

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojírenství
Studijní zaměření: Informační a komunikační technologie ve
strojírenském podniku

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Optimalizace produktových přestaveb v provozu balírny APDO,
Procter&Gamble, Rakona

Autor: **Mgr. Jana NACHLINGER**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal ŠIMON, Ph.D.**

Akademický rok 2011/2012

OBSAH

1	Cíle práce, charakteristika současného stavu	4
2	Štíhlá výroba.....	5
2.1	Charakteristika štíhlé výroby	5
2.2	Charakteristiky štíhlého podniku	7
2.3	Vybrané nástroje Lean production	9
3	Metoda WPI.....	16
3.1	Pět kroků WPI	16
3.1.1	Krok 1 – Příprava.....	17
3.1.2	Krok 2 – Vrácení pracovního procesu do základních podmínek	18
3.1.3	Krok 3 – Porozumění situaci.....	19
3.1.4	Krok 4 – Implementace zlepšení.....	22
3.1.5	Krok 5 – Standardizace a reaplikace.....	23
4	Optimalizace přestaveb pomocí nástroje WPI.....	24
4.1	LEGO Linka.....	24
4.2	Typy balených produktů a obalů	26
4.3	Typy přestaveb na LEGO lince	28
4.4	Ztráta na PR (spolehlivosti procesu linky) způsobená přestavbami	31
4.5	WPI projekt optimalizace produktových přestaveb	32
4.6	Validace nových limitů	37
5	Výsledky	38

Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Jana Nachlinger

5.1 Organizace formátových přestaveb	38
5.2 Snížení časové ztráty na formátové přestavby	40
Závěr	43
Literatura.....	44

1 Cíle práce, charakteristika současného stavu

Cílem této bakalářské práce je v teoretické části stručně představit zásady a metody štíhlé výroby a přiblížit nástroje, které používá. Podrobněji budu pak charakterizovat metodu SMED, která vznikla za účelem použití pro optimalizaci formátových přestaveb výrobní linky. Pomocí této metody chci v praktické části navrhnout zlepšení procesu produktových přestaveb v provozu balírný deodorantů a antiperspirantů APDO v závodě Procter & Gamble Rakona.

Dalším nástrojem, který zde představuji, je WPI. Jde rovněž o metodu, která se používá ke zlepšování přestaveb a procesů obecně. Vychází ze štíhlé produkce a z metody SMED a je to standardní nástroj používaný ve společnosti Procter and Gamble.

APDO (Anti-Perspirant Deodorant) je jedním ze tří hlavních výrobních oddělení závodu Rakona v Rakovníku. APDO je umístěno ve dvoupatrové budově. V přízemí se nachází varna a sklad surovin, v prvním patře balárna se skladem finálních výrobků. K balení produktu jsou využívány dvě balící linky. Linka č. 2 je využívána pouze pro balení produktu Clear Gel a její kapacita není plně využita. Linka č. 1, tzv. LEGO linka, je vysoce variabilní a lze na ní balit několik druhů produktů. Výroba zde probíhá ve třísměnném provozu. S vysokou variabilitou linky jsou spojené i značné ztráty na přestavbách. V této práci se tedy soustředím na snížení ztrát při přestavbách právě na této lince.

Produkty balené na LEGO lince se dělí do dvou hlavních skupin – produkty na silikonové bázi a produkty na vodní bázi. Mezi produkty na silikonové bázi patří IS (Invisible solid, tuhé antiperspiranty), Mesh (tuhý krém). K produktům na vodní bázi patří Roll On a GD1 a GD7 (tuhé gelové deodoranty). K proplachům mezi jednotlivými dávkami se používá buď minerální olej o minimální teplotě 90 °C, nebo horká demineralizovaná voda, podle druhu produktu. V případě přejíždění mezi bázemi je potřeba propláchnout nejprve olejem a poté vodou, nebo naopak.

Na LEGO lince jsou umístěny dvě plničky. Nevýhodou je, že přes každou plničku jedou kanystry v jiné pozici (podél / napříč). Při přejetí mezi plničkami je tedy nutné přestavět většinu trasy. Dále je k dispozici zátkovač Norwalt pro zátkování spodem plněných kanystrů a víčkovač CMI, který je možno přestavět na víčkování Roll On, GD1 či IS podle potřeby.

Standardní počet operátorů na balárně jsou čtyři na směně. Jeden operátor se věnuje lince č. 2 a na LEGO linku jsou určeni tři operátoři. Dále jsou na lince kontraktorky, které vykonávají manuální práce a jejich počet se podle produktu pohybuje od sedmi do dvaadvaceti. Kvalitářka se pak stará o veškerou dokumentaci k výrobním dávkám, protože jde o výrobu kosmetiky a ta vyžaduje sledování většího množství procesních parametrů. Z offline teamu patří balárně ještě týmový vedoucí, elektrikář, dva procesní technici a procesní inženýr.

2 Štíhlá výroba

2.1 Charakteristika štíhlé výroby

Štíhlá výroba („Lean manufacturing“) je metodika vyvinutá japonskou firmou Toyota po druhé světové válce. Původním názvem je Toyota Production System (TPS). Základní filozofií této metodiky je vyrábět jen to, co zákazník požaduje – tzv. princip tahu. Produkty mají být vyrobeny v co možná nejkratším čas, s minimálními náklady a v požadované kvalitě. Základním prostředkem, jak toho dosáhnout, je minimalizace plýtvání. Pomáhá k tomu pět principů:

1. Určit hodnotu z hlediska zákazníka
2. Identifikovat všechny kroky v toku hodnoty a eliminovat ty, které nepřidávají hodnotu pro zákazníka
3. Vytvořit plynulý tok
4. Zavést princip tahu
5. Opakovat celý proces, dokud není dosaženo dokonalosti

Klasicky chápanou rovnicí $Náklady + Zisk = Cena$

štíhlá výroba mění na $Cena - Náklady = Zisk$.

Zde je vidět změna filozofie, kdy v druhém případě by zákazník neměl platit za chyby firmy, jako je tomu v případě prvním. [11]

Štíhlá výroba se soustředí na pět oblastí:

1. Cena
2. Kvalita
3. Doručení
4. Bezpečnost
5. Morálka

Stejně, jako je masová výroba považována za směr 20. století, štíhlá výroba je viděna jako produkční systém 21. století. Cílem štíhlé výroby není zavádění nových výrobních metod, ale provádění jen takových činností, které jsou potřebné a tyto činnosti provádět hned napoprve správně. Tzn. dělat právě to, co požaduje zákazník, co nejrychleji a s co nejmenším úsilím.

Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Jana Nachlinger

Zavedení a zvládnutí systému štíhlé výroby pomáhá dosáhnout následujících benefitů: 80 % snížení množství vyprodukovaného odpadu, 50 % snížení nákladu na výrobu, poloviční délka výrobních cyklů, redukce pracnosti o polovinu při konstantní nebo rostoucí výrobní kapacitě, redukce skladových zásob o 80 % při zvýšení úrovně služeb zákazníkům, 50 % nárůst kapacity současného příslušenství, vyšší kvalita, zisk, flexibilita systému v reakcích na změny v požadavcích, strategičtější zaměření a zlepšení toku hotovosti tím, že dojde ke zvýšení frekvence přepravy dodávek a fakturování.

Principy štíhlé výroby

Štíhlá výroba je založena na několika základních principech:

- Aktivita, které nepřidávají hodnotu či plýtvání jsou eliminovány cestou kontinuálního zlepšování.
- Pozornost je zaměřena na kontinuální zlepšování procesů, spíše než na výsledky, celého řetězce tvoření hodnot.
- Způsob uvažování štíhlé výroby je pojetím, nikoliv technikou. Kultura je jedním z nástrojů managementu.
- Kontinuální tok materiálu je dosažen fyzickým přeuspořádáním a strukturou systému spolu s kontrolními mechanismy.
- Jednokusová výroba či malé výrobní dávky jsou dosahovány s pomocí úspory času, kterou přináší nastavení zařízení. Pozornost je věnována údržbě strojů a čistému pracovnímu prostředí.
- Redukce tlaku ve výrobě, použití Just-in-Time pro kontrolu skladů.

Základní elementy štíhlé výroby

Základními elementy štíhlé výroby jsou redukce plýtvání, kontinuální tok jednokusové výroby a princip tahu ve výrobě. Jsou-li tyto elementy zaměřeny na oblasti nákladů, kvality a doručování, formuje to základy pro systém štíhlé výroby.

Koncept štíhlé výroby byl z velké míry inspirován Kaizenem – japonskou strategií plynulého zlepšování. Mezi klíčové strategie vedoucích společností uplatňujících štíhlou výrobu patří to, že dávají zaměstnancům pravomoci a šíří mezi nimi způsob myšlení orientující na zlepšování

Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Jana Nachlinger

procesů. Uplatňuje se imitace zákaznických vztahů, rychlý vývoj a výroba produktu a spolupráce s dodavateli.

2.2 Charakteristiky štíhlého podniku

Pro podniky uplatňující principy štíhlé produkce platí tyto charakteristiky:

- Integrovaný jednokusový plynulý pracovní tok
- Úzká integrace celého řetězce hodnot od suroviny až k finálnímu produktu prostřednictvím partnersky orientovaných vztahů s dodavateli a distributory
- Just-in-Time zpracování: část vstoupí do výrobní operace, je okamžitě zpracována a pohybuje se ihned k další operaci
- Krátké časy cyklů objednání-doručení. Schopnost vyrábět v malých dávkách, která je synchronizována s rozvrhy přepravy.
- Výroba je založena na objednávkách spíše než na předpovědích; plánování výroby je řízeno požadavky zákazníků neboli „taženo“ a nikoliv tlačeno potřebami na vytížení strojů.
- Minimální skladové zásoby v každém stupni výrobního procesu.
- Rychlé přestavby strojů a zařízení dovolují různým produktům, aby byly vyráběny jednokusovým tokem v malých dávkách.
- Layout výroby je založen na výrobním toku.
- Absolutní kontrola kvality; aktivní zapojení pracovníků ve vyhledávání a řešení problémů, aby byla zlepšena kvalita a eliminovány ztráty.
- Prevence vzniku defektů je upřednostňována před kontrolou a přepracováváním tím, že je kvalita zabudována do procesu a jsou zaváděny procedury, které dávají zpětnou vazbu o kvalitě v reálném čase.

Techniky štíhlé výroby jsou aplikovatelné nejen ve výrobě, ale i v průmyslu orientovaném na služby a v prostředí služeb. Každý systém obsahuje některou z forem plýtvání, tj. něco co nepřináší hodnotu pro zákazníka.

Komponenty systému štihlé výroby

Štihlá výroba se opírá o několik základních komponentů. Jejich aplikace v procesu výroby vede k zefektivnění výrobního procesu, zlepšení výsledků i kultury podniku. Společnost dodává přesně takové výsledky, na které je nadesignována. Chceme-li dosáhnout lepších výsledků, je důležité věnovat se společnosti jako celku, počínaje firemní kulturou, přes standardizovanou práci až po výrobu probíhající v úrovních. Komponenty systému štihlé výroby jsou:

1. Firemní kultura
2. Organizace pracoviště – 5S a vizuální kontrola
3. Standardizovaná práce
4. Flexibilní operace
5. Odpovědní zaměstnanci a kontinuální zlepšování (Kaizen)
6. Umění rychlých přestaveb
7. Řízení kvality a produktivity
8. Opravování chyb
9. Řízení materiálu
10. Výroba v úrovních

Druhy plýtvání

Metodika Lean Production rozlišuje sedm základních typů plýtvání, jsou to velké zásoby, čekání, nadbytečná výroba, kontrola kvality, opravy a přepracování, neefektivní pohyby a manipulace, zbytečná manipulace s materiálem a nevyužitá kreativita pracovníků.

Při optimalizaci procesu produktových přestaveb se soustředíme především na tyto čtyři druhy plýtvání: čekání, opravy a přepracování, neefektivní pohyby a manipulace a kontrola kvality. Zde jde o plýtvání tím, že je nutné kvalitu kontrolovat na konci procesu, přičemž by měla její tvorba zahrnuta přímo do něj.

2.3 Vybrané nástroje Lean production

K eliminaci plýtvání využívá štíhlá výroba několik nástrojů. Zde uvádím ty, které mohou být použity při optimalizaci přestaveb na výrobní lince:

- Soustavné zlepšování Kaizen – motivace pracovníků pro předkládání návrhů na zlepšování práce
- Důsledné dodržování zásad bezchybnosti - s využitím metody Poka Yoke, PDCA
- Montážní linka – pracovníci sami určují nejlepší způsob montáže
- Mapování hodnotových toků
- 5S
- 5 Proč
- SMED (Single Minute Exchange od Dies)

Na podnik, který využívá tyto nástroje, lze nahlížet jako na štíhlý podnik. Ten se stává štíhlým tím, že dělá jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělá je správně hned napoprvé, rychleji než ostatní a utrácí přitom méně peněz. Štíhlost je o zvyšování výkonnosti podniku. Firma dělá přesně to, co chce zákazník, a to s minimálním počtem činností, které hodnotu výrobku nebo služby nezvyšují [6].

Kaizen

Kaizen je japonské slovo a znamená „zlepšení“. Strategie kaizenu volá po neustálé snaze po zlepšování zahrnující každého v organizaci, od pracovníků na lince až po nejvyšší management.

Řízení má dvě hlavní části: údržbu a zlepšování. Cílem údržby je udržovat současné technologické, řídicí a operační standardy. Zatímco zlepšování je zaměřené na vylepšování současných standardů.

Pro fungování údržby musí nejprve vedoucí pracovníci podniku ustanovit strategie, pravidla, nařízení a standardní operační procedury a pak zajišťovat jejich dodržování každým v podniku s pomocí disciplíny.

Pro zajištění fungování systému zlepšování pracuje řízení podniku neustále na revidování současných standardů a ve chvíli, kdy jsou zvládnuty, ustanoveních nových standardů s vyššími nároky. Zlepšování se dá rozdělit na inovaci a kaizen. Inovace zahrnuje drastická zlepšení

Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Jana Nachlinger

v existujícím procesu a vyžaduje velké investice. Kaizen označuje malá zlepšení jako výsledek koordinované a neustálé snahy všech zaměstnanců.

Kaizen má za cíl zvýšení produktivity, kvality a uspokojení pracovníků. Každý zaměstnanec společnosti je podporován, aby přišel s nápady, jakkoliv malými, které by mohly vylepšit právě jeho práci, pracovní prostředí nebo jakýkoliv proces. Malé změny může provést pracovník sám s malou investicí času.

Kaizen pomáhá snižovat odpad, přispívá k osobnímu růstu zaměstnanců a slouží jako měřítko schopností managementu. Každý kaizen může být malý, ale kumulativní efekt je výrazný.

Proces vytváření kaizenů funguje následujícím způsobem:

1. Zaměstnanec identifikuje problém, ztrátu nebo příležitost ke zlepšení a zapíše ji.
2. Zaměstnanec promyslí způsob, jakým problém vyřešit a diskutuje jej se svým nadřízeným.
3. Nadřízený zhodnotí tento nápad do 24 hodin a podpoří okamžitou akci.
4. Zaměstnanec uskuteční svůj záměr. Pokud je potřeba větší akce, zaměstnanec by měl být jejím vůdcem.
5. Nápad je zapsán do jednoduché formy, to by mělo trvat méně než tři minuty.
6. Nadřízený sdílí tento formulář s ostatními, aby je stimuloval a ocení tento kaizen.

Kaizen se soustředí na zlepšování procesu, spíše než na dosažení konkrétních výsledků. Tento manažerský přístup a procesní myšlení tvoří hlavní roli v tom, jak organizace zvládá a řídí změny a dosahuje zlepšení.

Poka Yoke

Překlad japonského termínu „poka yoke“ znamená „vyhnout se chybě“. Cílem tohoto systému je eliminovat neúmyslné chyby vyplývající z nepozornosti. Design procesu je nastaven tak, aby bylo možné provádět činnosti jen jedním způsobem a aby nebylo možné udělat chybu. Např. do sebe zapadající díly jsou zkonstruovány tak, že je možné sestavit je jen jedním určitým způsobem. Autorem této myšlenky je Sigeo Singo, který rovněž přišel s metodou optimalizace přestaveb SMED. [12]

PDCA

Zkratka PDCA je tvořena z počátečních písmen slov Plan, Do, Check a Act, neboli naplánuj, udělej, zkontroluj, konej. Jde o tzv. Demingův kruh, nazvaný podle jeho autora W. Edwardse Deminga. Jde o popis procesu zlepšování procesů. Prvním krokem je plánování. Na základě posouzení současného stavu je zde stanovena vize a cíle, kterých chceme dosáhnout. V kroku „Do“ probíhá samotná realizace řešení. Poté přichází kontrola, sledování stanovených měřítek a výsledků provedených akcí. Nejsou-li tyto hodnoty na požadované úrovni, následuje akce. Poté se cyklus opět opakuje. Tak je směřováno k neustálému zdokonalování procesu.

Montážní linka – pracovníci určují nejlepší způsob montáže

Tento postup je založen na faktu, že samotný pracovník zná nejlépe daný proces a tudíž má nejlepší předpoklady k tomu jej vylepšovat. Do změny procesu by měl být vždy zahrnutý člověk, kterého se tato změna přímo týká, který dané činnosti vykonává. Může totiž daleko detailnější pohled než kdokoliv jiný a dokonalá znalost procesu je základní podmínkou jeho zlepšování.

5S

5S označuje pět základních pravidel, kterými by se měla řídit organizace, která usiluje o zavedení štihlé výroby. Hesla jsou původem z japonštiny.

Seiri – Uklid', rozděl

Cílem je rozdělit věci na potřebné a nepotřebné, nepotřebných se pak zbavit. Jde o to zamyslet se nad tím, jak byly přípravky dříve používány a zda jsou ještě stále potřebné. Totéž platí i pro dokumentaci.

Seiton – Setříd'

V tomto kroku jde o to potřebné věci umístit tak, aby mohly být vždy rychle použity a označit je tak, aby každý věděl, kde se který nástroj nachází.

Seiso – Vyčisti

Zde jde o udržování pořádku na pracovišti. Je vhodné rozdělit odpovědnost za úklid. Místa pro odkládání odpadu by měla být blízko, aby se zabránilo neproduktivní manipulaci.

Seiketsu – Standardizuj

Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Jana Nachlinger

Standardizace znamená kontinuální zlepšování organizace práce, uspořádání a čistoty pracoviště. Spadá sem např. i upravenost pracovníků.

Shitsuke – Systematizuj

Pokud chce podnik dodržovat zásady 5S, je velmi důležitá disciplína. Všichni zaměstnanci musí být seznámeni se zásadami 5S a především vedoucí pracovníci musí jít příkladem. Snahou je vytvořit požadované návyky už při nástupu nových pracovníků na pracoviště.

Metodika 5S je chápána jako zlepšování nejen pracovního prostředí, ale i procesu myšlení. Může pomoci nejen na pracovišti, ale i v soukromém životě.

5 Proč

5 proč je metoda, která má přispět k odhalení základní příčiny problému, aby jej bylo možné vyřešit či předejít jeho opakování v budoucnosti. Praktická zkušenost ukázala, že se stačí zeptat „Proč?“ pětkrát po sobě, aby byly odfiltrovány zdánlivé, nezásadní příčiny.

Příklad:

Otázka: Proč plnička neplní? Odpověď: Produkt nedoteče k tryskám.

Otázka: Proč produkt nedoteče k tryskám? Odpověď: Potrubí je ucpané.

Otázka: Proč je potrubí ucpané? Odpověď: V potrubí je zatuhlý produkt.

Otázka: Proč je v potrubí zatuhlý produkt? Odpověď: Došlo k otevření ventilu do nesprávné větve.

Otázka: Proč se ventil otevřel? Odpověď: Protože vypadla elektřina.

Metoda SMED

Historie

SMED (Single Minute Exchange of Dies) neboli výměna forem v jediné minutě je další z metod štíhlé výroby používaná pro snižování plýtvání ve výrobním procesu. Poskytuje efektivní cestu přestupu z výrobního procesu aktuálního produktu na produkt následující. Rychlá přestavba je klíčová pro snížení velkých ztrát výroby a zlepšení toku.

Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Jana Nachlinger

Fráze „single minute“, jediná minuta, neznamená, že by přestavba a najetí měli trvat pouze jedinou minutu, ale cílem je dostat prostoj způsobený přestavbou pod deset minut.

Koncept metody SMED vznikl na přelomu 50. a 60. let minulého století, kdy se její autor Shigeo Shingo zabýval ztrátami na přestavbách ve výrobě Toyoty. Sledoval čas potřebný na přestavbu jako čas potřebný k zastavení produkce produktu a začátku výroby stejného, či jiného produktu. Pokud je čas na přestavby dlouhý, navyšuje tato ztráta náklady na samotnou produkci. [9]

Problém Toyoty tkvěl v tom, že cena země v Japonsku je velmi vysoká a proto bylo velmi drahé skladovat hotové výrobky. Výsledkem bylo, že cena automobilů byla vyšší než od konkurenčních výrobců.

V historii byly náklady na přestavby minimalizovány maximalizováním počtu vyráběných jednotek před přestavbou na následující produkt. Poměrná část nákladů na přestavbu se tak rozdělila mezi větší množství výrobků a tím se snížila. Podle některých zdrojů optimální velikost dávky je taková, kdy se náklady na skladování dávky rovnají hodnotě ztráty způsobené odstavením výroby. V případě Toyoty hrály roli vysoké režijní náklady, které platila za území pro skladování automobilů. Shingo nemohl dělat nic s úrokovými sazbami, ale měl absolutní kontrolu nad výrobními procesy. Bylo-li by možné snížit náklady na přestavby, mohla by být i snížena výrobní dávka a tím přímo i výdaje. Velké výrobní dávky vyžadují vyšší zásoby i v ostatních částech procesu a tyto skrytější náklady jsou rovněž snižovány nižšími výrobními dávkami, které umožňuje metoda SMED.

Po několik let Toyota měnila vybavení továren a jednotlivé komponenty, aby maximalizovala jejich společné části, minimalizovala a standardizovala montážní nástroje a kroky. Tyto společné části a nástroje snížily časy věnované přestavbám. Pokud nebylo možné použít společný nástroj, byla zajištěna jejich rychlá výměna.

Přínosy

Shingo tvrdí, že podle jeho záznamů z let 1975-1985 klesl průměrný čas na přestavby na 2,5 % své původní délky. Nicméně metoda SMED má i řadu dalších pozitivních efektů na výrobu, které vychází ze systematického pohledu na operace.

Mezi přínosy SMED patří i snížení stavu zásob, růst produktivity nebo snížení produkčního času. Chyby v nastavení jsou eliminovány a tím dojde i ke snížení produkce defektních výrobků. Plně řízené operační podmínky již před najetím výroby mají za důsledek zlepšení kvality výrobků. Bezpečnost vzrůstá díky jednodušším nastavením strojů. Zlepší se organizace procesu a sníží se počet potřebných nástrojů. Roste morálka operátorů, pro něž je jednodušší dosáhnout očekávaných výsledků a jsou zde nižší požadavky na jejich schopnosti a dovednosti. Přestavby jsou navrženy jako proces a nikoliv jako věc úsudku jednotlivých operátorů.

Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Jana Nachlinger

Implementace metody SMED

Shingo určil osm technik pro zavádění SMED. Jsou to:

1. Oddělit interní a externí operace
2. Převést interní operace na externí
3. Standardizovat funkci, ne tvar
4. Používat rychlé svorky nebo eliminovat spojovací prvky vůbec
5. Používat mezilehlé přípravky
6. Přijmout paralelní operace
7. Eliminovat úpravy
8. Mechanizovat

Externí nastavení či operace je možné provádět za běhu linky, zatímco interní pouze pokud je zařízení odstaveno.

Implementace

Shingo navrhuje, že zlepšení pomocí metody SMED by měla probíhat ve čtyřech koncepčních fázích.

Nejprve je nutné se ujistit, že externí operace probíhají zatímco stroj ještě běží. Dále jsou odděleny externí a interní operace a je třeba zajistit, aby všechny části fungovaly a byly zavedeny efektivní způsoby přemísťování dílů a dalších částí. Další fází je převedení interních operací na externí a nakonec přichází vylepšování všech operací.

Postup

Shingo určil sedm základních kroků na snížení ztrát na přestavby pomocí metody SMED:

1. Pozorování současné metodologie. Zaznamenání všech potřebných dat.
2. Oddělení interních a externích aktivit. Interní aktivity je možné provést pouze při odstávce zařízení, externí pak před ukončením výroby či po najetí výroby nové.
3. Převedení interních aktivit na externí všude, kde je to možné.

Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Jana Nachlinger

4. Zefektivnění provádění interních aktivit jejich zjednodušením. Je dobré zaměřit se na spojovací prvky. Shingo správně pozoroval, že pouze poslední otočení šroubu je to, co upevňuje, vše ostatní je pouze pohyb.
5. Zefektivnění externích aktivit do podobného rozsahu jako jsou aktivity interní.
6. Zdokumentování nové procedury a akcí, které je nutné dokončit.
7. Zopakování celého procesu. Každý jeden cyklus těchto šesti kroků by měl přinést 45 % snížení časových ztrát na přestavby. Je tedy možné, že bude potřeba několika cyklů, abychom se dostali na desetiminutovou hranici.

Klíčové elementy

Při pozorování se zaměřujeme na chyby a neadekvátní verifikaci zařízení, která způsobuje zpoždění a lze se jí vyhnout vytvořením check listů. Dále se soustředíme na nekompletní opravy zařízení, které je nutné znovu předělávat. Snažíme se optimalizovat proces tak, aby s vynaložením nejmenšího úsilí bylo dosaženo nejmenších ztrát. Všíáme si také, neprobíhá-li na velkém zařízení pomalé precizní nastavování a zda jsou na zařízení jasně vizuálně vyznačené pozice pro díly.

Snažíme se dosáhnout standardizace, pokud jde o použití nástrojů – např. všechny šrouby stejně veliké, takže stačí jeden klíč. Měl by být odstraněn zbytečný pohyb operátorů okolo zařízení v průběhu přestavování a nastavení. Všíáme si také, zda není pro zajištění upevnění dílu použito zbytečně mnoho spojovacích míst a prvků a soustředíme se na spojovací prvky, kde je potřeba více než jednoho otočení k jejich upevnění. [1][10]

3 Metoda WPI

WPI (Work Process Improvement) je nástroj užívaný v Procter & Gamble pro zlepšování procesů. Využívá principů a nástrojů štíhlé výroby, kombinuje je a představuje ve formě jasně srozumitelné. Uživatel postupuje podle jednotlivých kroků a využívá předložené nástroje. WPI má univerzální použití pro veškeré procesy, se kterými se lze setkat. Lze je použít pro procesy spojené v mechanizované i manuální výrobě, pro tok informací (plánování, zpracování objednávek,...).

Pro veškeré procesy používá WPI stejný postup, stejné nástroje i myšlenkové pochody. Vychází z toho, že produktivita určuje cenu. Snaží se využít veškeré zdroje a snižovat ztráty. Zároveň eliminuje frustrující chaos tím, že každý zná svou roli a své místo v procesu. Redukuje také plánované prostoje, například při přejíždění.

Cílem WPI je eliminace ztrát a vnesení stability do lidských aktivit. Jedním z procesů, které WPI pomáhá optimalizovat, jsou produktové přestavby.

3.1 Pět kroků WPI

Krok 1 – Příprava

Krok 2 – Vrácení procesu do základních podmínek

V tomto kroku se zaměříme na to, zda již pro daný proces není vytvořen standard. Pokud takový standard existuje a není následován, zajistíme nejprve navrácení procesu do základních podmínek. Tím se vyhneme tomu, že bychom investovali čas a energii do optimalizace procesu, který byl nastaven správně a jeho neefektivita pramení pouze z nedodržování určených postupů. Pokud standard neexistuje nebo existuje, je následován a přesto proces neprobíhá optimálně, bude nutné vytvořit standard nový.

Krok 3 – Porozumění situaci

Zde je důležité opravdu dobře poznat proces, který se snažíme zlepšit. Je potřeba jít a vidět na vlastní oči, jak vše probíhá, nebo ještě lépe si to sami vyzkoušet. Soustředíme se na identifikování ztrát a jejich eliminaci. Také zaznamenáváme další příležitosti pro zlepšení.

Krok 4 – Implementace zlepšení

Následuje vícenásobné odzkoušení nového standardu a jeho dokončení. Soustředíme se na stabilitu procesu a definujeme řízení standardu pro všechny úrovně.

Krok 5 – Standardizace a reaplikace

Posledním krokem je reaplikace zlepšení a udržování systému řízení standardu.

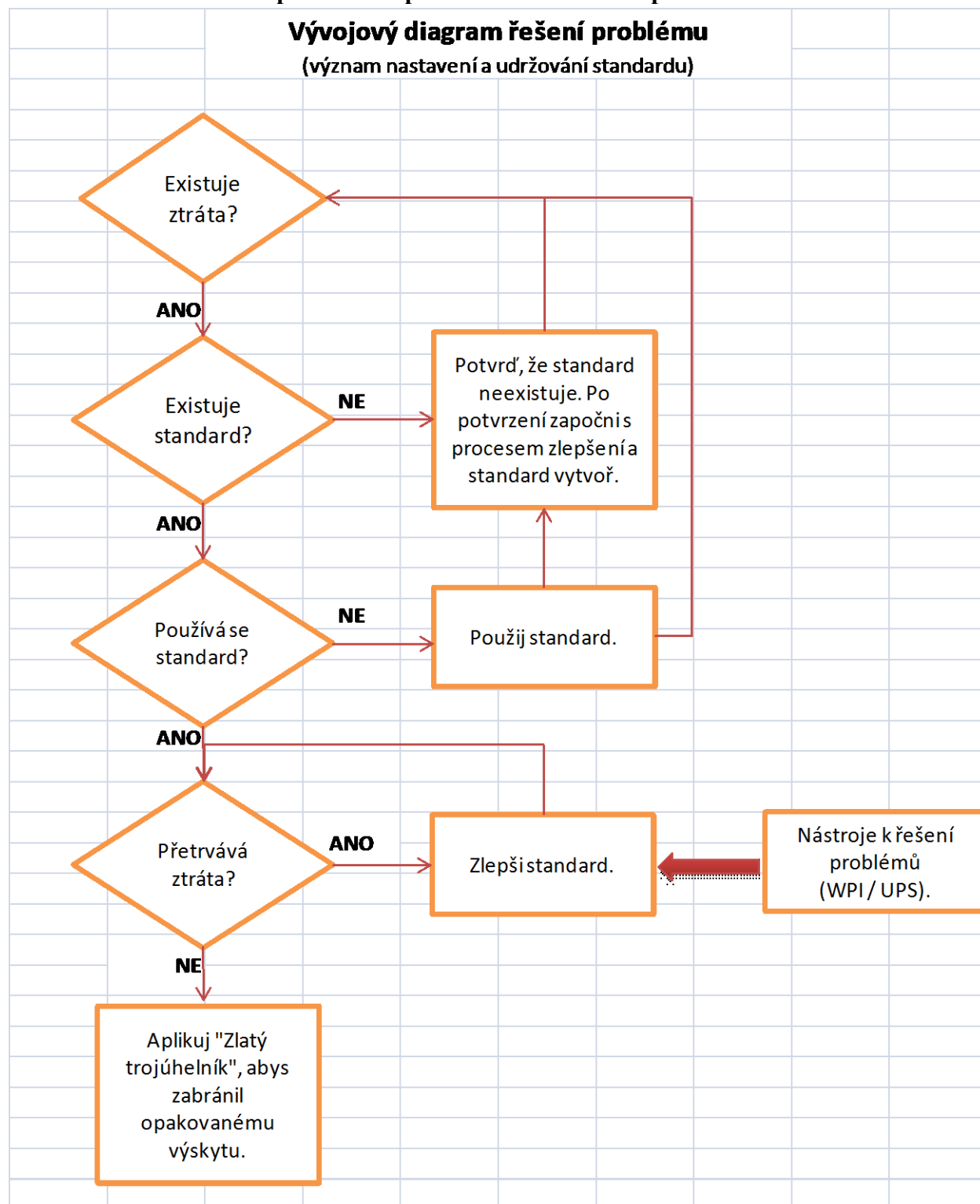
3.1.1 Krok 1 – Příprava

Při optimalizaci procesu je nutné nejprve jasně definovat problém, který chceme řešit. Dále je potřeba si odpovědět na otázku, zda jsou vytyčené cíle přiměřeně náročné a zda je jasné řečeno, jaká jsou kritéria úspěchu WPI projektu.

Cíle celého projektu musí být v souladu s cíli společnosti a všem členům týmu musí být jasná souvislost a návaznost cílů projektu na cíle společnost. Je zde kladena otázka, zda nový standard přispěje k dosažení kýžených obchodních výsledků. Znalost cílů je důležitá nejen pro zajištění provádění smysluplných projektů, které přispějí k úspěchu společnost, ale také pro motivaci členů týmu. Dále pak na základě vytyčených cílů zhodnotíme úspěšnost provedení celého projektu po jeho dokončení.

Během přípravy je rovněž nutné zajistit, aby na projektu spolupracovali ti správní lidé. Není-li možné zajistit přímou účast potřebných jedinců, je dobré, mohou-li být alespoň k dispozici pro případnou konzultaci, pokud si to situace vyžádá. Do projektu je v každém případě nezbytné zahrnout jedince, kteří se na vykonávání dané činnosti přímo podílejí. Jejich detailní znalost procesu je základem kvalitní optimalizace.

3.1.2 Krok 2 – Vrácení pracovního procesu do základních podmínek



Obrázek 3.1 Vývojový diagram řešení problému (Zdroj: WPI tréninkový materiál)

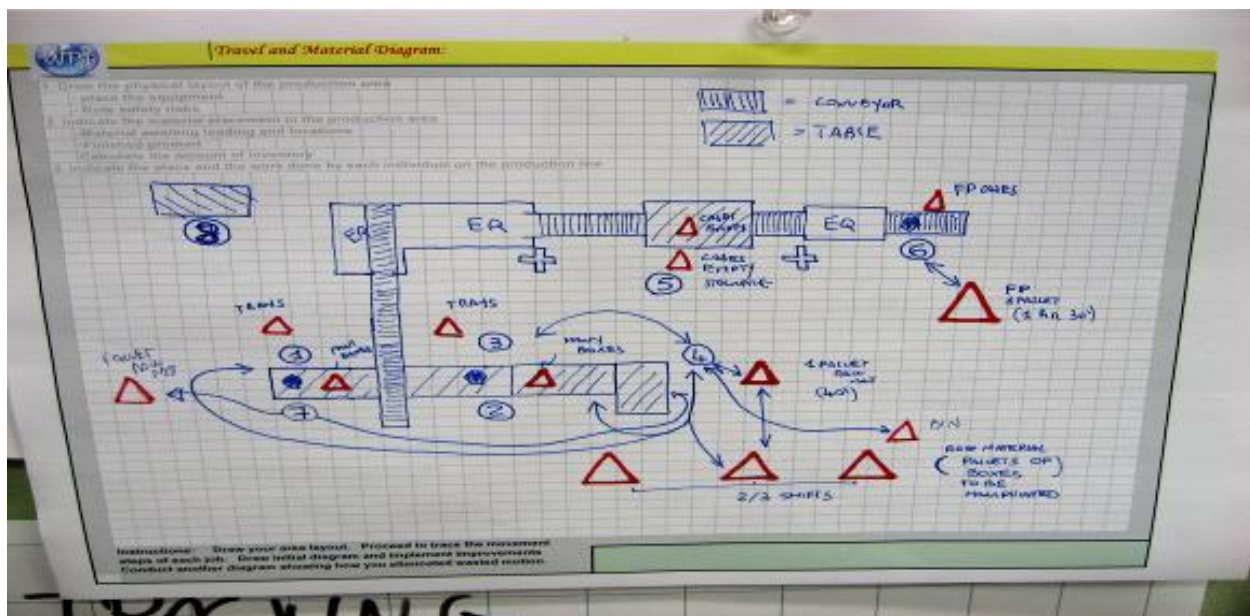
První otázkou v kroku 2 je, zda existuje ztráta. Pokud ztráta existuje, je nutné zjistit, zda pro daný proces, kde se ztráta vyskytuje, existuje nějaký standard. V případě, že existuje platný standard, pokračujeme navrácením procesu do základních podmínek, tzn. zajistíme, aby proces probíhal podle platného standardu. V některých případech není nutné provádět optimalizaci procesu, stačí samotné navrácení procesu ke standardu. Není-li standard definován, či je-li proces i po navrácení do základních podmínek ztrátový, přistupujeme k optimalizaci procesu s využitím příslušných nástrojů. Nástroj WPI se používá pro zlepšení především organizace procesů, nástroj UPS (Unified Problem Solving, tj. jednotné řešení problémů) je nástroj používající se pro řešení opakovaně se vyskytujících problémů ve výrobě, jako jsou například krátká zastavení linky, tzv. stopy.

3.1.3 Krok 3 – Porozumění situaci

V kroku 3 je obvykle potřeba použít všechny nástroje WPI a čas jako „lupu“, abychom viděli ztráty. Tím se snažíme snížit množství energie a nákladů investovaných do procesu. Současně zlepšujeme výstup z procesu eliminací selhání a defektů. Oboje vede k optimalizovanému pracovnímu procesu.

Z pozorování procesu sestavíme diagram pohybu pracovníků a materiálu. Poté jednotlivé činnosti změříme na stopkách a zapisujeme si dosahované časy. Nakonec shrneme pozorování v grafu, kde sledujeme vyvážení jednotlivých pracovníků. Navrhovaná zlepšení procesu pak odzkoušíme v praxi.

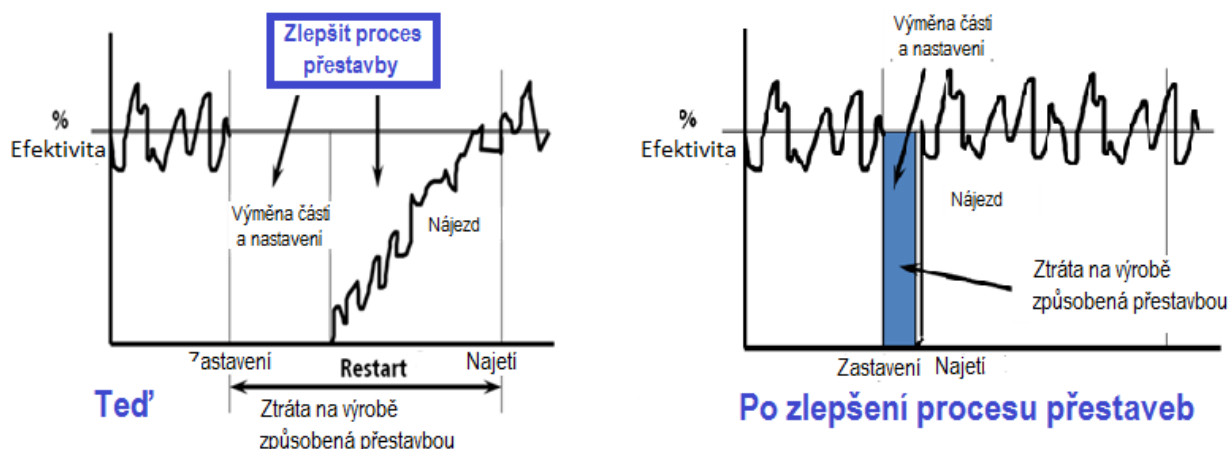
Nástroje používané v kroku 3: Diagram pohybu pracovníků a materiálu



Obrázek 3.2 Diagram pohybu pracovníků a materiálu (Zdroj: WPI tréninkový materiál)

Důležité je do diagramu zakreslit přesně to, co právě dnes vidíme. Použijeme k tomu půdorys pracovního místa, do kterého vyznačíme veškeré vybavení, jakýkoliv pohyb a lokaci materiálů.

Čas použijeme k tomu, abychom byli schopni lépe vidět plýtvání. Soustředíme se hlavně na čtyři typy ztrát: čekání, defekty, pohyb a přepracovávání.



Obrázek 3.3 Snížení ztráty na výrobě způsobené přestavbou (Zdroj: WPI tréninkový materiál)

Ztrátou na produkci při přestavbách není jen čas věnovaný samotné přestavbě, ale i nájezd po ní. Pro tuto fázi je charakteristická nižší rychlost linky a větší množství stopů. Cílem WPI je tedy nejen zkrátit prostoj na minimum, ale i zajistit, aby najetí linky proběhlo bez problémů.

ECRS analýza

Dalším nástrojem používaným v kroku 3 je ECRS analýza (Eliminate Combine Reduce/Rearrange Simplify). Cílem je měnit operace tak, aby byly jednodušší a bylo jich méně. Můžeme toho docílit eliminací nepotřebných operací, kombinací operací, snížením frekvence vykonávání některých operací, např. kontrol. Dále změněním pořadí či zjednodušením operací.

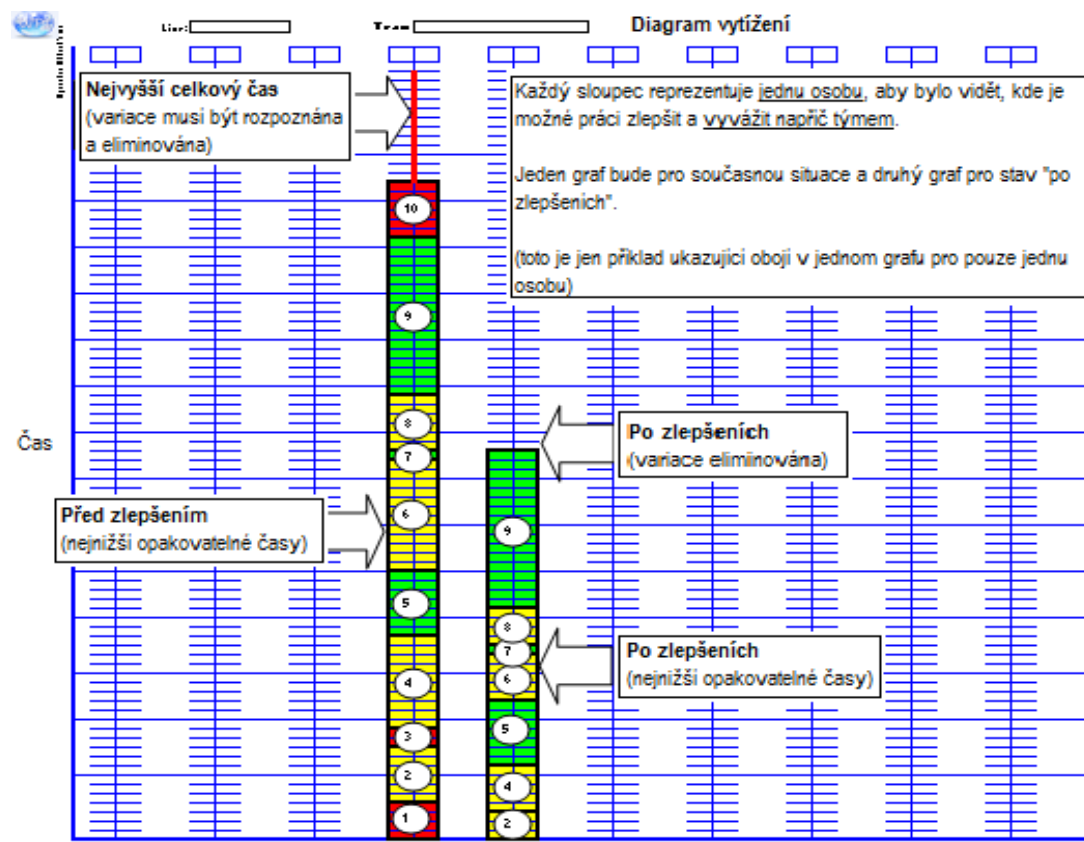
List časových pozorování

Používá se k zachycení sledu a trvání každého kroku pro každou osobu. Hledáme variace v jednotlivých krocích tím, že provádíme měření opakovaně a s různými pracovníky. Výsledkem je pak ohodnocení jednotlivých kroků, kdy vidíme např. velkou variabilitu provádění úkonu různými pracovníky, která by šla odstranit jejich kvalifikací. Případně se rozhodneme některé kroky eliminovat úplně, viz. ECRS.

 IWS LIST ČASOVÝCH SLEDOVÁNÍ													
Operator:													
Úkoly	Krok	Kroky	Pozorované časy kroků							Nejnižší opakova- telný čas	Nejvyšší čas	Poznámky	
			8	8	4	7	8						
Úkol 1	1	Krok 1	8	8	4	7	8				8	8	čekání - eliminovat
	2	Krok 2	4	4	5	4	5				4	5	zlepšení - přeorganizovat
	3	Krok 3	20	21	24	20	20				20	24	zlepšení - stabilizovat čas
	4	Krok 4	15	14	14	15	15				15	15	žádné zřejmě zlepšení
	5												
Úkol 2	6	Krok 1	10	14	12	8	15				14	15	zlepšení - stabilizovat čas
	7	Krok 2	12	12	13	14	12				12	14	čekání - eliminovat
	8										73	81	
	9												
	10												
	11												
	12												
	13												
	14												
	15												

Obrázek 3.4 List časových pozorování (Zdroj: WPI tréninkový materiál)

Do poznámky k jednotlivým krokům přiřadíme barevné označení podle toho, zda chceme danou činnost eliminovat (červená barva) či zefektivnit (žlutá). Zelená barva je použita pro činnosti, které probíhají optimálně a není možné či potřebné je upravovat. Tento výstup je pak použit pro diagram vytížení jednotlivých pracovníků, kam jsou jednotlivé činnosti zaneseny na časovou osu ve stejném pořadí, ve kterém byly sledovány a zaznamenány a pro každého jednotlivého člena procesu. Činnosti jsou očíslovány stejně jako v listu časových sledování.



Obrázek 3.5 Diagram vytižení (Zdroj: WPI tréninkový materiál)

Každý sloupec představuje vytižení jedné osoby. Toto znázornění pomáhá vidět místa, kde by práce mohla být zlepšena či rozdělena mezi ostatní pracovníky. Sloupce se vždy vytvoří pro současnou situaci a po té pro nový navrhovaný standard. Do grafu zaznamenáváme nejnižší opakovatelný čas jednotlivých kroků, podle svého měření. Zároveň pak vyznačíme největší celkový čas. Rozdíl mezi nimi je nutné eliminovat po té, co identifikujeme jeho příčiny.

Červeně jsou vyznačeny činnosti, které nepřinášejí žádnou přidanou hodnotu a je potřeba je odstranit. Žluté činnosti jsou v současnosti nutné, ale daly by se zkrátit pomocí kaizenů. Zeleně jsou zakresleny činnosti, u kterých nebyly identifikovány žádné ztráty a v současnosti se pozornost nebude zaměřovat na jejich zlepšení. Je možné vrátit se k nim později, pokud výsledky WPI neodpovídají cílům.

3.1.4 Krok 4 – Implementace zlepšení

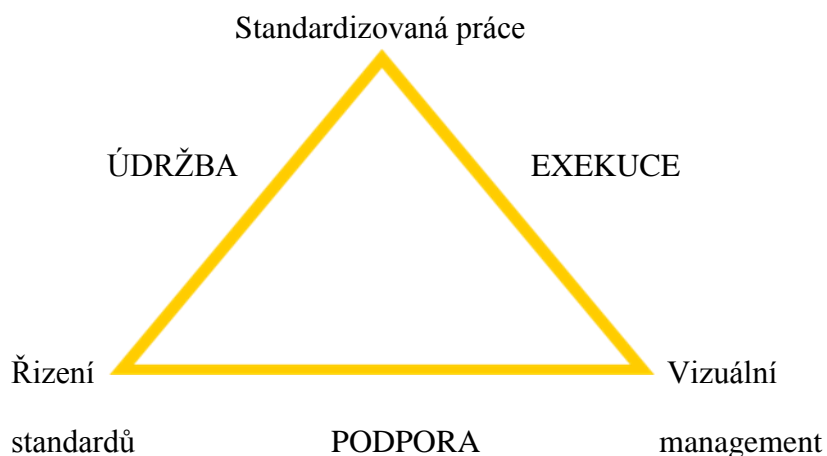
V tomto kroku se testuje nový standard, používá se ECRS pro zlepšení operací. Nový standard je znovu hodnocen a vracíme se tak ke kroku 3. Cílem je ověřit, zda výsledky zlepšení odpovídají

cílům podniku a jsou opakovatelné a udržitelné. Konkrétně pro zlepšování přestaveb je dobré se zaměřit i na to, zda jsou jednotlivé operace „interní“ či „externí“. Interní operace jsou takové, které lze provádět pouze při stojícím zařízení. Externí operace mohou být provedeny během přípravy na odstávku nebo po najetí výroby.

Pokud je to možné, úkoly by měly být navrženy tak, aby k nim bylo potřeba minimum nástrojů, proběhly v co nejnižším čase a nebylo možné je provést chybně. Možným výsledkem WPI je i to, že bude nutné zvýšit počet pracovníků podílejících se na procesu.

3.1.5 Krok 5 – Standardizace a reaplikace

Zlatý trojúhelník



Obrázek 3.6 Zlatý trojúhelník (Zdroj: WPI tréninkový materiál)

Tzv. Zlatý trojúhelník má tři vrcholy:

Standardizovaná práce (standardní pracovní proces) – je nutné vědět co a jak dělat. Spadá sem dokumentace procesu (procedure), trénink a kvalifikace.

Řízení standardů – podporované managery, kteří by měli trávit většinu své pracovní doby ve výrobě (tzv. On the floor leadership) a systémem vlastnictví, kdy každé zařízení či proces mají přiřazené vlastníka. Ten za ně nese odpovědnost. Pokud standardizovaná práce přestane odpovídat požadavkům, je třeba zjistit, co se změnilo. Uplatňuje se zde i kontinuální zlepšování.

Vizuální management – sledování a zaznamenávání výstupů. Dává informaci, zda práce stále probíhá podle standardu nebo kdy je potřeba podpora.

4 Optimalizace přestaveb pomocí nástroje WPI

APDO (Antiperspirants and deodorants) produkce deodorantů je nejmenším oddělením závodu Rakona, spadajícího od roku 1991 pod americkou společnost Procter&Gamble. Oproti ostatním oddělením (oddělení tekutých čisticích prostředků Liquids a oddělení pracích prášků Syndets) má několik specifík. Jsou jimi: drahé suroviny, vysoká komplexita výrobků (velké množství různých produktů) balených na pouhých dvou linkách, menší objem výroby oproti ostatním dvěma oddělením. S vysokou komplexitou souvisí vysoký počet přestaveb a tudíž i vyšší ztráty výrobního procesu způsobené prostoji kvůli přestavbám. S tím jsou spojeny i vyšší náklady na likvidaci vody, minerálního oleje a produktu, které jsou používány při proplachu potrubí a plniček mezi jednotlivými typy výrobků. Výroba spadá pod kosmetický průmysl a tudíž má přísnější požadavky na kvalitativní parametry produktů, než je tomu u pracích prášků či tekutých detergentů. Ve výrobě je velký podíl manuální činnosti, jelikož v důsledku různých designů obalů není vždy možné použít zařízení, který bylo natolik flexibilní, aby byl schopen vyhovět všem druhům obalů.

Výroba APDO v současnosti probíhá ve třisměnném provozu. Tým každé směny tvoří deset zaměstnanců; pět operátorů je umístěno ve výrobě produktu, v procesu balení pracují čtyři operátoři na každé směně a každý tým je veden týmovým vedoucím. V oblasti balení jsou pak další pracovníci, tzv. kontraktoři, kteří vykonávají manuální práce, ke kterým není potřeba kvalifikace (vkládání kanystrů do puků, víčkování některých produktů, kontrola kvality a skládání balíků na paletu).

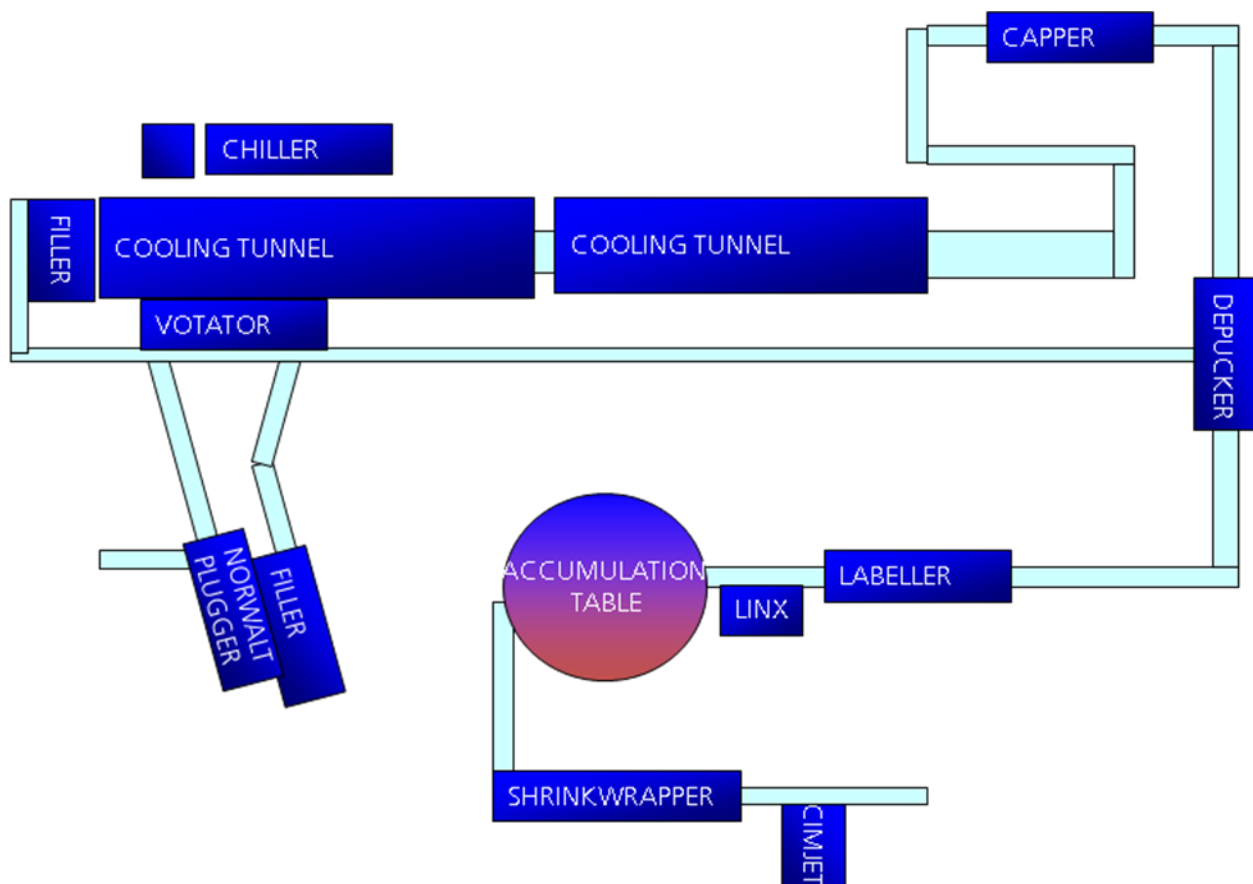
Z offline týmu, tedy z pracovníků, kteří přímo neobsluhují linky, je procesu výroby přidělen jeden procesní technik a jeden procesní inženýr a ne proces balení připadají dva procesní technici a jeden inženýr.

4.1 LEGO Linka

LEGO linka je jednou ze dvou balících linek na balírně APDO v Rakoně. Označení „LEGO“ se začalo pro tuto linku začala používat proto, že tato linka je velice flexibilní a přestavbou či výměnou jednotlivých zařízení je možné zde zabalit velké množství druhů produktů. Vzhledem k velké komplexitě produktů jsou přestavby nejvýznamnější ztrátou na PR¹ linky. PR LEGO

¹ PR (Process Reliability, doslovný překlad: spolehlivost procesu). Jde o měřítko používané k hodnocení úspěšnosti procesu. Vyjadřuje se v procentech. Je-li např. rychlost balící linky 6000 ks / hod a balící linka skutečně toto množství vyrobí, je PR 100 %. Dojde-li na lince k neplánovaným zastavením či poruše zařízení a linka v důsledku toho vyrobí např. pouze 3000 ks za danou hodinu, je PR v tomto období 50 %. PR se sleduje na směnové, denní, týdenní, měsíční a roční bázi. Je to základní ukazatel funkčnosti procesu.

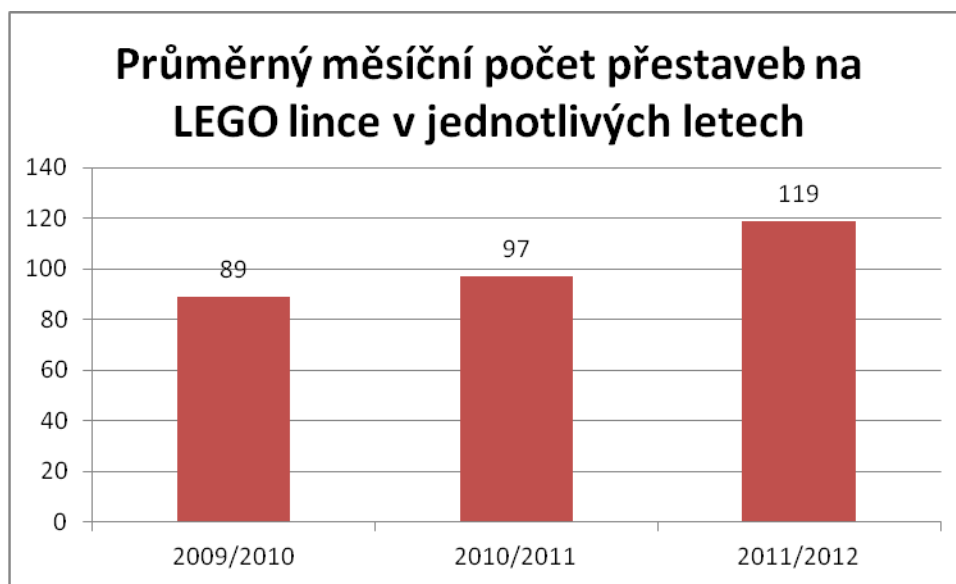
linky se v tomto fiskálním roce pohybuje okolo hodnoty 80 %. Pětina času, kdy jsou na lince přítomni operátoři a je plánovaná výroba, tedy není linka z různých důvodů využita pro výrobu. Tato ztráta na PR je rozdělena do dvou skupin, jde o ztráty plánované a neplánované. Mezi plánované ztráty patří např. týmové porady, údržba a právě přestavby. Plánovaná ztráta na přestavby na LEGO lince činí průměrně 12 %. Zbýlých zhruba 8 % jsou ztráty neplánované, tj. neplánovaná zastavení (tzv. stopy), breakdowny (poruchy zařízení), procesní selhání (chyby v procesu způsobené lidským faktorem). Všeobecným trendem ve výrobě je snižování množství peněz vázaných ve skladových zásobách surovin a finálního produktu. Toho je možné dosáhnout zpružněním výroby, které je realizováno zvyšováním počtu malých výrobních dávek a to vede k častějšímu přejíždění a přestavbám balících linek. Tím roste i plánovaná ztráta na PR.



Obrázek 4.1 Layout LEGO linky (Zdroj: vlastní zpracování)

Proces balení začíná vkládáním obalů (kanystrů) do „puků“ (stojánky pohybující se po dopravnících). V těchto pukách přechází kanystry do jedné ze dvou plniček, kde jsou naplněny produktem přivedeným potrubím z výroby. Kanystry jsou poté zavíčkované buď mechanicky nebo manuálně. Po vytažení z puků a otočení kanystrů je na ně aplikována etiketa, kód a jdou

zabaleny folií do balíků po šesti kusech. Na balení je aplikována další etiketa. Nakonec jsou balíky ručně skládány na paletu.



Obrázek 4.2 Průměrný měsíční počet přestaveb na LEGO lince v jednotlivých letech (Zdroj: vlastní zpracování)

Z grafu 4.2 je vidět, že počet přestaveb na LEGO lince dlouhodobě narůstá. Ve fiskálním roce 2009/2010 byl průměrný měsíční počet přestaveb 89, o rok později 97. V letošním fiskálním roce je zatím průměrný měsíční počet přestaveb už 119. Dlouhodobý trend nárůstu počtu přestaveb je zde jasně vidět. Cílem častějšího přejíždění je produkce menších dávek a tudíž vyšší variabilita a flexibilita výroby, která je pak schopná lépe reagovat na požadavky zákazníků a ušetřit náklady na skladování. Proto je jednou z priorit vedení oddělení přestavby optimalizovat, tím snížit ztrátu na PR a standardizovat tento proces.

4.2 Typy balených produktů a obalů

Produkty balené na LEGO lince se rozdělují do dvou skupin – produkty na bázi vody a produkty na olejové bázi. Po výrobě produktů na olejové bázi je nutné produktové potrubí a plničku propláchnout horkým minerálním olejem, naopak po výrobě produktů na vodní bázi se k čištění používá horká voda. Cílem je odstranit veškeré zbytky produktu a tím bylo zamezit kontaminaci produktu, který bude na plničce plněn jako následující. Při přejíždění z olejové báze na vodní je navíc nutný proplach premixem, což je směs dipropylenglykolu a cyklopentaxyloxanu. Ta na sebe naváže zbytkové molekuly vody v potrubním systému a hlavně mechanismech plničky. Proplach premixem zabrání reakci aktivní látky se zbytkovou vodou,

vzniku sraženiny, která způsobuje zadření překlapěčů produktových pístů plničky. Při mapování přestaveb je tedy potřeba počítat s různě dlouhou délkou proplachů podle toho, mezi kterými produkty se přejíždí.

Z hlediska obalového materiálu je na lince možné využít horní či spodní plnění kanystů. Kanystry plněné horem jsou většinou víčkovány manuálně (např. Roll On – vložení kuličky, zašroubování víčka). Zautomatizování tohoto procesu je problematické kvůli designu kanystru a materiálu, ze kterého je vyroben. Kanystry plněné spodem jsou uzavírány zátkou (zátkovač Norwalt) nebo pouze malým víčkem (víčkovač CMI). Tato různorodost designu kanystrů není výhodná pokud jde o výrobní proces, jelikož zařízení je potřeba přestavovat a upravovat nastavení.

	Water based	Silicon based
Hot filled	Deo Stick (GD1, GD7) 	Invisible Solid Soft Solid (Mesh) 
Cold filled	Roll on 	

Obrázek 4.3 Typy produktů balených na LEGO lince (Zdroj: vlastní zpracování)

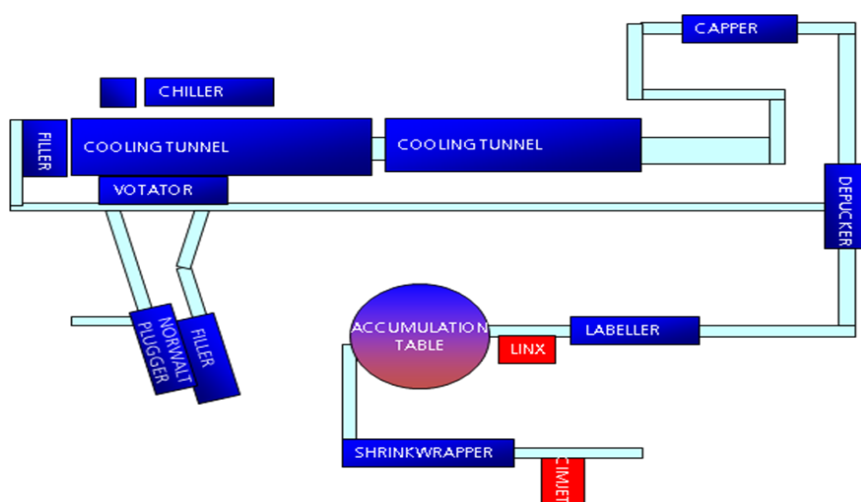
V první řádce tabulky jsou produkty, které jsou plněny za tepla. V druhé řádce je výrobek Roll On, který je jediným zástupcem produktů plněných za studena. První sloupec pak uvádí výrobky na vodní a druhý sloupec na olejové bázi.

Finální balení výrobků probíhá rovněž několika způsoby. Buď jsou výrobky pouze zataveny do fólie (vždy v počtu šesti kusů), nebo jsou baleny do krabic, případně do plastových platíček v nichž jsou pak opět zataveny do fólie.

4.3 Typy přestaveb na LEGO lince

Při přestavbách se ne vždy mění kompletně celý produkt. Některé produkty se liší pouze kódováním na obalu. Mohou se rovněž lišit destinací, do které jsou určeny. Obsah textu na etiketě je přizpůsobený místní legislativě a je psát v místním jazyce. Některé dávky se tudíž liší pouze použitými etiketami na kanystru, obsah i obal se nemění. Další možností je, že produkty mají stejnou základní bázi a liší se parfemací.

KÓDOVÁ PŘESTAVBA

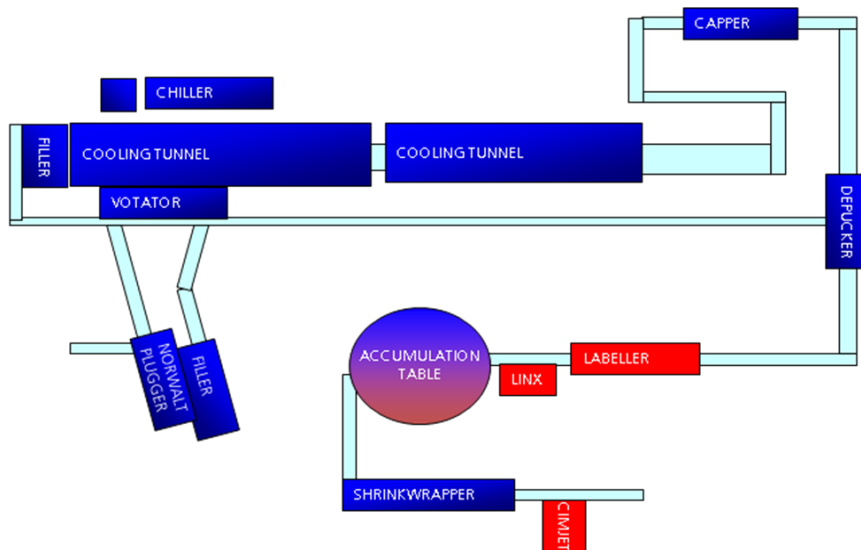


Obrázek 4.4 Kódová přestavba na LEGO lince (Zdroj: vlastní zpracování)

Při kódovém přeježdění zůstává stejný produkt i obal včetně etikety, mění se pouze kódy na kanystru a balících. Operátoři zastaví linku na dobu nezbytně nutnou ke změně kódů. Limit pro tento typ přestavby je 7 minut. Výjimkou jsou přestavby olejových produktů. Při plnění produktů IS (Invisible Solid – produkty na bázi oleje) dochází k nabalování produktu na trysky a většinou je nutné při každé příležitosti propláchnout plničku horkým minerálním olejem. Proto je v případě kódového přeježdění olejových produktů limit 35 minut.

Přestavby, při kterých dochází pouze ke změně kódu, nejsou příliš časté. Ve fiskálním roce 2011/2012 se objevují s průměrnou četností opakování 1-2 x týdně.

ETIKETOVÁ PŘESTAVBA



Obrázek 4.5 Etiketová přestavba na LEGO lince (Zdroj: vlastní zpracování)

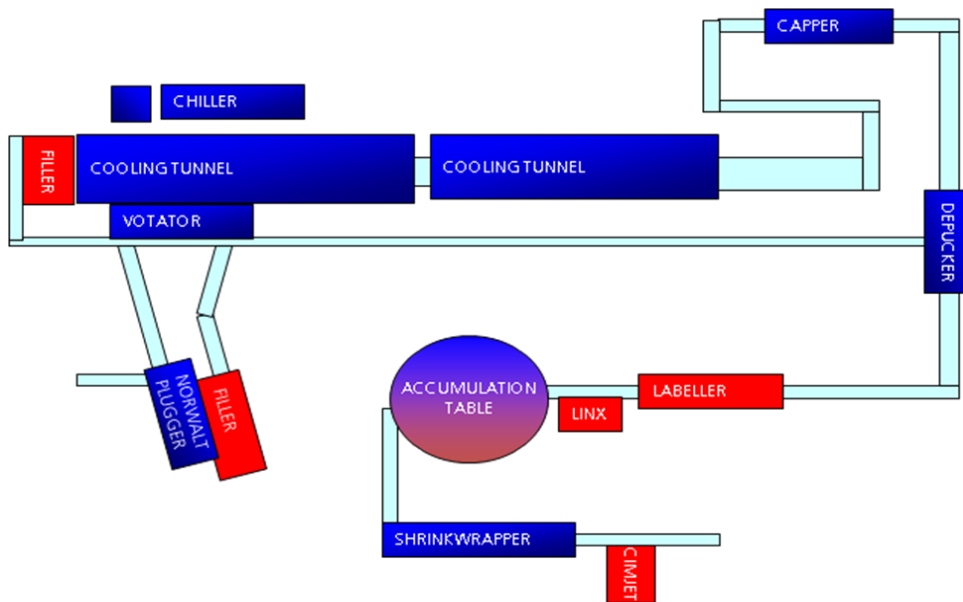
Při tomto typu přejíždění se nemění produkt ani obal. Dochází zde k výměně etiket (přední, zadní, víčková). Důvodem je různá cílová oblast produktu a tedy různým obsahem textu etikety na kanystru i na balení po šesti kusech. Mění se rovněž kódy na kanystrech i balících.

Tato přestavba probíhá průměrně 2-3 x týdně a limit na její zvládnutí je 10 minut. Výjimkou jsou opět produkty na olejové bázi, jak je popsáno u kódové přestavby.

PARFÉMOVÁ PŘESTAVBA

I v případě, kdy se nemění samotný produkt, ale pouze jeho parfémová varianta, je nutné provést proplach produktového potrubí a plničky. Tím je zabránění kontaminaci produktu produktem předcházejícím. Tento postup je vyžadován českou legislativou z důvodu možných alergických reakcí na složky parfémů. Výrobek smí obsahovat pouze ty složky, které jsou uvedeny na etiketě v části složení výrobku. Proto je nezbytné kontaminaci zabránit.

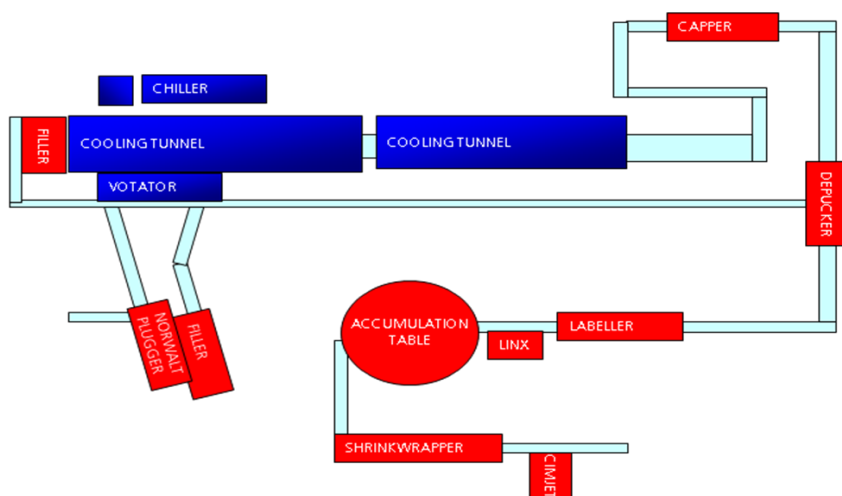
Obalový materiál zůstává stejný, ale mění se opět i etiketa a kódy. Přejíždění vůně probíhá v průměru 4 x týdně a limit pro vodní produkty je 15 minut, pro olejové 35 minut (opět z důvodu delšího proplachu plničky).



Obrázek 4.6 Vůňová přestavba na LEGO lince (Zdroj: vlastní zpracování)

FORMÁTOVÁ (PRODUKTOVÁ) PŘESTAVBA

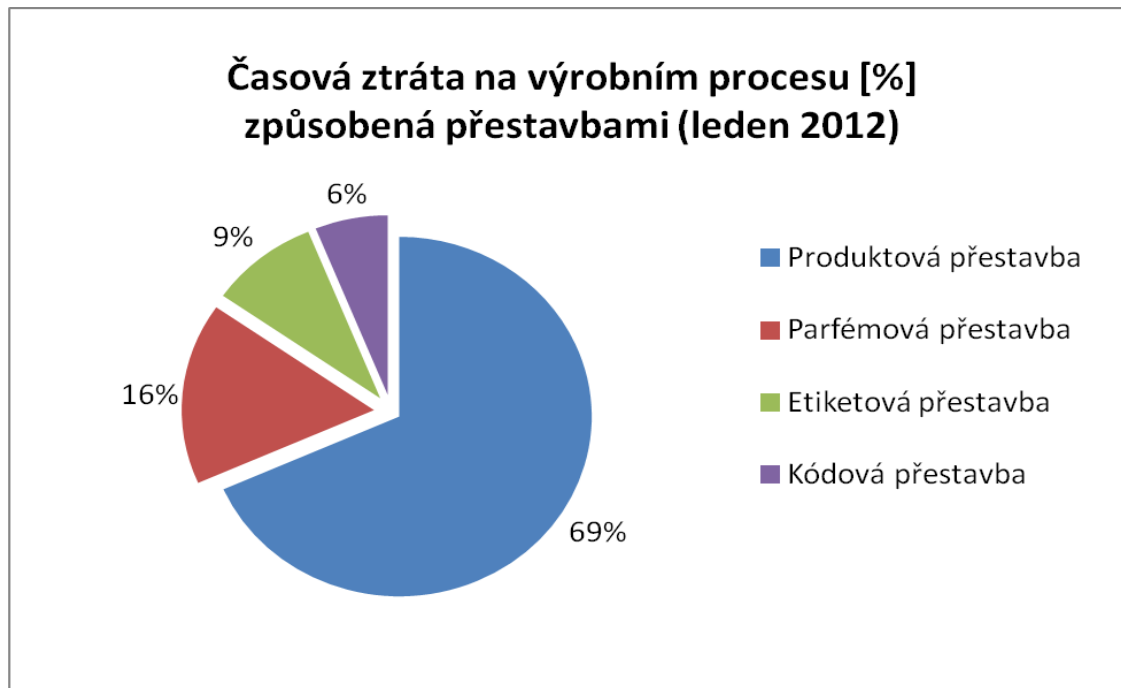
Formátová přestavba bývá často nazývána i jako produktová. Jde jednoznačně o nejčastěji se opakující typ přestavby ze všech čtyř uvedených. Délka formátových přestaveb se pohybuje v rozmezí od 20 do 120 minut. Při formátových přestavbách je nutné provést úpravy prakticky všech zařízení linky. Tyto úpravy zahrnují výměny formátových dílů a změnu nastavení zařízení. Je současně potřeba vyčistit produktové potrubí a plničky, aby nedošlo ke kontaminaci produktu předchozí dávkou. Mění se rovněž veškerý obalový materiál (kanystry, víčka i puky, tj. stojánky, do kterých jsou kanystry umístovány pro plnění kvůli stabilitě). Samozřejmostí i při této přestavbě je výměna etikety a kódu.



Obrázek 4.7 Formátová přestavba na LEGO lince (Zdroj: vlastní zpracování)

4.4 Ztráta na PR (spolehlivosti procesu linky) způsobená přestavbami

Jednotlivé typy přestaveb nejsou rovnoměrně zastoupeny. V měsíci lednu letošního roku činila celková časová ztráta na výrobním procesu pro všechny typy přestaveb 14,2 % . Podíl jednotlivých typů přestaveb na této ztrátě znázorňuje následující graf.



Obrázek 4.8 Časová ztráta na spolehlivosti výrobního procesu (PR) vyjádřená v procentech pro jednotlivé typy přestaveb za leden 2012 (Zdroj: vlastní zpracování)

Z obrázku 4.8 je vidět, že formátové přestavby mají nejvyšší procentuální podíl na časové ztrátě na PR (spolehlivosti procesu linky) způsobené přestavbami. Zároveň je formátová přestavba nečastěji se opakujícím typem přestavby, probíhá v průměru 17krát týdně, tj. při třísměnném provozu častěji než jedenkrát za směnu. Toto jsou důvody, proč byla pozornost projektu zaměřena na optimalizaci právě formátových přestaveb.

4.5 WPI projekt optimalizace produktových přestaveb

Před začátkem projektu WPI na optimalizaci přestaveb bylo nutné nejprve proškolení týmu na tento nástroj. Poté byl rozvržen časový plán průběhu projektu a určeny odpovědnosti členů týmu.

Dalším krokem bylo zvolení formátové přestavby k optimalizaci. Byla provedena analýza četnosti formátových přestaveb v posledních čtyřech měsících, aby mohla být vybrána nejčastěji se opakující přestavba. Vzhledem k velkému množství typů formátových přestaveb nebylo možné udělat optimalizaci na přestavby jako celek. Bylo potřeba začít jednou konkrétní přestavbou.

Nejčastěji se opakujícím typem byla přestavba mezi produkty GD1 a GD7. Oba produkty jsou na bázi vody, proplach přírodního produktového potrubí a plniček je tedy proveden pouze horkou vodou, horký minerální olej se zde nepoužívá. Kanystry obou produktů mají různý design a různé jsou i puky (stojánky), do kterých se vkládají. Každý z produktů je plněn na jiné plničce, při přestavbě se tedy jedna z plniček odstavuje a najíždí se na plničku druhé. Produkt GD1 je plněn shora a víčkován velkým víčkem rovněž shora, produkt GD7 je naopak plněn zespoda a tak je i zazátkován. Oba produkty jsou chlazeny v chladícím tunel a na etiketovače je aplikována etiketa. Produkt GD7 je pak pouze zataven do folie, zatímco GD1 je po zatavení do folie ještě balen do papírových krabic po dvanácti kusech a poté teprve skládán na paletu.

WPI krok 1

Prvním krokem WPI je určit cíl a přínos pro společnost. Cílem byla optimalizace přestavby z produktu GD1 na produkt GD7. Přínosem pro společnost pak především zvýšení konkurenceschopnosti výroby. Časovou úsporou na přestavbách lze investovat buď do snížení směnnosti provozu nebo do další redukce velikosti dávek a tím i snížení množství finančních prostředků vázaných ve skladových zásobách surovin a finálního produktu. Dalším přínosem je pak zvýšení kvalifikace členů týmu a zlepšení organizačních schopností operátorů provádějících přestavbu.

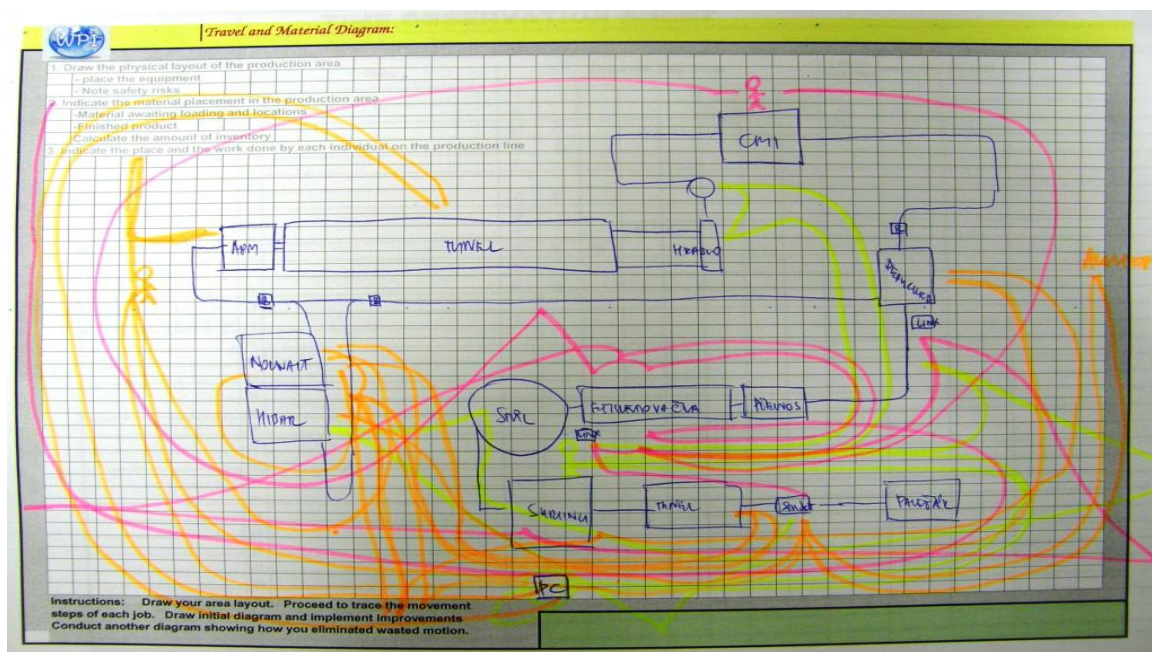
WPI krok 2

Druhým krokem WPI je navrácení procesu do základních podmínek, tj. znovu nastolit proces podle procedury, která definuje jeho standardní průběh. Často už tento krok vyřeší daný problém, jelikož velké množství procesů má definován standard ideálního průběhu, který pouze není dodržován. Znovunastolením tohoto standardu se můžeme vyhnout tomu, že bychom analyzovali a optimalizovali proces, který by stačilo vrátit do základních podmínek.

Nicméně v případě formátových přestaveb nebyl žádný standard nikdy definován. Přestavby probíhaly podle zasetého zvyku a každý z týmů tří směn měl vlastní verzi, jak přestavbu provést nejlépe. Krok navrácení do základních podmínek tudíž pro nás nebyl relevantní.

WPI krok 3

Další v řadě následoval krok 3 – mapování současného stavu. Prvním nástrojem, který se v kroku 3 využívá, je tzv. diagram pohybu pracovníků a materiálu. Jde o přehledné zaznamenání veškerého pohybu, který se v průběhu procesu přestavby odehraje. Tento záznam vzniká tak, že se pozorovatelé účastní přestavby a do předem připraveného layoutu zakreslují pohyb každého z operátorů. Tyto diagramy jsou pak složeny do jednoho výsledného. Výstupem pozorování je tzv. diagram pohybu pracovníků a materiálu:



Obrázek 4.9 Diagram pohybu pracovníků a materiálu (Zdroj: vlastní zpracování)

Jednotliví operátoři jsou odlišeni barevně. Z tohoto diagramu (viz. obrázek 4.9) je na první pohled patrné nevyvážené vytížení jednotlivých operátorů. Zatímco se operátor vyznačený oranžovou barvou pohybuje po celé balírně a víceméně chaoticky přebíhá mezi zařízeními, operátor vyznačený žlutě se naopak v průběhu celé 70ti minutové přestavby pohybuje minimálně.

Dalším nástrojem je list časových sledování, kam jsou zaznamenávány veškeré činnosti každého operátora. Pro každého operátora vznikne samostatný list. Členové týmu – pozorovatelé – měli přiděleno každý jednoho operátora a zaznamenávali jednotlivé činnosti a jejich časové trvání. Zaznamenávali veškeré činnosti související s přestavbou. Jako příklad je zde uveden jeden záznam činností operátora. U některých činností bylo třeba provést více měření, aby mohl být určen průměrný čas a důvody odchylek trvání u jednotlivých operátorů. Pokud jsou odchylky větší, je potřeba zjistit příčinu. V tomto případě bylo důvodem odchylek nedostatečné proškolení některých operátorů, které tedy bylo nutné proškolit.

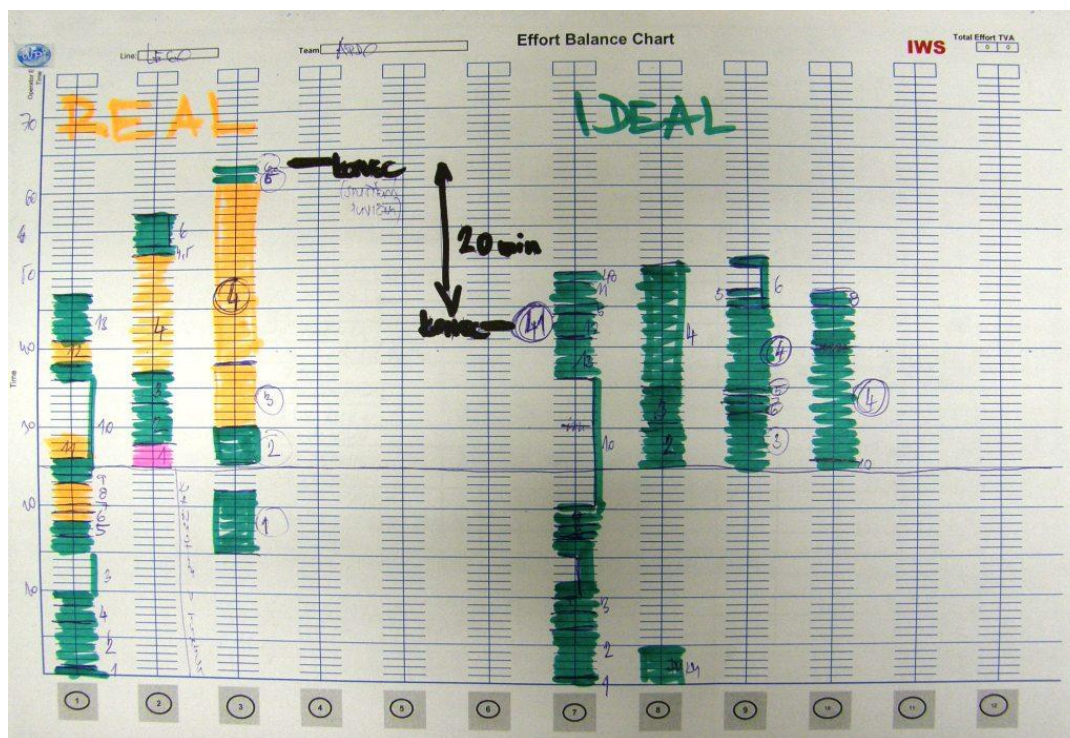
Tabulka 4.1 List časových pozorování - záznam činností operátora a jejich trvání (Zdroj: vlastní zpracování)

Operator:		Pavel		Pozorované časy kroků				Nejnižší opakova- telný čas	Nejvyšší čas	Poznámky
Úkoly	Krok	Kroky								
Etiketovačka	1	Výměna etiket přední	3						žádné zřejmé zlepšení	
	2	Výměna etiket zadní	4							
	3	Konec pasu - rovnání kanystru	1						zlepšit centerline - eliminovat	
	4	Příprava etiket - na víčko	1							
	5	Výměna víčkové etikety	1							
Dobalování	6	Pomoc kontraktorům s reworkem etiket	5						eliminovat	
	7	Dojetí kanystrů shrink	0,5							
	8	Vyjždění balíků ze shrinku	0,5							
Vyklizení linky	9	Úklid starých etiket a dokumentů	5						nebezpečí záměny - přeorg.	
Shrink	10	Přestavba shrinku	8						nástroje, sjednotit šrouby	
	11	Zkoušení shrinku	4						zlepšit centerline	
Etiketovačka	12	Přestavba - centerline	20							
	13	Zkoušení etiketovačky	1							
Linx	14	Nastavení kódu	6							
CimJet	15	Nastavení online tisku	4							
	16									
	17									
	18									

Po zaznamenání jednotlivých činností je nutné projít činnosti jednu po druhé a zhodnotit, zda je možno danou činnost zkrátit (červená barva), zoptimalizovat (žlutá barva – např. úpravy na zařízení, proškolení operátorů, přemístění formátových dílů a nástrojů) či je-li činnost prováděna ideálně a nedá se již nijak optimalizovat (zelená barva). Do poznámky se uvede jakým způsobem bude činnost optimalizována.

Na základě záznamů činností operátorů byl sestaven Effort Balance Chart, tedy graf vytížení jednotlivých operátorů, který je dalším nástrojem kroku 3 WPI. Každý sloupec reprezentuje

jednoho operátora. Jednotlivé činnosti jsou zaznamenávány na vertikální časovou osu od spoda směrem vzhůru. Každý jednotlivý dílek na vertikální „žebřících“ reprezentuje jednu minutu. Činnosti se zaznamenávají na časovou osu, barevné kódování je opět shodné se značením použitým v listu časových sledování.



Obrázek 4.10 Graf vytižení operátorů (Zdroj: vlastní zpracování)

Nejdůležitějším zjištěným nedostatkem přestaveb byla organizace. Role operátorů nebyly jasně definované a přestavby probíhaly chaoticky. Operátoři v průběhu přestavby přebíhaly od jednoho stroje k druhému, nechávaly některé úkony nedokončené, aby se k nim později vrátili. Zde hrozí riziko, že některé činnosti zůstanou nedokončeny a problém se projeví až při najetí výroby zastavením linky. Vzniká pak zbytečný prostoj. Některé činnosti se naopak prováděly dvakrát.

Po zaznamenání současného stavu do grafu následuje **návrh optimálního průběhu procesu**. V první řadě se soustředíme na rozdělení činností na interní (mohou probíhat pouze, když je zařízení vypnuté) a externí, které je možné provést před vypnutím či až po spuštění zařízení a nemají tedy jako důsledek časový prostoj. Dále je kladen důraz na pokud možno sériový průběh jednotlivých činností a vyvážení práce operátorů. Činnosti, které lze provádět současně, se rozdělí mezi jednotlivé operátory tak, aby paralelně probíhaly. Činnosti se snažíme analyzovat a zefektivnit a do optimálního návrhu už zapisujeme činnosti v délce po úpravách.

Limitující činností z hlediska času je u většiny přestaveb proplach plničky, zvláště při přejíždění z jedné plničky na druhou. Protože se plniče nikdo nevěnoval stoprocentně a operátor, který prováděl proplach odbíhal přestavovat ostatní stroje, vznikaly na plniče zbytečné prostoje. Např. po skončení proplachu, jehož délka se nastavuje na obrazovce, stála plnička i čtvrt hodiny, než si některý z operátorů všiml, že je možné pokračovat. Pro proplach plničky byl tedy určen jeden konkrétní operátor, který má za úkol věnovat se pouze proplachům plniček a v mezičase proplachu pouze změnit nastavení teplot na chladícím tunelu.

Dalším nejdéle trvajícím úkonem pro proplach plniček je přestavba víčkovače či zátkovače. Tyto úkony byly zkráceny tak, že se úkolu věnují současně dva operátoři namísto jednoho. Nejde o navýšení počtu pracovníků. Čtvrtým operátorem je v tomto případě buď týmový vedoucí, procesní technik či procesní inženýr. K přestavbě víčkovače či zátkovače dochází v průměru dvakrát týdně, takže není problém čtvrtého operátora na tento úkon zajistit.

Důležitým výstupem bylo zjištění, že operátoři spouští plničku až po kompletním přestavení celé linky. Po naplnění však produkt projíždí chladícím tunelem, kde se postupně v jednotlivých sektorech tunelu produkt postupně chladí a tak je zajištěna postupná řízená krystalizace produktu. Naplněné kanystry pomalu projíždějí tímto tunelem 25 minut. Je tudíž možné spustit plnění dříve, než je celá linka hotova, protože 25 minutová časová rezerva pak postačí k dokončení přestavby na zbytku linky a zbývá dostatek času i na vyzkoušení jednotlivých strojů.

Z obrázku 4.10 je vidět, že v „ideálním“ případě může dojít ke spuštění plnění již ve 41. minutě. Každému ze zbývajících operátorů v té chvíli zbývá zhruba 10 minut práce. Produkt se k nim dostane až po 25 minutách, mají tedy dostatek času práci dokončit.

U strojů, u kterých je to možné (všechny s výjimkou plniček a zátkovače) jsme také zavedli postup, kdy si po přestavení operátor ihned vyzkouší funkci stroje tak, že jím nechá projet několik kanystrů a sleduje, zda jsou všechny kanystry dobře zavíčkované, mají správně umístěnou etiketu a kód a jsou správně zabaleny do fólie a zataveny. Zvláště u víčkovače CMI a depuckeru docházelo k situacím, kdy až při najetí produktu vyšel najevo nějaký problém (špatné nastavení, posunutá fotonky, problém s víčkovací hlavou) a kvůli jeho řešení bylo nutné zastavit linku. Pokud operátor zjistí problém hned po přestavbě, má ještě dostatek času problém vyřešit.

Původní časový limit na tuto přestavbu byl 70 minut. Pokud by se prostoj na přestavbu zkrátil podle daného návrhu na 45 minut, snížila by se časová ztráta o 35 %.

WPI krok 4

Dalším krokem WPI je implementace navržených zlepšení. Při nejbližší příležitosti byl odzkoušen navržený postup a časového limitu bylo dosaženo.

Dále bylo potřeba reaplikovat toto zlepšení na ostatní formátové přestavby. Vzhledem k velkému počtu různých formátových přestaveb (celkem 100 typů) by bylo velmi neefektivní provádět zvlášť WPI na každou z přestaveb. Pouhé pozorování by zabralo měsíce. Rozhodli jsme tedy pro jiný postup. Zaznamenali jsme si dobu trvání přestaveb jednotlivých zařízení a z nich poskládali formátové přestavby celé linky. Výsledkem byly nové časové limity na přestavby, které bylo potřeba postupně v praxi ověřit.

U ostatních přestaveb se ukázalo, že čtvrtý operátor je potřebný pouze u přestaveb, kde dochází k přestavbě jednoho z víčkovačů (průměrně dvakrát týdně). Pokud se víčkovače nepřestavují, je limitujícím zařízením plnička, kde probíhá proplach. Ten je časově striktně určen tak, aby bylo dostatečně vyčištěno produktové potrubí a produktové válce a trysky plničky a tím byla zajištěna kvalita plněného produktu. Plničku je také nutné vždy během formátové přestavby umýt.

Došlo tedy k reaplikaci uvedeného postupu na všech zbylých 99 typů a určení nových časových cílů na každý typ přestavby. Každý ze zbývajících typů jsme prošli pomocí stejného postupu. Na proces optimalizace první přestavby byl potřeba zhruba týden, od mapování procesu, přes zpracování dat a vyhodnocení. Reaplikace na ostatní typy přestaveb už byla výrazně kratší, průměrná doba byla zhruba 20 minut.

WPI krok 5

V kroku 5 probíhá standardizace procesu. Bylo nutné vytvořit standardní operační proceduru, která popisuje jednoznačně průběh přestavby a role operátorů. Na tuto proceduru bylo potřeba operátory proškolit a kvalifikovat. Dále bylo potřeba upravit tabulku uvádějící časové limity pro jednotlivé přestavby a opět na tento dokument operátory protrénovat.

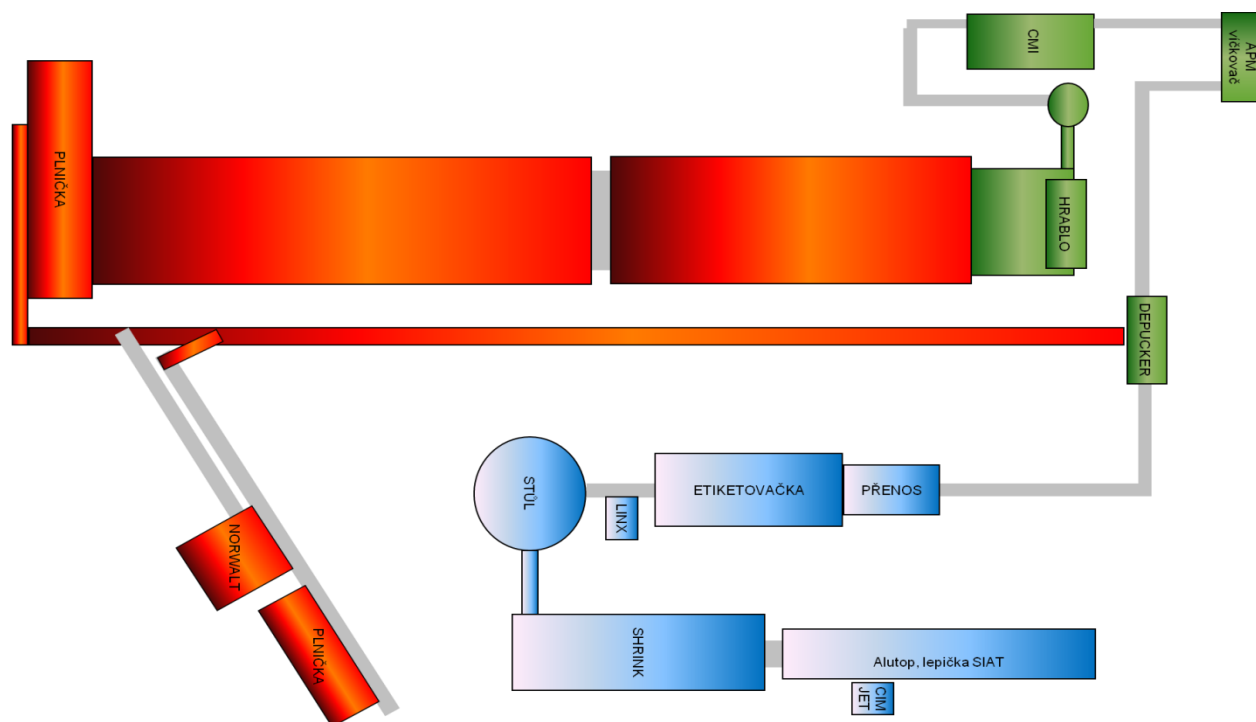
4.6 Validace nových limitů

S prováděním přestaveb podle nového standardu se začalo na směně, která se podílela na optimalizaci první přestavby. Tým této směny postupoval podle nových standardů měsíc, aby byla ověřena správnost většiny časových limitů. Tato zkouška proběhla bez větších problémů. V následujícím měsíci byly tedy na nový standard proškoleny i zbývajících dvě směny a od února 2012 probíhají formátové přestavby ve zkrácených limitech. Samozřejmě praxe poukázala na některé drobné problémy, které bylo později ještě nutné dořešit a které souvisely i s instalací nové plničky, která proběhla v průběhu ledna 2012.

5 Výsledky

5.1 Organizace formátových přestaveb

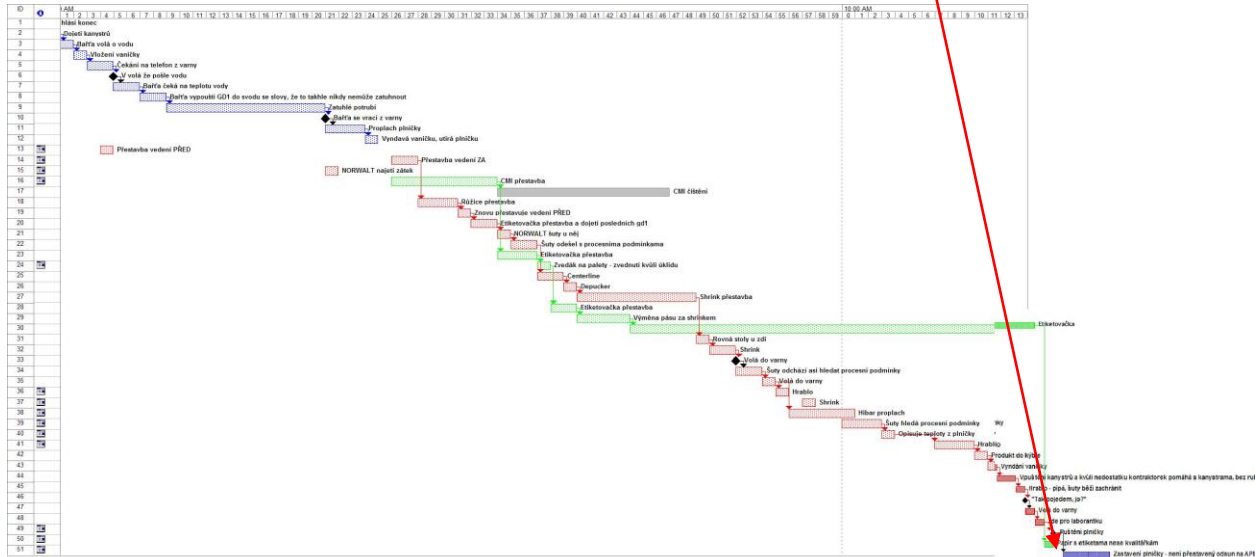
Hlavním výstupem WPI projektu je nová organizace přestavby, kdy jsou role operátorů jasně definované a tím se na nich domluví v rámci plánování přestavby při předání směn. První operátor se věnuje plniče, proplachu a nastavení procesních podmínek na chladícím tunelu. Druhý operátor má pak na starost víčkovače a depucker, třetí operátor přestavuje konec linky (etiketovačku, shrink, kódy na Linx a CimJet). V případě velké přestavby víčkovače CMI nebo zátkače Norwalt je pro splnění časového limitu potřeba, aby přišel pomoci přestavovat týmový vedoucí nebo procesní inženýr. Přínosem lepší organizace pro operátory je omezení nesmyslného pohybu po balírně a snížení stresu, který vznikl v důsledku toho, že nebylo jasné, co kdo dělá a zda je přestavěno veškeré zařízení linky.



Obrázek 5.1 Oblasti při formátových přestavbách (3 operátoři) (Zdroj: vlastní zpracování)

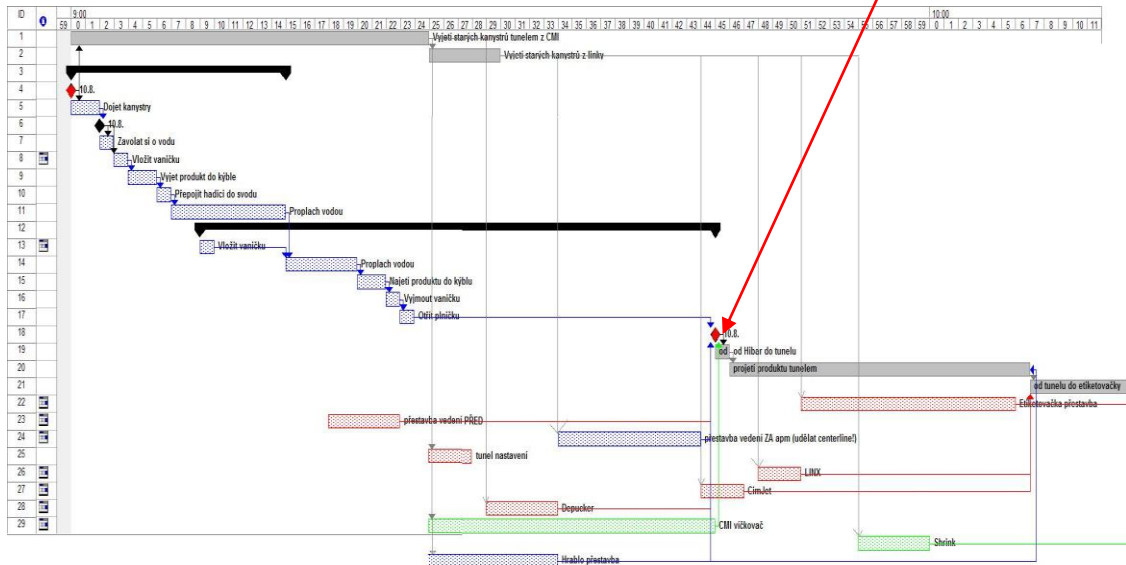
Následující Ganttův diagram znázorňuje průběh přestavby při mapování tak, jak jednotlivé činnosti ve skutečnosti probíhaly. Operátoři jsou rozlišeni barevně. Z diagramu je jasně vidět, že většina činností probíhá v sérii. Přestavba nebyla předem plánována ani řízena, vše záviselo na momentální domluvě operátorů. Operátoři se často k jedné činnosti vrací vícekrát, celkově je průběh přestavby chaotický a často dochází k problémům způsobeným

špatnou komunikací. Běžným jevem bylo i to, že některý stroj zůstal nepřestaven a přišlo se na to až po najetí plnění. Plnička stojí od začátku procesu do **označeného bodu**, tj. 75 minut. K najetí plnění tedy došlo až po úplném přestavení celé linky.



Obrázek 5.2 Ganttův diagram reálného průběhu formátové přestavby (Zdroj: vlastní zpracování)

Druhý diagram znázorňuje tutéž přestavbu provedenou ideálně. Pokud to technologie a proces dovoluje, jsou činnosti raženy paralelně. Operátoři mají jasně definované role a odpovědnosti za jednotlivá zařízení. Nemusí se tudíž starat o celou linku a zároveň se tím předejde tomu, že by některé zařízení zůstalo nepřestaveno. Ke **spuštění plničky** dojde už ve 45 minutě přestavby.



Obrázek 5.3 Ganttův diagram ideálního průběhu formátové přestavby (Zdroj: vlastní zpracování)

5.2 Snížení časové ztráty na formátové přestavby

Na základě určení nových limitů na formátové přestavby byla aktualizována tabulka uvádějící tyto limity. V tabulce 5.1 jsou uvedeny původní limity před optimalizací přestaveb, v tabulce 5.2 pak limity nové. V tabulce jsou uvedeny názvy jednotlivých typů produktů dvakrát, jednou v levém sloupci a podruhé v první řádce. Ve sloupci je vyhledán název produktu, jehož výroba se ukončuje a v první řádce název produktu, jehož výroba následuje. Ve společném poli nalezené řádky a sloupce je číslo, které v minutách udává časový limit pro daný typ přestavby.

Tabulka 5.1 Původní časové limity pro jednotlivé typy přestaveb (Zdroj: Dokumentace Procter & Gamble)

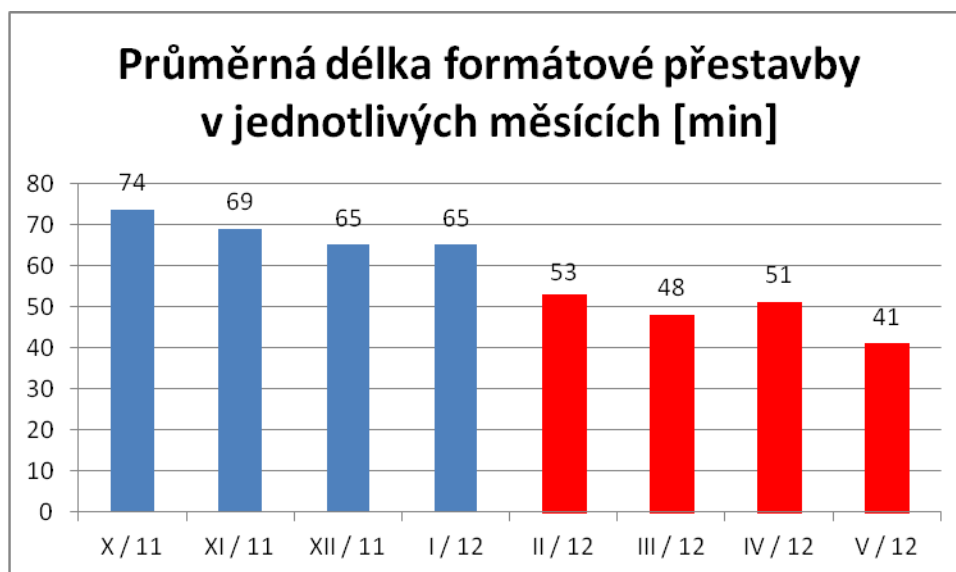
z/na	RO	GD7	GD1	MESH	IS	G RO U	G RO k	G IS	OS IS
RO	20	80	70	70	80	40	40	80	80
GD7	80	NA	80	100	80	80	80	120	80
GD1	70	70	NA	70	90	70	70	90	90
MESH	70	80	NA	40	80	70	70	100	100
IS	80	80	NA	120	40	80	80	80	80
G RO U	40	80	70	70	80	NA	40	80	80
G RO k	40	80	70	70	80	40	NA	80	80
G IS	80	120	NA	120	80	80	80	NA	100
OS IS	80	80	NA	120	80	80	80	100	NA

Tabulka 5.2 Nové časové limity pro jednotlivé typy přestaveb po optimalizaci procesu (Zdroj: Vlastní zpracování)

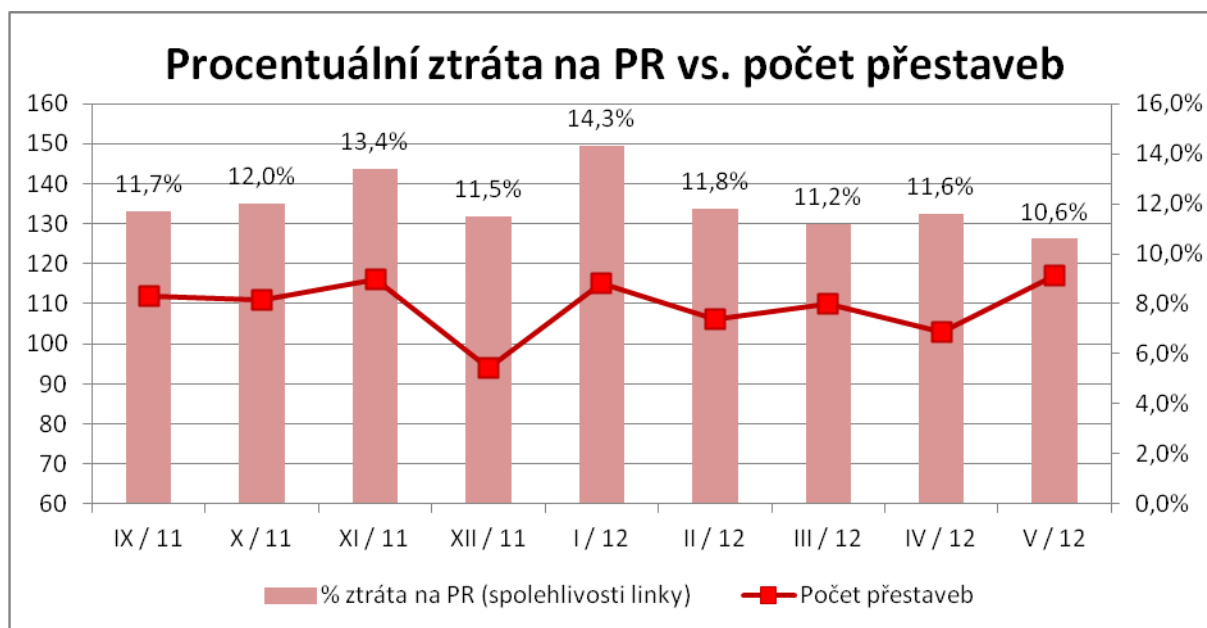
z/na	RO	GD7	GD1	MESH	IS	G RO U	G RO k	G IS	OS IS
RO	20	50	50	55	55	35	40	60	60
GD7	50	NA	50	50	50	50	50	100	60
GD1	50	50	NA	50	50	55	55	65	65
MESH	55	55	NA	40	55	55	55	65	65
IS	55	55	NA	50	35	55	55	65	65
G RO U	40	50	50	55	55	NA	40	60	60
G RO k	40	50	50	55	55	40	NA	60	60
G IS	50	90	NA	60	60	50	50	NA	80
OS IS	50	50	NA	55	55	50	50	100	NA

V praxi se snížení limitů na formátové přestavby projevilo částečně v lednu, kdy jedna směna postupovala „zkušebně“ podle nových limitů, ale jako konečné lze považovat až výsledky počínaje začátkem února, kdy podle nového standardu začaly postupovat i zbývající dvě směny.

V grafu 5.4 jsou modrou barvou vyznačeny průměrné hodnoty trvání formátových přestaveb v období před optimalizací procesu a červenou barvou jsou vyznačeny hodnoty za měsíce, kdy přestavby probíhaly již podle nového standardu. V období od října 2011 do ledna 2012 se průměrná délka formátových přestaveb pohybovala mezi 65-74 minutami, průměr za dané období je 70 min / jednu formátovou přestavbu. V období od února do května se průměrná délka dostala na 48 min. Toto představuje **zkrácení průměrné délky formátových přestaveb o 31 %**.



Obrázek 5.4 Průměrný čas formátových přestaveb (Zdroj: vlastní zpracování)



Obrázek 5.5 Ztráta na PR (spolehlivosti linky) způsobená přestavbami (všemi typy) (Zdroj: vlastní zpracování)

Z grafu 5.5 je vidět, že se ztráta způsobená přestavbami snižuje navzdory v podstatě konstantnímu počtu přestaveb. V prosinci 2011 byla ztráta na přestavby 11,5 %, což je srovnatelné s duben 2012, ale počet přestaveb byl v prosinci pouze 94, zatímco v dubnu byl počet přestaveb 103, tedy o 9 přestaveb více při stejné časové ztrátě na spolehlivosti linky. Nejlepšího výsledku bylo dosaženo v květnu, kdy časová ztráta výrobního procesu na přestavby tvoří pouze **10,6 %**, což je nejnižší dosažený výsledek za sledované období a to při nejvyšším počtu přestaveb.

Zvýšení spolehlivosti výrobního procesu PR o 1 % znamená navýšení objemu vyprodukovaných výrobků o 36.000 SU². To znamená úsporu na výrobních nákladech o 0,01 \$/SU.

² SU je zkratka anglického výrazu Statistical Unit, což je jednotka používaná v Procter and Gamble pro přepočet objemu různých typů výroby. Používá se proto, aby bylo možné srovnat objem naprosto rozdílných typů výrob a je založena na době životnosti produktu u zákazníka. Pomocí SU lze např. srovnat velikost výrobního provozu pracích prášků s oddělením vyrábějícím deodoranty či potravu pro psy.

Závěr

V této bakalářské práci byla charakterizována metodika štíhlé výroby a její vybrané části s důrazem na metodu SMED, která je určena pro optimalizaci formátových přestaveb výrobních linek. Podrobně je zde charakterizována metoda WPI, kombinující jednotlivé nástroje štíhlé výroby. Tato metoda je standardním nástrojem společnosti Procter and Gamble a využívá se pro optimalizaci procesů. Dále je zde popsáno prostředí provozu balení deodorantů APDO společnosti Procter and Gamble, kde je metoda WPI použita v praxi pro optimalizaci produktových přestaveb.

Výstupem WPI je standardizovaný proces formátových přestaveb, kdy jednotliví operátoři mají jasně určené role při přestavbě, které si rozdělí během plánování přestavby na začátku směny. Zlepšila se organizace přestaveb a ubylo chyb způsobených lidským faktorem.

Bylo dosaženo zkrácení formátových přestaveb o více než 30 %. Tato hodnota odpovídá zvýšení spolehlivosti výrobního procesu balící linky o 2 %, což znamená úsporu 0.02 \$ / statistickou jednotku. Roční úspora činí 50 tisíc dolarů. V důsledku nárůstu počtu přestaveb nedošlo ke snížení časové ztráty na přestavby o celá 2 %. Větší počet provedených přestaveb však umožňuje vyrábět menší výrobní dávky a tím pružněji reagovat na požadavky zákazníků a snižovat hodnotu skladových zásob, čím dojde i uvolnění kapitálu, který je možné investovat jiným způsobem.

Literatura

- [1] BORDÁS, R. *LEAN company: systémy řízení, implementace štihlé transformace, školení*. [online]. Dostupné z www.leancompany.cz. (citováno 29. května 2012)
- [2] JIRÁSEK, J. *Štihlá výroba*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-394-4
- [3] GOLDRATT, E.M.; COX, J. *Cíl: proces trvalého zlepšování*. Praha: InterQuality, 2001. ISBN 80-902770-2-0.
- [4] IMAI, M. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Praha: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0461-3.
- [5] KAVAN, M. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0199-5.
- [6] KOŠTURIAK J. *Snižování nákladů: cesta do pekla. Moderní řízení, měsíčník HN*. Číslo 6/2010. vyd. Economia a.s. 2010; ISSN 0026-8720
- [7] KOŠTURIAK J.; FROLÍK Z.; *Štihlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing s.r.o., 2006. ISBN 80-86851-38-9
- [8] *PDCA Security* [online]. [cit. 20. 1. 2012]. Dostupné z: <http://www.pdcasecurity.com>.
- [9] WARD, Allen C. *Lean product and process development*. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2007. ISBN 978-1-934109-13-7
- [10] WOMACK, James P., JONES, Daniel T. *Lean thinking : banish waste and create wealth in your corporation*. New York: Free Press, 2003. ISBN 0-7432-4927-5
- [11] *Wikipedie: Štihlá výroba* [online]. Poslední změna 22. 9. 2011 v 12:35 [cit. 30. 11. 2011]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/> .
- [12] *Wikipedie: Poka joke* [online]. Poslední změna 10. 6. 2012 v 11:19 [cit. 12. 6. 2012]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Poka-joke>.
- [13] *WPI tréninkové materiály*. Procter and Gamble (dostupné na interní síti pro zaměstnance). 2012.