

Projekt aplikace metody SMED v podniku SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o.

Bc. Jan Filla

Diplomová práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jan Filla
Osobní číslo: M12964
Studijní program: N6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Průmyslové inženýrství
Forma studia: prezenční

Téma práce: Projekt aplikace metody SMED ve společnosti
SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o.

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši se zaměřením na metodu SMED a formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy a návrhu projektu.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu na pracovišti.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a navrhněte východiska pro využití metody SMED na vybraném pracovišti.
- Zpracujte ideový záměr aplikace metody SMED.
- Vypracujte projektové řešení pro zkrácení stávajícího času přetypování na základě uplatnění metody SMED.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-868-5138-9.
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
SHINGO, Shigeo et al. A revolution in manufacturing: the SMED system. Portland, Oregon: Productivity Press, 1985, 361 s. ISBN 09-152-9903-8.
VYTLAČIL, Milan a Zbyněk FROLÍK. Týmová společnost: Podnik v globálním prostředí. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1998, 407 s. ISBN 80-902-2352-4.
WILSON, Lonnie. How to implement lean manufacturing. 1. vyd. New York: McGraw-Hill, c2010, 316 s. ISBN 78-0-07-162508-1.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavlína Pivodová
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 22. února 2014
Termín odevzdání diplomové práce: 2. května 2014

Ve Zlině dne 22. února 2014


prof. Dr. Ing. Drahomira Pavelková
děkanka




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

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/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 obhajoby¹;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/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. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací

(1) Vysoká škola nevyjádřeně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být již nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlášení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může za zveřejnění práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělení svolení bez vážného důvodu, mohou ze tyto osoby domáhat nahrazení chybného projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohou užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně2.5.2014.....

.....

⁴ 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, § 60 Školní dílo

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdětku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložil, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výdětku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na využití metody SMED při přestavbě bilaterální linky ve společnosti SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. Práce je rozdělena do tří samostatných částí.

Teoretická část je věnována rešerši z literárních zdrojů týkající se oblasti průmyslového inženýrství a metody SMED. V praktické části je představena společnost SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. a je zde rovněž zpracována podrobná analýza současného stavu pracoviště a procesu přestavby bilaterální linky.

Projektová část se zabývá samotnou aplikací metody SMED a jejím výstupem jsou nové jízdni řády a standardy přestavby bilaterální linky.

Klíčová slova: SMED, štíhlá výroba, časové studie, TPM, 5S

ABSTRACT

This diploma thesis is focused on the use of the SMED method for Bilateral Line at SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. The work is dividend into three parts.

Theoretical part focuses on literary sources related to industrial engineering and the SMED method. The practical part describes the company SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. there also is compiled a detailed analysis of the current state of workplace and the changeover process of the bilateral line.

The project part deals with the application of the method SMED and its output are new timetables and changeover standards for bilateral line.

Keywords: SMED, Lean Production, Time Studies, TPM, 5S

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

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.1 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.2 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
2 ŠTÍHLÝ PODNIK.....	15
2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	16
2.1.1 7 druhů plýtvání ve výrobě	16
3 STUDIUM PRÁCE	20
3.1 STUDIUM METOD.....	20
3.1.1 Písemná analýza	21
3.1.2 Dotazovací technika.....	21
3.1.3 Postupové grafy, diagramy a nitřové modely	21
3.2 MĚŘENÍ PRÁCE.....	22
3.2.1 Časové studie.....	22
3.2.2 Metody předem určených časů.....	25
4 METODA SMED	26
4.1 HISTORIE METODY SMED	26
4.2 DRUHY PLÝTVÁNÍ PŘI PŘESTAVBĚ.....	27
4.3 APLIKACE METODY SMED.....	28
4.3.1 Rozdělení činností na interní a externí	28
4.3.2 Převádění interních činností na externí.....	28
4.3.3 Zkracování časů jednotlivých interních a externích činností.....	29
5 TPM.....	30
5.1 HISTORIE TPM.....	30
5.2 CÍLE TPM.....	31
6 METODA 5S	32
6.1 PILÍŘE 5S	32
6.1.1 Seiri – třízení	33
6.1.2 Seiton - nastavení pořádku.....	33
6.1.3 Seiso – lesk.....	33
6.1.4 Seiketsu – standardizace	33
6.1.5 Shitsuke – zachování	34
7 DALŠÍ METODY VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI.....	35
7.1 PARETOVA ANALÝZA.....	35
7.2 STANOVENÍ CÍLE POMOCÍ SMART	36
8 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	37
II PRAKTICKÁ ČÁST	38
9 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI SCHOTT.....	39
9.1 SCHOTT FLAT GLASS CR, S.R.O.....	39
Home Appliance	40

Food Display	40
9.2 DIVIZE HOME APPLIANCE V SCHOTT FLAT GLASS CR, S.R.O	41
9.2.1 Organizační struktura.....	41
9.2.2 Výrobní portfolio	42
9.2.3 Zákaznická struktura.....	43
10 ANALYTICKÁ ČÁST	44
10.1 BILATERÁLNÍ LINKA	44
10.1.1 Popis pracoviště.....	44
10.1.2 Strojní vybavení bilaterální linky	45
10.2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	48
10.2.1 Snímek pracovního dne jednotlivce	48
10.2.2 Snímek pracovního dne – strojní zařízení.....	51
10.2.2.1 Paretova analýza	53
10.3 PŘESTAVBA BILATERÁLNÍ LINKY	54
10.3.1 Popis současného stavu přestavby.....	54
10.3.2 Typy přestaveb	57
10.3.3 Analýza videozáznamů přestaveb	58
10.3.3.1 Videozáznam 1	59
10.3.3.2 Videozáznam 2	60
10.3.3.3 Videozáznam 3	64
10.3.3.4 Rozbor kontroly prvních kusů	66
10.4 AUDIT 5S.....	68
10.4.1 Zhodnocení současného stavu systému 5S	70
10.5 SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI	72
11 PROJEKTOVÁ ČÁST	73
11.1 DEFINOVÁNÍ PROJEKTU	73
11.2 CÍLE PROJEKTU	73
11.2.1 Účastníci projektu.....	74
11.2.2 Definování cíle pomocí metody SMART	74
11.2.3 Časový harmonogram projektu	75
11.2.4 Riziková analýza – RIPRAN	76
11.3 ZÁKLADNÍ PŘÍSTUPY PRO SNÍŽENÍ ČASU PŘESTAVBY.....	78
11.3.1 Příprava na přestavbu během chodu stroje	78
11.3.2 Eliminace externích činností.....	78
11.3.3 Zkrácení času interních činností.....	78
11.3.4 Přízpůsobení pracoviště s cílem eliminace plýtvání.....	81
11.3.5 Přenesení činností na druhého pracovníka.....	83
11.4 NAVRŽENÍ NOVÝCH JÍZDNÍCH ŘÁDŮ	83
11.4.1 Návrh přestavby RPDV	84
11.4.2 Návrh přestavby RPV	86
11.4.3 Návrh přestavby RPD	87
11.4.4 Návrh přestavby RP.....	88
11.4.5 Návrh přestavby – výměna vrtáků, čtyřdírová skla.....	88
11.4.6 Návrh přestavby – „Super malá přestavba“	89
11.4.7 Návrh kontroly prvních kusů	90
11.4.8 Návrh postupu výměny vrtáků	91

11.5	STANDARDIZACE NAVRŽENÝCH JÍZDNÍCH ŘÁDŮ	92
11.6	NAVEDENÍ HODNOT DO MES SYSTÉMU	92
11.7	ZHODNOCENÍ ÚSPOR U JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ PŘESTAVEB	93
11.8	TPM.....	93
11.9	AKČNÍ PLÁN.....	95
11.10	ZHODNOCENÍ PŘÍNOSŮ PROJEKTU.....	96
11.10.1	Výpočet časové úspory	96
11.10.2	Přepočet časové úspory na potenciální výrobu dodatečných kusů.....	98
11.11	SHRNUTÍ PROJEKTOVÉ ČÁSTI.....	99
	ZÁVĚR	100
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	101
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	104
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	105
	SEZNAM TABULEK	106
	SEZNAM GRAFŮ.....	107
	SEZNAM PŘÍLOH	108

ÚVOD

Tématem předložené diplomové práce je aplikace metody SMED v podniku SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. Jedná se o podnik, který se zaměřuje na zpracování plochého skla pro výrobu bílé techniky. Projekt aplikace metody SMED byl iniciován vedením podniku a jako pilotní pracoviště byla vybrána bilaterální linka, jež představuje velmi důležitý prvek celého výrobního systému. Metoda SMED se zabývá snížením doby přestavby stroje, z čehož vyplývá, že se snaží především o eliminaci plýtvání a činností, které prodlužují dobu přestavby. Cílem je tedy maximální možné snížení doby, kdy je stroj nečinný a nevytváří žádnou hodnotu.

Diplomová práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou.

V první části této práce je literární rešerše shrnující teoretické poznatky, jež byly použity jako základ pro zpracování praktické části. Nachází se zde stručná definice průmyslového inženýrství a charakteristika štíhlé výroby. V textu je dále popsáno studium práce, na které navazují kapitoly týkající se jednotlivých metod průmyslového inženýrství, které autor v průběhu zpracování projektu použil. Jmenovitě se jedná o popis metody SMED, TPM a 5S. V závěru teoretické části se nachází popis metod převzatých z jiných vědních oborů a krátké shrnutí.

Praktická část je rozdělena do dvou okruhů.

První okruh obsahuje popis podniku, výrobní portfolio, strukturu zákazníků a zejména analýzu současného stavu sledovaného pracoviště. Analýza se zaměřuje na popis pracoviště, jednotlivé činnosti a jednotlivé varianty přestaveb, jež se na daném stroji vyskytují. Dále se zde nachází snímky pracovního dne pracovníka a stroje, s jejichž pomocí je možné získat přehled o struktuře směny a potvrdit potřebu zpracování projektu aplikace metody SMED. V rámci této části jsou zpracovány i aktuální jízdní řády, ve kterých jsou přestavby rozdělené na interní a externí činnosti.

Druhý okruh, označený jako projektová část, se zabývá samotnou aplikací metody SMED. V úvodu je definován projekt, projektový tým, časový harmonogram a jsou zde rovněž stanoveny cíle zadaného projektu. Dále jsou navrženy přístupy pro snížení času jednotlivých přestaveb a nové jízdní řády. Z těchto jízdních řádů jsou vytvořeny standardy, které efektivně rozdělují práci mezi dva operátory, a jejichž pomocí by mělo být dosaženo stanoveného hlavního cíle.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství, přeloženo z anglického industrial engineering, je mladý interdisciplinární obor, jež se zabývá především odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování z pracovišť. (Mašín a Vytlačil, 2005, s. 65) Mašín (2004, s. 73) rovněž definuje průmyslové inženýrství jako obor, který se zaměřuje na projektování, zavádění a zlepšování výrobních systémů lidí, strojů a materiálů, které slouží k růstu produktivity. Pro tento účel jsou využívány znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd a dalších vysoce specializovaných oborů.

Za kolébkou průmyslového inženýrství jsou považovány Spojené státy americké, ze kterých se tento obor v průběhu jednoho století rozšířil po celém světě a byl akceptován všemi vyspělými průmyslovými zeměmi jako hlavní obor potřebný pro růst efektivity a produktivity ve výrobě. Uplatnění principů průmyslového inženýrství se v jednotlivých zemích příliš neliší, přesto lze dle zkušeností autorů, rozčlenit přístup k PI na tři základní „školy“ – americkou, německou a japonskou. Každá z těchto „škol“ má stejný základ, někdy také označovaný jako zlatý fond, vedle kterého se vykytují určité směry, na něž se daná škola více zaměřuje. (Mašín, 2000a, s. 79-80)

Podle většiny autorů, lze průmyslové inženýrství rozčlenit na **klasické** a **moderní**, viz následující kapitola.

1.1 Klasické průmyslové inženýrství

Klasické průmyslové inženýrství je zaměřeno převážně na exaktní metody, od svých počátků však prošlo jistým vývojem a v současnosti se obecně člení na dvě hlavní disciplíny – Operační výzkum a studium práce (Mašín a Vytlačil, 1996)

Studium práce spočívá v získávání informací, které jsou později využity jako prostředek zvyšování produktivity. (Mašín a Vytlačil 2000a, s. 90) Více informací o studiu práce se nachází v kapitole 3 *Studium práce*.

1.2 Moderní průmyslové inženýrství

V současné době se podniky pohybují ve vysoce turbulentním prostředí, z tohoto důvodu jsou v současnosti pro zvyšování produktivity využívány především **moderní techniky průmyslového inženýrství**, které vycházejí z praktických zkušeností světových firem,

především z výrobního systému Toyota, kde se tyto metody začaly uplatňovat nejdříve. (Mašín a Vytlačil, 2000a, s. 95)

Mezi základní moderní metody průmyslového inženýrství využívaných v podnicích světové třídy patří například:

- navržení a realizace výrobních buněk;
- poka-yoke;
- TPM;
- SMED;
- odměňování dle výsledků;
- dynamické zlepšování procesů;
- rozvoj podnikového vzdělávání;
- rozvoj účasti pracovníka na řízení;
- systémy měření produktivity;
- simulace výrobních systémů.

(Tuček a Bobák, 2006, s. 108)

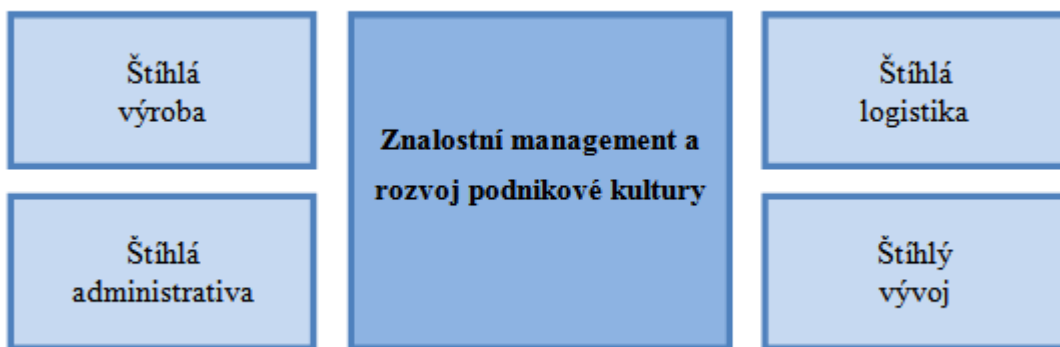
Výše uvedené prvky moderního průmyslového inženýrství lze popsat jako interní, tj. jsou realizovány v rámci podniku bez participace externího subjektu. V externí oblasti se moderní průmyslové inženýrství zaměřuje především na projekty, jejichž cílem je zvyšování efektivity a produktivity v rámci dodavatelského řetězce. Na těchto projektech pracují týmy složené z pracovníků dodavatele i zákazníka, kteří mají za úkol zlepšit konkrétní procesy. Pomocí externích metod moderního PI je tedy možné snížit především náklady na nekvalitu, dopravu a skladování. (Mašín a Vytlačil, 2000a, s. 97-98)

2 ŠTÍHLÝ PODNIK

Základem štíhlého podniku je správné pochopení lean filozofie, tj. snaha o dosažení dlouhodobého růstu prostřednictvím poskytování přidané hodnoty zákazníkovi, společnosti a ekonomickému okolí podniku s cílem snížit náklady, dobu dodávky produktu a zvýšení kvality, čehož by mělo být dosaženo především pomocí eliminace veškerého plýtvání napříč podnikem. (Wilson, 2010, s. 59)

Štíhlost podniku však není způsobena „pouhým“ zavedením prvků štíhlé výroby. V ideálním případě by měl být v podniku navržen takový systém, který úzce propojuje vývoj, technickou přípravu výroby, logistiku, administrativu a výrobu v jeden velký celek, jež respektuje zásady filozofie štíhlého podniku. Pojmy štíhlý podnik a štíhlá výroba jsou v praxi velmi často zaměňovány, případně jsou vnímány jako jedna a ta samá věc, pokud však chceme dosáhnout zvýšení efektivity, tj. snížení nákladů a dosažení konkurenceschopnosti, nelze aplikaci lean technik omezit pouze na výrobu a výrobní procesy. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 17-20)

Struktura štíhlého podniku je zobrazena na *Obrázku 1*.



Obrázek 1 Štíhlý podnik (Košturiak a Frolík, 2006, s. 20)

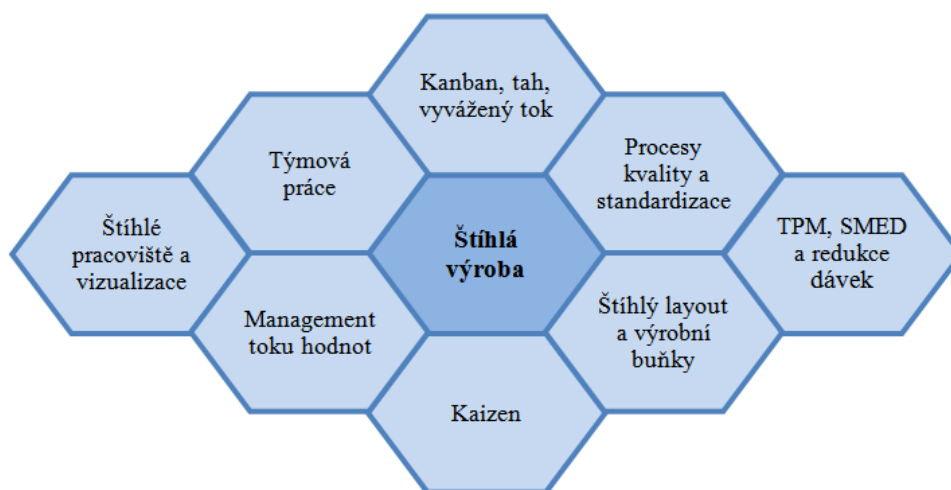
Podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 20) nelze štíhlý podnik považovat pouze za souhrn postupů a metod, které napomáhají eliminaci sedmi základních druhů plýtvání. Jedná se spíše o komplexní systém založený na pracovnících, jejich postoji k práci, znalostech a motivaci.

V následující kapitole se autor zaměřuje na podrobný popis štíhlé výroby a plýtvání, které se v této specifické části štíhlého podniku vyskytuje.

2.1 Štíhlá výroba

Košturiak a Frolík (2006, s. 17) ve své publikaci uvádějí, že štíhlá výroba znamená vyrábět jednoduše a efektivně v samořízené výrobě. Štíhlá výroba je tedy především zaměřena na snižování nákladů přes nekompromisní úsilí po dosažení dokonalosti. Toto úsilí vtahuje do změn všechny pracovníky podniku - od vrcholových manažerů po pracovníky ve výrobě.

Samotná koncepce štíhlého podniku (Obrázek 2) je z velké části založena na výrobě, jež pružně reaguje na poptávku zákazníka. Podle Tučka a Bobáka (2006, s. 226) je základní předpokladem pro fungování štíhlého podniku decentralizovaně řízená výroba s nízkým počtem na sebe navazujících výrobních stupňů. Pravomoci by v systému štíhlé výroby (Obrázek 2) měly být nastaveny tak, aby byl každý pracovník oprávněn zastavit výrobu v případě zjištění chyby, resp. nekvality.



Obrázek 2 Štíhlá výroba (Burieta, 2013, s. 7)

Ve výše uvedeném obrázku jsou znázorněny jednotlivé prvky štíhlé výroby. Za pomoci těchto prvků dochází v podniku k eliminaci sedmi základních druhů plýtvání, viz kapitola 2.1.1.

2.1.1 7 druhů plýtvání ve výrobě

Plýtvání – *Muda*, představuje v prostředí průmyslového podniku takové aktivity, které výrobku nepřidávají hodnotu požadovanou zákazníkem, tj. aktivity, za které není zákazník ochoten platit. Před samotnou eliminací plýtvání je nutno pracovníky naučit tři základní věci:

- vnímat plýtvání;
- identifikovat plýtvání;
- měřit plýtvání. (Bauer, 2012, s. 86)

Z hlediska průmyslového inženýrství a zvyšování efektivnosti výroby není největším problémem zjevné plýtvání, které lze ve většině případů identifikovat a odstranit, ale plýtvání skryté. Tento druh plýtvání je však velmi těžko odhalitelný, protože je většinou zastoupen činnostmi, které je potřeba v rámci pracovního postupu vykonat, ale přitom by tyto činnosti mohly být zredukovány nebo eliminovány, prostřednictvím zlepšení pracovních metod, postupů a organizace práce. Za skryté plýtvání, tedy lze považovat činnosti, jako je kontrola dílů, výměna nástrojů, manipulace s díly, čekání, transport, hledání apod. (Mašín a Vytlačil, 2000a, s. 46)

Nejběžnějším příkladem klasifikace plýtvání je *Sedm druhů plýtvání dle Toyoty*:

Nadvýroba je obecně považována za jeden z nejhorších druhů plýtvání. Výroba nadbytečného počtu výrobků je spojena s rostoucími náklady na skladování a nadbytečnou práci, rovněž se zde vyskytuje riziko, že pro přebytečný objem produkce existovat poptávka. (API, ©2005-2012)

Plýtvání v podobě **zbytečných zásob** je často přirovnáváno k vodní hladině, která zakrývá problémy. V případě že je hladina zásob – finálních produktů, rozpracované výroby, součástek a dílů, vysoká, tak je téměř nemožné, aby se kdokoliv vážně zabýval problémy, jako je kvalita, prostoje apod. Vysoká zásoba tedy přímo souvisí se ztrátou příležitosti pro jakoukoliv formu zlepšení. V přebytečných zásobách je rovněž vázáno velké množství finančních prostředků, které by mohly být využity k tvorbě přidané hodnoty. V některých případech dokonce dochází ke ztrátě vlastností vstupního materiálu, a to až do takové míry, že daný materiál již nelze ve výrobě využít. (Imai, 2005, s. 80)

Čekání pracovníka nebo stroje, lze definovat jako čas, který mohl být využit k výrobě produktů, tj. tvorbě hodnoty požadované zákazníkem. Čekání patří mezi nejzjevnější formu plýtvání, v podnicích se většinou vyskytuje ve formě čekání na materiál, opravu stroje nebo čekání stroje na uvolnění do výroby. Vhodným řešením pro eliminaci čekání je změna z tradičního dávkového systému výroby na výrobu probíhající v duchu *One Piece Flow*. Dále lze plýtvání snižovat například podporou samostatnosti pracovníků nebo zjednodušení materiálových a informačních toků. (SVĚT PRODUKTIVITY, ©2012)

Za *zbytečné pohyby* jsou považovány takové pohyby, které nejsou přímo spojeny s přidáváním hodnoty. Jedná se tedy zejména o chůzi a manipulaci v rámci daného pracoviště. Na základě pozorování lze zjistit, že v průběhu pracovní činnosti pracovník vykonává spoustu zbytečných pohybů, jak je například uchopení dílu levou rukou s následným přehozením dílu do pravé ruky. K identifikaci podobných zbytečných pohybů je potřeba analyzovat průběh pracovní činnosti – zejména pohyb rukou a nohou. Na základě těchto pozorování je možné změnit rozvržení pracoviště, polohu pracovních prvků a vytvořit tak vhodné podmínky pro efektivní výkon pracovní činnosti. (Imai, 2005, s. 82)

Přeprava spočívá v přesunu objektu z jednoho místa na druhé, které není součástí dané výrobní operace. Jedná se tedy o ztráty spojené s opakovaným překonáváním zbytečně velkých vzdáleností. Důvodem stále se opakujících přesunů je především špatné rozmístění výrobních zařízení v rámci celého závodu, popřípadě špatné rozvržení výrobní haly. Důsledkem dlouhých a komplikovaných přepravních cest jsou dlouhé prostoje a zvýšené náklady na manipulační techniku. Řešením tohoto problému jsou projekty zabývající se zkrácením a údržbou logistických cest. (Burieta, 2013, s. 18)

Zmetkovitost a chyby pracovníků způsobují přerušení výroby a velmi často způsobují nákladné opravy. V praxi však dochází i k situaci, kdy se neshodný výrobek musí vyhodit, čímž vzniká ohromné plýtvání zdroji i prací. Tento problém je o to závažnější, pokud se jedná o výrobu na automatizovaném zařízení s krátkým časem opracování výrobku. Jediným možným řešením této problematiky je aplikace metod průmyslového inženýrství, které zabraňují vzniku neshodných výrobků nebo umožňují odhalení vady ihned po jejím vzniku. (Imai, 2005, s. 81)

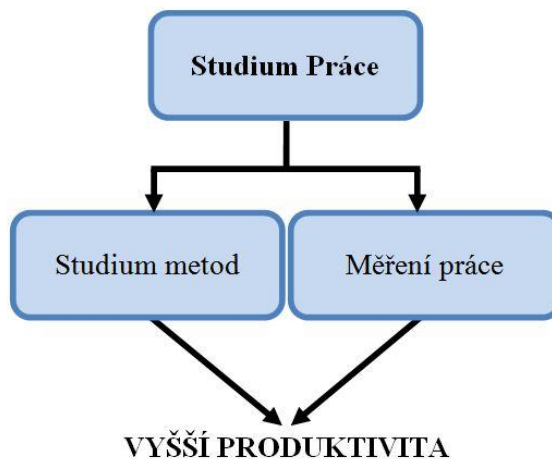
Akademie průmyslového inženýrství (API, ©2005-2012) definuje *nadpráci* jako činnosti dodávající vlastnosti, které si zákazník nepřeje nebo je na finálním produktu vůbec nezaregistruje, což znamená, že není ochoten za ně platit. Podniky by se tedy měli držet zákaznického principu, tj. nevyrábět zbytečně složitý produkt, o jehož dodatečné prvky nemá zákazník zájem. Nadpráce se ve výrobě může projevat v různých formách jako například:

- v technologickém postupu se nachází proces, o který zákazník nestojí;
- skutečně provedené činnosti se liší od činností uvedených standardu;
- zákazníkovi je podávána přehnaná míra informací;
- proces je zatížen vysokou mírou administrativy. (API, ©2005-2012)

Sedm klasických druhů plýtvání je v odborné literatuře obecně rozšiřováno o jedno dodatečné, a pro některé autory, nejvíce závažné plýtvání. Tímto plýtváním je *nevyužitý potenciál pracovníků*. Jak již bylo uvedeno na začátku této kapitoly, prvním krokem v boji s plýtváním je dostatečné zaškolení a motivování pracovníků, je tedy nutné dbát na rozvoj znalostí všech zaměstnanců. Rovněž by měl být vytvořen systém, který by zaměstnancům umožňoval podávat zlepšovací návrhy, s jejichž pomocí je možné dosáhnout zvýšení produktivity a efektivity zařízení za pomoci interních zdrojů. (Burieta, 2013, s. 19)

3 STUDIUM PRÁCE

Studium práce je hlavní náplní klasického průmyslového inženýrství, rozvinulo se z vědeckého řízení a jeho cílem je optimální využití materiálových a lidských zdrojů, jež jsou dostupné v daném podniku. Studium práce (Obrázek 3) je zaměřeno na získání informací a jejich následné využití k zvýšení produktivity. (Mašín a Vytlačil, 2000a, s. 90)



Obrázek 3 Studium práce (Mašín a Vytlačil, 2000a, s. 90)

Obrázek 3 znázorňuje rozdělení studia práce podle Mašína a Vytlačila (Mašín a Vytlačil, 2000a, s. 90), tito autoři rozčleňují studium práce na studium metod a měření práce. Dále však uvádí, že výše zmíněné techniky jsou v praxi často kombinovány, neboť jejich oddělení by způsobilo snížení přínosů ze studia práce. V následujících kapitolách jsou podrobně popsány jednotlivé metody a nástroje využívané během studia práce.

3.1 Studium metod

Studium metod je založeno na systematickém a procesním přístupu, v průběhu této části studia práce jsou využívány především níže uvedené techniky:

- písemná analýza;
- dotazovací technika;
- postupové grafy, diagramy a nit'ové modely;
- schémata a modely uspořádání výrobního procesu;
- videozáznamy, fotografie. (Lhotský, 2005, s. 53)

V následujících kapitolách jsou popsány vybrané techniky využívané pro studium metod práce.

3.1.1 Písemná analýza

Písemná analýza se provádí v počátečních fázích studia práce a spočívá ve stručném a výstižném popisu podmínek pracovní činnosti. V průběhu popisné analýzy jsou zaznamenávány základní číselné údaje o době trvání činností a sledu jednotlivých operací, rovněž jsou zaznamenány údaje o nástrojích, materiálech a strojích, jež jsou používány ve studovaném procesu. Výsledkem jsou pak charakteristiky jednotlivých výrobků a uspořádané zápisky o používaných pracovních postupech a organizačních, pracovních a technických podmínkách v daném výrobním procesu. (Lhotský, 2005, s. 53-54)

3.1.2 Dotazovací technika

Dotazovací technika je nástrojem kritického zhodnocení toho, jakým způsobem je zkoumaná práce v rámci sledovaného pracoviště prováděna. Posouzení probíhá za pomoci systematicky pokládaných otázek, jež se vztahují k účelu, místu a způsobu výkonu práce.

Struktura otázek je následující:

- *Co se provádí?*
- *Kde se to provádí?*
- *Kdy se to provádí?*
- *Kdo to provádí?*
- *Jak je to prováděno?*
- *Proč je pracovní činnost prováděna právě tímto způsobem, tj. daným pracovníkem na daném místě?*

(Mašín a Vytlačil, 2000a, s. 91)

3.1.3 Postupové grafy, diagramy a nitřové modely

Postupové grafy, diagramy a nitřové modely patří mezi techniky, které popisují skutečný stav pomocí kombinace grafického znázornění, číselných údajů a textu. Po zhodnocení současného stavu a zavedení nápravných opatření je stejným způsobem, zpracován i požadovaný zlepšený stav pracoviště. V praxi se můžeme nejčastěji setkat s následujícími druhy postupových grafů a diagramů:

- grafy a diagramy zachycující pracovní a výrobní postupy;
- grafy a diagramy toků materiálu a hodnot;
- nitřové grafy. (Lhotský, 2005, s. 55)

3.2 Měření práce

Pro průmyslové metody, vědu i výrobu je čas jednou z nejdůležitějších veličin. Podle Vytlačila, Staňka a Mašína (1997, s. 379) je měření práce aplikací technik vytvořených pro určení času potřebného pro vykonání určité práce kvalifikovaným pracovníkem. Výstupem měření jsou normy spotřeby času, které vyjadřují, kolik času potřebuje pracovník s průměrnou úrovní dovedností a úsilí na dokončení pracovního úkolu.

Aft (2000, s. 148) ve své publikaci uvádí, že cílem veškerých technik souvisejících s měřením práce je tvorba standardu, který je velmi důležitým nástrojem pro řízení výroby a proces rozhodování. Na základě časových údajů získaných z měření práce totiž probíhají aktivity související se stanovením výrobního plánu, určením mzdových plánů, odhadování výrobních nákladů, zvyšováním kvalifikace zaměstnanců, odůvodněním nárůstu produkční kapacity apod.

Z historického hlediska, lze měření práce rozčlenit na řadu postupů, jakými jsou například:

- hrubé odhady;
- kvalifikované odhady;
- využití historických údajů;
- časové studie pomocí přímého měření;
- systémy předem určených časů.

(Tuček a Bobák, 2006, s. 111)

Všechny z výše uvedených postupů jsou nadále používány, v praxi průmyslového inženýra jsou však využívány především poslední dva přístupy.

3.2.1 Časové studie

Časové studie, jež byly definovány Frederickem W. Taylorem, jsou založeny na přímém měření času, který je potřebný pro vykonání dané operace. Obecný postup při zpracování časových studií je následující:

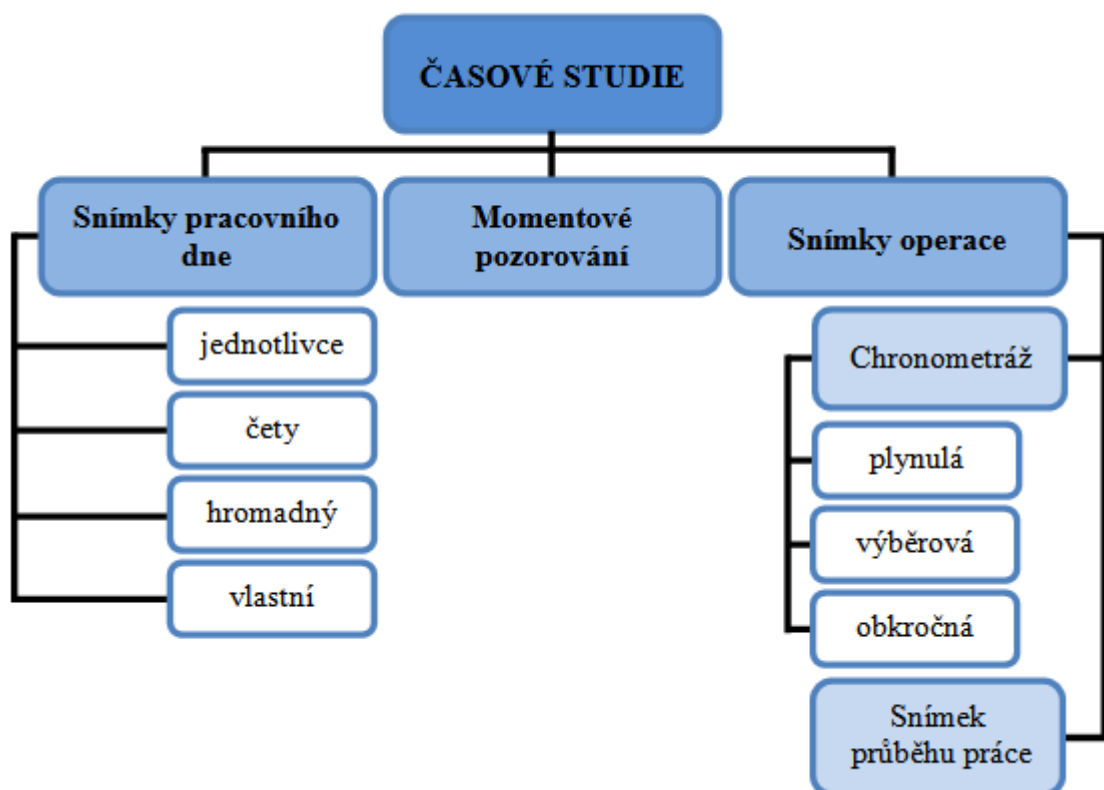
1. rozdělení práce na jednotlivé elementy;
2. přímé okamžikové měření času potřebného pro jednotlivé prvky pracovní činnosti;
3. určení doby trvání jednotlivých činností;
4. korekce pozorovaných časů, ve smyslu zhodnocení úrovně výkonu daného pracovníka;

5. určení normálního času operace;
6. určení standardního času operace. (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 280-281)

Výsledky časových studií jsou obvykle zaznamenávány do formulářů, které shrnují veškeré elementy a činnosti, jež jsou předmětem daného měření a umožňují tak každému uživateli zhodnotit časovou náročnost jednotlivých prvků dané operace. (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 281)

Ve výše uvedeném textu byly popsány obecné náležitosti časových studií, avšak pro potřebu průmyslového inženýrství, potažmo metod zvyšujících efektivitu a produktivitu průmyslového podniku, jsou potřeba metody, jež jsou více podrobné a specifické. Z tohoto důvodu jsou v následujícím textu popsány časové studie, které se běžně využívají v praxi průmyslového inženýra.

Podle Lhotského (20005, s. 65) lze časové studie rozdělit na tři kategorie: Snímky pracovního dne, momentkové pozorování a snímky operace. Tyto kategorie jsou vyobrazeny v následujícím schématu.



Obrázek 4 Členění časových studií (Lhotský, 2005, s. 65)

Časové snímky

„Snímky pracovního dne jsou metodou spotřeby času, při které se přímo a nepřetržitě měří a zaznamenávají druhy a velikost spotřeby času po dobu celé pracovní směny (dne) pracovníka nebo výrobního zařízení“ (Lhotský, 2005, s. 66)

Z výše uvedené definice vyplývá, že cílem časového snímku dne je zjištění druhu a velikosti spotřebovaného času, z měření je rovněž možné určit druh, povahu a příčiny problémů, které se během sledované směny ve sledovaných procesech vyskytly. Výstupem měření je grafické znázornění struktury směny, tj. podíl jednotlivých činností na celkové spotřebě času. (Pavelka; API, ©2005-2012)

V praxi je využíváno mnoho variant časových snímků, jedná se například o časový snímek jednotlivce, během kterého dochází k analýze pracovní činnosti jednoho pracovníka. V případě, že je měření zaměřeno na skupinu pracovníků, tak hovoříme o časovém snímku čety. Další možností je pořízení hromadného snímku, který spočívá v pozorování více pracovišť, popř. pracovníků na různých pozicích. Specifickým druhem časového snímku je vlastní snímek pracovního dne, který je vyhotoven samotným pracovníkem – pracovník zaznamenává pracovní vlastní činnost a na základě měření získává podklady pro zlepšení. (Lhotský, 2005, s. 66-67)

Momentové pozorování

Metoda momentového pozorování slouží ke zjištění počtu výskytů pozorovaných dějů. Tato analýza vyplývá z údajů, které jsou zjištěny na základě výběrového šetření, tj. na základě náhodně volených momentů v průběhu pracovní doby. Díky této metodě je možné pozorovat více strojů, pracovníků nebo jevů vyskytujících se na pracovišti. Obvykle je stanoven interval, v jehož rytmu – taktu, dochází k zaznamenání stavu sledovaných veličin. Z těchto dat pomocí metod statistické analýzy určíme strukturu spotřebovaného času na jednotlivých pracovištích. Velmi důležitým kritériem pro dosažení spolehlivé vypovídající hodnoty je správné stanovení minimálního počtu měření, ten lze vypočítat za pomoci statistických metod (CPI, ©2010)

Snímky operace

Snímky operace patří mezi metody přímého měření skutečného trvání opakující se činností. Výsledkem je zjištění skutečné spotřeby času pro jednotlivé operace připadající na jednotku produkce, tj. ks, kg, m, apod. (Lhotský, 2005, s. 73) Nejvyužívanější metodou poří-

zení snímků operace je chronometráž. Ta slouží ke stanovení délky trvání určitého procesu a je používána především jako způsob stanovení výkonových norem. Princip této metody je založen na obecném postupu pro zpracování časových studií (viz kapitola 3.2.1 Časové studie) a mezi její hlavní výhody patří rozdělení sledované činnosti na dílčí kroky. Při správném použití této metody měření práce je možné na základě zjištěných dat efektivně rozdělit práci mezi více operátorů, přesně definovat problematické operace a především očistit jednotlivé operace o vliv extrémních hodnot. (Dlabač; API, ©2005-2012)

3.2.2 Metody předem určených časů

Systémy předem stanovených časů patří mezi nejefektivnější metody využívané ke zdokonalování výkonu pracovních činností. Základem této metody je studie F. B. Gilbretha, který jako první rozdělil lidskou práci do skupin základních pohybů, tzv. therbligů. Těchto 17 elementárních pohybů, které označil vlastními symboly a barvami, využíval pro zvyšování produktivity práce. V průběhu první poloviny dvacátého století bylo těchto 17 základních pohybů postupně redukováno na 10 základních pohybů v případě MTM a dále pak na 3 „sekvence“ v případě systému MOST. Tyto systémy pracují s vlastní časovou jednotkou, označovanou jako TMU – Time Measurement Unit, kterou lze vyjádřit jako 1/100 000 hodiny, tj. 1 TMU = 0,036 sekundy. Největším benefitem metod využívajících předem určené časy, je objektivita dosažených výsledků, a to z toho důvodu, že předem určené časy jednotlivých pohybů představují průměrný výkon průměrného dělníka. Je tedy možné přesně stanovit, jak dlouho by měla analyzovaná činnost trvat. (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 381)

Mezi nejpoužívanější metody předem určených časů v současnosti patří:

- MTM – určení délky trvání operace probíhá pomocí 10 základních druhů pohybů;
- MEK – jedná se o systém určený především pro malosériovou výrobu;
- MOST (Maynard Operation Sequence System) – systém MOST je založen na skutečnosti, že lidskou práci je možné popsat univerzálními sekvenčními modely. Díky tomuto přístupu je metoda MOST, oproti ostatním systémům, výrazně rychlejší. Metoda MOST existuje ve více variantách – Basic, Mini, Maxi, Giga a Clerical, každá z těchto variant je vhodná pro jinou povahu výroby, což z MOSTu dělá univerzální nástroj pro stanovení délky trvání pracovních činností.

(Vytlačil, Staněk a Mašín, 1997, s. 99)

4 METODA SMED

Metoda SMED (*Single Minute Exchange of Dies* - volně přeloženo jako výměna nástroje v čase nižším než 10 minut) je jedním z elementárních nástrojů průmyslového inženýrství, jehož cílem je výrazné snížení časů přestaveb a seřízení strojního zařízení. (Shingo, 1985, s. 25)

Podle Bauera (2012, s. 77) je doba přestavby velmi významným faktorem, jež v praxi často komplikuje celý proces řízení výroby. Pokud je přestavba časově náročná, tj. délka přestavby se pohybuje v rámci hodin, podniky raději volí strategii spojování výrobních dávek do velkých celků s cílem minimalizovat prostoje strojů způsobené přestavbou. Řešením tohoto problému je aplikace metody SMED, která je podrobně popsána v následujících kapitolách.

4.1 Historie metody SMED

Mašín a Vytlačil (2000a, s. 205) ve své knize uvádí, že tato metoda byla v roce 1950 definována Shigeo Shingem, ve výrobním závodě společnosti MAZDA, a to ve formě opatření, které zavedl pro odstranění úzkého místa. Sám Shingo (1985, s. 21) rozděluje vývoj metody SMED do tří etap:

- počátek metody SMED;
- druhá zkušenost s využitím metody SMED;
- třetí zkušenost s využitím metody SMED.

Jak již bylo uvedeno v úvodu této kapitoly, místem vzniku metody SMED je továrna společnosti MAZDA v Hirošimě, Shigeo Shingo zde řešil problematiku související s odstraněním úzkého místa a v průběhu své práce si uvědomil, že problémem není výkon stroje, ale způsob jakým je stroj přenastavován. Během přestaveb, zde docházelo k neproduktivním činnostem a plýtvání, jakým je například hledání náradí a nástrojů, jež jsou pro danou přestavbu potřebné. Z toho důvodu byly veškeré činnosti spojené s přestavbou rozděleny na dvě skupiny – interní a externí, tj. činnosti, které lze vykonat, pouze když stroj stojí a činností, které je možno vykonávat za schodu stroje. Další zkušenost se zaváděním metody SMED získal Shingo v roce 1957 v továrně společnosti Mitsubishi. Během analýzy průběhu výroby motorových loží zjistil, že některé činnosti, jež mají ryze interní charakter, lze změnit na externí. Zaměřil se tedy na operace, které bylo možné provádět pouze, když byl stoj vypnutý a snažil se zavést, takové podmínky aby bylo možné tyto činnosti vykonávat

v průběhu chodu stroje. Pomocí tohoto kroku, dosáhl zvýšení produktivity a rozšíření všeobecného zájmu o metodu SMED. Posledním milníkem ve vývoji metody SMED byl projekt ve společnosti Toyota, jehož cílem bylo snížit dobu přestavby lisu z aktuálních čtyř hodin na dvě hodiny, což byla mimo jiné hodnota, které na stejných strojích dosahovaly společnosti v Evropě. Výsledkem výše uvedeného projektu bylo snížení času přestavby na 90 minut, poté však byl vedením společnosti ohlášen nový cíl v podobě snížení doby přestaveb pod 3 minuty. Opětovnou aplikací metody SMED bylo dosaženo i tohoto cíle, a právě odsud vzešlo i pojmenování této metody „*Single Minute Exchange of Die*“ - výměna nástroje v čase nižším než 10 minut. (Shingo, 1985 s. 21-26)

4.2 Druhy plýtvání při přestavbě

Z předcházejícího textu vyplývá, že cílem metody SMED je především snížení času věnovaného přestavbě stroje. Toho lze dosáhnout pouze pomocí hledání způsobů, jak důmyslněji a efektivněji provádět výměny nástrojů a změny sortimentu. Velmi důležitým prvkem, který umožní zkrácení doby přestavby, resp. prostožů, je identifikace a eliminace plýtvání během procesu přestavby stroje. (Mašín Vytlačil, 1998, s. 372)

Košturiak a Gregor (2002, E/1-4) plýtvání během přestaveb člení na čtyři základní skupiny:

- plýtvání při přípravě na změnu – hledání nástrojů po zastavení stroje, zbytečná manipulace apod.;
- plýtvání při montáži a demontáži – hledání součástek, neefektivní způsoby montáže, čekání pracovníků na dokončení přestavby;
- plýtvání při seřizování, nastavení a zkouškách – ladění nepřesností, kalibrace na základě odhadu apod.;
- plýtvání při čekání na spuštění výroby – čekání na uvolnění stroje do výroby, kontrola prvních testovacích kusů.

4.3 Aplikace metody SMED

Řešením, jak eliminovat výše uvedené druhy plýtvání je aplikace metody SMED, ta je v odborné literatuře většinou rozdělena do tří na sebe navazujících kroků:

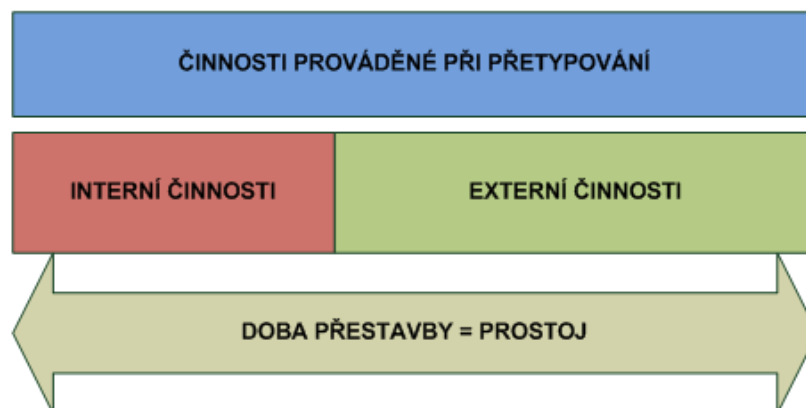
1. rozdělení činností na interní a externí;
2. převádění interních činností na externí;
3. zkracování časů jednotlivých interních a externích činností.

(Tuček a Bobák, 2006, s. 120)

Jednotlivé kroky jsou podrobně popsány v následujících kapitolách.

4.3.1 Rozdělení činností na interní a externí

Prvním krokem při aplikaci metody SMED je rozdělení činností na interní a externí (*Obrázek 5*). Mezi **interní činnosti** patří operace, které je možno vykonat pouze v případě, když není stroj v chodu, jedná se například o povolení nebo upnutí pohyblivých částí stroje. **Externí operace** se vyznačují tím, že je lze provádět za běžného chodu stroje, patří sem tedy například o manipulace s materiálem, vychystání nástrojů apod. (Shingo, 1985, s. 22)



Obrázek 5 Rozdělení činností přestavby (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 373)

4.3.2 Převádění interních činností na externí

Po rozdělení činností je potřeba se zaměřit na převádění interních činností na externí. Hledáme tedy možnosti, jak provádět co největší množství operací v době, kdy je stroj v chodu. Jedná se například o přípravu nástrojů a součástí stroje, plynulé zakládání materiálu, předseřízení a předmontáž nástrojů. (Vytlačil, Staněk a Mašín, 1997, s. 112)

4.3.3 Zkracování časů jednotlivých interních a externích činností

Třetí krok zavedení metody rychlé přestavby spočívá v dalším zkracování doby trvání interních a externích činností. Toho lze dosáhnout s pomocí organizace pracoviště nebo s pomocí prověřených technik používaných pro zkrácení doby interních a externích činností. (Košturiak a Gregor, 2002, E/1-2)

Mezi tyto metody například patří:

- standardizace externích činností přestavby;
- standardizace strojů;
- využití rychloupínacích prvků – metoda jednoho pohybu, upnutí jednou otáčkou;
- vytvoření přetypovacích skupin;
- automatizace procesu přestavby. (IPA Slovakia, ©2012)

V praktické části je zpracována podrobná analýza procesu přestavby, jež využívá metody a postupy uvedené ve výše uvedeném textu. Na bilaterální lince byla metoda SMED již jednou aplikována, a během této aplikace došlo k výraznému zlepšení času přestavby. Toho bylo dosaženo především pomocí využití rychloupínacích prvků a převodu interních činností na externí. Autor se v této práci tedy věnuje zejména standardizaci procesu přestavby a tvorbě přetypovacích skupin – na daném pracovišti se nachází jeden nevyužitý operátor, který je schopen převzít některé zodpovědnosti a úkoly pracovníka, jež je zodpovědný za přestavbu stroje. Popis pracoviště a aktuálního stavu přestavby se nachází v níže uvedené analytické části.

5 TPM

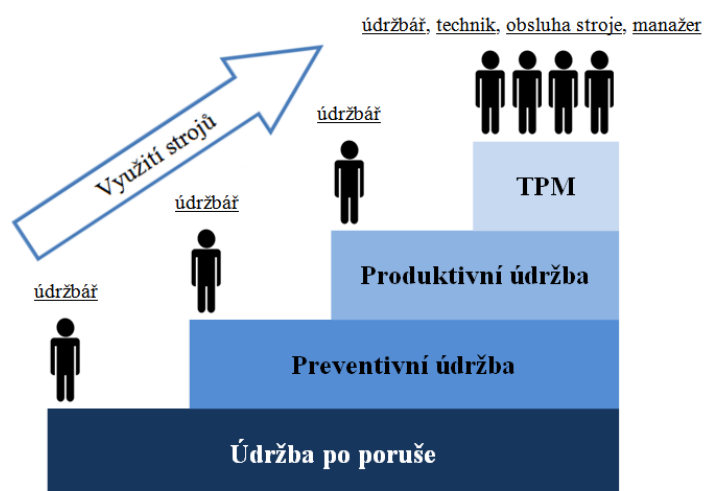
TPM, v překladu totálně produktivní údržba, je v odborné literatuře definována jako soubor činností vedoucí k efektivnímu fungování strojního parku podniku, čehož je dosaženo pomocí změn pracovního systému, který zajišťuje údržbu a správu chodu strojů. (Mašín a Vytlačil, 2000b, s. 40-41) Mašín a Vytlačil (2005, s. 81) dále popisují TPM jako moderní systematickou metodu zaměřenou na zvyšování celkového efektivního využití strojů a zařízení při zapojení všech rozhodujících profesí a pracovníků.

5.1 Historie TPM

Metoda TPM vznikla v 50. letech v Japonsku a jejím základem je produktivní a preventivní údržba, jež koncepčně pochází z USA. V Japonsku se však tento systém neustále rozvíjel a v průběhu druhé poloviny dvacátého století byl obohacen o nové prvky a přístupy, jako např.:

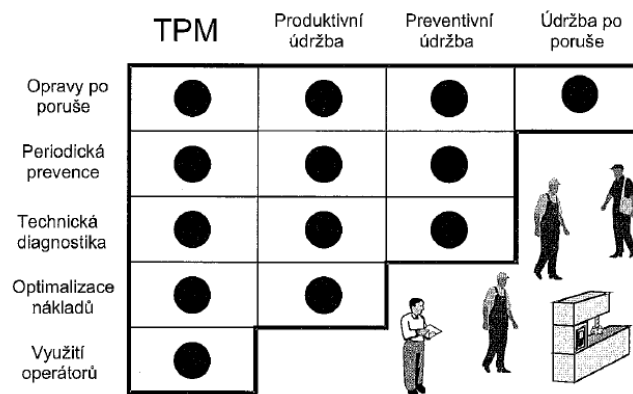
- TPM je pro podnik dlouhodobým závazkem;
- do metody TPM je integrována metoda 5S;
- v průběhu aplikace TPM je zavedena autonomní údržba;
- TPM se účastní veškerí pracovníci podniku;
- do TPM jsou zapojeny malé specializované týmy pracovníků;
- je rozvíjen vztah člověk – stroj, ve kterém pracovník přistupuje k údržbě zařízení podniku jako ke svému vlastnímu. (Vytlačil a Mašín, 2000b, s. 33)

V níže uvedeném obrázku je vyobrazen historický vývoj přístupů k údržbě.



Obrázek 6 Historický vývoj přístupu k údržbě (Mašín a Vytlačil, 2000a, s. 63)

Každý z těchto přístupů má jedinečnou strukturu, a z *obrázku 7* je patrné, že systém údržby TPM je unikátní především v tom ohledu, že je zodpovědnost za údržbu stroje přenesena i na samotné pracovníky a řešitelské týmy. Zapojení více subjektů do údržby stroje, je zárukou zvyšování efektivity zařízení v průběhu celého životního cyklu vybraného strojního zařízení. (Vytlačil, Staněk a Mašín, 1997, s. 116-117)



Obrázek 7 Porovnání obsahu systémů údržby (Vytlačil a Mašín, 2000b, s. 41)

5.2 Cíle TPM

Úkolem celé filozofie *Totálně produktivní údržby* je především dosažení tří základních nulových cílů, které přímo souvisí s efektivitou strojního zařízení:

- dosažení nulových neplánovaných prostojů;
- dosažení nulových ztrát rychlosti strojů;
- dosažení nulové zmetkovitosti způsobené stavem strojů. (API, ©2002-2012)

Mašín a Vytlačil (2000a, s. 243) s ohledem na výše uvedené cíle uvádí, že z hlediska preventivní a prediktivní údržby je v průběhu produkce naprosto nezbytné vnímat kvalitu výrobku a identifikovat stav, kdy není stroj po technické stránce „v pořádku“. Toho lze dosáhnout pouze v závislosti na třech schopnostech:

- schopnost rozlišit standardní a abnormální chod stroje;
- schopnost zajistit standardní chod stroje, tj. schopnost údržby;
- schopnost vypořádat se s abnormalitami na stroji, tj. schopnost opravit.

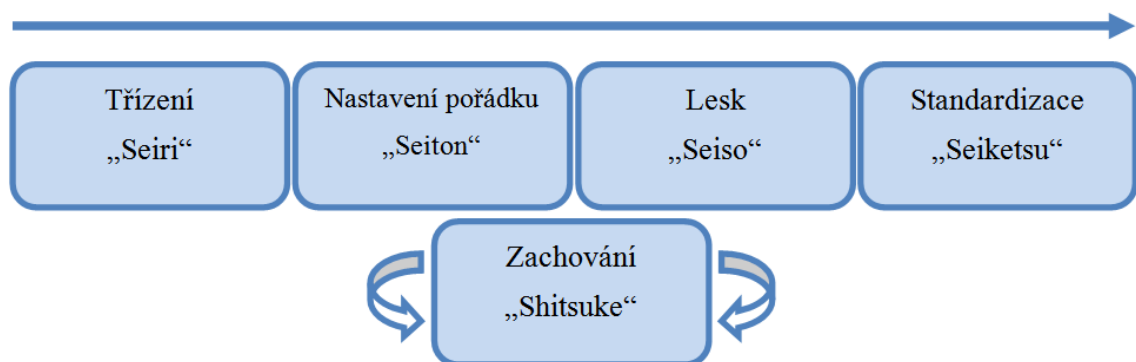
Po osvojení výše uvedených schopností dochází k porozumění zařízení a možnému rozpoznání příčin budoucích problémů, dochází zde i k posílení povědomí o tom, kdy na stroji hrozí výskyt závady či poruchy.

6 METODA 5S

Metoda 5S je obecně považována za základní kámen pro implementaci většiny moderních metod průmyslového inženýrství. Tato metoda se vyznačuje především snahou o eliminaci sedmi základních druhů plýtvání (viz kapitola 2.1.1), v tomto případě se jedná zejména o odstranění zbytečných a hodnotu nepřidávajících předmětů z pracoviště, zavedení standardizace a trvalém udržení pořádku na daném pracovišti. (Bauer, 2012, s. 31) Prostřednictvím této metody je možné vytvořit vizualizované a přehledné pracoviště, kde nedochází ke ztrátám výkonu z důvodu hledání materiálu, náradí a jiných předmětů přímo souvisejících s vykonávanou prací. (Hirano, 2009)

6.1 Pilíře 5S

Metoda 5S se vyznačuje především svoji pevnou a neměnnou strukturou, obvykle tato struktura označovaná jako Pilíře 5S (Obrázek 8). Název metody 5S je odvozen od počátečních písmen japonských slov, jimiž je tento systém definován. Jedná se o slova seiri, seiton, seiso, seiketsu a shitsuke. V Hiranově (2009, s. 10) knize 5S pro operátory jsou tyto slova přeložena jako *třízení, nastavení pořádku, lesk, standardizace a zachování*. Překlady názvů se v různých knihách liší, je tedy možné se setkat s odlišnými názvy jednotlivých pilířů. Obsahově se však stále jedná o jednu a tu samou metodu. Například Imai (2005, s. 70) ve své publikaci Gemba Kaizen uvádí, že v některých společnostech je tento systém praktikován ve formě 5C kampaně, jež vychází z anglického *clear out, configure, clean & check, conform, custom & practice* – v překladu tedy *uklidit, uspořádat, vyčistit a zkontrolovat, přizpůsobit a zavést do praxe v podobě normy*.



Obrázek 8 Pilíře 5S (IPA Slovakia, ©2012)

Autor se v následujícím textu bude věnovat rozboru jednotlivých pilířů, v takové podobě, v jaké se nejčastěji vyskytují v podnicích na území České republiky.

6.1.1 Seiri – třízení

Prvním krokem při zavádění metody 5S je třízení během kterého jsou z pracoviště odstraněny všechny nechtěné, nepotřebné a s prací nesouvisející věci. Třízení vede k zjednodušení úloh a efektivnímu využití pracovní plochy. Tento krok souvisí i s monitorováním nakupovaných materiálových položek, pokud probíhá nákup materiálu v souladu s myšlenkou *Seiri*, je možné dosaženo plynulé výroby bez zbytečného hromadění vstupního materiálu a komponent. Veškerí pracovníci, kteří jsou zapojeni do kroku *Seiri*, musí být seznámeni s faktem, že jim nesmí být líto vyhodit nepotřebné věci, a že přebytečné věci nebudou chybět, naopak dojde k vylepšení pracoviště a zvýšení efektivity výkonu pracovní činnosti. (IPA, ©2012)

6.1.2 Seiton - nastavení pořádku

Krok *Seiton*, neboli nastavení pořádku, spočívá v uspořádání potřebných předmětů, tak aby byli jednoduše použitelné. Rovněž je zapotřebí veškeré předměty označit takovým způsobem, aby je mohl kdokoliv najít, použít a poté uklidit. (Hirano, 2009, s. 40)

6.1.3 Seiso – lesk

Pilíř *Seiso* je zaměřen na udržení čistoty pracoviště a jeho okolí. Pro splnění požadavků pilíře *Seiso* je nutné navrhnout a zavést program čištění, který bude přesně definovat kdo je na daném úseku zodpovědný za dodržování čistoty. Trvalá čistota přispívá zejména k zvýšení efektivity výroby na daném pracovišti a zároveň umožňuje pracovníkům odhalit abnormality na strojním zařízení, které by při běžném, tj. neuspořádaném, provozu byly téměř neodhalitelné. (ikvalita.cz, ©2005-2013)

6.1.4 Seiketsu – standardizace

Čtvrtý krok, v japonštině označovaný jako *Seiketsu*, slouží ke standardizaci činností, díky kterým bude pracoviště čisté, přehledné a bezpečné. Výstupem tohoto kroku jsou závazné standardy, na jejichž základě pracovníci provádí úklid a údržbu pracoviště. Účelem je tedy vytvoření podkladů pro udržení předcházejících tří kroků a zabránění nedbalosti pracovníků, tj. návratu k původnímu, neorganizovanému, pracovišti. (IPA Slovakia, ©2012)

6.1.5 Shitsuke – zachování

Pilíř Shitsuke, jež je v odborné literatuře překládán jako zachování, popř. disciplína, spočívá v dodržování zásad stanovených v předchozích krocích. (Hirano, 2009, s. 87) IPA Slovakia (©2012) na svých stránkách uvádí, že cílem pátého kroku metody 5S je především eliminace špatných návyků a zachování veškerých opatření z předcházejících kroků. Dále uvádí, že pro udržení nastaveného standardu je potřeba vykonávat různé druhy pravidelných kontrol, jako jsou například:

- kontrola mezi směnami;
- vzájemná kontrola spolupracovníků;
- kontrola ve formě karet, checklistů, apod.;
- kontrola v podobě interního auditu.

Podle Buriety (2012, s. 45-50) se Metoda 5S neustále rozvíjí a v současnosti již známe i směr, kterým se tato metoda bude dále ubírat. V odborné literatuře se často hovoří o metodě 6S jejíž součástí je šesté S, z anglického *Safety*, které má za úkol odstranit z pracoviště veškeré rizikové faktory ve smyslu bezpečnosti práce. Jedná se tedy o kroky, jejichž cílem je dosáhnout maximální míry bezpečí na pracovišti. Zavedením tohoto kroku by mělo být dosaženo nulové hodnoty úrazů na pracovišti a snížení rizika nemoci z povolání. Aby bylo možné těchto cílů dosáhnout je zapotřebí striktně dodržovat veškeré zásady bezpečnosti práce, jakými jsou například:

- používání bezpečnostních pracovních pomůcek;
- správné používání pracovních nástrojů a nářadí;
- dostupnost prostředků potřebných v případě havárie;
- vizualizované pracoviště s ohledem na bezpečnost;
- správná manipulace s břemeny a práce v souladu s ergonomickými standardy. (Burieta, 2012, s. 45-50)

7 DALŠÍ METODY VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI

V následujících kapitolách jsou popsány další metody využití v předložené diplomové práci. Jmenovitě se jedná o Paretovu analýzu a stanovení cílů pomocí SMART.

7.1 Paretova analýza

Roku 1895 italský ekonom Vilfredo Pareto ve své práci o vztahu jednotlivých faktorů k celkovému účinku uvedl a prokázal, že nepatrná část obyvatel má významný podíl na celkovém majetku. Obecně lze tento jev vyjádřit tak, že 20% příčin způsobuje 80% důsledků, v současnosti je označován jako Paretův zákon nebo princip 80:20. Na tuto problematiku později navázal americký statistik M. O. Lorenzo, který vztahy mezi jednotlivými faktory vyjádřil křivkou – jež je dnes označována jako Lorenzova křivka. (Veber, Hůlová a Plášková, 2006, s. 270)

Paretova analýza se podle Svozilové (2006, s. 312.) využívá pro rozbor různých datových souborů, v praxi slouží zejména k identifikaci problémových jevů a k hledání nejčastěji působícího jevu. Nejčastěji se tento typ analýzy používá v následujících podobách:

- **základní** – dochází zde, k identifikaci zásadních činitelů, které způsobují největší problémy v daném systému;
- **porovnávací** – výstupem je srovnání dvou anebo více variant, na základě kterého lze hodnotit účinnost zavedených opatření;
- **vážené** – berou v potaz závažnosti faktorů, které nemusí být zprvu viditelné, ale mohou být závažné, jedná se např. o čas, náklady a kritičnost.

Základem pro vyhotovení a použití paretova diagramu je kvantifikace shromážděných dat. Pro určení hodnot jednotlivých elementů existuje několik kritérií:

- počet výskytů;
- finanční ocenění;
- využití přepočítacích koeficientů;
- bodové vyjádření. (Veber, Hůlová a Plášková, 2006, s. 270)

Získané údaje jsou na základě zvoleného kritéria zpracovány do formy tabulky. Ve většině případů jsou jevy seřazeny podle četností výskytu. Poté se propočítají následující hodnoty – absolutní četnost a kumulovaná absolutní četnost, na jejichž základě je možné sestavit Paretův diagram. V místě, kde Lorenzova křivka protne hranici 80 %, se nachází, tzv. bod

zlomu. Veškeré činnosti spadající po kumulovaných 80% jsou považovány za závažné a měla by jim být věnována vyšší pozornost. (Veber, Hůlová a Plášková, 2006, s. 270)

V moderní praxi je Paretova analýza považována za analytický nástroj, s jehož pomocí je možné lépe zacílit či zjednodušit procesy řízení a rozhodování, v případě této diplomové práce je Paretova analýza využita v analytické části jako nástroj pro odhalení kritických 20% činností, které způsobují 80% prostojů během směny. (Svozilová, 2006, s. 312.)

7.2 Stanovení cíle pomocí SMART

Cíle se stanovují především proto, abychom určili, čeho by mělo být za dané období, popř. v daném projektu, dosaženo. Z praxe vyplývá, že je velmi příhodné rozlišovat cíle z různých hledisek. Cíle lze tedy rozdělit strategické, taktické, základní, dílčí, výkonové apod. (Karlöf a Lövingsson, 2006, s. 48)

Základním předpokladem pro tvorbu cíle je metoda SMART, jež je akronymem odvozeným z následujícího seznamu vlastností:

Specifický (<i>specific</i>)	Cíle musí být specifické a konkrétní.
Měřitelný (<i>measurable</i>)	Musí mít měřitelné parametry, na jejichž základě lze určit, zda bylo stanovených cílů dosaženo.
Akceptovatelný (<i>acceptable</i>)	Cíl by měl být srozumitelný a měl by být akceptovaný týmem, který je zodpovědný za jeho realizaci
Realistický (<i>realistic</i>)	Cíle musí být reálné a dosažitelné s využitím dostupných zdrojů.
Termínovaný (<i>time-bounded</i>)	Cíl musí být časově ohraničený, tj. existuje termín, ve kterém by mělo být cíle dosaženo.

(Svozilová, 2006, s. 79)

8 SHRNU TÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části byla uvedena základní východiska pro zpracování analýzy a projektu. V úvodu autor krátce definoval obor průmyslové inženýrství a nastínil a jeho vývoj v průběhu 20. a 21. století. Dále zde byla popsána koncepce štíhlého podniku a metody, jež jsou v tomto přístupu využívány, tj. studium práce, metoda TPM, metoda 5S a v neposlední řadě i metoda SMED, která je stěžním tématem níže zpracovaného projektu. V závěru teoretické části jsou rovněž popsány ostatní metody využité během zpracování této diplomové práce.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

9 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI SCHOTT

SCHOTT je mezinárodní technologická skupina, která se více než 125 let zabývá vývojem a výrobou speciálních materiálů, komponent a systémů. Skupina SCHOTT je zaměřena především na odvětví průmyslu domácích spotřebičů, farmaceutický průmysl, solární energii, elektroniku, optiku a automobilový průmysl. SCHOTT zaměstnává více jak 17 000 zaměstnanců ve 43 zemích světa a ročně vytváří obrat ve výši 2 miliardy EUR. (SCHOTT, ©2014-1)

Činnost společnosti SCHOTT je v České republice soustředěna ve dvou lokalitách – ve Valašském Meziříčí a Lanškrouně. Výrobní závod v *Lanškrouně* je zaměřen na produkci pro automobilový průmysl a je v něm zaměstnáno přibližně 450 zaměstnanců. V lokalitě *Valašské Meziříčí* je zaměstnáno přes 350 zaměstnanců a výroba širokého spektra výrobků je zde soustředěna do dvou společností (SCHOTT, ©2014-1):

- **SCHOTT CR, s.r.o., divize *Lighting and Imaging*;**

Divize *Lighting and Imaging* se zaměřuje na montáž výrobků z průmyslových optických vláken a LED diod. (SCHOTT, ©2014-2)

- **SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o.**

Společnost SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. je podrobněji popsána v následujícím textu.

9.1 SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o

Obchodní firma: SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o.

Sídlo společnosti: Valašské Meziříčí, Zašovská 850, okres Vsetín, PSČ 757 01

Právní forma: Společnost s ručením omezeným

Identifikační číslo: 25640551

Datum zápisu: 26. ledna 1998 (Obchodní rejstřík, ©2012-2014)

Diplomová práce byla zpracována ve společnosti SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. ve Valašském Meziříčí. Společnost SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. zpracovává ploché pro výrobce domácích spotřebičů nebo na výrobu vitrín pro profesionální prezentaci mraženého a chlazeného zboží. Je zde zaměstnáno přes 200 zaměstnanců, a výroba je rozdělena do dvou divizí – Home appliance a Food Display. (Interní materiály, 2014)

Home Appliance

Divize home appliance, ve volném překladu Divize domácích spotřebičů, je zaměřena na zpracování plochého skla pro výrobce bílé techniky. V následujících kapitolách je popsána organizační struktura, výrobní portfolio a zákaznická struktura dané divize.

Food Display

Divize Food display vyrábí především aktivní a pasivní izolační skla, jedná se převážně o skleněné dveře, rámy s osvětlením a vnitřní příslušenství chladicích vitrín.

Výrobní hala společnosti SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. je vyznačena na níže uvedeném obrázku.

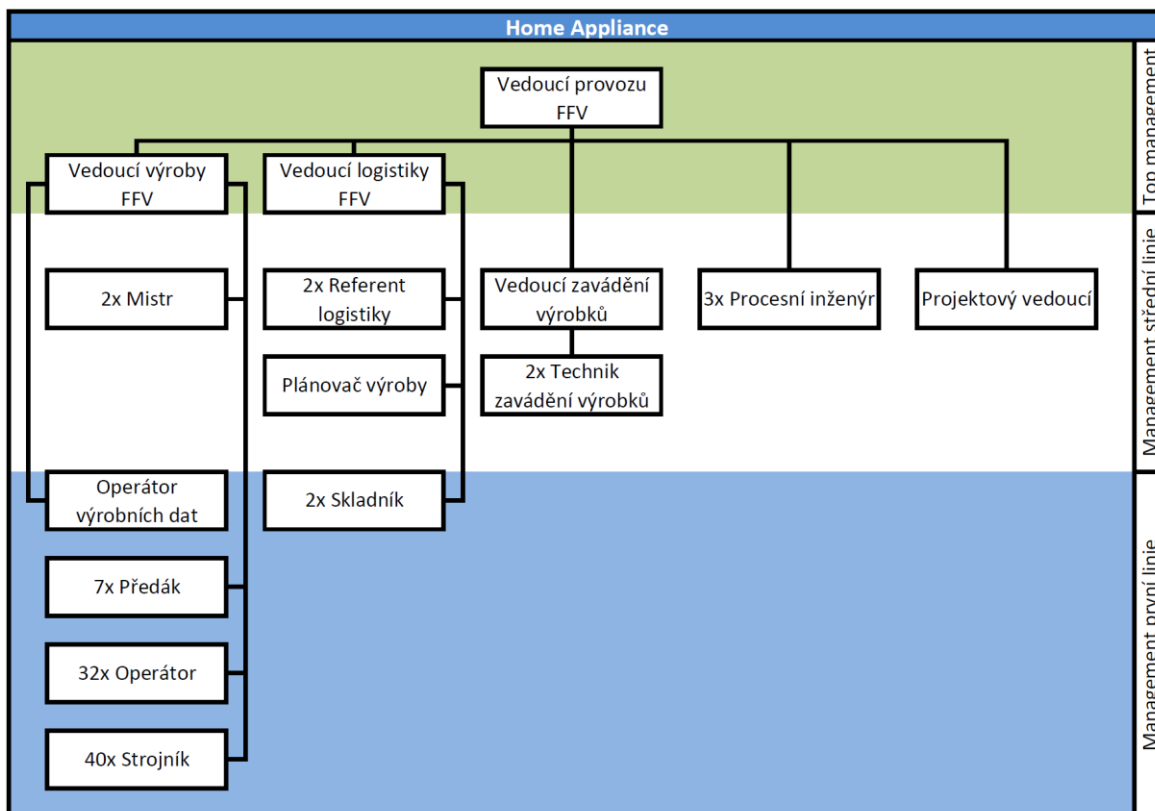


Obrázek 9 Společnost SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. (Interní materiály, 2014)

9.2 Divize Home appliance v SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o

V následujícím textu je podrobně popsána Divize Home Appliance. Autor se v této části práce věnuje především organizační struktuře, struktuře zákazníků a výrobnímu portfoliu.

9.2.1 Organizační struktura



Obrázek 10 Organizační struktura divize Home Appliance (Interní materiály, 2014)

Obrázek 10 zobrazuje organizační strukturu divize Home Appliance. V uvedené organizační struktuře nejsou zahrnuta následující oddělení:

- oddělení nákupu;
- oddělení kvality;
- oddělení údržby;
- oddělení štihlé výroby.

Důvodem pro nezahrnutí výše jmenovaných oddělení do organizační struktury divize Home Appliance je fakt, že tato oddělení jsou považována za sdílené jednotky, jež jsou využívány oběma divizemi.

9.2.2 Výrobní portfolio

Společnost SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. je významným výrobcem skleněných polotovarů (Obrázek 11) z plochého skla. Výrobní portfolio divize Home Appliance je, s ohledem na počet variant jednotlivých výrobků, velmi široké a lze jej rozdělit do čtyř základních kategorií:

- skla do dvířek;
 - a) vnitřní, popř. středové
 - b) vnější
- kontrolní panely;
- skleněné kryty;
- polotovary pro divizi Food Display.

V každé kategorii výrobního portfolio se nachází velký počet variant, které se na základě aktuálního požadavku zákazníka neustále obměňují. V následující tabulce je tedy zobrazen alespoň podíl jednotlivých kategorií výrobního portfolio na celkové produkci divize Home Appliance. (Interní materiály, 2014)

Tabulka 1 Struktura výroby (vlastní zpracování)

Druh výrobku	Podíl na produkci [%]
Vnější skla	46%
Vnitřní skla	41%
Kontrolní panely	8%
Kryty	40%
Ostatní	10%

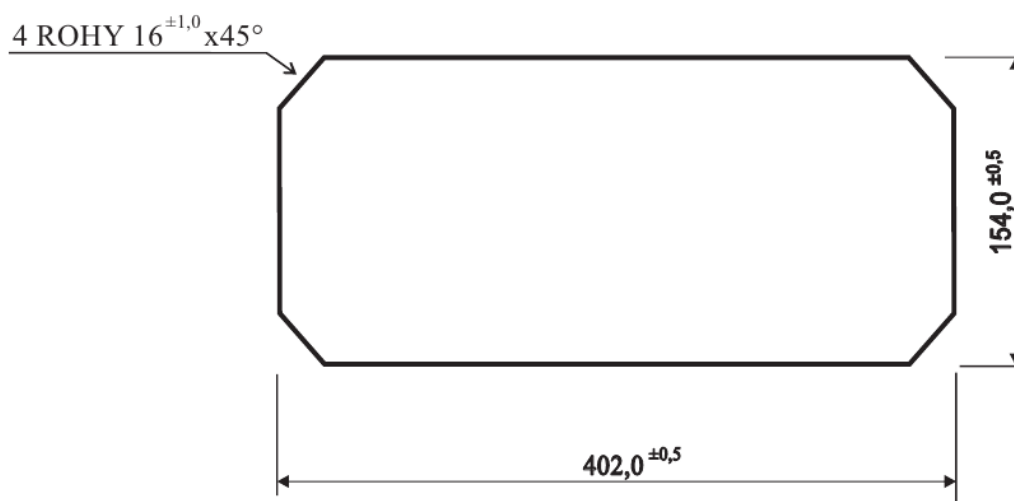
Vstupním materiálem je vždy ploché sklo, které však může mít různý vzhled a vlastnosti. V podniku SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. využívá například tyto druhy skla - čiré, stopsol, optiwhite, LOW-E a další.

9.2.3 Zákaznická struktura

Jak již bylo uvedeno v předcházejícím textu, společnost SCHOTT Flat Glass se zabývá výrobou skleněných polotovarů pro bílou techniku. Zákaznická základna je tedy tvořena výrobci horkovzdušných trub a obdobných kuchyňských spotřebičů. Mezi nejvýznamnější zákazníky podniku patří:

- Dencop – Zlín, Česká republika;
- Fagor – Wrocław, Polsko;
- Gorenje – Velenje, Slovinsko;
- Indesit – Lodž, Polsko;
- Mora – Hlubočky, Česká republika;
- Schott italvetro – Lucca, Itálie;
- Whirlpool – Wrocław, Polsko. (Interní materiály, 2014)

Divize Home Appliance má rovněž jednoho interního zákazníka – divize Food Display, kterému dodává skleněné polotovary pro výrobu chladících skříní a systémů pro profesionální prezentaci chlazených výrobků. Výroba pro tohoto zákazníka, je situována v oddělené výrobní buňce.



Obrázek 11 Příklad konkrétního výrobku společnosti SCHOTT – výkresová dokumentace
(Interní materiály, 2014)

10 ANALYTICKÁ ČÁST

10.1 Bilaterální linka

Diplomový projekt je zpracováván ve společnosti SCHOTT Flat Glass, CR, s.r.o. v divizi Home appliance a jako pilotní pracoviště je zvolena bilaterální linka, viz *obrázek 12*.



Obrázek 12 Bilaterální linka (vlastní zpracování)

10.1.1 Popis pracoviště

Úkolem této linky je zpracování nalámaného skla. V první fázi výrobního procesu se zrousí ostré hrany a dojde ke sražení rožků, poté jsou do skleněných polotovarů vyvrtány díry a nakonec prochází myčkou. Na konci této linky se nachází kontrola kvality, kde dochází k vizuální kontrole, jejímž úkolem je vyfiltrovat neshodné výrobky a případně upozornit na nesrovnalosti a chyby v předchozích procesech. Mezi nejčastější vady, které se vyskytují, u zpracovaného skla patří:

- špatně sražené rožky;
- špatná rozteč vyvrtaných děr;
- nedokonale zrousená hrana;
- nedokonalý vývrt děr;
- vada materiálu;
- praskliny ve skle.

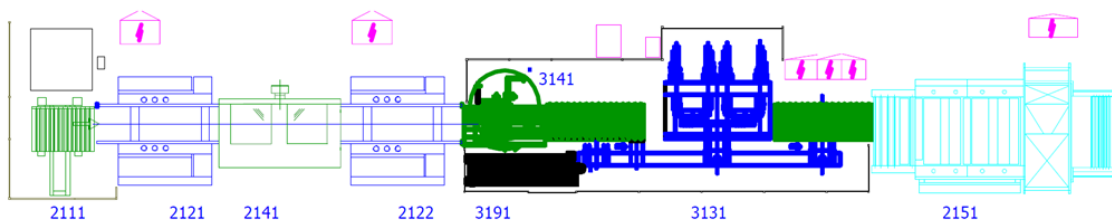
Bilaterální linku vždy obsluhují dva pracovníci, strojník a pracovník na výstupu. Úkolem strojníka je korigovat chod linky, přestavba linky, doplňování materiálu do automatického zakladače a řešení abnormálních situací, které během směny mohou na lince nastat. Pracovník na výstupu provádí vizuální kontrolu výrobků, které dále nakládá na palety. Pracovník výstupu také označuje a eviduje neshodné kusy a na základě stavu vystupujících výrobků podává zpětnou vazbu strojníkovi, který vzniklou situaci řeší seřízením, popř. dodatečným nastavením linky.

10.1.2 Strojní vybavení bilaterální linky

Bilaterální linka se skládá z následujících strojů:

- automatický zakladač (2111);
- brusky – MB 1 (2121) a MB 2 (2122);
- srážení rožků – dubbing;
- vrtací stanice – BF 1 a BF 2 (3131);
- myčka (2151);
- dopravníkové pásy s centrací – jedná se o zařízení, které spojuje jednotlivé stroje a upravuje pozici skla, která je stěžejní pro správný průběh následujících operací.

Obrázek layoutu a popis zařízení pracoviště je uveden níže.



Obrázek 13 Layout pracoviště – bilaterální linka (Interní materiály, 2014)

Brusky Bavelloni V3

Broušení hran probíhá na dvou strojích Bavelloni V3 Sx. Jedná se o horizontální dvoustrannou brusku, která je určena pro zpracování plochého skla v odvětví výroby domácích spotřebičů. Broušení hran probíhá za pomoci šesti diamantových brusných kotoučů, viz *obrázek 14*.



Obrázek 14 Brusné kotouče (vlastní zpracování)

Díky své modulární konstrukci je bruska Bavelloni V3 Sx vhodná pro vytvoření komplexních linek, které mají na starost opracování všech čtyř stran plochého skla během jednoho cyklu.

Vrtací stanice BF - Rail 2T

Ke zpracování skla se využívá vrtací linka značky BF, úkolem této horizontální vrtací linky je vývrt děr do čtvercového, popř. obdélníkového, plochého skla. Vrtací linka se skládá z otočného podavače skla, dále označovaný jako kolotoč, dopravníkového pásu s centrací, nakládacího/vykládacího manipulátoru a dvou vrtacích stanic. Vrtací stanice je znázorněna na *obrázku 15*.



Obrázek 15 Vrtací stanice BF (vlastní zpracování)

Kolotoč má na starost přesun skla z předchozího procesu, sklo je následně umístěno na dopravník, kde dochází k jeho vycentrování. Poté jsou skleněné tabule pomocí manipulátoru přesunuty na pozici ve vrtací stanici, kde dochází k vyvrtání děr. Vývrt každého otvoru je zajištěn dvěma protichůdnými vrtáky. Po vývrtu děr jsou skla přesunuta na dopravníkový pás, po kterém pokračují k dalšímu procesu.

Myčka Benteler

Jakmile jsou do skla vyvrtány otvory, přechází skleněný polotovar k procesu mytí, tento proces má na starost stroj Benteler, jež je navržen pro mytí a sušení skleněných tabulí. Stroj je vybaven programovatelným logickým automatem s typovým označením SIEMENS S7, který řídí veškeré vnitřní procesy v mycím stroji. U výstupní části myčky se nachází kontrola kvality výstupu, kterou má na starosti jeden pracovník.

10.2 Analýza současného stavu

V praktické části této diplomové práce je zpracována podrobná analýza současného stavu pracoviště. Pro analýzu současného stavu byly využity následující přístupy:

- *snímek pracovního dne;*

Cílem je zjistit současný stav na pracovišti a zejména porozumět chodu a procesům odehrávajícím se na dané lince. Snímek pracovního dne pracovníka i stroje byl pořízen na ranní směně (5:45 – 13:45) dne 29. 8. 2013, na stroji se nevyskytovaly žádné výrazné poruchy ani abnormality, které by mohly snímek jakýmkoliv způsobem zkreslit.

- *Paretova analýza;*

Paretova analýza slouží k ověření správnosti výběru tématu.

- *analýza videozáznamů.*

Pomocí videokamery byly zaznamenány jednotlivé druhy přestaveb, které byly následně zanalyzovány dle zásad metodiky SMED, tj. proces přestavby byl rozčleněn na interní a externí činnosti. Analýza videozáznamů a podrobný popis operací související s videozáznamy se nachází v kapitole 9.3 *Přestavba bilaterální linky*.

10.2.1 Snímek pracovního dne jednotlivce

Výstupem snímku pracovního dne jednotlivce, v tomto případě strojníka, je zobrazit strukturu činností, kterým se pracovník věnuje v průběhu směny. Pracovní pozice strojník je sama o sobě velmi specifická, strojník se v průběhu směny věnuje především řízení chodu strojního zařízení, odstraňování drobných poruch, seřizování a přestavbě stroje apod.

Činnost strojníka, lze pro potřeby časového snímku rozčlenit do jedenácti kategorií.

1. Práce, výpomoc na jiném pracovišti

V případě, že bilaterální linka pracuje a není potřeba zasahovat do jejího chodu, tak pracovník v průběhu směny vypomáhá na jiných pracovištích. Tato výpomoc spočívá především v kooperaci s pracovníkem kontroly kvality výstupu, který je nucen udržovat konstantní pracovní tempo v závislosti na výkonu bilaterální linky. Strojník tedy může vypomáhat s kontrolou kvality výstupu, přípravou hotových výrobků k přesunu na jiné pracoviště a jinými činnostmi, kterým se pracovník výstupu nemůže, z důvodu vytíženosti, plně věnovat.

2. Seřízení, kontrola/kalibrace stroje

Seřízením se rozumí přenastavení stroje, nejčastěji drobné seřízení vrtaček, které je nutné pro splnění odběratelem určených kritérií, např. v průběhu výroby se pravidelně kontroluje rozteč vrtaných děr, pokud tato rozteč nepohybuje v mezích stanových odběratelem, je nutné seřídít stroj, případně upravit zavedený program.

3. Čekání na začátek/ukončení chodu stroje

Jedná se o situaci, kdy strojník musí počkat na ukončení určitého procesu, aby mohl provést určitý úkon, toto čekání je nutné z důvodu dodržování zásad bezpečnosti práce, např. čekání na vyprázdnění zásobníku vstupního materiálu, čekání na ukončení chodu vrtacích stanic před provedením seřízení.

4. Kontrola a měření výstupu

Kontrola výstupu spočívá v pravidelném ověřování správných rozměrů finálních výrobků, pravidelným měřením se zabraňuje případným odchylkám, které přesahují meze stanovené zákazníkem. Dalším nástrojem pro snížení počtu nekvalitních výrobků jsou konzultace s pracovníkem na výstupu, tyto konzultace jsou v časových snímcích pracovníka uvedeny jako **(5) rozhovor související s prací**. Konzultace rovněž upozorňují strojníka na abnormality vyskytující se na stroji, strojník je tedy schopen provádět **(6) výměnu (údržbu) nástrojů a přípravků**, čímž zabraňuje produkci nekvality, která je v případě bilaterální linky často způsobena opotřebením nástrojů.

7. Dokumentace - studium, zápis, SAP

Mezi pracovní povinnosti strojníka patří rovněž dokumentace, strojník je zodpovědný za zapisování dat do podnikového systému SAP a za vyplňování podnikových dokumentů souvisejících s prací na bilaterální lince.

8. Přestavení stroje

Pracovník je zodpovědný za přestavbu stroje, tj. přestavba linky podle požadavků následující zakázky. Přestavba bilaterální linky je velmi komplexní proces a je mu věnována samostatná kapitola této diplomové práce.

9. Úklid, čištění, drobná údržba pracoviště

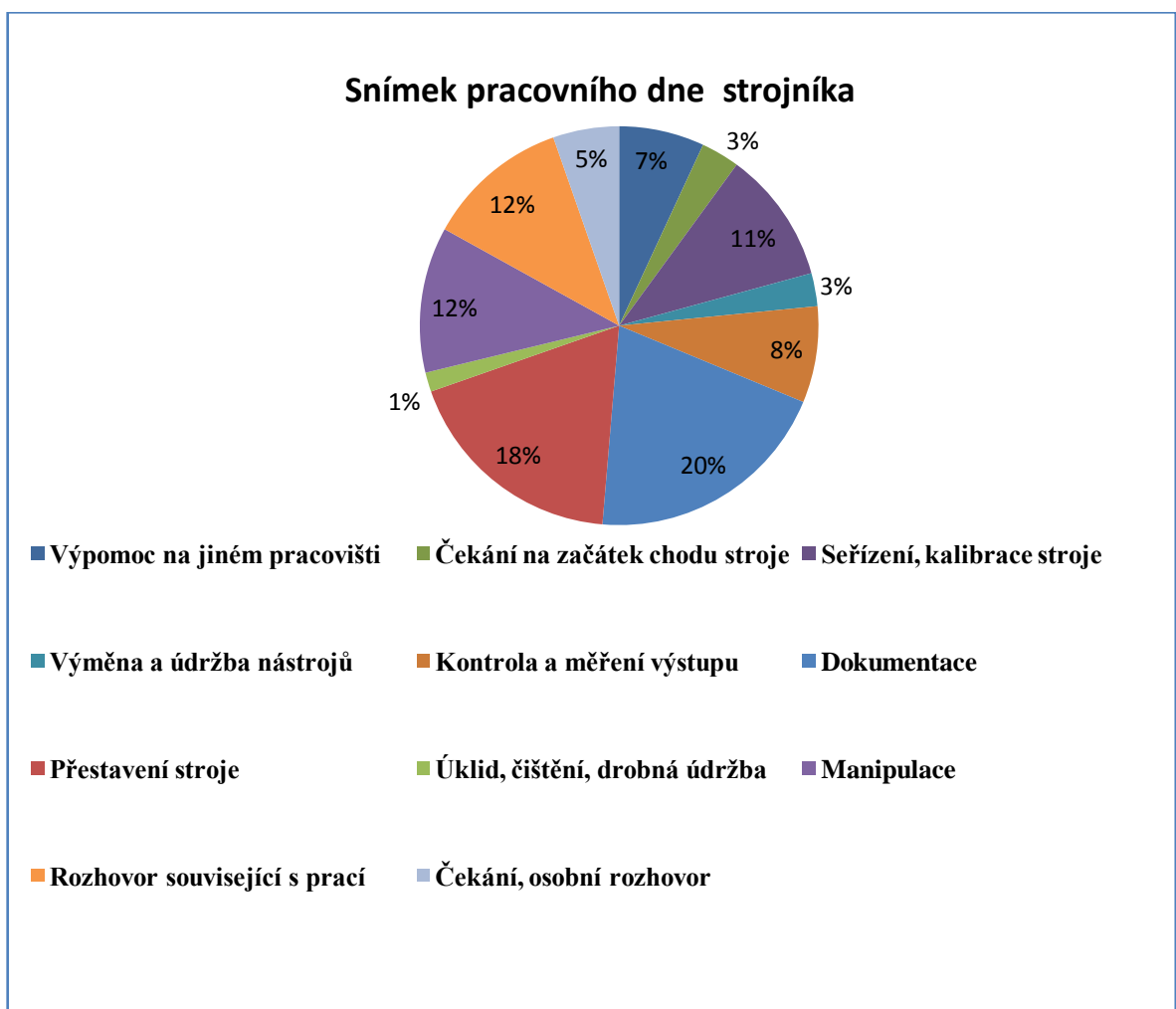
Na pracovišti jsou zavedeny standardy 5S a systém údržby TPM, povinností pracovníka je tedy předcházet případným poruchám a nepořádku na pracovišti. V průběhu směny tedy dochází k drobnému úklidu pracoviště i blízkého okolí.

10. Manipulace materiál, hotové výrobky

Strojník je zodpovědný za doplňování vstupního materiálu do automatického zakladače, rovněž vypomáhá pracovníkovi výstupu s manipulací s hotovými výrobky, např. odvezení vozíku s hotovými výrobky apod.

11. Čekání (nečinnost) osobní rozhovor

Jedná se o nečinnosti pracovníka, případně o aktivity, které nesouvisí s prací na bilaterální lince.

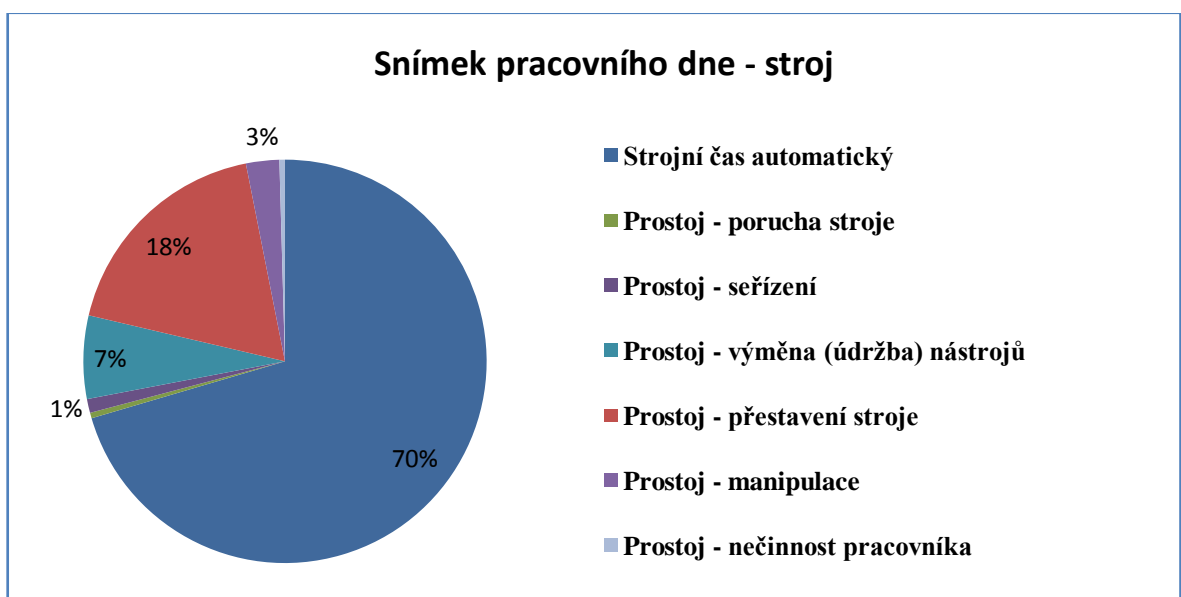


Graf 1 Snímek pracovního dne strojníka – struktura činností prováděných během směny
(vlastní zpracování)

Z předcházejícího uvedeného grafu (*Graf 1*) vyplývá, že v průběhu směny se strojník nejvíce věnuje dokumentaci, přestavbě a kontrolnímu měření výstupu. Alarmující je především doba, po kterou se strojník věnuje zpracování dokumentace. Tuto situaci je potřeba vyřešit prostřednictvím zjednodušení zápisu dat. V průběhu zpracování diplomové práce byl však v podniku zaveden výrobní informační systém, který by měl vysokou administrativní náročnost dané pozice snížit.

10.2.2 Snímek pracovního dne – strojní zařízení

V následujícím výšečovém grafu (*Graf 2*) je znázorněn chod bilaterální linky v průběhu ranní směny. Bilaterální linka v průběhu směny pracovala, v grafu označeno jako strojní čas automatický, 5 hodin a 17 minut, tj. 71% z časového fondu (očištěno o přestávku). Zbývající 2 hodiny a 13 minut, tj. 29%, tvoří prostoje. Pro potřeby časového snímku stroje bylo stanoveno šest základních druhů prostojů, tyto prostoje jsou vyjmenovány a popsány v textu pod grafem.



Graf 2 Snímek pracovního dne – strojní zařízení (vlastní zpracování)

1. Porucha stroje

Jedná se o situaci, kdy stroj nepracuje kvůli závažné poruše zařízení, tj. porucha zabraňující bezproblémovému chodu stroje. V případě bilaterální linky se jedná o minoritní jev, a to především díky zavedenému systému preventivní údržby.

2. Seřízení

Seřízením se rozumí drobné přenastavení stroje, jehož cílem je splnění požadavků zákazníka a odstranění odchylek, které by mohli vést k reklamaci hotového výrobku. Činnost seřízení byla popsána v předcházejícím textu.

3. Přestavba stroje

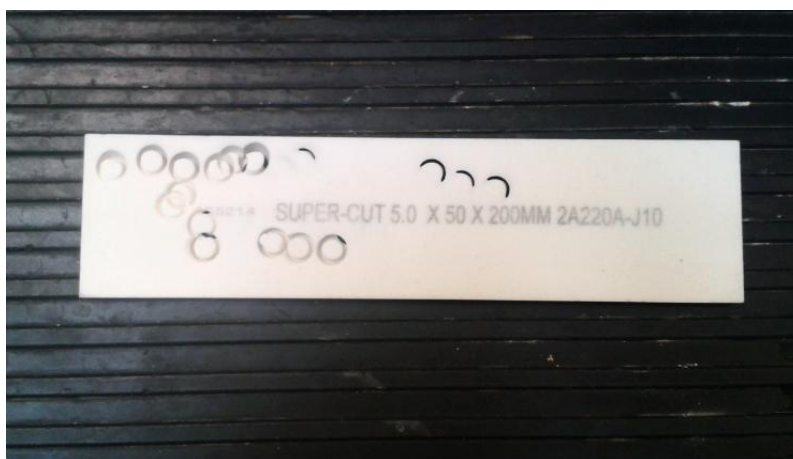
Přestavba stroje spočívá v kompletním přenastavení dané linky na novou výrobní zakázku. Přestavba, jakožto předmět této diplomové práce, je podrobně popsána v následujících kapitolách.

4. Manipulace

Vstupní materiál lze většinou do automatického zakladače doplnit takovým způsobem, aniž by bylo potřeba přerušit chod linky. V průběhu směny však nastávají situace, kdy během doplnění materiálu dochází ke krátkému prostoji. Tyto operace jsou ve snímku evidovány jako manipulace.

5. Výměna (údržba) nástrojů a přípravků

V průběhu chodu stroje je nutné důkladně kontrolovat kvalitu výstupu, v případě abnormalit, jako je například nedokonalý vývrt děr, je nutné vyměnit či oživit vrták. Oživení vrtáků vyžaduje vypnutí stroje a provádí se pomocí destiček pro oživení vrtáků, viz *Obrázek 13*. Dále se může jednat například o údržbu přenašečů skla a další drobnou údržbu související s bezchybným chodem linky.

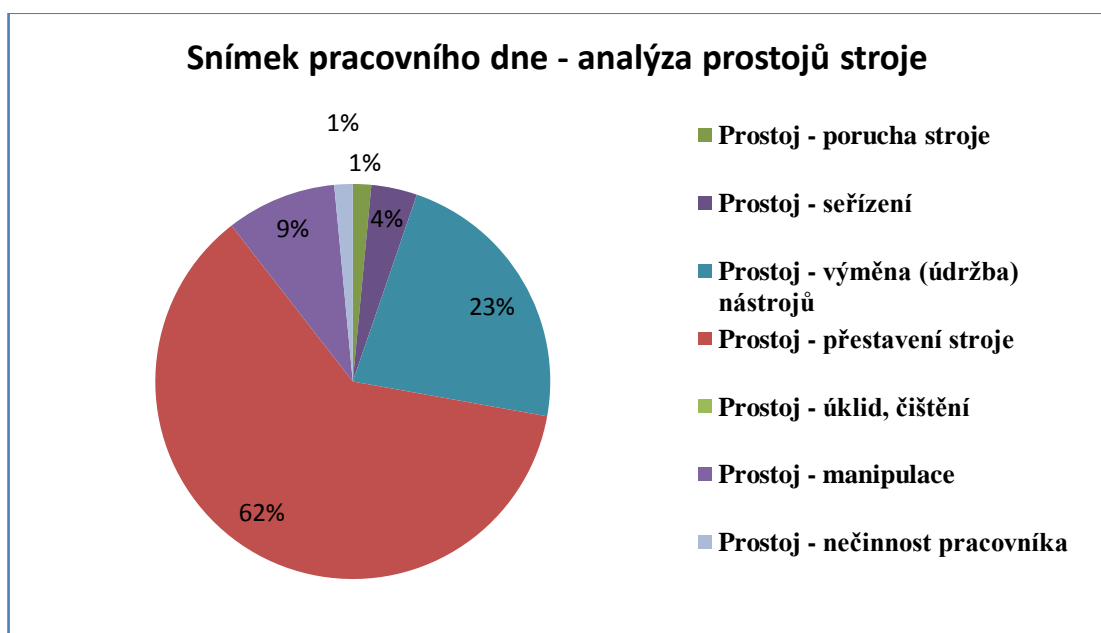


Obrázek 16 Destička pro oživení vrtáků (vlastní zpracování)

6. Čekání nečinnost pracovníka

Čekání, nečinnost pracovníka zahrnuje prostoje způsobené nepřítomností pracovníka na pracovišti. Jedná se například o zpožděný nástup směny, případně o dřívější ukončení směny.

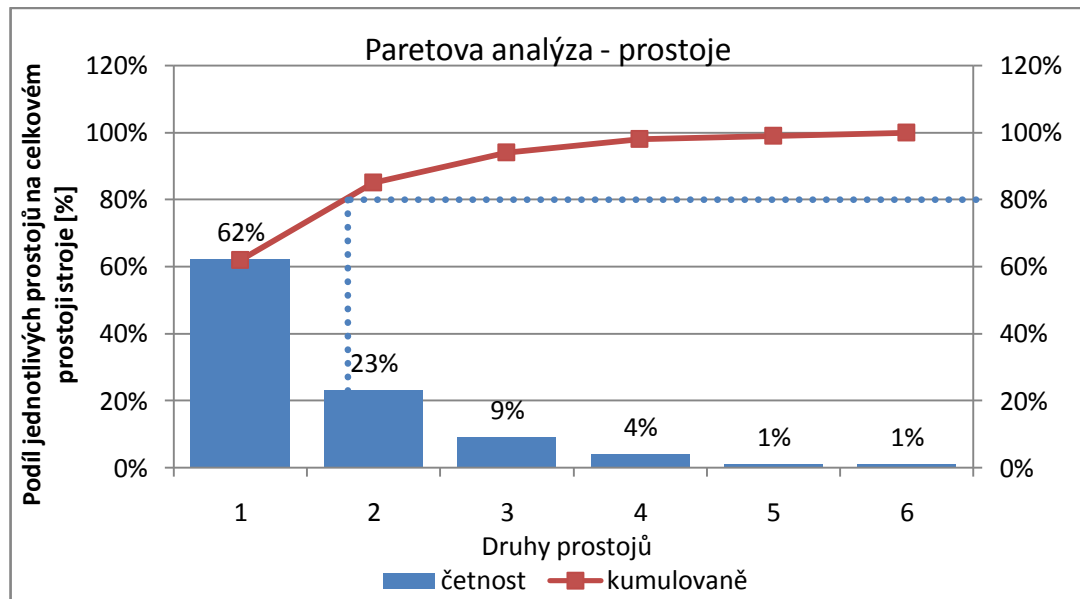
Následujícím grafem (*graf 3*) zobrazuje podrobnější analýzu prostoje, pomocí které bylo zjištěno, že až 62 % z prostoje linky je způsobeno přestavbou linky. Během sledované směny došlo k čtyřem přestavbám stroje. Tímto snímkem tedy bylo potvrzeno, že časovou náročnost a zároveň poměrně vysoký počet přestaveb je nutno řešit realizací projektu se zaměřením na snížení doby přestavby, tj. na aplikaci metody SMED. Dalším výrazným důvodem prostoje je výměna a údržba nástrojů, tento druh prostoje je možné snížit především pomocí zavedení údržby nástrojů, tj. oživení vrtáků, již během přestavby. Tímto krokem, lze předcházet situacím, kdy dochází k údržbě nástrojů bezprostředně po provedení přestavby stroje.



Graf 3 Snímek pracovního dne – analýza prostoje stroje (vlastní zpracování)

10.2.2.1 Paretova analýza

Správnost výběru řešeného tématu a potřeba realizace projektu zaměřeného na snížení doby přestavby byla rovněž potvrzena analýzou prostoje pomocí aplikace Paretovy analýzy. Z níže uvedeného grafu (*Graf 4*) vyplývá, že bychom se měli zaměřit především na optimalizaci přestavby stroje a činností souvisejících s údržbou nástrojů a přípravků.



Graf 4 Paretův diagram – bilaterální linka, prostoje (vlastní zpracování)

Druhy prostojeů - legenda: 1. přestavba stroje, 2. výměna a údržba nástrojů, 3. manipulace, 4. seřízení, 5. porucha, 6. nečinnost pracovníka

10.3 Přestavba bilaterální linky

V této části diplomové práce se autor zaměřuje na přestavbu bilaterální linky, která je velmi důležitým výrobním elementem podniku SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. V úvodu této kapitoly je popsán postup přestavby bilaterální linky, dále jsou zmíněny různé druhy přestaveb, které se v průběhu činnosti stroje mohou vyskytnout. V poslední části jsou rozebrána a okomentována videa zachycující současný stav přestaveb bilaterální linky. Na základě této kapitoly bude vypracován projekt, jehož úkolem je snížit dobu přestavby bilaterální linky a dosáhnout tak zvýšení produktivity.

10.3.1 Popis současného stavu přestavby

Celá přestavba je standardně prováděna jedním zaměstnancem na pracovní pozici strojník. Kompletní proces přestavby bilaterální linky lze rozdělit do pěti základních operací.

1. nastavení robota;
2. nastavení brusek MB1 a MB2;
3. nastavení dopravníku před vrtací stanicí;
4. přestavba vrtací stanice;
5. kontrola prvních kusů;

Nastavení robota

Nastavení robota spočívá v přípravě vstupního materiálu, poté podle vlastností daného materiálu dochází k nastavení programu robota a přizpůsobení rozměrů savek, tj. přísavné zařízení pomocí, kterého dochází k manipulaci se sklem, viz *Obrázek 17*.



Obrázek 17 Zakládací robot (vlastní zpracování)

Po nastavení robota je nutné zkontrolovat odklad skla na dopravníkový pás před brusnými stanicemi MB1 a MB2, v případě, že během odkladu skla nedochází k abnormalitám, které by mohly zapříčinit poškození skla, přechází pracovník k nastavení brusných stanic.

Nastavení brusek MB1 a MB2

Nastavení brusek probíhá pomocí ovládacího panelu, viz *Obrázek 18*, po navedení programu je nutné upravit centraci a v případě potřeby vyměnit klece s dubbingy.



Obrázek 18 Ovládací panel MB 1 a 2 (vlastní zpracování)

Bruska Bavelloni V3 Sx je oboustranná bruska, takže je během přestavby nutné seřídít pravou i levou stranu tohoto stroje, v průběhu přestaveb tedy dochází opakovanému pohybu okolo celého zařízení.

Nastavení dopravníku před vrtací stanicí BF

Dopravníkový systém před vrtací stanicí BF se skládá z kolotoče a z dopravníkového pásu s centrací, úkolem tohoto strojního prvku je vycentrování skel a jejich přenos do vrtací stanice. V průběhu přestavby zde dochází k přenastavení centrace pod zakladačem, seřízení centračních dorazů a ke kontrole a přizpůsobení seřízení savek. Pro správné nastavení centrace musí mít pracovník k dispozici sklo, jež prošlo předcházejícími procesy. Z tohoto důvodu je nutné provádět přestavbu stroje v takovém sledu, v jakém výrobky prochází linkou.

Přestavba vrtací stanice BF

Přestavba vrtací stanice BF patří mezi nejnáročnější činnosti v průběhu celého procesu přestavby. Nejdříve je nutné navést program vrtací stanice pro danou zakázku, upravit rozměr dle zakázky a zapnout výpočet vrtáků - veškeré operace probíhají prostřednictvím ovládacího panelu vrtací stanice BF, viz *Obrázek 19*.



Obrázek 19 Ovládací panel vrtací stanice BF (vlastní zpracování)

Po navedení programu a vypnutí chladicího systému, jehož ovládací prvky jsou zobrazeny na *Obrázku 20*, může pracovník přejít k samotné výměně vrtáků. Vrtáky jsou skladovány v dřevěných kazetách a během přestavby dochází k výměně všech osmi vrtáků. Jakmile je dokončena výměna vrtáků, je nutno provést kalibraci, která zajišťuje, že se vrtáky během vývrtu nesrazí – v případě srážky vrtáků dochází k jejich nevratnému poškození. Po opětovném zapnutí a nastavení chladicího systému je linka připravena na zpracování prvních, testovacích, kusů.



Obrázek 20 Nastavení chladicího systému (vlastní zpracování)

Kontrola prvních kusů

Kontrola prvních kusů probíhá na měřícím stole u pracoviště kontroly výstupu. Kontroluje se správnost zbrošení hran, kolmost stran, rozměr skla po zbrošení, průměr a rozteč vyvrtaných děr. Vždy je nutné provést kontrolu dvou kusů a to především z toho důvodu, že se v lince nachází dvě vrtací stanice, z nichž každá může způsobovat odchylky odlišného charakteru. V případě odchylky přesahující meze stanovené zákazníkem dochází k přenastavení vrtací stanice a následně i k další kontrole dvou kusů finálních výrobků. Tato kontrola je prováděna pracovníkem, jenž je zodpovědný za přestavbu stroje.

10.3.2 Typy přestaveb

Možnosti nastavení bilaterální linky jsou velmi široké, z tohoto důvodu bylo nutné stanovit základní druhy přestaveb. Pro co nejpřesnější vyjádření míry náročnosti, se autor rozhodl, že přestavby rozčlení na základě kombinací čtyř základních činností:

- změna rozměru skla;
- změna programu;
- výměna dubbingu;
- výměna vrtáků.

Kontrola prvních kusů je z níže uvedených kombinací vynechána, tomuto tématu se věnuje v samostatná kapitola diplomové práce.

Tabulka 2 Členění přestaveb dle prováděných činností (vlastní zpracování)

	Změna rozměru skla "R"	Změna programu "P"	Výměna dubbingu "D"	Výměna vrtáků "V"	Typ přestavby
1	X	X	X	X	RPDV
2	X	X		X	RPV
3	X	X	X		RPD
4	X	X			RP

Tabulka 2 znázorňuje nejčastější druhy přestaveb, je možné, že v praxi nastanou situace, kdy dojde ke změně pouze jednoho z výše uvedených prvků stroje, pracovník by však měl být schopen aplikovat znalosti a standardy i na tyto situace.

Dále byly stanoveny dva specifické druhy přestaveb – výměna vrtáků, při produkci čtyřdírových skel a tzv. Super malá přestavba, jež spočívá pouze ve změně programu. Tyto přestavby jsou znázorněny v Tabulce 3.

Tabulka 3 Specifické druhy přestaveb (vlastní zpracování)

	Změna rozměru skla "R"	Změna programu "P"	Výměna dubbingu "D"	Výměna vrtáků "V"	Typ přestavby
1				X	Čtyřdírové skla
2		X			Super malá

10.3.3 Analýza videozáznamů přestaveb

Autor pomocí videokamery zaznamenal tři přestavby prováděné třemi strojníky. Seznam přestaveb (Tabulka 4), včetně vlastností jednotlivých přestaveb, se nachází v níže uvedené tabulce.

Tabulka 4 Seznam zaznamenaných přestaveb (vlastní zpracování)

	Typ přestavby	Poznámka
1	PV	Specifická přestavba bez změny rozměru skla
2	RPDV	Kompletní přestavba s markantní změnou rozměru skla
3	RPDV	Kompletní přestavba s minimální změnou rozměru skla

Zaznamenané přestavby představují vhodný vzorek pro zpracování analýzy, nachází se zde přestavba spojená s výraznou změnou rozměrů skla, přestavba bez potřeby výrazné změny

centrace, tj. přestavba na velmi podobný rozměr, a specifická přestavba obsahující pouze výměnu vrtáků. Každá přestavba je provedena jiným pracovníkem, lze tedy srovnávat i přístup jednotlivých pracovníků k přestavbě linky, to autorovi umožní vytvořit nový návrh přestavby linky s využitím schopností a zkušeností všech zúčastněných strojníků.

Přestavba byla rovněž očištěna o kontrolu prvních kusů. Kontrole a přeměření prvních kusů se bude věnovat samostatná část této práce.

10.3.3.1 Videozáznam 1

Jak již bylo uvedeno v *Tabulce 4*, videozáznam 1 zachycuje specifický druh přestavby. Tato přestavba se skládá pouze ze změny programu a výměny vrtáků, nedochází zde k žádné změně rozměru skla, je to tedy velmi málo časově náročná přestavba, která slouží především jako zdroj dat pro srovnání časové náročnosti jednotlivých činností. V následující tabulce se nachází seznam veškerých činností včetně doby jejich trvání a klasifikace, tj. *interní činnost* (IN – podbarveno žlutě), *externí činnost* (EX – podbarveno zeleně) nebo *eliminace činnosti* (podbarveno červeně). Pokud by měla být daná činnost eliminována je v tabulce vyznačena červeně.

Tabulka 5 Analýza videozáznamu 1 (vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Chůze	Čekání	Doba trvání	Klasifikace
1	Chůze k robotovi - točna	O	→	D	00:04	IN
2	Točna - otočení	O	→	D	00:10	IN
3	Chůze k OP-MB	O	→	D	00:06	IN
4	Nastavení parametrů dle zakázky na OP	O	→	D	00:23	IN
5	Chůze k OP-robot	O	→	D	00:04	IN
6	Nastavení robota	O	→	D	00:45	IN
7	Chůze k OP-BF	O	→	D	00:05	IN
8	Rozhovor	O	→	D	00:19	IN
9	Chůze k OP-BF	O	→	D	00:17	IN
10	Nastavení programu dle zakázky na OP-BF	O	→	D	00:24	IN
11	Čekání na 2 ks skla z MB	O	→	D	00:24	IN
12	Chůze k BF (vypnutí coolant, nástroje)	O	→	D	00:15	IN
13	Demontáž vrtáků	O	→	D	01:45	IN
14	Proplach vrtáků	O	→	D	01:45	IN
15	Chůze pro vrtáky, odnesení vrtáků	O	→	D	00:20	IN

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Chůze	Čekání	Doba trvání	Klasifikace
16	Chůze k BF	O	→	D	00:09	IN
17	Montáž vrtáků	O	→	D	02:17	IN
18	Odložení nástrojů, výběr kalibračních desek	O	→	D	00:05	IN
19	Příprava a zahájení kalibrace	O	→	D	00:25	IN
20	Čekání na ukončení kalibrace	O	→	D	01:10	IN
21	Ukončení kalibrace	O	→	D	00:10	IN
22	Úprava centrace skla	O	→	D	00:31	IN
23	Odložení kalibračních desek	O	→	D	00:04	IN
24	Chůze k OP-BF	O	→	D	00:05	IN
25	Obsluha OP-BF	O	→	D	00:20	IN
26	Chůze k BF (zapnutí coolant)	O	→	D	00:04	IN
27	Nastavení coolant	O	→	D	01:11	IN
28	Chůze k OP-BF	O	→	D	00:05	IN
29	Zapnutí BF (přesun skla před BF)	O	→	D	00:52	IN
Čas přestavby bez kontroly prvních ks		14:34				

Z výše uvedeného jízdního řádu vyplývá, že veškeré činnosti během přestavby, lze považovat za interní, to znamená, že tyto činnosti lze provádět pouze v případě, že je stroj vypnutý. Během přestavby dochází k plýtvání především ve formě čekání na dokončení kalibrace. Tento čas, 1 minuta a 58 sekund, bohužel nelze využít k zrychlení procesu přestavby, jelikož se v takto malé přestavbě nevyskytují jiné činnosti, které by pracovník mohl provádět.

10.3.3.2 Videozáznam 2

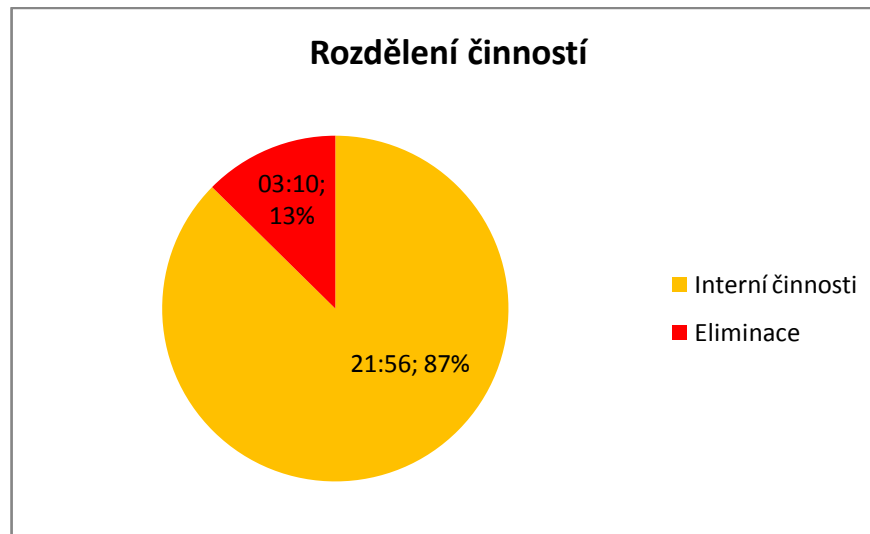
Tabulka 6 znázorňuje současný průběh kompletní přestavby bilaterální linky. Během této přestavby došlo k výrazné změně rozměru skla, změně programu, výměně vrtáků a dubbingu. Jedná se o časově nejnáročnější přestavbu, která je vykonávána jedním pracovníkem – strojníkem. Na základě této přestavby bude určena časová náročnost jednotlivých činností a autor se bude dále zabývat navržením opatření, které by náročnost daných činností měly snížit, případně dané činnosti úplně eliminovat.

Tabulka 6 Analýza videozáznamu 2 (vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Chůze	Čekání	Doba trvání	Klasifikace
1	Nastavení robota	O	→	D	00:25	IN
2	Chůze k robotovi - vozík	O	→	D	00:04	IN
3	Otočení vozíku (točna)	O	→	D	00:07	IN
4	Chůze k robotovi - nastavení	O	→	D	00:03	IN
5	Přísun savek k vozíku	O	→	D	00:21	IN
6	Chůze k robotovi - savky	O	→	D	00:01	IN
7	Nastavení savek	O	→	D	00:37	IN
8	Chůze k ovládacímu panelu	O	→	D	00:05	IN
9	Nastavení parametrů dle zakázky na OP	O	→	D	00:14	IN
10	Chůze k oplachu po MB1 a zpět	O	→	D	00:11	IN
11	Nastavení parametrů dle zakázky na OP	O	→	D	00:15	IN
12	Chůze - křížovka po MB1	O	→	D	00:06	IN
13	Seřízení centrace L	O	→	D	00:11	IN
14	Chůze pro nářadí - Dubbing	O	→	D	00:05	IN
15	Výměna dubbingu L	O	→	D	00:17	IN
16	Chůze pro nekvalitu a chůze zpět k dubing	O	→	D	00:33	IN
17	Výměna dubbingu L	O	→	D	00:31	IN
18	Chůze - seřízení pravá strana	O	→	D	00:20	IN
19	Seřízení centrace P	O	→	D	00:11	IN
20	Chůze k dubbingu P	O	→	D	00:03	IN
21	Výměna dubbingu P	O	→	D	00:59	IN
22	Chůze k ovládacímu panelu	O	→	D	00:19	IN
23	Kontrola odložení skla, posláni 4 ks	O	→	D	01:36	IN
24	Chůze k pásu před BF	O	→	D	00:16	IN
25	Nastavení centrace pod zakladačem	O	→	D	00:18	IN
26	Točna, nastavení savek	O	→	D	00:02	IN
27	Čekání	O	→	D	00:19	IN
28	Nastavení centrace pod zakladačem	O	→	D	00:20	IN
29	Seřízení centračních dorazů	O	→	D	00:07	IN
30	Nastavení centrace pod zakladačem	O	→	D	00:18	IN
31	Seřízení centračních dorazů	O	→	D	00:16	IN
32	Chůze k BF	O	→	D	00:05	IN
33	Nastavení dorazu centrace dle skla	O	→	D	00:24	IN
34	Chůze k ovládacímu panelu BF	O	→	D	00:09	IN
35	Nastavení program na OP BF	O	→	D	00:34	IN
36	Rozhovor	O	→	D	00:12	IN
37	Nastavení program na OP BF	O	→	D	00:23	IN

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Chůze	Čekání	Doba trvání	Klasifikace	
38	Chůze k BF	O	→	D	00:03	IN	
39	Nastavení dorazu centrace dle skla	O	→	D	02:15	IN	
40	Chůze pro nástroj a zpět	O	→	D	00:10	IN	
41	Nastavení dorazu centrace dle skla	O	→	D	02:15	IN	
42	Odložení nástrojů, příprava test. Kusu	O	→	D	00:10	IN	
43	Ověření vrtáků pro zakázku	O	→	D	00:06	IN	
44	Chůze pro nástroje, chůze ke stroji	O	→	D	00:16	IN	
45	Demontáž vrtáků	O	→	D	01:49	IN	
46	Chůze - odnesení vrtáků	O	→	D	00:19	IN	
47	Montáž vrtáků	O	→	D	01:46	IN	
48	Chůze pro kalibrační desky	O	→	D	00:04	IN	
49	Nastavení kalibrace	O	→	D	00:25	IN	
50	Příprava test. Kusů (během kalibrace)	O	→	D	00:19	IN	
51	Čekání na konec kalibrace	O	→	D	00:50	IN	
52	Ukončení kalibrace - odložení desek	O	→	D	00:15	IN	
53	Chůze k OP	O	→	D	00:04	IN	
54	Obsluha OP	O	→	D	00:07	IN	
55	Chůze k BF - coolant	O	→	D	00:05	IN	
56	Zapnutí a nastavení coolant	O	→	D	00:53	IN	
57	Chůze - osušení rukou	O	→	D	00:11	IN	
58	Ověření nastavení zakázky	O	→	D	00:10	IN	
59	Chůze k myčce	O	→	D	00:08	IN	
60	Montáž savek	O	→	D	00:50	IN	
61	Chůze k Fast line - mytí rukou, cesta zpět	O	→	D	00:18	IN	
62	Zapnutí BF	O	→	D	00:01	IN	
Čas přestavby bez kontroly prvních ks						25:06	

Ve výše uvedené tabulce (*Tabulka 6*) jsou uvedeny veškeré činnosti, které jsou součástí přestavby bilaterální linky. Tyto činnosti jsou z 82 % interní, tj. nelze je provádět, když stroj pracuje. Zbytek činností je možno eliminovat, a to především z důvodu, že se jedná o činnosti, které lze shrnout jako plýtvání. Jedná se o činnosti jako je hledání náradí, osobní rozhovor, nevyužitě čekání na ukončení automatické činnosti stroje a zbytečnou chůzi. Rozbor činností je uveden v následujícím výšečovém grafu.



Graf 5 Rozdělení činností, videozáznam 2 (vlastní zpracování)

Jediným řešením je snižování časové náročnosti interních činností, tj. zamezení hledání nástrojů a přípravků, zkrácení vzdálenosti mezi strojem a potřebným nářadím, případně zrychlit činnosti pomocí vylepšení strojního zařízení. Obdobné výsledky budou dosaženy i u dalšího videozáznamu zachycujícího přestavbu bilaterální linky. Výhodou je fakt, že přestavba je prováděna jiným pracovníkem, tudíž je možné porovnat přístupy jednotlivých pracovníků a využít jejich zkušenosti pro tvorbu efektivnějšího postupu přestavby.

10.3.3.3 Videozáznam 3

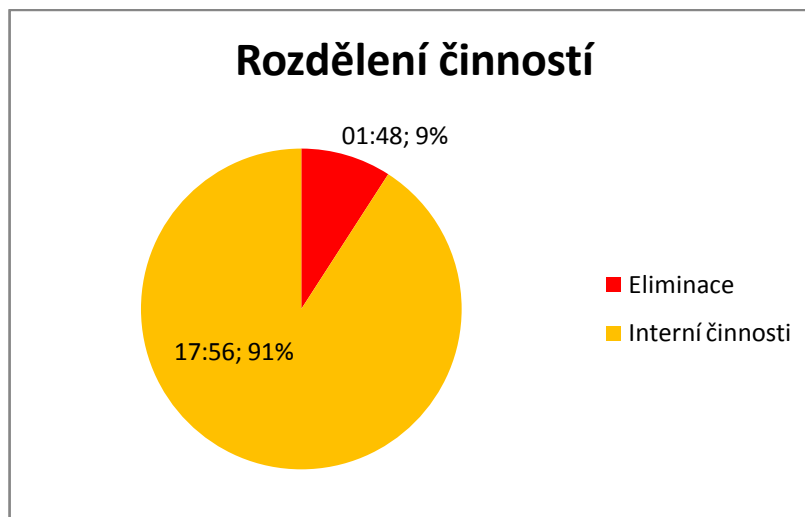
Videozáznam číslo tři (*Tabulka 7*) zachycuje stejně náročnou pouze s tím rozdílem, že oproti předchozímu záznamu došlo k méně významné změně rozměru skla. Pracovník je v tomto případě schopen přenastavit centraci v mnohem kratším časovém limitu. Rovněž byly odhaleny různé přístupy zaměstnanců k jednotlivým činnostem, které v budoucnu mohou pomoci snížit čas potřebný pro přestavbu daného stroje.

Tabulka 7 Analýza videozáznamu 3 (vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Chůze	Čekání	Doba trvání	Klasifikace
1	Chůze k robotovi - točna	O	→	D	00:05	IN
2	Točna - otočení	O	→	D	00:08	IN
3	Chůze k robotovi - OP	O	→	D	00:03	IN
4	Nastavení robota	O	→	D	00:26	IN
5	Chůze k OP-MB	O	→	D	00:04	IN
6	Čekání na ukončení chodu stroje	O	→	D	00:12	IN
7	Nastavení parametrů dle zakázky na OP	O	→	D	00:11	IN
8	Chůze k oplachu po MB1 a zpět, čekání	O	→	D	00:47	IN
9	Nastavení parametrů dle zakázky na OP	O	→	D	00:14	IN
10	Chůze k dubbingu L	O	→	D	00:05	IN
11	Výměna dubbingu L	O	→	D	00:39	IN
12	Chůze k dubbingu P	O	→	D	00:15	IN
13	Výměna dubbingu P	O	→	D	00:46	IN
14	Chůze k OP-MB	O	→	D	00:11	IN
15	Obsluha OP-MB	O	→	D	00:08	IN
16	Spuštění robota a kontrola odkladu skla	O	→	D	00:06	IN
17	Úprava rozměru savek	O	→	D	00:12	IN
18	Chůze k OP - robot	O	→	D	00:05	IN
19	Spuštění robota a kontrola odkladu skla	O	→	D	00:35	IN
20	Chůze k pásu před BF (nástroje)	O	→	D	00:16	IN
21	Nastavení program na OP BF	O	→	D	00:22	IN
22	Poslání 2 ks na pás před BF	O	→	D	00:10	IN
23	Chůze k BF (vypnutí coolant)	O	→	D	00:03	IN
24	Nastavení centrace skla BF	O	→	D	00:11	IN
25	Chůze k ovládacímu panelu BF	O	→	D	00:06	IN
26	Čekání na změnu pozice BF	O	→	D	00:17	IN
27	Poslání 2 ks na pás před BF	O	→	D	00:27	IN
28	Upravení centrace skla	O	→	D	00:30	IN
29	Chůze k ovládacímu panelu BF	O	→	D	00:03	IN
30	Obsluha OP-BF	O	→	D	00:07	IN

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Chůze	Čekání	Doba trvání	Klasifikace	
31	Chůze k BF (přenos skla pro centraci)	O	→	D	00:07	IN	
32	Centrace skla BF	O	→	D	00:35	IN	
33	Chůze k OP - BF	O	→	D	00:03	IN	
34	Kontrola programu BF a zakázky	O	→	D	00:22	IN	
35	Chůze k BF (přenos sklad pro centraci)	O	→	D	00:06	IN	
36	Centrace skla BF	O	→	D	00:46	IN	
37	Chůze k OP - BF	O	→	D	00:06	IN	
38	Čekání na změnu pozice BF	O	→	D	00:31	IN	
39	Chůze k BF	O	→	D	00:05	IN	
40	Kontrola centrace skla BF	O	→	D	00:08	IN	
41	Nachystání 2 ks skla na pás před BF	O	→	D	00:08	IN	
42	Návrat k pásu BF	O	→	D	00:06	IN	
43	Úprava centrace skla (imbus)	O	→	D	00:33	IN	
44	Chůze k pásu před BF a zpět (nástroje)	O	→	D	00:18	IN	
45	Nezapočítávat - spadl vrták	O	→	D	00:27	IN	
46	Výměna vrtáků	O	→	D	02:32	IN	
47	Chůze pro kalibrační desky (úklid nástrojů)	O	→	D	00:05	IN	
48	Odložení nástrojů, výběr kalibračních desek	O	→	D	00:07	IN	
49	Příprava a zahájení kalibrace	O	→	D	00:18	IN	
50	Úklid použitých nástrojů a přípravků	O	→	D	00:18	IN	
51	Chůze zpět k BF	O	→	D	00:09	IN	
52	Čekání na dokončení kalibrace - úklid	O	→	D	00:43	IN	
53	Ukončení kalibrace - odložení desek	O	→	D	00:12	IN	
54	Chůze k OP (zapnutí coolant)	O	→	D	00:09	IN	
55	Obsluha OP	O	→	D	00:13	IN	
56	Chůze k BF	O	→	D	00:04	IN	
57	Nastavení coolant	O	→	D	00:59	IN	
58	Oživení vrtáků	O	→	D	01:26	IN	
59	Chůze k OP	O	→	D	00:05	IN	
60	Kontrola a zapnutí BF	O	→	D	00:19	IN	
Čas přestavby bez kontroly prvních ks						19:44	

V následujícím grafu (*Graf 6*) je zobrazeno rozčlenění činností na interní, externí a činnosti, které je možno eliminovat. Interní činnosti jsou v tomto grafu zastoupeny 91%, je tedy zřejmé, že se pracovník v tomto případě zaměřil na eliminaci činností, které lze popsat jako plýtvání – před přestavbou si nachystal potřebné nástroje a nářadí, využíval překrytých časů apod. Zbývajících 9 % tvoří činnosti, které je třeba z procesu přestavby odstranit, jedná se především o čekání, během kterého se může pracovník věnovat jiným činnostem.



Graf 6 Rozdělení činností, videozáznam 3 (vlastní zpracování)

10.3.3.4 Rozbor kontroly prvních kusů

Po provedení přestavby bilaterální linky je nutné zkontrolovat vlastnosti finálních výrobků. Přes linku jsou poslány dva kusy skel, které strojník přenesse na měřicí stůl, kde zkontroluje, zda má výrobek požadovaný rozměr a zda se průměr a rozteč vyvrtaných děr pohybuje v mezích stanovených zákazníkem. Při většině kontrol, tj. veškeré kontroly zachycené autorem, došlo ke zjištění odchylek, které jsou mimo toleranci stanovenou odběratelem. V tomto případě je nutné změnit nastavení vrtací stanice. Pracovník zaznačí odchylky přímo na sklo, poté jde k ovládacímu panelu, kde změní nastavení vrtací stanice. Přes linku jsou poslána skla, která linkou již jednou prošla, s tím rozdílem, že je vývrt děr proveden na protější straně skleněné tabule

Níže uvedené tabulky (*Tabulky 8 a 9*) zobrazují dva případy kontroly prvních kusů, jednotlivé kontroly jsou různě časově náročné, což je způsobeno především různým přístupem k měření a zbytečnou chůzí v rámci sledovaného procesu. Východiskem je zavedení standardního postupu pro jednotlivé přestavby i kontrolu prvních kusů. Tyto standardy budou založeny na kombinaci obou níže uvedených postupů a na eliminaci čekání u výstupu, které bude nahrazeno přípravou měřicího stolu a vyřízením dokumentace spojené s uvolněním prvních kusů.

Nový postup je podrobněji popsán v *kapitole 10.4.7 Návrh kontroly prvních kusů*.

Tabulka 8 Kontrola prvních kusů – záznam 1 (vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Měření	Chůze	Čekání	Doba trvání
1	Chůze k výstupu	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:19
2	Čekání na první kusy	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:30
3	Chůze - měřicí stůl	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:11
4	Měření	O	<input type="checkbox"/>	→	D	01:25
5	Chůze k OP-BF	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:21
6	Úprava nastavení vrtání	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:33
7	Založení skla, chůze k OP	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:08
8	Úprava nastavení vrtání	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:12
9	Založení skla, chůze k OP	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:11
10	Poslání 2 ks přes BF	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:16
11	Chůze k výstupu	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:20
12	čekání na kontrolní kusy	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:50
13	Chůze - měřicí stůl	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:10
14	Měření	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:31
15	Chůze k OP-BF	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:14
16	Zapnutí MB	O	<input type="checkbox"/>	→	D	00:08
Čas měření prvních kůsu		06:19				

Tabulka 9 Kontrola prvních kusů – záznam 2 (vlastní zpracování)

Pořadové číslo	Činnost	Operace	Měření	Chůze	Čekání	Doba trvání
1	Chůze k výstupu	O	<input type="checkbox"/>	→	W	00:10
2	Čekání na první kusy	O	<input type="checkbox"/>	→	W	00:32
3	Chůze k měřicímu stolu	O	<input type="checkbox"/>	→	W	00:09
4	Měření	O	<input type="checkbox"/>	→	W	02:52
5	Chůze k BF	O	<input type="checkbox"/>	→	W	00:18
6	Úprava nastavení vrtání	O	<input type="checkbox"/>	→	W	01:36
7	Založení skla	O	<input type="checkbox"/>	→	W	00:19
8	Poslání 2 ks přes BF	O	<input type="checkbox"/>	→	W	00:07
9	Chůze k výstupu	O	<input type="checkbox"/>	→	W	00:16
10	Čekání na kontrolní kusy	O	<input type="checkbox"/>	→	W	00:57
11	Chůze - měřicí stůl	O	<input type="checkbox"/>	→	W	00:07
12	Měření	O	<input type="checkbox"/>	→	W	01:34
13	Chůze k OP	O	<input type="checkbox"/>	→	W	00:17
14	Zapnutí BF	O	<input type="checkbox"/>	→	W	00:26
Čas měření prvních kůsu		09:40				

10.4 Audit 5S

Metoda SMED velmi úzce souvisí s ostatními metodami průmyslového inženýrství, např. TPM a metoda 5S. Pro bezproblémovou a plynulou přestavbu stroje je nutné mít veškeré prostředky a nářadí na vymezeném místě. Z tohoto důvodu je pro potřebu projektu provést audit systému 5S. V podniku existuje standardní formulář pro audit systému 5S, přesto se autor rozhodl, že vypracuje vlastní formulář, který více poukazuje na stav prostředí. Současně obsahuje i otázky týkající se bezpečnosti práce a nakládání s prostředky, jež mohou mít nepříznivý dopad na životní prostředí. Formulář (*Tabulka 10*) je vyplněn studentem a byl rovněž předložen k vyplnění operátorovi, který obsluhuje bilaterální linku.

Tabulka 10 5S audit (Docstoc.com, ©2013)

Třídění		student	operátor
1.	Na pracovišti se nachází pouze nezbytně nutné součástky a díly.	ano	ano
2.	Na pracovišti se nachází pouze nezbytně nutné nářadí.	částečně	ano
3.	Na pracovišti je pouze nezbytně nutná dokumentace. Jsou odstraněny bezpředmětné dokumenty - oznámení, reporty, připomínky nesouvisející s prací.	částečně	částečně
4.	Na pracovišti se nachází pouze nezbytně nutný nábytek a vybavení.	ano	ano
5.	Jsou odstraněny překážky v podobě kabelů a vedení energií.	částečně	částečně
Nastavení pořádku			
1.	Místa pro umístění odpadkových košů, palet, krabic, apod. jsou jasně a přehledně označena (pásky)	částečně	ano
2.	Pro každý nástroj je definováno umístění. Nástroj je v dosahu a řádně označen.	ne	částečně
3.	Je vytvořeno místo, kde se nachází dokumentace - viditelná (operátorem, externím pracovníkem).	ano	ano
4.	Vybavení (stroje, stoly, skříně ...) je popsáno a nachází se na svém místě.	ano	ano
5.	Na pracovišti se nachází dokumentace spojená s nutností využití bezpečnostních prvků - brýle, boty, apod.	ano	ano
6.	Veškeré nouzové spínače jsou popsány a vhodně označeny.	částečně	ano
7.	Na pracovišti, případně v jeho okolí, jsou k dispozici prvky hasící techniky - přístup k nim není blokován.	ano	ano
8.	Pracoviště je přizpůsobeno ergonomickým standardům.	ne	částečně
9.	Layout pracoviště je přizpůsoben k bezproblémovému opuštění pracoviště v případě nouze.	ano	ano
10.	Cesty a uličky jsou čisté - neblokované.	ne	ano

Úklid		student	operátor
1.	Nádoby, kontejnery a palety jsou čisté a nepoškozené	částečně	ano
2.	Nářadí je čisté a v dobrém stavu. Je uskladněno tak, aby se předcházelo poškození.	částečně	ano
3.	Dokumentace je čistá. Jsou zavedeny prvky pro její ochranu.	ano	ano
4.	Veškeré prvky pracoviště (včetně strojů) jsou čisté, případně nalakované.	ano	ano
5.	Podlahy jsou čisté, tj. bez odpadků, skvrn od oleje apod.	částečně	ano
6.	Zábradlí a obdobné prvky jsou čisté, popř. nalakované.	ano	částečně
7.	Existuje rozvrh pro úklid - podlahy apod.	ano	ano
8.	Prostředky pro úklid jsou dostupné na pracovišti a jsou označeny.	částečně	ano
9.	Veškeré ochranné prostředky jsou umístěny na bezpečném a čistém místě - prevence jejich poškození a zajištění správné funkce.	ano	ano
10.	Bezpečnostní prvky strojů jsou funkční a označené.	ano	ano
Standardizace			
1.	Vybavení pracoviště je na vyznačených místech, popř. na místech uvedených ve standardu.	částečně	ano
2.	Dokumenty jsou jasně označeny, je vyznačena odpovědnost za kontrolu a revizi.	ano	ano
3.	Záznamy o údržbě jsou umístěny na pracovišti. Záznamy jsou přehledné a jasné.	ano	ano
4.	Odpad je dostatečně často a pravidelně odvážen.	ano	částečně
Dodržování			
1.	Existují standardy 5S. Standardy jsou dodržovány.	částečně	ano
2.	Pracovníci jsou proškolení (5S). Existuje plán školení - plán školení je pracovníkům k dispozici.	ano	ano
3.	Je vypracován plán auditu. Existuje tým, který kontroluje dodržování 5S a souvisejících standardů.	ano	ano
4.	Jsou stanoveny cíle v ohledu 5S a bezpečnosti práce.	ano	ano
5.	V systému 5S je zohledněna ochrana životního prostředí - pravidla pro manipulaci s materiálem, který může ohrozit životní prostředí.	ano	ano
Vyhodnocení		51	62

Audit je vyhodnocen pomocí přiřazení následující bodové škály:

Ano – 2 body; Částečně – 1 bod; Ne – 0 bodů. Celkový možný počet bodů – 68 bodů.

V případě, že se souhrn bodového ohodnocení pohybuje nad hranicí 80 %, lze tvrdit, že je metoda 5S dodržována a není potřeba její výrazná revize. Audit vyplněný autorem byl ohodnocen 51 body, tato hodnota odpovídá 75 % z celkového počtu bodů. Operátor dané pracoviště ohodnotil 62 body, tj. 91%.

Z výše uvedených výsledků vyplývá, že je metoda 5S na pracovišti sice zavedena, ale úroveň jejího zavedení se podle autora pohybuje pod hranicí potřebné pro certifikaci. Z tohoto důvodu je nutné provést důkladnou revizi systému 5S. V revizi by mělo dojít k opětovné úpravě pracoviště do takové podoby, aby bylo možno především rychle a jednoduše identifikovat, popř. najít, jednotlivé prvky na pracovišti, např. nářadí.

10.4.1 Zhodnocení současného stavu systému 5S

V této kapitole je provedeno zhodnocení výsledků auditu 5S, každý krok metody 5S je krátce okomentován a rovněž jsou zde navržena opatření pro zlepšení současné situace.

Třídění

V prvním kroku metody 5S byly autorem odhaleny nedostatky v především podobě přebytečných a neaktuálních dokumentů. Dále lze tvrdit, že se na pracovišti nachází i nářadí s nízkou frekvencí využití, toto nářadí je na pracovišti potřebné, ale mělo být umístěno ve skříních, popř. boxech na nářadí.

Nastavení pořádku

Z výše uvedeného auditu vyplývá, že je potřeba důkladně zrevidovat především druhy pilíř metody 5S. Nářadí se nenachází na svých pozicích, a tyto pozice nejsou ani označeny. Řešením této situace je přesné definování míst pro umístění nástrojů, tato místa by měla být označena takovým způsobem, aby bylo na první pohled jasné, kam daný druh nářadí patří. Vhodným způsobem označení jsou obrysy, případně stíny jednotlivých nástrojů.

Úklid

Úklid okolí pracoviště je na poměrně dobré úrovni, je realizován prostřednictvím specializovaných pracovníků, tzn., že pracovník bilaterální linky není zatěžován úklidem uliček mezi jednotlivými linkami. Pro potřeby úklidu vnitřního prostoru bilaterální linky a jejího blízkého okolí jsou k dispozici prostředky pro úklid, ty by však měli být na svých místech a označeny. Rovněž by měla být provedena údržba a označení nádob na odpady.

Standardizace

V případě standardizace je nutné obnovit značení v podobě barevných čar na podlaze. V okolí pracoviště bilaterální linky došlo k změně organizace výroby a dostupné značení již není odpovídající. Rovněž zde vzniká problém s blokováním uliček, změna uspořádání okolního pracoviště způsobila to, že dříve průchozí ulička je nyní částečně blokována. Tento problém lze vyřešit aktualizací značení na podlahách.

Dodržování

Základní problém celého systému 5S spočívá v jeho nedodržování pracovníky. Je nutné, aby proběhlo dodatečné proškolení pracovníků, čímž by byly odstraněny drobné nesrovnalosti v přístupu k 5S. Rovněž by bylo vhodné provázat dodržování metody 5S se mzdou. V praxi by toto provázání mohlo být podloženo pravidelným auditem 5S, na jehož výsledku by závisela míra dané odměny.

10.5 Shrnutí analytické části

V úvodu analytické části byla podrobně popsána bilaterální linka a všechny její součásti. Nejdříve bylo nutné, aby se autor seznámil s činností daného strojního zařízení. Z tohoto důvodu byly zpracovány snímky pracovního dne pracovníka a strojního zařízení, ze kterých vyplývá, jejichž výstupem je grafické znázornění struktury činností v průběhu směny.

Dále byly pořízeny videozáznamy jednotlivých druhů přestaveb, na jejichž základě bude zpracován projekt aplikace metody SMED. Díky těmto videozáznamům bylo možné jednotlivé činnosti přestavby klasifikovat do skupin, tj. interní a externí činnosti, jež byly definovány v teoretické části předložené práce. Rovněž bylo zjištěno, že proces přestavby není optimalizovaný a je potřeba zpracovat projekt zaměřený na aplikaci metody SMED, pomocí kterého by mělo dojít k snížení času potřebného pro přestavbu stoje.

Lze očekávat, že v rámci přestaveb bude docházet k určitým odchylkám, tyto odchylky budou způsobeny především rozdílným rozměrem zpracovávaného skla, tzn. přestavba, kdy se přechází na výrobek s podobnými rozměry, bude kratší než přestavba, kdy dochází k markantní změně rozměru zpracovávaného skla. Tyto odchylky je nutno brát v potaz, a z toho důvodu bude autor pracovat s pesimistickým scénářem, tj. vždy dochází k přestavbě s markantním rozdílem v rozměru skla. Tímto způsobem tedy bude stanovena časová hodnota maximální možné doby přestavby.

Aplikace metody SMED úzce souvisí s pořádkem na pracovišti, a proto byl v závěru analytické části proveden autorem navržený audit 5S, jehož výsledkem je doporučení rozsáhlé revize systému 5S.

11 PROJEKTOVÁ ČÁST

V projektové části se autor věnuje návrhu řešení, pomocí kterých by mělo být dosaženo požadovaného projektového cíle, viz kapitola 10.2 *Cíle projektu*. Projekt je vypracován na základě výše uvedené analytické části.

11.1 Definování projektu

Zpracování projektu bylo navrženo Ing. Miroslavem Merendou, operational managerem divize Home appliance ve společnosti SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. ve Valašském Meziříčí. Důvodem pro zadání tohoto projektu je potřeba zvýšit efektivitu využití bilaterální linky. Hlavním cílem projektu je tedy analýza současného stavu, návržení a implementace řešení, které povede ke zkrácení doby přestavby na bilaterální lince.

11.2 Cíle projektu

Projektová vize: ztotožnění pracovníků SCHOTT Flat Glass s lean filozofií.

Hlavní cíl: zkrácení doby přestavby na bilaterální lince.

Díličí cíle: analýza současného stavu pracoviště a přestavby linky;
sestavení stávajícího postupu přestavby a rozlišení interních a externích činností;
redukce interních a externích činností pomocí nápravných opatření;
návrh nového postupu přestavby;
tvorba standardů pro jednotlivé druhy přestaveb.

Výše uvedené cíle, zdroje a postupy související s projektem jsou podrobně popsány v následujících kapitolách popř. v příloze, viz *příloha PI Logický rámeček*.

V projektu nebude řešeno:

- prostorové uspořádání bilaterální linky;
- aplikace navržených změn v ohledu systému 5S a TPM;
- plán revize metody 5S.

Kritéria úspěchu:

- analýza přestavby, rozčlenění činností, identifikace plýtvání;
- nalezení způsobu zefektivnění přestavby, eliminace plýtvání;
- maximalizace využití operátorů;
- standardizace nového postupu.

11.2.1 Účastníci projektu

Bc. Jan Filla – diplomant, student UTB ve Zlíně

Ing. Pavlína Pivodová – vedoucí diplomové práce

Ing. Miroslav Merenda – operational manager

Ing. Alena Buriánková – lean manager

Ing. Jiří Vojvodík – procesní inženýr

11.2.2 Definování cíle pomocí metody SMART

Specifický – Cílem projektu je zkrácení doby přestavby na bilaterální lince o 20-30%. Cíl je dostatečně konkrétní.

Měřitelný – Výstupy projektu jsou měřitelné. S pomocí projektu by mělo být dosaženo snížení časové náročnosti přestaveb, je možné vyjádřit snížení časové náročnosti v minutách, popř. v procentech

Akceptovatelný – Členové týmu se podíleli na tvorbě cílů, případně byli s cíli seznámeni, lze tedy tvrdit, že projekt i jeho výstupy akceptují.

Realistický – cíle byly stanoveny na základě konzultací s členy projektového týmu, ve kterém jsou zastoupeni odpovědní pracovníci vybrané společnosti.

Terminovaný – Projekt je časově ohraničený. Součástí projektu je časový a akční plán.

11.2.4 Riziková analýza – RIPRAN

Pro potřeby projektu je zpracována riziková analýza RIPRAN (*Tabulka 14*). Cílem této analýzy je identifikace rizik, určení možných scénářů a zejména navržení nápravných opatření, díky kterým je možné se uvedeným rizikům vyvarovat.

V níže uvedené tabulce (*Tabulka 12*) jsou popsány zkratky použité v rizikové analýze, na tuto tabulku navazuje *tabulka 13*, která slouží pro určení hodnoty rizika

Tabulka 12 Popis zkratk použitých v rizikové analýze (vlastní zpracování)

Pravděpodobnost		Dopad		Hodnota rizika		Druh opatření
Vysoká	VP	Velmi nepříznivý	VD	Vysoká	VHR	Rizikový plán
Střední	SP	Nepříznivý	SD	Střední	SHR	Rizikový plán
Nízká	NP	Mírně nepříznivý	MD	Nízká	MHR	Akceptace

Tabulka 13 Tabulka pro určení hodnoty rizika (vlastní zpracování)

	VD	SD	MD
VD	VHR	VHR	SHR
SD	VHR	SHR	MHR
MD	SHR	MHR	MHR

Výstupem z níže uvedené rizikové analýzy RIPRAN jsou nápravná opatření k jednotlivým scénářům. Na základě běžného postupu při zpracování RIPRAN analýzy, by měl být ke každému scénáři, jehož hodnota rizika je SHR a vyšší, vypracován plán vypořádání se s rizikem. Rizika ohodnocená jako MHR jsou akceptována.

Tabulka 14 Riziková analýza RIPRAN (vlastní zpracování)

Hrozba	P-st hrozby	Scénář	P-st scénáře	Celková P-st		Dopad		Hodnota
1. Nespolupráce ze strany podniku	30%	Nekompletní informace	70%	21%	MP	50%	SD	MHR
2. Nedostatečná znalost řešené problematiky a teoretických poznatků	50%	Ukončení spolupráce s autorem	70%	35%	SP	95%	VD	VHR
		Chybné závěry	80%	40%	SP	90%	VD	VHR
3. Ztráta dat, problémy technické povahy	10%	Nové náměry, narušení harmonogramu	100%	10%	MP	30%	MD	MHR
4. Chybně zpracovaná analýza data, špatné náměry	50%	Zpracování nové analýzy	70%	35%	SP	60%	SD	SHR
		Výstup není objektivní	70%	35%	SP	80%	VD	VHR
5. Nedostatečné naplánování projektu	30%	Neodevzdání práce	60%	18%	MP	80%	VD	SHR
6. Špatně zpracovaná DP	20%	Možné nedokončení studia	30%	6%	MP	100%	VD	SHR

Nápravná opatření

- 1) Nespolupráce ze strany podniku – riziko je akceptováno.
- 2) Nedostatečná znalost daného tématu – dostudování řešeného tématu, pravidelné konzultace.
- 3) Technické problémy, ztráta dat – po zavedení pravidelných záloh je riziko akceptováno.
- 4) Chybně zpracovaná analýza data – pravidelné kontroly a konzultace práce s vedoucím diplomové práce a zadavatelem projektu.
- 5) Nedostatečné rozplánování projektu – stanovení termínů a rozplánování aktivit.
- 6) Špatně zpracovaná DP – pravidelné konzultace, příprava, podložení výstupů.

11.3 Základní přístupy pro snížení času přestavby

V této kapitole jsou uvedeny základní přístupy pro využití pro snížení doby přestavby bilaterální linky, tyto přístupy a řešení vychází z analýzy současného stavu, která se zaměřovala na činnosti pracovníků, chod stroje během směny a především samotný průběh přestavby bilaterální linky. Jednotlivé přístupy jsou vyjmenovány a popsány v následujících podkapitolách.

11.3.1 Příprava na přestavbu během chodu stroje

Z videozáznamů a jejich následné analýzy vyplývá, že pracovník během procesu přestavby vykonává činnosti, které je možné definovat jako plýtvání, jedná se například o chůzi pro nářadí a hledání nářadí a vrtáků. I přesto, že je pracoviště organizované pomocí metody 5S, dochází zde k zbytečným přesunům, pohybům a prostojům, které by bylo možné eliminovat zavedením přípravy přestavby během chodu stroje, popř. pokud byla tato příprava již zavedena, tak je nutné zajistit její striktní dodržování.

Tato příprava by se měla chystat především z:

- příprava vstupního materiálu na točnu;
- vychystání vrtáků včetně kontroly stavu a požadovaných vlastností;
- kontrola a příprava nářadí;
- informování druhého operátora o přestavbě a jejích vlastnostech.

11.3.2 Eliminace externích činností

V průběhu zaznamenaných přestaveb došel autor k závěru, že během přestavby nedochází k činnostem, které by bylo možné označit jako čistě externí – veškeré operace spojené s přestavbou stroje musí být tedy prováděny, když je stroj vypnutý.

11.3.3 Zkrácení času interních činností

Dalším krokem potřebným pro zlepšení, resp. zkrácení, procesu přestavby je zkrácení doby interních činností. Zkracování interních činností, lze provést pomocí drobných vylepšení a uprav strojů. Tyto úpravy jsou popsány v následujících podkapitolách.

Zakládací robot

Na zakládacím robotu byly v první fázi metody SMED (tato fáze probíhala před spoluprací s autorem a během které došlo k výrazné optimalizaci procesu přestavby) zavedeny rych-

loupíací prvky, které výrazně zrychlily přenastavení zakládacího robota. Toto řešení by mohlo být rozšířeno o měřítka, případně barevné rysky, které by zvýšily rychlost přestavby.



Obrázek 21 Zakládací robot – rám se savkami (vlastní zpracování)

Dubbing

Výměna dubbingu byla výrazně vylepšena v předchozí fázi metody SMED, původní systém s jednou klecí, kterou bylo nutno rozšroubovat a vyměnit v ní dubbingové kroužky, byl nahrazen dodatečnou klecí, kterou pracovník může upravovat v průběhu chodu stroje. Jednou z možností jak zrychlit výměnu dubbingové klece, je změnit způsob jejího upnutí. Momentálně je dubbingová klec (*Obrázek 22*) upnuta pomocí třech šroubů. Řešením by mohlo být například jednobodové upnutí, případně upnutí pomocí magnetů, tyto řešení jsou však finančně náročná a vyžadovaly by výraznou změnu konstrukce stroje. Další, vhodnější, možností je standardizace procesu výměny dubbingu.



Obrázek 22 Dubbingová klec (vlastní zpracování)

Autor v průběhu pořizování videozáznamů zaznamenal výrazně odlišné přístupy k výměně dubbingové klece. Někteří pracovníci využívají k výměně dubbingu klíč namísto aku utahováku, který je k dispozici na pracovišti. Tyto odchylky je nutno odstranit a zavést standardizovaný postup přestavby včetně seznamu využívaných nástrojů. Pokud je tento standard na pracovišti zaveden, tak je zapotřebí zajistit jeho striktní dodržování.

Kolotoč

Kolotoč (*Obrázek 23*) pracuje na obdobném principu jako automatický zakladač, je proto nutné zavést určitou formu značení, která zrychlí proces změny rozměru savek. Vhodným řešením je *barevné označení a tvorba rysek*, které pokryjí největší množství možných variant skleněných tabulí. V praxi by se jednalo o vyhotovení dvou až tří sad barevných rysek, které by výrazně usnadnily nastavení savek kolotoče pro jednotlivé druhy výrobků. V průběhu autorem zaznamenaných přestaveb nedošlo na kolotoči k žádné výrazné změně nastavení savek, takže je možné toto řešení označit jako návrh s nižší prioritou zavedení.



Obrázek 23 Kolotoč – dopravník (vlastní zpracování)

Pás před BF

Na pásu před vrtací stanicí BF dochází k centraci skla a jeho přenesení do vrtací stanice. Centrace a nastavení savek je vyřešeno pomocí rychlo upínacích prvků, oproti nastavení robota a kolotoče se jedná o činnost, která je velmi náročná na přesnost, tj. centrace a centrační dorazy musí být nastaveny přesně pro rozměr daného skla. Z tohoto důvodu je nutné vybavit pracoviště měřítky, pomocí kterých by bylo možné přesněji určovat rozměry potřebné pro jednotlivé druhy zakázek. Dále je nutné zvážit možnost úpravy prvků, pomocí kterých se pohybuje s dorazy, tzn. vodičích lišt. Nastavení dorazů je nutno provádět s citem a plynulejší pohyb centračních prvků ve vodičích lištách by výrazně usnadnil změnu nastavení tohoto strojního zařízení.

Vrtací stanice

Jak již bylo uvedeno v předcházejících kapitolách, vrtací stanice patří nejvíce časově náročnému prvku přestavby. Dochází zde k úpravě centrace, výměně vrtáků, kalibraci vrtáků a kalibraci vodního chlazení. V předchozí vlně aplikace metody SMED bylo pracoviště vybaveno rychloupínacími prvky, které výrazně pomohly snížit dobu přestavby. Jako v případě centrace na pásu před BF, je tato činnost velmi náročná na přesnost, jakákoliv nežádoucí odchylka může způsobit, že vývrt děr nebude v toleranci stanové zákazníkem, a bude tak docházet k produkci neopravitelných zmetků. Z tohoto důvodu je nutné upravit a zjednodušit pohyb s dorazy. V kombinaci s měřítky je možno dosáhnout usnadnění nastavení centrace a tím snížit i časovou náročnost přestavby. Měřítka by pracovníkům umožnila přednastavovat centraci bez přítomnosti skla, což by pomohlo snížit čas potřebný pro přestavbu vrtací stanice. Rovněž by bylo možné eliminovat plýtvání v podobě čekání na sklo, jež je potřebné pro správné nastavení centrace a dorazů. Přednastavením se rozumí uvedení centračních dorazů do takové pozice, která je velmi blízká finální pozici potřebné pro bezchybný chod stroje. Je však nutné zmínit, že i po zavedení tohoto opatření, by bylo nutné provést seřízení dorazů přesně pro potřebu daného výrobku, tj. s pomocí skla, jednalo by se však již pouze o drobnou korekci pozice dorazů.

11.3.4 Přizpůsobení pracoviště s cílem eliminace plýtvání

Další možností jak zvýšit efektivitu procesu přestavby je přizpůsobení pracoviště takovým způsobem, aby daná řešení předcházela plýtvání. Jedná se především o umístění nástrojů do těsné blízkosti místa, kde dochází k jejich použití. Toto řešení může být realizováno pomocí nákupu dodatečného nářadí a držáků, které budou umístěny přímo na stroj. Potenciální místo pro využití tohoto přístupu je vrtací stanice BF.



Obrázek 24 Prostor vedle vrtací stanice – místo pro umístění kalibračních desek (vlastní zpracování)

Na výše uvedeném obrázku (*Obrázek 24*) je zachyceno místo, kam by mohly být umístěny přípravky potřebné pro přestavbu stroje, v tomto případě se jedná o kalibrační desky. Pracovníci toto místo již využívají, bohužel se zde nenachází žádné prvky, které by sloužily k umístění daných přípravků. Tuto pozici je tedy nutné vhodným způsobem upravit, čehož by mohlo být dosaženo pomocí níže uvedených kroků:

- 1) oddělení možného odkládacího prostoru (viz *Obrázek 24* – modře zvýrazněná část) od zásoby oleje (na tomtéž obrázku vyznačeno červeně);
- 2) rozčlenění odkládacího prostoru pomocí poliček, případně držáků náradí;
- 3) vizualizace odkládacího prostoru včetně popisku s názvy nástrojů, které na daném místě mohou být umístěny.

Další, avšak nejméně efektivní možností je vybavení pracoviště otevřenými boxy na nářadí, viz *Obrázek 25*, tyto boxy by sloužily k přenášení veškerého potřebného náradí na místo jeho použití. Podmínkou je však skutečnost, že by si pracovník musel nářadí nachystat již před přestavbou, tj. za chodu stroje. Pojízdny boxy na nářadí v případě bilaterální linky postrádají smysl, a to z důvodu velmi úzkých uliček a překážek na podlaze – vedení energií.



Obrázek 25 Přepravka na nářadí (Nářadí Zlín, ©2011-2014)

11.3.5 Přenesení činností na druhého pracovníka

Jako nejvhodnějším řešením problému s časovou náročností přestavby se jeví rozdělení činností přestavby mezi dva operátory. Jak již bylo uvedeno na začátku analytické části, bilaterální linku vždy obsluhují dva pracovníci, strojník a pracovník na výstupu. Pracovník na výstupu je většinou případů také strojník, takže není problém převést některé činnosti a odpovědnosti právě na něj. V případě, že bude na kontrole výstupu pracovat nekvalifikovaný pracovník, bude mít přestavbu bilaterální linky na starost pouze strojník. I v tomto případě se však může nekvalifikovaný pracovník věnovat některým méně náročným činnostem. V následující části této práce se autor zabývá rozdělením činností mezi dva pracovníky a vytvořením standardizované formy přestavby.

11.4 Navržení nových jízdnicích řádů

V následujících podkapitolách jsou uvedeny varianty jízdnicích řádů pro různé typy přestaveb, viz kapitola 9.3.2 *Typy přestaveb*. Pro každý typ přestavby je stanoven jízdnicí řád s využitím jednoho i dvou operátorů. Pro varianty s dvěma strojníky jsou rovněž vypracovány standardy, ve kterých jsou graficky znázorněny povinnosti jednotlivých pracovníků. Varianty přestaveb se zapojením jednoho strojníka a standardy přestaveb s účastí dvou strojníků jsou umístěny v příloze na konci této diplomové práce.

Níže uvedené časy jsou pouze informativní a je nutné je ověřit prostřednictvím další videoanalýzy po zavedení navržených opatření.

11.4.1 Návrh přestavby RPDV

Přestavba s označení RPDV (*Tabulka 15*), tj. přestavení stroje spojené se změnou rozměru skla, změnou programu a výměnou dubbingů a vrtáků, je nejnáročnější přestavbou odehrávající se na bilaterální lince. Videozáznamy tohoto druhu přestavby posloužily jako prvotní zdroj informací, na jejichž základě bylo možné zpracovat níže uvedené návrhy.

Tabulka 15 Návrh přestavby RPDV (vlastní zpracování)

Operátor 1	Trvání činnosti	Trvání činnosti	Operátor 2
Přestavba bilaterální linky RPDV			
Vypnutí robota	00:10	00:00	začátek přestavby
Chůze k točňě	00:05	02:30	Čekání na ukončení činnosti stroje
Otočení točny	00:10	00:15	Chůze k OP-BF
Chůze k OP-Robot	00:05	01:00	Nastavení prog. BF vč. výpočtu vrtáků
Nastavení programu	00:35	00:10	Chůze pro vrtáky (vypnutí coolant)
Chůze k savkám	00:05	02:30	Výměna vrtáků
Nastavení savek	00:50	00:05	Chůze pro kal. desky, odložení vrtáků
Chůze k OP - MB	00:05	00:15	Příprava a zahájení kalibrace
Nastavení parametrů zakázky	00:40	00:10	Vrácení vrtáků
Chůze k dubbingu - L	00:06	00:05	Chůze pro sklo k pásu před BF
Výměna dubbingu - L	00:40	01:00	Čekání na ukončení kalibrace
Chůze k centraci MB - L	00:05	00:05	Chůze k BF se sklem pro centraci
Centrace L	00:12	04:00	Nastavení centrace skla a dorazů BF
Chůze dubbing - P	00:15	00:10	Chůze k OP - BF (zapnutí coolant)
Výměna dubbingu - P	00:40	02:00	Nastavení coolant a oživení vrtáků
Chůze k centraci MB - P	00:05	00:10	Návrat k OP - BF
Centrace P	00:12		
Chůze k OP - robot	00:15		
Kontrola odložení skla	01:00		
Chůze k OP - MB	00:05		
Poslání 2 kusů přes MB	00:15		
Chůze k OP-BF	00:16		
Přesun skla na pas před BF	00:20		
Chůze k pásu před BF	00:05		
Nastavení centrace pod zakladačem	01:00		
Seřízení centračních dorazů	01:00		
Chůze k myčce	00:20		
Nastavení savek u myčky	00:30		
Návrat k OP-BF (možná výpomoc)	00:20		
Čas přestavby bez kontroly 1. ks	10:26	14:25	Čas přestavby bez kontroly 1. ks
Doba trvání kontroly prvních kusů		07:15	Doba trvání kontroly prvních kusů
Celková doba přestavby		21:40	Celková doba přestavby

Jak již bylo uvedeno v úvodu této kapitoly, varianta s označením RPDV je nejnáročnější přestavbou bilaterální linky. Ve výše uvedené tabulce (*Tabulka 15*) byly činnosti rozděleny mezi dva operátory. Operátor 1 se v této variantě věnuje nejdříve přestavbě přední části bilaterální linky, tj. Nastavení robota, přenastavení brusek a výměně dubbingu. Jakmile jsou tyto činnosti dokončeny, přesouvá se tento pracovník k pásu před vrtací stanicí, kde se věnuje seřízení centračních dorazů pod zakladačem.

Povinnosti operátora 2 jsou znázorněny v levé části výše uvedené tabulky, z níž vyplývá, že operátor 2 musí nejdříve počkat na ukončení automatického chodu stroje, tj. vyprázdnění linky. Poté se tento operátor přesouvá k vrtací stanici, kde nejdříve navede vrtací program a následně vymění vrtáky. Po výměně vrtáků následuje úprava centrace a centračních dorazů. Tento krok byl obvykle prováděn před výměnou vrtáků, v případě rozdělení přestavby na dva operátory to bohužel není možné, zejména z toho důvodu, že k přesnému nastavení centrace je prozatím potřeba testovací sklo a pracovník by na toto sklo musel čekat.

11.4.2 Návrh přestavby RPV

Tabulka 16 Návrh přestavby RPV (vlastní zpracování)

Operátor 1	Trvání činnosti	Trvání činnosti	Operátor 2
Přestavba bilaterální linky RPV			
Vypnutí robota	00:10	00:00	začátek přestavby
Chůze k točně	00:05	02:30	Čekání na ukončení činnosti stroje
Otočení točny	00:10	00:15	Chůze k OP-BF
Chůze k OP-Robot	00:05	01:00	Nastavení prog. BF vč. výpočtu vrtáků
Nastavení programu	00:35	00:10	Chůze pro vrtáky (vypnutí coolant)
Chůze k savkám	00:05	02:30	Výměna vrtáků
Nastavení savek	00:50	00:05	Chůze pro kal. desky, odložení vrtáků
Chůze k OP - MB	00:05	00:15	Příprava a zahájení kalibrace
Nastavení parametrů zakázky	00:40	00:10	Vrácení vrtáků
Chůze k centraci MB - L	00:05	00:05	Chůze pro sklo k pásu před BF
Centrace L	00:12	01:00	Čekání na ukončení kalibrace
Chůze k centraci MB - P	00:15	00:05	Chůze k BF se sklem pro centraci
Centrace P	00:12	04:00	Nastavení centrace skla a dorazů BF
Chůze k OP - robot	00:15	00:10	Chůze k OP - BF (zapnutí coolant)
Kontrola odložení skla	01:00	02:00	Nastavení coolant a oživení vrtáků
Chůze k OP - MB	00:05	00:10	Návrat k OP - BF
Poslání 2 kusů přes MB	00:15		
Chůze k OP-BF	00:16		
Přesun skla na pas před BF	00:20		
Chůze k pásu před BF	00:05		
Nastavení centrace pod zakladačem	01:00		
Seřízení centračních dorazů	01:00		
Chůze k myčce	00:20		
Nastavení savek u myčky	00:30		
Návrat k OP-BF (možná výpomoc)	00:20		
Čas přestavby bez kontroly 1. ks	08:55	14:25	Čas přestavby bez kontroly 1. ks
Doba trvání kontroly prvních kusů	07:15		Doba trvání kontroly prvních kusů
Celková doba přestavby	21:40		Celková doba přestavby

Výše uvedená přestavba typu RPV (Tabulka 16), tj. přestavba se změnou programu, rozměru a výměnou vrtáku, probíhá téměř totožným způsobem jako přestavba RPDV. Jediným rozdílem je, že zde nedochází k výměně dubbing, jež je z předchozí vlny zavádění metody SMED již optimalizovaná. Z tohoto důvodu je tato výměna stejně náročná jako předchozí varianta, vznikají zde tedy větší prostoje, které by měl pracovník využít k opravě skel z předchozí zakázky, přichystání měřicího stolu nebo drobnému úklidu pracoviště.

11.4.3 Návrh přestavby RPD

Níže znázorněná přestavba typu RPD (*Tabulka 17*), při této přestavbě nedochází k výměně vrtáků a trvá tedy pouze 18 minut a 42 sekund. V průběhu této přestavby došlo k mírným změnám, kdy operátor 2 vypomáhá operátorovi 1 s přestavbou přední části bilaterální linky. Po dokončení přestavby této části linky je možné poslat skla na pás před BF a s jejich pomocí nastavit centraci vrtací stanice.

Tabulka 17 Návrh přestavby RPD (vlastní zpracování)

Operátor 1	Trvání činnosti	Trvání činnosti	Operátor 2
Přestavba bilaterální linky RPD			
Vypnutí robota	00:10	00:00	začátek přestavby
Chůze k točně	00:05	02:30	Čekání na ukončení činnosti stroje
Otočení točny	00:10	00:45	Chůze k pro nástroje a k Dubbingu P
Chůze k OP-Robot	00:05	00:40	Výměna dubbingu - P
Nastavení programu	00:35	00:05	Chůze k centraci MB - P
Chůze k savkám	00:05	00:12	Centrace P
Nastavení savek	00:50	00:45	Chůze k BF(vrácení nástrojů)
Chůze k OP - MB	00:05	01:00	Nastavení prog. BF vč. výpočtu vrtáků
Nastavení parametrů zakázky	00:40	00:10	Chůze pro sklo k pásu před BF
Chůze k dubbingu - L	00:06	04:00	Nastavení centrace skla a dorazů BF
Výměna dubbingu - L	00:40	00:10	Chůze k OP - BF (zapnutí coolant)
Chůze k centraci MB - L	00:05	02:00	Nastavení coolant a oživení vrtáků
Centrace L	00:12	00:10	Návrat k OP - BF
Chůze k OP - robot	00:15		
Kontrola odložení skla	01:00		
Chůze k OP - MB	00:05		
Poslání 2 kusů přes MB	00:15		
Chůze k OP-BF	00:16		
Přesun skla na pas před BF	00:20		
Chůze k pásu před BF	00:05		
Nastavení centrace pod zakladačem	01:00		
Seřízení centračních dorazů	01:00		
Chůze k myčce	00:25		
Nastavení savek u myčky	00:30		
Chůze k OP- BF	00:20		
Čas přestavby bez kontroly 1. ks	09:19	12:27	Čas přestavby bez kontroly 1. ks
Doba trvání kontroly prvních kusů	07:15		Doba trvání kontroly prvních kusů
Celková doba přestavby	19:42		Celková doba přestavby

11.4.4 Návrh přestavby RP

Varianta RP (*Tabulka 18*), tj. přestavba pouze se změnou programu a rozměru, patří mezi méně náročné přestavby odehrávající se na bilaterální lince. Návrh přestavby typu RP pro dva operátory je z hlediska délky trvání velmi podobný variantě s jedním operátorem, což je způsobeno skutečností, že při nízkém počtu operací není možné dané činnosti efektivně překrývat.

Tabulka 18 Návrh přestavby RP (vlastní zpracování)

Operátor 1	Trvání činnosti	Trvání činnosti	Operátor 2
Přestavba bilaterální linky RP			
Vypnutí robota	00:10	00:00	začátek přestavby
Chůze k točňě	00:05	02:30	Čekání na ukončení činnosti stroje
Otočení točny	00:10	00:15	Chůze k OP-BF
Chůze k OP-Robot	00:05	01:00	Nastavení prog. BF vč. výpočtu vrtáků
Nastavení programu	00:35	00:20	Chůze k myčce
Chůze k savkám	00:05	00:30	Nastavení savek u myčky
Nastavení savek	00:50	00:25	Chůze pro sklo k pásu před BF
Chůze k OP - MB	00:05	00:05	Chůze k BF se sklem pro centraci
Nastavení parametrů zakázky	00:40	04:00	Nastavení centrace skla a dorazů BF
Chůze k OP - robot	00:15	00:10	Chůze k OP - BF (zapnutí coolant)
Kontrola odložení skla	01:00	02:00	Nastavení coolant a oživení vrtáků
Chůze k OP - MB	00:05	00:10	Návrat k OP - BF
Poslání 2 kusů přes MB	00:15		
Chůze k OP-BF	00:16		
Přesun skla na pas před BF	00:20		
Chůze k pásu před BF	00:05		
Nastavení centrace pod zakladačem	01:00		
Seřízení centračních dorazů	01:00		
Návrat k OP-BF (možná výpomoc)	00:20		
Čas přestavby bez kontroly 1. ks	07:21	11:25	Čas přestavby bez kontroly 1. ks
Doba trvání kontroly prvních kusů	07:15		Doba trvání kontroly prvních kusů
Celková doba přestavby	18:40		Celková doba přestavby

11.4.5 Návrh přestavby – výměna vrtáků, čtyřdírová skla

Výrobky se čtyřmi vývrty tvoří pouze nepatrný zlomek z portfolia produktů daného podniku. V průběhu výroby tohoto druhu výrobku dochází k dvěma přestavbám:

- přestavba linky pro první sadu vývrtů;
- přestavba linky pro druhou sadu vývrtů.

Při prvním přestavbě dochází ke kompletní přestavbě linky, tj. přestavba na základě jednoho z výše uvedených postupů. Druhá přestavba spočívá pouze ve výměně vrtáků a navedení programu. Poté jsou již jednou opracovaná skla zakládána přímo na pás před vrtací stanicí, ve které pak dochází k vývrtu druhé sady děr. Pro výměnu vrtáku a navedení programu byl vypracován následující návrh, viz *Tabulka 19*.

*Tabulka 19 Návrh přestavby - výměna vrtáků pro čtyřdírová skla
(vlastní zpracování)*

Operátor 1	Trvání činnosti
Přestavba bilaterální linky RPV	
Nastavení program BF včetně výpočtu vrtáků	01:00
Chůze pro vrtáky (vypnutí coolant)	00:10
Výměna vrtáků	02:30
Chůze pro kalibrační desky, odložení vrtáků	00:05
Příprava a zahájení kalibrace	00:15
Vrácení vrtáků	00:10
Čekání na ukončení kalibrace	01:00
Nastavení coolant a oživení vrtáků	02:00
Návrat k OP-BF, poslán prvních kusů	00:35
Čas přestavby bez kontroly prvních ks	07:45
Čas kontroly prvních kusů	07:15
Celkový čas přestavby	15:00

Přestavba je navržena pouze pro jednoho pracovníka, a to především z toho důvodu, že se proces přestavby skládá z omezeného počtu činností, které nelze efektivně rozdělit mezi dva operátory. Pracovník výstupu je rovněž zaneprázdněn vyprázdněním linky a přípravou rozpracovaných výrobků pro další zpracování.

11.4.6 Návrh přestavby – „Super malá přestavba“

Následující návrh přestavby (*Tabulka 20*) řeší nejjednodušší variantu přestavby bilaterální linky, při které dochází pouze ke změně programu, tzn. přechod na výrobek, který má stejné rozměry, využívá stejný rozměr dubbingů a nevyžaduje změnu vrtáků. Přestavba je prováděna pouze jedním operátorem, protože druhý operátor musí počkat na vyprázdnění linky, jež trvá až 2 minuty a 30 sekund, nezbývá zde tedy dostatek času pro jakoukoliv činnost související s přestavbou stroje.

Tabulka 20 Návrh přestavby „Super malá“ (vlastní zpracování)

Operátor 1	Trvání činnosti
Přestavba bilaterální linky P	
Vypnutí robota	00:10
Otočení točny	00:10
Zapnutí robota	00:10
Chůze k OP - MB	00:05
Poslání 2 kusů přes MB	00:30
Chůze k OP-BF	00:15
Přesun skla na pas před BF, čekání na vyprázdnění BF	00:50
Nastavení program BF včetně výpočtu vrtáků	01:00
Zapnutí BF	00:10
Čas přestavby bez kontroly 1. ks	03:20
Doba trvání kontroly prvních kusů	07:15
Celková doba přestavby	10:35







11.4.7 Návrh kontroly prvních kusů

Na základě analýzy procesu měření prvních kusů byl stanoven nový postup (Tabulka 21), s pomocí kterého bude dosaženo ustálení doby trvání na hodnotě 7 minut a 15 sekund. Do kontroly testovacích kusů bude nyní zapojen i pracovník výstupu, který bude mít na starost přenesení testovacího skla k měřicímu stolu. Tímto krokem bude pracovníkovi, jenž je zodpovědný za měření a úpravu nastavení vrtání, umožněno aby si připravil měřicí stůl, vyřídil potřebnou dokumentaci a poté přešel rovnou k měření.

Tabulka 21 Návrh průběhu kontroly prvních kusů (vlastní zpracování)

Operátor 1	Trvání činnosti
Měření prvních kusů	
Chůze k měřicímu stolu	00:20
Nastavení měřicího stolu	00:15
Příprava dokumentace	00:20
Měření	02:00
Chůze k BF	00:20
Úprava nastavení vrtání	00:40
Založení skla	00:15
Zapnutí BF	00:25
Chůze k výstupu a čekání na výstup	01:05
Chůze k měřicímu stolu	00:10
Měření	01:00
Chůze k BF	00:25
Doba trvání kontroly prvních kusů	07:15

11.4.8 Návrh postupu výměny vrtáků

Standard výměny vrtáků		SCHOTT	
Foto	Popis činnosti	čas [s]	
	1. Umístění kazet na vrtáky do těsné blízkosti stroje (kazety musí být vychystány na pracoviště v průběhu přestavby)	0:10	
	2. Povolení všech vrtáků pomocí klíčů - ve směru od posledního stanoviště k prvnímu	0:25	
	3. Ruční demontáž vrtáků - po povolání vrtáků klíčem ruční demontáž vrtáků (ve směru od prvního stanoviště k poslednímu)	0:40	
	4. Výběr nových a umístění starých vrtáků do kazet probíhá během montáže/demontáže		Poznámka
	5. Ruční montáž vrtáků - ruční demontáž vrtáků ve směru od posledního stanoviště k prvnímu	0:50	
	6. Utažení všech vrtáků pomocí klíčů - ve směru od prvního stanoviště k poslednímu		
		0:25	
Vypracoval:	Jan Filla	Schválil:	Datum: 17.4.2014
			2:30

Obrázek 26 Standard výměny vrtáků (vlastní zpracování)

Na základě videozáznamu byl stanoven optimální postup pro výměnu vrtáků (*Obrázek 26*), pracovník zachycený na videu dokáže provést výměnu vrtáku přibližně v čase 2 minuty a 30 sekund. Časy uvedené ve standardu byly stanoveny na základě analýzy videa zachycujícího výměnu vrtáků.

11.5 Standardizace navržených jízdnicích řádů

Návrhy přestaveb jsou zpracovány do podoby standardů a nacházejí se v příloze této diplomové práce. Ve fyzickém stavu mají standardy podobu oboustranně potištěného kancelářského papíru formátu A4. Na přední straně standardu se nachází přestavba ve vizualizované podobě, tj. graf znázorňující činnosti prováděné jednotlivými operátory a nákres pracoviště zobrazující pořadí a místo výkonu jednotlivých operací. Na zadní straně standardu se nachází soupis činností, jež je oproti výše uvedeným návrhům rozšířen o kumulované časy a číselné označení jednotlivých operací, které koresponduje s údaji uvedenými v nákresu pracoviště.

11.6 Navedení hodnot do MES systému

Výše uvedené varianty přestaveb byly navedeny do výrobního informačního systému, tj. MES. V systému byly vytvořeny tři kategorie přestaveb, viz *Tabulka 22*.

Tabulka 22 Rozdělení přestaveb v systému MES (vlastní zpracování)

Kategorie	Typy přestaveb zahrnuté v kategorii	Časová hodnota [minuty]
Malá přestavba	RP, "Super malá", "Čtyřdírová skla"	18:40
Střední přestavba	RPD	19:42
Velká přestavba	RPDV, RPV	21:40

Výše uvedená tabulka zobrazuje rozdělení přestaveb do jednotlivých kategorií v systému MES. Do kategorie *Malá přestavba* byly zařazeny přestavby s časem nižším než 19 minut, tj. přestavba typu RP, „Super malá přestavba“ a „Přestavba pro čtyřdírová skla“. V kategorii *Střední přestavba* je zahrnuta přestavba bilaterální linky, v níž nedochází k výměně vrtáků. Za *Velkou přestavbu* jsou považovány přestavby typu RPDV a RPV, a to z toho důvodu, že i přes rozdílný obsah je jejich časová náročnost stejná.

11.7 Zhodnocení úspor u jednotlivých druhů přestaveb

Po zavedení navržených nápravných opatření a dodržování postupu definovaného ve standardech, je možné u jednotlivých přestaveb dosáhnout níže uvedených úspor.

Doba trvání přestaveb za původních podmínek je vyjádřena intervalem, a to především z toho důvodu, že se postup přestavby u sledovaných strojníků velmi odlišoval, proto byly stanoveny průměrné doby trvání, ze kterých jsou vyčísleny následující úspory (*Tabulka 23*).

Tabulka 23 Úspora u jednotlivých druhů přestaveb (vlastní zpracování)

Druh přestavby	Původní stav		Nový stav	Úspory	
	Doba trvání	Průměrná doba trvání	Doba trvání	Úspora v minutách	Úspora v procentech
Malá	19 min. 49 s. - 25 min. 58 s.	22 min. 53 s.	18 min. 40 s.	4 min. 13 s.	18,43%
Střední	21 min. 53 s. - 29 min. 33 s.	25 min. 43 s.	19 min. 42 s.	6 min. 01 s.	23,40%
Velká	27 min. 11 s. - 35 min. 21 s.	31 min. 16 s.	21 min. 40s.	9 min. 36 s.	30,70%

U přestaveb v zahrnutých v kategorii Velké přestavby bylo dosaženo úspory ve výši 30%. U následujících kategorií dochází k degeneraci, což je způsobeno tím, že v méně náročných přestavbách je méně prostoru pro přerozdělení činností mezi dva operátory.

11.8 TPM

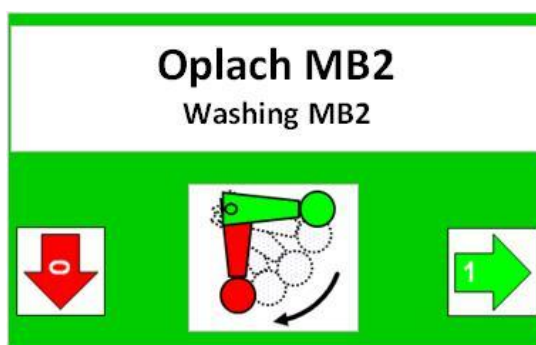
Problematika efektivity přestavby strojního zařízení úzce souvisí se stupněm zavedení metody TPM. V rámci koncernu je využíván model totálně produktivní údržby o osmi krocích, jehož součástí jsou i činnosti výrazně zlepšující organizaci a vizualizaci pracoviště.

Jednotlivé kroky metody TPM jsou vypsány níže:

1. organizace pracoviště a okolí – zavedení metody 5S a základní úklid;
2. identifikace a eliminace poruch, preventivní akce s cílem předejít znečištění;
3. označení kontrolních panelů, displejů a kontrolních zařízení;
4. zavedení standardů čištění, údržby a oprav;
5. školení a trénink zaměstnanců směřující k autonomní kontrole a drobnému servisu;
6. zavedení autonomní kontroly a drobnému servisu;
7. rozvoj standardů;
8. autonomní údržba. (Interní materiály, 2014)

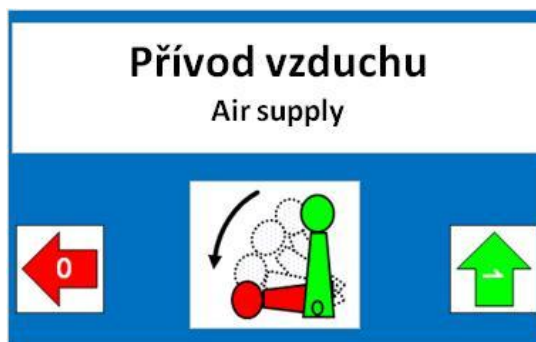
V průběhu zpracování diplomového projektu se autor zúčastnil auditu prvního a druhého kroku TPM. Po splnění všech podmínek potřebných pro udělení certifikace o splnění kroku 1 a 2, byl ze strany podniku iniciován dílčí projekt, jehož cílem bylo vytvořit systém označení kontrolních panelů, displejů a ostatních prvků pracoviště.

Na základě tohoto požadavku byly autorem zpracovány cedulky (Obrázek 27 a 28) pro označení prvků pracoviště, jakými jsou například kohouty, ventily, přívody stlačeného vzduchu apod.



Obrázek 27 TPM cedulka – přívod vody k MB2 (vlastní zpracování)

Obrázek na cedulce zobrazuje možné pozice ventilu a směr jakým se s ventilem pohybuje. Číslem v šipce je definováno, zda je v této pozici ventil otevřený nebo zavřený. Podbarvení šipky vyjadřuje běžný, popř. požadovaný, stav během směny.



Obrázek 28 TPM cedulka – přívod vzduchu (vlastní zpracování)

Tyto cedulky byly zpracovány na základě materiálů poskytnutých auditorem TPM a v průběhu zpracování diplomového projektu byly umístěny na většinu pohyblivých prvků souvisejících s přívodem vody stlačeného vzduchu.

Přínos výše uvedených cedulek pro metodu SMED spočívá především ve vizualizaci pracoviště, pracovník je v tomto případě schopen okamžitě určit, zda se veškeré ventily a obdobné prvky nachází v požadované pozici.

11.9 Akční plán

V níže uvedené tabulce je znázorněn akční plán zavádění navržených opatření, který přímo navazuje na časový harmonogram uvedený v kapitole 10.2.3 *Časový harmonogram projektu*. Součástí akčního plánu je dosažený stupeň plnění aktivit

Tabulka 24 Akční plán k datu 14. 4. 2014 (vlastní zpracování)

Akční plán - SMED Bilateral				
	Aktivita	Datum	Zodpovědná osoba	Stupeň plnění
1	Umístění nástrojů k BF a Dubbingu	30.4.2014	Vojvodík, Filla	■ ■ ■ ■ ■
1.1	Výběr pozic pro umístění nástrojů	30.4.2014		■ ■ ■ ■ ■
1.2	Umístění držáků nástrojů	30.4.2014		■ ■ ■ ■ ■
2	Revize 5S	31.3.2014	Vojvodík, Filla	■ ■ ■ ■ ■
2.1	Audit 5S	31.3.2014		■ ■ ■ ■ ■
2.2	Navržení nápravných opatření	31.3.2014		■ ■ ■ ■ ■
3	Zavedení metody SMED	30.4.2014	Vojvodík, Filla	■ ■ ■ ■ ■
3.1	Seznámení pracovníků se standardy	30.4.2014		■ ■ ■ ■ ■
3.2	Navedení hodnot do systému MES	30.4.2014		■ ■ ■ ■ ■

11.10 Zhodnocení přínosů projektu

Zhodnocení výsledků projektové části je založeno na konzultaci s Ing. Vojvodíkem, procesním inženýrem zodpovědným za brusné procesy, a Ing. Buriánkovou, lean manažerkou podniku. Zhodnocení projektu bude provedeno pomocí propočtu časové úspory a možnosti výroby dodatečných kusů.

11.10.1 Výpočet časové úspory

Na základě monitorování přestaveb bylo stanoveno, že v průběhu jednoho měsíce dojde na bilaterální lince k 134 přestavbám. V případě využití autorem navrhovaného členění přestaveb, lze odvodit, že v průběhu měsíce dojde k 20 malým, 73 středním a 41 velkým přestavbám. V *Tabulce 25* je znázorněn poměr, ve kterém se varianty přestaveb vyskytují v praxi.

Tabulka 25 Poměr výskytu jednotlivých druhů přestaveb (vlastní zpracování)

Druh přestavby	Počet přestaveb	Podíl přestaveb
Malá	20	15%
Střední	73	54%
Velká	41	31%
Součet	134	100%

Pro správné určení časové úspory je nutné nejdříve vypočítat, kolik přestaveb proběhne v průběhu jednoho roku. Toho dosáhneme s pomocí níže uvedených údajů (*Tabulka 26*).

Tabulka 26 Zdrojová data pro výpočet časové úspory (vlastní zpracování)

Počet přestaveb za směnu:	3 – 4 krát, průměrná hodnota 3,5
Počet směn:	2 (standardně ranní a odpolední)
Délka směny:	7,5 hodiny
Počet pracovních dní:	240 dní

$Počet\ přestaveb\ za\ rok = počet\ přestaveb\ za\ směnu * počet\ směn * počet\ prac.\ dní$

$$Počet\ přestaveb\ za\ rok = 3,5 * 2 * 240$$

$$Počet\ přestaveb\ za\ rok = 1680$$

V průběhu jednoho roku tedy dojde k 1680 přestavbám. Na základě poměrů uvedených v předcházející kapitole, lze vyčíslit počet jednotlivých druhů přestaveb (*Tabulka 27*).

Tabulka 27 Počet jednotlivých druhů přestaveb za rok (vlastní zpracování)

Druh přestavby	Počet přestaveb za rok
Malá přestavba	251
Střední přestavba	915
Velká přestavba	514

Jakmile jsou známy četnosti jednotlivých druhů přestaveb, můžeme přejít k výpočtu roční spotřeby času, jež vyjadřují kolik času je v průběhu jednoho roku věnováno přestavbě stroje. Pro potřeby projektu autor stanovil dva druhy roční spotřeby času:

- Původní hodnota roční spotřeby času;
- Nová hodnota roční spotřeby času.

Původní hodnota roční spotřeby času

Následující výpočet je podložen daty z kapitoly 10.7 *Zhodnocení úspor u jednotlivých druhů přestaveb*, kde je provedeno srovnání časové náročnosti původních přestaveb s autorem navrženými standardy. Pro výpočet je použita průměrná doba trvání jednotlivých druhů přestaveb (Tabulka 28), a to především z toho důvodu, že proces byl značně nestandardizovaný, což znamená, že náročnost původních přestaveb musela být vyjádřena intervalem.

Tabulka 28 Průměrná doba trvání přestaveb – původní (vlastní zpracování)

Druh přestavby	Průměrná doba přestavby
Malá	22 min. 53 s.
Střední	25 min. 43 s.
Velká	31 min. 16 s.

Tabulka 29 Výpočet roční spotřeby času – původní (vlastní zpracování)

Druh přestavby	Průměrná doba přestavby [minuty]	Počet přestaveb za rok [četnost]	Čas věnovaný přestavbě za rok [minuty]
Malá	23	252	5767
Střední	26	907	23319
Velká	31	520	16258
Celkem			45344

Z tabulky 29 vyplývá, že v případě původního postupu přestavby činí roční spotřeba času 45 344 minut, tj. 756 hodin.

Nová hodnota roční spotřeby času

Po zavedení navržených opatření a dodržování nových standardů by mělo být dosaženo následujících hodnot, viz *Tabulka 30*.

Tabulka 30 Doba trvání přestaveb – nové standardy (vlastní zpracování)

Druh přestavby	Doba přestavby
Malá	19 minut
Střední	20 minut
Velká	22 minut

Po dosazení do výpočtu, tj. roznásobení doby a počtu jednotlivých přestaveb, se dostáváme k nové hodnotě roční spotřeby času – 33 873 minut, tj. 565 hodin. Data potřebná pro výpočet se nachází v níže uvedené tabulce (*Tabulka 31*).

Tabulka 31 Výpočet roční spotřeby času – nové standardy (vlastní zpracování)

Druh přestavby	Doba přestavby [minuty]	Počet přestaveb za rok [četnost]	Čas věnovaný přestavbě za rok [minuty]
Malá	19	251	4694
Střední	20	915	18026
Velká	22	514	11154
Celkem			33873

Vyčíslení úspory času

Vyčíslení úspory času je provedeno pomocí prostého odečtení výše uvedených spotřeb času přestaveb. Úspora času je poté přepočítána na možnost výroby dodatečných kusů.

$$\text{Roční úspora času} = \text{původní roční spotřeba času} - \text{nová roční spotřeba času}$$

$$\text{Roční úspora času} = 756 \text{ hodin} - 565 \text{ hodin}$$

$$\underline{\underline{\text{Roční úspora času} = 191 \text{ hodin}}}$$

V procentuálním vyjádření dojde ke snížení ročního souhrnu času věnovaného přestavbě bilaterální linky o 25 %

11.10.2 Přepočet časové úspory na potenciální výrobu dodatečných kusů

Na základě konzultací s procesním inženýrem zodpovědným za brusné procesy byl určen počet výrobků, který linka vyprodukuje během jedné hodiny, tj. 392 kusů za hodinu. Po

dosazení do následujícího vzorce, lze stanovit počet dodatečných kusů, které je díky aplikaci předloženého projektu možné vyrobit.

*Počet dodatečných kusů za rok = roční úspora času * hodinový výkon linky*

*Počet dodatečných kusů za rok = 191 * 392*

Počet dodatečných kusů za rok = 74 872 kusů

Z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že zavedením zpracovaného projektu dojde k růstu produkce o 74 872 kusů. Tento druh úspory je v podniku SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. klasifikován jako SOFT úspora, tj. projekt, jehož výstupem je potenciální zvýšení produktivity v případě, že pro daný stroj budou existovat dodatečné zakázky.

11.11 Shrnutí projektové části

V úvodu projektové části byl popsán podnik SCHOTT Flat Glass a jeho divize. Autor se zaměřil především na divizi Home Appliance, ve které byl zpracován předložený projekt. Dále zde byly stanoveny cíle projektu, jež jsou rovněž podpořeny logický rámcem, rizikovou analýzou a metodou SMART.

Samotná aplikace metody SMED byla provedena pomocí navržených opatření, s jejichž pomocí by mělo být dosaženo snížení časů interních a externích činností přestavby, jako nejvýhodnější řešení se ukázalo rozdělení činností přestavby mezi dva operátory. Byly tedy zpracovány postupy přestaveb s využitím obou operátorů, kteří pracují na bilaterální lince. Na nové pracovní postupy navazují autorem vytvořené standardy přestaveb, které se nachází v příloze této diplomové práce. Práce obsahuje i drobné návrhy v ohledu ostatních metod průmyslového inženýrství, které jsou na daném pracovišti zavedeny, tj. 5S a TPM. V závěrečné části projektu je uvedeno zhodnocení projektu a vyčíslení časových úspor, kterých by mělo být dosaženo realizací autorem zpracovaného projektu.

Součástí diplomové práce není finanční zhodnocení projektu a to z toho důvodu, že většinu nápravných opatření, lze provést s pomocí zdrojů dostupných v podniku. Hlavním přínosem tohoto projektu je rozdělení činností v rámci přestavby mezi dva operátory, čímž došlo k jejich plnému využití. Výnosy vyplývající z projektu jsou stanoveny v dodatečných kusech, které je díky aplikaci metody SMED možno vyrobit. Finanční vyhodnocení přínosů bylo stanoveno pouze v kusech rovněž kvůli citlivosti daných informací.

ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na aplikaci metody SMED ve společnosti SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. ve Valašském Meziříčí. Cílem předložené práce bylo dosažení snížení doby přestavby na bilaterální lince.

V teoretické části se nachází literární rešerše, v níž autor krátce charakterizuje obor průmyslové inženýrství a metody, jež jsou v rámci daného oboru využívány. V teoretické části je rovněž popsána koncepce štíhlé výroby, metoda 5S, TPM a zejména metoda SMED. V závěru rešerše jsou definovány i ostatní nástroje a analýzy, které byly použity při zpracování předloženého projektu, jedná se například o Paretovu analýzu a metodiku stanovení cílů SMART.

Praktická část je rozdělena na dvě části – analytickou a projektovou. V úvodu analytické části je popsán podnik SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o., výrobní portfolio a zákaznická struktura. Dále se tato část věnuje popisu pilotního pracoviště, pro které byl tento projekt zpracován. Součástí analytické části je snímek pracovního dne, analýza videozáznamů zachycujících přestavbu bilaterální linky a audit systému 5S. Z analýzy vyplynulo, že největším problémem daného pracoviště je odlišný přístup strojníku k procesu přestavby.

V projektové části se autor věnuje návržení nových jízdních řádů pro jednotlivé varianty přestaveb. Autorem byly navrženy postupy pro různé varianty přestaveb s využitím jednoho, popř. dvou operátorů. Tyto postupy byly poté zpracovány do formy standardů. Časové hodnoty definované ve standardech byly navedeny do výrobního informačního systému MES. Rovněž byl vytvořen standard pro dílčí proces přestavby – standard výměny vrtáků. V průběhu zpracování diplomové práce byl autorovi zadán dílčí projekt s cílem označit ventily a kohouty tak, aby splňovaly požadavky skupiny SCHOTT pro udělení certifikace třetího kroku zavádění metody TPM.

V závěru projektové části byly vyčísleny dosažené úspory v rámci jednotlivých přestaveb. Dále bylo zpracováno zhodnocení projektu aplikace metody SMED ve formě ročních časových úspor. Výsledkem projektu je úspora ve výši 191 pracovních hodin, tj. snížení ročního souhrnu času věnovaného přestavbě bilaterální linky o 25 %, během kterých je možné vyprodukovat dodatečných 74 872 výrobků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AFT, Lawrence S, c2000. *Work measurement and methods improvement*. 1. Vyd. New York: Wiley. ISBN 04-713-7089-4
- BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. Vyd. Brno: BizBooks. ISBN 9788026500292.
- BURIETA, Ján, 2013. *Metóda 5S: základy štíhleho podniku*. Žilina: IPA Slovakia.
- GREGOR, Milan a Ján KOŠTURIÁK, 1994. *Just-in-Time: výrobná filozofia pre dobrý management*. 1. vyd. Bratislava: Elita. ISBN 80-853-2364-8.
- HIRANO, Hiroyuki, 2009. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. 1. Vyd. Brno: SC&C Partner. ISBN 9788090409910.
- IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 8025108503.
- KARLÖF, Bengt a Fredrik H LÖVINGSSON, c2006. *Management od A do Z: klíčové pojmy a termíny*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 802511001x.
- KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR, 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: inFORM, 1 sv. (různé stránkování). ISBN 8096858319.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 8086851389.
- LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. 1. Vyd. Praha: ASPI. ISBN 8073570955.
- MAŠÍN, Ivan, 2004. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích: principy výrobních systémů pro 21. století*. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 8090353304.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. 1.vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902-2350-8.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000a. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. Vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902-2356-7.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000b. *TPM: management a praktické zavádění*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 8090223559.

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

SHINGŌ, Shigeo, c1985. *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Portland, Oregon: Productivity Press. ISBN 0915299038.

SVOZILOVÁ, Alena, 2006. *Projektový management*. 1. Vyd. Praha: Grada. ISBN 8024715015.

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

VEBER, Jaromír, Marie HŮLOVÁ a Alena PLÁŠKOVÁ, 2010. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 359 s., viii s. barev. obr. příl. ISBN 9788072612109.

VYTLAČIL, Milan, Miroslav STANĚK a Ivan MAŠÍN, 1997. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. 1. Vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 8090223516.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1998. *Týmová společnost: podnik v globálním prostředí*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 8090223524.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1. Vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 8090223532.

WILSON, Lonnie, c2010. *How to implement lean manufacturing*. 1. Vyd. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-162507-4.

API: Akademie produktivity a inovací. *Nadpráce* [online]. ©2005-2012 [cit. 2014-14-4]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68173.nadprace/>

API: Akademie produktivity a inovací. *TPM (Total Productive Maintenance)* [online]. ©2005-2012 [cit. 2014-14-4]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70766.tpm-total-productive-maintenance-/>

API: Akademie produktivity a inovací, s. r. o. [online]. [cit. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/70726.analyza-a-mereni-prace/>

CPI – Centrum průmyslového inženýrství. *Momentkové pozorování* [online]. ©2010 [cit. 2014-04-16]. Dostupné z: http://www.centrumpi.eu/slovník_view.aspx?id_s=42

DLABAČ, Jaroslav, © 2005–2012. *Časové studie: nástroj průmyslového inženýrství*.

DOCSTOC. *Blank 5S Audit Checklist*. Docstoc.com [online]. © Doctoc® 2013 [cit. 2014-04-21]. Dostupné z <http://www.docstoc.com/docs/52647062/Blank-5S-Audit-Checklist---Excel>

Kvalita.cz. *Metoda 5S*. [online]. ©2005-2013 [cit. 2013-02-25]. Dostupné z:

<http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=128>

IPA Slovakia. *SMED*. [online]. ©2012 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/smed>

IPA Slovakia. *5S*. [online]. ©2012 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/smed>

NÁŘADÍZLÍN. *Montážní přepravka WZK Fischer*. Naradizlin.cz [online]. ©2011-2014 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.naradizlin.cz/vyprodej/montazni-prepravka-fischer-wzk-60524>

Obchodní rejstřík [online databáze]. Praha: Ministerstvo spravedlnosti České republiky. ©2012-2014 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-vypis?subjektId=isor%3a301934&typ=full&klic=14ytzo>

PAVELKA, Marcel. *Časové studie: nástroj průmyslového inženýrství*.

z: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi>

SCHOTT. O společnostech SCHOTT v České republice. schott.com [online]. ©2014-1 [cit. 2014-04-10].

Dostupné z: http://www.schott.com/czechia/czech/company/about_local.html

SCHOTT. O společnostech SCHOTT ve Valašském Meziříčí. schott.com [online]. ©2014-2 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z:

http://www.schott.com/czechia/czech/company/valasskem_mezirici.html

SVĚT PRODUKTIVITY. *Čekání* [online]. ©2012 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z:

<http://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-cekani.htm>

Interní materiály firmy SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BF	Strojní zařízení - vrtací stanice
EX	Externí činnost
IN	Interní činnost
JZ	Jízdní řád
L	Označení strany stroje – levá
MB	Strojní zařízení - oboustranná bruska
OP	Ovládací panel
P	Označení strany stroje – pravá
RP	Varianta přestavby stroje – rozměr a program
RPD	Varianta přestavby stroje – rozměr, program a dubbing
RPV	Varianta přestavby stroje – rozměr, program a vrták
RPVD	Varianta přestavby stroje – rozměr, program, dubbing a vrták
SMED	Single Minute Exchange of Dies, Metoda rychlé přestavby
TPM	Total productive maintenance, Totálně produktivní údržba

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Štíhlý podnik (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 20)</i>	15
<i>Obrázek 2 Štíhlá výroba (Burieta, 2013, s. 7)</i>	16
<i>Obrázek 3 Studium práce (Mašín a Vytlačil, 2000a, s. 90)</i>	20
<i>Obrázek 4 Členění časových studií (Lhotský, 2005, s. 65)</i>	23
<i>Obrázek 5 Rozdělení činností přestavby (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 373)</i>	28
<i>Obrázek 6 Historický vývoj přístupu k údržbě (Mašín a Vytlačil, 2000a, s. 63)</i>	30
<i>Obrázek 7 Porovnání obsahu systémů údržby (Vytlačil a Mašín, 2000b, s. 41)</i>	31
<i>Obrázek 8 Piliře 5S (IPA Slovakia, ©2012)</i>	32
<i>Obrázek 9 Společnost SCHOTT Flat Glass CR, s.r.o. (Interní materiály, 2014)</i>	40
<i>Obrázek 10 Organizační struktura divize Home Appliance (Interní materiály, 2014)</i>	41
<i>Obrázek 11 Příklad konkrétního výrobku společnosti SCHOTT – výkresová dokumentace (Interní materiály, 2014)</i>	43
<i>Obrázek 12 Bilaterální linka (vlastní zpracování)</i>	44
<i>Obrázek 13 Layout pracoviště – bilaterální linka (Interní materiály, 2014)</i>	45
<i>Obrázek 14 Brusné kotouče (vlastní zpracování)</i>	46
<i>Obrázek 15 Vrtací stanice BF (vlastní zpracování)</i>	46
<i>Obrázek 16 Destička pro oživení vrtáků (vlastní zpracování)</i>	52
<i>Obrázek 17 Zakládací robot (vlastní zpracování)</i>	55
<i>Obrázek 18 Ovládací panel MB 1 a 2 (vlastní zpracování)</i>	55
<i>Obrázek 19 Ovládací panel vrtací stanice BF (vlastní zpracování)</i>	56
<i>Obrázek 20 Nastavení chladicího systému (vlastní zpracování)</i>	57
<i>Obrázek 21 Zakládací robot – rám se savkami (vlastní zpracování)</i>	79
<i>Obrázek 22 Dubbingová klec (vlastní zpracování)</i>	79
<i>Obrázek 23 Kolotoč – dopravník (vlastní zpracování)</i>	80
<i>Obrázek 24 Prostor vedle vrtací stanice – místo pro umístění kalibračních desek (vlastní zpracování)</i>	82
<i>Obrázek 25 Přepravka na náradí (Náradí Zlín, ©2011-2014)</i>	83
<i>Obrázek 26 Standard výměny vrtáků (vlastní zpracování)</i>	91
<i>Obrázek 27 TPM cedulka – přívod vody k MB2 (vlastní zpracování)</i>	94
<i>Obrázek 28 TPM cedulka – přívod vzduchu (vlastní zpracování)</i>	94

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Struktura výroby (vlastní zpracování)</i>	42
<i>Tabulka 2 Členění přestaveb dle prováděných činností (vlastní zpracování)</i>	58
<i>Tabulka 3 Specifické druhy přestaveb (vlastní zpracování)</i>	58
<i>Tabulka 4 Seznam zaznamenaných přestaveb (vlastní zpracování)</i>	58
<i>Tabulka 5 Analýza videozáznamu 1 (vlastní zpracování)</i>	59
<i>Tabulka 6 Analýza videozáznamu 2 (vlastní zpracování)</i>	61
<i>Tabulka 7 Analýza videozáznamu 3 (vlastní zpracování)</i>	64
<i>Tabulka 8 Kontrola prvních kusů – záznam 1 (vlastní zpracování).....</i>	67
<i>Tabulka 9 Kontrola prvních kusů – záznam 2 (vlastní zpracování).....</i>	67
<i>Tabulka 10 5S audit (Docstoc.com, ©2013).....</i>	68
<i>Tabulka 11 Časový harmonogram zpracování projektu (vlastní zpracování)</i>	75
<i>Tabulka 12 Popis zkratk použitých v rizikové analýze (vlastní zpracování)</i>	76
<i>Tabulka 13 Tabulka pro určení hodnoty rizika (vlastní zpracování).....</i>	76
<i>Tabulka 14 Riziková analýza RIPRAN (vlastní zpracování)</i>	77
<i>Tabulka 15 Návrh přestavby RPDV (vlastní zpracování)</i>	84
<i>Tabulka 16 Návrh přestavby RPV (vlastní zpracování)</i>	86
<i>Tabulka 17 Návrh přestavby RPD (vlastní zpracování)</i>	87
<i>Tabulka 18 Návrh přestavby RP (vlastní zpracování)</i>	88
<i>Tabulka 19 Návrh přestavby - výměna vrtáků pro čtyřdírová skla.....</i>	89
<i>Tabulka 20 Návrh přestavby „Super malá“ (vlastní zpracování)</i>	90
<i>Tabulka 21 Návrh průběhu kontroly prvních kusů vlastní zpracování)</i>	90
<i>Tabulka 22 Rozdělení přestaveb v systému MES (vlastní zpracování)</i>	92
<i>Tabulka 23 Úspora u jednotlivých druhů přestaveb (vlastní zpracování)</i>	93
<i>Tabulka 24 Akční plán k datu 14. 4. 2014 (vlastní zpracování)</i>	95
<i>Tabulka 25 Poměr výskytu jednotlivých druhů přestaveb (vlastní zpracování)</i>	96
<i>Tabulka 26 Zdrojová data pro výpočet časové úspory (vlastní zpracování)</i>	96
<i>Tabulka 27 Počet jednotlivých druhů přestaveb za rok (vlastní zpracování)</i>	97
<i>Tabulka 28 Průměrná doba trvání přestaveb – původní (vlastní zpracování)</i>	97
<i>Tabulka 29 Výpočet roční spotřeby času – původní (vlastní zpracování)</i>	97
<i>Tabulka 30 Doba trvání přestaveb – nové standardy (vlastní zpracování)</i>	98
<i>Tabulka 31 Výpočet roční spotřeby času – nové standardy (vlastní zpracování)</i>	98

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1 Snímek pracovního dne strojníka – struktura činností prováděných během směny (vlastní zpracování)</i>	50
<i>Graf 2 Snímek pracovního dne – strojní zařízení (vlastní zpracování)</i>	51
<i>Graf 3 Snímek pracovního dne – analýza prostojů stroje (vlastní zpracování)</i>	53
<i>Graf 4 Paretův diagram – bilaterální linka, prostoje (vlastní zpracování)</i>	54
<i>Graf 5 Rozdělení činností, videozáznam 2 (vlastní zpracování)</i>	63
<i>Graf 6 Rozdělení činností, videozáznam 3 (vlastní zpracování)</i>	66

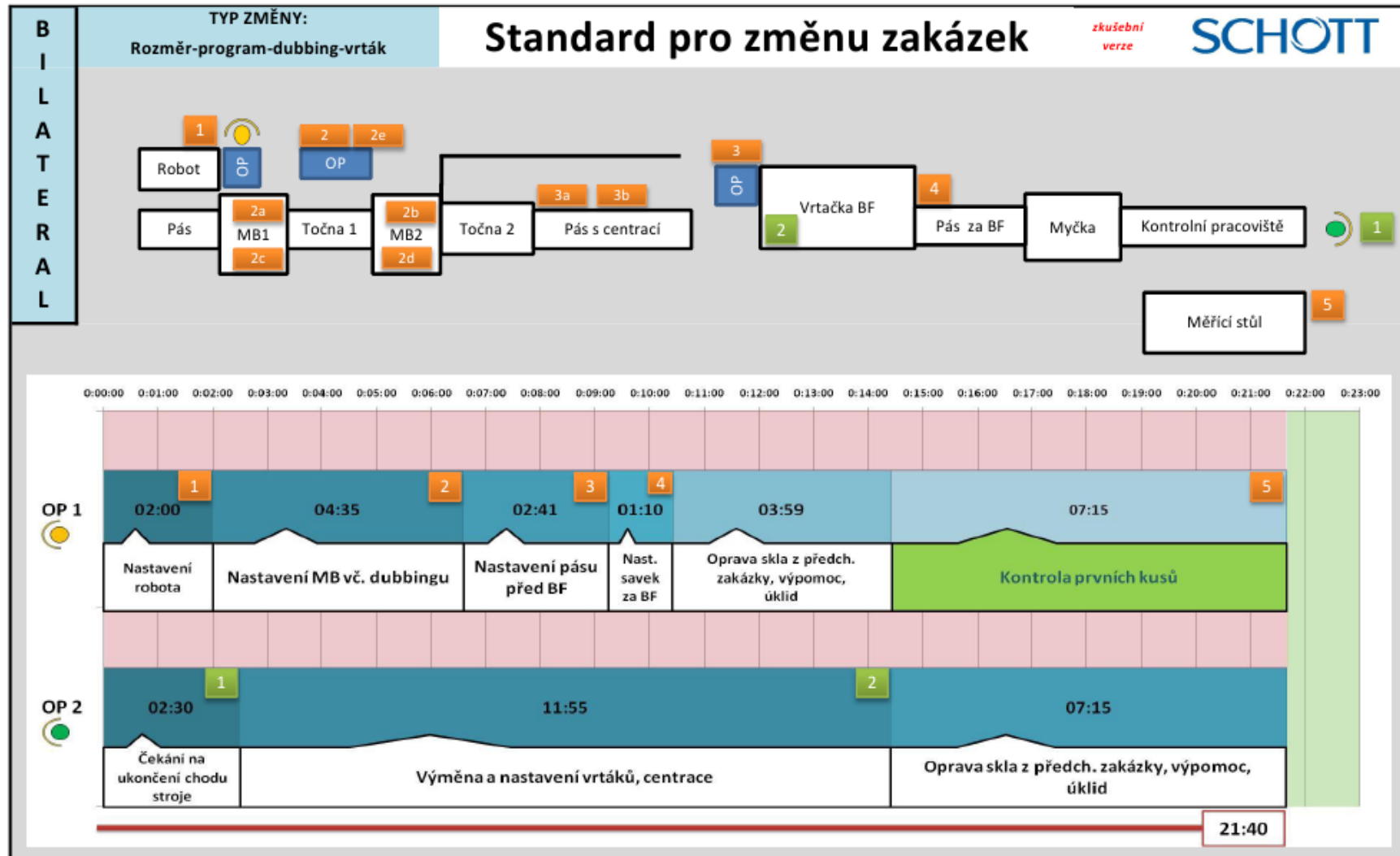
SEZNAM PŘÍLOH

- P I Logický rámec
- P II Standard přestavby RPDV
- P III Standard přestavby RPD
- P IV Standard přestavby RPV
- P V Standard přestavby RP
- P VI Varianta P – „Super malá přestavba“
- P VII Varianta V – „čtyřdírové skla“
- P VIII Standard pro měření prvních kusů
- P IX Varianty přestaveb pro jednoho operátora
- 1) Varianta RPDV
 - 2) Varianta RPV
 - 3) Varianta RPD
 - 4) Varianta RP

PŘÍLOHA P I: LOGICKÝ RÁMEC

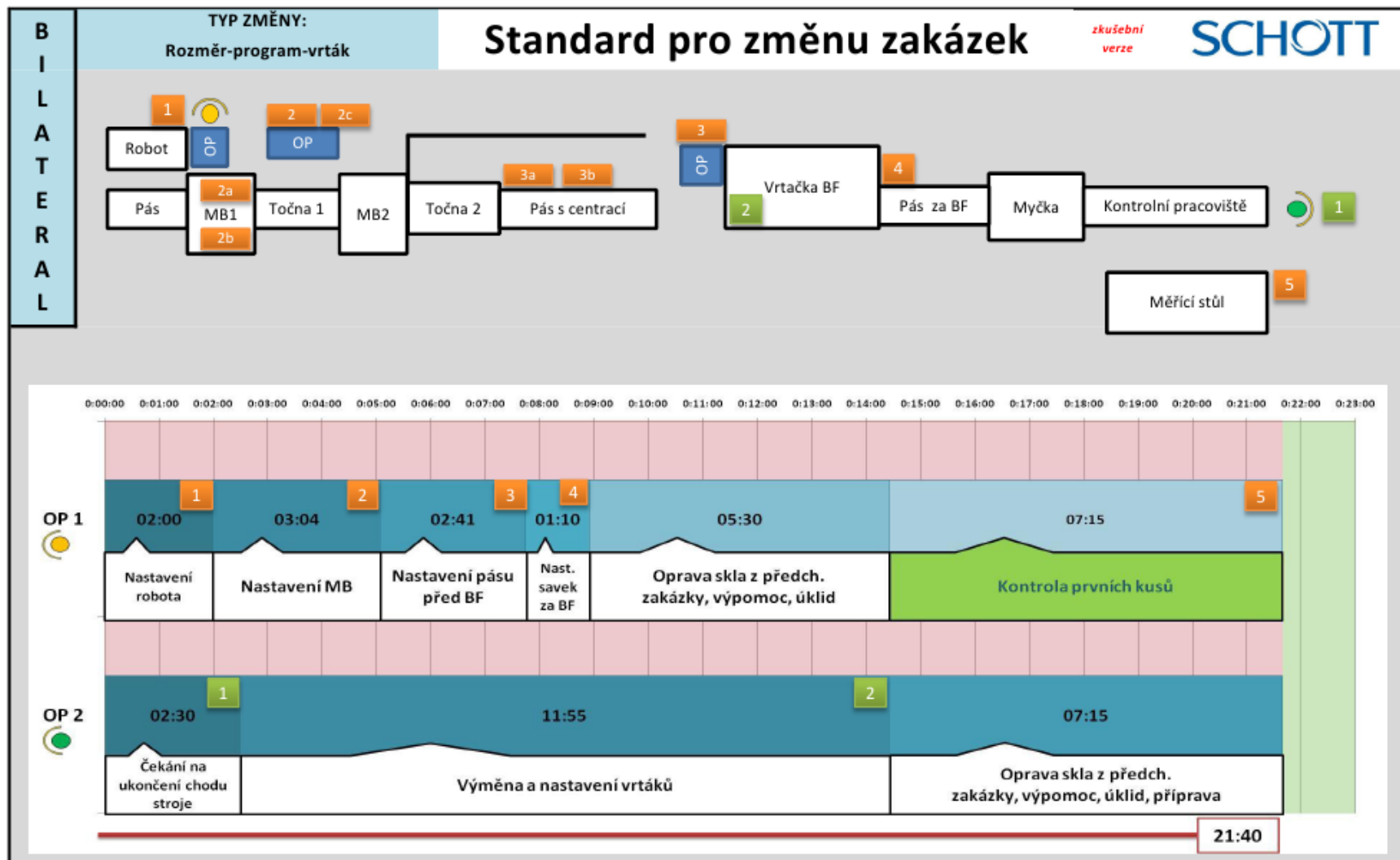
	Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Předpoklady a rizika
Hlavní cíl	Ztotožení pracovníků Schott Flat Glass s lean filozofií	Dodržování standardů a zvýšení zapojení pracovníků do lean aktivit o 10%	Výkaz lean aktivit	
Projektový cíl	Zkrácení doby přestavby bilaterální linky	Zkrácení doby přestavby o 20 - 30 %	Kontrolní měření	Přijetí navržených opatření a dodržování standardů
Výstupy	1. Analýza současného stavu pracoviště a přetypování a rozbor jednotlivých činností přetypování	Srovnání času přestavby s hodnotou v IS	Dokument (jízdní řád) popisující stávající stav přetypování	Pořízení videozáznamů, časových snímků a zpracování analýzy, správnost shromážděných dat
	2. Návrhy řešení pro zkrácení doby přestavby bilaterální linky	Počet studentem navržených řešení pro zlepšení procesu přestavby	Akční plán, soupis navržených opatření	Správnost analýzy, znalost procesů a pracoviště, spolupráce s týmem
	3. Nový postup přestavby	Zkrácení doby přestavby o 20 - 30 %	Nové standardy přetypování stroje	Zavedení autorem navržených opatření
Klíčové činnosti		Vstupy a zdroje	Časový rámec aktivit	
	1.1. Analýza současného stavu procesu přestavby	Videozáznam, časový snímek pracovníka a stroje, PC, zpracovaná data, pracovníci, layout pracoviště, standardy, investice, seznam předmětů na pracovišti, předáci a mistři	Září 2013	Pořízení záznamů a dat pro analýzu
	1.2 Sestavení stávajícího postupu přestavby		Říjen 2013	Správně provedená analýza, kvalitní vstupní data
	1.3. Rozlišení interních a externích činností		Říjen 2013	Rozpoznání činností a jejich rozdělení na základě SMED
	2.1 Převedení a eliminace činností		Listopad 2013	Kvalitní analýza, konzultace s projekovým týmem
	2.2 Snížení časové náročnosti IN a EX činností		Leden 2014	Znalost pracovních a technologických postupů
	3.1.Návrh nového postupu přetypování pro více operátorů		Únor 2014	Spolupráce s operátory a mistry, zpracovaná analýza přestavby
	3.2 Vyhotovení a zavedení standardu přetypování		Březen 2014	Dodržování nového standardu
				Podmínky
			Podpora a spolupráce ze strany podniku	

PŘÍLOHA P II: STANDARD PŘESTAVBY RPDV



	Operátor 1	Trvání činnosti	Kumulovaný čas		Trvání činnosti	Operátor 2	
	Přestavba Bilaterální linky RPDV					Přestavba Bilaterální linky RPDV	
1	Vypnutí robota	00:10	00:10	00:00	00:00	začátek přestavby	1
	Chůze k točně	00:05	00:15	02:30	02:30	Čekání na ukončení činnosti stroje	
	Otočení točny	00:10	00:25	02:45	00:15	Chůze k OP-BF	
	Chůze k OP-Robot	00:05	00:30	03:45	01:00	Nastavení program BF vč výpočtu vrtáků	
	Nastavení programu	00:35	01:05	03:55	00:10	Chůze pro vrtáky (vypnutí coolant)	
	Chůze k savkám	00:05	01:10	06:25	02:30	Výměna vrtáků	
	Nastavení savek	00:50	02:00	06:30	00:05	Chůze pro kalibrační desky, odložení vrtáků	
2	Chůze k OP - MB	00:05	02:05	06:45	00:15	Příprava a zahájení kalibrace	2
	Nastavení parametrů zakázky	00:40	02:45	06:55	00:10	Vrácení vrtáků	
	Chůze k dubbingu - L	00:06	02:51	07:00	00:05	Chůze pro sklo k pásu před BF	
	Výměna dubbingu - L	00:40	03:31	08:00	01:00	Čekání na ukončení kalibrace	
	Chůze k centraci MB - L	00:05	03:36	08:05	00:05	Chůze k BF se sklem (1 ks pro centraci)	
	Centrace L	00:12	03:48	12:05	04:00	Nastavení centrace skla a dorazů BF	
	Chůze dubbing - P	00:15	04:03	12:15	00:10	Chůze k OP - BF (zapnutí coolant)	
	Výměna dubbingu - P	00:40	04:43	14:15	02:00	Nastavení coolant a oživení vrtáků	
	Chůze k centraci MB - P	00:05	04:48	14:25	00:10	Návrat k OP - BF	
	Centrace P	00:12	05:00				
3	Chůze k OP - robot	00:15	05:15				
	Kontrola odložení skla	01:00	06:15				
	Chůze k OP, posláni 2 kusů přes MB	00:20	06:35				
	Chůze k OP-BF	00:16	06:51				
3	Přesun skla na pas před BF	00:20	07:11				
	Chůze k pásu před BF	00:05	07:16				
	Nastavení centrace pod zakladačem	01:00	08:16				
4	Seřízení cetračních dorazů	01:00	09:16				
	Chůze k myčce a nastavení myčky	00:50	10:06				
5	Navrat k OP-BF (možná výpomoc)	00:20	10:26				
	Čas přestavby bez kontroly prvních ks		10:26	14:25		Čas přestavby bez kontroly prvních kusů	
5	Čas kontroly prvních kusů	07:15					
	Čas přestavby celkem	21:40					

PŘÍLOHA P III: STANDARD PŘESTAVBY RPV

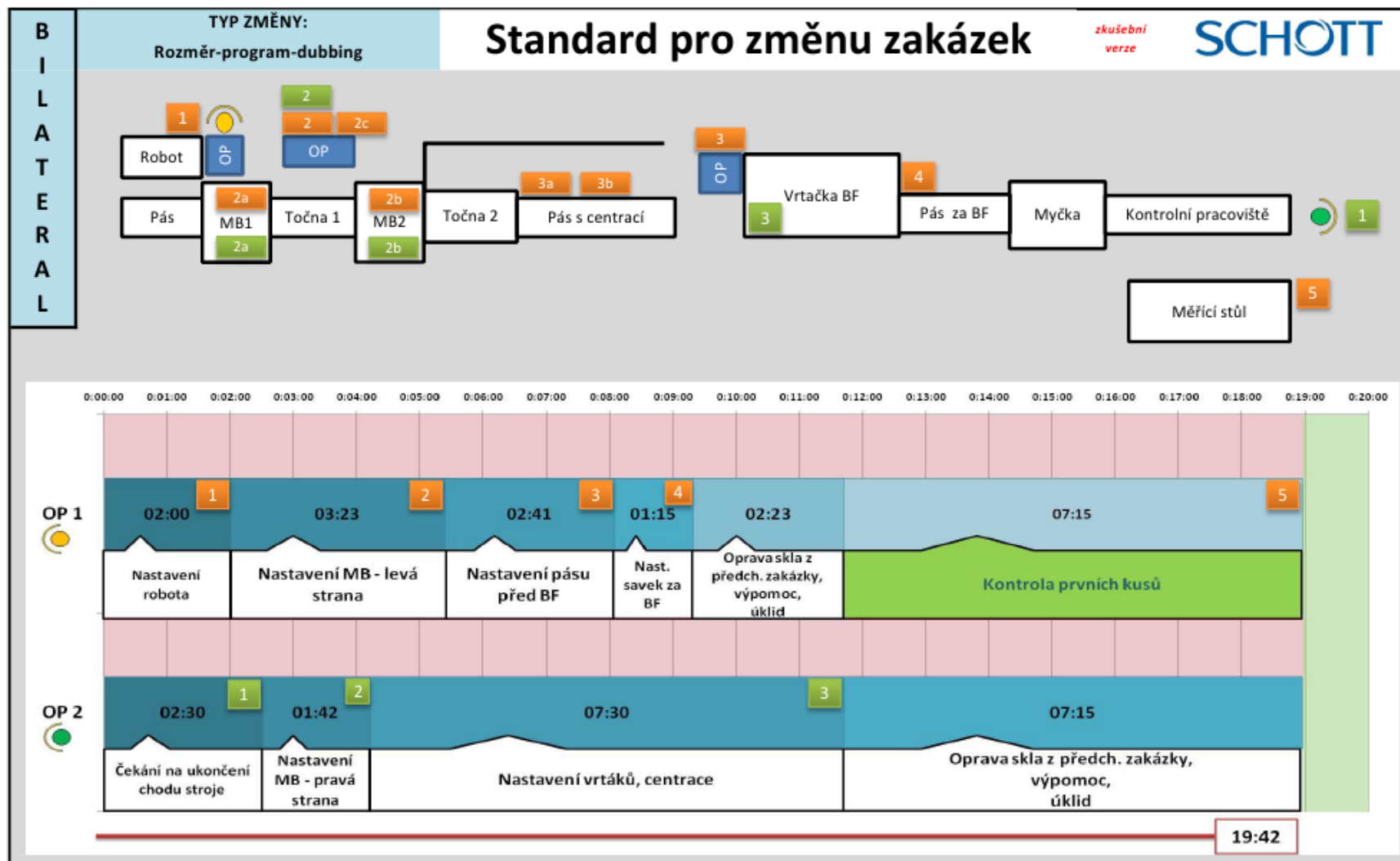


	Operátor 1	Trvání činnosti	Kumulovaný čas	Trvání činnosti	Operátor 2		
	Přestavba Bilaterální linky RPV				Přestavba Bilaterální linky RPV		
1	Vypnutí robota	00:10	00:10	00:00	00:00	začátek přestavby	1
	Chůze k točně	00:05	00:15	02:30	02:30	Čekání na ukončení činnosti stroje	
	Otočení točny	00:10	00:25	02:45	00:15	Chůze k OP-BF	
	Chůze k OP-Robot	00:05	00:30	03:45	01:00	Nastavení program BF vč výpočtu vrtáků	
	Nastavení programu	00:35	01:05	03:55	00:10	Chůze pro vrtáky (vypnutí coolant)	
	Chůze k savkám	00:05	01:10	06:25	02:30	Výměna vrtáků	
	Nastavení savek	00:50	02:00	06:30	00:05	Chůze pro kalibrační desky, odložení vrtáků	
2	Chůze k OP - MB	00:05	02:05	06:45	00:15	Příprava a zahájení kalibrace	2
	Nastavení parametrů zakázky	00:40	02:45	06:55	00:10	Vrácení vrtáků	
	Chůze k centraci MB - L	00:05	02:50	07:00	00:05	Chůze pro sklo k pásu před BF	
	Centrace L	00:12	03:02	08:00	01:00	Čekání na ukončení kalibrace	
	Chůze k centraci MB - P	00:15	03:17	08:05	00:05	Chůze k BF se sklem (1 ks pro centraci)	
	Centrace P	00:12	03:29	12:05	04:00	Nastavení centrace skla a dorazů BF	
	Chůze k OP - robot	00:15	03:44	12:15	00:10	Chůze k OP - BF (zapnutí coolant)	
	Kontrola odložení skla	01:00	04:44	14:15	02:00	Nastavení coolant a oživení vrtáků	
	Chůze k OP - MB	00:05	04:49	14:25	00:10	Návrat k OP - BF	
	Poslání 2 kusů přes MB	00:15	05:04				
3	Chůze k OP-BF	00:16	05:20				
	Přesun skla na pas před BF	00:20	05:40				
	Chůze k pásu před BF	00:05	05:45				
	Nastavení centrace pod zakladačem	01:00	06:45				
	Seřízení cetračních dorazů	01:00	07:45				
4	Chůze k myčce	00:20	08:05				
	Nastavení savek u myčky	00:30	08:35				
	Navrat k OP-BF (možná výpomoc)	00:20	08:55				
	Čas přestavby bez kontroly prvních ks		08:55	14:25		Čas přestavby bez kontroly prvních ks	

5	Čas kontroly prvních kusů	07:15
---	---------------------------	-------

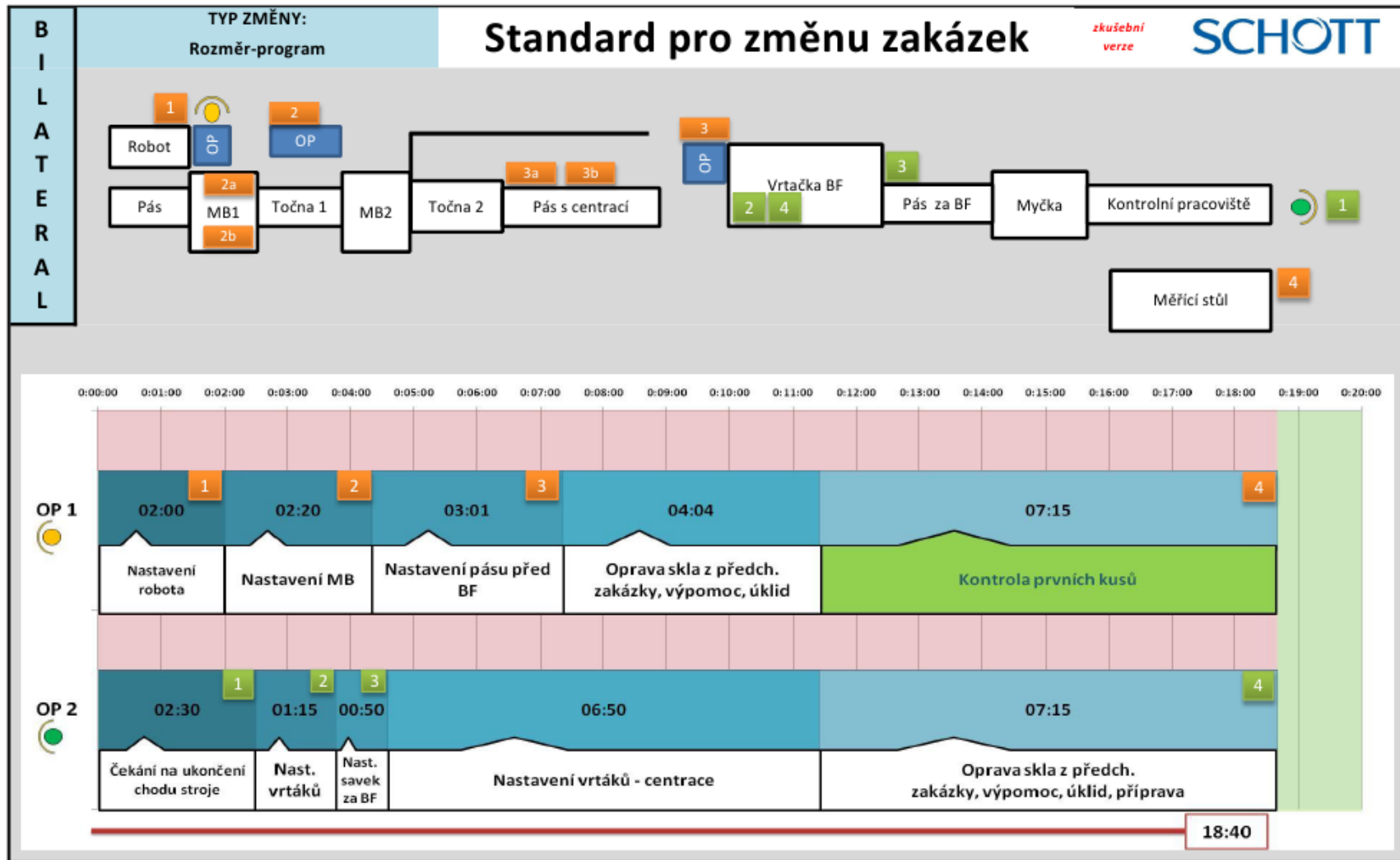
Celkový čas přestavby	21:40
-----------------------	-------

PŘÍLOHA P IV: STANDARD PŘESTAVBY RPD



	Operátor 1	Trvání činnosti	Kumulovaný čas	Trvání činnosti	Operátor 2		
	Přestavba Bilaterální linky RPD				Přestavba Bilaterální linky RPD		
1	Vypnutí robota	00:10	00:10	00:00	00:00	začátek přestavby	1
	Chůze k točně	00:05	00:15	02:30	02:30	Čekání na ukončení činnosti stroje	
	Otočení točny	00:10	00:25	03:15	00:45	Chůze k pro nástroje a k Dubbingu P	2
	Chůze k OP-Robot	00:05	00:30	03:55	00:40	Výměna dubbingu - P	
	Nastavení programu	00:35	01:05	04:00	00:05	Chůze k centraci MB - P	
	Chůze k savkám	00:05	01:10	04:12	00:12	Centrace P	
	Nastavení savek	00:50	02:00	04:57	00:45	Chůze k BF(vrácení nástrojů)	
2	Chůze k OP - MB	00:05	02:05	05:57	01:00	Nastavení program BF vč výpočtu vrtáků	3
	Nastavení parametrů zakázky	00:40	02:45	06:07	00:10	Chůze pro sklo k pásu před BF	
	Chůze k dubbingu - L	00:06	02:51	10:07	04:00	Nastavení centrace skla a dorazů BF	
	Výměna dubbingu - L	00:40	03:31	10:17	00:10	Chůze k OP - BF (zapnutí coolant)	
	Chůze k centraci MB - L	00:05	03:36	12:17	02:00	Nastavení coolant a oživení vrtáků	
	Centrace L	00:12	03:48	12:27	00:10	Návrat k OP - BF	
	Chůze k OP - robot	00:15	04:03				
	Kontrola odložení skla	01:00	05:03				
	Chůze k OP - MB	00:05	05:08				
	Poslání 2 kusů přes MB	00:15	05:23				
3	Chůze k OP-BF	00:16	05:39				
	Přesun skla na pas před BF	00:20	05:59				
	Chůze k pásu před BF	00:05	06:04				
	Nastavení centrace pod zakladačem	01:00	07:04				
4	Seřízení cetračních dorazů	01:00	08:04				
	Chůze k myčce	00:25	08:29				
	Nastavení savek u myčky	00:30	08:59				
	Chůze k OP- BF	00:20	09:19				
	Čas přestavby		09:19	12:27		Čas přestavby	

PŘÍLOHA P V: STANDARD PŘESTAVBY RP

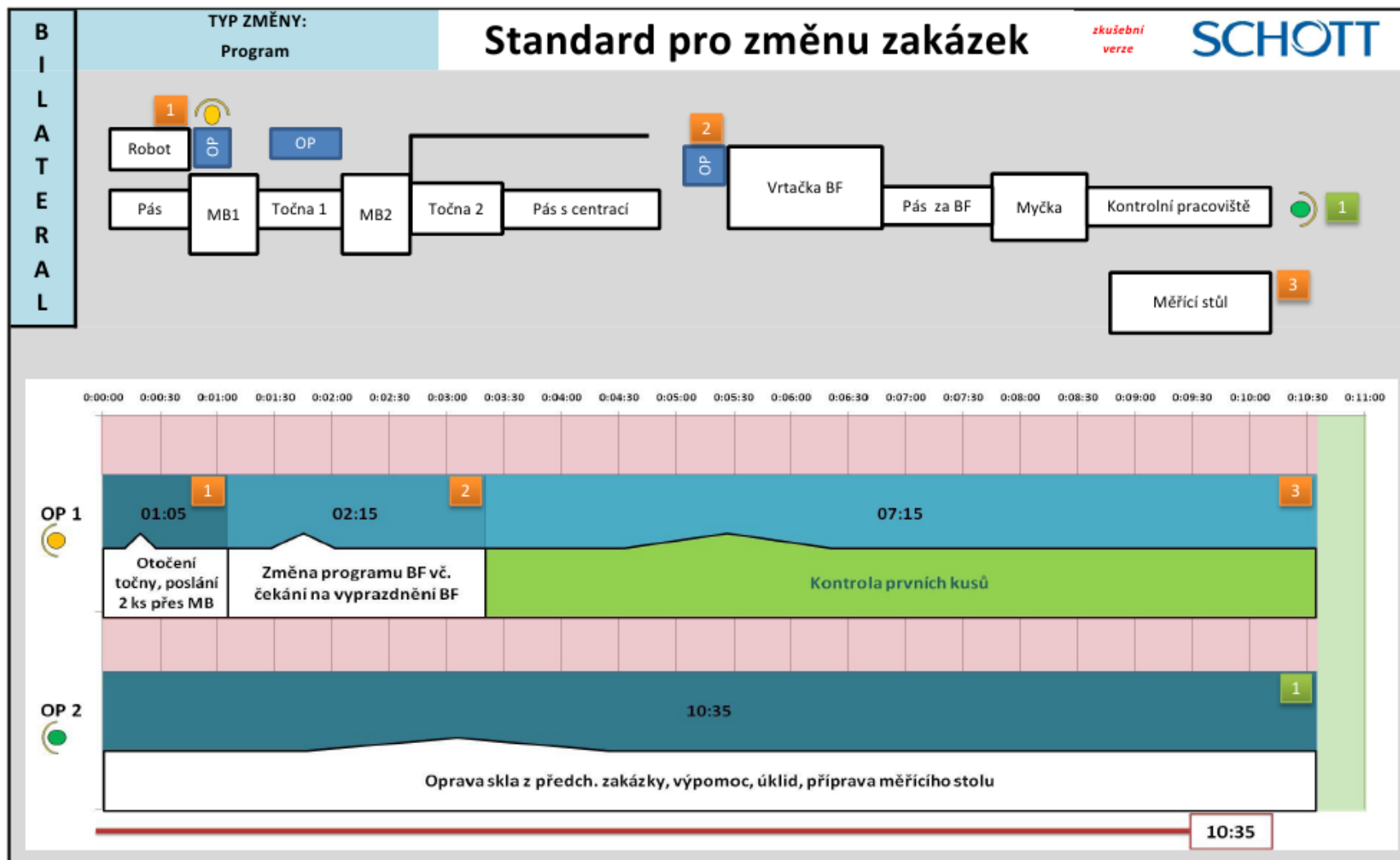


	Operátor 1	Trvání činnosti	Kumulovaný čas	Trvání činnosti	Operátor 2		
	Přestavba Bilaterální linky RP				Přestavba Bilaterální linky RP		
1	Vypnutí robota	00:10	00:10	00:00	00:00	začátek přestavby	1
	Chůze k točňě	00:05	00:15	02:30	02:30	Čekání na ukončení činnosti stroje	
	Otočení točny	00:10	00:25	02:45	00:15	Chůze k OP-BF	2
	Chůze k OP-Robot	00:05	00:30	03:45	01:00	Nastavení program BF vč výpočtu vrtáků	
	Nastavení programu	00:35	01:05	04:05	00:20	Chůze k myčce	3
	Chůze k savkám	00:05	01:10	04:35	00:30	Nastavení savek u myčky	
Nastavení savek	00:50	02:00	05:00	00:25	Chůze pro sklo k pásu před BF	4	
2	Chůze k OP - MB	00:05	02:05	05:05	00:05		Chůze k BF se sklem (1 ks pro centraci)
	Nastavení parametrů zakázky	00:40	02:45	09:05	04:00		Nastavení centrace skla a dorazů BF
	Chůze k OP - robot	00:15	03:00	09:15	00:10		Chůze k OP - BF (zapnutí coolant)
	Kontrola odložení skla	01:00	04:00	11:15	02:00		Nastavení coolant a oživení vrtáků
	Chůze k OP - MB	00:05	04:05	11:25	00:10		Návrat k OP - BF
	Poslání 2 kusů přes MB	00:15	04:20				
3	Chůze k OP-BF	00:16	04:36				
	Přesun skla na pas před BF	00:20	04:56				
	Chůze k pásu před BF	00:05	05:01				
	Nastavení centrace pod zakladačem	01:00	06:01				
Seřízení cetračních dorazů	01:00	07:01					
Navrat k OP-BF (možná výpomoc)	00:20	07:21					
	Čas přestavby bez kontroly prvních kusů		07:21	11:25		Čas přestavby bez kontroly prvních kusů	

4	Čas kontroly prvních kusů	07:15
---	---------------------------	-------

	Celková doba přestavby	18:40
--	------------------------	-------

PŘÍLOHA P VI: VARIANTA P – „SUPER MALÁ PŘESTAVBA“

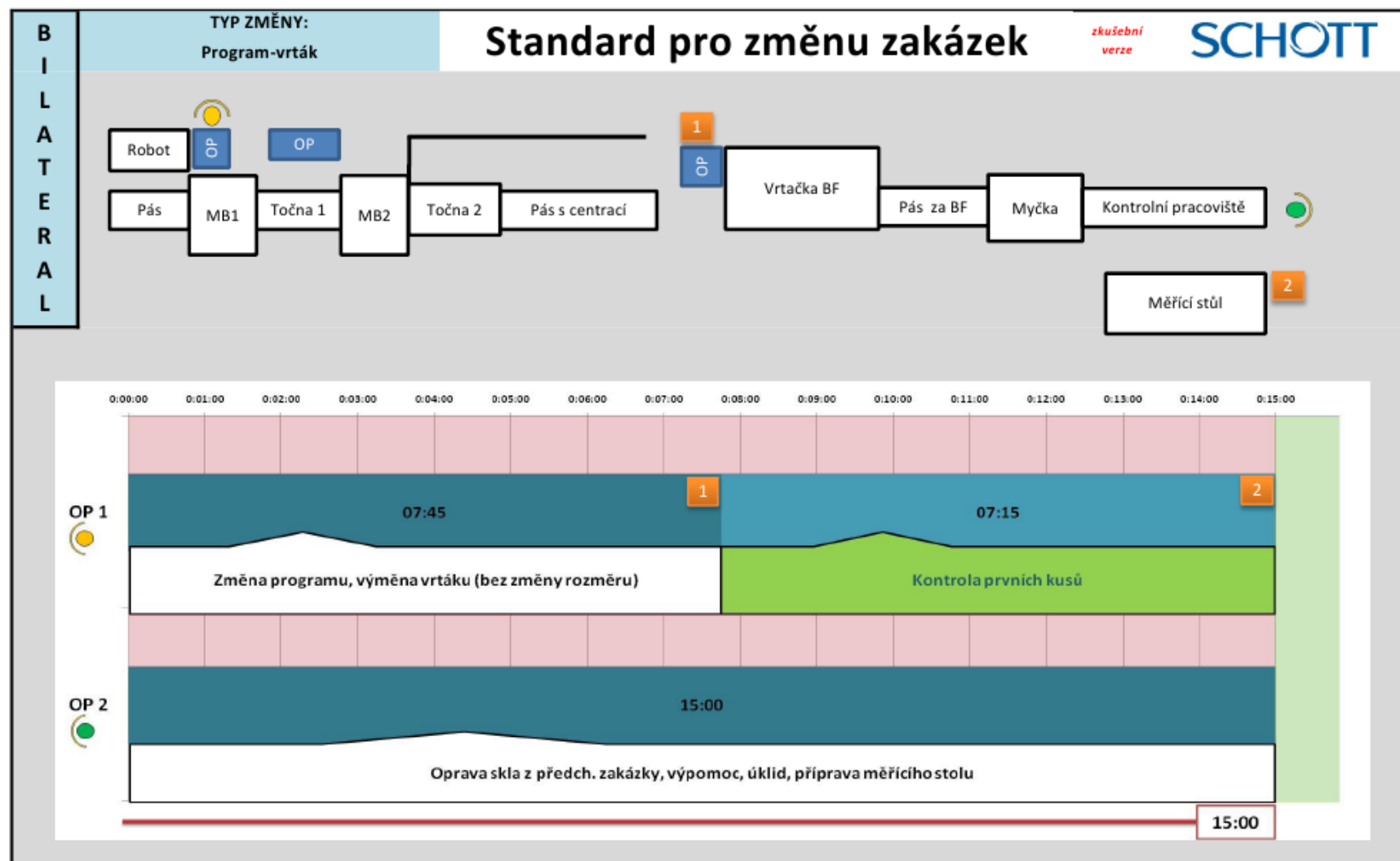


	Operátor 1	Trvání činnosti	Kumulovaný čas
	Přestavba Bilaterální linky P		
1	Vypnutí robota	00:10	00:10
	Otočení točny	00:10	00:10
	Zapnutí robota	00:10	00:10
2	Chůze k OP - MB	00:05	00:05
	Poslání 2 kusů přes MB	00:30	00:30
	Chůze k OP-BF	00:15	00:15
3	Přesun skla na pas před BF, čekání na vyprázdnění	00:50	00:50
	Nastavení program BF vč výpočtu vrtáků	01:00	01:00
	Zapnutí BF	00:10	00:10
	Čas přestavby bez kontroly prvních kusů		03:20

4	Čas kontroly prvních kusů	07:15
---	---------------------------	-------

	Celková doba přestavby	10:35
--	------------------------	-------

PŘÍLOHA P VII: VARIANTA V – „ČTYŘDÍROVÉ SKLA“

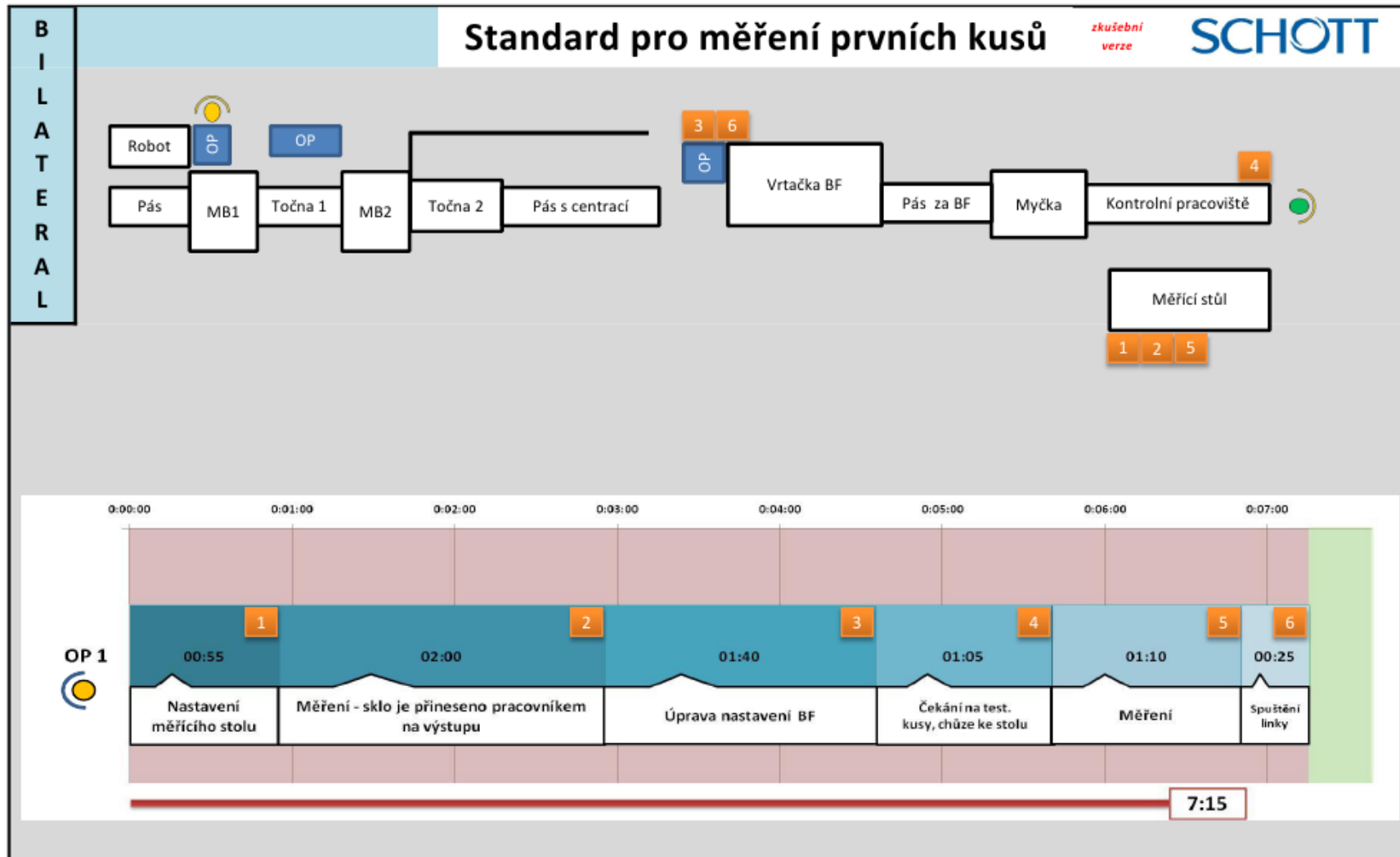


	Operátor 1	Trvání činnosti	Kumulovaný čas
	Přestavba Bilaterální linky - vrtáky 4 díry		
1	Nastavení program BF vč výpočtu vrtáků	01:00	01:00
	Chůze pro vrtáky (vypnutí coolant)	00:10	01:10
	Výměna vrtáků	02:30	03:40
	Chůze pro kalibrační desky, odložení vrtáků	00:05	03:45
	Příprava a zahájení kalibrace	00:15	04:00
	Vrácení vrtáků	00:10	04:10
	Čekání na ukončení kalibrace	01:00	05:10
	Nastavení coolant a oživení vrtáků	02:00	07:10
	Návrtka k OP-BF, posláni prvních kusů	00:35	07:45
	Čas přestavby bez kontroly prvních ks		07:45

2	Čas kontroly prvních kusů	07:15
---	---------------------------	-------

	Celkový čas přestavby	15:00
--	-----------------------	-------

PŘÍLOHA P VIII: STANDARD PRO MĚŘENÍ PRVNÍCH KUSŮ



PŘÍLOHA P IX: VARIANTY PŘESTAVEB PRO JEDNOHO OPERÁTORA

1) Varianta RPDV

RPVD – jeden operátor		Trvání činnosti
Přestavba bilaterální linky		
1	Vypnutí robota	00:00
2	Chůze k točně	00:05
3	Otočení točny	00:10
4	Chůze k OP-Robot	00:05
5	Nastavení programu	00:25
6	Chůze k savkám	00:03
7	Nastavení savek	00:50
8	Chůze k OP - MB	00:05
9	Nastavení parametrů zakázky	00:30
10	Chůze k dubbingu - L	00:06
11	Výměna dubbingu - L	00:40
12	Chůze k centraci MB - L	00:05
13	Centrace L	00:12
14	Chůze dubbing - P	00:15
15	Výměna dubbingu - P	00:40
16	Chůze k centraci MB - P	00:05
17	Centrace P	00:12
18	Chůze k OP - robot	00:15
19	Kontrola odložení skla	01:00
20	Chůze k OP - MB	00:05
21	Poslání 2 kusů přes MB	00:15
22	Chůze k OP-BF	00:16
23	Nastavení program BF vč. výpočtu vrtáků	01:00
24	Chůze pro vrtáky (vypnutí coolant)	00:10
25	Chůze k pásu před BF, odložení vrtáků	00:05
26	Přesun skla na pas před BF	00:20
27	Chůze k BF se sklem (1 ks pro centraci)	00:05
28	Nastavení centrace skla a dorazů BF	04:00
29	Chůze pro vrtáky k pásu před BF, vrácení skla	00:10
30	Výměna vrtáků	02:30
31	Chůze pro kalibrační desky, odložení vrtáků	00:05
32	Příprava a zahájení kalibrace	00:15
33	Vrácení vrtáků	00:10
34	Chůze k pásu před BF	00:05
35	Nastavení centrace pod zakladačem	01:00

RPVD – jeden operátor		Trvání činnosti
Přestavba bilaterální linky		
36	Seřízení centračních dorazů	01:00
37	Nastavení savek kolotoč	00:30
38	Chůze k BF	00:10
39	Ukončení kalibrace, úklid desek	00:10
40	Zapnutí coolant	00:05
41	Nastavení coolant a oživení vrtáků	02:00
42	Chůze k myčce	00:10
43	Nastavení savek u myčky	00:30
44	Návrat k OP-BF	00:10
45	Zapnutí BF	00:10
Čas přestavby bez kontroly 1. ks		21:09
Doba trvání kontroly prvních kusů		06:15
Celková doba přestavby		21:09

2) Varianta RPD

RPD – jeden operátor		Trvání činnosti
Přestavba bilaterální linky		
1	Vypnutí robota	00:00
2	Chůze k točně	00:05
3	Otočení točny	00:10
4	Chůze k OP-Robot	00:05
5	Nastavení programu	00:25
6	Chůze k savkám	00:03
7	Nastavení savek	00:50
8	Chůze k OP - MB	00:05
9	Nastavení parametrů zakázky	00:30
10	Chůze k dubbingu - L	00:06
11	Výměna dubbingu - L	00:40
12	Chůze k centraci MB - L	00:05
13	Centrace L	00:12
14	Chůze dubbing - P	00:15
15	Výměna dubbingu - P	00:40
16	Chůze k centraci MB - P	00:05
17	Centrace P	00:12
18	Chůze k OP - robot	00:15
19	Kontrola odložení skla	01:00
20	Chůze k OP - MB	00:05
21	Poslání 2 kusů přes MB	00:15
22	Chůze k OP-BF	00:16
23	Nastavení program BF vč. výpočtu vrtáků	01:00
24	Přesun skla na pas před BF	00:20
25	Chůze k BF se sklem (1 ks pro centraci)	00:05
26	Nastavení centrace skla a dorazů BF	04:00
27	Chůze k pásu před BF	00:05
28	Nastavení centrace pod zakladačem	01:00
29	Seřízení centračních dorazů	01:00
30	Nastavení savek kolotoč	00:30
31	Chůze k BF	00:10
32	Zapnutí coolant	00:05
33	Nastavení coolant a oživení vrtáků	02:00
34	Chůze k myčce	00:20
35	Nastavení savek u myčky	00:30
36	Návrat k OP-BF a zapnutí BF	00:20
Čas přestavby bez kontroly 1. ks		17:44
Doba trvání kontroly prvních kusů		06:15
Celková doba přestavby		23:59

3) Varianta RPV

	RPV – jeden operátor	Trvání činnosti
Přestavba bilaterální linky		
1	Vypnutí robota	00:00
2	Chůze k točňě	00:05
3	Otočení točny	00:10
4	Chůze k OP-Robot	00:05
5	Nastavení programu	00:25
6	Chůze k savkám	00:03
7	Nastavení savek	00:50
8	Chůze k OP - MB	00:05
9	Nastavení parametrů zakázky	00:30
10	Chůze k centraci MB - L	00:05
11	Centrace L	00:12
12	Chůze k centraci MB - P	00:15
13	Centrace P	00:12
14	Chůze k OP - robot	00:15
15	Kontrola odložení skla	01:00
16	Chůze k OP - MB	00:05
17	Poslání 2 kusů přes MB	00:15
18	Chůze k OP-BF	00:16
19	Nastavení program BF vč. výpočtu vrtáků	01:00
20	Chůze pro vrtáky (vypnutí coolant)	00:10
21	Chůze k pásu před BF, odložení vrtáků	00:05
22	Přesun skla na pas před BF	00:20
23	Chůze k BF se sklem (1 ks pro centraci)	00:05
24	Nastavení centrace skla a dorazů BF	04:00
25	Chůze pro vrtáky k pásu před BF, vrácení skla	00:10
26	Výměna vrtáků	02:30
27	Chůze pro kalibrační desky, odložení vrtáků	00:05
28	Příprava a zahájení kalibrace	00:15
29	Vrácení vrtáků	00:10
30	Chůze k pásu před BF	00:05
31	Nastavení centrace pod zakladačem	01:00
32	Seřízení centračních dorazů	01:00
33	Nastavení savek kolotoč	00:30
34	Chůze k BF	00:10
35	Ukončení kalibrace, úklid desek	00:10
36	Zapnutí coolant	00:05
37	Nastavení coolant a oživení vrtáků	02:00
38	Chůze k myčce	00:20
39	Nastavení savek u myčky	00:30

	RPV – jeden operátor	Trvání činnosti
Přestavba bilaterální linky		
40	Návrat k OP-BF	00:10
41	Zapnutí BF	00:10
Čas přestavby bez kontroly 1. ks		19:48
Doba trvání kontroly prvních kusů		06:15
Celková doba přestavby		10:15

4) Varianta RP

	RP – jeden operátor	Trvání činnosti
Přestavba bilaterální linky		
1	Vypnutí robota	00:00
2	Chůze k točně	00:05
3	Otočení točny	00:10
4	Chůze k OP-Robot	00:05
5	Nastavení programu	00:25
6	Chůze k savkám	00:03
7	Nastavení savek	00:50
8	Chůze k OP - MB	00:05
9	Nastavení parametrů zakázky	00:30
10	Chůze k OP - robot	00:15
11	Kontrola odložení skla	01:00
12	Chůze k OP - MB	00:05
13	Poslání 2 kusů přes MB	00:15
14	Chůze k OP-BF	00:16
15	Nastavení program BF vč. výpočtu vrtáků	01:00
16	Chůze k pásu před BF	00:05
17	Nastavení centrace pod zakladačem	01:00
18	Seřízení centračních dorazů	01:00
19	Nastavení savek kolotoč	00:30
20	Chůze k BF	00:10
21	Zapnutí coolant	00:05
22	Nastavení coolant a oživení vrtáků	02:00
23	Chůze k myčce	00:10
24	Nastavení savek u myčky	00:30
25	Návrat k OP-BF	00:10
26	Zapnutí BF	00:10
Čas přestavby bez kontroly 1. ks		10:54
Doba trvání kontroly prvních kusů		06:15
Celková doba přestavby		17:09