

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
EKONOMICKÁ FAKULTA

Studijní program: 6208 T Ekonomika a management

Studijní obor: Strukturální politika Evropské unie a rozvoj venkova

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýza potenciálu aplikace principů štlhlé výroby ve vybraném průmyslovém
podniku

Vedoucí práce:
Ing. Radek Toušek, PhD.

Autor:
Bc. Karel Říha

2007

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci na téma „Analýza potenciálu aplikace principů štihlé výroby ve vybraném průmyslovém podniku“ vypracoval samostatně. Použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v příloženém seznamu.

V Českých Budějovicích dne

Podpis

.....

Upřímně děkuji Ing. Radkovi Touškovi, PhD. za vedení, cenné rady a odbornou pomoc při zpracování této diplomové práce a také panu Ladislavu Dolejšovi, vedoucímu projektů Lean Manufacturing ve firmě Schneider-Electric, a. s., Písek. za spolupráci a poskytnutí cenných informací během četných konzultací.

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	LITERÁRNÍ REŠERŠE	8
2.1	HISTORIE PRŮMYSLOVÉ VÝROBY	8
2.1.1	<i>Přechod od řemeslné k hromadné výrobě</i>	8
2.1.1.1	Eli Whitney a počátky revoluce	8
2.1.1.2	Henry Ford a pásová výroba	8
2.1.2	<i>Poválečná výroba</i>	9
2.2	LEAN MANUFACTURING	11
2.2.1	<i>Plýtvání</i>	11
	3 Mu	11
	Klasifikace plýtvání Toyota	11
2.2.2	<i>JIT</i>	12
2.2.3	<i>Kanban System</i>	13
2.2.4	<i>5S</i>	15
2.2.5	<i>SMED</i>	16
2.2.6	<i>Metody eliminace nekvality</i>	17
	Metoda FMEA	18
	Metoda FTA	18
	Metoda Poka-Yoke	19
3	METODIKA A CÍL PRÁCE	20
3.1	CÍL PRÁCE	20
3.2	METODIKA	20
3.2.1	<i>Čas taktu (Takt Time)</i>	21
3.2.2	<i>Celkový čas výroby (Production Lead Time)</i>	21
3.2.3	<i>Průmyslová efektivita (Industrial Efficiency)</i>	22
4	CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÉHO SUBJEKTU	23
4.1	STRUČNÁ HISTORIE SPOLEČNOSTI	23
4.2	CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI SCHNEIDER-ELECTRIC	23
5	VÝSLEDKY	25

5.1	VÝROBNÍ SYSTÉM SCHNEIDER-ELECTRIC.....	25
5.1.1	<i>Optimalizace linky</i>	25
5.1.2	<i>Mapa procesu</i>	29
5.1.3	<i>Diagnostika</i>	30
	Takt time původní linky	30
	PLT původní linky	31
	Observece.....	32
	Průmyslová efektivita.....	34
5.1.4	<i>Analýza možností</i>	36
	Mapování stávajícího procesu.....	37
	Simulace	38
	Návrh nového procesu.....	39
5.1.5	<i>Implementace principů pro optimalizaci linky</i>	46
	Vyvážení toku	46
	Stanovení velikosti materiálových zásob	48
5.1.6	<i>Nová linka LP</i>	50
5.1.7	<i>Řízení v krátkém čase (SIM)</i>	52
5.1.8	<i>Úspora</i>	54
	Zlepšení průmyslové efektivity	54
	Úspora PLT	55
5.2	OPTIMALIZACE TOKŮ V OKOLÍ LINKY	58
5.2.1	<i>Dynamický sklad</i>	58
	Určení dozásobovací strategie.....	58
	Kalkulace množství zásob v dynamickém skladu.....	60
	Umístění materiálu v dynamickém skladu	60
5.2.2	<i>Kanbanový systém</i>	61
	Kanbanové karty	62
	Postup při používání kanbanových karet	66
5.2.3	<i>Waterspider</i>	66
6	ZÁVĚR	67
7	SUMMARY	68
7.1	ANALYSIS OF APPLICATION POTENTIAL OF THE LEAN MANUFACTURING PRINCIPLES IN THE SELECTED INDUSTRIAL COMPANY.....	68

8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	69
9	POUŽITÁ LITERATURA	70
	MONOGRAFIE	70
	INTERNET	71
10	PŘÍLOHY	72

1 Úvod

Termín *štíhlá výroba* (angl. Lean Manufacturing) poprvé použili Američané Womack, Jones a Roos ve své knize „Stroj, jenž změnil svět“ (angl. „The machine that changed the world“), kterou společně publikovali roku 1990 (Nahmias, 1997). Tímto termínem v knize označili výrobní systém japonské společnosti Toyota Motors Corporation. Principy, na kterých byl tento výrobní systém postaven byl v té době západní společnosti znám pod oficiálním názvem *Toyota Production System* (dále jen TPS). Společnost Toyota je všeobecně známa tím, že svého vzestupu dosáhla novými revolučními manažerskými přístupy, které jsou nyní široce přijímány v mnoha společnostech. Tento soubor přístupů založený na několika principech, optimalizujících organizaci práce a zvyšování efektivity minimalizací plýtvání, může při modifikaci na místní podmínky a správné aplikaci vést k velmi výrazným finančním úsporám za současného zvýšení produktivity práce.

Jedná se o velice revoluční změny v pojetí výrobních procesů. Podniky se nacházejí ve velmi turbulentním prostředí, jež klade vysoké požadavky na řízení podnikových zdrojů. V globalizující se a internalizující se ekonomice již společnosti nevystačí s konkurenční výhodou, vyplývající z jejich pozice či schopnosti alokovat zdroje, aby byly více konkurenceschopné, protože především velké nadnárodní korporace jsou schopny rychle a pružně reagovat na změny a své výrobní kapacity přemísťují efektivně tak, aby minimalizovaly své náklady do oblastí s levnou pracovní silou či významných daňových úlev, resp. daňových rájů. V druhé polovině dvacátého století se ukázalo, že konvenční systémy výroby disponují vysokým potenciálem pro zlepšení v oblasti efektivity využívání svých zdrojů. Ukázalo se že tyto výrobní procesy zcela nesmyslně plýtvají časem a vytváří nadbytečné zásoby, vedoucí k nadvýrobě. Společnosti, které dokázaly identifikovat oblasti plýtvání ve svých procesech a našly cestu, jak se tomuto plýtvání vyhnout získaly výhodu, která jim otevřela prostor pro nové investice, zvyšování kapacit a mnohem progresivnější růst. Toyota Motors Corporation vyvinula systém, který se v té době zcela lišil od tradičního pojetí, a který tato plýtvání v mnoha oblastech zcela eliminoval. Především díky tomu se během několika desetiletí stala Toyota předním světovým výrobcem automobilů a leaderem v oblasti kvality své produkce. Ostatní společnosti proto začaly záhy napodobovat a uplatňovat principy, které Toyotě pomohly „dohnat Ameriku“.

Společnost Schneider-Electric je jednou z mnoha společností, které se rozhodly zcela změnit způsob řízení výroby a zavádí do řízení nové poznatky nejen v oblasti řízení

logistických procesů, ale také kvality a řízení lidských zdrojů. Implementace štíhlé výroby eliminovala celou řadu plýtvání a odhalila některé nedostatky, které je možné nyní snáze řešit.

2 Literární rešerše

2.1 Historie průmyslové výroby

2.1.1 Přejchod od řemeslné k hromadné výrobě

2.1.1.1 Eli Whitney a počátky revoluce

Od starověku se v lidské společnosti postupně etablovala a diverzifikovala řemeslná výroba. Počet řemesel rostl s rostoucím počtem obyvatel a navyšující se potřebou specializace. Ve středověku došlo k vrcholnému rozvoji řemesel, kdy vznikly cechy, které sdružovaly jednotlivé řemeslníky v městech a zajišťovaly jejich práva, a také garantovaly jistou míru kvality zákazníkům. V 18. století se pomalu začíná měnit doba. Roku 1769 sestrojil James Watt svůj první parní stroj, čímž položil základy průmyslové revoluci, která měla nastat o několik desetiletí později a konjunktovat v průběhu druhé poloviny 19. století. Avšak důležitějším mezníkem pro počínající revoluci v organizaci výroby je až rok 1799, kdy Eli Whitney poprvé využil v praxi svůj nový koncept *vyměnitelných částí* a získal smlouvu s Armádou Spojených států na výrobu deseti tisíc mušket. Byl schopen dodat jeden kus za, do té doby nevídaně nízkou sumu, 13 dolarů 40 centů, hlavně díky konceptu, který vynalezl kolem roku 1780 spolu s ním, avšak zcela nezávisle, také Francouz Nicholas LeBlanc (Nicholas, 1998). Systém zaměnitelných dílů mu umožnil vyrábět součástky ve větším množství najednou, což mu přineslo snížení výrobních náklad

2.1.1.2 Henry Ford a pásová výroba

Průkopníkem masové průmyslové výroby byl Henry Ford. Ten roku 1903 začal s výrobou svého modelu A, který se kus po kuse sestavoval na jednom stanovišti. Roku 1910 sestavil první ředitel společnosti Ford Motor Charles E. Sorensen spolu s Charliem Lewisem a uvedl do provozu *montážní linku*. Takto jako první uplatnil v praxi nepřetržitý tok

ve výrobě. Jednalo se mechanismus, který sestával z cyklistického řetězu, který byl veden u stropu haly a na němž byly háky, na kterých byla zavěšena kostra automobilu, který se tak přepravoval od pracoviště k pracovišti (Nicholas, 1998). Kvalitu vyžadoval Ford především u zdroje. Také si již uvědomoval plýtvání, jeho původ a vliv na podnik. Za plýtvání považoval především vytváření nadbytečných zásob materiálu a hotových výrobků přesahující požadavky a tvrdil, že následkem tohoto plýtvání je vyšší cena a nižší mzdy. Fordův výrobní systém, tak jak existoval ve 20. letech 20. století, byl postaven na čtyřech principech:

- nepřetržitý tok ve výrobě,
- standardizace,
- odstranění plýtvání,
- vyžadování kvality u zdroje.

2.1.2 Poválečná výroba

Zakladatelem společnosti, která se zpočátku věnovala textilní výrobě, byl Sakichii Toyoda (žil 1867 – 1930). Roku 1902 vyvinul tkalcovský stav, který pracoval na principu *Jidoka*. Tento termín se dá z japonštiny přeložit do angličtiny jako *Autonation*, tedy *autonematizace*. Princip *Jidoka* spočívá v tom, že se stroj zastaví v okamžiku, kdy vyrobí vadný díl (Imai, 2004). Tento princip se stal zásadním pilířem výrobního systému Toyoty. Umožnil, aby jeden pracovník obsluhoval více strojů. Pracovník Toyodovy přádelny tak mohl obsluhovat 30 až 40 strojů najednou. Sakichii Toyoda svůj patent prodal a za získané peníze založil společnost, která se poprvé zaměřila na výrobu automobilů. Jeho syn Kiichiro Toyoda stanovil po 2. světové válce ambiciózní cíl dohnat do tří let americký automobilový průmysl (Toyota ČR).

Proto navštívil jeho synovec Eiji Toyoda v roce 1950 Spojené státy americké, aby navštívil Fordovu továrnu v River Rouge a seznámil se tam s principy masové výroby. Eiji Toyoda si uvědomil, že systém masové výroby uplatňované Fordem není možné zcela aplikovat v Japonsku, ale že je nutné tento systém upravit místním podmínkám. Navíc Toyota nedisponovala dostatečným kapitálem, který by investice do zavedení masové výroby vyžadovala. Po návratu domů povolal tedy Eiji Toyoda výrobního inženýra z továrny v Honsche, Taiichi Ohna, aby mu pomohl vytvořit nový, funkční systém. Měl navrhnout

výrobní systém, který bude efektivnější, flexibilnější, méně nákladný než tradiční masová výroba a hlavně očištěný od plýtvání (Nicholas, 1998). Systém, který vytvořil, byl prototypem výrobního systému *Právě včas* (angl. *Just In Time*, dále jen JIT). Kroky, které Taiichi Ohno podnikl pro eliminaci prostojů a všech ztrát, se odrazily ve vývoji TPS. Přední prioritou bylo pokusit se napodobit výrobní podmínky přádelny, kde každý zaměstnanec obsluhoval 30 až 40 tkalcovských stavů. Návrh továrny v Honshe v roce 1947 se podobal americkým továrnám toho času. Jeden zaměstnanec obsluhoval jeden stroj, jichž bylo na jednom pracovišti umístěno 50 až 100. Nevýhoda tohoto řešení spočívala v tom, že relativně mnoho času strávil zaměstnanec čekáním, až stroj práci ukončí. Též bylo zapotřebí mít na skladě hodně materiálu. Výstup jednoho takového pracoviště byl předáván do další sekce, kde výrobní proces pokračoval obdobným způsobem. Taiichi Ohno vymyslel způsob, jak na jedno pracoviště umístit různé druhy strojů tak, aby jich jeden zaměstnanec mohl obsluhovat více druhů. Zaměstnanci byli tedy schopni obsluhovat několik strojů a prostoje způsobené čekáním na ukončení práce se snížily na minimum (Toyota ČR).

Shigeo Shingo svou práci pro Toyota Motors Corporation směřoval do oblasti eliminace plýtvání časem a především se zaměřil na zkracování času potřebného ke změně výroby. Jedná se o čas mezi posledním dobrým vyrobeným kusem jedné série a prvním dobrým vyrobeným kusem druhé série. Shigeo Shingo vyvinul systém nazývaný *Single Minute Exchange of Dies* (dále jen SMED), který tento čas zkrátil z původních několika hodin na pouhé vteřiny (Nahmias, 1997). Také si uvědomoval, že pracovníci „proplýtvají“ mnoho času kontrolou kvality. Proto přišel s metodikou Poka-Yoke, což se anglicky překládá jako *Mistakeproofing*, tedy česky něco jako *chybězdornost*. Je to řada mechanismů, které mají zajistit, aby nenastala chyba. Pracovník se pak může věnovat své práci, tj. montáži a neztrácí čas kontrolou, zda neudělal chybu.

Celý výrobní systém Toyoty, tak jak jej známe dnes, se postupně vytvářel několik desetiletí. V následující kapitole budou vysvětleny jeho jednotlivé prvky.

2.2 Lean Manufacturing

2.2.1 Plýtvání

3 Mu

Konvenční masová výroba se vyznačovala vysokou mírou plýtvání. Japonská filozofie neustálého zlepšování (jap. *Kaizen*, angl. *Continuous Improvement*) využívá pro identifikaci a definici plýtvání slova *Muda*, *Mura*, *Muri* často označovaná jako 3 Mu. *Muri* lze přeložit jako *namáhavý, přetížený* a znamená namáhavé podmínky pro zaměstnance i stroje. *Mura* se překládá jako *nepravidelnost* a vzniká vždy, kdykoli je narušen hladký tok práce stroje a jeho obsluhy či postup produktů na lince. *Mura* a *Muri* jsou signálem, že je zapotřebí na pracovišti něco zlepšit. Japonské slovo *muda* znamená odpad či plýtvání (Imai, 2005).

Klasifikace plýtvání Toyoty

Taiichi Ohno sestavil sedm kategorií plýtvání:

1. Muda nadprodukce
2. Muda zásob
3. Muda oprav a zmetků
4. Muda pohybu
5. Muda zpracování
6. Muda čekání
7. Muda transferu

Přitom za nejzávažnější typ plýtvání lze považovat nadprodukci. Nadprodukce nejenže znamená špatné plánování výroby a zbytečnou tvorbu zásob, ale navíc v sobě váže zbývajících šest kategorií plýtvání. Celkový čas, který strávíme výrobou jednoho kusu výrobku lze rozdělit na dvě bazické části. Na čas, který strávíme činnostmi, které přinášejí přidanou hodnotu zákazníkovi, tedy hodnotu, kterou je zákazník ochoten zaplatit. A na čas, který strávíme prováděním činností, které přidanou hodnotu zákazníkovi nepřinášejí. Ten jí však platí, ačkoliv je nevyžaduje. Tyto činnosti jsou způsobeny plýtváním (například

nadbytečnými kontrolami, vytvářením nadbytečných zásob a navyšování výrobního času). Jediné aktivity, které tak přináší zákazníkovi hodnotu je samotná montáž dílů a nezbytné kontroly kvality. Pracovník montující výrobek, by se měl tedy věnovat pouze montáži a vytvářet tak přidanou hodnotu. Ostatní aktivity je nutno odstranit buď úplně či je přenést jinde (např. zásobování linky materiálem).

2.2.2 JIT

Tradiční výroba je charakteristická několika body. Především je to výrobní systém opírající se o zásoby materiálu a rozpracované výroby. Tyto zásoby vytvářejí bezpečnostní nárazníky mezi jednotlivými prvky výrobního procesu. Vytváření těchto zásob je dáno filosofií toku, přesněji tím, co dává impuls k výrobě. Tradiční výroba je *tlačný systém* (angl. *Push System* či *Push Production*), tedy systém, kdy výrobu tlačí nabídka, resp. impuls k další výrobě dává předcházející pracoviště. Všechna pracoviště pracují dle stanovených norem a bez ohledu na to, jestli následující pracoviště může přijmout jejich rozpracovanou výrobu, vyrábí dále a vytváří tak nadbytečné zásoby. Tento systém je velice nákladný právě svým plýtváním.

Naopak JIT je *systém tažným* (angl. *Pull System* nebo *Pull Production*). To znamená že je výroba tažená poptávkou. Signál k výrobě udává pracoviště následující, pokud toto pracoviště pracuje na montáži výrobku, nesmí předcházející pracoviště pracovat, dokud od svého následujícího pracoviště nedostane signál. Tento systém může fungovat za předpokladu dodržení několika elementárních zásad, jejichž aplikace však znamená revoluční změny v pojetí výroby. První zásadou je nutnost zajištění plynulého a vyváženého toku ve výrobě bez existence úzkých míst. Dalším předpokladem je vytvoření toku po jednom kusu, tedy toku bez meziskladování rozpracované výroby na lince. Posledním důležitým předpokladem je vytvoření signalizačního systému, tedy systému signalizace, že předchozí výrobní prvek může vyrábět. Tímto signalizačním systémem je v Japonsku vytvořený *kanban systém*.

Úspěšnost zavedení taženého toku ve výrobě spočívá především na dodržování základních pravidel. Tato pravidla lze uspořádat do šesti bodů:

- následující pracoviště čerpá od předchozího pracoviště pouze takové množství jednotek, které potřebuje. Toto množství je hlídáno kanbanovou kartičkou,
- každé pracoviště vyrábí jednotky v takovém množství, které udává kanban,
- kanbanový štítek musí být vždy připevněn ke kontejneru či krabici. Není možné objednávat či vyrábět bez kanbanu,
- pouze bezchybné jednotky mohou být poslány dál do procesu. Vadné kusy musí být z procesu vyjmuty a proces samotný musí být zastaven, dokud není odstraněn zdroj závady,
- proces je plynulý,
- počet kanbanů je postupně redukován, aby bylo dosaženo snížení rozpracovanosti ve výrobě a aby byly odhaleny další zdroje plýtvání či potřeby zlepšení.

2.2.3 Kanban System

Termín „kanban“ znamená v japonštině „štítek“ či „karta“. Tento systém spočívá v zavedení vztahu zákazník – dodavatel do výrobního procesu, kdy každý výrobní stupeň plní funkce z pohledu zákazníka tím, že dává ve formě objednávek své požadavky na suroviny, materiál, polotovary, součásti, apod. a jako dodavatel realizuje objednávky došlé od návazných výrobních stupňů (Daněk, Plevný, 2005). Kanbanový štítek nese informace o materiálu, dílu či výrobku a minimálně by měl obsahovat tyto:

- označení (referenční číslo) druhu materiálu, resp. dílu či výrobku,
- název materiálu, resp. dílu či výrobku,
- označení „dodavatele“,
- označení „zákazník“,
- typ balení,
- množství v balení.

Avšak štítek je vhodné doplnit i dalšími informacemi, jako je:

- datum pořízení kanbanu,
- číslo kanbanu.

Označení „dodavatele“ podává informaci, odkud daný materiál, resp. díl či výrobek je. Může to být přímo dodavatel, je-li vtažen do řízení JIT, ale může to být externí sklad, interní sklad, může to být ale také i jiná linka. Proto toto označení obsahuje informace identifikující místo, odkud bude materiál, resp. díl či výrobek přepravován, včetně adresace. Naopak označení „odběratele“ identifikuje a adresuje, kam má být materiál, resp. díl či výrobek přepraven. Opět to může být další linka, další pracoviště, či sklad a nebo přímo odběratel.

Pro výpočet potřebného množství kanbanových štítků se při výpočtu vychází z objednávacího bodu. Jde o jednoduchý systém, kdy je dozásobovací objednávka účinná tehdy, dostanou-li se zásoby na kritickou úroveň (Nicholas, 1998). Tento bod lze zjistit podle vzorce ROP (Re-Order Point):

$$\text{ROP} = D * \text{LT} + S$$

D = spotřeba, prodej

S = pojistný koeficient; zpravidla stanoven jako 10% z LT či méně (u dobře vyvážených toků může být roven nule)

LT = „lead time“, tj. čas potřebný na výrobu a transfer jednotky

$$\text{LT} = P + T$$

P = celkový čas potřebný na vyrobení objednávky včetně času na přípravu linky

T = čas potřebný na předání objednávky předchozímu pracovišti plus čas potřebný k transferu objednaných dílů z předchozího pracoviště

ROP nám tedy říká, po kolika spotřebovaných jednotkách bychom měli použít kanban a dozásobit. Častěji se však používá upravený vzorec, který přepočítává tyto jednotky na kontejnery (resp. krabice). Protože jedna krabice znamená jeden kanban, můžeme tento vzorec použít pro výpočet potřebného množství kanbanů (Zermati, 1996):

$$K = \text{ROP} / N$$

N = počet kusů v jednom kontejneru (krabici)

Signální kanban může mít mnoho podob. Nemusí se vždy jednat pouze o kartičku. Často používaným signálem je označení ukládací plochy nápisem doplnit. Pokud je spotřebována krabice či paleta, objeví se na jejím uložení nápis doplnit a jeho zviditelnění je signálem pro doplnění. Mezi další metody signalizace patří například:

- metoda golfových míčků,
- plovoucí kanban (v násypkách),
- elektronický kanban (světélko).

2.2.4 5S

Dalším nástrojem při eliminaci plýtvání je metoda 5S či dobré hospodaření v pěti krocích. Těchto pět kroků označují japonské (resp. anglické) výrazy:

1. Seiri (*sort*)
2. Seiton (*straighten*)
3. Seiso (*scrub* nebo *shine*)
4. Seiketsu (*systematize* nebo *standardize*)
5. Shitsuke (*standardize* nebo *sustain*)

První krok, *seiri*, zahrnuje rozřídění všech položek na pracovišti na věci nezbytné a věci zbytečné. Cílem je ty zbytečné věci z pracoviště odstranit. Často se pro aplikaci tohoto kroku používá metoda červených štítků, kdy členové teamu, který provádí krok seiri, označí všechny nepotřebné a zbytečné věci na pracovištích. Tyto věci jsou pak z pracovišť odstraněny (Imai, 2005).

Ihned následujícím krokem je *seiton*, neboli *srovnat*. Všechny nezbytné věci, které zůstaly na pracovišti po prvním kroku, musí být přehledně uspořádány. Jejich nalezení na pracovišti musí vyžadovat minimum času a úsilí. Proto musí mít každá věc přesně specifikovanou adresu uložení, maximální počet kusů, v kterém se může na pracovišti nacházet (Imai, 2005).

Dalším, často podceňovaným krokem, je *seiso*, neboli *vyčistit*. Úklid pracovišť nemá jen estetické opodstatnění. Čistota pracovišť především snižuje riziko poruch strojů v důsledku zanesením nečistotami, navíc zvyšuje bezpečnost práce a zlepšuje kvalitu prostředí na pracovišti.

Předposledním krokem je *seiketsu*, překládaný jako systematizovat. Smyslem tohoto kroku je systematicky opakovat každodenně v práci na předcházejících třech krocích, aby byla zajištěna kontinuita a aby se vše po určité době nevrátilo k původnímu stavu.

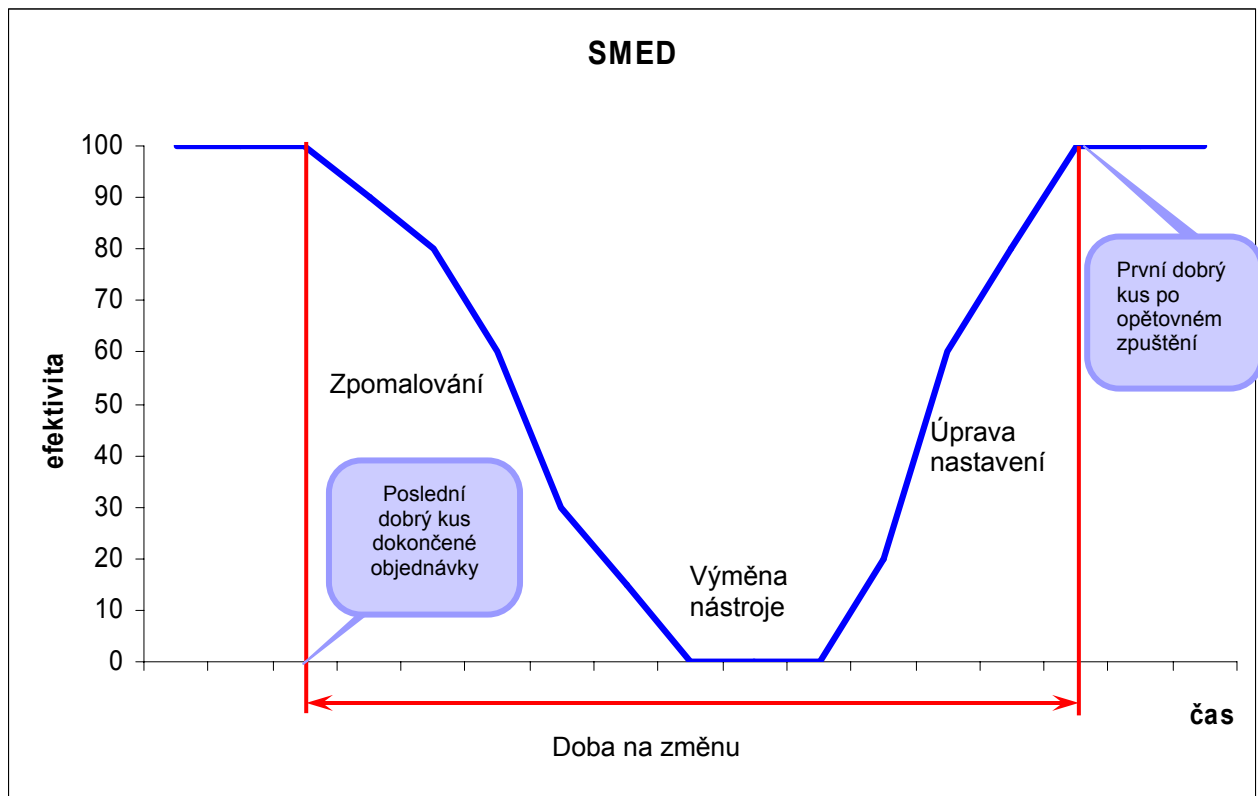
Posledním termínem je *shitsuke*, což se někdy překládá jako sebedisciplína jindy jako standardizace. Tento termín znamená, že lidé, kteří praktikují první tři kroky a činí tak neustále, získali sebedisciplínu. V tomto posledním stadiu by měl management zavést standardy pro každý z pěti kroků a zajistit, aby je zaměstnanci dodržovali. Součástí těchto norem by měl být způsob hodnocení splnění každého z těchto kroků (Imai, 2005).

Volné kanbany je pak možné ukládat do boxů, určené pro kanbany, odkud si je může manipulant vyjmout, nebo mohou být umístěny na kanbanovou tabuli, kde je pro každý kanban vytvořeno políčko a jeho umístění na tuto tabuli je signálem pro doplnění.

2.2.5 SMED

Velmi důležitou položkou a zdrojem plýtvání je čas potřebný pro seřízení strojů a náradí před započítím nové operace. Při změně výroby je nutné přenastavit stroje a během této doby výroba na lince zcela zamrzne, což je velice nákladné z důvodu nárůstu fixních nákladů na výrobek. Shigeo Shingo proto vytvořil metodu redukce tohoto času, takže se mu podařilo zkrátit tento čas nutný k přenastavení linky z několika hodin na pouhé vteřiny. Tento systém se anglicky nazývá Single Minute Exchange of Dies (Nahmias, 1997).

Obr. 1 : SMED – doba potřebná na změnu výroby



Zdroj: vlastní výzkum

2.2.6 Metody eliminace nekvality

Empirie dokazuje, že náklady na odstranění vzniklé chyby jsou násobně vyšší v okamžiku, zjistí-li chybu zákazník, než-li v okamžiku zjištění chyby přímo ve výrobě. Jednoduše lze použít pravidlo 1-10-100, které říká, že jak se služba či výrobek pohybuje výrobním procesem, rostou náklady na opravu vzniklé chyby desetkrát rychleji. Je dobré, když se něco povede napoprvé, ještě lepší je zamezit možnosti, aby se věc napoprvé nepovedla. Shigeo Shingo se zabýval možností eliminace chyb a postupně vyvinul metodiku řízení jakosti *Zero Quality Management*, tedy s nulovou chybovostí. Kvalita hraje v řízení výroby dvojí roli. Na jednu stranu je hlavním cílem managementu dosáhnout, co nejlepší kvality, protože kvalita je nejlepší referencí podniku a pro zákazníka je to důležitý parametr při rozhodování o koupi výrobku, tedy vede k vyššímu prodeji, vyšším ziskům a vyšší tržní hodnotě podniku.

Na stranu druhou představuje kontrola kvality velké množství času, které ji věnuje pracovník a přitom se nejedná o činnost s přidanou hodnotou. Tou je pouze samotná montáž. Je tedy zřejmé, že všechny kontroly kvality v průběhu výrobního procesu odstranit nelze. Mnoho kontrol kvality je dáno předpisy bezpečnosti práce. Ovšem je možné eliminovat zbytečné kontroly, které mohou být duplicitní, či je lze nahradit jiným mechanismem. Chyby je třeba identifikovat, popsat a definovat jejich příčiny, analyzovat, a pak je možné navrhnout metody prevence jejich vzniku. Nejznámějšími a nejčastěji používanými metodami analýzy a prevence ztráty kvality jsou v současných managementech kvality metoda FMEA, metoda FTA a metoda Pokayoke (Drahotský, Řezníček, 2003), která je součástí TPS.

Metoda FMEA

Jedná se o analýzu příčin vzniku selhání a důsledků jejich vzniku (angl. *Failure Mode and Effects Analysis*). Tato metoda je známa od sedmdesátých let. Občas bývá rozšířena o kvantifikaci rizika, pak se označuje jako FMECA (angl. *Failure Modes, Effects and Critical Analysis*). Při praktické aplikaci FMEA se předpokládá sestavení řešitelského teamu odborníků, kteří komplexně posoudí všechny možné souvislosti vzniku ztráty kvality, jejich příčiny a následky a doporučí účinná opatření k budoucí prevenci. Obecný postup se skládá z následujících kroků (Drahotský, Řezníček, 2003):

1. definování logistického procesu
2. identifikace ztráty kvality
3. určení důsledků ztráty kvality
4. určení příčin ztráty kvality
5. zmapování stávajících opatření
6. stanovení míry rizika
7. doporučení a realizace opatření

Metoda FTA

Analýza stromu vad (angl. *Fault Tree Analysis*, dále jen FTA) slouží k identifikaci všech podmínek či faktorů, které způsobují nebo alespoň přispívají ke ztrátám kvality logistických procesů. Je vhodná pro analýzy spolehlivosti a bezpečnosti složitých systémů,

u nichž se ztráta kvality vyskytuje jako následek kombinace různých dějů (Drahotský, Řezníček, 2003).

Metoda Poka-Yoke

Cílem metody je nalézt a aplikovat jednoduchá technická řešení, jejichž prostřednictvím bude dosaženo bezvadnosti v situacích, kdy je ve hře jakákoliv náhodná příčina, která může vyvolat chybu a následně i případnou ztrátu kvality. Současné praktické příklady řešení ukazují, že reagují zejména na lidskou nedokonalost (Drahotský, Řezníček, 2003).

Lidé chybují z různých příčin:

- úmyslně (zcela záměrně)
- z nedostatečného zaškolení
- zastaralá technika
- jsou na ně kladeny přehnaně vysoké požadavky
- z nepozornosti
- z chybějící koncentrace
- z nevysvětlitelného důvodu

První čtyři příčiny lze snadno řešit vhodnou motivací, školením, modernizací či organizačními změnami. Poslední tři uvedené příčiny mají náhodný charakter a provázejí každý proces, v němž je člověk přítomen (Drahotský, Řezníček, 2003).

3 Metodika a cíl práce

3.1 Cíl práce

Cílem této práce je stanovit potenciál aplikace principů štíhlé výroby. Tento potenciál je možné určit pomocí sledování ukazatele IE, neboli průmyslové efektivity, která udává podíl užitečného času na celkovém času výroby a ukazatele PLT, jenž udává celkové množství času, který potřebuje jeden výrobek, aby prošel celým procesem výroby a je ovlivněn velikostí zásob rozpracované výroby a materiálu.

3.2 Metodika

Při analýze potenciálu změny vycházím z komparace dvou stavů. Stavů a velikosti ukazatelů IE a PLT před implementací principů štíhlé výroby a stavů a velikosti ukazatelů po jejich zavedení. Ověřovanou hypotézou je tvrzení, že implementace principů štíhlé výroby vede k omezení plýtvání a tedy k úsporám času, zásob a prostoru.

Výsledná práce je rozdělena do dvou základních částí:

1. optimalizace linky
2. optimalizace okolí linky

Optimalizace linky je složitým procesem změny, který probíhá ve třech fázích. Fáze jedna je založena na sledování procesu. Nejprve se identifikuje a zmapuje proces, jeho operace a jednotlivé prvky operací. Poté se provede měření procesu a všech prvků. Získané informace se analyzují. Analýza probíhá tak, že se naměřené časy zprůměrují a kategorizují do několika skupin. Ve druhé, přípravné, fázi se stanoví podmínky implementace, rizika a klíčové body, aby implementace mohla být úspěšná. Nakonec se navrhne nová linka a provede se závěrečné měření, které odhalí, zda bylo odstraněním plýtvání dosaženo úspor.

Optimalizace okolí linky je vynuceno aplikací principů štíhlé výroby pro optimalizaci linky, a je tedy doplňujícím prvkem optimalizace linky.

Pro analýzu potenciálu aplikace principů štíhlé výroby budou použity ukazatele PLT a IE. Aby bylo možné vyvážit identifikované operace ve výrobním procesu, musí být určen také čas taktu.

3.2.1 Čas taktu (Takt Time)

Čas taktu pracoviště či linky je doba, za kterou opustí pracoviště či linku jeden výrobek. Jednou z možností, jak tento takt vypočítat, je z průměrného denního prodeje:

$$TT = h / P * 3600$$

h – počet pracovních hodin za den

P – denní prodej v kusech

3.2.2 Celkový čas výroby (Production Lead Time)

Dalším důležitým ukazatelem je *celkový čas výroby* (angl. *Production Lead Time*, dále jen PLT), který nám říká, jak dlouho trvá jednomu dílu, který vstoupí na začátku výrobního procesu do výroby, než tento proces opustí jako součást hotového výrobku. Tento čas se může velmi lišit od čistého času potřebného k smontování jednoho výrobku a to hlavně v tradiční výrobě tlačené nabídkou, kdy se vytváří zásoby mezi jednotlivými pracovišti.

Při výpočtu PLT se postupuje tak, že se spočítá množství veškerého materiálu, které leží na pracovištích, kolem pracovišť v regálech či na pásu, spočítají se všechny polosestavy, rozpracovaná výroba i počet hotových kusů, které čekají v zóně expedice. Pomocí kusovníku se určí, kolik kusů hotových výrobků lze z tohoto množství materiálu a polotovarů vyrobit (protože např. šroubů může být třeba osm na jeden hotový výrobek). Toto celkové množství vydělíme průměrným denním prodejem a tak zjistíme, na kolik dní máme zásobu u linky

a na lince. Pronásobením množstvím pracovních hodin za den, zjistíme, kolik činí PLT v hodinách.

$$PLT = Z / P * h$$

Z – zásoba v kusech

P – průměrný denní prodej

h – počet pracovních hodin denně

3.2.3 Průmyslová efektivita (Industrial Efficiency)

Posledním velmi důležitým ukazatelem je *průmyslová efektivita* (angl. *Industrial Efficiency* či *Industrial Excellence*, dále jen IE), která říká, kolik procent z celkového času potřebného k vyrobení jednoho kusu výrobku činí čas vynaložený na operace, které přinášejí hodnotu. Vychází se z údajů získaných během observace pracovišť. Jednotlivým úkonům a činnostem, které pozorovatel vysledoval a změřil se určí, zda se jedná o čas s přidanou hodnotou či nikoliv. Je zřejmé, že většina času na výrobní cyklus tuto hodnotu přináší, další aktivity operátorů, jako je kontrola kvality, manipulace s materiálem, apod. lze považovat za časy, které hodnotu nepřinášejí.

4 Charakteristika zkoumaného subjektu

4.1 Stručná historie společnosti

Společnost Schneider Electric byla založena roku 1836 ve Francii a od počátku se zaměřila na těžký průmysl. Až v 80. letech dvacátého století se společnost přeorientovala na elektrotechnický průmysl. Nynější oficiální název byl přijat ovšem až v lednu roku 1999. Konec osmdesátých a první polovina devadesátých let minulého století byla ve znamení mnoha fúzí. Společnost Schneider Electrics postupně převzala firmy Merlin Gerin, Modicon, Suqare D či Telemecanique. Akvizice pokračovaly dál získáním společností Lexel, TAC, Infra+ a Andover Controls až do roku 2004.

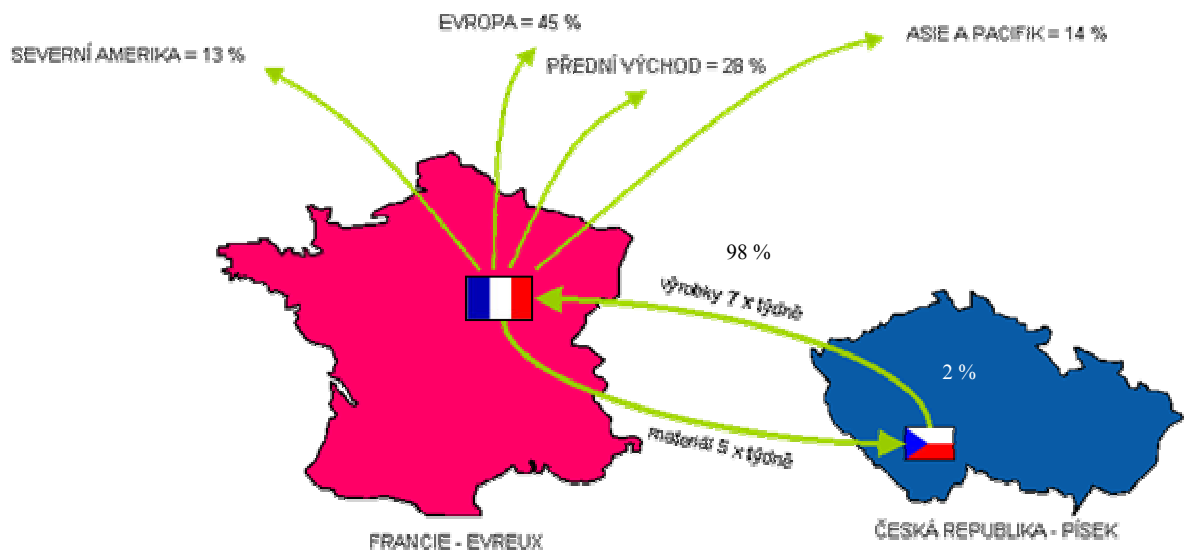
V České republice se společnost usadila roku 1993 po zakoupení společnosti Elektropřístroj Písek, a. s. a v roce 1999 vybuodovala v Písku nový výrobní závod na výrobu vysokoproudých součástek, především stykačů, spínačů, pojistkových odpojovačů a tlačítkových ovladačů (Schneider-Electric ČR).

4.2 Charakteristika společnosti Schneider-Electric

Společnost Schneider-Electric nyní působí ve 130 zemích světa, kde ve 170 výrobních závodech zaměstnává 83 tisíc zaměstnanců. V České republice došlo roku 1999 k rozdělení společnosti na 2 samostatné subjekty a to Schneider-Electric, s. r. o. a Schneider-Electric, a. s.

První jmenovaná společnost je obchodním zástupcem firmy Schneider-Electric pro Českou republiku a sídlí v Praze. Kromě toho má obchodní kanceláře také v Brně, Ostravě a Písku, v nichž zaměstnává 200 lidí. Druhá jmenovaná společnost je výrobním závodem v Písku, který zaměstnává v průměru přes 610 zaměstnanců a 160 brigádníků. Výrobní závod v Písku má celkovou rozlohu 14 000 m², z čehož výroba zaujímá 8 000 m².

Obr. 2 : Rozpad odbytu produktů Schneider-Electric ČR



Zdroj: vlastní výzkum

Pouhé 2 % výroby nachází svůj odbyt v České republice. Zbytek je přepravován 7krát týdně do centrálního skladu skupiny Schneider-Electric v Evreux u Paříže ve Francii. Naopak čeští dodavatelé tvoří 27 % všech dodávek. Materiál a díly z Evreux přichází do Písku 5krát týdně a tvoří 60 % dodávek.

5 Výsledky

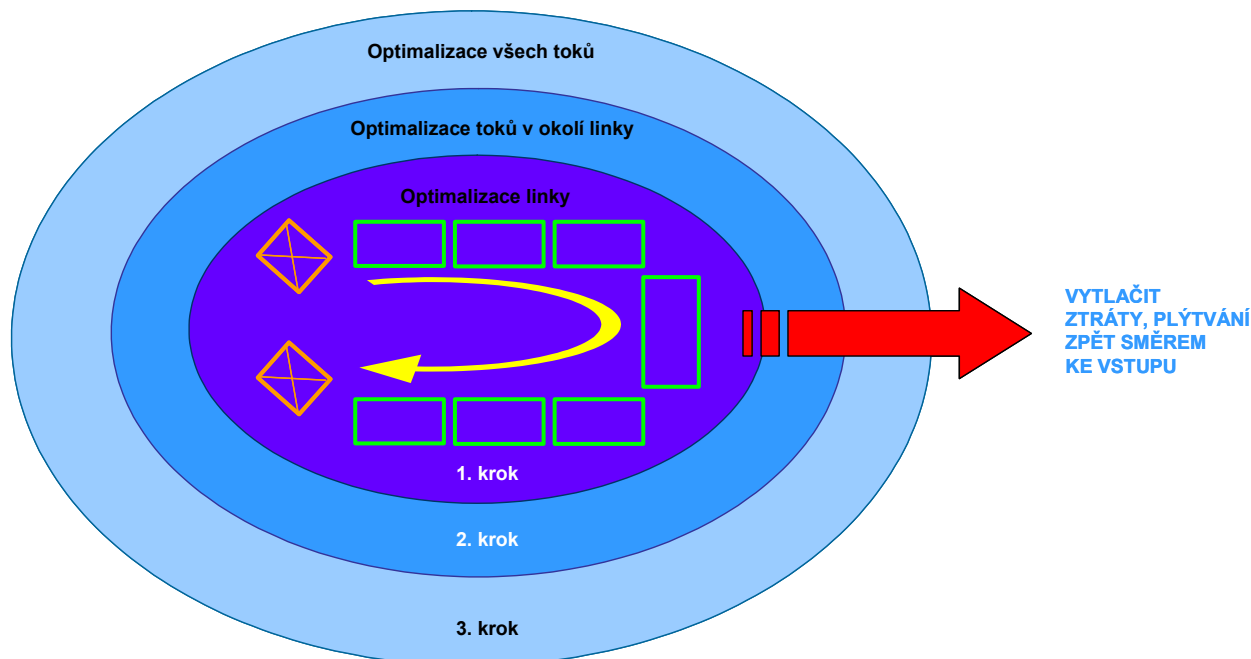
5.1 Výrobní systém Schneider-Electric

5.1.1 Optimalizace linky

Při samotném odstraňování příčin plýtvání je dobře postupovat ve třech krocích. Nejprve se pokusit vytlačit všechny formy plýtvání ven z výroby tak, aby všechny činnosti, které nepřinášejí hodnotu vykonávali pokud možno jiní pracovníci, než montéři. V tomto prvním kroce jde tedy o optimalizaci linky. V druhém kroku se pak musíme pokusit optimalizovat toky kolem linky a vytlačit plýtvání směrem ke vstupu, tedy k dodavateli. Posledním krokem optimalizace je optimalizace dodavatelsko-odběratelských činností tím, že do procesu zapojíme dodavatele i zákazníky. Společnou snahou v celém řetězci by měla být optimalizace toků tak, aby bylo plýtvání odstraněno úplně.

Tato práce se sleduje optimalizací implementací principů štíhlé výroby na lince stykačů LP 40 – 95 A.

Obr. 3 : Postup optimalizace ve 3 krocích

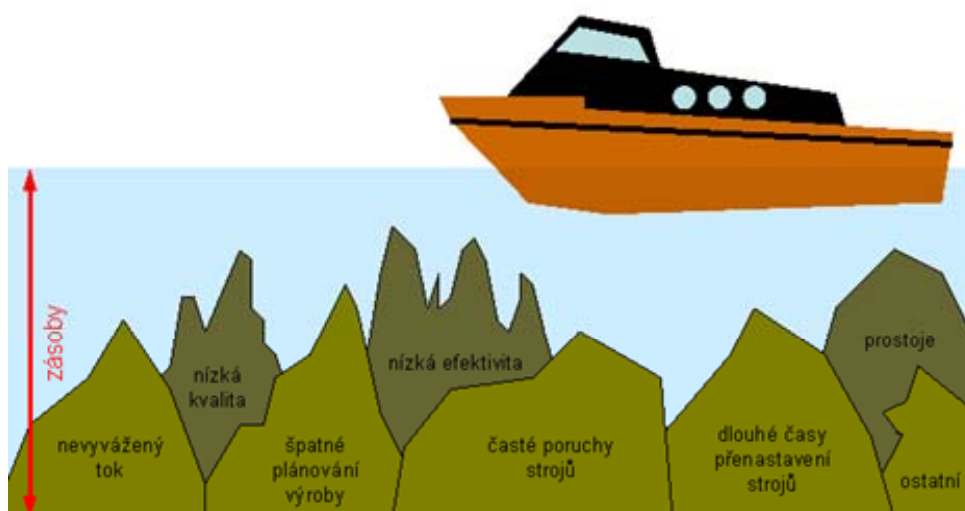


Zdroj: vlastní výzkum

Zásadním prvkem optimalizace je snížení materiálových zásob. Tato minimalizace zásob není cílem samotným, nýbrž je prostředkem a úspora v oblasti zásob a s ní spojená finanční úspora je pouze pozitivním doprovodným jevem. Cílem je totiž odhalit disfunkce procesu, které se projeví až poté, co se zásoby minimalizují. Zásoby si lze představit jako mořskou hladinu. Pokud je tato hladina vysoká, nemůžou útesy a skaliska, které představují právě disfunkce, ohrozit loď plující na hladině. Pokud snížíme zásoby, a tedy poklesne hladina mořské vody natolik, aby se skaliska odhalila, přinutí nás to tyto útesy-disfunkce identifikovat a odstranit, jinak se naše loď ocitne v nebezpečí. A protože smyslem implementace je odstranit pokud možno všechna plýtvání, musíme odstranit či minimalizovat jejich příčiny. Disfunkce výrobního procesu jsou příčinou plýtvání, ergo minimalizací zásob odhalíme disfunkce a jejich eliminací dosáhneme minimalizace plýtvání.

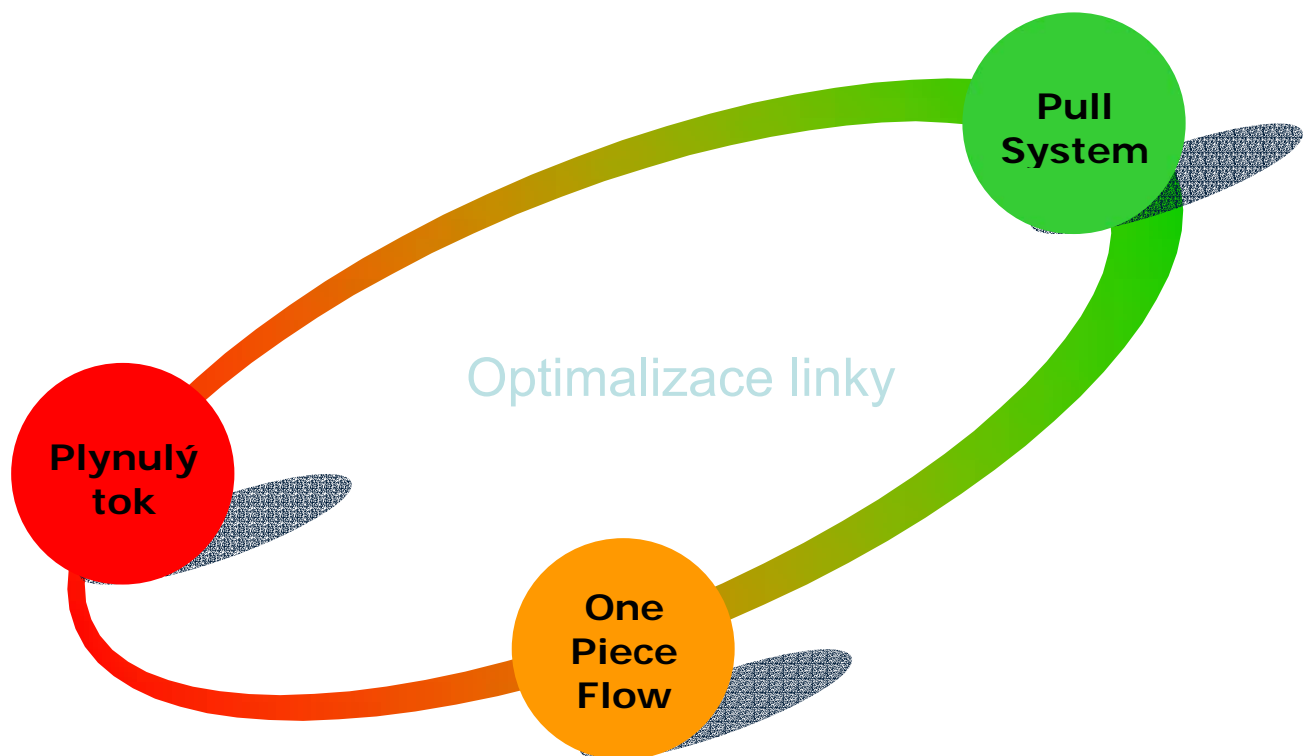
Jak již bylo řečeno systém JIT vyžaduje, aby tok ve výrobě byl plynulý, probíhal po jednom kusu a především byl tažený poptávkou následujícího pracoviště. Tyto tři pilíře jsou základem optimalizace linky ve výrobním systému společnosti Schneider-Electric. Aby tento tok mohl fungovat, je třeba, aby byl plynulý. Tzn. je nutné uspořádat pracoviště do jednoho plynulého toku a pokud možno vyvážit takt time (tj. čas, za který pracoviště zpracuje jeden výrobek) tak, aby nevznikala úzká místa (tj. aby čas taktu jednotlivých pracovišť byl přibližně stejný).

Obr. 4 : Vysoká míra zásob zakrývá možné disfunkce výrobního procesu



Zdroj: vlastní výzkum

Obr. 5 : Pilíře optimalizace linky



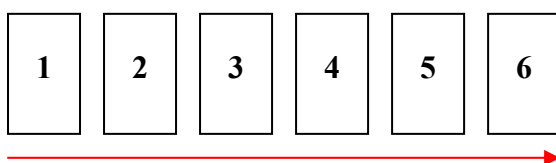
Zdroj: vlastní výzkum

Plynulý tok může být nastaven ve 3 základních podobách, z nichž poslední je opravdu efektivní.

- lineární tok
- paralelní tok
- výrobní buňka tvaru „U“

Lineární tok znamená, že se jednotlivá pracoviště umístí v řadě za sebou. Tento tok byl často využíván v tradiční, tlačené výrobě.

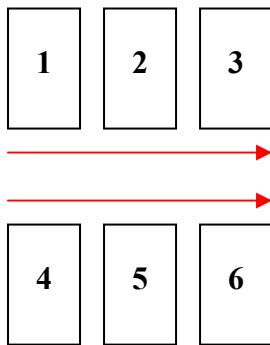
Obr. 6 : Lineární tok



Zdroj: vlastní výzkum

Protože však, při toku kus po kuse, přechází pracovník s výrobkem od pracoviště prvního k pracovišti druhému, znamená to, že nakonec musí přejít od posledního pracoviště k pracovišti prvnímu a tím dochází k plýtvání při přechodu. Určitou úsporu v tomto směru nabízí uspořádání pracovišť paralelně.

Obr. 7 : Paralelní tok

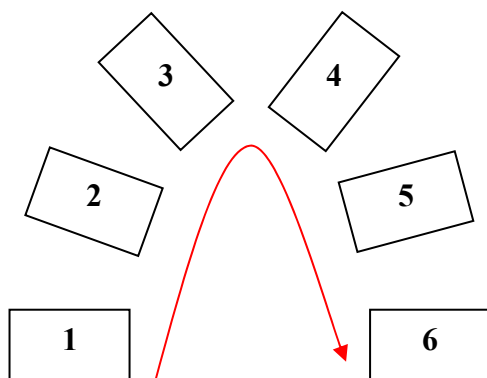


Zdroj: vlastní výzkum

Avšak ani toto uspořádání nemůžeme považovat za optimální, protože je plynulost toku rušena nutností transportovat výrobek od pracoviště k pracovišti a navíc pořád ještě vyžaduje, aby těchto šest pracovišť obsluhovalo šest pracovníků.

Jako optimální se ukazuje být uspořádání pracovišť do tvaru podkovy, kdy tak vzniká ucelená buňka. Pracovníci se pohybují uvnitř této buňky a vzdálenosti přechodu jsou tak minimalizovány. Transport výrobků zajišťuje dopravník a doplňování materiálu probíhá z vnější strany linky.

Obr. 8 : Výrobní buňka tvaru „U“



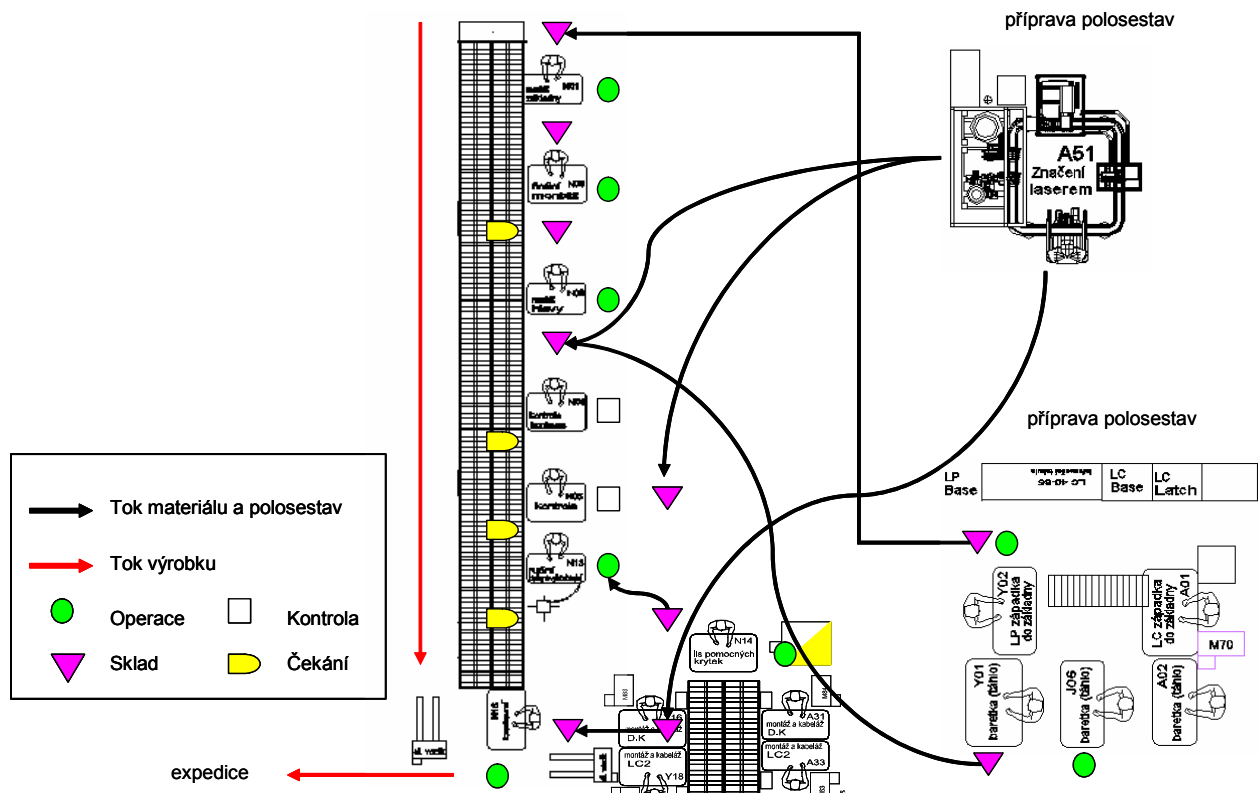
Zdroj: vlastní výzkum

5.1.2 Mapa procesu

Ještě před samotným sledováním linky, začíná práce od stolu. Oddělení technologie a průmyslových procesů připraví mapu rozložení stávající linky. Prvním krokem je vytvoření původní mapy procesu optimalizované linky. Na mapě se vyznačí tok výroby procesem pomocí šipek a stejně tak se pomocí šipek vyznačí tok materiálu, dílů a polosestav.

Při mapování procesu se používají procesní značky, které jsou odlišeny jak tvarem, tak barvou. Přičemž využívají základních jednoduchých geometrických tvarů. Pro označení pracoviště se používá zelený kruh, pro označení místa, kde se provádí kontrola se používá bílý čtverec, pro označení místa, kde se vytváří zásoba, se používá růžový trojúhelník, pro označení místa, kde výrobek během procesu čeká, se používá žlutý půlovál. Takto lze jednoduše popsat proces. Výhodou je, že takto znázorněná mapa procesu je snadno čitelná a přehledná. Je možné ještě jednotlivé konkrétní značky doplnit údaji o vzdálenostech, množství zásob, doby čekání apod.

Obr. 9 : Mapa procesu původní linky



Zdroj: vlastní výzkum

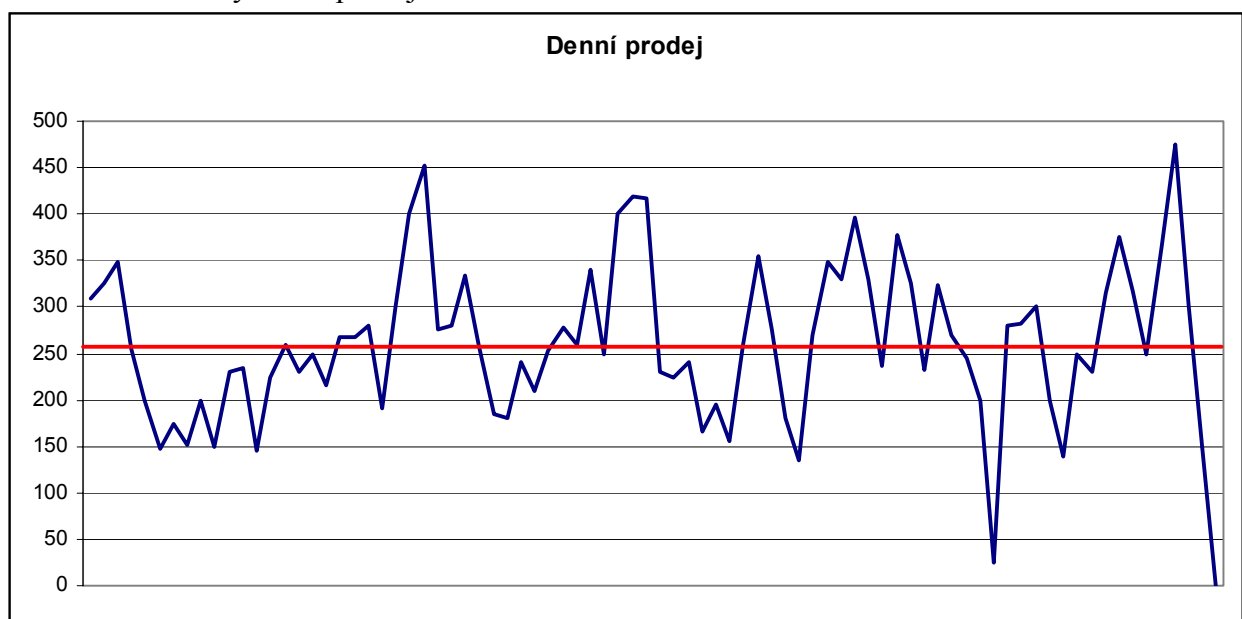
Z mapy procesu je patrné, že sledovaná linka sestává z hlavního paralelního toku, do něhož vstupují polosestavy ze tří oddělených pracovišť. Je na zvážení technologie, které z těchto pracovišť bude možné začlenit do procesu a které nikoliv. Často to není možné, protože se na těchto pracovištích obvykle připravují polosestavy i pro jiné linky a jsou proto sdílené.

5.1.3 Diagnostika

Takt time původní linky

Samotný proces výroby sestává z řady operací, které na sebe navazují. Čas taktu nám říká, po kolika vteřinách by měl opustit proces jeden výrobek. Chceme-li vytvořit plynulý tok a odstranit případná úzká místa (angl. bottleneck), která zpomalují tok, musí se času taktu linky přibližně rovnat i časy taktu jednotlivých operací. Takto vyvážený tok je potom plynulý. Jak již bylo uvedeno v metodické části, vychází se při výpočtu času taktu linky z průměrného denního prodeje. Je opět na zvážení, za jaké období se průměrný denní prodej zjišťuje. V tomto případě za období jednoho roku.

Obr. 10 : Průměrný denní prodej



Zdroj: Schneider-Electric, vlastní výzkum

Dle grafu byl průměrný denní prodej výrobků optimalizované linky stanoven ve výši 260 kusů stykačů. Proto při dvousměnném provozu se čas taktu linky rovná:

$$TT = 15 / 260 * 3600$$

$$TT = 207,7 \text{ s}$$

tedy přibližně 208 vteřin.

PLT původní linky

Aby bylo možné vypočítat původní PLT linky, je třeba spočítat množství materiálu, dílů, polosestav, rozpracované výroby a hotových výrobků na lince. Dále se postupuje tak, že se na základě *kusovníku* (angl. *Bill of Material*, zkráceně BOM) určí počet kusů jednotlivého materiálu či jednotlivých dílů na jeden výrobek tak, abychom mohli přesně určit, kolik výrobků je možné sestavit z množství materiálu, dílů, polosestav a rozpracované výroby, které se nachází na lince a v jejím okolí (tj. regály s materiálem kolem pracovišť). Dle vzorce uvedeného v metodické části se určí nejprve PLT pro celou linku:

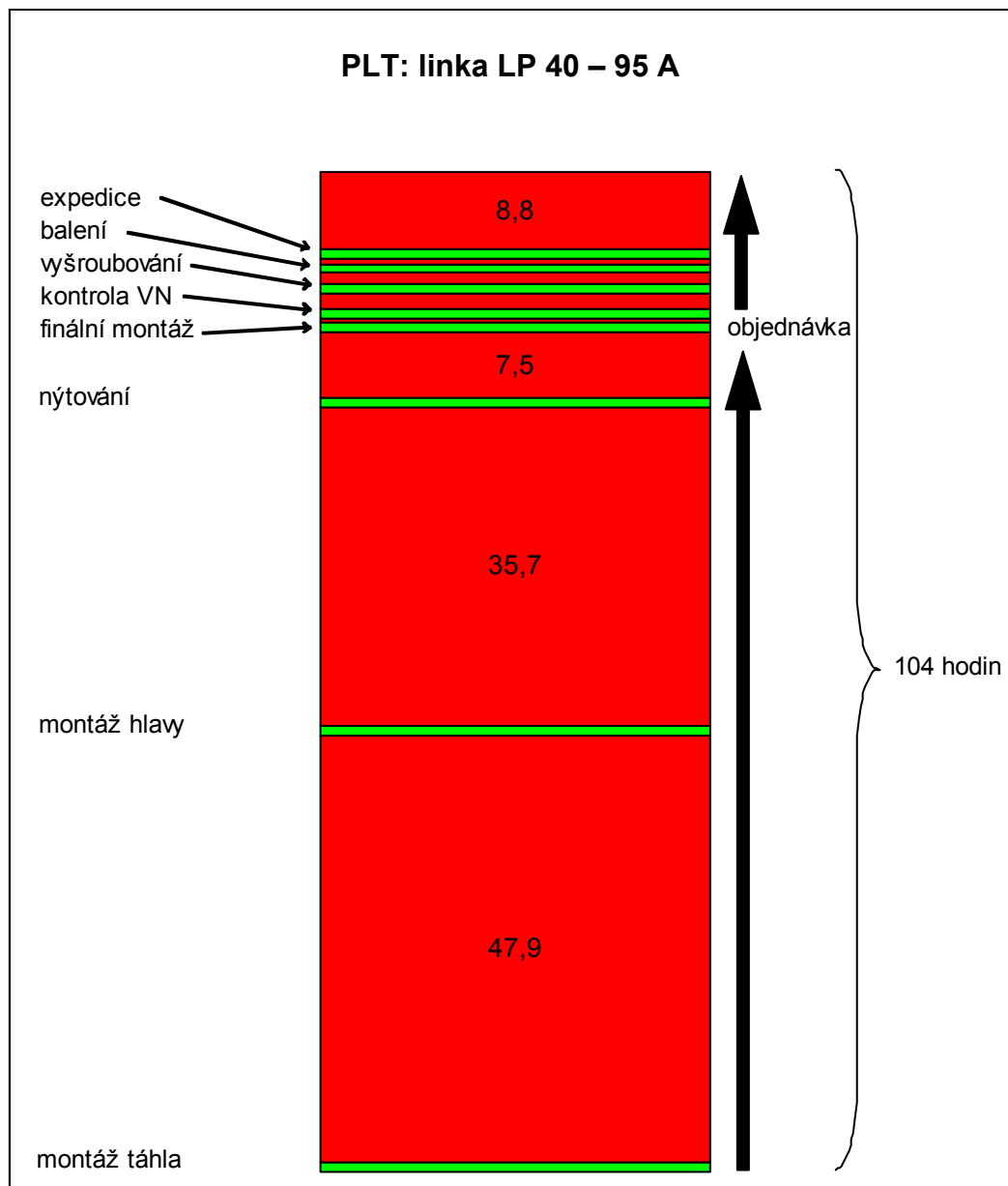
$$PLT = 1802 / 260 * 15$$

$$PLT = 104 \text{ hodin}$$

To znamená, že na původní lince trvalo výrobku, než prošel celým procesem výroby 104 hodin. Je to způsobeno vysokými nárazníkovými zásobami mezi jednotlivými pracovišti, především v první fázi výroby.

Nakonec se ještě pro analytické účely určí PLT pro jednotlivá pracoviště a doplní se uvedením bodu rozpojení, tj. místa, kam vstupuje do procesu výroby zákaznická objednávka.

Obr. 11 : Rozpad PLT na optimalizované lince



Zdroj: vlastní výzkum

Observace

Během observace se sleduje každé pracoviště a úkony, které musí pracovník během pracovního cyklu vykonávat, včetně činností mimo výrobní cyklus. Tyto úkony je nejprve zapotřebí identifikovat a popsat. V rámci výrobního cyklu se mohou vyskytovat činnosti jako: uchopení dílu a vyndání dílu z bedny, vizuální kontrola bezvadnosti dílu, založení dílu do přípravku, vyjmutí a kontrola druhého dílu, přiložení druhého dílu k dílu prvnímu, vyjmutí

z úložiště a založení několika šroubů k dílům, zašroubování šroubů, vyjmutí sešroubovaných dílů z přípravku a odložení takovéto polosestavy do jiné bedny. Všechny tyto činnosti vykonává pracovník v rámci výrobního cyklu. Kromě toho musí pracovník dosypávat do úložiště šrouby z krabice, která může být umístěna v regálu vzdáleném až několik metrů, dojít si pro bedny s oběma díly do regálu, který může být od pracoviště taktéž značně vzdálen. Také musí vzít bedny s hotovými polosestavami a přepravit je k dalšímu pracovišti. Porouchá-li se stroj, musí zavolat nadřízenou, která zavolá údržbu či technologa. Další z činností mimo cyklus, prováděné operátorem, je zápis počtu zhotovených kusů, apod.

Poté, co byly identifikovány všechny činnosti v cyklu, uskuteční se jejich měření pomocí stopek. Cílem je změřit délku trvání cyklu, resp. je zapotřebí určit délku trvání jednotlivých činností v cyklu. Těchto měření je dobře provést minimálně deset a více, protože ve výsledném průměru se eliminuje případná chyba měření.

V dalším kroku se provádí pozorování pracoviště a zapisují se veškeré činnosti (tj. prvky operace), které pracovník vykonává a zapisuje se délka trvání těchto prvků. Např. cyklem může být montáž. Měří se jak dlouho pracovník montuje, jak dlouho mu trvá doplnění materiálu na pracovišti, jak dlouho mu trvá transfer polosestav, jak dlouho mu trvá zápis počtu zhotovených dílů, apod. Měření by se mělo provádět minimálně dvě hodiny a pozorování je lépe podrobit dva a více pracovníků, aby se opět zprůměrováním odstranily výkyvy ve výkonnosti jednotlivých pracovníků.

Tuto část sledování je možné provádět dvěma způsoby. Buďto je možné pracovníkovu činnost natáčet na video, a posléze tento videozáznam analyzovat a zpětně měřit jednotlivé prvky jeho operace. Nebo je možné provádět tato měření přímo na pracovišti tak, že délku trvání jednotlivých prvků operace provádí pozorující pracovník se stopkami v rukách. Tento typ observace je ve společnosti Schneider-Electric v Písku preferován.

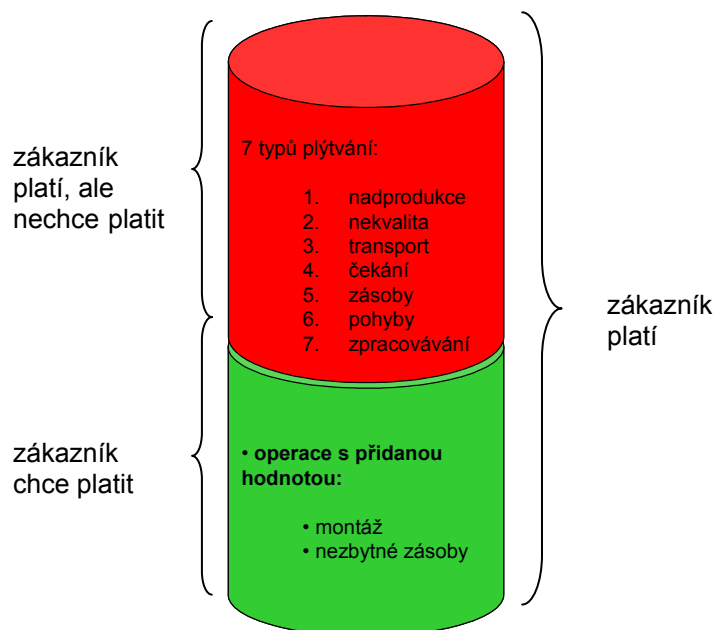
Výsledné časy jsou zaneseny do tabulky. U každého prvku se určí, zda se jedná o činnost přinášející přidanou hodnotu (tedy za užitečný čas z pohledu zákazníka) či nikoliv (tedy za neužitečný čas z pohledu zákazníka) a pro účely analýzy jsou kategorizovány do několika skupin. Podobně se určí, které pohyby v rámci výrobního cyklu lze považovat za činnosti přinášející přidanou hodnotu či za činnosti nepřinášející přidanou hodnotu.

Průmyslová efektivita

Celkový čas vynaložený během výrobního procesu lze rozdělit na dvě zásadní části. První část lze nazvat užitečným časem. Je to čas vynaložený na činnosti, které přinášejí z pohledu zákazníka přidanou hodnotu. Zákazník je ochoten zaplatit. Je to především čas vynaložený na samotnou montáž výrobku, nevyhnutelné kontroly kvality výrobku, které zákazník sám vyžaduje (např. z důvodu zabezpečení bezpečnosti manipulace či využívání produktu). Druhou částí jsou časy vynaložené na činnosti, které z pohledu zákazníka nepřinášejí přidanou hodnotu. Zákazník je ochoten platit v ceně výrobku, avšak nechce je platit právě proto, že mu žádnou přidanou hodnotu nepřinášejí. Jedná se o činnosti, které operátor vykonává z důvodu špatné organizace práce či procesních disfunkcí. Jedná se především o zbytečné duplicitní kontroly kvality, dané vnitřními předpisy producenta, zbytečnou manipulaci s materiálem či s rozpracovanou výrobou, apod.

Obecně se takto dají rozdělit veškeré náklady, které se promítají skrze kalkulaci do ceny výrobku. Podíl mzdových nákladů připadající na samotnou montáž výrobku či nezbytné zásoby materiálu lze považovat za užitečně vynaložené náklady, které zákazník chce zaplatit v ceně výrobku. Ostatní náklady vynaložené především z důvodu plýtvání, daného procesními chybami, platit samozřejmě nechce.

Obr. 12 : Rozdělení ceny produktu na užitečnou a neúžitečnou část



Zdroj: vlastní výzkum

Výsledné časy naměřené během fáze pozorování jsou zaneseny do tabulky. U každého prvku se určí, zda se jedná o činnost přinášející přidanou hodnotu (tedy za užitečný čas z pohledu zákazníka) či nikoliv (tedy za neužitečný čas z pohledu zákazníka) a pro účely analýzy jsou kategorizovány do několika skupin. Podobně se určí, které pohyby v rámci výrobního cyklu lze považovat za činnosti přinášející přidanou hodnotu či za činnosti nepřinášející přidanou hodnotu.

Při analýze naměřených časů na lince LP 40-95 A byly časy identifikované jako neužitečné rozděleny do následujících kategorií:

- manipulace,
- kvalita,
- výrobní proces,
- OP2,
- ostatní,
- rozdíl.

Do kategorie byly zařazeny časy, které operátor vynaložil na přesun materiálu a dílů z regálů na pracoviště. Do kategorie kvalita spadají časy, které byly vynaloženy na kontrolu kvality. Položka „výrobní proces“ zahrnuje časy strávené zaznamenáváním počtu vyrobených kusů a přechody při transferu rozpracované výroby, k dalšímu pracovišti. OP2 je název nadřazené operátorky, která má na starosti záznam výroby do systému SAP, objednávání dozásobení materiálu ze skladu, řešení poruch strojů, apod. Položka ostatní zahrnuje sporadické mimořádné činnosti, které nebylo možné zařadit do žádné z předchozích kategorií. Poslední položka nazvaná „rozdíl“ představuje rozdíl mezi celkovým časem evidovaným v systému SAP a celkovým časem naměřeným během pozorování. Tento rozdíl je způsoben především prostoji a odchylkou danou průměrováním pozorovaných časů.

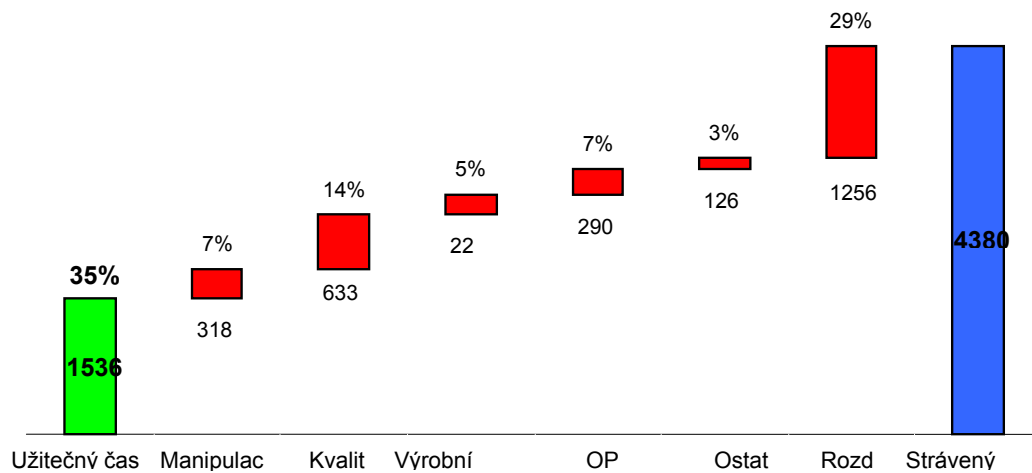
Následující graf představuje rozpad celkového stráveného času na lince LP 40-95 A za jeden kalendářní rok. Celkový čas tedy činil 4380 pracovních hodin, z čehož bylo identifikováno jako užitečný čas pouhých 1536 pracovních hodin, což činí 35 % z celkového času. Průmyslová efektivita (IE) tedy činila před implementací:

$$IE = 1536 / 4380 * 100$$

$$IE = 35 \%$$

Lze říci, že dvě třetiny celkového času byly vynaloženy neúčinně a neefektivně. Z čehož se dá usuzovat, že stávající proces výroby před implementací trpěl mnoha disfunkcemi a byl zatížen vysokou mírou plýtvání. Jejich identifikace a řešení jejich eliminace bude proto předmětem další implementační části.

Obr. 13 : Rozpad celkového času stráveného na lince LP 40-95 A



Zdroj: vlastní výzkum

5.1.4 Analýza možností

Implementace principů štíhlé výroby je složitým procesem změny, která se dotkne všech oblastí společnosti, a proto je nutné před jejich zavedením důkladně seznámit zaměstnance na všech úrovních a funkčních odděleních s důvodem jejich zavedení a podat jim informace o tom, co změna přinese a jakých výsledky je možné očekávat. Navíc tím, že do procesu změny zapojíme všechny zaměstnance můžeme výrazně snížit přirozenou resistenci zaměstnanců vůči změně, a také jejich zapojením do řešení nového uspořádání můžeme získat mnoho důležitých podnětů, protože právě operátoři jsou těmi, kteří znají svízele výroby lépe než management.

Z tohoto důvodu se v první fázi implementace firma Schneider-Electric snaží zaměstnance seznámit se zaváděnými principy, důkladně je seznámit se smyslem změny a formou her, které napodobují a předvádí fungování nového systému ve zjednodušené podobě se snaží jim vysvětlit, že změny vedou k lepší produktivitě a efektivitě práce a snížení variabilních nákladů formou materiálových a časových úspor umožní zvýšit firmě podstatným způsobem obrát, zaměstnat více lidí a dává prostor kolektivnímu vyjednávání na zvýšení mzdových sazeb.

Mapování stávajícího procesu

Předtím, než se vůbec přistoupí k implementaci a předimplementační fázi seznamování zaměstnanců s potřebou změny, je nutné, aby se změnou souhlasil management nejen v horizontální rovině napříč všemi odděleními, ale také v rovině vertikální, tzn. nejen vrcholový management, ale také middle a baseline management (tj. především mistři a vedoucí směn). Celý management se musí shodnout na potřebě změny, aby pak mohli všichni pracovat v součinnosti pod vedením koordinátora. Vytvoří se mezifunkční procesní team, jehož úkolem je proces implementace a řízení změny. V tomto teamu musí být zastoupeno oddělení technologie, kvality, financí a kontrolingu, logistiky a také nákupu.

Fáze zapojování zaměstnanců do řešení změny probíhá ve třech krocích. Během všech tří sezení jsou přítomni – a implementační team tvoří – jak zaměstnanci, včetně vedoucí operátorky (OP2), operující na dané lince, které se změna týká, tak vedoucí směny, manipulant a technolog. Každý se na proces dívá z jiného úhlu a každý může přijít s důležitými fakty, které je třeba zohledňovat během změny. Vedením implementačního teamu je vedoucí průmyslových procesů či osoba ovládající důkladně proces implementace štíhlé výroby.

V prvním kroce se tento implementační team sejde a koordinátor během krátké přednášky seznámí zaměstnance s principy štíhlé výroby, jak fungují a jaké změny mohou přinést. Dále se team pokusí sestavit mapu hodnotového toku, která se sestavuje od konce, tj. od zóny expedice až k počátku výrobního procesu linky. Zaměstnanci popisují všechna pracoviště, které symbolizují zelená kolečka a operace, které se zde provádí. Pokud se na

pracovišti provádí kontrola označí se tak vedle zeleného kolečka také bílým čtverečkem. Dále se k pracovišti umístí červený trojúhelník pro každý materiál, který je u pracoviště skladován. Mezi jednotlivými pracovišti jsou označeny toky modrou šipkou, která kromě směru a označuje také vzdálenost, po kterou musí být polosestava či materiál transportován. Poslední značkou používanou při mapování procesu výroby je žlutý půlkruh označující, kde výrobek během toku musí čekat a jak dlouho čeká.

Obr. 14 : Mapa původního procesu na lince LP 40-95 A



Zdroj: vlastní výzkum

Z pohledu na sestavenou mapu zaměstnanci pochopí složitost procesu a množství materiálových zásob, které se ve skutečnosti kolem linky nachází. Také je jim vysvětleno, že všechny čekací značky znamenají, že tok není plynulý. Nakonec prvního kroku se zaměstnanci pokusí určit všechny kontroly v průběhu procesu a vyškrtat červeně ty kontroly, které nejsou z pohledu zákazníka nutné a existují tak pouze proto, že to stanovilo oddělení kvality firmy Schneider-Electric, aby tak zajistili potřebnou kvalitu. Výsledkem ovšem je častá duplicita kontrol a navíc lze řadu kontrol přenést z operátora na proces tak, že technologie v součinnosti s oddělením kvality vymyslí jiné optimálnější řešení např. na principu Poka-Yoke.

Simulace

Během druhého kroku se hraje hra, která simuluje štihlou výrobu. Úkolem zaměstnanců a manipulanta je sestavit během stanovené doby počet autíček (což je jednoduchá dětská skládačka auta) a uspokojit tak požadavek zákazníka. Zákazník navíc určí, kolik autíček bylo sestaveno chybně. Nejprve se stoly rozestaví jako pracoviště v tradičním procesu. Každému pracovišti a pracovníkovi se určí činnost, kterou stále vykonává dokola – push system výroby. Operátor si navíc musí sám dojít pro materiál do regálu (další stůl)

v okamžiku, kdy mu dojde. Také si musí vždy zavolat manipulanta, když má hotový určitý počet polosestav, aby je přepravil na další pracoviště. V této fázi a tímto způsobem nebudou schopni uspokojit požadavek zákazníka.

Proto se pracoviště uspořádají do plynulého toku. Zaměstnanci stále sedí každý na svém pracovišti. Materiál jim již doplňuje manipulant. Jedná se již téměř o pull system, takže vždy, když operátor zpracuje svou rozpracovanou výrobu, otočí se a odebere si nové rozpracované díly z předchozího pracoviště. Ovšem vzniká tak čekání, protože se stále ještě nejedná o tok po jednom kuse. Zaměstnanci se již přiblíží splnění objednávky, avšak stále ještě se jim to nedaří.

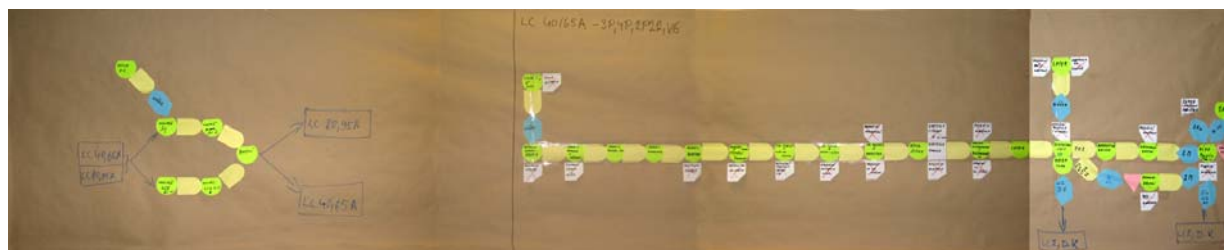
V poslední fázi se pracoviště uspořádají do U buňky. Zaměstnanec jde se svým výrobkem prakticky od začátku až do konce a na předchozí operaci začíná pracovat až v okamžiku, kdy na následujícím pracovišti není rozpracovaná výroba. Doplnováním materiálu je pověřen manipulant. Kontrola kvality je zajištěna u výstupu zařízením Poka-Yoke, což je forma s vyřízlým profilem, kterým automobil projede pouze tehdy, je-li sestaven správně. Zaměstnancům se konečně podaří úkol splnit a navíc se značnou časovou úsporou. Proto si to vyzkouší ještě jednou a již v menším počtu (tzn. ne např. v šesti jako prvně, ale třeba ve čtyřech) a zjistí, že i tak jsou schopni zakázku splnit.

Během této hry se operátoři opravdu seznámí s principy štíhlé výroby a pochopí, že fungují a jejich zavedení je skutečně ku prospěchu.

Návrh nového procesu

Třetí sezení je určeno k tomu, aby implementační team zkusil sestavit mapu výrobního procesu na lince ještě jednou, avšak již optimalizovaný, bez zásob a přebytečných kontrol.

Obr. 15 : Mapa nového procesu na lince LP 40-95 A



Zdroj: vlastní výzkum

Součástí třetího kroku je navíc důležitá fáze, kdy implementační team určí formou brainwritingu disfunkce procesu. Tyto disfunkce se rozdělí do 5ti tříd:

- Organizace
- Kvalita
- Implementace
- Školení a polyvalence
- Pracoviště

a přiřadí se jim význam:

- zásadní – vyskytuje se každý den,
- důležitý – vyskytuje se alespoň jednou týdně,
- minoritní – vyskytuje se nejčastěji jednou měsíčně.

Tab. 1 : Disfunkce v organizaci

1	Organizace	Dopad
1.1	Komunikace s mistrem, vedoucím směny	D
1.2	Komunikace v týmu (OP)	D
1.3	Dodržování pracovní doby	Z
1.4	Prostoje při rozdělování práce	D
1.5	Likvidace prázdných obalů	Z
1.6	Malá motivace	Z
1.7	Poruchy SAP	M
1.8	Velká rozpracovanost na lince LP	Z
1.9	Mnoho dokumentů na kontrolní stanici 80-95	Z
1.10	Určení schopností pracovníků	M
1.11	Pracovní prostředí (teplota)	D
1.12	Objektivita přístupu k OP	D

Z disfunkcí v organizaci mající zásadní význam lze vyzdvihnout likvidaci prázdných obalů, kterou se zabýval každý pracovník sám a tato neúčinná činnost mu zabrala velkou část svého času, nebo velkou rozpracovanost na lince LP, tedy příliš vysoké zásoby v procesu výroby.

Tab. 2 : Disfunkce v oblasti kvality

2	Kvalita	Dopad
2.1	Vysoká nekvalita cívek	Z
2.2	Nekvalitní pevný magnet LP	Z
2.3	Nekvalitní základové desky	Z
2.4	Poškrábané komory	D

Zdroj: vlastní výzkum

Téměř všechny identifikované disfunkce v oblasti kvality jsou považovány za zásadní především proto, že nekvalita má nejen velký vliv na reference zákazníků, ale také řešení nekvalitního materiálu velmi zdržuje proces výroby a je významným zdrojem plýtvání.

Tab. 3 : Disfunkce vyplývající ze špatného rozložení linky

3	Implementace	Dopad
3.1	Velká hmotnost výrobků, materiálu	Z
3.2	Náročná montáž hlav	Z
3.3	Prostoje při doplňování materiálu	Z
3.4	Nedostupnost pro zásobování materiálem	D
3.5	Pouze jedno pracoviště na montáž LP, 2P2R, 4P	M

Zdroj: vlastní výzkum

Náročná montáž hlav ukazuje na výraznou celkovou nevyváženost jednotlivých operací v procesu, také je evidentní nefunkčnost zásobovacích procesů.

Tab. 4 : Disfunkce vyplývající ze špatného školení

4	Školení, polyvalence	Dopad
4.1	Nedodržování pracovních postupů	Z
4.2	Nízká polyvalence	M
4.3	Nedodržování předepsaných kontrol	Z

Zdroj: vlastní výzkum

Zde je evidentní, že pracovníci často nedodržují pracovní postupy. Děje se tak buďto z důvodu nedostatečného proškolení či záměrně. Některé vizuální kontroly jsou nastaveny tak, aby probíhaly stoprocentně, tzn. že kontrole je podroben každý díl, který projde

procesem. Taková kontrola je velice náročná a pracovník, který ji provádí brzy ztrácí soustředění a kontrola přestává být účinná.

Tab. 5 : Disfunkce pracoviště

5	Pracoviště	Dopad
5.1	Technický stav kontrolní stanice 80-95	Z
5.2	Chyba spínání kontrolní stanice 80-95	Z
5.3	Technická úroveň KS LP	Z
5.4	Problematické nastavení nýtovačky LP	Z
5.5	Laser - montáž okének	Z
5.6	Přípravek na krytování a vyšroubování 4P (LP, LC 80-95)	Z
5.7	Čtení kódu do PC	Z
5.8	Špatné zalisování při montáži hlavy LP 4P	D
5.9	Technický stav pracoviště západek LC, LP	D
5.10	Technický stav montáže hlav	M
5.11	Technický stav výtahů beden	D

Zdroj: vlastní výzkum

Nejvíce disfunkcí bylo identifikováno u pracovišť. Je to dáno především zastaráním mnoha strojů.

Na základě těchto disfunkcí určí následně implementační team podmínky, které je nutné splnit, aby byly toky skutečně optimalizovány.

Tab. 6 : Podmínky úspěchu implementace štíhlé výroby

LP 40/95A	
1.	Postavit linky LC a LP proti sobě (jedna zóna expedice)
2.	Zrušit měрку, měřit moment
3.	Sloučit sekání krytek s vyšroubováním nebo kooperace
4.	Sloučit kontrolu VN s kontrolou fce
5.	Pracoviště kontroly VN upravit pro práci bez rukavic
6.	Oprava stanice kontroly fce (vyhodnocování)
7.	Opravit pracoviště finální montáže a montáže hlav (40/65A, 80/95A)
8.	Sloučit nýtování a montáž desky

Zdroj: vlastní výzkum

Dále se určí rizika a brzdy, které mohou nastat a jimž je zapotřebí se vyhnout, resp. eliminovat je či alespoň provést opatření, která budou jejich výskyt minimalizovat.

Tato rizika a brzdy byly opět rozděleny do několika kategorií:

- ergonomie a organizace pracovišť,
- polyvalence,
- organizace práce,
- kvalita,
- ostatní.

Tab. 7 : Rizika a brzdy v oblasti ergonomie a organizace pracovišť

1	Ergonomie a organizace pracoviště
1.1	Ergonomie pracovišť
1.2	Mnoho materiálu na pracovišti
1.3	Poruchovost pracovišť

Zdroj: vlastní výzkum

Tab. 8 : Rizika a brzdy v oblasti polyvalence

2	Polyvalence
2.1	Zastupitelnost - sociální přestávky
2.2	Začlenění letky
2.3	Různá výkonnost OP
2.4	Větší nároky na polyvalenci
2.5	Potřeba schopnosti OP pracovat v týmu
2.6	Stejná motivace všech OP, způsob odměňování

Zdroj: vlastní výzkum

Tab. 9 : Rizika a brzdy v oblasti organizace práce

3	Organizace práce
3.1	Příliš mnoho lidí na lince
3.2	Vlak nestíhá
3.3	Zaškolování většího počtu nových OP
3.4	Začlenění Toshiba do procesu
3.5	Navážení materiálu na baličky
3.6	Objednávání cívek

Zdroj: vlastní výzkum

Tab. 10 : Rizika a brzdy v oblasti kvality

4	Kvalita
4.1	Rekuperace (rozebrání polosestav)
4.2	Třídění vadného materiálu
4.3	Kvalita materiálu a polosestav
4.4	Redukce vizuálních kontrol
4.5	Opravy před stanicí

Zdroj: vlastní výzkum

Tab. 11 : Ostatní rizika a brzdy

5	Ostatní
5.1	Změna balení (balení po méně kusech)
5.2	Lidské zdroje
5.3	Finance

Zdroj: vlastní výzkum

Tato zjištění jsou poté východiskem stanovení klíčových bodů úspěchu, tedy opatření, která minimalizují rizika a disfunkce a splní podmínky implementace. Opět byly rozvrženy do několika kategorií:

- kvalita,
- lidské zdroje,
- pracoviště,
- ostatní.

Tab. 12 : Klíčové body úspěchu v oblasti kvality

1	Kvalita
1.1	Práce s dodavatelem na zkvalitnění materiálu
1.2	Efektivnost kontrol
1.3	Poka - Yoke

Zdroj: vlastní výzkum

Aby byla zajištěna kvalita výrobků a zároveň mohl být snížen čas strávený její kontrolou, navrhl implementační team aplikaci metod Poka-Yoke do procesu, zefektivnění kontrol (např. odstraněním duplicity) a důslednější vyžadování kvality materiálu u dodavatelů.

Tab. 13 : Klíčové body úspěchu v oblasti lidských zdrojů

2	Lidské zdroje
2.1	Hra pro všechny OP
2.2	Komunikace v týmu
2.3	Polyvalence OP
2.4	Předávání informací při přejímání směny
2.5	Nový motivační systém
2.6	Správné zaškolování OP
2.7	Plnění úkolu v týmu - platové ohodnocení
2.8	Dobré finanční ohodnocení

Zdroj: vlastní výzkum

Za klíčové považuje implementační team vytvoření nového, lepšího motivačního systému (především zlepšením platového ohodnocení), které povede, jak se team domnívá, k plnění úkolu výrobního teamu. Také vidí určitý potenciál ve zvyšování polyvalence a důslednějšího zaškolování pracovníků. Je to logický předpoklad, jelikož pracovníci v buňce musí být schopni vykonávat více než jednu operaci a také práce v teamu klade vyšší nároky na dovednosti pracovníka, především jedná-li se o nového pracovníka. Důležité je, že si implementační team uvědomuje důležitou roli komunikace při teamové práci.

Tab. 14 : Klíčové body úspěchu v oblasti organizace pracovišť

3	Pracoviště
3.1	Úprava pracoviště pro bezchybný provoz
3.2	Zlepšit technické vybavení všech pracovišť
3.3	Nové stroje
3.4	Zjednodušení pracovišť
3.5	Rychlejší řešení problémů (opravy)
3.6	Procesy s minimem chyb
3.7	Funkčnost technologií
3.8	Jasně definované toky materiálu

Zdroj: vlastní výzkum

Implementační team shledal stávající stav pracovišť za neúnosný a především navrhuje nahrazení stávajících pracovišť a strojů novými. Také považuje za klíčové přesně definovat materiálové toky ve výrobním procesu.

Tab. 15 : Ostatní klíčové body úspěchu

4	Ostatní
4.1	Neuspěchat odstartování nového systému (až po odstranění rizik)

Zdroj: vlastní výzkum

Bod, který se nepodařilo zařadit do žádné z předcházejících kategorií, je ovšem velice důležitý a implementační team jej správně považuje za klíčový. Jedná se o neuspěchání zavedení nového způsobu výroby a důsledné lpění na dodržení implementačního postupu.

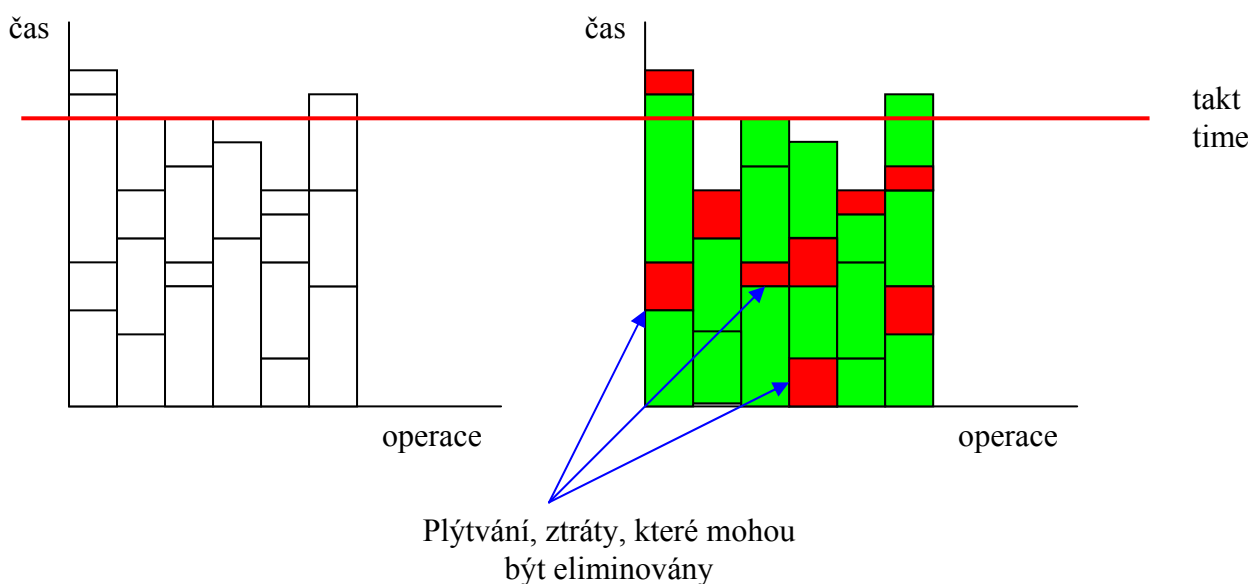
5.1.5 Implementace principů pro optimalizaci linky

Poté, co implementační team analyzoval možnosti implementace, tj. stanovil podmínky, rizika a brzdy a klíčové body úspěchu, můžeme přistoupit k úpravě linky a aplikaci principů štíhlé výroby.

Vyvážení toku

Nejprve je zapotřebí vyvážit jednotlivé operace (resp. pracoviště) tak, by byl jejich takt time shodný s časem taktu linky. Jednotlivé operace se rozdělí do pracovních prvků a eliminují se prvky, znamenající plýtvání, např. duplicitní kontroly, dozásobování či manipulace s polosestavami, protože tyto činnosti pracovník vykonávat nemusí a může je za něj provádět např. manipulant. Prvky operací byly definovány během pozorovací fáze.

Obr. 16 : Stanovení prvků a eliminace plýtvání

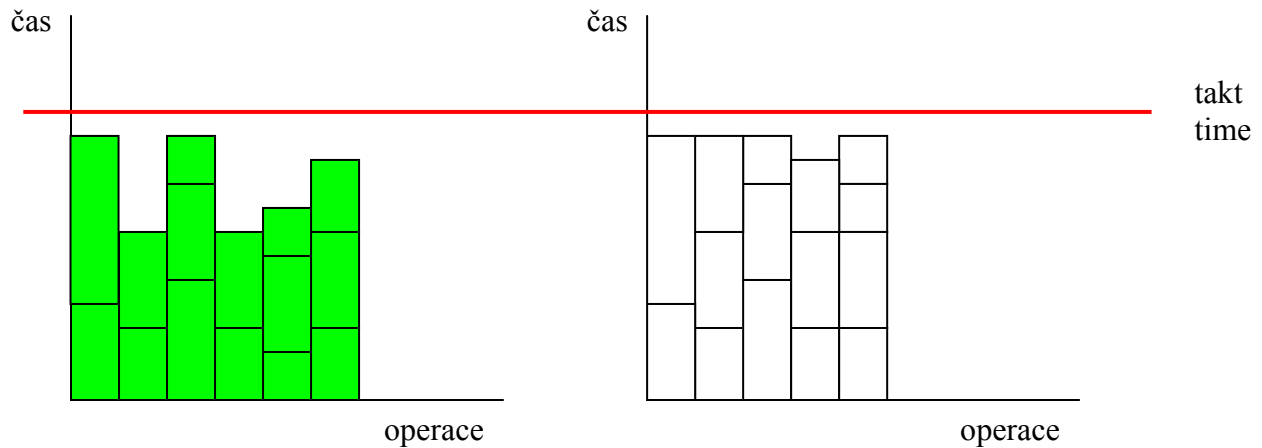


Zdroj: vlastní výzkum

Poté, co byly stanoveny operace a pracovní prvky a následně odstraněno plýtvání, definují se nově vylepšené pracovní prvky. Nyní již bez činností, které nepřinášely přidanou hodnotu, tedy bez plýtvání. Prvky, které zůstanou ponechány se přeuspořádají tak, aby

znovuvytvořené operace byly vyvážené a nevyskytovala se tak úzká místa, a aby doba trvání operace odpovídala přibližně taktu timu linky.

Obr. 17 : Nové definování a vyvážení operací



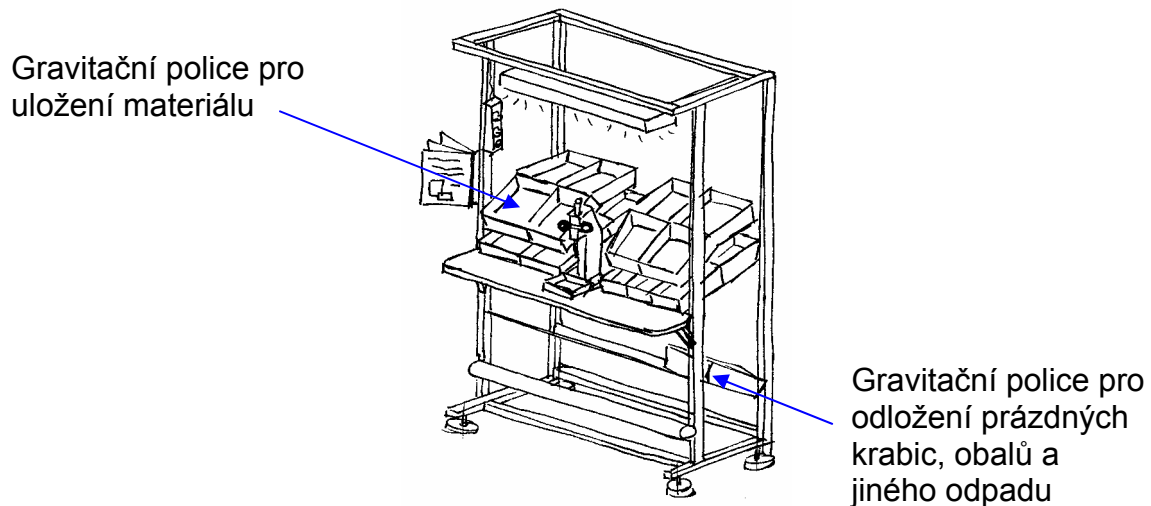
Zdroj: vlastní výzkum

Pokud se po nějaké době poptávka zvýší, můžeme snížit takt time a tomuto novému taktu timu přizpůsobíme i operace novým vyvážením. Pokud se poptávka sníží, můžeme takt time zvýšit a opět vyvážit operace tak, aby vyhovovaly novému taktu timu.

Návrhem nového uspořádání pracovišť a linky je pověřeno oddělení technologie. Samozřejmě opět ve spolupráci s ostatními funkčními odděleními společnosti, především s oddělením logistiky, které má na starosti stanovení velikosti zásob materiálu na pracovišti.

Stanovení velikosti materiálových zásob

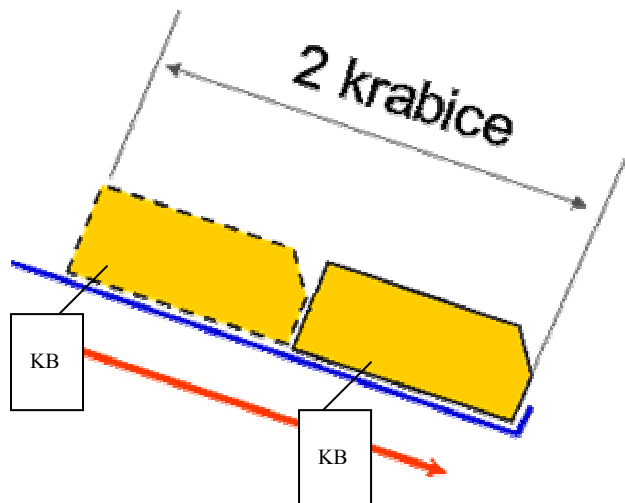
Obr. 18 : Popis organizace pracoviště



Zdroj: Schneider-Electric

Jak již bylo vícekrát řečeno, dílčím cílem a zároveň prostředkem k dosažení hlavního cíle, tedy eliminace plýtvání, je minimalizace zásob. Výrobní systém společnosti Schneider-Electric uplatňuje v oblasti štíhlé výroby zásobování linek v intervalech jedné hodiny. Aby bylo možné aplikovat kanbanový systém, je nutné, aby byl každý materiál uložen na pracovišti minimálně ve dvou krabicích. Každá krabice je dle zásad kanbanového systému opatřena vlastním kanbanovým štítkem. Minimum dvou krabic či balení zajišťuje, že pracovník bude mít vždy na pracovišti k dispozici alespoň jednu krabici s materiálem, přičemž zbylý materiál bude dozásoben do té doby, než materiál zcela spotřebuje, takže nemůže dojít k prostojům v souvislosti s nedostatkem materiálu.

Obr. 19 : Minimum dvou krabic na pracovišti



Zdroj: vlastní výzkum

Než se stanoví požadované množství materiálu na pracovištích linky, musí se provést ABC a FMR analýza. ABC analýza vychází z paretova pravidla. Na základě ABC analýzy se určí, materiál s největším objemem zásob. FMR analýza je téměř totožná s analýzou ABC, avšak vychází z frekvence využívání materiálu. Tzn. že například nějaký díl sice může být v analýze ABC zařazen do skupiny A, tedy bývá využíván ve velkém objemu, avšak FMR analýza odhalí, že je využíván jen několikrát do roka a je proto zařazen v analýze FMR do skupiny R. FMR analýza bývá určující při stanovování pojistného koeficientu zásob nejen na lince, ale také v dynamickém skladu.

Při kalkulaci potřebného množství materiálu na lince se vychází ze vzorce:

$$Q = (C_{\max} * n) * (2 * F) * (1 + S)$$

C_{\max} = průměrný prodej za hodinu či maximální kapacita linky

n = počet kusů na jeden výrobek

F = frekvence dozásobování (interval dozásobovacího cyklu)

S = koeficient pojistné zásoby (zpravidla 0,5, 0,2 či 0,1)

5.1.6 Nová linka LP

Na základě stanoveného nového vyváženého toku sestávajícího z nově definovaných operací navrhne oddělení technologie novou linku. Pokud je to možné a technický stav to dovoluje, začlení se do nové linky stávající pracoviště, jinak se buď původní pracoviště upraví nebo se objednájí nové. Každé pracoviště se musí ovšem upravit o gravitační police pro materiál i pro odpad. Také se linka vybaví dopravníkem, aby bylo možné posouvat rozpracovaný výrobek od pracoviště k pracovišti. Tento dopravník může být válečkový či automatický pásový. Na lince LP 40-95 A byl použit ruční pásový dopravník v kombinaci se spádovým válečkovým dopravníkem. Také byl vyroben nový regál cívek vybavený gravitačními policemi.

Z důvodu přehledné adresace pro účely aplikace kanbanového systému musí být jednotlivá pracoviště označena (číslem, znakem, resp. znaky či jejich kombinací). Také je nutné označit každé uložení materiálu názvem či číslem pozice, referenčním číslem materiálu, jeho názvem a popř. i počtem krabic, resp. balení a celkovým množstvím materiálu. Toto označení musí být na obou stranách regálu (jak na straně operátora, tak na straně manipulanta).

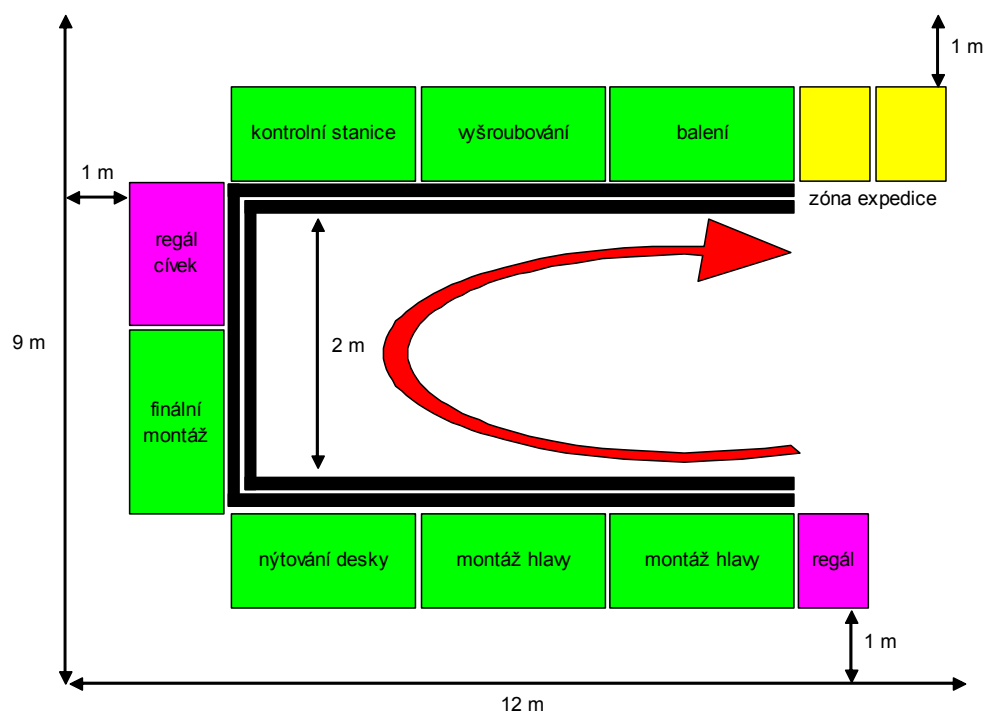
Technologie také určí kapacitu linky pro jednotlivé typy výrobků, jež se na lince vyrábějí při všech možných počtech pracovníků. A to proto, aby bylo možné snadno sledovat výkon linky a plnění plánu.

Obr. 20 : Gravitační regál pro cívky



Zdroj: vlastní výzkum

Obr. 21 : Nové rozložení linky



Zdroj: vlastní výzkum

Nová linka (viz. příloha) zabírá plochu 108 m² (původní zabírala 192 m²) a její normální takt time vycházející z kapacity linky při osazení čtyřmi pracovníky vyšel 140 vteřin a při osazení šesti pracovníky se rovná 110 vteřinám.

$$TT_4 = 15 / 380 * 3600$$

$$TT_6 = 15 / 490 * 3600$$

$$TT_4 = 140 \text{ s}$$

$$TT_6 = 110 \text{ s}$$

5.1.7 Řízení v krátkém čase (SIM)

Aby bylo možné efektivněji řídit procesy, bylo pro sledování výkonu linky zavedeno řízení v krátkém čase či *krátkointervalové řízení* (angl. *Short Interval Management*, dále jen SIM). Toto řízení spočívá v hodinovém sledování výkonu a v případě jakéhokoliv neplnění hodinového výkonu dle stanovené kapacity a času taktu, musí vedoucí teamu uvést důvod, proč nebyl tento plán splněn.

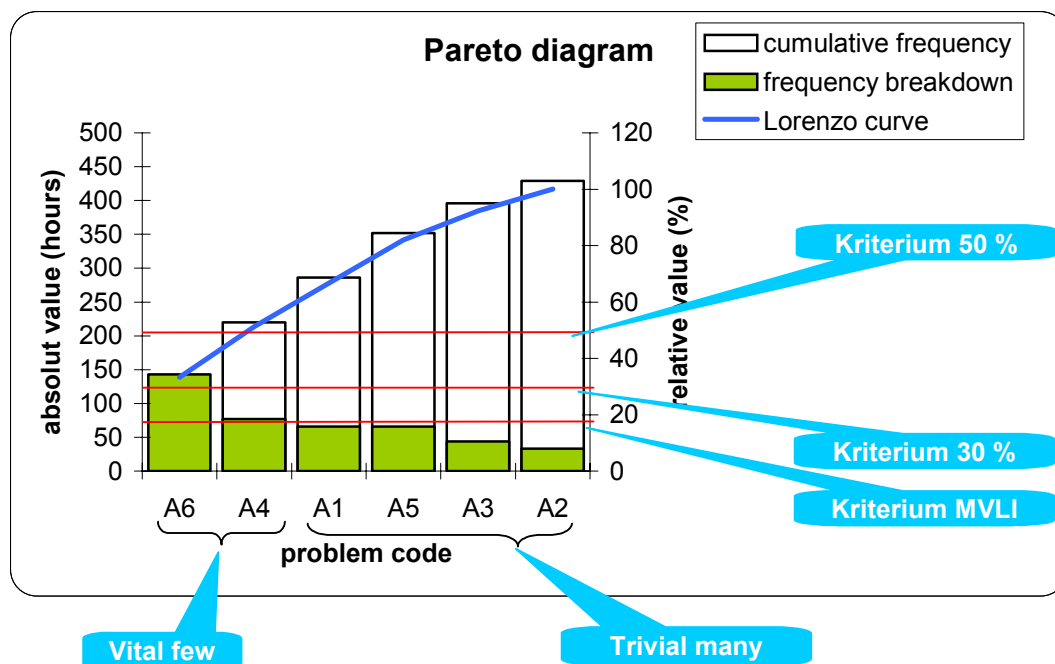
Nejprve se musí vytvořit aparát pro sledování výkonu a disfunkcí. Sestaví se proto soubor chyb, které mohou nastat, přičemž se vychází z definovaných rizik a brzd. Tento seznam je možné později doplňovat o nové disfunkce. Tento seznam se dále kategorizuje do několika oblastí (např. zásobování, pracoviště, organizace, apod.). Pro sledování se vytvoří jednotný formulář (viz. příloha), do kterého vedoucí pracovního teamu linky zaznamená plánovaný výkon pro daný počet pracovníků v teamu a dále zaznamenává hodinový výkon směny. Pokud dojde k odchylce od plánu musí uvést důvod a délku zdržení.

Základem SIM je vytvoření kroužků kvality, které mají na začátku každé směny čtvrt hodinovou poradou. Tomuto kroužku předsedá mistr, do jehož kompetence spadá linka, dále jsou členy vedoucí směny, vedoucí pracovního teamu, zásobovač, kvalitář a technolog. Někdy se schůzek kroužků SIM účastní také logistik, který má na starosti fungování kanbanového systému. Během této krátké porady se určí plán směny a řeší se krátkodobé disfunkce vycházející z předchozích pozorování zaznamenaných na formuláři sledování SIM.

Vysledované disfunkce zanáší vedoucí směny dle denních formulářů sledování SIM do databáze. V této databázi zaznamenává k jednotlivým definovaným disfunkcím dobu jejich trvání, pokud tato disfunkce nastala. Sestaví se paretova analýza těchto disfunkcí, která

zobrazí seřazené jednotlivé disfunkce dle kumulované délky trvání od těch nejčastějších po ty nahodilé. Výsledky se zobrazí na grafech týdenního, měsíčního a ročního sledování. Na základě paretovy analýzy se pak hodnotí, které disfunkce jsou závažné z krátkodobého a dlouhodobého hlediska. Mistr jim pak přiřadí priority řešení.

Obr. 22 : Paretův diagram hlášených disfunkcí



Zdroj: vlastní výzkum

Největší prioritu získávají ty disfunkce, které se dostanou nad stanovené kritérium. Těch možností jaké kritérium stanovit je několik a záleží na uvážení managementu, které kritérium zvolí. Na obrázku 22 jsou uvedena tři kritéria. Kritérium 50%, kritérium 30% a kritérium MVLÍ, tj. střední hodnota ukazatele ztrát. Osobně doporučuji využívat spíše poslední kritérium.

Jednou týdně se uskuteční hodinové sezení kroužků SIM, kterých se již neúčastní vedoucí pracovního teamu. Na těchto schůzkách se řeší všechny vzniklé disfunkce v pořadí jejich závažnosti a stanovuje se plán akcí včetně míry řešení odstranění disfunkcí.

5.1.8 Úspora

V rámci plochy bylo uspořeno 84 m², tedy 43,75 % původní plochy.

Zlepšení průmyslové efektivity

Největší úspory bylo dosaženo v oblasti manipulace, jelikož manipulace s krabicemi, bednami a materiálem byla zcela eliminována. Nové řešení předpokládá, že tato manipulace připadne na manipulanta, který zásobuje linku. Zbýlých 5 % v kategorii manipulace připadá na přendání prázdných beden z uložení materiálu na gravitační polici určenou pro odpad a prázdné bedny.

Snížením počtu vizuálních kontrol bylo dosaženo jednačtyřiceti procentní úspory v oblasti kvality, resp. času připadajícího na kontrolu kvality. Součástí linky stále zůstává automatická kontrolní stanice. Původně bylo naměřeno 633 hodin, které připadlo na kategorii kvalita za jeden kalendářní rok. Z toho 40 % připadlo na kontrolu kvality v operačním cyklu, 54 % připadlo na třídění materiálu a pouhých 6 % na opravy. Úspory ve výši 41 % došlo především vypuštěním několika kontrol v rámci montážního cyklu.

Další výrazné snížení neúčinného času bylo dosaženo v oblasti výrobního procesu a to především díky novému uspořádání linky a vyvážení toku. Navíc v lince „U“ není zapotřebí vypisovat na každém pracovišti počet vyrobených kusů. Tato činnost představovala 59 % času položky „výrobní proces“. Z původních 221 pracovních hodin bylo uspořeno implementací principů štíhlé výroby 76 % času (tj. 168 hodin).

Činnosti, které dříve vykonával OP2 téměř všechny odpadly. Proto byla tato funkce zcela zrušena. Činnosti, které dříve vykonávala OP2 a nebylo je možné z procesu vyřadit, např. zaznamenání produkce do SAP systému byly převedeny na vedoucího směny, který takto může obsloužit čtyři linky najednou. Takže bylo v této oblasti dosaženo 75 % úspory.

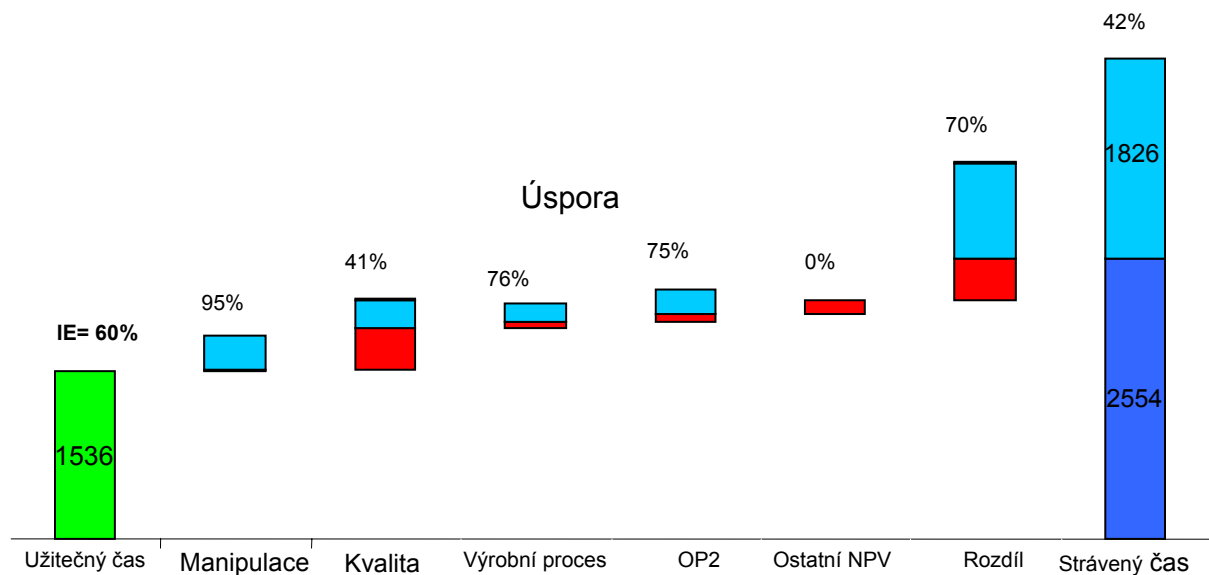
Díky krátkointervalovému řízení a snížením prostojů vyvážením toku bylo dosaženo značných úspor v rámci položky „rozdíl“. Původních 1256 pracovních hodin bylo redukováno o 70 % na 377 pracovních hodin.

Implementací principů štíhlé výroby bylo na lince LP 40-95 A uspořeno celkem 1826 pracovních hodin, což činí úsporu času v míře 42 %. Průmyslová efektivita se tedy zvýšila na 60 %.

$$IE = 1536 / 2554 * 100$$

$$IE = 60 \%$$

Obr. 23 : Rozpad celkového času stráveného na lince LP 40-95 A a jednotlivých úspor



Zdroj: vlastní výzkum

Úspora PLT

Nejlépe je možné vysledovat potenciál aplikace principů štíhlé výroby na ukazateli PLT, který stanovuje dobu, kterou potřebuje jeden výrobek, aby prošel celým procesem výroby. Štíhlá výroba přináší vysoké úspory právě v oblasti zásob, jejichž velikost určuje velikost ukazatele PLT. Vzhledem k tomu, že pracovník logistiky, mající na starosti plánování materiálových zásob na lince stanovil požadovanou výši zásob při frekvenci zásobování rovné jedné hodině a pojistném koeficientu 0,25 na 2,5 hodiny, jsou zásoby na lince opravdu

minimální. Při času taktu 110 s je linka schopna za tyto 2,5 hodiny vyrobit maximálně 81 kusů výrobků. Celkové zásoby na lince jsou stanoveny v takové výši, že by se z nich dalo sestavit 87 výrobků. Potom je nové PLT při denním prodeji 260 kusů:

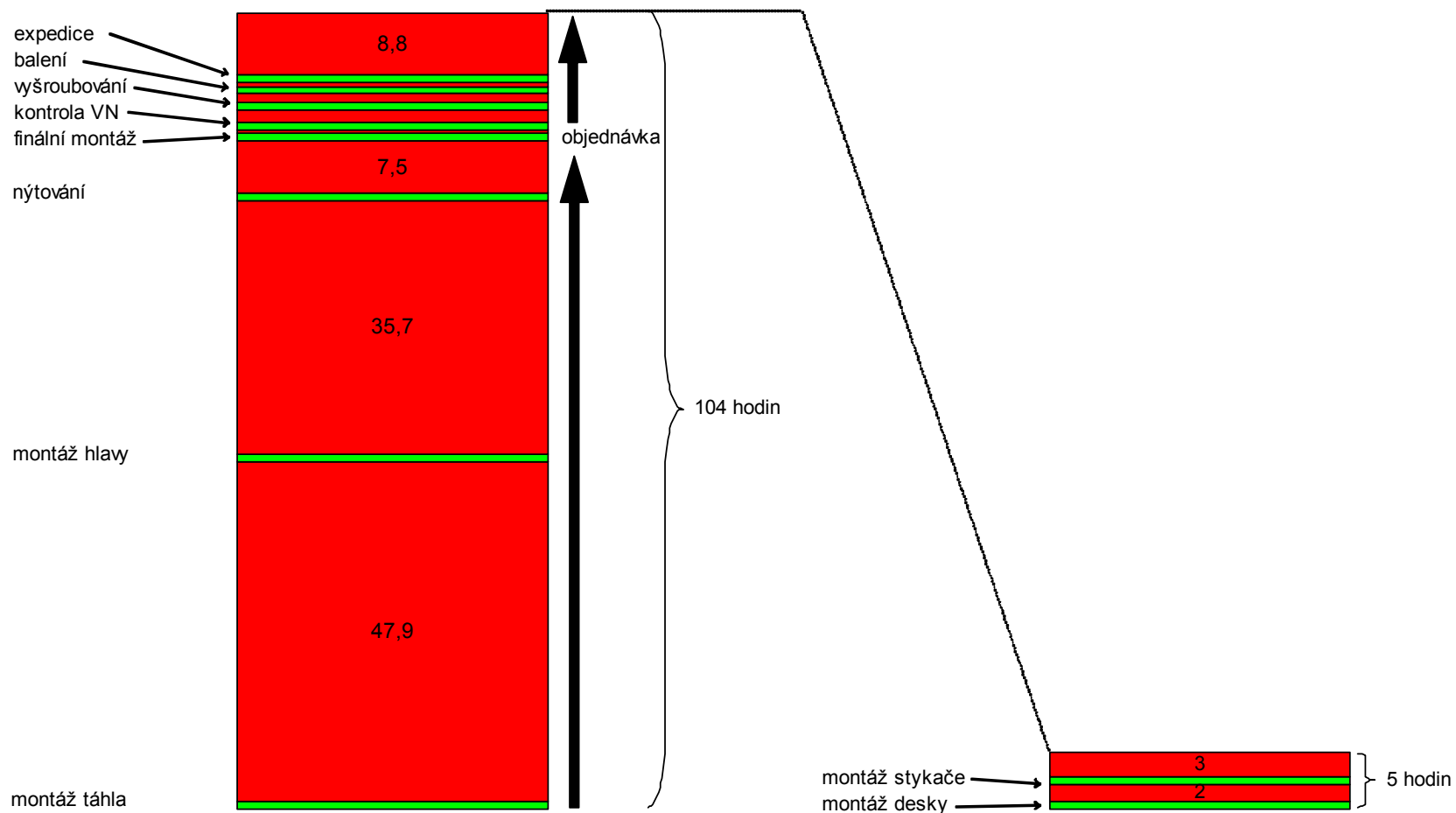
$$PLT = 87 / 260 * 15$$

$$PLT = 5 \text{ hodin}$$

Ukazatel PLT se tedy snížil ze 104 hodin na pouhých 5 hodin.

Obr. 24 : Původní a nové PLT na lince LP 40-95 A

PLT: linka LP 40 – 95 A



Zdroj: vlastní výzkum

5.2 Optimalizace toků v okolí linky

Během tradiční výroby zásoboval manipulát materiálem z centrálního skladu na paletách či ve velkém množství do regálů kolem linky vždy, na základě požadavku OP2 či pracovníků linky. Aby bylo možno logisticky zajistit fungování optimalizované linky, je nutné optimalizovat také toky v okolí linky.

5.2.1 Dynamický sklad

Proto je zcela nově vytvořen dynamický sklad, pro který je vyčleněna část centrálního skladu. Tento dynamický sklad se skládá z gravitačních polic ve dvou řadách nad sebou a jedné vrstvy pro uložení palet na zemi – tzv. picking zone. Z tohoto dynamického skladu bude manipulát pomocí tažného zařízení vozit materiál na linku v pravidelném hodinovém intervalu.

Určení dozásobovací strategie

Prvním krokem přípravy dynamického skladu, je vytvoření databázového seznamu všech materiálových referencí, které jsou pro optimalizovanou linku zapotřebí. Databáze se doplní o informace o typu balení (karton, PE sáček, HDPE bedna, atd.) množství materiálu v jednom balení. Sleduje se typ obalu spotřebitelského (Level 1) a obalu manipulačního (Level 2). Předně nás zajímá velikost balení u obou levelů a jejich váha. Dále je nutné získat o všech referencích data o hodinové spotřebě. Tu je možné určit z průměrné denní spotřeby za poslední rok, avšak tady je třeba dávat si pozor, protože systém SAP vede průměrnou měsíční spotřebu, takže nakonec průměrujeme průměry. Pro plánování zásob je lepší vycházet buďto z průměrného denního prodeje či maximální kapacity linky. Na základě údajů o spotřebovávaném množství můžeme provést ABC analýzu a setřídít materiál sestupně a rozdělit jej do jednotlivých kategorií A, B nebo C.

Při výpočtu potřebného množství materiálu v dynamickém skladu se vychází z předpokladu, že tento dynamický sklad bude dozásobován z centrálního skladu či přímo

od dodavatele maximálně jednou za směnu (u položek A a B) či méně častěji (u položek kategorie C). Vychází se z totožného vzorce jako při výpočtu potřebného materiálu na lince:

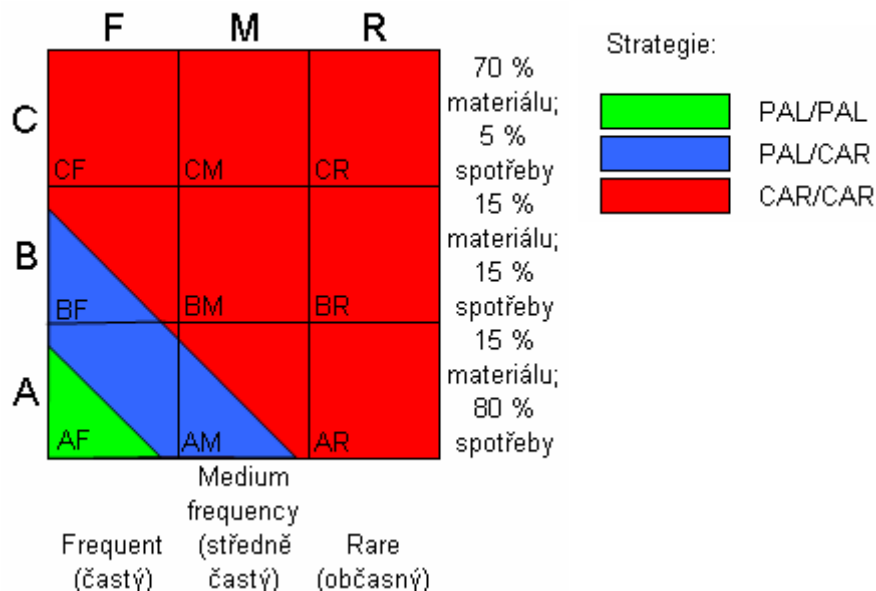
$$Q = (C_{\max} * n) * (2 * F) * (1 + S)$$

kdy F je dozásobovací frekvence (tedy 1 směna v tomto případě), za C_{\max} můžeme dosadit průměrný denní prodej, resp. maximální kapacitu linky a S je opět pojistný koeficient (0,5, 0,25, 0,2 nebo 0,1).

Dalším krokem je rozšíření databáze o FMR analýzu, kde se opět sestupně seřadí všechny reference materiálu podle jejich obrátkovosti. Výsledně se sestaví matice ABC/FMR, na základě níž se určí dozásobovací strategie u jednotlivých typů materiálu. Pro účely zaskladňování a vyskladňování dynamického skladu existují tři možné strategie:

- PAL/PAL
- PAL/CAR
- CAR/CAR

Obr. 25 : Matice ABC/FMR analýzy – dozásobovací strategie



Zdroj: vlastní výzkum

Strategie PAL/PAL znamená, že materiál bude zaskladněn (tedy dozásoben z centrálního skladu) na paletě a posléze opět vyskladněn (tedy odvezen na linku) taktéž

na paletě. Tato strategie je tedy vhodná pro položky materiálu, které mají nejvyšší spotřebu a vysokou obrátkovost. Materiál, u kterého je zvolena tato strategie by měl být uložen na podlahu, resp. umístěn rovnou na vozík. Při strategii PAL/CAR je materiál zaskladněn na paletě, avšak vyskladňován po krabicích. Tato strategie je nejméně vhodná, protože vyžaduje uložení na *flat rack* (tedy plochou polici) a manipulace s ní je velmi zdlouhavá. Poslední strategie je CAR/CAR. V tomto případě je materiál zaskladňován po daném počtu krabic a vyskladňován také po krabicích. Pro zaskladnění materiálu s touto strategií se používají gravitační regály, typické pro dynamický sklad.

Kalkulace množství zásob v dynamickém skladu

Pro zjištění potřebného počtu krabic ve skladu (N) se vychází ze zjištěného potřebného množství materiálu v dynamickém skladu:

$$N = Q / n$$

Q = potřebné množství materiálu

n = počet kusů materiálu v jednom balení

Výsledek se zaokrouhlí nahoru. Minimální počet krabic musí být opět 2, aby mohl fungovat kanbanový systém. Maximální počet krabic v gravitačním regálu je dán hloubkou regálu (2,71 m) a hloubkou krabice. Je třeba zvážit, zda je lepší materiál, který se nevejde do jednoho sloupce na gravitační polici, umístit do dvou sloupců, nebo zda-li není lepší zvolit u něj jinou strategii, např. PAL/CAR.

Umístění materiálu v dynamickém skladu

Materiál se strategií PAL/PAL a PAL/CAR se umístí na pozice na podlaze. Zbylý materiál se strategií CAR/CAR se umístí do gravitačních polic. Zpravidla existuje několik těchto gravitačních polic nad sebou. O tom, do které gravitační police se umístí materiál, se rozhoduje v závislosti na váze jednoho balení. Opět je můžeme vytvořit databázi všech referencí materiálu a seřadit je sestupně dle váhy. Nejtěžší materiál umístíme do polic,

kteřé jsou pro manipulanta ergonomicky nejpřístupnější, tedy do police spodní (v případě, že se dynamický sklad skládá z uložení na podlaze pro palety a dvou gravitačních polic nad sebou). Lehký materiál (plasty, apod.) se umisřuje do horní police. Při rozhodování o horizontálním rozložení se může vycházet buďto z uložení materiálu na lince, tj. po jednotlivých pracoviřtích či podle příbuznosti materiálových referencí, tj. po referenčních číslech.

Každou pozici v dynamickém skladu je nutné z obou stran opatřit informačním štítkem, který by měl obsahovat minimálně tyto informace:

- označení pozice,
- referenční číslo materiálu,
- název materiálu
- maximální počet balení

a někdy je možné štítek doplnit o tato data:

- označení pozice uložení materiálu na lince
- množství materiálu v balení
- dozásobovací množství
- minimální množství
- čárový kód dozásobovacího množství
- apod.

5.2.2 Kanbanový systém

Zásobování JIT je zajiřřováno pomocí systému kanbanových karet. Tento kanbanový systém lze rozdělit na dvě základní části, mezi nimiž se nachází bod rozpojení. První část je materiálový tok mezi linkou a dynamickým skladem. Druhou částí je materiálový tok mezi dynamickým skladem a centrálním skladem. Signálem pro dozásobení v obou částích jsou kanbanové karty.

Kanbanové karty

Kanbanové karty jsou signálem pro dozásobení a představují tak objednávku. Pro dozásobení linky se využívá ve firmě Schneider-Electric v Písku kanban „Linka-sklad“. Na tomto štítku jsou následující informace:

- označení pozice v dynamickém skladu,
- označení pozice na lince,
- označení druhu materiálu,
- označení množství.

V horní části jsou informace o uložení materiálu v dynamickém skladu (levý rámeček), kde je informace o názvu části dynamického skladu a označení pozice a informace o uložení materiálu na lince (pravý rámeček), kde je uveden název linky a označení pozice na lince. Dále je zde uvedeno referenční číslo materiálu a čárový kód referenčního čísla. Posledními informacemi na tomto kanbanovém štítku jsou informace o množství a čárový kód množství. Občas bývá tento kanbanový štítek doplněn o fotografii materiálu, datum vytištění kanbanového štítku a o kolikátý štítek z kolika vytištěných pro konkrétní uložení na lince se jedná.

Obr. 26 : kanban „Linka-sklad“



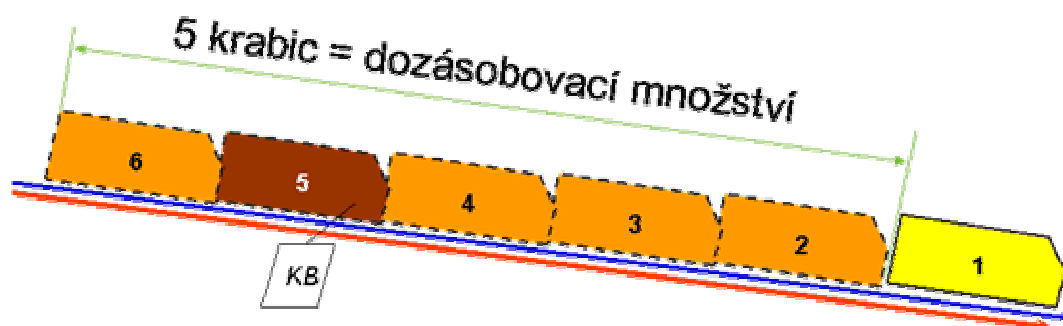
Tímto kanbanovým štítkem musí být označena každá krabice či balení na lince.

Pro řízení materiálového toku mezi dynamickým skladem a centrálním skladem se používají kanbanové štítky „Sklad-sklad“. Na tomto štítku jsou umístěny následující informace:

- označení centrálního skladu,
- označení pozice v dynamickém skladu,
- maximální množství balení v dynamickém skladu,
- minimální množství balení v dynamickém skladu,
- dozásobovací množství balení,
- dozásobovací množství v kusech,
- referenční číslo materiálu,
- čárový kód referenčního čísla materiálu,
- dozásobovací množství,
- čárový kód dozásobovacího množství.

V levém horním rámečku jsou informace o názvu části centrálního skladu, kde je materiál evidován v SAP. V pravém horním rámečku je označení části dynamického skladu a označení pozice v něm pro daný materiál. Spodní rámeček nese informace o minimálním a maximálním množství a o dozásobovacím množství v počtu balení. Tato informace je důležitá při zaskladňování, jelikož na základě ní ví pracovník skladu, na kterou krabici v řadě má umístit kanbanový štítek. V dynamickém skladu se totiž nepoužívá jeden kanbanový štítek pro každou krabici, ale jeden kanbanový štítek pro celé dozásobovací množství.

Obr. 27 : Umístění kanbanové karty v dynamickém skladu



Zdroj: vlastní výzkum

Je-li maximální počet balení v gravitačním regálu 6 krabic a minimální počet 1 krabice, pak dozásobovací množství je 5 krabic. Avšak pracovník skladu nemůže umístit kanbanový štítek „Sklad-sklad“ na poslední dozásobenou krabici, nýbrž na krabici předposlední, tedy na tu krabici, za kterou zůstane opět minimální počet krabic v gravitačním regálu podle kanbanové karty.

Obr. 28 : Kanbanový štítek „Sklad-sklad“



Zdroj: Schneider-Electric

Pro označení pozice v dynamickém skladu se původně využívala karta vycházející z kanbanového štítku „Sklad-sklad“. Později bylo odstoupeno od používání těchto informačních karet a údaje na adresním štítku uložení se zjednodušily na základní údaje o názvu pozice, názvu materiálu a referenčním čísle materiálu.

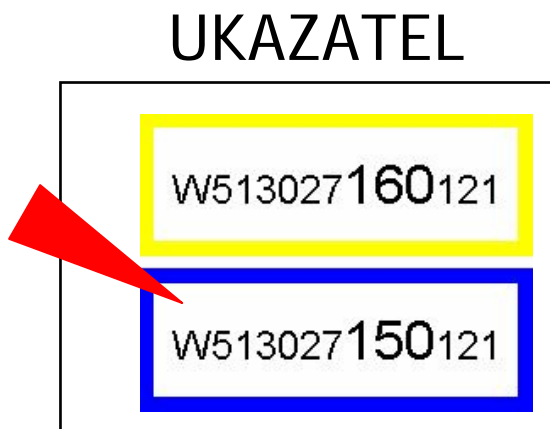
Obr. 29 : Původní označení pozice v dynamickém skladu



Zdroj: Schneider-Electric

Někdy se může stát, že je třeba vytvořit na lince pozici pro více druhů materiálu. Aby manipulant dozásobující linku věděl, kterou referenci má uložit na danou pozici, používá se jednoduchý oboustranný ukazatel, kterým oznamuje pracovník linky, který materiál bude chtít dozásobit, až spotřebuje materiál, který má na uložení nyní.

Obr. 30 : Signalizační ukazatel



Zdroj: vlastní výzkum

Občas je dobré označit podklad uložení na lince cedulí „doplnit“, aby tak bylo zřetelněji naznačeno manipulantomu, že bude zapotřebí dozásobit materiál. Signalizační ukazatel a signalizační cedule však nenahrazují kanban, pouze jej doplňují.

Obr. 31 : Signalizační cedule



Zdroj: vlastní výzkum

Postup při používání kanbanových karet

V okamžiku, kdy pracovník na lince spotřebuje krabici s materiálem, odtrhne z ní kanbanový štítek a umístí jej do krabičky pro kanbany. Prázdnou krabici pak odloží na místo určené pro odpad. Během příští návštěvy manipulanta linky zkontroluje manipulant všechny krabičky pro kanbany a vyzvedne je. Taktéž vyzvedne odpad a odjede k další lince a posléze do dynamického skladu. Zde vyloží posbíraný odpad a umístí jej do kontejnerů. Na základě posbíraných kanbanových karet vyskladní požadovaný materiál z dynamického skladu. Na kanbanových štítcích „Linka-sklad“ jsou údaje o referenčním čísle a množství uvedeny v čárovém kódu EAN CODE 128 proto, aby je mohl snadno načíst do počítačového systému SAP a provést tak převod materiálu z dynamického skladu na linku a tedy do spotřeby. Pokud zjistí, že je některá reference na úrovni minima vezme kanbanový štítek „Sklad-sklad“ a předá jej vedoucímu skladu, který na základě tohoto kanbanu objedná dozásobovací množství materiálu z centrálního skladu.

Manipulant ještě umístí volné kanbanové štítky na krabice a při příští cestě vyloží materiál na určené pozice na lince a vyzvedne nové volné kanbanové štítky.

5.2.3 Waterspider

Pro dozásobování linky z dynamického skladu se ve firmě Schneider-Electric využívá tažných vozíků, kterým se říká vláčky nebo Waterspider. Mašinku tohoto vláčku tvoří tažný vozík, za nímž je umístěn první vozík na odpad a další vozík na rozvoz materiálu. Každý vozík zvládne obsloužit během hodinového cyklu tři až čtyři linky. Kromě těchto vláčků funguje jeden rychlovlak nazývaný TGV, který obstarává odvoz hotových výrobků a rozvoz prázdných vozíků pro hotové výrobky zpět k linkám. Tento TGV je schopen utáhnout osm až deset vozíků.

6 Závěr

Během předimplementační části bylo zjištěno, že linka LP 40-95 A, podobně jako ostatní linky ve firmě Schneider-Electric trpí mnoha disfunkcemi a je zatížena enormně vysokým plýtváním. Během pozorování a analýzy zjištěných dat bylo konstatováno, že průmyslová efektivita (IE) linky před optimalizací byla na úrovni pouhých 35 %, to znamená, že převážná většina vynaloženého času na výrobu byla proplýtvána či neefektivně vynaložena. Alarmujícím bylo také zjištění že PLT, tj. celkový výrobní čas linky, se rovná 104 hodinám, což dokazuje neúnosně vysoké zásoby materiálu a rozpracované výroby v procesu výroby.

Během implementační části byly vyváženy jednotlivé operace, vytvořen plynulý tok po jednom výrobku a vytvořen tažný systém výroby pomocí kanbanového systému. Tato úprava umožnila minimalizovat zásoby, aby bylo možné snadno odhalit možné disfunkce v procesu. Byla také vytvořena metodika hodinového sledování výkonnosti linky a stanovena pravidla a postup pro odstraňování disfunkcí výrobního procesu.

Po rozjetí výroby na nové lince bylo zjištěno, že implementací principů štíhlé výroby bylo dosaženo úspor plochy, času a zásob. Také byla zvýšena průmyslová efektivita z 35 % na 60 %.

Změnou toku ve výrobním procesu došlo k úspoře výrobní plochy z původních 192 m² na 108 m², čímž bylo ušetřeno 84 m², tj. 43,75% původní plochy.

Aplikací principů štíhlé výroby, což vedlo ke zlepšení organizace práce a snížení plýtvání byl zkrácen neúčinný čas z 2884 hodin za rok na 1018 hodin za rok, tedy o 1826 pracovních hodin za rok, což činí 42 % z celkového ročního pracovního času a snížení neúčinného času o 63,32 %.

Snížením zásob materiálu a rozpracované výroby bylo dosaženo snížení PLT ze 104 na 5 hodin, tedy o 95,2 % a tedy i snížení zásob ze 1802 kusů na pouhých 87 kusů.

7 Summary

7.1 Analysis of application potential of the Lean manufacturing principles in the selected industrial company

Competitiveness is very important for business in today's global and very turbulent trade environment. After the World War II began in Japan to think about how to gain the same level of productivity as producers did in the United States of America, especially in Ford Company. During the few next decades came Toyota Motors Corporation with new model of production system, so they were able to be more competitive. When there was oil crisis in 1970s Toyota shocked the world's car producer's leaders by being able to gain profit. This possibility derived from their new production system, which was later called the Lean Manufacturing by Mr. Womack and his colleagues. Nowadays many companies implement the principles of the Toyota Production System. Either does French company Schneider-Electric. This work tries to describe these principles and process of implementation. To express the potential of these changes it calculates few indicators, e.g. Industrial Efficiency and Production Lead Time. The basis of lean manufacturing is to minimize the inventories to reveal the disfunctions of the production system and to optimize process to avoid every kind of wastes. Lean systems are characteristic with smooth pull production system with one piece flow and just in time supplements of inventories. The layout of the line is transformed to the U work cell and the material is ordered by using kanban tickets.

After observation and implementation of the lean principles, we can recognize these savings:

- savings of changing the layout = 43.75 per cent
- savings of non-value-added time = 42 per cent
- inventory savings 95.2 per cent

Therefore the PLT indicator fell from 104 production hours to just 5 hours and the Industrial Efficiency indicator rose from only 35 % to 60 %.

8 Seznam použitých zkratek

ABC	ABC analýza
FMR	FMR analýza
IE	Industrial Efficiency (Průmyslová efektivita)
JIT	Just In Time (Metoda zásobování právě včas)
KB	Kanban (Signalizační štítek či kartička)
MVLI	Mid-Value of Lost Indicator (Střední hodnota ukazatele ztrát)
PLT	Production Lead Time (Celkový čas výroby)
ROP	Re-Ordering Point (Bod dozásobení)
SIM	Short Interval Management (Řízení v krátkém čase)
SPS	Schneider-Electric Production System (Výrobní systém Schneider-Electric)
TPS	Toyota Production System (Výrobní systém Toyoty)
TT	Takt Time (Čas taktu)

9 Použitá literatura

Monografie

DANĚK, J., PLEVNÝ, M. *Výrobní a logistické systémy*. Západočeská univerzita v Plzni, 2005. ISBN 80-7043-416-3.

DRAHOTSKÝ, I., ŘEZNÍČEK, B. *Logistika - Procesy a jejich řízení*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2003. 334 s. ISBN 80-7226-521-0.

IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.

IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen: řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2005. 314 s. ISBN 80-251-0850-3.

NAHMIAS, Steven. *Production and operations analysis*. 3. vydání. Singapore: McGraw-Hill, 1997. 858 s. ISBN 0-256-19508-0.

NICHOLAS, M. John. *Competitive Manufacturing Management: continuous improvement, lean production, and customer-focused quality*. 1. vydání. Singapore: McGraw-Hill, 1998. 840 s. ISBN 0-256-21727-0.

ZERMATI, Pierre. *Pratique de la gestion des stocks*. Paris: Dunod, 1996. ISBN 2-10-002876-6.

Internet

Schneider-Electric ČR [online]. c2005 [cit. 2007-04-19]. URL:

< www.schneider-electric.cz/firma/ceska-republika/historie-soucasnost.html>

< www.schneider-electric.cz/firma/ceska-republika/vyrobni-zavod.html>

Strategos [online]. c2006 [cit. 2007-04-18]. URL: < www.strategosinc.com >

Toyota ČR [online]. c2006 [cit. 2007-04-19]. URL:

< www.tcpa.cz/cz/vyroba/vyrobni-system-toyota>

10 Přílohy

Příloha 1

Paralelní tok ve výrobě



Push system – hromadění zásob v průběhu výroby



Nová linka LP 40-95 A



Pull system – plynulý tok po jednom kusu v buňce „U“



Obslužný vlak „Waterspider“ pro zásobování a likvidaci odpadu



Gravitační regály v dynamickém skladu



Označení pozic gravitačních regálů



Příloha 2

ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SCHNEIDER ELECTRIC

