

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta



**Zkrácení času výměny modelu automobilových oken
se stříbrným tiskem na lince SD-40**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Miroslav Kavka, DrSc.

Diplomant: Bc. Štěpán Prokop

PRAHA 2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Štěpán Prokop

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Zkrácení času výměny modelu automobilových oken se stříbrným tiskem na lince SD-40

Název anglicky

Reducing the replacement time of the automotive windows model with silver printing on the SD-40 line

Cíle práce

Cílem diplomové práce bude analyzovat současný stav výroby autoskel ve firmě SAINT-GOBAIN SEKURIT ČR spol. s r.o. Hořovice se zaměřením na linku SD-40. Následně navrhnout soubor racionalizačních opatření ke zkrácení času výměny modelu automobilových oken se stříbrným tiskem.

Metodika

Metodický postup zpracování bude sestávat z následujících hlavních kroků, tj.:

1. Hodnocení současného stavu řešené problematiky se zaměřením na pokročilé koncepty organizace a řízení výroby. Zejména se bude jednat o koncepty (metody) zaměřené na zvyšování průtoku, tj. na koncepty vesměs patřící do tzv. Lean Manufacturing (štíhlé výroby).
2. Charakteristika výchozích podmínek podniku SAINT-GOBAIN SEKURIT ČR spol. s r.o. se zaměřením na výrobu autoskel.
3. Návrh racionalizačních opatření ke zkrácení času výměny modelu automobilových oken se stříbrným tiskem na lince SD-40.
4. Závěry a doporučení.

Doporučený rozsah práce

50

Klíčová slova

zvyšování průtoku, pokročilé koncepty řízení výroby, výroba, výrobní proces

Doporučené zdroje informací

BASL, J., MAJER, P., ŠMÍRA, M.: Teorie omezení v podnikové praxi: zvyšování výkonnosti podniku nástroji TOC. Praha: Grada, 2003.

BRUE, G.: Six Sigma for Managers. McGraw Hill Professional, Boston, 2005.

JUROVÁ, M. a kol.: Výrobní procesy řízené logistikou. Bizbooks, Brno, 2013.

KAVKA, M., MIMRA, M.: Řízení a organizace výrobních procesů. Interní studijní text. ČZU v Praze, Technická fakulta, Praha, 2018.

KŘEKOVSÝ, M., VALSA, O.: Moderní přístupy k řízení výroby. C.H.BECK, Praha, 2012.

SCHOBERGER, R., J.: World Class Manufacturing. SIMON&SCHSTER, New York, 2008.

SVOZILOVÁ, A.: Zlepšování podnikových procesů. Grada Publishing, Praha, 2011.

TOMEK, G., VÁVROVÁ, V.: Integrované řízení výroby. Grada Publishing, Praha, 2014.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Miroslav Kavka, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra využití strojů

Elektronicky schváleno dne 2. 1. 2018

doc. Ing. Petr Šařec, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 21. 03. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Zkrácení času výměny modelu automobilových oken se stříbrným tiskem na lince SD-40“ vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 30. 3. 2019

Bc. Štěpán Prokop

Poděkování

Děkuji prof. Ing. Miroslavu Kavkovi, DrSc. za věcné rady a odbornou pomoc při tvorbě diplomové práce.

Abstrakt: Diplomová práce se zabývá analýzou současného stavu výroby automobilových skel ve firmě SAINT-GOBAIN SEKURIT ČR spol. s r.o. se zaměřením na integrovanou linku IN-40. Součástí této integrované linky je linka SD-40, linka sítotisku, kde se bude diplomová práce zabývat zrychlením změn modelů se stříbrným tiskem pomocí metod zaměřených na zvyšování průtoku. V kapitole „Popis výroby automobilových skel“ je charakterizována výroba automobilových skel, kontrola kvality a nástin úzkých míst ve výrobě a cíl vybraného projektu s postupem řešení vybraného úzkého místa při přestavbě linky na jiný model skla.

Klíčová slova: zvyšování průtoku; pokročilé koncepty řízení výroby; výroba; výrobní proces

Reducing the exchange time of car window models with silver print on the SD-40 line

Summary: The diploma thesis deals with the analysis of the current state of production of automotive glass in the company SAINT-GOBAIN SEKURIT ČR spol. s r.o. focusing on the IN-40 integrated line. Part of this integrated line is the SD-40 line, a printing line where the diploma thesis will focus on accelerating changes in silver print models using flow-enhancing methods. The chapter “Description of the production of automotive glass” characterizes the production of automotive glass, quality control and outline of bottlenecks in production and the goal of the selected project with the process of solving the selected bottleneck when converting the line to another glass model.

Keywords: flow increase; advanced production management concepts; production; manufacturing proces

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce.....	2
2.1	Hlavní cíl.....	2
2.2	Dílčí cíle.....	2
3	Metodika práce	3
3.1	WCM – World class manufacturing	3
3.2	Metodický postup	6
3.3	Použité metody	7
3.3.1	Analýza 5-ti Proč	7
3.3.2	Spaghetti digram.....	8
3.3.3	Metoda 5S.....	8
3.3.4	Pull systém.....	9
4	Přehled řešené problematiky	10
4.1	Princip výroby skla	10
4.1.1	Řezání a broušení skla	10
4.1.2	Řezání a broušení vnitřního skla	10
4.1.3	Řezání a broušení vnějšího skla.....	11
4.1.4	Tisk keramického a stříbrného potisku a jeho vypálení	11
4.1.5	Tisk keramického a stříbrného potisku.....	12
4.1.6	Vypálení potisku.....	12
4.1.7	Nanesení separátoru a měření elektrických parametrů.....	12
4.1.8	Měření elektrických parametrů.....	12
4.1.9	Ohyb skla.....	13
4.1.10	Laminace skla	14
4.1.11	Dokončovací práce	14
4.2	Úzká místa ve výrobě	15
4.3	Stanovení OEE (Overall Equipment Effectiveness) linky.....	16
4.4	Výpočet OEE	16
4.5	Rozdělení ztrát	17
4.5.1	Porucha elektrická/mechanická	17
4.5.2	Změna modelu/verze	17
4.5.3	Změna ostatní	17
4.5.4	Výrobní a technologické experimenty.....	17

4.5.5	Pokles nebo výpadek elektrického proudu	18
4.5.6	Nedostatek interních transportních, balících prostředků a sklad. kapacit	18
4.5.7	Některé vozíky neobsazeny	18
4.5.8	Plánovaná údržba.....	18
4.5.9	Prototypy	18
4.5.10	Speed losses a krátké zastavení	18
4.5.11	Vady	19
4.6	Analýza ztrát vlivem nájezdu modelu se stříbrným tiskem	19
5	Praktická část práce	20
5.1	Volba typu přechodu, definice počátečního stavu a cíle.....	20
5.1.1	Identifikace typu přechodu	20
5.1.2	Analýza historických dat pro zjištění frekvence, průměru a odchylky změny...20	
5.1.3	Vytvoření průběžného systému sledování.....	21
5.1.4	Definování počátečního stavu a cíle.....	22
5.2	Definování aktuálně nejlepšího standardu a zaškolení obsluhy	23
5.2.1	Nasnímání a formalizace současné metody.....	23
5.2.2	Identifikace možných zlepšení (5S, štítkování....).....	24
5.3	Analýza anomálií a jejich řešení	26
5.4	Zlepšování standardu	32
6	Výsledky a jejich hodnocení.....	34
7	Závěry a doporučení	35
8	Seznam použitých zdrojů.....	36

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Chrám WCM	3
Obrázek 2 – Řezací a brousící linka	11
Obrázek 3 - Sítotisk a vypalovací pece	13
Obrázek 4 - Pec a rozpárování.....	13
Obrázek 5 - Laminace.....	14
Obrázek 6 - Změny verze a modelu.....	20
Obrázek 7 - Sběr dat pro změny modelu	22
Obrázek 8 - Špagety diagram	23
Obrázek 9 - Příklady 5S standardů	25
Obrázek 10 - Umístění stojanů pro tiskové masky.....	25
Obrázek 11 - Výsledný špagety diagram.....	26
Obrázek 12 - Analýza 5xProč.....	26
Obrázek 13 - Stanovení koncentrace	27
Obrázek 14 - Vliv odpadního stříbra na výsledný odpor.....	28
Obrázek 15 - Nastavení tlaku těrky	29
Obrázek 16 - Úprava centrování tiskových masek.....	30
Obrázek 17 - Vycentrování stříbrného potisku	32
Obrázek 18 - Stanovení cílové plochy tisku.....	33

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Stanovení OEE na lince IN40.....	16
Tabulka 2 - Změna modelu na tiskovém stroji SD41 pro vnější skla.....	23
Tabulka 3 - Změna modelu na tiskovém stroji SD42 pro vnitřní skla.....	24
Tabulka 4 - Změna modelu na tiskovém stroji SD43 pro vnitřní skla.....	24
Tabulka 5 – ECRS analýza.....	32

Seznam grafů

Graf 1 - Rozdělení ztrát na lince IN40.....	19
Graf 2 - Počet změn modelů se stříbrným tiskem.....	21
Graf 3 - Průměrná doba změny modelu se stříbrným tiskem za měsíc.....	21
Graf 4 - Průměrná počáteční a cílová hodnota pro změnu modelu.....	22
Graf 5 - Prostoje vzniklé prasklým sítem.....	31
Graf 6 – Indikátor výkonu.....	34

1 Úvod

Společnost SAINT-GOBAIN Sekurit ČR, dále jen SGS, byla založena v roce 1994 zapsáním do obchodního rejstříku. Firma postavila nové haly ve městě Hořovice a instalace prvních strojů započala v roce 1995. Zahájení první výroby laminovaných bezpečnostních automobilových skel proběhlo následující rok. Od této doby uplynulo několik let a linky pro výrobu skel se zcela vyměnily. Dnes firma disponuje třemi integrovanými linkami s vysokou úrovní automatizace.

V současné době tvoří převážnou část výroby čelní skla vyhřívaná, skla antireflexní, skla odrážející tepelné záření, skla s integrovanou anténou či skla se speciální akustickou fólií. Vedle čelních automobilových skel vyrábí rovněž skla zadní a panoramatické střešní zasklení.

Hlavními zákazníky hořovického závodu jsou tito automobiloví výrobci: Audi, Bentley, BMW, Citroën, Ferrari, Ford, Jaguar, Land Rover, Lincoln, Maserati, Mercedes-Benz, Opel, Peugeot, Porsche, Renault, Rolls-Royce, Seat, Škoda, Volkswagen a Volvo.

S ohledem na udržitelnost a konkurenceschopnost firmy, se musí zvyšovat kvantitativní a kvalitativní využití linek. Diplomová práce se zabývá zvýšením časového využití linky na výrobu čelních automobilových skel. Určením postupů pro dosažení těchto cílů a jejich udržení.

2 Cíl práce

2.1 Hlavní cíl

Cílem diplomové práce bude analyzovat současný stav výroby autoskel ve firmě SAINT-GOBAIN SEKURIT ČR spol. s r.o. Hořovice se zaměřením na linku SD-40. Následně navrhnout soubor racionalizačních opatření ke zkrácení času výměny modelu automobilových oken se stříbrným tiskem. Tato opatření budou realizována projektem WCM (World class manufacturing) Major kaizen pilíře Industrial efficienci (Průmyslová účinnost).

2.2 Dílčí cíle

Mezi dílčí cíle diplomové práce bude patřit popis výroby čelních automobilových skel a uvedení do její problematiky, analýza výrobního času na lince IN40, uspořádání pracoviště podle 5S na lince SD40, standardizace změny modelu pro stříbrný tisk na co nejkratší čas a nalezení optimálních parametrů nastavení linky pro udržení tohoto standardu.

3 Metodika práce

Pro analýzy řešeného projektu bude použita metoda WCM pilíře „Průmyslové účinnosti“, která má za úkol pomocí nástrojů zaměřených na zvyšování průtoku analyzovat a řešit potenciální časové úspory na lince při změnách modelů a určovat možná řešení příčin nedodržování předepsaných norem.

3.1 WCM – World class manufacturing

World class manufacturing^{[1][14]}, nebo-li výroba světové třídy je soubor politik, konceptů, technik a principů pro řízení a provoz výrobní společnosti. Koncepce výroby na světové úrovni je založena na pozitivních výsledcích japonských výrobních společností po druhé světové válce. Aby byly podniky konkurenceschopné, museli se zaměřit na výrobu kvalitních výrobků, služeb a včasné dodávky. WCM se skládá z osmi základních pilířů, které jsou vidět na Obr. 1.

Obrázek 1 - Chrám WCM



Popis hlavních pilířů WCM

Pilíř zdraví a bezpečnosti

Pilíř zdraví a bezpečnosti^[1] identifikuje rizika a mezery v oblasti zdraví a bezpečnosti. Rozvíjí znalosti, podporuje týmy na redukci rizik a mezer, údržbu a systém monitoringu pro zajištění kontinuální aplikace dosažených standardů světové úrovně.

Rizika: -Projevená: úrazy, první pomoc, skoro úrazy.

-Potenciální: identifikovaná přes hodnocení rizik, bezpečnostních návštěv apod.

Mezery: -v regulacích, standardech atd.

„Skryté“ malé problémy: -Nebezpečný materiál, ostré hrany, úniky oleje, nedefinovaný standard (nebo nejasný), nedostatečný trénink, nedodržování bezpečnostních pravidel.

Aktivity pilíře zdraví a bezpečnosti: -Zaměření na redukcí událostí, rizik a mezer.
-Jsou měřeny proti dosažení cílů nastavenými v KPI.
-Nejsou podrobeny kalkulacím finanční návratnosti.

Pilíř prostředí a prevence rizik

Environmentální hodnocení^[1] (rovněž označované jako hodnocení aspektů / dopadů) je proces zaměřený na identifikování a hodnocení environmentálních aspektů a dopadů ve snaze stanovit, které z nich jsou více či méně významné. V rámci WCM se doporučuje využívat metodu kvantitativního hodnocení na základě environmentálních rizik a nákladů, konzistentní s hodnocením rozdílů.

Pilíř spolehlivosti

Prostřednictvím tohoto pilíře^[1] lze eliminovat neplánované zastavení (poruchy a krátké zastavení) a technických ztrát (ztráta rychlosti a časová ztráta cyklu) linky, vytvořit systém nenákladné plánované údržby čítající zvýšené kompetence a implementace systémů profesionální organizace údržby a zapojení pracovníků od výrobních pásů.

Pilíř kvality a kontroly procesu

Úkolem pilíře progresivní kvality^[1] je vývoj a podpora systému „nulových vad“. Systém často není schopen zjistit a dynamicky odstranit problémy. Tento pilíř nás vede k systematickému procesu odstraňování ztrát díky zapojení příslušných pilířů pro jejich odstraňování. Určuje, rozvrhuje a kvantifikuje zdroje nákladů na nekvalitu. Vytváří know-how a podporuje týmy při odstraňování ztrát pomocí přístupu, vhodného pro úroveň ztrát. Mění přístup kontroly kvality výrobků na kontrolu výroby a poté na účinný systém řízení podmínek za účelem udržení dosažených výsledků. Toto poslání se dosahuje prostřednictvím pilířového postupu/metody. Kultura kvality obecně vychází ze systému certifikace (proces a výrobek), často je však omezena na postup záznamu odchylek a realizaci hlášení problémů. K opakovanému výskytu odchylek dochází v důsledku neschopnosti systému tyto odchylky zjistit a zabránit jim. Tento systém není vhodný pro různé každodenní události (neplánované události, nové procesy a výrobky, fluktuace pracovních sil apod.).

Náklady na kvalitu:

Interní kvality:- Výrobní odpad
- Výnos materiálu
- Nadměrné použití
- Odstranění odpadu
- Snížení kvality

Inspekce kvality: - Testy
- Vzorky
- Operátoři kontroly
- Nástroje systému měření
- SPC produkt

Prevence:- Standardizace a specifikace
- Odolnost proti chybám
- Operátoři inspekce
- SPC proces
- Systém jakosti
- Školení

Externí kvalita: - Reklamáce
- Stížnosti
- Výměna
- Vrácení
- Audit hotových výrobků
- Hodnocení spokojenosti

Pilíř zaměření na zákazníka a služby

Pilíř definuje^[1] stávající i budoucí hodnotové toky, KPI a nastavuje cíle a priority. Optimalizuje plánování, tok informací a materiálu. Zavádí trvalá zlepšení a synchronizaci k dodavatelům a zákazníkům

Pilíř rozvoje lidských zdrojů

Tréninkový a vzdělávací pilíř^[1] zajišťuje kompetence a organizaci vývoje ve shodě s cílem organizace a environmentálními změnami. Spojuje potřeby tréninku s cílem organizace. Podporuje všechny WCM pilíře. Podporuje vyhlazení ztrát způsobených nedostatkem jasných norem a schopností. V neustále měnícím se prostředí podporuje evoluci společnosti na „vzdělávací organizace“

Pilíř rozvoje inovací a růstu

Pilíř rozvoje inovací a růstu^[1] zajišťuje důsledný proces obchodního růstu pomocí nových výrobků, nových zařízení, technologií a rozvoje trhu.

Pilíř průmyslové účinnosti

Prostřednictvím tohoto pilíře^[1] lze eliminovat neplánované zastavení (poruchy a krátké zastavení) a technických ztrát (ztráta rychlosti a časová ztráta cyklu) linky, vytvořit systém nenákladné plánované údržby čítající zvýšené kompetence a implementace systémů profesionální organizace údržby a zapojení pracovníků od výrobních pásů.

3.2 Metodický postup

Cesta pilíře průmyslové účinnosti pro vybraný projekt^[1]

Zvolte jeden typ přechodu, definujte počáteční stav a cíl

- Identifikujte typy přechodu
- Z historických dat získejte frekvenci, průměr a odchylky
- Vykonejte analýzu priorit
- Vytvořte průběžný systém sbírání dat
- Definujte počáteční stav a cíl

Definujte aktuálně nejlepší standard a zaškolte obsluhující

- Nasnímejte a formalizujte současnou metodu
- Identifikujte možné zlepšení (5S, štítkování....)
- Formalizujte nejlepší standard a nasnímejte ho
- Zaškolte obsluhující

Vytvořte systém sledování času a anomálií

- Zadefinujte systém zaznamenávání anomálií
- Určete kdo, co, kdy
- Zaškolte obsluhující
- Sledujte systém každým dnem, zacvičte znovu, je-li potřeba

Analyzujte anomálie a řešte je

- Vykonejte analýzu priorit anomálií
- Identifikujte protiopatření: diagram Příčin a Následků a analýzu 5-ti „Proč“
- Zaveďte protiopatření
- Vytvořte tabulku pokračování

Nadále zlepšujte standard

- Aktivitu rozdělte do fází
- Analyzujte a klasifikujte mikro-aktivity dle přidávání hodnoty
- Aplikujte ECRS techniku a identifikujte kroky ke zlepšení
- Aktualizujte standard a vraťte se k bodu 2

Definujte metodu regulace a vylepšete ji

- Analyzujte současnou metodu regulace
- Definujte kroky ke zlepšení
- Definujte standard regulace
- Zlepšete a zjednodušte regulaci
- Aktualizujte standard, nasnímejte ho a zacvičte obsluhující
- Vytvořte Tabuli Stroje

Některé tyto kroky budou součástí projektu na zkrácení času změny, který bude zpracován níže.

3.3 Použité metody

3.3.1 Analýza 5-ti Proč

Metoda pěti proč^{[2][8]} slouží ke zjištění základní příčiny vzniku vadného výrobku, nebo poruše zařízení. Při použití této metody dojde ke zjištění kořenového problému a zamezení jeho opakování. Opakování problému je často signálem, že nebyla stanovena základní příčina problému. Metodika 5 Whys: zřetěžené kladení otázky "Proč?" pětkrát za sebou. Praxe ukázala, že pět za sebou zřetěžených otázek stačí k odfiltrování indukovaných, zdánlivých, ale hlavně nezákladních příčin. Metoda je použita pro řešení problémů s nedodržením předepsané doby změny modelu a její řešení je na Obr. 12.

Příklad :

1. Proč došlo k poškození skla? - Řezací kolečko špatně uřízlo sklo.
2. Proč špatně uřízlo sklo? - Protože bylo zadřené.
3. Proč bylo zadřené? - Protože nebylo namazané.
4. Proč nebylo namazané? - Operátor nedolil řezací olej.
5. Proč nedolil olej? - Není předepsáno dolévání oleje.

3.3.2 Spaghetti digram

Spaghetti diagram^[3] se zaměřuje na oblast normování práce, zachycuje pohyb pracovníka po pracovišti a tím pomáhá odhalovat činnosti nepřidávající hodnotu a podstatu jejich vzniku. Touto technikou se dají také sledovat toky energií a informací celou firemní strukturou. V diplomové práci se spaghetti diagram zabývá časovým úsekem změny modelu na lince sítotisku SD40. Aplikace diagramu je vyobrazena na Obr. 9.

3.3.3 Metoda 5S

Metodou 5S^{[4][9]} lze docílit ideálního uspořádání pracoviště k eliminaci plýtvání, zvýšení bezpečnosti a produktivity na pracovišti. Je to jedna ze základních metod LEAN filozofie, která se zavádí jako jedna z prvních a jedna z klíčových cest pro tzv. TQM (total quality management). Pro dobrou kvalitu, produktivitu a bezpečnost na pracovišti je potřeba dodržovat pořádek, čistotu, stanovit pravidla a všechna je dodržovat a vylepšovat a to tento Japonský nástroj podporuje. Metoda je v průběhu projektu aplikována v celé oblasti sítotisku a je spojena s aplikací „FIFO“ (First in, first out) v souvislosti s používáním tiskových barev. Obr. 9.

Metodika 5S se skládá z pěti základních japonských principů^[4]

1. Seiri: vytrídění a odstranění nepotřebných věcí

- To co není potřeba, se ihned vyhodí.
- Udělat pořádek (nepotřebné díly, nářadí a odkládací plochy, ...).

2. Seiso: vyčištění pracoviště

- Pracovníci čistí svá pracoviště a své stroje sami.
- Nedostatky v kvalitě a na zařízeních se včas odhalí (čištění je zkoušení).

3. Seiton: uspořádání potřebných věcí

- Označení a unifikace pracovních prostředků a odstavných ploch.
- Označit shromažďovací plochy, vozovky a chodníky.

4. Seiketsu: ustanovit pravidla

- Pravidla se standardizují a zviditelní na pracovišti
- Předpokladem je disciplína a trénink

5. Shitsuku: všechny body dodržovat a vylepšovat

- Standardy se dodržují a stále vylepšují
- Manažeři vytvoří rámcové podmínky pro udržování stavu a při odchylkách iniciují aktivitu

3.3.4 Pull systém

Pull^{[5][6]}, neboli tažný systém je technika pro redukci ztrát. Systém nám umožňuje plánovat výrobu dopředu, podle žádosti zákazníka a dává nám možnost určení priorit pro výrobu, tak aby nedocházelo k navyšování skladu a tím i vázání financí. Zákazník podá požadavek na výrobu skla na oddělení prodeje a ten ho předá na oddělení plánování. Zadá se požadavek pro výrobu folií a přivezení tabulí skla. Když jsou splněny podmínky pro výrobu, oddělení plánování výroby zadá příkaz k výrobě. Takto se dá naplánovat výroba až na 10 dní dopředu. Výroba po té posouvá skla kontinuálně na další pracoviště tak, aby nedošlo k navyšování mezioperačních skladů „Just in time“.

Tento postup se bohužel nedá nastavit pro skla, která jsou prodávána jako náhradní díly. Tato skla jsou malou částí výroby, která se vyrábí na sklad, ale pouze v omezeném množství a jejich výroba se přidružuje k výrobě skel do automobilek.

4 Přehled řešené problematiky

Výroba laminovaných bezpečnostních automobilových skel je velmi složitý a citlivý proces, který může být snadno ovlivněn vnějšími vlivy okolního prostředí, především povětrnostními podmínkami. Proto musí být striktně dodržován postup výroby^[16] tak, aby byla zajištěna stabilní výroba. Čelní sklo se skládá ze dvou rozdílných skel, mezi které se vloží folie. Bezpečnost těchto skel spočívá v jejich laminaci, kde po dokončení procesu v případě, že dojde k rozbití skla, nedojde k odloučení střepů od folie.

4.1 Princip výroby skla

4.1.1 Řezání a broušení skla

Řezání a broušení^[1] skla je první operace při výrobě automobilového skla. Řezání probíhá z předem navržených obdélníků skla, které jsou přizpůsobeny konkrétnímu modelu pro maximální využití plochy skla. Linka se dělí na dvě samostatné větve pro vnější a vnitřní skla, které můžete vidět na Obr. 2. Na těchto linkách se zpracovávají skla o tloušťce 1,6 mm a 2,1 mm, podle požadavků zákazníka. Vnější sklo lze definovat jako sklo, na které si lze sáhnout z vně auta. Na vnitřní sklo pak zevnitř auta.

4.1.2 Řezání a broušení vnitřního skla

Pro vnitřní skla se převážně používají skla o tloušťce 1,6 mm čiré barvy. Dále se zde zpracovávají skla kappová. Kappová skla jsou skla potažená tenkou vrstvou kovu, který odrazí část slunečního záření a tím zabraňují extrémnímu zvýšení teploty v prostoru řidiče. Touto kovovou vrstvou je možné také čelní sklo vyhřívat, bez použití wolframových drátků uvnitř folie.

Nevýhodou kappové vrstvy je špatná propustnost signálu. Tento problém se řeší abrazivním broušením kappové vrstvy v oblasti černého tisku, kamerové oblasti a oblasti pro dešťový senzor. Toto odbrušování probíhá pro vyšší propustnost výrobků po zcentrování skla na zdvojené větvi na Obr. 2 pod číslem 1.

Sklo se po té přesune na řezací stroj, který je pro zvýšení taktu linky rozdělen do dvou řezných hlav. Pomocí řezacího kolečka z tvrdokovu je v první řezací fázi uříznuta polovina tvaru skla. Po přesunu skla k druhé řezací hlavě, která je vybavena olamovací kuličkou, je uříznuta druhá polovina skla a sklo je vylomeno přes olamovací šablonu vloženou pod pásem stroje. Tvar skla je v této fázi větší o 0,5 mm než požadovaný tvar. Řezací stroje jsou

vyobrazeny nad a pod číslem 2 na Obr. 2. Proces řezání a broušení skla je u vnitřního a vnějšího skla totožný.

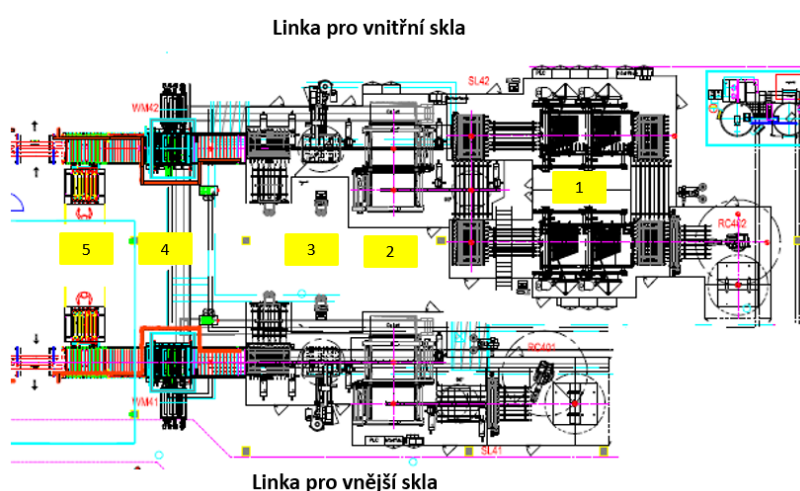
Broušení skla probíhá na brusném stole vybaveném přísavkami, které sklo drží ve stejné pozici po celou dobu broušení. Brusné kotouče jsou vybaveny drážkou, která je uzpůsobena pro danou tloušťku skla. Drážka je vyplněna diamantem a pojivem. Broušení přebytečného skla je s přesností na 0,1 mm s taktem linky až 16 s/sklo. Brusky jsou na Obr 1. nad a pod číslem 3.

Sklo se po procesu řezání a broušení myje ve speciálních myčkách demineralizovanou vodou Obr 2. číslo 4 a kontroluje se kvalita obroušení a umytí skla na kontrolním stanovišti pod číslem 5 na Obr 1. každé 2 hodiny, nebo při změně modelu a úpravě parametrů.

4.1.3 Řezání a broušení vnějšího skla

Technologie řezání a broušení vnějšího skla je totožná jako u skla vnitřního jen s rozdílem, že vnější sklo nemůže mít kappovou vrstvu z důvodu oxidace vrstvy.

Obrázek 2 – Řezací a brousící linka



4.1.4 Tisk keramického a stříbrného potisku a jeho vypálení

Po umytí se sklo přesouvá k procesu tisku^[1] Obr. 3 číslo 6 a 7. Technologie tisku je pro vnitřní a vnější sklo stejná. Pro tisk vnějšího skla se vždy používá černá keramická barva. Na vnitřní sklo se používá stříbrná pasta, černá keramická barva, nebo se netiskne vůbec.

4.1.5 Tisk keramického a stříbrného potisku

Proces tisku^[1] probíhá na přesně zcentrovaném a prisátém skle protlačováním barvy přes předem připravené síto. Přesně definované parametry potisku jsou vytvořeny na síti pomocí emulze, která je vytvrditelná pod ultrafialovým zářením a určuje tak tvar potisku. Tisk stříbrnou pastou bude popsán dále v diplomové práci. Samotný tisk probíhá pomocí dvou terek, natahovací a tiskové. Natahovací těrka má za úkol nanést na síto souvislou vrstvu barvy, nebo stříbra. Tisková těrka po té protlačí barvu přes síto na sklo a proces tisku je u konce. Takto nanesená vrstva má tloušťku od 18 do 30 μm v závislosti na parametrech tisku.

4.1.6 Vypálení potisku

Po natištění skla je nutno potisk vypálit^[1] v peci Obr. 3 číslo 8 a 9. V peci je teplota od 600°C do 640°C při které dojde k vytvrzení potisku. Součástí vypalovací pece jsou dvě chladicí komory, kde sklo postupně chladne. První komora je komora volného chlazení, kde dochází ke chlazení okolním vzduchem procházejícím přes průduchy ve stěnách a ve stropě. Druhá komora je nucené chlazení, kde se sklo dochlazuje ventilátory, aby bylo možné přesunout sklo k dalšímu procesu.

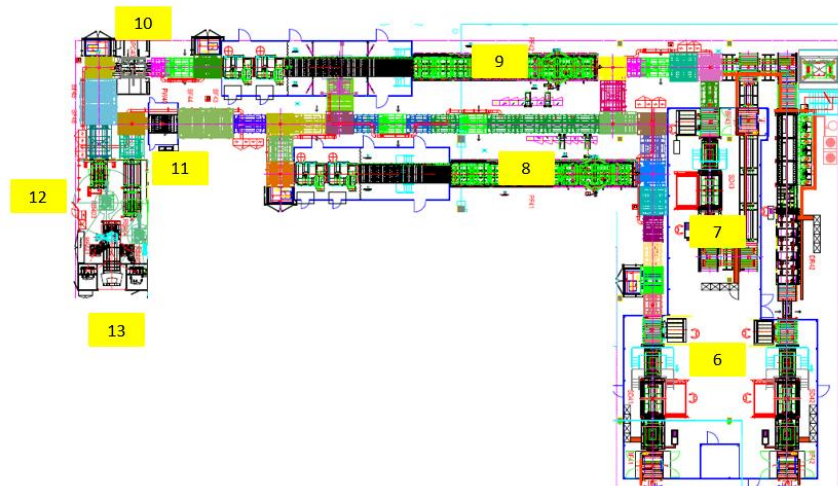
4.1.7 Nanesení separátoru a měření elektrických parametrů

Po vypálení keramické^[1] vrstvy se pomocí trysek na vnější sklo nanáší vrstva separační vrstvy klouzku, který je nezbytný pro další proces ohybu, aby nedocházelo ke spékání skel. Práškovací stanice je na Obr. 3 číslo 11.

4.1.8 Měření elektrických parametrů

Po vypálení stříbrné pasty probíhá automatické měření el. parametrů natištěného obvodu. Stroj automaticky vyhodnotí výsledky měření a změřená skla buď vyhodí, nebo pošle k dalšímu zpracování. Obr. 3 číslo 10.

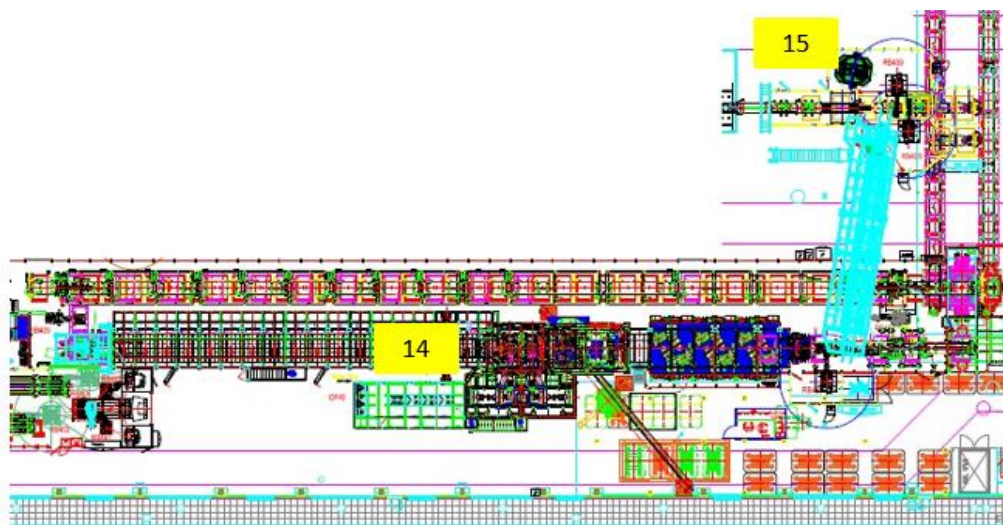
Obrázek 3 - Sítotisk a vypalovací pece



4.1.9 Ohyb skla

Do fáze ohybu^[1] procházelo vnější a vnitřní sklo samostatně. Před pecí pro ohyb skla dochází k jejich spárování, kdy se na vnější sklo, které je obohaceno vrstvou klouzku přiloží vnitřní sklo a usadí se do přesné pozice skeletu. Skelet je přípravek, který při ohybu udává sklu rozsah, kam až se může prohnout. Pec, která se pro ohyb používá, je druhem gravitační pece, ve které dochází k ohybu vlivem vysoké teploty, kdy je sklo plastické a gravitace působící na sklo Obr. 4 číslo 14. Pec je vybavena mnoha skenery a zařízením pro udržení přesného tvaru skla. Po ohybu skla dochází k jeho vychlazení, aby mohlo dojít k oddělení vnitřního a vnějšího skla tzv. rozpárování Obr. 4 číslo 15. Tato skla se označují jako pár a musí být později laminována společně, aby nedošlo k optickým vadám vzniklým vlivem tolerancí ohybu. Pokud se jedno sklo z páru rozbije, vyhazuje se celý pár.

Obrázek 4 - Pec a rozpárování

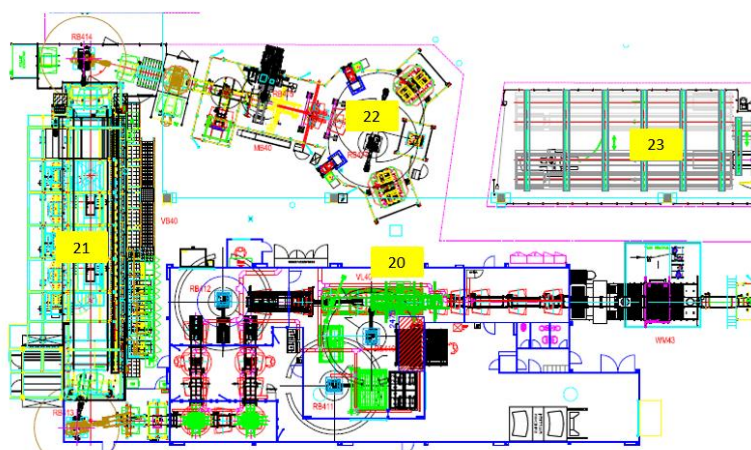


4.1.10 Laminace skla

Rozpárovaná skla projíždí přes myčku do linky laminace^[1], kde se mezi skla vloží folie Obr. 5 číslo 20. Folie, které se mezi skla vkládají, mohou být různého druhu a provedení. Používají se vyhřívané s drátky či bez drátků, obyčejné folie a folie speciální pro použití systému HeadUp, který promítá informace před řidiče vozu.

Folie, která se takto vloží mezi skla má mléčnou barvu a je neprůhledná. Skla s touto folií se vkládají do vzduchotěsných vaků, ze kterých je za teploty okolo 150°C odsát vzduch a folie se tak stane průhledná Obr. 5 číslo 21. Tento proces se označuje jako vakuace. Po procesu se umístí skla do speciálních stojanů, které se zavřou do autoklávu, kde za vysokého tlaku a teploty dojde ke konečnému spojení skel Obr. 5 číslo 22.

Obrázek 5 - Laminace



4.1.11 Dokončovací práce

Po fázi autoklávu jsou skla odvezena na konečnou kontrolu, kde je odstraněna přebytečná folie a skla jsou zkontrolována na množství vad popsaných specifikací aspektových vad. Tyto vady mohou vzniknout napříč celou výrobou skla. Mohou to být vady sítotisku, nečistoty vzniklé vlivem laminace a poškození skla. Některá skla jsou opravitelná, jako například skla poškrábaná, která se dají vyleštit. Takto zkontrolovaná skla putují na linky dopracování, kde se na ně připevní příslušné komponenty, případně naletují kontakty.

4.2 Úzká místa ve výrobě

Na lince IN-40 jsou úzká místa^[11] řešena zásobníky na začátku každého procesu. Na začátku linky řezání je umístěna otočná platforma, na které jsou z obou stran umístěny balíky skel, které mohou být různého druhu. Toto je optimální pro změnu modelu, kdy při změně předák linky řezání pouze otočí platformu, kde jsou již připravena skla pro další model. V ten moment je předák připraven pro změnu modelu. Dále je proces změny modelu ovlivněn pouze pracovními návody a zkušenostmi předáka.

Rychlost změny modelu na lince sítotisku je velice ovlivněna změnou modelu na řezací lince, kdy pracovník tisku čeká, až mu předák řezání pošle první sklo. Poté může být proces nastavení stroje zahájen. Před linkou sítotisku jsou umístěny zásobníky, které jsou nutné pro rychlejší změnu modelu a pro vymezení mikro-prostojů na řezací lince. Zde je možné využít potenciál času změny modelu na řezací lince a využít tak čas pro přenastavení stroje. Tento potenciál bude blíže rozpracován v projektu níže.

Před pecí pro ohyb skla se nacházejí též zásobníky pro vymezení prostojů, způsobených změnou nástrojů na řezací a tiskové lince. Změna modelu na peci probíhá výměnou skeletů. Tato změna probíhá plně automaticky. V ideálním případě dochází k naplnění zásobníků před pecí, ještě než je pec připravena k výrobě a po ukončení změny modelu rovnou začíná vyrábět.

Linka laminace, která následuje po peci je připravena pro výrobu jiného modelu ve velmi krátkém čase a skládá se z přehrání programu a výměny folie. Změna trvá maximálně 20 minut. Pokud dojde k situaci, že není linka laminace připravena dřív než pec, probíhá výroba skel na vozíky za pecí. Tato skla se po té vrátí do linky při situaci, kdy pec nevyrabí.

4.3 Stanovení OEE (Overall Equipment Effectiveness) linky

OEE^[10] je definováno jako procento produkce zařízení, které se používá k výrobě dobrého produktu. Stanovení OEE je jedním z důležitých kroků pro zvyšování produktivity linky. OEE sdružuje tři nejběžnější ztráty, které tvoří využitou dostupnost, efektivitu, s jakou bylo dosaženo míry produkce, a míru kvality. Na obrázku č.6 jsou rozděleny jednotlivé ztráty podle druhu jejich vzniku. Je zde vytyčen plán na rok 2018 a řešením jakých potenciálních ztrát se ho docílí.

4.4 Výpočet OEE

Výpočet OEE^[17] Obr. č.5 je poměr plánovaného času výroby za rok a skutečného času výroby.

$$OEE = \frac{4708}{7968} * 100 = 59,1\%$$

Tabulka č.1 – Stanovení OEE na lince IN40

Reference period (1/2017 - 1/2018)						Vision (2018)				
Calendar time		8 760	h			Activity Time	7 243	h		
Closed Factory time		793	h			OEE for 100%	4 708	h		
Activity time		7 968	h		OCT					
Time for 100% OEE		4 708	h		20					
Overall Equipment Effectiveness						59,1%				
						65,0%				
Losses description	Fam	h	#	h / #	Ind	Δ %	#	h	h / #	Ind
porucha - elektricka	Br D	288,5	196,0	1,5	3,75%	60,0%		119,4	0,8	1,85%
odstranovani nasledku kolizi	Org S	293,6	438,0	0,7	3,89%	5,0%		278,9	0,8	3,85%
zmeny modelu	CO	286,3	199,0	1,3	3,22%	5,0%	155	189,7	1,2	2,62%
zmena verze	CO	160,3	175,0	0,9	2,01%	5,0%		152,2	0,9	2,10%
zmena ostatnich	CO	157,9	156,0	1,0	1,96%	5,0%		150,0	1,0	2,07%
porucha - mechanicka	Br D	152,1	128,0	1,2	1,91%	60,0%		60,8	0,5	0,84%
planovana udrzba - (ne oprava poruch)	P lzaint	99,3	13,0	7,6	1,25%			99,3	7,6	1,37%
vyrobní, technologické experimenty a vyvoj	Prot	40,3	14,0	2,9	0,51%	30,0%		28,2	2,0	0,39%
pokles nebo vypadek el.proudu	Br D	38,0	16,0	2,4	0,48%			38,0	2,4	0,52%
nedostatek int. transp. prostredku, balicich prostr. a sklad. kap.	Org S	31,2	13,0	2,4	0,39%			31,2	2,4	0,43%
nektere voziky neobsazeny	Org S	17,1	16,0	1,1	0,21%	100,0%		-	-	-
drobna udrzba provadena obsluhou (cistení)	T Adj	6,3	4,0	1,3	0,07%			6,3	1,3	0,07%
vyrobní odstávka	Logis	4,0	2,0	2,0	0,06%			4,0	2,0	0,06%
nedostatek materialu z prechozi linky (pracoviste)	Org S	1,5	2,0	0,8	0,02%			1,5	0,8	0,02%
		0,0	0,0	-	-			-	-	-
		0,0	0,0	-	-			-	-	-
		0,0	0,0	-	-			-	-	-
		0,0	0,0	-	-			-	-	-
		0,0	0,0	-	-			-	-	-
Prototypy	Prot	663,3	1,0	663,3	8,32%	47,0%		351,5	351,5	4,85%
SL Speed losses+ short stop	CT	806,3	889 649	3,8	10,12%	2,0%		790,2	3,2	10,91%
NG defect	Yield	234,4			-2,94%			234,4		-3,24%
Unc Unaccounted	Unc	-			-			-		-
Total losses		3 258,4			40,9%			2 534,7		35,0%

Z výše uvedených hlavních ztrát vychází potenciál ke zlepšení využití času na lince. Tento potenciál se řeší pomocí zadávání projektů Major a Standard kaizen přiřazeným pod dotčené pilíře WCM.

4.5 Rozdělení ztrát

Jednotlivé druhy ztrát jsou zapisovány do podnikového systému SkyNet, který vytváří databázi o všech výrobcích, časech výrob a ztrátách vytvořených na linkách. Do tohoto systému zapisují předáci linek provozní časy, prostoje a vyrobené kusy, které za svoji směnu vyrobily.

4.5.1 Porucha elektrická/mechanická

Mezi tyto poruchy se řadí výměny a opravy technologických zařízení linky, které se v průběhu linky objeví a zapříčiní zastavení linky. Linky jsou vybaveny velkým množstvím součástí, které se při nepřetržitém provozu hůře udržují. Tyto ztráty má za úkol řešit oddělení údržby, která vytvoří akční plán na jejich snížení.

4.5.2 Změna modelu/verze

Rozdíl mezi změnou modelu a verze je, že při změně verze nedochází k přenastavení řezací linky, ale pouze se změní černý nebo stříbrný potisk na skle. Prostoje vzniklé změnou modelu a verze má za úkol redukovat plánování výroby tím, že bude plánovat větší výrobní dávky a tím sníží počet změn. Plánování těchto změn je vázané i na všechny ostatní prostoje, kdy při zvýšeném počtu prostojů se výrobní dávky zmenšují, aby byl udržen tok výrobou a spokojenost zákazníka.

4.5.3 Změna ostatní

Změna ostatní je ztráta vzniklá nesplněním plánované délky prostoje určeného pro změnu modelu a verze. Tato ztráta je přímo vázána na proškolení pracovníků, na správnou funkci zařízení a návodu pro jeho obsluhu.

4.5.4 Výrobní a technologické experimenty

Do těchto ztrát patří úpravy CNC programů řezání, tisku a ohýbání. Testy nových zařízení a vylepšení sloužících pro zlepšení výroby, jako jsou například změny druhů tkaniny použitých pro výrobu tiskových sít, modifikace ohýbacích skeletů přidáním stínění.

4.5.5 Pokles nebo výpadek elektrického proudu

Tyto ztráty jsou vzniklé dodavatelem elektrické energie a jsou s ním řešeny dle dohodnuté smlouvy.

4.5.6 Nedostatek interních transportních, balících prostředků a sklad. kapacit

Druh toho prostoje vzniká nedostatkem vozíků pro přepravu skel, autoklávových stojanů a beden pro převoz skla. Tento prostoj nastává při výpadku některé z integrovaných linek na zpracování skla. Ostatní linky stále vyrábí, dokud nedojde k obsazení všech možných mezioperačních zásobníků.

4.5.7 Některé vozíky neobsazeny

Ztráta vzniká v případě, že některé z vozíků, které přepravují skelety pro ohyb v peci, jsou neobsazeny. Není tudíž plně využita kapacita pece. Může k tomu dojít nedostatkem skeletů z důvodu jejich poškození, nebo nejsou k dispozici z důvodu jejich údržby.

4.5.8 Plánovaná údržba

Plánovaná údržba, se koná každé 4 týdny, je to preventivní údržba rizikových součástí technologie, oprava součástí, které vážně neohrožují výrobu a seřízení strojů. Po dobu plánované údržby nejsou v provozu žádné části integrované linky. Probíhá také úklid míst, do kterých se za normálního provozu nelze dostat.

4.5.9 Prototypy

Výroba a vývoj nových produktů. Plánovaná změna stávajících produktů. Každý z vývojů nového produktu se stává z 12 hodinového prostoje, určeného pro nastavení parametrů linky, vyzkoušení řezacích a ohýbacích programů. Výroby vzorových skel pro zákazníka na jejich uvolnění do sériové výroby.

4.5.10 Speed losses a krátké zastavení

Ztráty vzniklé ztrátou rychlosti se vztahují především na ohýbací pec. Je to rozdíl mezi konstrukční a reálnou rychlostí výroby. Pec je konstruována na maximálně 180 ks/h. Této rychlosti nejde v některých případech dosáhnout z technologických důvodů, které jsou omezeny pro dosažení požadované kvality skla.

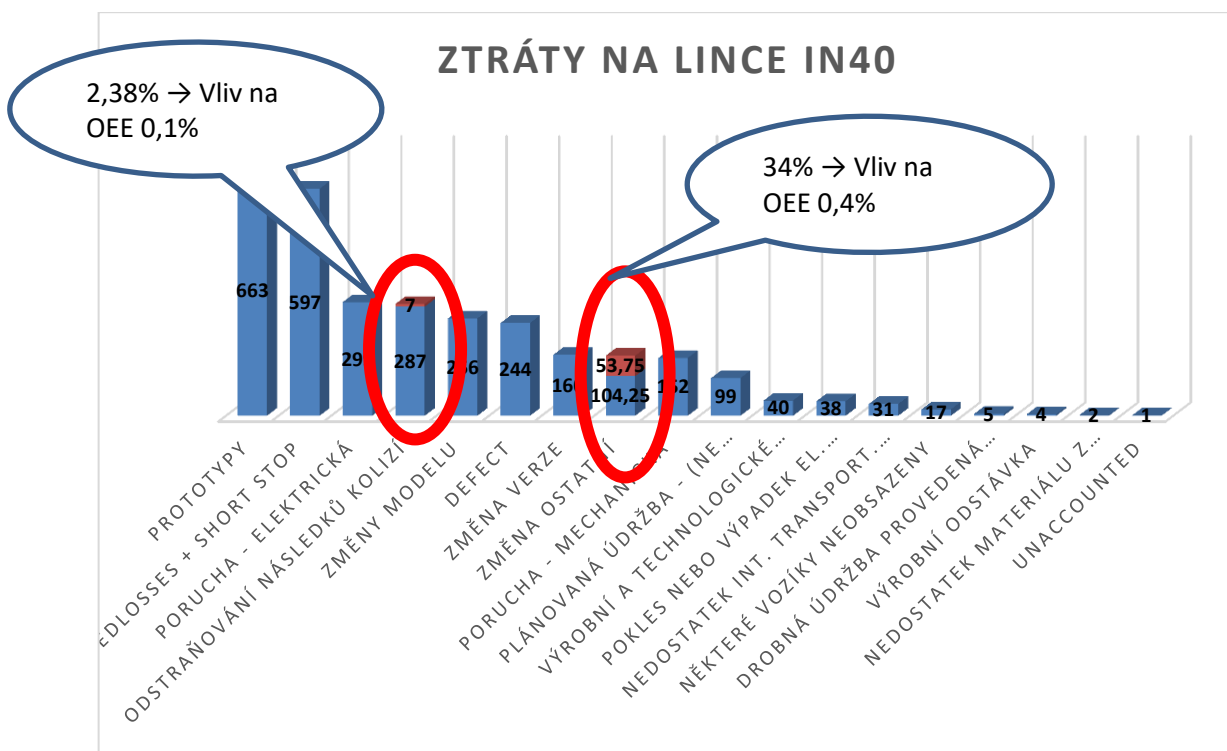
4.5.11 Vady

Ztráty výrobního času na výrobu neshodných výrobků.

4.6 Analýza ztrát vlivem nájezdu modelu se stříbrným tiskem

Z analýzy prostojů zapsaných ve firemním systému SkyNet, vyplynuly potenciální šance pro zlepšení výroby, které jsou v Grafu č.1. Na Grafu č.1, který zobrazuje ztráty v hodinách za rok jednotlivých prostojů, je znázorněno, že prostoje vzniklé změnou modelu se stříbrným tiskem, tvoří 34% z celkového prostoje „změna ostatní“.

Graf 1 – Rozdělení ztrát na lince IN40



Prostoje vzniklé změnou modelu se stříbrným tiskem se v důsledku chybného zapsání prostoje do systému objevily i u „Odstraňování následků kolizí“.

5 Praktická část práce

Projekt bude řešit ztráty^{[12][15]} z nedodržení předepsaných časů změn modelů prostřednictvím pilíře Průmyslové účinnosti a jeho postupů uvedených výše. Ztráta času „změna ostatní“ je jedna ze ztrát, která má největší potenciál ke zlepšení. Projekt se bude zabývat primárně změnou modelu a verzí se stříbrným tiskem, které jsou, co se týče změny nejnáročnější a nejsložitější. Projekt si dává za cíl dosáhnout stabilní normy pro změnu modelu se stříbrným tiskem s maximální délkou pro změnu 150 min.

5.1 Volba typu přechodu, definice počátečního stavu a cíle

5.1.1 Identifikace typy přechodu

Na lince sítotisku se změny modelu a verzí dělí na změnu jednoho síta, dvou sít, jednoho síta + jednoho síta pro stříbro a dvě síta + jedno síto pro stříbro, jak je uvedeno na Obr. 7. Projekt má za cíl snížit prostoje vzniklé změnou modelu se stříbrným tiskem. Tento typ změny byl zvolen z analýzy prostojů na lince, ze které vyšel jako jediný, který se nedokáže splnit.

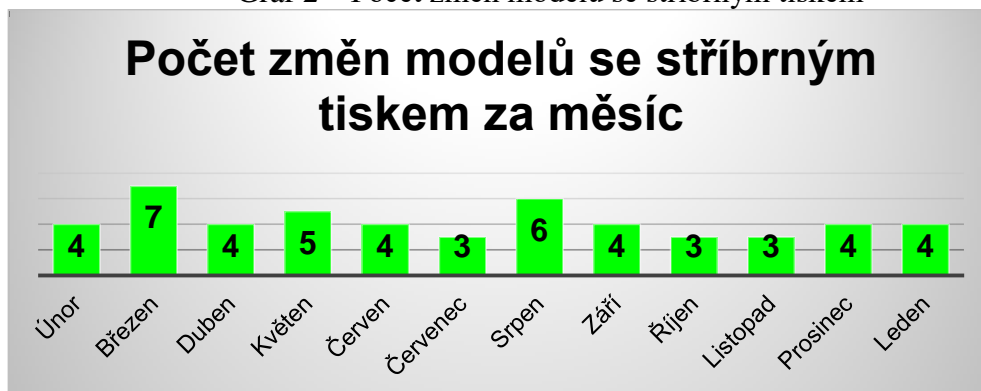
Obrázek 6 - Změny verze a modelu

Typ změny verze a norma (min)				Změna modelu
1 síto	2 síta	1 síto + stříbro	2 síta + stříbro	
15	30	105	120	60

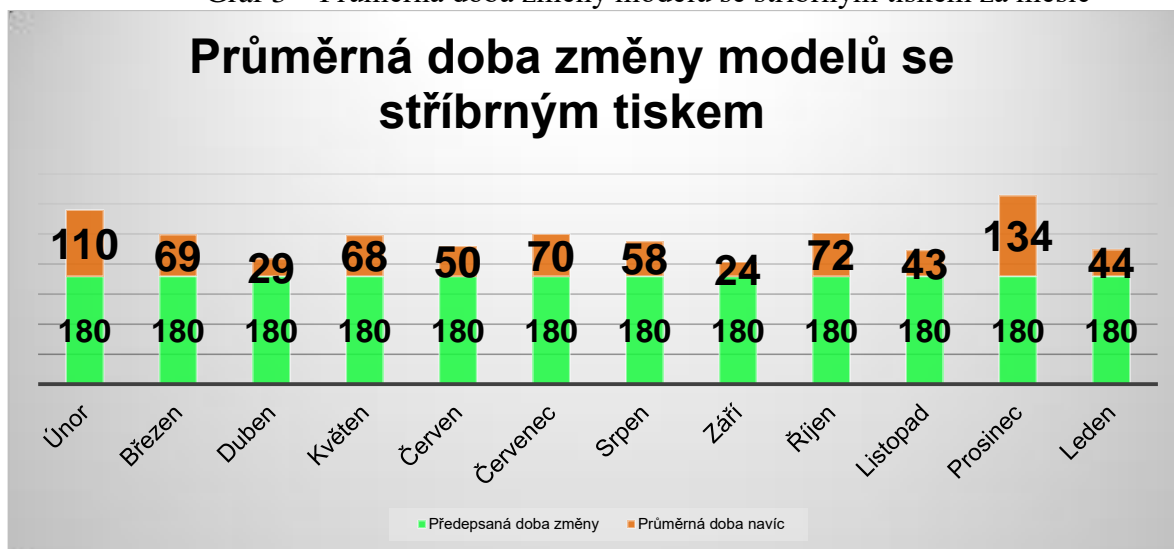
5.1.2 Analýza historických dat pro zjištění frekvence, průměru a odchylky změny

Z dat získaných ze systému SkyNet za rok 2017, byla stanovena frekvence změn se stříbrným tiskem za měsíc Graf č.2 a průměr odchylek od předepsaného času za měsíc, které jsou vidět na Grafu č.3

Graf 2 – Počet změn modelů se stříbrným tiskem



Graf 3 – Průměrná doba změny modelu se stříbrným tiskem za měsíc



5.1.3 Vytvoření průběžného systému sledování

V tomto bodě byl k současnému sběru dat pomocí programu SkyNet, přidán nový dokument s novou upravenou normou pro změnu modelu se stříbrným tiskem, který je vyobrazen na Obr. 8., kde předák linky zapíše, o jakou změnu se jednalo a jestli splnil danou normu. Případně důvod proč nebyla norma dodržena. Tento dokument se stal součástí nástěnky stroje a je pravidelně analyzován a archivován.

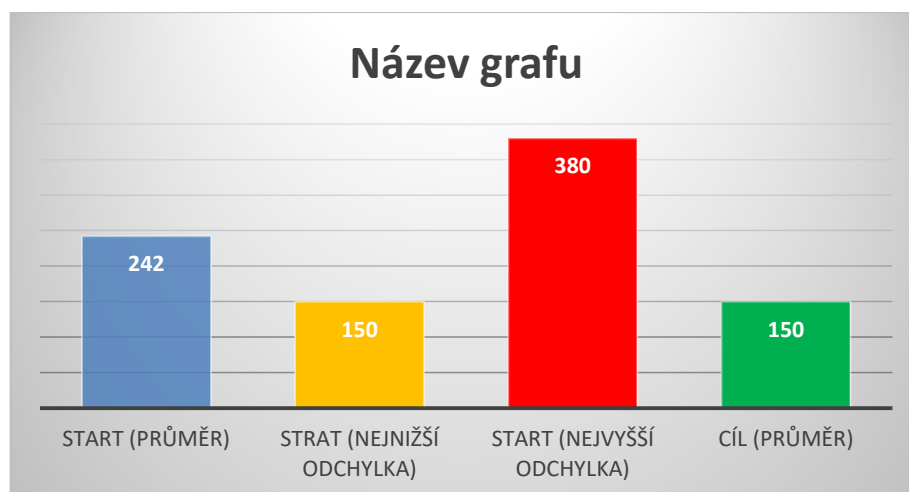
Obrázek 7 - Sběr dat pro změny modelu

OPI – čas změny modelu a verze na lince IN40-SL40																
Datum	Směna	Typ změny verze a norma (min)				Změna modelu	Kappa	Model	SAP verze	Doba změny (min)	Stroj	Vyhozená skla při změně (ks)				Poznámka
		1 sito	2 sítá	1 sito + stříbro	2 sítá + stříbro							vnější sklo		vnitřní sklo		
		15	30	75	90							počet	max. GR /Kappa (SL40) S2/S2+S4 (SD40)	počet	max. GR /Kappa (SL40) S2/S2+S4 (SD40)	
30.9.20	D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VW 320 LA VW 320	1347110 M 1347110	80	SL40	7	5/5	7	3/5		
										SD40	3	3/3	3	0/3		
24.10.18	C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VW S20	1384881 LA 1384881	0	SL40	0	5/5	0	3/5		
										SD40	2	3/3	0	0/3		
24.11	A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VOLVO V40	1584881 M 1584881	150	SL40	0	5/5	0	3/5	nějaké odchyly + 200 700	
										SD40	3	3/3	3	0/3		
4.4.11	A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VOLVO V40	1584881 M 1584881	0	SL40	0	5/5	0	3/5		
										SD40	0	3/3	2	0/3		
11.4.20	D	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	VOLVO V40	1584881 M 1584881	0	SL40	0	5/5	0	3/5		
										SD40	0	3/3	1	0/3		
5.4.2018	C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VOLVO V40 LA VW 407	1584881 M 8030726	120	SL40	1	5/5	2	3/5	VŠVOJ V40 KAPPA	
										SD40	3	3/3	0	0/3		
5.4.2018	C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	VW 407 LA VW 320	8030726 M 1347110	120	SL40	2	5/5	0	3/5		
										SD40	2	3/3	0	0/3		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				SL40		5/5		3/5		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				SD40		3/3		0/3		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				SL40		5/5		3/5		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				SD40		3/3		0/3		

5.1.4 Definování počátečního stavu a cíle

Počáteční stav^[13] byl definován jako průměrná hodnota zjištěných dob změn modelů se stříbrným tiskem. Cílová hodnota pro dobu změny, byla stanovena změřením času změny modelu technologem linky sítotisku při ideálních podmínkách. Tyto hodnoty i s maximální a minimální odchylkou jsou uvedeny v Grafu č.4.

Graf 4 – Průměrná počáteční hodnota a cílová hodnota pro změnu modelu

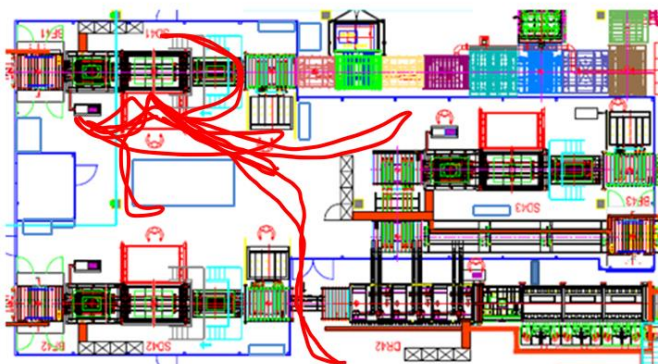


Nejvyšší odchylka od normovaného času seřízení stroje je zapříčiněna nájezdem stříbrného tisku, kdy tiskař po usazení potisku na skle posílá dále po lince vždy 5 skel na testové změření odporu. Pokud odpor neodpovídá nastaveným tolerancím, tiskař upraví hodnoty tisku a pošle dalších 5 skel. Takto pokračuje, dokud nedostane odpor potisku do předepsaných tolerancí. Každé z těchto testovacích měření trvá 8 minut a při nezkušenosti tiskaře jich může být mnoho.

5.2 Definování aktuálně nejlepšího standardu a zaškolení obsluhy

5.2.1 Nasnímání a formalizace současné metody

Obrázek 8 - Špagety diagram



Jak je vidět na obrázku špagety digramu č.8, kde jsou dvě operace, u kterých se musí pracovník více vzdálit od stroje. Tyto operace jsou nahrazeny přípravou materiálu před započítím změny modelu a umístěním přechodných stojanů pro pomocný materiál. Špagety diagram byl vyhotoven pouze pro jeden tiskový stroj, protože oba další tiskové stroje jsou stejné jako tento. Výsledný záznam pořázený stopkami je vidět v tabulce č. 10, 11 a 12.

Tabulka č.2 – Změna modelu na tiskovém stroji SD41 pro vnější skla

*	Kdo	Úkon	Před		
			h.mm.s		
			Start	Trvání	Konec
1	Tiskař+Předák	Vyndání Síta SD41	0:00:00	0:01:00	0:01:00
2	Tiskař	Vyndání natahovací a tiskové téřky SD41	0:01:00	0:01:20	0:02:20
3	Tiskař+Předák	Vložení nového síta do SD41	0:02:20	0:00:40	0:03:00
4	Tiskař	Přehrání programu SD41	0:03:00	0:01:00	0:04:00
5	Tiskař	Vyndání masek z předešlé výroby	0:04:00	0:05:00	0:09:00
6	Tiskař	Přenesení skla na tiskový stůl	0:09:00	0:00:30	0:09:30
7	Tiskař	Vložení masek na aktuální výrobu	0:09:30	0:05:00	0:14:30
8	Tiskař	Nalítí barvy	0:14:30	0:00:30	0:15:00
9	Tiskař	Vrácení stroje do základní pozice	0:15:00	0:01	0:16:00
10	Tiskař	Nájezd síta	0:16:00	0:03:15	0:19:15
11	Tiskař	Čištění síta	0:19:15	0:02:20	0:21:35

Tabulka č.3 – Změna modelu na tiskovém stroji SD42 pro vnitřní skla

*	Kdo	Úkon	Před		
			h.mm.s		
			Start	Trvání	Konec
1	Tiskař+Předák	Vyndání Síta SD42	0:00:00	0:01:00	0:01:00
2	Tiskař	Vyndání natahovací a tiskové těrky SD42	0:01:00	0:01:20	0:02:20
3	Tiskař+Předák	Vložení nového síta do SD42	0:02:20	0:00:40	0:03:00
4	Tiskař	Přehrání programu SD42	0:03:00	0:01:00	0:04:00
5	Tiskař	Vyndání masek z předešlé výroby	0:04:00	0:05:00	0:09:00
6	Tiskař	Přenesení skla na tiskový stůl	0:09:00	0:00:30	0:09:30
7	Tiskař	Vložení masek na aktuální výrobu	0:09:30	0:05:00	0:14:30
8	Tiskař	Nalítí barvy	0:14:30	0:00:30	0:15:00
9	Tiskař	Vrácení stroje do základní pozice	0:15:00	0:01	0:16:00
10	Tiskař	Nájezd síta	0:16:00	0:03:15	0:19:15
11	Tiskař	Čištění síta	0:19:15	0:02:20	0:21:35
12	Tiskař	Čekání na výsledky měření stříbra po vypálení - úprava parametrů tisku stříbra	0:21:35	0:08:00	0:29:35

Tabulka č.4 – Změna modelu na tiskovém stroji SD43 pro vnitřní skla

*	Kdo	Úkon	Před		
			h.mm.s		
			Start	Trvání	Konec
1	Tiskař	Vyndání masek z předešlé výroby	0:00:00	0:05:00	0:05:00
2	Stroj	Čekání na sklo z 2. tisku	0:05:00	0:05	0:10
3	Tiskař+Předák	Vložení síta do SD43	0:10:00	0:00:40	0:10
4	Tiskař	Vložení natahovací a tiskové těrky SD43	0:10:40	0:01:20	0:12:00
5	Tiskař	Přehrání programu SD43	0:12:00	0:01:00	0:13:00
6	Tiskař	Vložení masek na aktuální výrobu	0:13:00	0:05:00	0:18:00
7	Tiskař	Přenesení skla na tiskový stůl	0:18:00	0:00:30	0:18:30
8	Tiskař	Nalítí barvy	0:18:30	0:00:30	0:19:00
9	Tiskař	Vrácení stroje do základní pozice	0:19:00	0:01	0:20:00
10	Tiskař	Nájezd síta	0:20:00	0:03:15	0:23:15
11	Tiskař	Čištění síta	0:23:15	0:02:20	0:25:35

5.2.2 Identifikace možných zlepšení (5S, štítkování....)

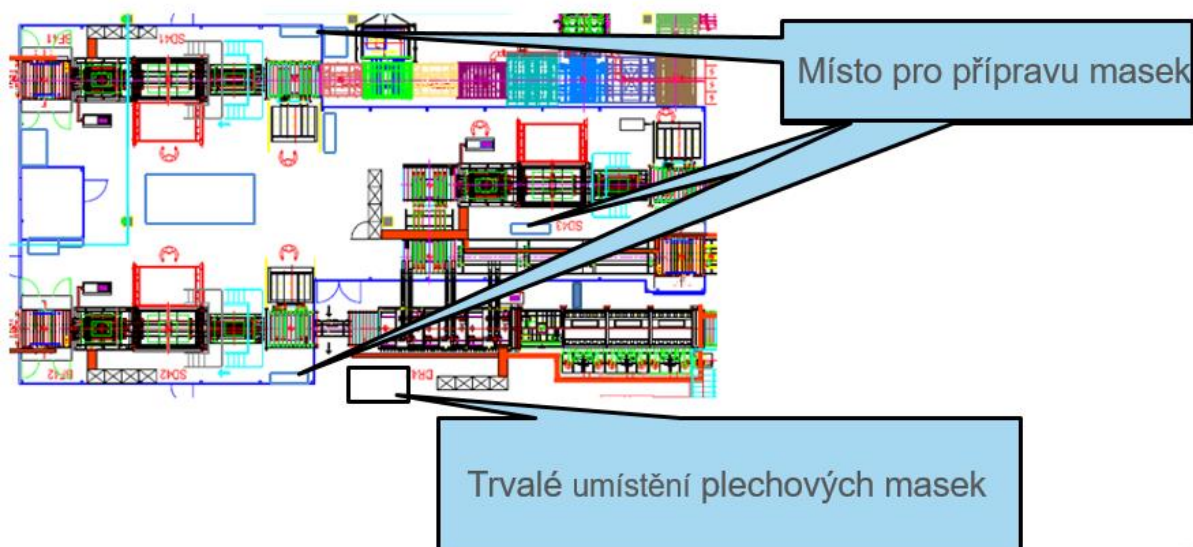
Dle výsledků ze špagety diagramu byly na linku přidány pomocné stojany pro umístování plechových masek, potřebných pro dokonalý tisk. Jsou blíže ke stroji než jejich primární umístění a dají se připravit před započítáním změny modelu. Bylo nastaveno 5S v celé oblasti sítotisku, byly uspořádány skříně pro pomocný materiál a chemické látky, jako je zobrazeno na obrázku č. 19. Obrázek.

Obrázek 9 - Příklady 5S standardů



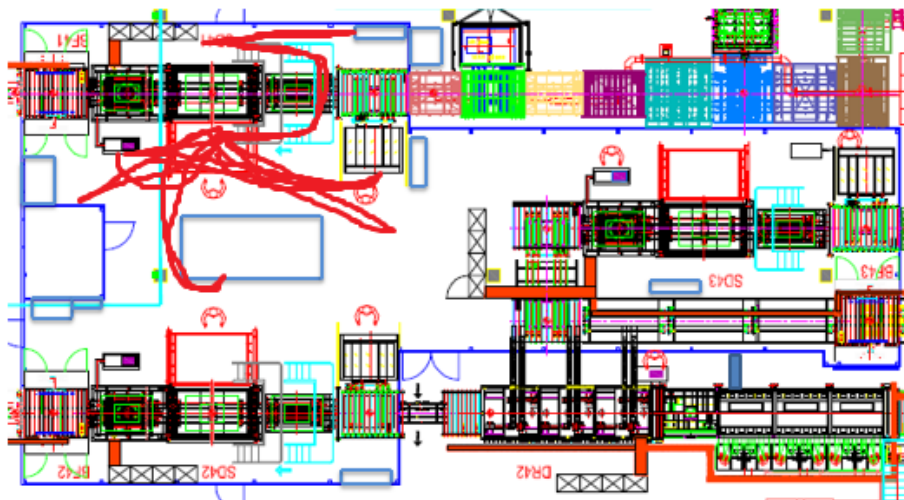
Umístění jednotlivých stojanů je zobrazeno na obr. č.10

Obrázek 10 - Umístění stojanů pro tiskové masky



Výsledný špagety diagram je na obr. č.11.

Obrázek 11 - Výsledný špagety diagram



5.3 Analýza anomálií a jejich řešení

Ze zjištěných technologických anomálií, byly stanoveny čtyři opakující se anomálie, které byly řešeny pomocí analýzy „5xProč“^{[2][8]} na Obr. č.12.

Obrázek 12 - Analýza 5xProč

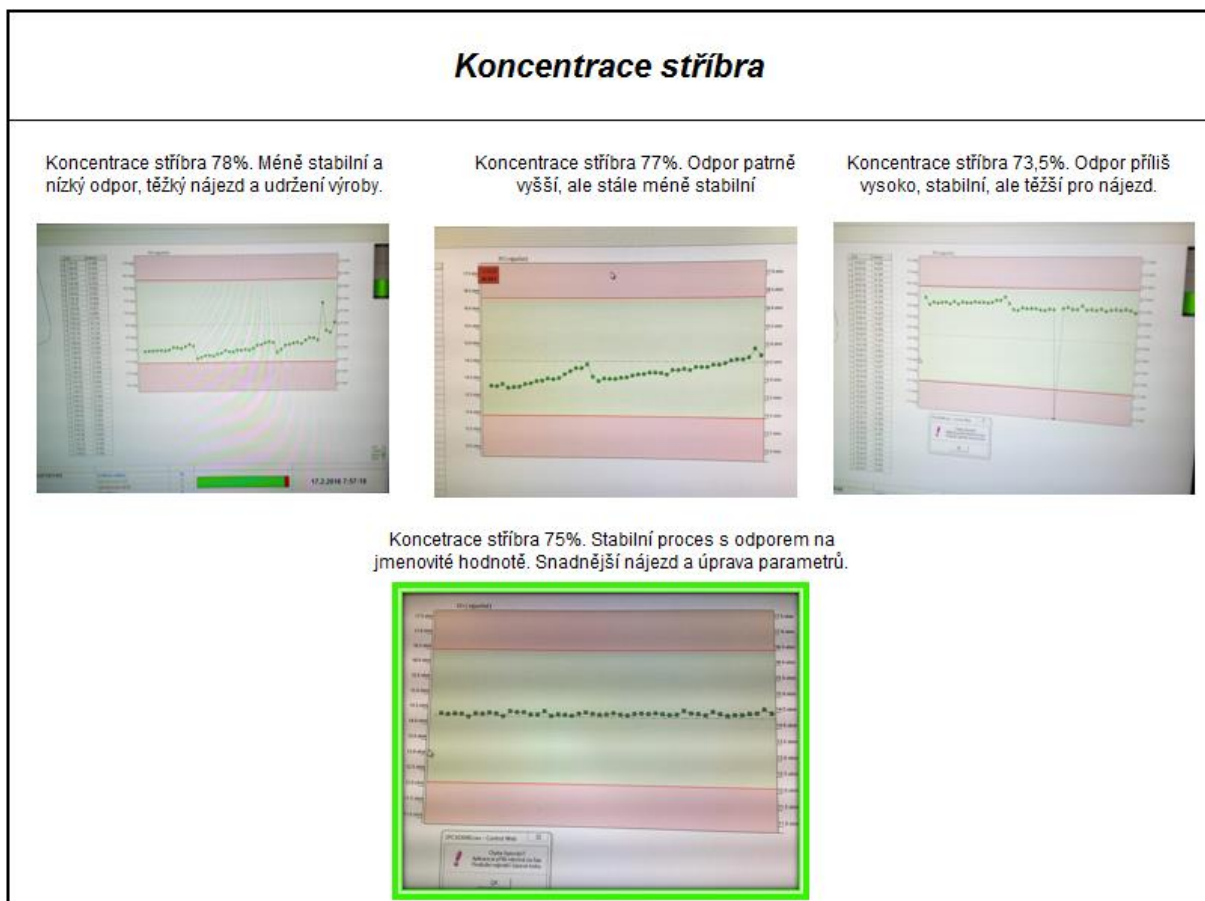
Analýza 5 x PROČ														
Problém	Proč (1)	Protože	Proč (2)	Protože	Proč (3)	Protože	Proč (4)	Protože	Proč (5)	Protože	Preventivní akce	Nápravné akce	4M	
Dochází k nedodržení předepsané délky prostroje na změnu verze a modelu		Špatná koncentrace stříbra	Proč?	Není stanovena přesná koncentrace	Proč?	Odpor stříbra na skle určuje mnoho faktorů					Stanovení jasného rozmezí pro použití koncentrace stříbra	Nalezení ideální přesné koncentrace stříbra, která bude vždy OK	Materiál	
	Proč?	Umístění tiskových masek trvá dlouho	Proč?	Umísťují se až po přijetí prvního skla z řezačky	Proč?	Masky nemají pevnou polohu na tiskovém stole	Proč?	Při vývoji modelů nebylo nastaven umístování masek na stejné místo			Vytvoření značek na maskách a na tiskovém stole pro přesné uložení	Vyvrtní děr do držáků a masek pro přesné a vždy stejné umístění	Stroj	
		Nájezd vnitřních skel trvá dlouho	Proč?	Na řezačce najíždějí nejdříve vnější skla a vnitřní přijíždějí později	Proč?	Není stanoveno která skla mají předáci najíždět jako první.						Proškolení obsluhy	Vytvoření OPL pro nájezd modelů se stříbrným tiskem	Člověk
		Síto je špatně připraveno, nebo je poškozené	Proč?	Tiskař jej špatně připravil, nebo nevyřizl	Proč?	Nevšimli si, že má uděláno hodně skel	Proč?		Není stanovena hranice vyrobených skel pro vyřezávání sít			Proškolení obsluhy	Vytvoření pracovního návodu se stanovenou hranicí pro vyřezávání sít	Materiál

Špatná koncentrace stříbra

Stříbrná pasta pro použití na tiskových strojích se míchá ze dvou výrobcem daných koncentrací, 60% a 88%. Pro každý model se míchá jiná koncentrace stříbrné pasty z důvodu jiné délky a síly tištěného stříbrného drátku. Bylo tedy nutné stanovit jasné rozmezí koncentrace stříbrné pasty. Výsledná koncentrace nesmí být nižší než 65%, aby bylo možné naletování kontaktů pro vyhřívání.

Z analýzy 5xProč bylo zjištěno, že koncentrace stříbrné pasty, není vždy míchána stejně a dochází k neřízeným úpravám pomocí přidávání různých druhů koncentrací stříbrné pasty při výrobě. Pomocí testů koncentrace při výrobě, obr. č.13, byla stanovena výsledná ideální koncentrace pro každý daný model. Odpor byl měřen na stroji pro automatické měření elektrických parametrů při výrobě. Výsledná koncentrace stříbrné pasty pro daný model byla 75%.

Obrázek 13 - Stanovení koncentrace



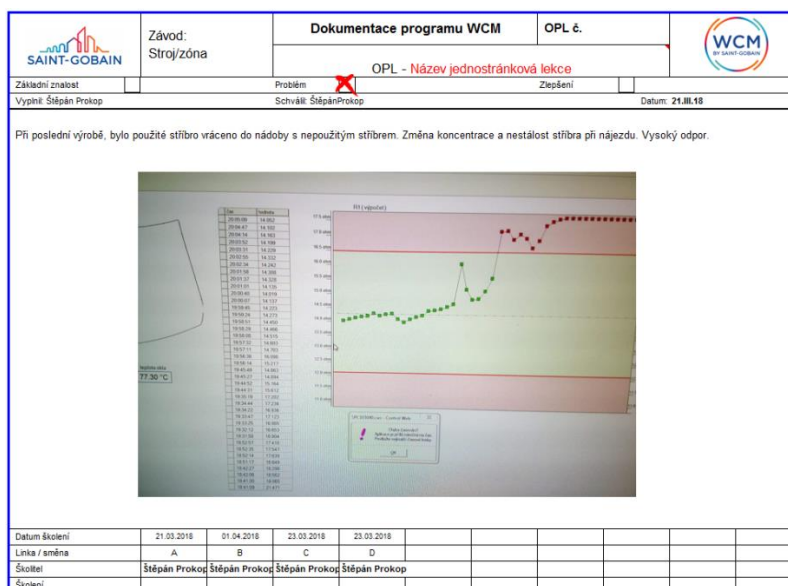
V průběhu následující výroby byla zjištěna anomálie ve stabilitě měřených odporů. Po sledování výroby a její ukončení bylo zjištěno, že zbylá použitá stříbrná pasta z výroby byla vrácena do původní nádoby. U použité stříbrné pasty došlo k poklesu koncentrace stříbra a to zapříčinilo nestabilitu procesu při další výrobě, obr. č.14. Pro tento problém byl vytvořen

školicí materiál pro obsluhu tiskových strojů a návod pro nakládání s použitou stříbrnou pastou.

Použitá stříbrná pasta neměla již požadovanou koncentraci a byly pro ni vyčleněny speciálně označené nádoby. Ve firmě však nebylo zařízení pro změření koncentrace stříbrné pasty, a tak probíhalo její zpracování obtížně, nebo byla pasta zlikvidována.



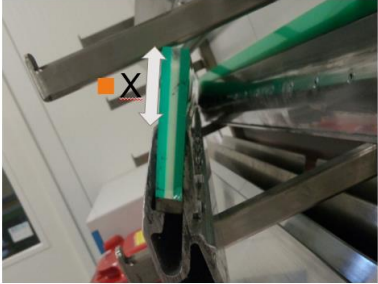
Po konzultaci s dodavatelem byly zjištěny dvě možné varianty zjištění koncentrace a to zasláním vzorku dodavateli, který koncentraci zjistí, nebo zakoupení rychlozpopelňovací pece pro vypálení stříbra a z následného poměru hmotností zjištění koncentrace. Z důvodu vyšších nákladů na zjišťování koncentrace u dodavatele byla zakoupena pec.

Obrázek 14 - Vliv odpadního stříbra na výsledný odpor



Pro stabilitu a shodný výsledný odpor je důležitá také tisková těrka a rychlost tisku, která výrazně ovlivňuje výsledný odpor. Při použití nové nebo nabroušené gumové těrky je výsledný odpor stříbra vyšší. Úpravou rychlosti tisku se reguluje snížení odporu vlivem otupení těrky a to tím, že čím nižší rychlost tisku, tím je natištěna menší vrstva stříbrné pasty a tudíž vyšší výsledný odpor. Dále je možné upravit hodnotu odporu pomocí přítlaku tiskové těrky, čím je vyšší tlak, tím je odpor nižší. Proto bylo stanoveno nastavení pro nájezd modelu s nabroušenou tiskovou těrku a nejvyšší rychlostí tisku se zaškolením personálu, obr. č.15.

Obrázek 15 - Nastavení tlaku těrky



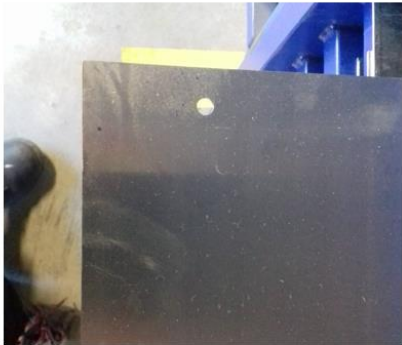

		Závod: SGS Stroj/Linka IN40-SD40		Dokumentace programu WCM		OPL 6.4																																											
Základní zناعت <input checked="" type="checkbox"/>		Problém <input type="checkbox"/>		OPL - Název jednostránková lekce		Zlepšení <input type="checkbox"/>																																											
Vypíše: Štěpán Prokop		Schválí: Prokop Štěpán						Datum: 20.IV.18																																									
Nastavení těrky pro nájezd modelu se stříbrným tiskem																																																	
Pro najetí modelu se stříbrným tiskem použij vždy nabroušenou tiskovou těrku a nejvyšší rychlost tisku. Nová těrka má výšku 27 mm																																																	
Hodnota tlaku na stupnici přítlaču těrky se počítá jako rozdíl výšky nové těrky a aktuální změřené výšky + 10.																																																	
Příklad: Aktuální výška= 23 mm Hodnota nastavení= 27-23+10=14 mm																																																	
																																																	
<table border="1"> <tr> <td>Datum školení</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Linka / směna</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Školitel</td> <td>Prokop Štěpán</td> <td>Prokop Štěpán</td> <td>Prokop Štěpán</td> <td>Prokop Štěpán</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Školení</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>										Datum školení										Linka / směna	A	B	C	D						Školitel	Prokop Štěpán	Prokop Štěpán	Prokop Štěpán	Prokop Štěpán						Školení									
Datum školení																																																	
Linka / směna	A	B	C	D																																													
Školitel	Prokop Štěpán	Prokop Štěpán	Prokop Štěpán	Prokop Štěpán																																													
Školení																																																	

Umístění tiskových masek trvá dlouho

Tisková maska se skládá ze dvou částí plechu, které mají uprostřed vytvořená tvar skla laserem. Tento tvar je větší o 2 mm oproti sklu a samotný plech je tenčí o 0,1 mm. Tyto masky se upínají na tiskový stůl pomocí 8 šroubů a přikládají se na zcentrované sklo přenesené na tiskový stůl.

Podmínkou pro umístění masek je obroušené sklo, ke kterému se masky spasují. Proto bylo vytvořeno značení na tiskových maskách, které udává danou pozici masky bez potřeby skla. Další fází této úpravy bude využití upínacích šroubů pro masky jako centrování masky. Pro tento postup byl vytvořen návod a školení na obr. č.16. Pokračování změny modelu tedy může pokračovat nezávisle na dodaném skle.

Obrázek 16 - Úprava centrování tiskových masek

		Závod: Stroj/zóna		Dokumentace programu WCM		OPL č. 2			
Základní znalost		Problém		OPL - Název jednostránková lekce		Zlepšení		Datum: 16.III.18	
Vyplnil: Štěpán Prokop		Schválil: Štěpán Prokop							
Před Masky nebyly nijak označeny.					Po Označení masek.				
									
Problém: Při nájezdu se čekalo na skla z řezačky.					Zlepšení: Masky se mohou vkládat hned při začátku změny.				
Výsledky:									
Datum školení									
Linka / směna									
Školitel									
Školení									

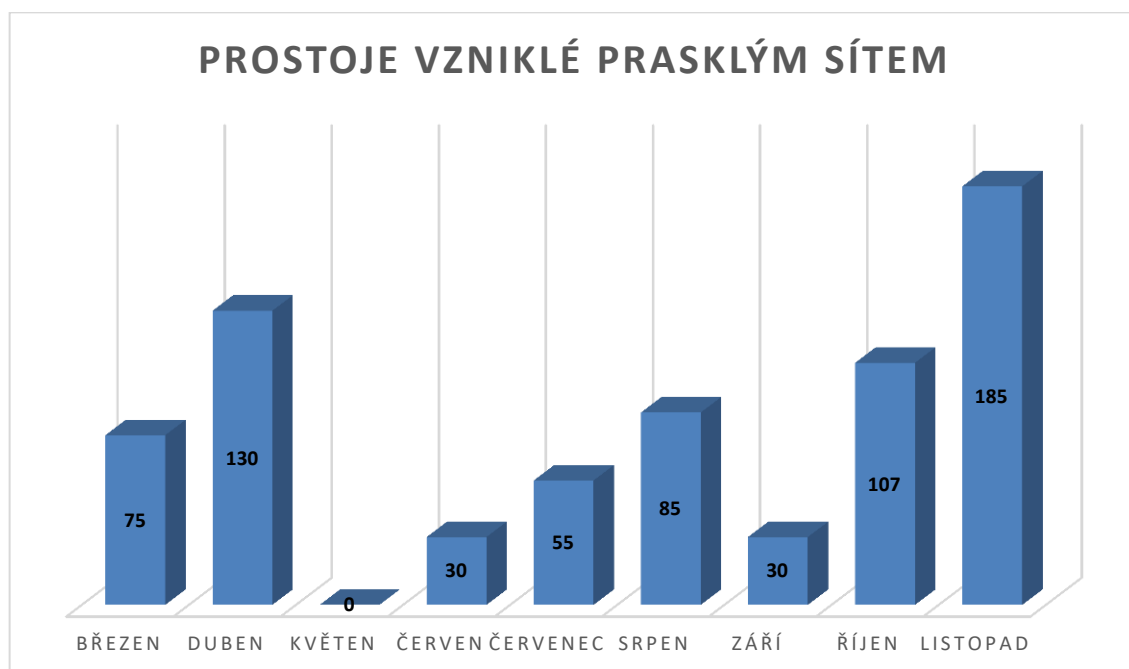
Nájezd vnitřních skel trvá dlouho

Pro nájezd modelu na řezacím stroji, nebylo stanoveno, který druh skel má předák změnit jako první. Pro kontrolu shodného odporu, se skla na začátku změny vyrábějí v dávkách po 5 kusech a až při zjištění, že je odpor v pořádku, se rozjede plná výroba. Čas potřebný pro zjištění odporu se může využít pro změnu modelu na stroji pro vnější skla.

Síto je špatně připraveno, nebo je poškozené

Pro tisková síta není stanoven maximální počet vyrobených. Síto je vyměněno, buď ze zkušenosti tiskaře, který pozná podle kvality tisku, že je již opotřebené, nebo praskne a zapříčiní tak prostoj pro úklid linky, které se zanesou tiskovou barvou. Prasknutí vlivem opotřebení síta se stává převážně při změně modelu, kdy si pracovník tisku nezkontroluje počet vyrobených skel na aktuální síto z minulé výroby. Tyto dvě metody pro výměnu síta jsou nespolehlivé, nežádoucí a pro nezkušené pracovníky obtížné. Měsíční prostoje vzniklé protržením síta jsou zobrazené na grafu č.5 v minutách.

Graf 5 – Prostoje vzniklé prasklým sítem



Analýzou karet sít, kde se zapisují počty vyrobených skel a důvod jejich vyřazení, bylo zjištěno, že 80% sít prasklých vlivem opotřebení praskne při 5500 a více vyrobených kusů skel. Byla tedy nastavena hranice pro výměnu síta na 5000 ks vyrobených skel.

5.4 Zlepšování standardu

ECRS analýza pro změnu modelu na tiskovém stroji pro přetisk stříbrné pasty

Přetisk stříbrné pasty černou barvou se používá pro ochranu před poškozením, ke kterému je stříbrný drát náchylný. Tento tisk probíhá na tiskovém stroji, který není za běžných podmínek v provozu a probíhá na něm změna modelu až při výrobě skel se stříbrným tiskem.

Tabulka č.5 – ECRS analýza

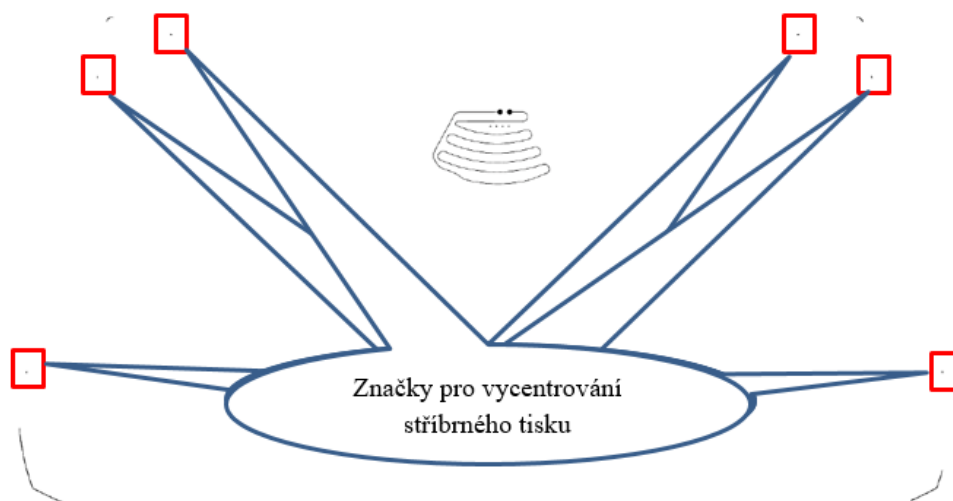
Ukázat všechny aktivity		All	Čas před zlepšením		0:25:35	Čas po zlepšení		0:12:35	-51%			
Ukázat vyplněné aktivity		Filled	Čas před zlepšením		0:25:35	Čas po zlepšení		0:12:35	-51%			
#	Popis úkolu	Problém	E Eliminovat	C Kombinovat	R Redukovat	S Zjednodušit	Myšlenka	Před		Po		Akce
								h.mm.ss	Trvání	h.mm.ss	Trvání	
1	Výndání masek z přešešlé výroby	Výměna plechových masek	x				Masky se mohou vyndat před výrobou	0:05:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	Po dojezdu modelu vyndat plechové masky.
2	Vložení síta do SD43	Netze jinak udělat	x				Lze vložit před výrobou	0:00:40	0:00:00	0:00:00	0:00:00	Vložení před začátkem změny modelu
3	Vložení natáhovací a tiskové téřky SD43	Netze jinak udělat	x				Lze vložit před výrobou	0:01:20	0:00:00	0:00:00	0:00:00	Vložení před začátkem změny modelu
4	Přehráni programu SD43	Netze jinak udělat	x				Lze přehrát před výrobou	0:01:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	Přehráni před začátkem změny modelu
5	Čekání na sklo z 2. tisku	Netze jinak udělat						0:05:00	0:00:00	0:00:00	0:05:00	
6	Přenesení skla na tiskový stůl	Netze jinak udělat						0:00:30	0:00:00	0:05:30	0:05:30	
7	Vložení masek na aktuální výrobu	Nemají přesné umístění	x				Vytvořit přesné umístění pro všechny masky	0:05:00	0:00:00	0:05:30	0:05:30	Nečeká se na sklo, masky se umístí na značky
8	Nalítí barvy	Netze jinak udělat						0:00:30	0:00:00	0:05:30	0:06:00	
9	Vrácení stroje do základní pozice	Netze jinak udělat						0:01:00	0:00:00	0:06:00	0:07:00	
10	Nájezd síta	Netze jinak udělat						0:03:15	0:00:00	0:07:00	0:10:15	
11	Čištění síta	Netze jinak udělat						0:02:20	0:00:00	0:10:15	0:12:35	

Dle ECRS^[7] analýzy v tabulce č. 5 je vidět, že byla vlivem přípravy stroje před začátkem změny modelu, snížena potřebná doba o téměř polovinu.

Úprava rozsahu tisku

Nedílnou součástí změny modelu je kontrola kvality natištěné oblasti. U lokálního tisku vyhřívání kamerového okénka na čelním skle, obr. č.17, je kontrola kvality velice problematická. Zde je veliké riziko propíchnutí síta střepem a následné nežádoucí tištění stříbrné tečky v průhledové ploše skla. Pro zákazníka je důležitý pouze tisk vyhřívání v oblasti kamery a jeho poloha. Poloha tisku se udává pomocí natištěných značek okolo hrany skla a úpravou jejich polohy na stanovenou hodnotu.

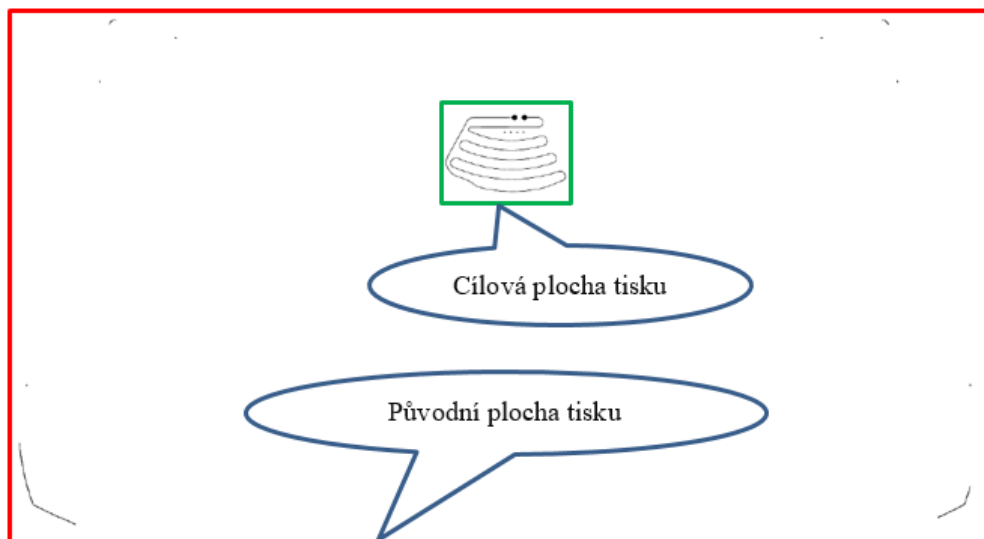
Obrázek 17 - Vycentrování stříbrného potisku



To podmiňuje tisk celé plochy skla. Muselo být tedy nalezeno řešení pro vycentrování stříbrného tisku bez použití centrovacích značek.

Stanovení cíle pro plochu tisku je vyobrazeno na obr. č.18. Cílová plocha tisku je později z velké části překryta černým tiskem a následně i komponentem sloužícím pro uchycení vybavení vozidla. Tím se sníží plocha kontroly a její náročnost.

Obrázek 18 - Stanovení cílové plochy tisku



Pro vytvoření šablony pro vycentrování stříbrného potisku byla použita kopie diapozitivu, která slouží pro výrobu síta. Tato kopie byla připevněna na plastovou desku, kde po přiložení skla bylo možné změřit rozdíl a upravit tak polohu tisku bez použití centrovacích značek.

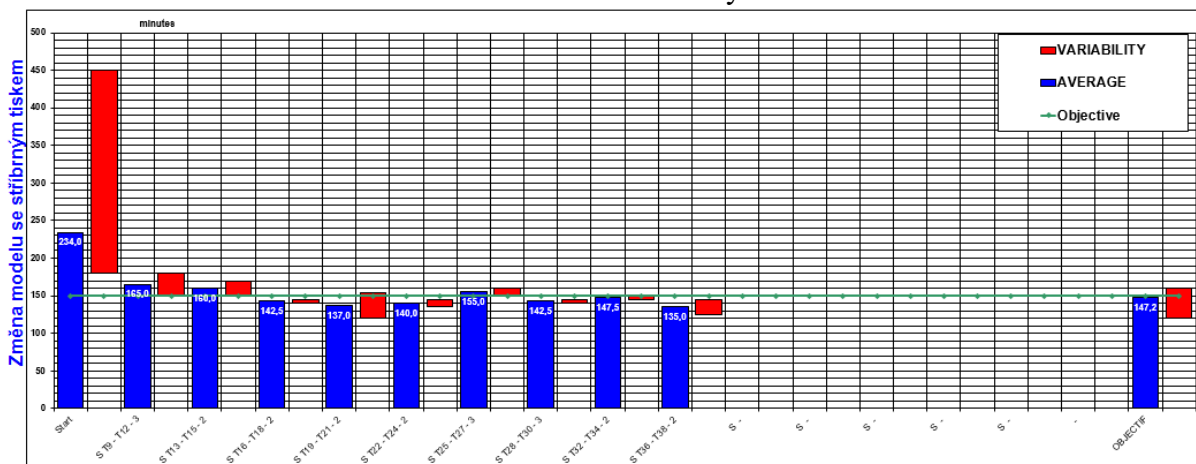
6 Výsledky a jejich hodnocení

Projekt měl za cíl analyzovat změnu modelu se stříbrným tiskem na lince SD-40. Z této analýzy vyšla opatření pro zkrácení změny modelu. Při použití špagety diagramu a nástroje 5S bylo docíleno úpravou pozic pomocného materiálu zkrácení času změny o 3 minuty na každém stroji. Toto zkrácení času se projeví nejen u změn modelů se stříbrným tiskem, ale i u všech ostatních změn modelů.

Dále byla provedena analýza prostojů vzniklých změnou modelů s překročením předepsané délky prostoje. Z této analýzy vyplynulo, že veškeré tyto prostoje, byly způsobeny úpravou odporů stříbrného potisku. Tyto úpravy se podařilo eliminovat pouze na jeden výskyt a to při testu prvních 5 skel. Výsledný čas změny v průběhu projektu je zobrazen indikátorem výkonu na grafu č.6. Z tohoto grafu je vidět, že po implementaci změn bylo dosaženo průměrné doby změny modelu se stříbrným tiskem 147,2 minuty. Při udržení této doby potřebné pro změnu došlo k úspoře času oproti průměru o 89 minut na jednu změnu modelu. Což při hodinových nákladech linky, které činí 8 160 Kč a plánovaných třech změnách modelu se stříbrným tiskem za měsíc, vychází na celkovou úsporu 434 764 Kč za rok.

Dále byly odstraněny více práce spojené s opravou skel, která jsou natištěna nežádoucími stříbrnými tečkami v ploše způsobenými střepy na skle.

Graf 6 – Indikátor výkonu



7 Závěry a doporučení

Projekt byl stanoven a vycházel z dlouhodobého sledování prostožů dané linky a jejich analýzy. Výsledkem analýzy, aplikací metod a opatření pro snížení času potřebného pro změnu modelu se stříbrným tiskem bylo dosaženo pozitivního trendu a srovnání rozptylu mezi časy změn modelu mezi směnami. Dosavadní sledování ukazují, že výsledný normovaný čas se velmi přiblížil k technickým a lidským hranicím. Výsledky projektu se mohou dále aplikovat na ostatních linkách ve firmě, kde dochází také k výrazným ztrátám z důvodu změny modelu.

Tento normovaný čas již nebude za stávajících podmínek možné snížit. Pro další zrychlení změny modelu je nutno upravit technologie pro odstranění lidského faktoru. Centrování potisku na skle by mohlo být realizováno kamerovým systémem, do kterého by operátor tisku nemusel zasahovat. Tento systém již funguje pro automatický tisk pomocí tiskových robotů.

8 Seznam použitých zdrojů

- [1] Interní materiály Saint Gobain – Sekurit
- [2] 5 Whys *cs.wikipedia.org* [online]. 8. 6. 2018 [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/5_Whys?veaction=edit&ion=3
- [3] Spaghetti-diagram. *cie-group.cz* [online]. [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/spaghetti-diagram/>
- [4] 5s-metoda. *lean-fabrika.cz* [online]. [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <http://www.lean-fabrika.cz/terminologie/5s-metoda#.XJ0gRrrOWUk>
- [5] Pull systém. *kanbanize.com* [online]. [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://kanbanize.com/lean-management/pull/what-is-pull-system/>
- [6] Kavka, M., Mimra, M.: Řízení a organizace výrobních procesů. Interní učební text. ČZU v Praze, Technická fakulta, Praha, 2018.
- [7] Ongkunaruk, Pornthipa & Wongsatit, Wimonrat. (2014). An ECRS-based line balancing concept: A case study of a frozen chicken producer. *Business Process Management Journal*. 20. 10.1108/BPMJ-05-2013-0063
- [8] DOSKOČIL, Radek a Branislav LACKO. Root Cause Analysis in Post Project Phases as Application of Knowledge Management. *Sustainability* [online]. 2019, **11**(6), 1667-1667 [cit. 2019-03-29]. DOI: 10.3390/su11061667. ISSN 20711050.
- [9] BAHADORPOOR, Zahra, Masoumeh TAJAFARI a Azam SANATJOO. Implementation of 5S Methodology in Public Libraries: Readiness Assessment. *Library Philosophy* [online]. 2018, , 1-16 [cit. 2019-03-29]. ISSN 15220222.
- [10] NORDEN, C. a J. ISMAIL. Defining a representative overall equipment effectiveness (OEE) measurement for underground bord and pillar coal mining. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy* [online]. 2012, **112**(10), 845-851 [cit. 2019-03-29]. ISSN 24119717.
- [11] BASL, Josef, Pavel MAJER a Miroslav ŠMÍRA. *Teorie omezení v podnikové praxi: Zvyšování výkonnosti podniku pomocí nástrojů TOC*. Grada, 2003. ISBN 802470613X.
- [12] BRUE, Greg. *Six Sigma for Managers*. McGraw-Hill Education - Europe, 2005. ISBN 0071455485.
- [13] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby: C.H.Beck pro praxi*. Praha: C.H.BECK, 2012. ISBN 978-80-7179-319-9.

- [14] J. SCHÖNBERGER, Richard. *World Class Manufacturing: The lessons of simplicity applied*. New York: Free Press, 2008. ISBN 978-1416592549.
- [15] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.
- [16] GUSTAV, Tomek a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4486-5.
- [17] Co je OEE. *Www.oeecz* [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.oeecz/co-je-oeecz>