Montáž gumového těsnění, kontrola	46	24	38	36	44	34	39	35	29	31	37	33	41	31	36	35,6
3	Lepení štítku	8	7	8	8	8	8	9	6	9	8	8	9	7	8	7	7,9
4	Transport kusu z linky na stůl	8	5	10	7	6	8	7	7	8	8	7	8	6	9	7	7,4
5	Kontrola torzní pružiny	7	7	6	6	7	6	6	7	8	4	7	5	7	6	7	6,4
6	Zabroušení rohů	13	9	9	9	10	10	11	11	11	12	11	10	12	10	10	10,5
7	Montáž chladiče	34	30	27	27	24	30	28	34	30	29	32	28	30	29	27	29,3
8	Odmaštění skla	14	15	15	17	22	14	18	17	11	23	16	21	15	17	14	16,6
9	Nasazení polystyrenu, transport do balíku	19	16	17	19	19	38	16	22	22	18	19	21	24	17	22	20,6

PŘÍLOHA P V: LOGICKÝ RÁMEC

Popis projektu	Objektivně ověřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Rizika
Hlavní cíl: Racionalizace výrobního procesu výrobní linky	Zvýšení rentability o 2%	Ukazatel rentability	-
Projektový cíl: 1. Zvýšení produktivity práce na výrobní lince	Tact time 5,5 min./1 ks Zvýšení produktivity o 10%	DP - kapitola 10.1 a 10.4 DP - kapitola 11	Nenaplnění cíle projektu
Výstupy: 1.1 Provedena analýza procesů na výrobní lince 1.2 Navržena změna organizace práce 1.3 Zavedeny návrhy na změnu organizace práce	Vypracováno 5 analýz Normy spotřeby času, nový layout Vyhodnocení projektu	DP - jednotlivé kapitoly	Využití nesprávných analýz Chybně zpracované analýzy Získání nesprávných dat Nedodržení časového harmonogramu
Aktivity: 1.1.1 Definována náplň projektu v zadávající společnosti 1.1.2 Sběr dat pomocí měření práce 1.1.3 Vyhodnocena data získaná z analýz 1.2.1 Navržena změna layoutu 1.2.2 Navrženo nové rozdělení pracovních činností 1.2.3 Vytvořeny nové normy spotřeby času 1.3.1 Otestován návrh na změnu organizace práce 1.3.2 Navržen nový standard 1.3.3 Projekt podroben nákladové a rizikové analýze	Prostředky: Montážní linka Mistr a pracovníci na montážní lince Znalost stávající organizace výroby Formuláře, stopky Fotoaparát, kamera PC, MS Excel Projektový tým	Časový rámec aktivit: 1.1 01 - 02/2016 1.2 02 - 03/2016 1.3 04/2016	Zrušení projektu v době realizace Špatné nastavení nových časových norem Zamítnutí návrhů společností
			Předběžné podmínky: Znalost zkoumané problematiky Podpora ze strany vedení

PŘÍLOHA P VI: ANALÝZA RIZIK

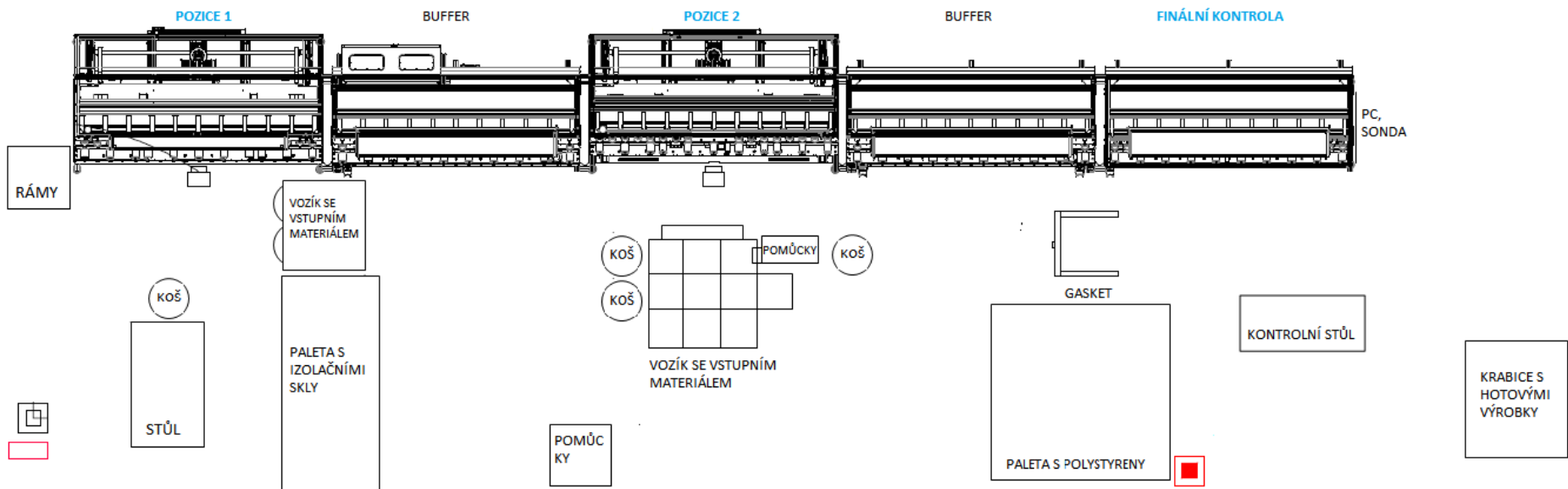
Hrozba	P-st hrozby	Scénář	P-st scénáře	Celková p-st		Dopad	Hodnota rizika	Opatření
Využití nesprávných analýz	15%	Získání nesprávných dat.	25%	4%	MP	MD	MHR	Akceptance.
		Posun časového harmonogramu.	60%	9%	MP	VD	SHR	Vytvoření časové rezervy, odsouhlasení použitých analýz.
Chybně zpracované analýzy	5%	Výstup s nulovou hodnotou.	40%	2%	MP	VD	SHR	Kontrola výstupů analýz s průmyslovým inženýrem, opětovné vyhodnocení dat.
Nedodržení časového harmonogramu	25%	Neodevzdání DP v požadovaném termínu.	60%	15%	MP	SD	MHR	Akceptance.
		Zvýšení nákladů.	30%	8%	MP	SD	MHR	Akceptance.
Špatné nastavení nových časových norem	15%	Nemožnost přesného rozvržení výroby.	99%	15%	MP	VD	SHR	Využití metody basic MOST, konzultace s průmyslovým inženýrem.
		Demotivace pracovníků.	99%	15%	MP	SD	MHR	Akceptance.
Zrušení projektu v době realizace	5%	Neodevzdání DP v požadovaném termínu.	60%	3%	MP	SD	MHR	Akceptance.
Neochota společnosti spolupracovat	10%	Ukončení spolupráce se společností.	95%	10%	MP	SD	MHR	Akceptance.
		Nevypracování DP a projektu.	95%	10%	MP	VD	SHR	Seznámení se společností před zahájením projektu.
Zamítnutí návrhů společností	25%	Projekt nebude realizován.	95%	24%	SP	VD	VHR	Konzultace s lean manažerem v průběhu projektu.

Pravděpodobnost		
MP	Malá	0,01 - 0,2
SP	Střední	0,21 - 0,66
VP	Vysoká	0,67 - 0,99

Dopad (škoda)	
MD	Malý dopad
SD	Střední dopad
VD	Velký dopad

Hodnota rizika a reakce	
MHR	Akceptace
SHR	Tvorba rizikového plánu
VHR	Vyhnutí se riziku


PŘÍLOHA P VII: NÁVRH NOVÉHO LAYOUTU MONTÁŽNÍ LINKY



PŘÍLOHA P VIII: VÝPOČET SPOTŘEBY ČASU METODOU MOST

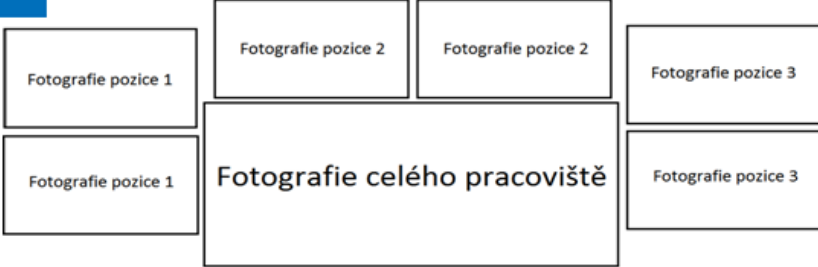
Č.	POPIS PRACOVNÍ METODY	SEKVENČNÍ MODEL												SIMO	FR.	TMU (SUM)	(SEC)	(MIN/100 ks)	
		A	B	G	M	X	I	A											
1	Posun dveří z předchozí pozice	1	0	1	6	0	0	0							n	1	80,00	2,88	4,80
2	Uchopení dorazu, upevnění	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	n	1	90,00	3,24	5,40
3	Vzetí 4 mechovek, uložení do rámu	1	1	4	4	1	0	3	1						n	1	220,00	7,92	13,20
4	Vzetí nálepky uzemnění, nalepení nálepky	1	0	1	1	0	6	1							n	1	100,00	3,60	6,00
5	Vzetí kabelového výstupu a umístění do rámu	1	0	1	1	0	3	0							n	1	60,00	2,16	3,60
6	Vzetí vrtačky do pravé ruky	1	0	1	0	0	0	0							n	1	20,00	0,72	1,20
7	Vzetí šroubku a umístění na vrtačku	1	0	1	1	0	3	1							n	1	70,00	2,52	4,20
8	Uchopit levou rukou zemnicí kabel a položit k rámu	1	0	1	1	0	3	0							n	1	60,00	2,16	3,60
9	Akuvrtačkou přivrtat zemnicí kabel k rámu	0	0	0	1	0	3	0	6	1	0	0	0	0	n	1	110,00	3,96	6,60
10	Zkrácení kabelů pomocí nůžek	1	0	1	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	n	1	100,00	3,60	6,00
11	Odizolování kabelů	0	0	0	1	0	3	0	3	1	0	1	0	0	n	1	120,00	4,32	7,20
12	Montáž topného kabelu do rámu	Proc. čas operátora (s)						Cas činností SIMO (s)						n	1	1946,00	70,06	116,76	
		70						0,00											
13	Spojení dvou kabelů pomocí rukou, 6 otočení zápěstím	1	0	1	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	n	2	280,00	10,08	16,80
14	Spojení dvou kabelů pomocí rukou, 4 otočení zápěstím	1	0	1	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	n	2	240,00	9,36	15,60
15	Vzetí kleští	1	0	1	0	0	0	0							n	1	20,00	0,72	1,20
16	Vzetí kloboučku a umístění do kleští	1	0	1	1	0	1	1							n	2	100,00	3,60	6,00
17	Vzetí drátů, nasazení kloboučku a utažení	1	0	1	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	n	1	70,00	2,52	4,20
18	Vzetí drátů, nasazení kloboučku a utažení, odložení kleští	1	0	1	1	0	3	0	1	1	0	1	1		n	1	100,00	3,60	6,00
19	Vzetí svazku kabelů a zamotání	1	0	1	1	0	1	0	16	0	0	0	0	0	n	1	200,00	7,20	12,00
20	Uložení svazku kabelů	0	0	0	1	0	6	0							n	2	140,00	5,04	8,40
21	Vzetí těsnící hmoty a zařizování kabelů	1	0	1	1	0	3	0							n	1	60,00	2,16	3,60
22	Aplikace tavného lepidla (vzetí pistole, zmáčknutí, aplikace)	Proc. čas operátora (s)						Cas činností SIMO (s)						n	1	1668,00	60,05	100,08	
		60						0,00											
23	Vzetí těsnící hmoty, roztržení	1	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	1		n	4	240,00	8,64	14,40
24	Těsnící hmotu aplikovat na dveře	0	0	0	1	0	6	1							n	4	320,00	11,52	19,20
25	Vzetí kladívka do pravé ruky	3	0	1	0	0	0	0							n	1	40,00	1,44	2,40
26	Vzetí plastové lišty a přiložení k rámu	3	0	1	3	0	6	0							n	1	130,00	4,68	7,80
27	Vzetí plastové lišty a položení na rám	3	0	1	3	0	1	0							n	1	80,00	2,88	4,80
28	Natlučení plastové lišty/dlouhá, odložení kladívka	0	0	0	1	0	1	0	54	3	0	1	0		n	1	600,00	21,60	36,00
29	Vzetí 2 krátkých plastových lišt a položení na rám	3	0	1	3	0	3	0							n	1	170,00	6,12	10,20
30	Uchopení dorazu, uvolnění	3	0	1	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	n	1	110,00	3,96	6,60
31	Posun dveří na další pozici	1	0	1	6	0	0	0							n	1	80,00	2,88	4,80

PŘÍLOHA P IX: STANDARD ÚKLIDU PRACOVISTĚ



Standard pracoviště montážní linky


Verze číslo: 1
List číslo: 1



Č.	Místo	Činnost	Potřebné pomůcky	Délka úklidu	Frekvence		Odpovědná osoba	Úklid proveden	
					Denně	Týdně		Datum	Podpis
1	Pracovní nářadí	Uložit pracovní nářadí do shadow boardu	Ručně	1 min.	x		Pracovník č. 1 - 3		
2	Pracovní stůl	Odstranit veškeré nečistoty	Hadřík, čisticí prostředek	2 min.	x		Pracovník č. 1 a 3		
3	Montážní pozice	Vyrovnat montážní pozici do základní polohy	Ručně	1 min.	x		Pracovník č. 1 a 2		
4	Finální kontrola	Vypnout elektrické zařízení	Ručně	1 min.	x		Pracovník č. 3		
5	Skříňka	Uklidit prostor pracovní skříňky	Ručně	5 min.		x	Pracovník č. 2		
6	Pracovní prostor	Zamést podlahu	Smeták, lopatka	2 min.	x		Pracovník č. 1 - 3		

Vypracoval: _____ Datum: _____
Schválil: _____ Datum: _____

PŘÍLOHA P X: STANDARD PRACOVNÍHO POSTUPU

		Standard pracovního postupu Pracoviště: montážní linka izolačních dveří, pozice 2 Výrobní rodina A	Verze číslo: 1 List číslo: 1	
Č.	Postup	Fotografie		
1	USTAVENÍ DVEŘÍ: Posuň dveře z předchozí pozice, uchop doraz a upevni jej. V případě potřeby nožním pedálem nastav výšku montážní pozice.			
2	VLOŽENÍ MECHOVEK: Uchop 4 mechovky, do každého rohu rámu vlož 1 ks			
3	ULOŽENÍ KABELOVÉHO VÝSTUPU, INSTALACE UZEMNĚNÍ: Uchop nálepkou uzemnění a nalep na označené místo. Uchop kabelový výstup, umísti do rámu. Uchop levou rukou zemnicí kabel a přilož k rámu. Připevni jej pomocí 1 ks šroubu MRX pozidrive. Pomocí nůžek zkrať kabely na stanovenou délku. Kabely odizoluj.			
4	MONTÁŽ TOPNÉHO KABELU: Pomocí přípravku zatlač do spáry mezi izolačním sklem a rámem topný kabel tak, aby jeho konce byly u kabelového výstupu.			
5	ELEKTROMONTÁŽ: Spoj kabely otočením do dvou svazků. Uchop plastový klobouček, vlož jej do kleští. Na oba svazky nasad' a utáhni jeden plastový klobouček. Kabelové svazky zamotej do jednoho, pak jej ulož do rámu. Zafixuj pomocí těsnicí hmoty.			
6	APLIKACE TAVNÉHO LEPIDLA: Do spáry mezi izolačním sklem a rámem aplikuj tavné lepidlo pomocí tavné pistole.			
7	APLIKACE TĚSNICÍ HMOTY: Do 4 rohů rámu aplikuj těsnicí hmotu.			
8	INSTALACE PLASTOVÉ LIŠTY: Ze zásobníku vytáhni dlouhou plastovou lištu, přilož ke spodní hraně rámu a připevni ji poklepáním pomocí gumového kladívka. Ze zásobníku vytáhni 2 krátké plastové lišty a dlouhou lištu pro madlovou hranu. Umísti je na horní hranu izolačních dveří pro montáž na poslední pozici.			
9	POSUN NA DALŠÍ POZICI: Uchop doraz a uvolni jej. Zatlačením do izolačních dveří je posuň na následující pozici.			
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Normovaný čas:</td> <td style="text-align: center;">5,05 min./1 ks</td> </tr> </table>		Normovaný čas:	5,05 min./1 ks	
Normovaný čas:	5,05 min./1 ks			
Vypracoval: _____ Schválil: _____		Datum: _____ Datum: _____		