

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC TECHNOLOGY

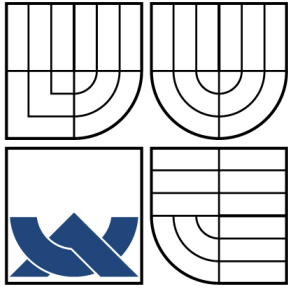
ŠTÍHLÁ VÝROBA ELEKTRONICKÝCH KOMPONENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

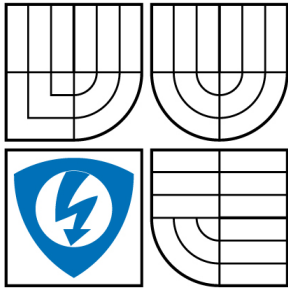
Bc. ANTONÍN HÁLA

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC
TECHNOLOGY

ŠTÍHLÁ VÝROBA ELEKTRONICKÝCH KOMPONENT

LEAN PRODUCTION OF ELECTRONICS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

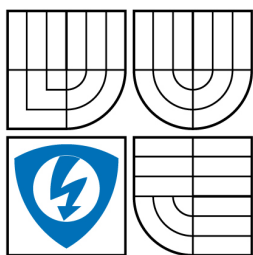
Bc. ANTONÍN HÁLA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ ŠPINKA

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektrotechnologie

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Elektrotechnická výroba a management

Student: Bc. Antonín Hála

ID: 85594

Ročník: 2

Akademický rok: 2008/2009

NÁZEV TÉMATU:

Štíhlá výroba elektronických komponent

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s problematikou zeštíhlování výroby. Pro výrobovou řadu elektroniky ovládání oken (KUX) ve firmě VELUX s.r.o. Vyškov navrhnete optimalizaci toku výroby na pracovišti "Ovládací jednotky" s cílem snížit rozpracovanost výroby a spojit jednotlivá oddělená pracoviště do výrobní linky. Vyhodnotte přínosy navrženého řešení.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 9.2.2009

Termín odevzdání: 29.5.2009

Vedoucí práce: Ing. Jiří Špínka

prof. Ing. Jiří Kazelle, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

Abstrakt

Předmětem diplomové práce „Štíhlá výroba elektronických komponent“ je aplikovat štíhlou výrobu na pracovištích v konkrétním podniku. Cílem práce je zorientovat se ve štíhlé výrobě a aplikovat její jednotlivé metody na pracovišti. První část práce se zabývá teoretickou přípravou, porozumění štíhlé výroby a metodami štíhlé výroby. Druhá část se zabývá analýzou výrobních procesů, aplikací metod štíhlé výroby a návrhy pracovišť.

Abstract

Aim of diploma thesis “Lean production of electronics” is to apply lean production on workplaces in concrete company. Object of thesis is to orientate in lean production and apply its individual methods on workplace. First part of thesis is dealing with theoretical preparation, understanding lean production and methods of lean production. Second part is dealing with analyzing production processes, application of methods of lean production and designing workplaces.

Klíčová slova

Štíhlá výroba, mapování toku hodnot, balancování linek, čas cyklu

Key words

Lean production, value stream mapping, line balancing, cycle time

Bibliografická citace díla:

HÁLA, A. *Štíhlá výroba elektronických komponent* . Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 79 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jiří Špinka.

Prohlášení autora o původnosti díla:

Prohlašuji, že jsem tuto vysokoškolskou kvalifikační práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 29. 5. 2009

.....

Poděkování:

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Jiřímu Špinkovi za metodické a cíleně orientované vedení při plnění úkolů realizovaných v návaznosti na diplomovou práci. Dále děkuji spolupracující firmě BKR ČR s.r.o, za poskytnutí prostoru k realizaci prací a vedoucímu pracovníkovi této firmy Ing. Jiřímu Pospíšilovi za poskytnutou metodickou pomoc a odborné rady.

OBSAH

1	ÚVOD	- 9 -
2	HISTORIE PRŮMYSLOVÉ VÝROBY	- 10 -
2.1	HENRY FORD	- 10 -
2.2	TOMÁŠ BAŤA.....	- 10 -
3	HISTORIE ŠTÍHLÉ VÝROBY	- 12 -
3.1	KIICHIRO TOYODA.....	- 12 -
3.2	TAIICHI OHNO.....	- 12 -
3.2.1	<i>JIT</i>	- 13 -
3.2.2	<i>JIDOKA</i>	- 13 -
3.3	SHIGEO SHINGO	- 13 -
3.3.1	<i>SMED</i>	- 14 -
3.4	JAMES P. WOMACK.....	- 14 -
4	ZÁSADY ŠTÍHLÉ VÝROBY	- 15 -
4.1	I. SEKCE – DLOUHODOBÁ FILOZOFIE	- 15 -
4.2	II. SEKCE – SPRÁVNÝ PROCES PRODUKUJE SPRÁVNÉ VÝSLEDKY	- 15 -
4.3	III. SEKCE – PŘIDÁNÍ HODNOTY ORGANIZACI ROZVOJEM JEJICH LIDÍ.....	- 16 -
4.4	IV. SEKCE – PRŮBĚŽNÉ ŘEŠENÍ HLAVNÍCH PROBLÉMŮ ŘÍDÍ UČENÍ ORGANIZACE	- 17 -
4.5	HLAVNÍ PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY.....	- 19 -
5	POJMY A METODY ŠTÍHLÉ VÝROBY	- 20 -
5.1	5S	- 20 -
5.2	5 WHYS.....	- 22 -
5.3	ANDON	- 22 -
5.4	CYCLE TIME	- 23 -
5.5	GEMBA	- 23 -
5.6	HEIJUNKA	- 24 -
5.7	JIDOKA.....	- 24 -
5.8	JIT	- 25 -
5.8.1	<i>Historie</i>	- 25 -
5.8.2	<i>Filozofie</i>	- 25 -
5.8.3	<i>Účinky a výhody</i>	- 25 -
5.9	KANBAN	- 26 -
5.10	KAIZEN	- 26 -
5.11	LEAD TIME	- 27 -
5.12	LINE BALANCING.....	- 27 -
5.13	MUDA, MURA, MURI.....	- 29 -
5.13.1	<i>Muda</i>	- 29 -
5.13.2	<i>Mura</i>	- 30 -
5.13.3	<i>Muri</i>	- 30 -
5.14	POKA-YOKE.....	- 31 -
5.15	SMED	- 31 -

5.16	STANDARD WORK	- 31 -
5.17	TAKT TIME.....	- 32 -
5.18	TPM	- 34 -
5.19	VSM	- 34 -
5.19.1	CSM.....	- 36 -
5.19.2	FSM.....	- 37 -
5.20	WORK CELL.....	- 39 -
6	HISTORIE A SOUČASNOST FIRMY	- 40 -
6.1	POPIS PRODUKTU	- 40 -
7	POPIS VÝROBY	- 41 -
7.1	MAPOVÁNÍ HODNOTOVÝCH TOKŮ.....	- 41 -
7.1.1	Stávající materiálový tok	- 41 -
7.1.2	Budoucí materiálový tok.....	- 44 -
7.1	STÁVAJÍCÍ ROZLOŽENÍ PRACOVIŠTĚ	- 45 -
7.2	ČASY VÝROBNÍCH OPERACÍ	- 46 -
7.2.1	Montáž.....	- 47 -
7.2.2	Test	- 47 -
7.2.3	Balení.....	- 48 -
7.3	ČASY PŘÍPRAVNÝCH OPERACÍ.....	- 48 -
7.3.1	Montáž.....	- 48 -
7.3.2	Test	- 49 -
7.3.3	Balení.....	- 49 -
8	NÁVRH NOVÉHO PRACOVIŠTĚ	- 52 -
8.1	NÁVRH Č. 1	- 53 -
8.2	NÁVRH Č. 2.....	- 58 -
8.3	NÁVRH Č. 3.....	- 61 -
8.4	NÁVRH Č. 4.....	- 65 -
8.5	SHRnutí.....	- 68 -
9	ZÁVĚR	- 71 -
9.1	STRUČNÝ PŘEHLED VARIANT	- 72 -
10	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	- 74 -
11	SEZNAM ZKRATEK	- 77 -
12	SEZNAM OBRÁZKŮ	- 78 -
13	SEZNAM TABULEK.....	- 79 -

1 ÚVOD

Štíhlá výroba (lean production) je metodika, která byla vyvinuta v Japonsku firmou Toyota na konci 2. světové války. Je to alternativa k hromadné výrobě, která byla a je používána v mnoha podnicích po celém světě. Bývá též nazývána, jako TPS (Toyota production system). Jde o komplexní přístup k výrobě způsobem, kdy se producent snaží uspokojit v maximální míře zákaznickou požadavku tím, že bude vyrábět jen to, co zákazník požaduje. Snaží se vytvářet produkty v co možná nejkratší době a pokud možno s minimálními náklady, bez ztráty kvality nebo na úkor zákazníka. Dosáhne toho minimalizací plýtvání. Komplexní znamená, že se do výroby zahrnují všechna odvětví podniku, od výroby po úklid.

V práci bude představena společnost BKR ČR s.r.o. (dále jen BKR), jakožto dceřiná firma společnosti VELUX Česká republika s.r.o. Moderní firma si žádá i moderní přístup k výrobě, proto se v BKR rozhodli zavést principy štíhlé výroby a tím i zkvalitnit a zpružnit výrobu. Doby, kdy se stačilo vymezit konkurenci např. novým výrobkem, jsou dávno pryč a inovování se děje stále rychleji. Proto je zde metodika výroby, která pomáhá udržet si zákazníky lepším servisem, výrobou s lepší reakcí na požadavky atp. Samozřejmostí je stejná, ne-li lepší kvalita výroby.

Lean production = štíhlá výroba. Ačkoliv metoda pochází z Japonska, její celosvětový název vytvořili Američané, kteří byli donuceni zmapovat a pochopit systém výroby k obnově produkce domácích automobilek. Profesor Womack z Massachusetts Institute of Technology byl vedoucím týmu, který měl úkol splnit.

Mým úkolem bylo seznámit se s problematikou štíhlé výroby a jejími metodami a navrhnout řešení pro výrobní linku vyrábějící řídicí jednotku KUX. V teoretické části práce je popsána štíhlá výroba a jednotlivé její metody. V části praktické jsou uvedeny návrhy na zlepšení toku výroby implementací metod štíhlé výroby do současného výrobního systému a spojení jednotlivých pracovišť do jednoho celku.

2 HISTORIE PRŮMYSLOVÉ VÝROBY

Historie průmyslové výroby se datuje od 18. století, kdy začíná vznikat průmyslová revoluce. Díky sestrojení parního stroje a nahrazování práce lidí prací strojů. Postupně se výroba pomocí strojů zaváděla celosvětově a lidé postupem času začínali přicházet s nápady na zjednodušení a zefektivnění výroby, jako byly například vyměnitelné díly apod. V historii průmyslové výroby je nejvíce známý svým revolučním nápadem Henry Ford a u nás Tomáš Baťa. Tito dva pánové dokázali díky jejich nápadům a vylepšením změnit koncepci průmyslové výroby. Podobně změnil koncepci i Kiichiro Toyoda s jeho vlastním pojetím výroby.

2.1 HENRY FORD

V roce 1910 otevřela Ford Motor Company novou moderní továrnu Highland Park, ve které byla poprvé ve výrobě automobilů použita technologie pásové výroby. Montážní linka byla Fordovi navržena Williamem C. Klannem po jeho návratu z návštěvy Chicagských jatek Union Stock Yards, kde viděl „demontážní linku“. (1) Na této lince byla zvířata porcována na pohybujícím se dopravním páse. Účinnost, s jakou vždy pracovník odřízl ten samý kousek masa, ho velmi zaujala. V dalších letech se technologie výroby automobilů pod dohledem Forda neustále zdokonalovala. (2) Cena slavného modelu T postupně spadla až na lidových 575 dolarů a pomalu se tak plnil Fordův sen o automobilu pro každého. Zisk společnosti Ford Motor Company se počítal v desítkách milionů dolarů a automobilům značky Ford se do roku 1914 podařilo ovládnout zhruba 50% amerického trhu. (3)

2.2 TOMÁŠ BAŤA

Je nejznámějším českým podnikatelem. Po 2. světové válce zavedl dvě dosud nepoužívané věci v ČSR. První revoluční inovací bylo vytvoření hospodářských jednotek, které měly vlastní účet zisků a ztrát. Tyto samosprávné dílny tvořily základní buňku celého podniku. V čele stál mistr, který nesl za vše zodpovědnost. Každé oddělení a každá dílna, kupovala ve výrobním procesu od předcházejícího oddělení zboží, které se po zpracování zase prodávalo následujícímu oddělení. Na tento systém navazoval systém správních budov, fungující na podobném principu.

V letech 1926–1928 ve firmě došlo k zavedení pásové výroby, požívané v závodech Henryho Forda. Produktivita práce vzrostla o 75% a počet zaměstnanců o 35%. Čistý obrát firmy činil 1,9 miliardy Kčs. Koncem roku 1928 tvořila továrna komplex 30 budov. (4)

Na těchto příkladech je vidět, že inovace jsou pro firmy velmi důležité a u obou firem vzrostla produkce i tržby díky zavedení metod, eliminujících ztráty a podporujících produktivitu. Podobnou novátorskou metodu vymysleli o několik let později v Japonsku.

3 HISTORIE ŠTÍHLÉ VÝROBY

Vznik koncepce štíhlé výroby (lean production) pochází z firmy Toyota, kde se v 50-60 letech 20. století představila jako účinná alternativa k hromadné výrobě v prostředí, které vyžadovalo vysokou úroveň flexibility a postrádalo finance. Provádí komplexní reorganizaci vývoje a výroby produktu, dodavatelů a kontakty se zákazníkem tak, aby při lepším plnění zákaznickova požadavku bylo zmenšeno plýtvání různých podob - lidského úsilí, prostoru, kapitálu, času atd. a přitom zůstane, nebo se dokonce zlepší kvalita na rozdíl od hromadné výroby.

3.1 KIICHIRO TOYODA

Tehdejší prezident firmy Toyota, vydal heslo: „Dohoňme Ameriku během tří let“ Převzetí amerických metod hromadné výroby by nikam nevedlo díky nízké poptávce, která v Japonsku byla. Toyoda usoudil, že řádový rozdíl v produktivitě zaměstnanců musel mít příčinu v tom, že v Japonsku pracovníci dělali věci zbytečně oproti těm americkým (produktivita japonského dělníka byla na devítině toho amerického). (5) Proto začali ve firmě tento problém řešit a z hledání zbytečností se zrodil pozdější výrobní systém Toyota, základ štíhlé výroby. Ten je připisován manažerovi jménem Taiichi Ohno (1912-1990).

3.2 TAIICHI OHNO

Byl vedoucím jedné výrobní jednotky v Toyotě. V roce 1947 dostal úkol implementovat změny vedoucí k odstranění prostojů, zbytečností a zvýšení produktivity v rámci nového hesla Kiichiro Toyody. (6) Na začátku vymyslel linku, na které jeden pracovník mohl obsluhovat více strojů různých druhů (multiprofesní pracovník). (7) Tato revoluční změna (změna od filozofie jeden pracovník - jeden stroj k vizi jeden pracovník - více strojů, procesů se zásadně lišila od řešení hromadné výroby a pomohla zvýšit produktivitu dvakrát až třikrát. Tím naznačila naprosto jinou cestu budoucího vývoje.

Základem výrobního systému Toyoty se staly dva pilíře: JIT (Just In Time) znamenající výrobu, dodávky právě včas a JIDOKA (autonomation), což znamená automatizaci s lidskou inteligencí.

3.2.1 JIT

Znamená, že se v procesu toku potřebné díly, nebo výrobky dostanou na montážní linku přesně v čase, kdy jsou potřebné a v potřebném množství. Myšlenka byla převzata z Fordových závodů, kde byla poprvé aplikována.

3.2.2 JIDOKA

Automatizace s lidskou inteligencí znamená, že stroj sám rozliší špatný produkt od dobrého, a v případě problému se automaticky zastaví nebo jiným způsobem znemožní vznik špatného produktu. Prvním příkladem byl automaticky aktivovaný tkalcovský stav sestrojený již v roce 1902 Kiichiro Toyodou, zakladatelem Toyota Motor Company. Stroj se při přetrhnutí niti okamžitě zastavil. Předtím bylo nutné, aby u každého stroje stál jeden člověk pozorující tyto závady, a v případě nebezpečí zastavil stroj ručně. Přetržení nití působilo mnohohodinové prostoje a jejich hlídání zase znamenalo použití mnoha zaměstnanců (jednoho člověka na každý stroj). (7) Po zavedení zlepšení typu JIDOKA (automatizace) v Toyotě hlídal jeden pracovník až 40 tkalcovských stavů.

Na těchto dvou pilířích kombinovaných s eliminováním plýtvání stojí filozofie výrobního systému Toyoty. Tento systém se zrodil z nutnosti. Z nutnosti najít vhodnou alternativu k hromadné výrobě a najít a eliminovat plýtvání tak, aby se mohla zvyšovat produktivita směrem k americkému modelu. Také z nutnosti řídit výrobní operace Toyoty v době tíživé finanční situace ve čtyřicátých a padesátých letech, která neumožnila držet vysoké zásoby nebo velké investice. Práce Taiichi Ohna byla doplněna v padesátých a šedesátých letech výsledky Shigea Shinga (1909-1990). (8)

3.3 SHIGEO SHINGO

Pracoval v oblasti redukce nastavovacích časů SMED (Single Minute Exchange of Die). Metoda se zabývá rychlou změnou, systémem založeným na týmové práci a zlepšovacích činnostech, které významně snižují dobu výměny a seřízení nástrojů.

3.3.1 SMED

Tato činnost umožnila výrobu v mnohem menších dávkách. Takto vytvořená flexibilita byla nedocenitelná při ropné krizi v roce 1973, která zastavila vývoj průmyslu. V následné dlouholeté recesi byly tradiční metody hromadné výroby naprosto neadekvátní. Jen Toyota a další japonské automobilky, mohly nadále vyrábět se ziskem, a to navzdory velmi pomalému růstu. Japonské firmy rychle převzaly od Toyoty výrobní systém a úspěšně začínaly filozofii aplikovat v následujícím desetiletí. Podíl Japonska na celosvětové výrobě automobilů vzrostl na víc než trojnásobek. Mezi rokem 1965 a 1980 z 8% na 29%. (7) A dříve nevalná pověst kvality japonského auta byla najednou pryč.

Toyoty předčily všechny ostatní výrobce v jakosti. V sedmdesátých a osmdesátých letech posílaly americké a evropské firmy své experty do Japonska. Ti přenášeli získané zkušenosti do svých domácích závodů, ale zůstali u povrchních aspektů, které byly zřejmé a revolučně odlišné, jako např. kanban. Jejich implementace bez celého systému, základů a filozofie musela být zákonitě neúspěšná. Jen firmy, které implementovaly systémy komplexně (klony výrobního systému Toyoty) mohly počítat s dobrými výsledky (Honda, Kawasaki). K tomu přispělo, že v té době knihy Taiichi Ohna a Shigea Shinga, popisující výrobní systém Toyoty byly publikovány v anglickém překladu. (8) A to díky Normanu Bodekovi, který tyto knihy pro západ objevil a vydal. Skutečnou osvětu a rozšíření celé filozofie a metodologie štíhlé společnosti však nejvíc prosadil J.P.Womack.

3.4 JAMES P. WOMACK

Spolu se svými kolegy systém podrobně studoval. Od roku 1984 do 1989 vedli pětiletý projekt financovaný velkými společnostmi automobilového průmyslu a jednotlivých vlád Ameriky a Evropy. Projekt měl za cíl prozkoumat japonské techniky a porovnat je se západními technikami méně účinné hromadné produkce s cílem obnovit automobilový průmysl. Oproti hromadné výrobě nazvali japonský systém „štíhlá výroba“ (lean production). Výsledky svého průzkumu publikovali v knize „The machine that changed the world: the story of lean production“ (Stroj, který změnil svět: příběh štíhlé výroby). Vzhledem k rozšíření i do nevýrobní sféry dnes již mluvíme o celé „štíhlé společnosti“. (9) Dnes implementaci štíhlé společnosti najdeme nejen v automobilovém průmyslu a příbuzných oborech, odkud se tato filozofie rozšířila, ale také v logistických společnostech, potravinářských firmách, ve stavebnictví, cestovním ruchu a dokonce i ve zdravotnictví.

4 ZÁSADY ŠTÍHLÉ VÝROBY

Jednotlivé zásady byly vyjmuty z výrobního systému Toyota, nazývaným též „systém poskytující lidem nástroje k neustálému zlepšování své práce“. (10) Je to komplexní přístup k filozofii managementu Toyota a má čtrnáct zásad, které jsou rozděleny do čtyř sekcí. (10)

4.1 I. SEKCE – DLOUHODOBÁ FILOZOFIE

Zásada 1: Založit rozhodnutí managementu na dlouhodobé filozofii i přes možnost ztráty financí v podobě krátkodobých velkých výdělků. (11)

Lidé potřebují důvod k nalezení motivace a stanovení cílů.

4.2 II. SEKCE – SPRÁVNÝ PROCES PRODUKUJE SPRÁVNÉ VÝSLEDKY

Zásada 2: Vytvořit proces kontinuálního toku, díky kterému se „usazené“ problémy dostanou na povrch.

Pracovní procesy jsou přepracovány k eliminaci plýtvání (muda) prostřednictvím procesu neustálého zlepšování (kaizen). Jednotlivé druhy plýtvání jsou:

- 1) Rozpracovanost
- 2) Čekání
- 3) Zbytečná doprava, přeprava
- 4) Zbytečné, nebo nesprávné zpracování
- 5) Přemíra inventáře
- 6) Závady
- 7) Nevyužitá kreativita zaměstnance
- 8) Zbytečný pohyb

Zásada 3: Využít „pull“ systém, aby se zabránilo nadprodukci

Metoda, kde proces signalizuje svému předchůdci, že je potřeba více materiálu. Systém produkuje pouze požadovaný materiál a po následné operaci teprve signalizuje potřebu. Snižuje se tím výrazně nadprodukce.

Zásada 4: Ustálit výrobu (heijunka) = pracovat, jako želva a ne jako zajíc.

To pomáhá dosáhnout cílů minimalizace plýtvání, odpadu (muda), nepřetěžování lidí a zařízení (muri) a vytvoření stejné úrovně produkce.

Zásada 5: Vybudovat zvyk zastavit výrobu za účelem opravy problému, tím pádem dát kvalitu na první místo.

Kvalita má přednost (jidoka). Každý zaměstnanec má oprávnění zastavit výrobu, nebo proces, aby tím signalizoval problém kvality.

Zásada 6: Standardizované úkoly jsou základem pro neustálé zlepšování a zplnomocnění zaměstnanců.

Přestože má Toyota byrokratický systém, způsob, jakým je začleněn, umožňuje trvalé zlepšování (kaizen) lidmi ovlivněnými tímto systémem. (11) Zmocňuje zaměstnance, kteří podporují a vylepšují společnost.

Zásada 7: Používat vizuální kontrolu. Tím pádem nejsou žádné problémy skryté.

V této zásadě je zahrnutý program 5S, používaný k vytvoření všech pracovních prostorů efektivně a produktivně. Pomáhá lidem sdílet pracovní stanice, snižuje čas hledání vhodných nástrojů a zlepšuje pracovní prostředí. Obsahuje 5 položek.

1. Sort (třídit)
2. Straighten (urovnat)
3. Shine (čistit)
4. Standardize (standardizovat)
5. Sustain (udržovat)

Zásada 8: Používat pouze spolehlivé, důkladně testované technologie, které složí vašim lidem a procesům.

Technologie je tažena, nikoliv tlačena výrobou.

4.3 III. SEKCE – PŘIDÁNÍ HODNOTY ORGANIZACI ROZVOJEM JEJICH LIDÍ

Zásada 9: Vytvářet předáky, kteří této práci důkladně rozumí, žijí touto filozofií a učí jí ostatní.

Bez neustálé pozornosti budou tyto principy slábnout. Musí proto být zakořeněny v lidech, ti jimi musí žít a podobně myslet. Zaměstnanci musí být vzdělávání a školení, jedině tak organizace zůstane vzdělávací.

Zásada 10: Vytvořit a objevit výjimečné lidi a týmy, kteří budou následovat filozofii společnosti.

Týmy by měly být složeny z čtyř až pěti lidí. Úspěch je zakládán na týmové práci, ne na pracích jednotlivců.

Zásada 11: Respektovat síť partnerů a dodavatelů, které na jedné straně donutíme k aktivitě a na straně druhé je pomůžeme zdokonalit.

Toyota zachází s dodavateli podobně, jako se zaměstnanci. Vyzývá je k lepší práci a pomáhá jim toho dosáhnout. Zároveň nabízí multifunkční týmy dodavatelům, které jim pomáhají diagnostikovat a opravit problémy a tím pádem se stát lepším a silnějším dodavatelem. (10)

4.4 IV. SEKCE – PRŮBĚŽNÉ ŘEŠENÍ HLAVNÍCH PROBLÉMŮ ŘÍDÍ UČENÍ ORGANIZACE

Zásada 12: Jít a na vlastní oči se seznámit se situací (gemba).

Od manažerů Toyoty se tento přístup očekává. Bez pochopení situace „na vlastní kůži“ nebudou mít manažeři dostatečné pochopení pro řešení daného problému. Navíc používají také jakési vodítko sestávající z deseti zásad. (10)

1. Mějte na paměti konečný cíl
2. Jasně přidělit úkoly sobě a ostatním
3. Myslet a mluvit o ověřených a osvědčených informacích
4. Plně využít informace - moudrosti a zkušeností druhých, jejich sdílení, shromažďování a diskuzi o nich.
5. Sdílet informace včas
6. Vždy hlásit, informovat a konzultovat včas
7. Analyzovat a porozumět nedostatkům ve svých schopnostech měřitelným způsobem
8. Vytrvale usilovat o to, aby byly prováděny „kaizen“ aktivity
9. Myslet mimo zaběhlé zvyklosti a standardní pravidla
10. Vždy dbát na vlastní bezpečnost a zdraví

Zásada 13: Rozhodnutí dělat pomalu, na základě konsensu. Důkladně zvážit všechny možnosti a rozhodnutí provádět urychleně.

Parametry rozhodnutí:

1. Zjistit, o co se opravdu jedná
2. Určit hlavní příčinu

3. Zvážit široké spektrum alternativ
4. Udělat konsensus o rozhodnutí
5. Využít efektivní komunikační nástroje

Zásada 14: Stát se učící organizací díky neustálé sebereflexi (hansei) a zlepšování (kaizen).

Proces učící se organizace zahrnuje kritiku všech aspektů, které člověk dělá. Technika obecného řešení problémů, určit základní příčinu, zahrnuje:

1. Prvotní vnímání problému (sběr informací, co se stalo, kde, jak)
2. Vyjasnění problému
3. Vyhledat oblast, místo příčiny (začátek vzniku problému v procesu)
4. Zjistit hlavní příčinu (5 proč, čili dalšími dotazy se snažit nalézt kořenovou příčinu problému)
5. Protiopatření (návrh a realizace řešení)
6. Vyhodnocení (vedl krok 5. k eliminaci problému?)
7. Standardizace (pokud 6. vedlo k cíli, zjistit, zda stejný problém může vzniknout jinde ve firmě a nastavit takový standard, který zabráni výskytu problému)

Je otázka využití těchto zásad, každý podnik si může zvolit. Využije buď jen část z nich alepší tím i svou produkci, ale bez komplexního přístupu to nebude využití plnohodnotné a tím pádem i zisky budou menší. Je pravdou, že v již zavedených výrobcích se dělají změny těžko. Působí zde mnoho faktorů, za zmínku stojí například přístup nadřízených. Například v naší republice je stále málo podniků, kde nadřízení chodí po výrobě, aby poznali a věděli, kde jsou problémy. Většinu věcí řídí „od stolu“ a starosti se sledováním procesu nechávají na svých podřízených.

Obecně lze vyzdvihnout hlavní principy (9)(5), které jsou určeny pro každou firmu. Tedy i tu, která nemá možnost, nebo nechce zavést komplexní systém.

4.5 HLAVNÍ PRINCIPY ŠTÍHLÉ VÝROBY

➤ Pochopení hodnoty z pohledu zákazníka

Tedy znát očekávání a potřeby zákazníka. Například v jakém čase a v jaké kvalitě se k němu dostane náš výrobek.

➤ Identifikace všech procesů (hodnotový tok)

Jsou to všechny činnosti nutné ke splnění zákaznickova požadavku. Poté určíme, které z kroků hodnotu přidávají a které ne.

➤ Vytvoření plynulých procesů

Dlouhé doby čekání, přenášení produktu ve velkých dávkách mezi jednotlivými stanovišti a podobné činnosti se snažíme eliminovat. Tím přispějeme k plynulému toku materiálu a redukci rozpracované výroby.

➤ Vytvoření tahového systému

Podnik nevyrábí na sklad, ale na požadavek zákazníka. To znamená, že procesy co nejbližší k zákazníkovi odebírají z procesů směrem co nejbližší k dodavateli, tedy pouze zboží, které je třeba a pouze v potřebném množství.

➤ Odstranění plýtvání

Snaha co nejvíce zdokonalit výrobu odstraněním nepotřebných činností. Dosáhneme toho odstraněním plýtvání, respektive odpadu. Plýtvání je jakoukoliv činností nepřidávající hodnotu společnosti. Je sedm druhů plýtvání, podrobněji budou uvedena dále v práci.

1. Doprava, manipulace
2. Zásoby
3. Pohyb
4. Čekání
5. Nadprodukce
6. Práce navíc
7. Vady
8. Nevyužití zaměstnanců

5 POJMY A METODY ŠTÍHLÉ VÝROBY

Podrobněji představím jednotlivé pojmy spojované se štíhlou výrobou.

- 5S
- 5 Whys
- Andon
- Cycle time
- Gemba
- Heijunka
- Jidoka
- Just in time
- Kanban
- Kaizen
- Lead time
- Line balancing
- Muda,mura,muri
- Poka-Yoke
- SMED
- Standard Work
- Takt time
- TPM
- VSM
- Workcell

5.1 5S

Je název pro organizaci pracoviště, zejména sdíleného více zaměstnanci a sestává z pěti slov původem z japonštiny. Klíčové cíle metody jsou morálka, bezpečnost a účinnost. (12) Umístěním věcí na předem dané pozice neztrácí zaměstnanec čas jejich hledáním. Většinou jsou zastánci metody v rozporu se zaměstnanci a musí tak řešit problém uspokojení všech zaměstnanců (leváci x praváci). Toho dosáhnou dialogem a společným řešením rozmístění nástrojů apod. Kromě již uvedených výhod má oproti standardnímu „vyčištění“ pracoviště metoda 5S navíc snahu o posílení, či podporu kontinuity toku rozmístěním (Seiton). (13) Například dostupné přepravky = odstranění zbytečného ohýbání zaměstnance apod.

1. Seiri – Třídění

Projít pracoviště a nechat jen nezbytně nutné položky pro výrobu. Vše ostatní je buď vyřazeno a sešrotováno, nebo skladováno.

2. Seiton – Uspořádání

Přímý překlad vyznívá spíše jako třídění, ale smyslem je uspořádat nářadí, zařízení a části způsobem podporujícím plynulost toku. Například nástroje a zařízení, pokud budou použity, by měly být zachovány = přímá cesta toku. Samozřejmostí je pořadí maximalizující účinnost. Pro vše by mělo být místo a také by vše mělo být na svém místě. V potaz se bere i ergonomie pracoviště, kdy nářadí, zařízení atd. nejčastěji používané je v blízkém dosahu pracovníka. Nezbytné, avšak méně používané zůstává více vzdáleno.

3. Seiso – Úklid

Systematický úklid pracoviště, nebo udržování pracoviště v čistotě. Na konci každé směny je pracoviště uklizeno a vše je vráceno na své místo. Tak se snadno pozná, kde má co být a zaměstnanec má důvěru v to, že to opravdu bude na svém místě. Klíčovým bodem je to, že se jedná o každodenní úkon a ne jen o nahodilou činnost při větším nepořádku. Cílem by měl být autonomní úklid, kdy si každý zaměstnanec průběžně odstraňuje kontaminaci pracoviště, aniž by na to měl vyčleněný čas.

Systematický úklid je důležitý i pro předcházení prostojům u zařízení, pracovník si jako první všimne abnormálních stavů a podniká kroky k jejich návratu do normálního stavu (kape olej, uniká stlačený vzduch, chybí šroubek, prasklý kryt, přehřívá se ložisko atp.)

4. Seiketsu – Standardizace

Standardizované pracovní postupy, nebo operace neměnným, standardním způsobem. Každý přesně ví, co je jeho povinností, úkolem.

5. Shituke – Systematizace

Poté, co jsou předchozí 4S zavedeny, stávají se novým způsobem postupu. Zaměření se na tyto nové postupy a nedovolení pozvolného návratu zpět je prioritou. Samozřejmostí by měl být stejný postup při zavádění novostí, například nového nástroje do procesu, tak aby nevzniknul chaos a nový předmět byl efektivně začleněn do procesu.

5.2 5 WHYS

V překladu metoda „5 proč“, znamená objasnění příčiny problému ptáním se otázek „proč“ za sebou. (14) Po aplikování metody by se mělo dojít k závěru, tedy příčině problému a jeho řešení. Byla využívána během vývoje výrobního systému Toyoty. Z praxe bylo vyzorováno, že obvykle stačí proč říci pět krát, ale není to považováno za striktní pravidlo, číslo může být menší i větší. Taiichi Ohno ji popsal jako „základ vědeckého přístupu Toyoty...opakováním proč pětkrát je povaha problému, stejně, jako jeho řešení zřejmé“ (14)

Příklad: (15)

Nejede auto.

Proč 1: Protože došel benzín.

Proč 2: Protože jsem benzín zapomněl koupit.

Proč 3 : Protože jsem nevěděl, že dochází.

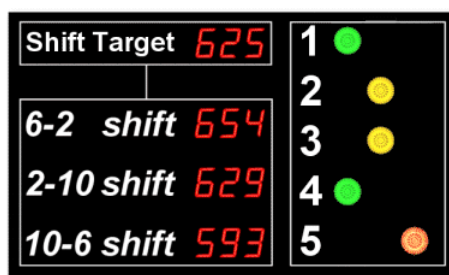
Proč 4: Protože je tma a nejde vidět na palivoměr.

Proč 5: Protože jsem nevyměnil prasklou podsvěcovací žárovku v palubní desce.

5.3 ANDON

Je termín pro systém používaný pro upozornění managementu, údržby a ostatních pracovníků na problém ve výrobě (kvalitativní, kvantitativní, procesní atd.). Hlavním dílem je návěstní tabule obsahující signální světla k jasnému označení pracoviště. (10) Signál může být spuštěn manuálně pracovníkem, nebo automaticky a může být proveden ve více verzích (zvukový – rozdílné zvuky, nebo melodie pro jednotlivé problémy, viditelný – schematický, kdy se zobrazují symboly, nebo celá schémata výroby, viditelný - textový, aby obsluha ihned věděla, o jaký problém se jedná a ušetřila tím čas diagnostiky). Andon by měl minimálně používat textů a maximálně používat symbolů. Měl by být přehledný. Může obsahovat prostředky k zastavení výroby a možnosti následného volání pomoci, opravení problému, oznámení závady zařízení a náradí, v neposlední řadě oznámení bezpečnostního problému. Je jednou ze základních částí kontroly kvality.

Příklad Andon (16) tabule, kde jsou jednotlivé směny porovnávány s cílem směny.



Obrázek 1 Příklad ANDON tabule

5.4 CYCLE TIME

Doba cyklu operace. Tedy čas potřebný pro vykonání určité práce pracovníkem, většinou dokončení součásti, nebo výrobku. (12) Může také ale znamenat dobu, po kterou vykonává pracovník jednotlivé operace do té doby, než se začnou opakovat.

Je to skutečný čas práce prováděné na výrobku, porovnává se s takt time, který udává teoretický čas, za který by měl být výrobek zhotoven. Označuje tedy rychlost, se kterou teče produkt (materiál) skrze výrobní proces. (17) Jde například o dobu potřebnou k lisování výrobku na lisu, poté je změřen cycle time na vyvrtávání otvorů atd.

5.5 GEMBA

V japonštině znamená „skutečné místo“, detektivy je takto označováno „místo činu“. (10) Překlad ve spojitosti se štíhlou výrobou znamená místo výroby, nebo též podlaha podniku. Významnost gemba je hlavně ve vidění problémů u zdroje, tedy v místě výroby. Uskutečňují se tzv. „gemba walk“, kdy lidé z managementu jdou na místo výroby a hledají znaky plýtvání a příležitosti ke zdokonalení výroby. Významnou věcí je dokonalé porozumění dopadům problémů a získávání informací v komplexním měřítku. V toyotě věří, že hodnota přidávaná zákazníkovi se vytváří v místě výroby a proto jeho kvalita určí úspěch společnosti.

Ve spojitosti s „gemba“ se můžeme také dočíst o „Genchi Genbutsu“, což znamená „Jdi a podívej se sám“. (10) Vychází ze skutečnosti, že veškeré informace o procesu budou při hlášení zjednodušeny a vytrženy z kontextu. To je také hlavní důvod, proč se řešení navržená vzdáleně od procesu zdají být nevhodná.

5.6 HEIJUNKA

Anglicky též „production leveling“ znamená vyrovnaní výroby. Protože zákazníci posílají své objednávky rozdílně, dochází k nerovnoměrnému plánování výroby. To má za důsledek zvýšení výroby, placení přesčasů v jednom časovém úseku a v druhém posílání zaměstnanců na dovolené z důvodu slabých objednávek. (18) Proto se zavádí vyrovnavání výroby a skladby sortimentu tak, aby se organizace byla schopna přizpůsobit. Zajistí se to rozplánováním celkových objednávek za určité období. Mix výrobků potom pokryje poptávku za toto období. Samozřejmostí je zrychlení přetypování, nebo změny výroby (SMED).

Příklad: (19)

Pokud společnost vyrábí výrobky **X** a **Y** a objednávka za určité období tvoří X, Y, X, X, X, Y, Y, Y, potom může vyrovnaní výroby vypadat následovně X, Y, X, Y, X, Y, X, Y.

Touto metodou se odstraní například nerovnoměrné využití výrobních zdrojů, zvýší se flexibilita výroby a reakce na požadavky a sníží se riziko neprodaného zboží.

5.7 JIDOKA

Anglicky též autonomation, nebo automation with human touch. (14) Výraz byl zaveden zakladatelem Toyota motor company. Kiichiro Toyoda vynalezl automatický tkalcovský stav a s podobnou filozofií pokračoval dále i u výroby aut. Pokud ve výrobě toyoty nastane neobvyklý stav, stroje se zastaví a pracovník zastaví výrobu. Ochrání se tím výrobky, které nejsou zmetkovité, zabrání se zbytečné práci na nepovedených výrobcích a pozornost se soustředí na problém a jeho eliminaci. Zaměstnanci se nemusí celou dobu soustředit na hlídání strojů, zda konají svou činnost správně. Je to kvalitativní kontrolní proces, zaměřený na kvalitu výrobku. Výrobek je kontrolován poprvé na začátku procesu člověkem, který může výrobu zastavit a poté po zpracování strojem podruhé automaticky. Možnost automatického zastavení výroby zde zůstává, ale nejdříve je hlášen problém. Po odhalení problému je snahou obsluhy zabránit opakování chyby. Je možné vybavit pracoviště přístrojem, zařízením eliminujícím opakování chyby.

5.8 JIT

Význam zkratky v angličtině je Just In Time. Přeložit se dá, jako právě včas a je to strategie výroby, při níž se redukuje inventář ve výrobě.

5.8.1 Historie

Poprvé byla tato metoda použita Henry Fordem. Uplatnil ji ve své výrobě a pomocí ní nebylo nutné zřizovat zbytečné sklady, díky chytré logistice se materiál přivážel v potřebném množství rovnou z doků. Metodu převzali Japonci a využili ji ve své výrobě, konkrétně Toyota. V této společnosti se metoda dále vytvářela a posouvaly se její možnosti. Bylo to především z nutnosti, kterou vytvářel nedostatek volného místa v Japonsku. Díky redukci času u nastavování, kterou zaváděl Shigeo Shingo a metodě JIT se výroba stala pružnější a tato kombinace dodnes tvoří základ výrobního procesu společnosti. (10)

5.8.2 Filozofie

Filozofie metody JIT (20) je jednoduchá – inventář (zásoby) je považován za odpad (plýtvání). Přístupem JIT získáme povědomí o drženém inventáři. Řešení pomocí JIT nebývají jednoduchá, protože jde o zcela nový přístup k práci a organizace se musí řídit určitými pravidly. Její základy pocházejí z mnoha odvětví, jako je statistika, průmyslové inženýrství a řízení výroby. Všechny problémy ovšem redukcí inventáře neodstraníme, je zapotřebí přijmout i jiné metody, které JIT podpoří. Potom se totiž vedení může uchýlovat k naskladňování zásob inventáře, což je špatně.

Ve zkratce řečeno, je zapotřebí mít správný materiál na správném místě, ve správný čas v potřebném množství bez nutnosti skladování.

5.8.3 Účinky a výhody

Samozřejmostí je větší zisk z prodaných výrobků, bez potřeby držet inventář. Peníze, jakoby se najednou objevily. Další věcí je reakční doba závodu, která se sníží a tím dříve uspokojí organizace zákazníka (dosáhneme toho snížením času přetypování pracovišť). S uspokojením zákazníka souvisí i variabilita výroby (auta na zakázku), kterou organizace disponuje a to bez rizika neprodejnosti. Zvýší se kvalita výroby, jakmile se do procesu dostane špatně udělaný předmět, tok materiálu se tím přeruší a organizace ušetří případné nepovedené rozpracované předměty. Bez rozpracované výroby odpadá nutnost mít velké sklady. Je nutné mít dobré vztahy

s dodavateli. Zlepší se složení pracovní doby, kdy každý dělník udělá potřebnou práci (přidávající hodnotu).

5.9 KANBAN

V angličtině též signboard, znamená vývěsní tabule, ale překládá se spíš jako štítek. Slovo sign zde znamená označení štítku. Vztahuje se k JIT metodě a podle Taiichi Ohna je kanban prostředek, pomocí kterého je možné jí dosáhnout. (14)

Kanban je signalizační systém na spuštění akce. Jak napovídá jeho název, užívá kartičky k signalizaci potřeby položky. Součástky se tedy „tahají“ výrobním procesem, jak požaduje montáž bez zbytečné rozpracovanosti a meziskladů. Kontrastem je „tlačení“ výrobním procesem v podobě množství uvedeném na kartičce. Proto, aby byl efektivní, musí se řídit přísnými pravidly. Místo kartičky je možné využít kuličky, prázdné dopravní vozíky atd., čili forma signálu není striktně dána. Kanban systém byl založen ve společnosti Toyota z nutnosti zachovat úroveň vylepšení. Stal se tak účinným nástrojem na podporu výrobního systému, jako celku. Kanban se vyskytuje nejen uvnitř organizace, ale i vně, mezi dodavateli.

5.10 KAIZEN

Anglicky „improvement“, česky zlepšení, je filozofie, která se zaměřuje na neustálé zlepšování všech životních aspektů. (12) Masaki o kaizen přístupu říká: „Je základní filozofickou oporou nejlepšího japonského managementu“ (21)

Pokud se aplikuje na výrobu, význam se mění jen v poli působnosti, čili všechny aspekty výroby. Od obchodních až po výrobní. Kaizen se zaměřuje na eliminaci plýtvání zlepšováním daných aktivit. Vyžaduje trochu mentální aktivity od zaměstnanců. Jako každodenní aktivita prováděná mimo standardní postupy. Polidšťuje pracovní místa, eliminuje příliš těžkou práci a učí lidi, jak provádět experimenty využitím vědeckých metod a objevit i eliminovat plýtvání v procesech. Na činnosti vylepšování se mohou podílet všichni lidé, i externí, kteří mají s organizací společnou například jen logistiku. Mohou být tvořeny týmy, které se zabývají činností zlepšování. Význam mají všechna vylepšení, i malá. Je to dáno významem této filozofie, jakožto „neustálé zlepšování“. Činnost kaizen je možné obecně definovat několika kroky, jsou to:

- standardizace operace
- změření operace (čas cyklu a rozpracovanost)
- porovnat měření s požadavky

- inovovat ke splnění požadavků a zvýšení produktivity
- standardizovat nové, zlepšené operace
- neustále pokračovat v tomto cyklu

Tento postup je také známý pod zkratkou PDCA (Plan, Do, Check, Act). Jedná se o postup ve čtyřech krocích. V překladu plánuj (zaměření se na cíle a procesy potřebné k vyústění očekávaných výsledků), proved' (realizace nového procesu), kontroluj (změření nového procesu a porovnání výsledků s očekávanými), jednej (analýza rozdílů, určení míst aplikace změn).

5.11 LEAD TIME

Doba potřebná pro jeden kus k dostání se skrze celý výrobní proces, nebo hodnotový tok, od začátku do konce. (17) Například doba od zákaznickovy objednávky po doručení hotového výrobku s absencí jakékoliv rozpracované výroby a naskladněných hotových výrobků, vyjma surových materiálů a dílů.

Jako příklad lead time je objednávka pizzy. Jako hladový zákazník určitě zvážíte, za jak dlouho pizzu dovezou. Vybraná restaurace napřed musí obdržet Vaši objednávku vycházející z jejich nabídky, poté Vám sdělí přibližný čas dodání. To může být považováno za lead time. Vychází se z časů přípravy pizzy, pečení, dostupnosti poslíčků a vzdálenosti od Vás. Jako potencionální zákazník se můžete rozmyslet a změnit restauraci, za tu s lepším časem dodání. Dostanete stejný produkt, ale v kratším časovém úseku. Je vidět, že lead time je jeden z hlavních faktorů rozhodování zákazníka. Neznamená to však, že musíte dostat stejnou kvalitu výrobku. U restaurace s kratším lead time mohou používat předpřipravené zamražené pizzy, mohou mít více poslíčků apod. Cílem štíhlé výroby je zkrátit lead time se zachováním, nebo ještě lépe zvýšením kvality produktu.

5.12 LINE BALANCING

Balancování linek se nejčastěji používá při optimalizaci a navrhování výrobních linek s cílem optimálně rozdělit činnosti mezi jednotlivá pracoviště, respektive operátory linky (balancování operací). (22) Podobně jako u metody ALS (Assembly-Line Scheduling). Jednotlivá pracoviště jsou úzce spjata a závisí na sobě, proto je důležité, aby byl čas operací jednotlivých pracovišť téměř rovný. Snažíme se o soulad počtu pracovišť, taktu linky, časů jednotlivých úkonů a jejich sledu tak, aby byl nevyužitý čas na lince minimální. Zajišťuje se tím plynulost materiálového toku. Pokud časy vybalancovány nejsou, dochází k značným přestávkám, sníží se využití výrobního zařízení a výrobek čeká na provedení další operace. Může být použito pro

optimální nastavení a vyvážení materiálového toku spojených linek, nebo celého podniku. Požadavek zákazníka udává takt, se kterým by se mělo vyrábět a tím sloučit čas výroby a prodeje. Čas taktu se uvádí, jako podíl pracovního času směny ku požadavku zákazníka.

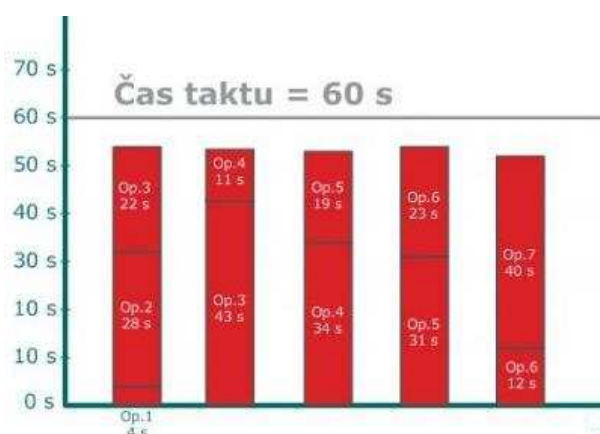
Například:
$$Takt\ time = \frac{Pracovní\ čas\ na\ směnu}{Požadavek\ zákazníka\ na\ směnu} = \frac{24000s}{400ks} = 60s$$

Výsledkem je diagram vytížení linky (pracovníka) a porovnání s časem taktu. (23)



Obrázek 2 Diagram vytížení linky

Poté se jednotlivé operace, pokud to umožní složení postupu, naváží na sebe tak, aby se blížily požadovanému taktu. Tím vznikne plynulejší materiálový tok a eliminuje se rozpracovanost, prostoje apod. (23)



Obrázek 3 Nový diagram vytížení linky

5.13 MUDA, MURA, MURI

5.13.1 Muda

Je japonský výraz pro aktivitu, která je zbytečná a nepřidává hodnotu. (18) Je jedním ze tří druhů plýtvání ve výrobním systému Toyoty. Redukce plýtvání je efektivní cestou ke zvýšení ziskovosti. (24) Proces přidává hodnotu v případě, že produkuje zboží, nebo zajišťuje služby, za které je zákazník ochoten zaplatit. Plýtvání se objeví při spotřebě více zdrojů, než je nutné ke zhotovení výrobku. Přístupem a nástroji k eliminaci plýtvání se proslavil právě výrobní systém Toyoty. Plýtvání muda se věnuje největší pozornost, obsahuje sedm základních plýtvání.

Sedm základních plýtvání (25)

1. Nadprodukce

Jedná se o tlačení zásob produktů procesem. Tedy se vyrobí více produktů, než je požadováno a tím se přerušuje kontinuita výrobního toku. Lékem na nadprodukcí je aplikace štíhlé výroby, zejména JIT. Jedná se o nejhorší ze všech druhů plýtvání.

2. Čekání

Kdykoliv se zboží nehýbe, nebo není vytvářeno. Čeká se na další operace, výrobní časy jsou dlouhé, vzdálenosti mezi výrobami (linkami) jsou příliš dlouhé.

3. Zásoby

Rozpracovaná výroba Work In Progress (WIP), je přímý důsledek nadprodukce a čekání. Jsou shromažďovány zásoby v prostoru, na stolech, v počítačích či ve skladech. Pracovníci trpí utkvělou představou, že zásoba je správná a plní funkci pojistné zásoby. Myslí si totiž, že zásoby redukuje možné čekání nebo snižují zbytečný pohyb pro zásoby, ale každá zásoba vyžaduje prostor. Prostor se dá využít i jinak, aby přidával hodnotu organizaci. Navíc zvětšuje lead time, zpožďuje identifikaci problémů a zhoršuje tím kvalitu.

4. Zmetky

Mají přímý dopad na rozhodující faktor výroby, náklady. Zmetky vedou k přepracování, nebo odpadu, dále musíme znovu kontrolovat a v neposlední řadě snižují kapacitu organizace. Velkou příležitostí nedělat zmetky přináší štíhlá výroba neustálým zlepšováním a rychlejší kontrolou kvality.

5. Pohyb

Tento druh odpadu je spojen s ergonomií a může být viděn ve všech případech ohýbání, chůze, zvedání, natahování se apod. Zbytečný (neefektivní) pohyb je

protikladem čekání, při pozorování pracovníka musíme zbytečný pohyb pečlivě rozlišovat. Ke zbytečnému pohybu může přispívat nevhodné rozložení pracoviště, umístění nástrojů apod.

6. Přeprava

Přeprava výrobku je zásah do ceny, který nepřidává hodnotu. Je zde riziko spojené s přepravou, že se produkt poškodí. Další náklady tvoří technika a lidé provádějící přepravu. Zbytečné manipulaci by mělo předcházet strategické umístění věcí na správné a stálé místo a redukce vzdáleností na tak krátké, jak je to jen možné.

7. Nadpráce

Mnoho organizací používá složitou techniku tam, kde by mohla být využita jednodušší. Jde také o zpracování věcí, které si nepřeje zákazník. Důsledkem je neochota zaplatit za výrobek, považuje některé věci za plýtvání. Do nadpráce se dají zahrnout i odklánění se od standardizované práce a byrokratické činnosti.

8. Nevyužití potenciálu pracovníků

V nejnovějším vydání knihy Lean thinking bylo přidáno, jako osmý druh plýtvání. Organizace zaměstnávají pracovníky kvůli jejich tělu (ruce, svaly), ale nevyužívají jejich inteligenční potenciál. Tím by mohli využít pracovníky ke zlepšení výkonu organizace. Tento druh plýtvání mohou ovlivnit především vedoucí pracovníci.

5.13.2 Mura

Je japonský výraz pro nerovnoměrnost, nepravidelnost, také pro nesoulad fyzického a duševního stavu člověka. (18) Ve výrobě u Toyoty je jedním z plýtvání. Protože zákazníci posílají své objednávky rozdílně, dochází k nerovnoměrnému plánování výroby. Proto se zavádí vyrovnávání výroby a skladby rozplánováním celkových objednávek za určité období (heijunka).

5.13.3 Muri

V Japonštině znamená přetížení, bezdůvodnost a absurditu. (18) Je třetím plýtváním Toyoty a vyhneme se mu pomocí standardizace práce. Docílíme tím, že zařízení a pracovníci nebudou přetěžováni. Zvýšíme kvalitu výroby, produktivitu, omezíme náklady a v neposlední řadě pozvedneme morálku zaměstnanců.

5.14 POKA-YOKE

Anglicky „fail-safing“, „mistake-proofing“ znamená mechanismus, který pomáhá operátorovi vyhnout se chybám. (26) Účelem je eliminace defektů prevencí, ochranou, nebo nápravou.

Mezi nejčastější chyby pracovníků patří například zapomnětlivost, nedorozumění, amatérismus, překvapení a úmyslné chyby. Důsledky těchto chyb jsou vynechaná montážní operace, nesprávné zakládání kusu, chybějící díly, zpracování špatného kusu atd. Jako příklad z každodenního života lze uvést mikrovlnou troubu, u které je nemožné cokoliv ohřívat, aniž by byla dvířka trouby uzavřena.

Příklad poka-yoke u IEEE 1394 kabelu (vlastní fotografie).



Obrázek 4 IEEE 1394

5.15 SMED

Zkratka z anglického „Single Minute Exchange of Die“ (20) je jednou z metod štíhlé výroby k redukci plýtvání ve výrobních procesech. Poskytuje rychlý a efektivní způsob přeměny z výrobního procesu současného produktu na produkt jiný. Přeměna je klíčová při snižování nákladů a vylepšení toku materiálu. Výraz „single minute“ vůbec neznamená, že by se měly výroby měnit do jedné minuty, ale méně, než deset minut. Význam je zde spíše ve slovech „single digit minute“, čili do té doby, než začne být čas v minutách dvojciferný. (20) V Toyotě zavedení systému znamenalo snížení časů přeměn z hodin na minuty!

5.16 STANDARD WORK

Každý krok v procesu by měl být definován a prováděn opakovaně konstantním stále stejným způsobem. Jedná se o standardní práci obsahující podrobné a jasné

postupy pro konkrétní pracovní operace, normy času, požadavky na pracovníky, jejich kvalifikaci, příp. stanovení nákladů. (27) U operací lze stanovit povinnost jejich vykonání.

Změnami v procesu vzniknou problémy kvality, potřebující úpravy, nebo odpad. Vymezí se nejvíce účinné metody k produkci použitím dostupných nástrojů, lidí a materiálu.

Zachycuje klíčové body procesu, postupy operátorů, výrobní sekvenci, otázky bezpečnosti a kontrolu kvality. Nakonec odhaluje množství a místo rozpracované výroby v buňkách. Vyvíjení standardní práce je jednou z nejnáročnějších disciplín štíhlé výroby, a když se začne zavádět pull systém (např. Kanban) toku informací a materiálu, tak se pracovníci mohou v dynamických změnách dobře orientovat a přestat tyto změny dokumentovat.

5.17 TAKT TIME

Čas taktu je tempo, kterým zákazník odebírá daný výrobek nebo službu. Čas taktu definuje, jak rychle by měl daný proces probíhat, aby došlo ke splnění požadavků zákazníka. (28) Cílem je, aby se čas taktu rovnal času cyklu, dobré je též, když je čas cyklu o málo menší, než čas taktu.

Výpočet času taktu. Vypočítá se jako podíl čistého dostupného pracovního času za jeden den a celkového denního požadavku zákazníka.

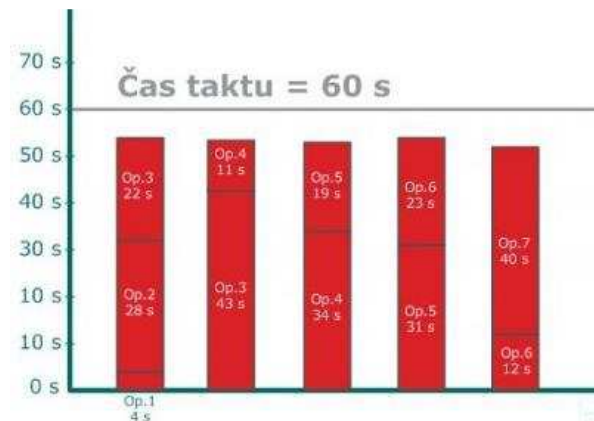
$$\text{Například: } Takt\ time = \frac{\text{Pracovní čas na směnu}}{\text{Požadavek zákazníka na směnu}} = \frac{24000s}{400ks} = 60s$$

Čas taktu výroby je 60s a časy cyklu jednotlivých operátorů se změří a výsledek se zobrazí v grafu. Diagram vytížení linky a porovnání s časem taktu ukáže slabá místa výroby a příležitosti k vylepšení. (29)



Obrázek 5 Diagram vytížení linky a porovnání s časem taktu

Jednotlivé operace, pokud to umožní složení postupu, se rozdělí a naváží na sebe tak, aby se blížily požadovanému taktu. Tím vznikne plynulejší materiálový tok a eliminuje se rozpracovanost, prostoje apod. Cílem je dosáhnout rovnosti mezi časy. (29)



Obrázek 6 Nový diagram vytížení linky a porovnání s časem taktu

Organizace mající časy cyklu mnohem menší, než je takt time, někdy i méně než polovinu, nemají správně aplikované postupy štíhlé výroby. Je proto třeba přistupovat ke zlepšování výroby komplexně.

5.18 TPM

Zkratka pro „Total Productive Maintenance“. (30) Jedná se o management produktivity výrobních zařízení a je to souhrn činností, které uvedou strojní park do optimálních podmínek, včetně nastaveného systému udržování. V překladu znamená celková výrobní údržba. Náklady na údržbu výrobních zařízení představují nemalou část z obrátu firem. Vedoucí pracovníci se snaží metodě co nejlépe porozumět a pokouší se ji zavádět do každodenní praxe, aby ušetřili náklady spojené s údržbou. Metoda byla aplikována v Japonsku, kde díky automatizaci byla údržba problematická. Bylo zapotřebí více údržbářů, a proto se management rozhodl přenést rutinní údržbu zařízení na operátory. Poté se údržbářská četa soustředila na nerutinní údržbu zařízení a tím posílila jeho spolehlivost. Zaměření bylo hlavně na zefektivnění zařízení a dosažení optimálního životního cyklu.

5.19 VSM

Value-Stream Mapping v překladu znamená mapování toku hodnot a je to štíhlá technika používaná k analýze toku materiálu a informací při dostávání se výrobku, nebo služby k zákazníkovi. (17) Jedná se tedy o všechny činnosti (přidávající i nepřidávající hodnotu) spojené s cestou produktu tokem výroby. Při mapování toku hodnot se používá následující postup.

1. Určit cílový produkt
2. Nakreslit mapu současného stavu (Current State Map, CSM)
3. Vyhodnotit mapu současného stavu
4. Nakreslit mapu budoucího stavu (Future State Map, FSM)
5. Zavést budoucí stav

U současného stavu se zakreslují jednotlivé segmenty výroby, zpoždění, informační toky a užívají se standardní značky (je možné si vymyslet svoje značky). Při vyhodnocování současného stavu je snaha rozpoznat plýtvání a vylepšit tok materiálu. Výsledkem jsou informace o velikosti rozpracovanosti, procesních časech, časech, množství meziskladů, dělníků apod. Návrh budoucího stavu, kde jsou uvedeny změny vedoucí k odstranění nedostatků, nemusí být zpracován perfektně do detailu. Touto činností se zabývá až při implementaci vylepšení.

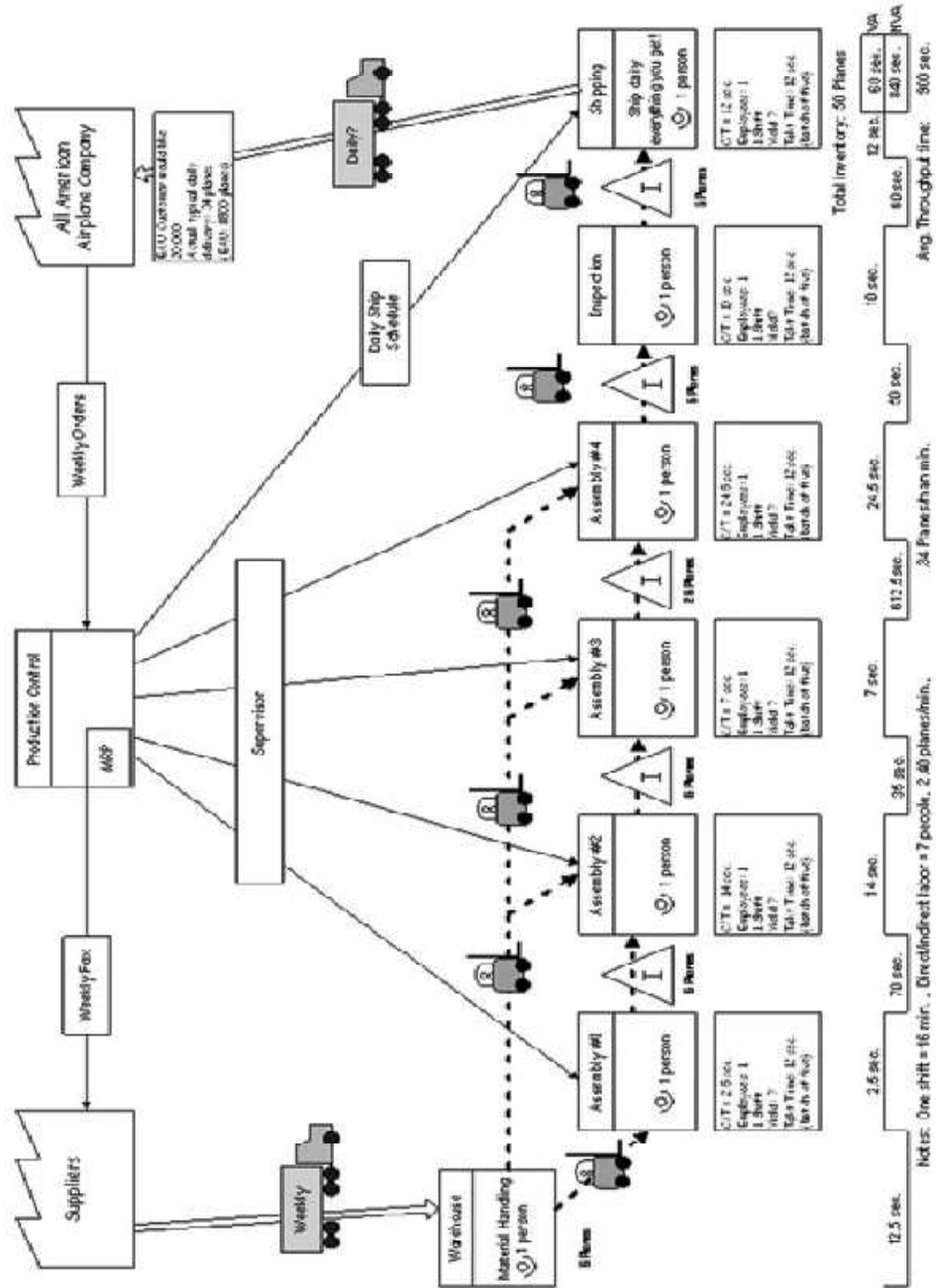
Mapování je hojně využíváno ve štíhlých výrobních k rozpoznání příležitostí vylepšit lead time, při navrhování nových výrobních procesů, při analýze výrobních procesů a při novém rozvrhování procesů. Je to velmi dobrý nástroj, který dává celkový přehled o výrobě, kapacitách a úzkých místech. Nezaměřuje se jen na

jednotlivé procesy (lisování, vrtání, apod.), ale mapuje celý výrobní proces. Navazuje na sebe jednotlivé techniky štíhlé výroby, tím se vyhýbá vybírání jen jednotlivých technik a zvyšuje efektivnost procesu. Znázorňuje vazbu mezi informačním a materiálovým tokem, to žádný jiný nástroj nedělá. Tact time se může často měnit, podle momentálních požadavků zákazníka. VSM může právě v této době ukázat, kam by se mělo zaměřovat úsilí pro dosažení nového tact time. Pokud se podaří realizovat FSM, je možné měřitelným způsobem porovnat situaci před a po provedení změn.

Ukázka zmapování výroby

5.19.1 CSM

Stávající stav výroby (31)



Obrázek 7 Příklad stávajícího stavu výroby

Jak jde vidět, jedná se o mapování celkové situace, od dodavatelů, až po koncové odběratele. Začne se mapováním, proběhne analýza situace v organizaci, nejprve rychleji (jednodušší), pro získání celkového přehledu a poté detailnější se sběrem informací z výrobního procesu. Je žádoucí začínat vždy od odběratele směrem k dodavateli. Jedině tak poznáme, co omezuje rychlost výroby (průběžnou dobu). (17) Při mapování měříme čas stopkami a nespolehneme se na získané informace, vždy je lepší mít informace přímo z místa. Takto zmapovat celou výrobu musí příslušný pracovník, kvůli porozumění procesům a potřebám jednotlivých částí výroby.

Tok materiálu se kreslí zleva doprava na spodní část papíru v pořadí výrobních kroků, ne v pořadí, v jakém je výroba rozložena v továrně! Pro přehlednost můžeme uvést některé z veličin používaných u mapování: počet zaměstnanců, čas cyklu (cycle time), čas změn (changeover time, viz. SMED), doba nutná k realizaci (lead time), pracovní čas (VA time), rozpracovanost (WIP) apod.

Informační tok se zakresluje na horní části dokumentu, může být manuální, nebo elektronický. V něm se vyznačují objednávky apod.

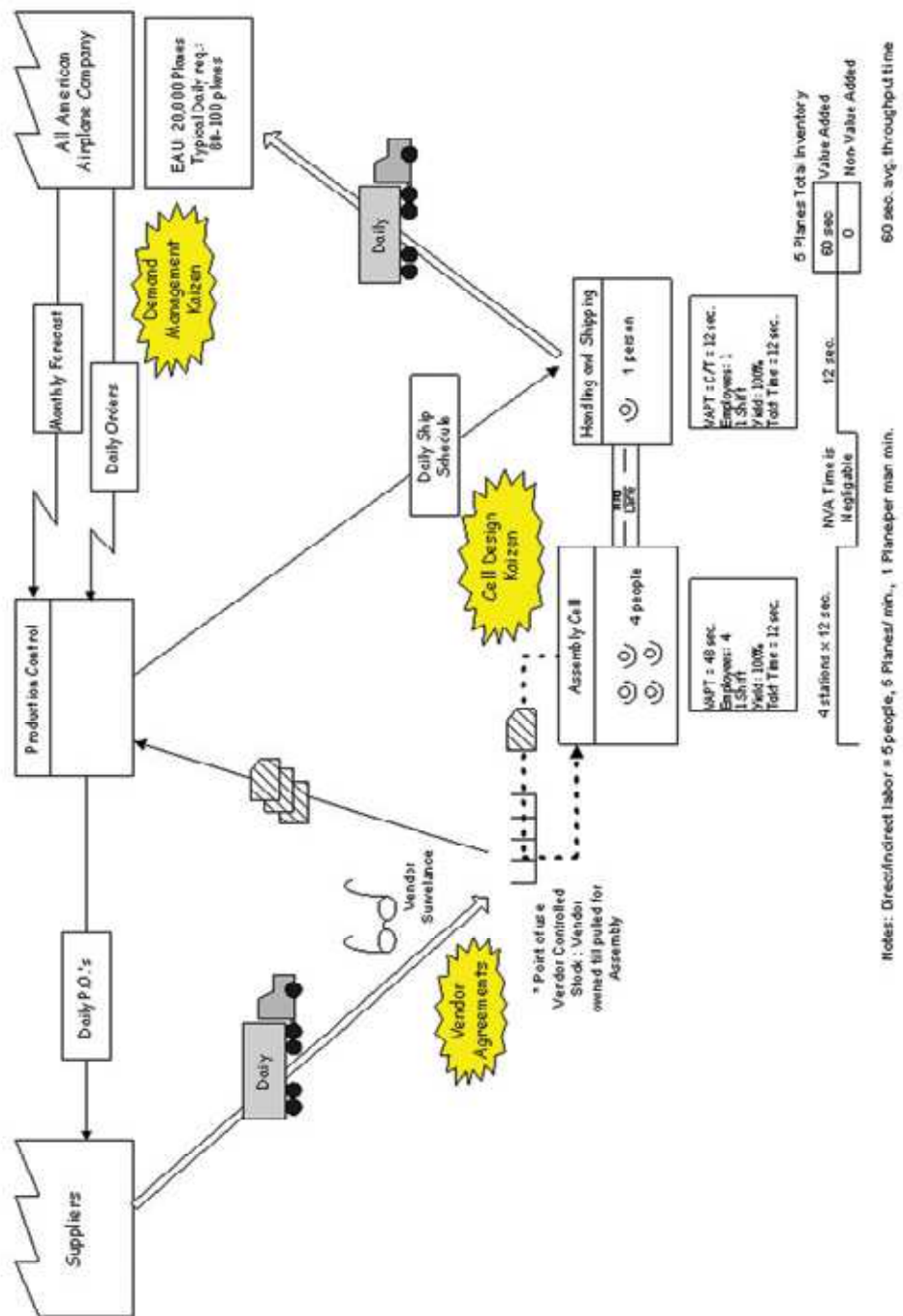
Nesmíme zapomenout i na časové údaje (timeline). Zaznamenávají se pod materiálový tok, tedy jednotlivé části výroby a pod rozpracovanou výrobu. Určíme tak dobu nutnou k realizaci a pracovní čas celého procesu.

Ze získaných informací můžeme navrhnout budoucí stav. (31)

5.19.2 FSM

Předtím je však nutné mít několik informací. (17) Především je to takt time, který určuje požadavek na výrobu. Dále je to zjištění, kde se dá aplikovat nepřetržitý tok materiálu? Ideální je celá výroba fungující za této podmínky. Zvážit možnost aplikace kanban systému apod. Výrobu více výrobků sladit v rámci heijunka metody, čili vyrovnat výrobu. Jaká vylepšení budou nezbytná ve výrobním procesu (balancování linek, zkrácení času změn SMED, eliminace plýtvání)?

Po zvážení informací, variant a způsobů vylepšení výroby je možné zakreslit budoucí stav výroby.



Obrázek 8 Příklad budoucího stavu výroby

5.20 WORK CELL

Pracovní buňka, je jedno z možných uspořádání pracovišť ve výrobním prostředí. Umožní zlepšit kvalitu, urychlit výrobu a snížit náklady procesu. Pracovní buňky jsou navrhovány k dosažení uvedených cílů zlepšením výrobního toku a eliminací plýtvání. (32) Mimo zjednodušení a zkrácení materiálových toků vytvářejí základní podmínky pro efektivní týmovou práci. Vychází se z principů štíhlé výroby, například odstranění zbytečných pohybů (natahování, podávání, ohýbání), použité rozmístění většinou zlepší i tok materiálu, zmenší produkčních dávky a zvýší plynulost výroby.

Příklady některých buněk. Tam, kde nejsou požadavky na drahé měřicí přístroje, lze smontovat téměř celý výrobek pouze jedním člověkem v jedné buňce. Pro každého pracovníka se zavede barevný kód, kterým jsou označeny všechny vyrobené výrobky. Následně je na testu, pokud výrobek nefunguje, nebo na výstupní inspekci, kde se výrobek kontroluje, jednoduché zjistit, kdo jak zvládá, anebo nezvládá pracovní operace a věnovat tomu zvýšené úsilí (zvýšení kvality; efektivity v rámci minimalizace manipulace s výrobky mezi jednotlivými operátory; výstupu z výroby). Dalším kladem je zaškolování nových pracovníků. U linkové výroby, kde jsou sériově spojená pracoviště, jeden nově se učící pracovník ovlivní celý provoz linky a sníží výstup. U buňkové výroby nový pracovník ostatní neovlivňuje a je tlačěn k tomu, aby zlepšoval svůj výkon a kvalitu práce (žádná anonymita). Navíc odpadne linkový stereotyp a lidé během dne mohou vykonávat rozmanitější činnosti, navýší se i počet podnětů od lidí pro další zlepšování výrobního procesu. Výsledkem je lepší proces, který sníží čas na výrobu.

Dalším typem buňkové výroby, jsou linky ve tvaru písmene C, které jsou navrženy pro práci 1 až 3 lidí. V případě malých zakázek pracuje v lince jen jeden člověk. Výrobek si postupně montuje a přenáší mezi třemi pracovišti. Pokud je potřeba zvýšit výkon, přidají se další lidé, kteří se v buňce pohybují v kruhu. Výhodou je možnost použít i dražší zařízení.

Nevýhodou buňkové výroby ve srovnání s linkovou je, že se navýší plocha obsazená materiálem a pak, také to, že ji není možné aplikovat tam, kde jsou ve výrobě použity speciální nástroje nebo drahé stroje.

6 HISTORIE A SOUČASNOST FIRMY

Společnost VELUX založil v roce 1941 strojní inženýr Villum Kann Rasmussen, konstruktér střešního okna značky VELUX a později, v roce 1971 zahájil výrobu zastiňovacích a dekorativních doplňků ke střešním oknům VELUX.

V současné době působí Skupina VELUX v mezinárodním měřítku ve vývoji, výrobě a prodeji stavebních komponent díky svým vlastním výrobním a prodejním podnikům, ale také formou poskytování licencí. Skupina VELUX, zaměstnává více než 9.000 zaměstnanců a má své výrobní podniky v deseti zemích světa a prodejní společnosti v téměř čtyřiceti zemích. Je jednou z nejsilnějších značek v sektoru stavebních materiálů a její výrobky jsou prodávány ve většině částí světa.

Výroba doplňků v České republice započala dne 9. září 1998, kdy byla oficiálně otevřena výrobní společnost BKR ČR, s.r.o. ve Vyškově. První výrobní hala byla otevřena v roce 1998, druhá 2000, třetí 2002. Dohromady tvoří první výrobní areál (DSP – dekorativní a zastiňovací doplňky). Produkují se zde výrobky, jako jsou rolety, žaluzie, sítě proti hmyzu atd. V roce 2005 přišel na řadu nový areál (E), kam společnost umístila rozvíjející se elektrovýrobu, používající nejmodernější technologie a plně automatizované linky. Probíhá zde výroba elektrického a solárního ovládání pro výrobky VELUX. Sofistikovaných dálkových ovladačů oken a jejich doplňků využívajících bezdrátovou technologii io-homecontrol®. (33) Začátkem roku 2006 byla otevřena první hala a o rok později druhá. Dále bylo v roce 2007 vybudováno distribuční centrum ve třetím areálu.

Společnost BKR implementovala výrobní model VELUX, který vychází z principů štíhlé výroby a výrobního systému Toyota. Během celého výrobního procesu jsou používány techniky a metody podporující růst produktivity práce a efektivity výroby. Díky tomuto systému, podporujícímu produktivitu rozváží finální výrobky jak ke konečným zákazníkům po České republice, do Holandska, Německa, Belgie, tak i do dalších skladů firmy VELUX.

6.1 POPIS PRODUKTU

KUX 100EU je elektronické ovládání pro střešní okna GGL, GGU i doplňky. Zajišťuje pohodlné ovládání střešních oken, dekorativních a zastiňovacích doplňků umístěných mimo dosah. Skládá se z ovládání a řídicí jednotky.

7 POPIS VÝROBY

Jednotlivá pracoviště jsou rozmístěna ve výrobní hale. Výroba začíná u montáže, kde jsou na stole nástroje potřebné k sestavení výrobku. Součásti jsou umístěny poblíž pracoviště. Elektronické ovládání je sestavováno zaměstnanci a poté se výroba přesouvá ke stanovišti s testem. Zde jsou výrobky testovány z funkční a bezpečnostní stránky na automatickém zařízení. Zaměstnanec pouze vkládá a zapojuje sestavené výrobky. Po jednoduché montáži předává otestované výrobky na třetí pracoviště, balení. Zaměstnanec zabalí otestovaný výrobek spolu s ovladačem a návody do krabice, označí jej a dá do klece, ve které se hotové výrobky odvázejí k uskladnění.

7.1 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÝCH TOKŮ

Materiálový tok jsou všechny činnosti (ty, které přidávají hodnotu produktu i ty, které nepřidávají) potřebné k tomu, aby dostaly produkt skrze hlavní výrobní toky ve firmě, nezbytné pro každý produkt.

Informační tok je posloupnost přenosu informací v informačních systémech na cestě od zdroje k uživateli. Informační toky mohou být podle povahy informačních systémů oborové, územní, institucionální apod.

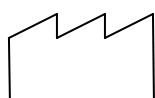
Mapování, znamená sledovat cestu produktu od zákazníka k dodavateli a podrobně zakreslit všechny procesy materiálového a informačního toku. Následně je třeba se zamyslet nad zlepšením stávajícího materiálového toku (Current State Map) a vymyslet budoucí materiálový tok (Future State Map), který by měl vést ke zlepšení výroby. Cílem managementu hodnotového toku (value stream managementu), je důraznější optimalizace a eliminace aktivit, které nepřidávají hodnotu z komplexních materiálových toků, zkracování celkové průběžné doby i snižování celkového počtu transformačních kroků.

7.1.1 Stávající materiálový tok

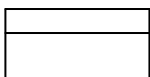
K jeho zmapování je třeba projít výrobu od konce po začátek a zakreslit jednotlivá pracoviště. Použitím stopek změřit čas operací. K zakreslení se využívají značky.

Značky ke zmapování výroby

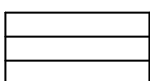
Materiálový tok



Venkovní zdroje (továrna)



Výrobní proces (test)



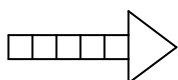
Datový box (čas, počet)



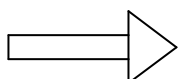
Inventář (počet ks.)



Zásobování kamionem

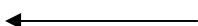


Push šipka (posouvání výrobku)



Hotové zboží (posun)

Informační tok



Manuální informační tok

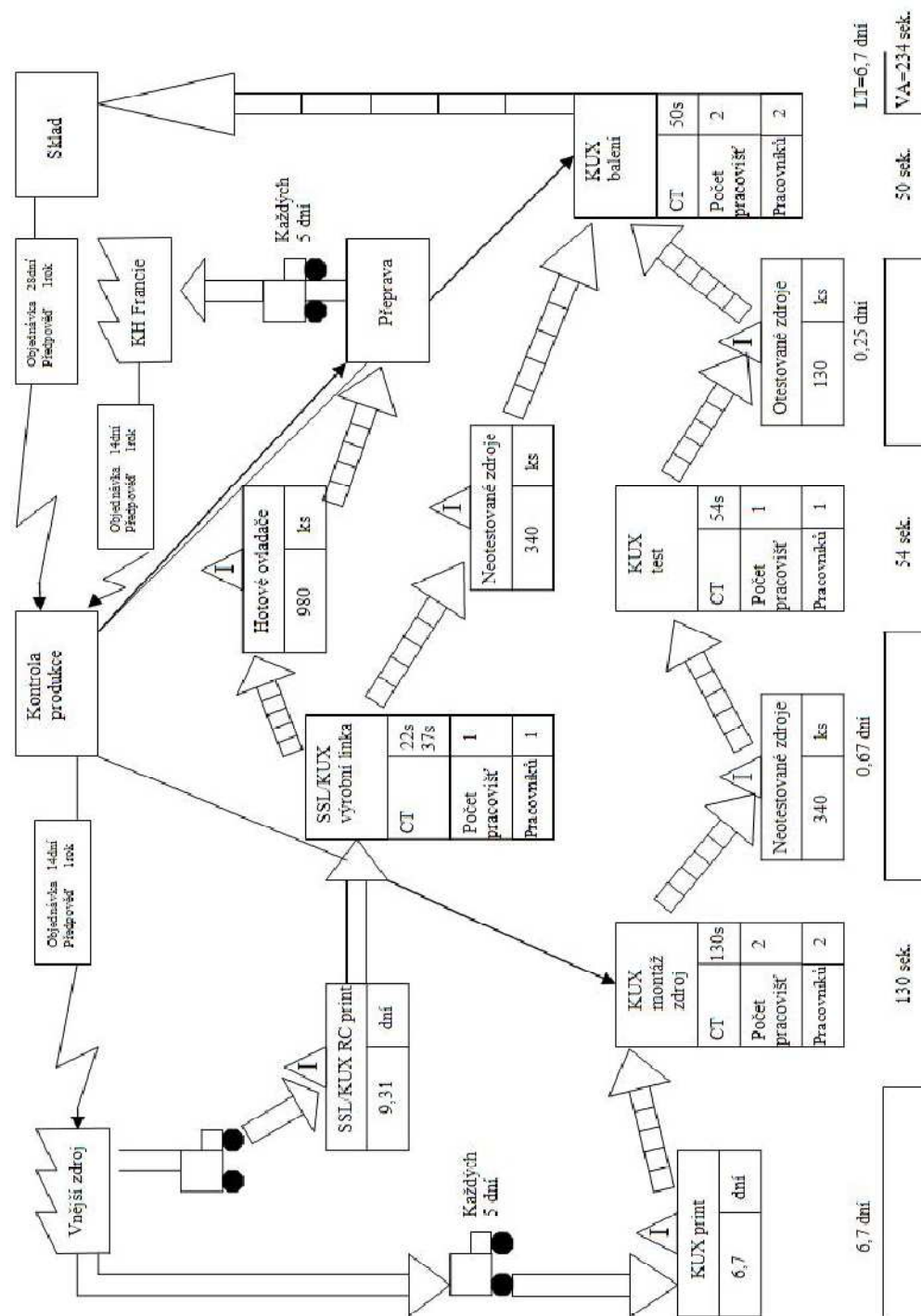


Elektronický informační tok

Stávající materiálový tok ve firmě BKR s.r.o. skupiny výrobků KUX 100 EU.

Jednotlivá pracoviště ve firmě a počty kusů mezi jednotlivými výrobami spolu s časy na jeden kus, počty pracovišť a zaměstnanců. Lead time je 6,7 dní a čas pracovní čas (VA time) 234 s.

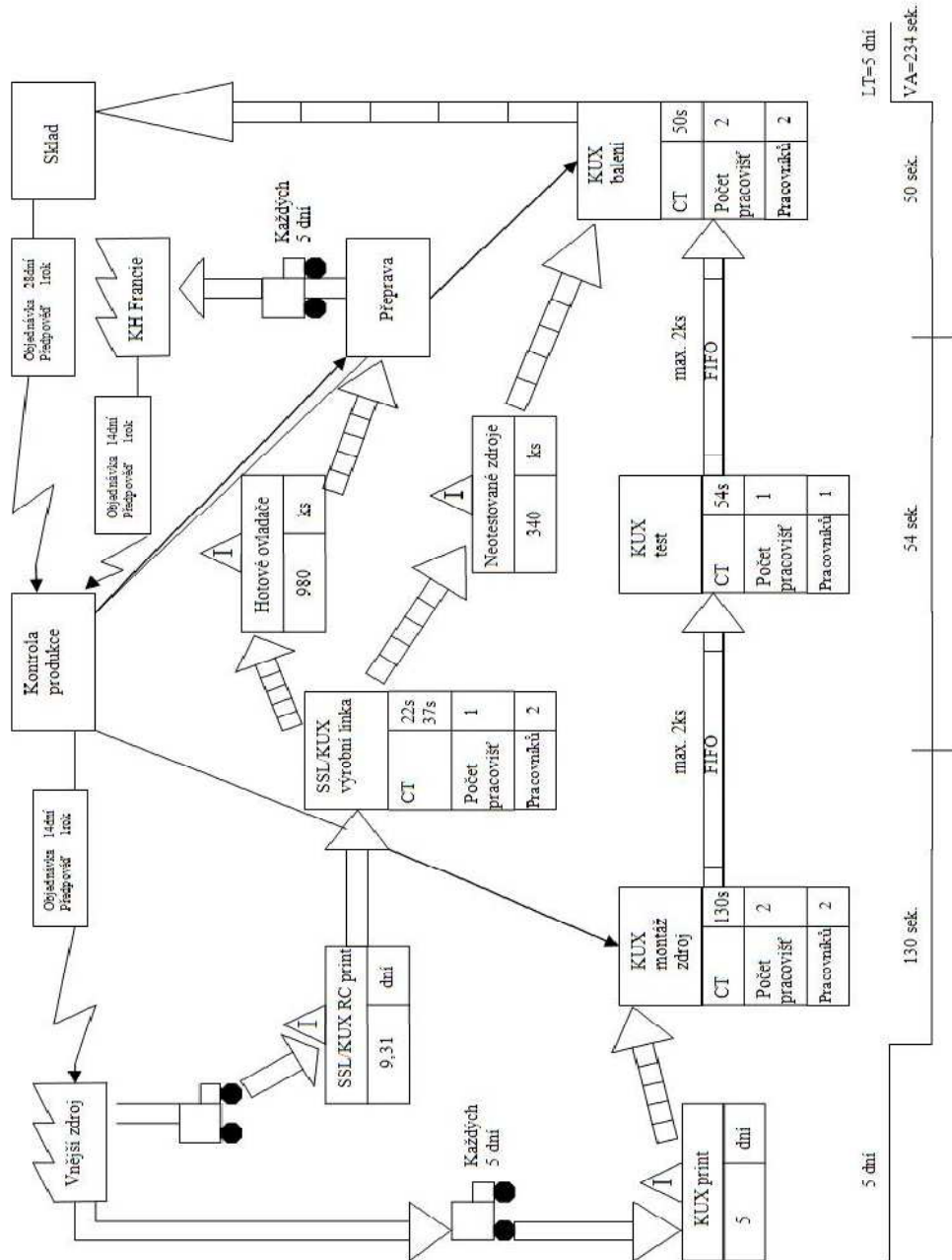
Stávající materiálový tok zvolené řady KUX



Obrázek 9 Stávající materiálový tok

7.1.2 Budoucí materiálový tok

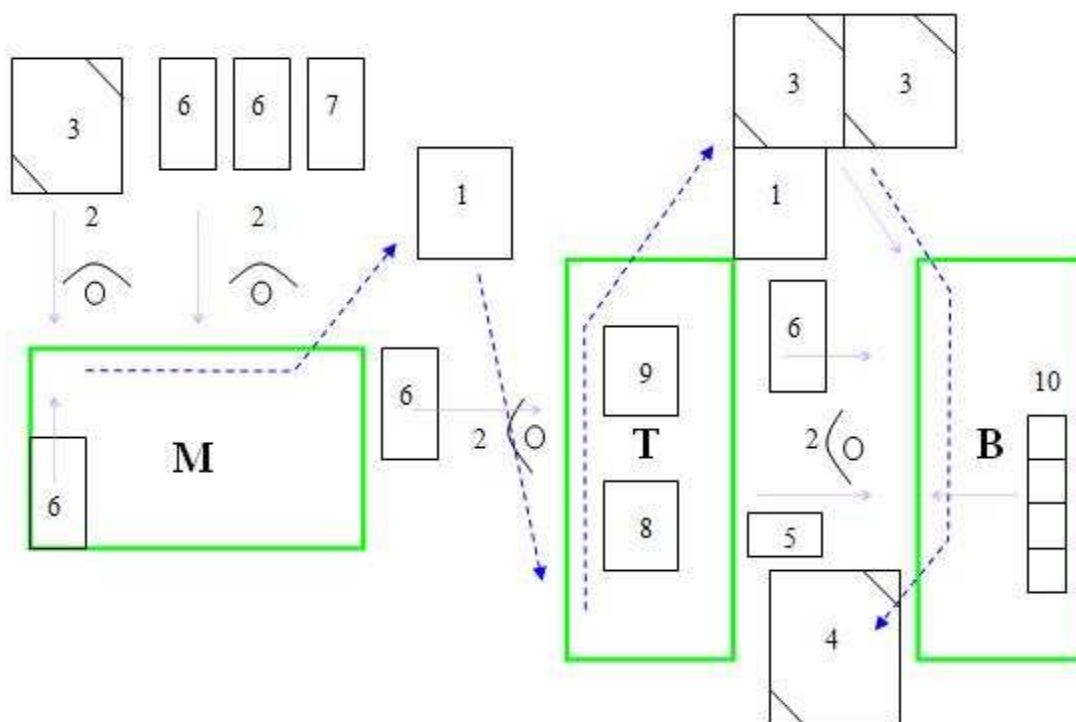
Po zakreslení stávajícího materiálového toku jsou navrženy změny výroby a zakresleny do budoucího materiálového toku. Návrh a cíl práce se shodují, je žádoucí sloučit jednotlivá pracoviště do výrobní linky a snažit se zavést kontinuální tok materiálu. Sníží se rozpracovanost, což má za následek snížení lead time na 5 dní.



Obrázek 10 Budoucí materiálový tok

Pro navržení linky je nutné podrobně analyzovat výrobu a snažit se zavést metody a principy štíhlé výroby. Díky podrobnější analýze se může podařit zmenšit i výrobní časy a tím zvýšit efektivnost výroby.

7.1 STÁVAJÍCÍ ROZLOŽENÍ PRACOVISTĚ



Obrázek 11 Stávající rozložení pracoviště

- 1 – Vozíky s rozpracovaností
- 2 – Lidé
- 3 – Palety s materiálem
- 4 – Klec
- 5 – Krabice na papíry
- 6 – Krabice na součásti montáže
- 7 – Krabice na printy
- 8 – VN test
- 9 – Funkční test
- 10 – Krabice na součásti balení

Komentář: Zeleně jsou vyznačena jednotlivá pracoviště (**M**ontáž, **T**est a **B**alení). Tok výroby je ve směru modrých šipek, směr podávání materiálu je vyznačen šípkami fialovými.

1 – Rozpracovanost vzniká, když následující stanoviště nestíhá odebrat hotové výrobky od předchozího.

4 - Obsahuje již hotové, zabalené výrobky.

5 - Eliminuje se čas strávený chozením pro jednotlivé papíry při prokládání vrstev hotových výrobků v kleci.

7 – Obsahuje plošné spoje (dále jen printy).

8 - Vysokonapěťový test výrobku.

10 - Obsahují sáčky, ovladače atd.

Montáž se dvěma zaměstnanci, dále pak test s jedním a balení s jedním. Čísla označují jednotlivé segmenty pracoviště. Je vidět, že není dosaženo kontinuálního toku. Rozpracovanost mezi pracovišti, zbytečné manipulace apod. představují jevy, které se musíme snažit co nejvíce omezit (plýtvání). Vozíky s rozpracovaností mohou být odstaveny i několik dní, např. z důvodu nedostatku některých dílů. Plocha stávajícího rozložení pracoviště je 88m².

7.2 ČASY VÝROBNÍCH OPERACÍ

Při provádění časové analýzy pracoviště je zapotřebí dodržovat určitý postup:

1. Připravit tabulku
2. Seznámit se s pracovištěm a operacemi na něm prováděnými
3. Zakreslit si rozložení pracoviště
4. Pozorovat sled pracovních úkonů (nejlépe natočit na video)
5. Identifikovat a zaznamenat jednotlivé elementy
6. Změřit časy elementů
7. Změřit časy operací, které souvisejí s výrobou
8. Zpracovat výsledky a analyzovat je

7.2.1 Montáž

Tabulka 1 Výrobní časy montáže

Činnost	Čas [s]
uchopit spodní díl (tělo)	4
prostrčení kabelu	3
zašroubování třmínku	10
vložení pěnové podložky	2
stáhnutí bužírky	2
uchopit transformátor	3
spojení vodičů omotáním	13
zapájení transformátoru	21
kontrola pájení	4
usazení transformátoru na místo	5
zapojení a usazení printu	8
zašroubování krytu	8
Celkem	83

Montáž výrobku většinou dělají dva zaměstnanci. Výsledný čas se potom dělí na polovinu.

7.2.2 Test

Tabulka 2 Výrobní časy testu

Činnost	Čas [s]
VN test	4
funkční test	11
lepení etiket	8
instalace víka	4
Celkem	27

Testování probíhá vždy po dvou výrobcích. Časy testování jsou přepočítány na 1ks, protože ve výsledku se nemění. Lepení etiket je obdobné, lepí se dvě etikety na jeden výrobek.

7.2.3 Balení

Tabulka 3 Časy balení

Činnost	Čas [s]
složení krabice	5
vložení výplně	2
vložení zdroje	5
vložení kabelu	4
vložení mont.sáčku 1	5
vložení mont.sáčku 2	
vložení ovladače	5
vložení návodů	3
zavření krabice	4
lepení etiket	15
vložení do klece	3
Celkem	51

Lepení etiket probíhá po třech ks na jednu hotovou krabici.

7.3 ČASY PŘÍPRAVNÝCH OPERACÍ

7.3.1 Montáž

Tabulka 4 Přípravné časy montáže

Činnost	Čas [s]	Ks/balení	Čas na 1ks [s]
přinesení kabelů	35	140	0,250
rozbalení	15	140	0,107
přinesení těl	32	36	0,889
rozbalení	7	36	0,194
přinesení transformátorů	5	18	0,278
rozbalení	50	18	2,778
přinesení printů	30	216	0,139
otevření	3	216	0,014
lámání printu	5	4	1,250
přinesení krytů	35	84	0,417

rozbalení	7	84	0,083
rozdělání krabice	50	84	0,595
odnos odpadu	20	278	0,072
Celkem			7,066

U lámání printů je čas přepočítán opět na 1ks. V krabici jsou printy po 4ks, které se následně rozlámou a uloží na stůl. Většinou se takto naláme část printů pro nadcházející směnu. Transformátory jsou uloženy za pracovištěm na paletě v krabicích o více kusech.

Po přinesení se krabice rozbálí, a jakmile se dobere poslední součást, musí se obal rozdělat a odnést do odpadu. Byla by možnost odnášet krabice po více kusech, ale odložené krabice překážejí a vytvářejí tak bezpečnostní riziko.

7.3.2 Test

Tabulka 5 Přípravné časy testu

Činnost	Čas [s]	Ks/balení	Čas na 1ks [s]
přinesení vík	35	72	0,486
rozbalení	7	72	0,097
přinesení etiket	103	168	0,613
instalace etiket	20	168	0,119
rozdělání krabice	50	72	0,694
odnos odpadu	20	168	0,119
Celkem			2,128

7.3.3 Balení

Tabulka 6 Přípravné časy balení

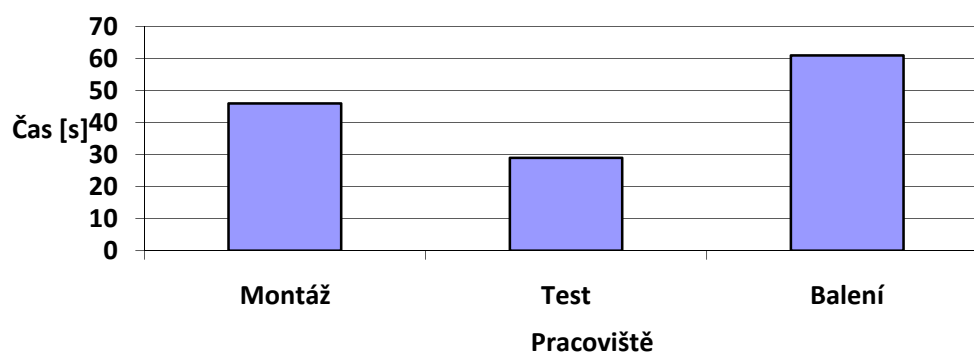
Činnost	Čas [s]	Ks/balení	Čas na 1ks [s]
dovoz prázdné klece	40	168	0,238
obložení papírů v kleci	150	168	0,893
přinesení papírů	20	168	0,119
přinesení ovladačů	32	168	0,190

přinesení návodů	39	84	0,464
přinesení sáčků	4	500	0,008
přinesení krabic a výplní	8	40	0,200
přinesení kabelů	6	25	0,240
rozbalení	5	25	0,200
přinesení etiket	100	168	0,595
instalace etiket	20	168	0,119
napočítání 9ks (sáčků, návodů, ovladačů)	36	9	4,000
rozdělání krabice	50	25	2,000
odnos odpadu	20	168	0,119
odvoz plné klece	60	168	0,357
zapsání klece do systému	120	168	0,714
Celkem			9,016

Na klec se přináší papíry, kterými se obloží a také papíry na proložení jednotlivých vrstev hotových krabic. Papírů na proložení se musí donést osm. Krabice a výplně jsou uloženy na paletách u pracoviště. Zaměstnanec si bere určité množství na stůl jako zásobu. Devět kusů se napočítává kvůli přehlednosti o vložených dílech. Je to zároveň jedna vrstva hotových výrobků v kleci.

Čas montáže je 46s, testu 29s a balení 61s na 1ks.

Vyváženost stávajícího pracoviště



Obrázek 12 Časy pracovišť pro stávající stav

Po analýze se zabýváme vyhodnocováním časů elementů práce. Pracovní element definujeme, jako malý počet pracovních pohybů prováděných v přirozeném sledu jedním člověkem, nebo na zařízení. Jde o část práce, která může být předána na další pracoviště s ohledem na postup ve výrobě. Časová studie umožňuje řadit elementy v optimálním pořadí a umožňuje vytvořit nejlepší způsob provádění dané práce. Vychází se z výkresů a montážních schémat.

8 NÁVRH NOVÉHO PRACOVIŠTĚ

Po soustředění časů jednotlivých operací se může přejít k vyhodnocení a návrhu nového rozložení pracovišť. Především jde o to, časově synchronizovat práci do sérií elementárních úkonů tak, aby mohly proběhnout rychle, rutinně a bez časových ztrát.

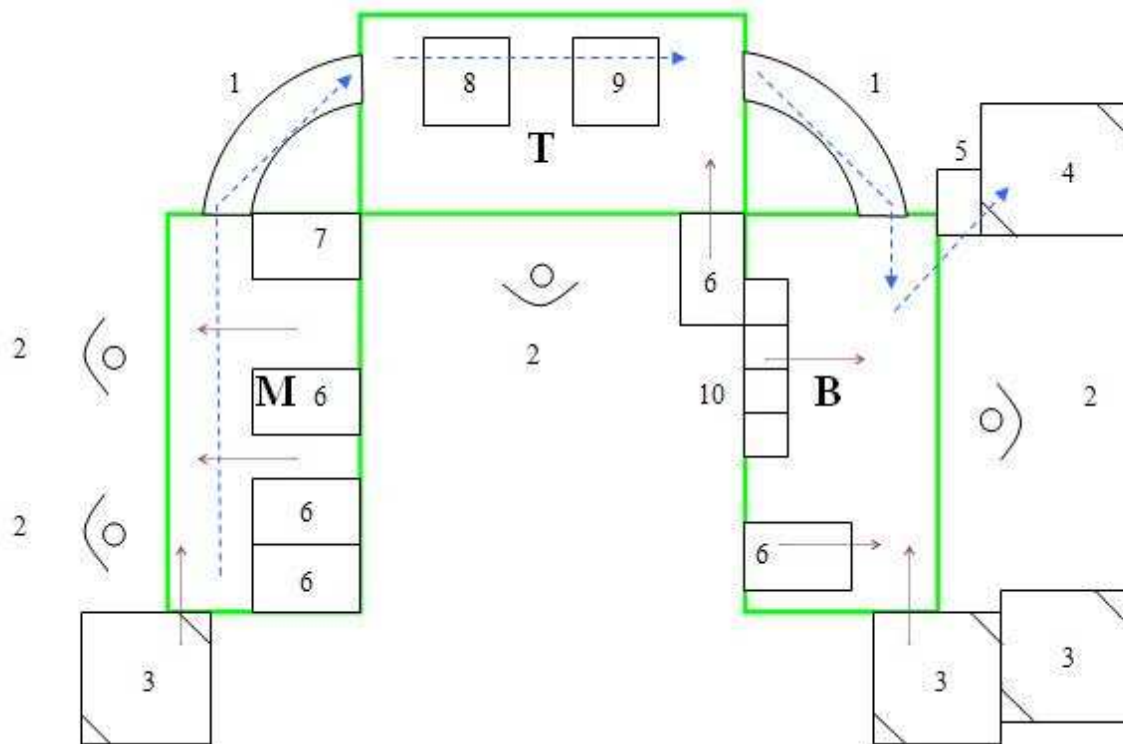
Za předpokladu časové synchronizace práce jednotlivých pracovišť se vyrovnávají úzká místa a vytváří hladký výrobní tok. To bývá nejnáročnější úkol. Synchronizací minimalizujeme časové ztráty a zabezpečujeme vysoké využití práce strojů i lidí, zvyšujeme produktivitu a kvalitu. Technologické operace se při tom sdružují, pracovní úkony se synchronizují a utvářejí se jednotlivá pracovní místa.

Tato metoda je velice podobná metodě Just In Time, která se využívá pro řízení především opakované výroby, ve které je provoz, pohyb materiálu i zboží uskutečňován co nejrychleji a nejúsporněji, podle bezprostřední technologické potřeby, v co nejmenších výrobních dávkách. Vyrábí se jen to, co je skutečně zapotřebí, bez zbytečného skladování. Smyslem je uvolnit neproduktivně vázaný kapitál z tradičně organizovaného výrobního systému.

Určitým omezením návrhu výroby je fakt, že jednotlivá pracoviště už jsou postavena a jejich kompletní přeměna by vyžadovala více nákladů v podobě financí, času atd. Proto se práce soustředí na to, jak skloubit požadavek na co nejmenší náklady využitím současných možností výroby, s požadavkem co možná největší efektivity výroby.

Jednotlivé návrhy jsou zobrazeny schematicky a popsány.

8.1 NÁVRH Č. 1



Obrázek 13 Návrh č. 1

- 1 – Skluzavky
- 2 – Lidé
- 3 – Palety s materiálem
- 4 – Klec
- 5 – Krabice na papíry
- 6 – Krabice na součásti montáže
- 7 – Krabice na printy
- 8 – VN test
- 9 – Funkční test
- 10 – Krabice na součásti balení

Komentář: Zeleně jsou vyznačena jednotlivá pracoviště (**M**ontáž, **T**est a **B**alení). Tok výroby je ve směru modrých šipek, směr podávání materiálu je vyznačen šipkami fialovými.

1 – Skluzavky s rozpracovaností (Instalací skluzavek se dosáhne First-In-First-Out odběru výrobků a odpadne skladování na vozících. Použití jiného zařízení je nákladné, nebo neřeší pořadí odběru výrobků. Pořadí je nutné dodržovat kvůli včasnějšímu zachycení vzniklých chyb ve výrobě.)

4 - Obsahuje již hotové, zabalené výrobky.

5 - Eliminuje se čas strávený chozením pro jednotlivé papíry při prokládání vrstev hotových výrobků v kleci.

6 - Jednotlivé součásti jsou umístěny na stolech v krabicích, tím se ušetří místo a čas při otáčení se pro ně.

7 – Obsahuje plošné spoje (printy).

8 - Vysokonapěťový test výrobku.

10 - Obsahují sáčky, ovladače atd.

Montáž se dvěma zaměstnanci, dále pak test s jedním a balení s jedním. Čísla označují jednotlivé segmenty pracoviště. Montáž je spolu s balením nejvíce zdržována při donášení materiálu, proto jsou jednotlivé krabice umístěny na stolech poblíž pracovišť. Výrobní časy a časy přípravných operací jsou stejné, jako v předchozím případě (Tabulka 1-6). Odpadá nutnost manipulace s vozíky a součástmi hotového výrobku.

Pro vypočítání časů přípravných operací je nutné znát počty výrobků obsažených v jenom balení. Vycházíme z časových údajů 25500s pracovní doby pro zaměstnance a výrobní kapacity 510ks za směnu. Poté stačí jen počet 510ks podělit počtem obsahu balení a výsledek je počet opakování dané operace (např. donášení).

Příklady výpočtů.
$$PO = \frac{VK}{OB} = \frac{510}{140} \cong 4 \quad (1)$$

PO – počet opakování [-]

VK – výrobní kapacita [ks]

OB – počet obsahu balení [ks]

Vynásobením počtu opakování a jednotlivých časů operací získáme čas přípravky za směnu.
$$t_{ps} = PO \cdot t_o = 4 \cdot 35 = 140 \text{ s} \quad (2)$$

t_{ps} – čas přípravy [s]

t_o - čas operace [s]

Dále se počítá čas potřebný pro jeden kus výrobku. Podělíme proto čas operace počtem kusů.

$$t_{ks} = \frac{t_o}{n} = \frac{35}{140} = 0,25 \text{ s} \quad (3)$$

t_{ks} – čas na jeden kus [s]

n – počet kusů [-]

Montáž

Tabulka 7 Celkové přípravné časy montáže

Činnost	Čas [s]	Ks/balení	Počet operací/ 510ks	Čas operací [s]	Čas na 1ks [s]
přinesení kabelů	35	140	4	64	0,250
rozbalení	15	140	4	55	0,107
přinesení těl	32	36	14	227	0,889
rozbalení	7	36	14	99	0,194
přinesení transf.	5	18	28	142	0,278
rozbalení	50	18	28	1417	2,778
přinesení printů	30	216	2	71	0,139
otevření	3	216	2	7	0,014
lámání printu	5	4	128	2550	1,250
přinesení krytů	35	84	6	106	0,417
rozbalení	7	84	6	43	0,083
rozdělání krabice	50	84	52	2611	0,595
odnos odpadu	20	278	55	1112	0,072
Celkem					7,066

Test

Tabulka 8 Celkové přípravné časy testu

Činnost	Čas [s]	Ks/balení	Počet operací/ 510ks	Čas operací [s]	Čas na 1ks [s]
přinesení vík	35	72	7	124	0,486
rozbalení	7	72	7	50	0,097
přinesení etiket	103	168	3	313	0,613

instalace etiket	20	168	3	61	0,119
rozdělání krabice	50	72	7	354	0,694
odnos odpadu	20	168	7	142	0,119
Celkem					2,128

Čas potřebný pro odnesení odpadu se spočítá, jako počet kusů přinesení materiálu vynásobených časem odnesení a přičtením odnesení odlomků printů v koši jednou za směnu. Je možné odnášet odpad i po více kusech, ale zvyšuje se bezpečnostní riziko. $t_{oo} = n \cdot t_{od} + t_{pr}$ (4)

t_{oo} – čas odnesení odpadu

n – počet přinesení

t_{od} – čas odnesení

t_{pr} - čas odnesení odlomků printů

Balení

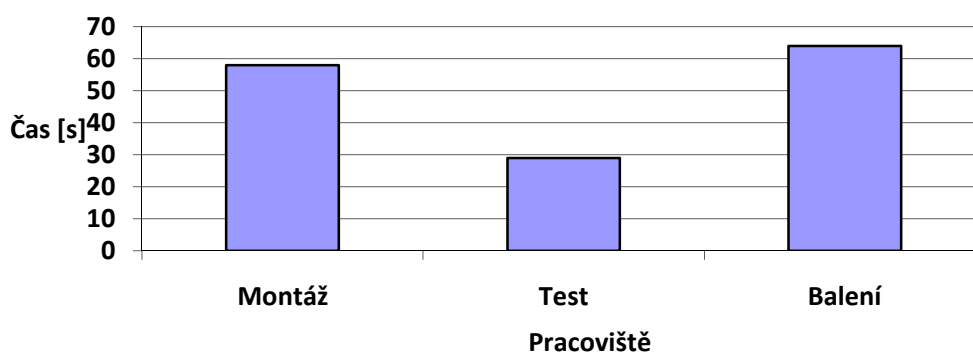
Tabulka 9 Celkové přípravné časy balení

Činnost	Čas [s]	Ks/balení	Počet operací/ 510ks	Čas operací [s]	Čas na 1ks [s]
dovoz prázdné klece	40	168	3	121	0,238
obložení papírů v kleci	150	168	3	455	0,893
přinesení papírů	20	168	3	61	0,119
přinesení ovladačů	32	168	3	97	0,190
přinesení návodů	39	84	6	237	0,464
přinesení sáčků	4	500	1	4	0,008
přinesení krabic a výplní	8	40	13	102	0,200
přinesení kabelů	6	25	20	122	0,240
rozbalení	5	25	20	102	0,200
přinesení etiket	100	168	3	304	0,595
instalace etiket	20	168	3	61	0,119
počítání 9ks	36	9	57	2040	4,000
rozdělání krabice	50	25	20	1020	2,000
odnos odpadu	20	168	20	408	0,119
odvoz plné klece	60	168	3	182	0,357
zapsání klece do systému	120	168	3	360	0,714
Celkem					10,456

Výsledný čas dostaneme sečtením časů přípravných operací k výrobnímu času. Operace, jako přinesení těl, vík apod. vydělíme dvěma, protože se krabice přiváží po dvou kusech. Čas přinesení papírů na prokládání je vydělen sedmi. Zaměstnanec si vezme potřebný počet papírů a cestu absolvuje jen jednou. Papíry uloží do připravené krabice.

Čas montáže je 58s, testu 29s a balení 64s na 1ks.

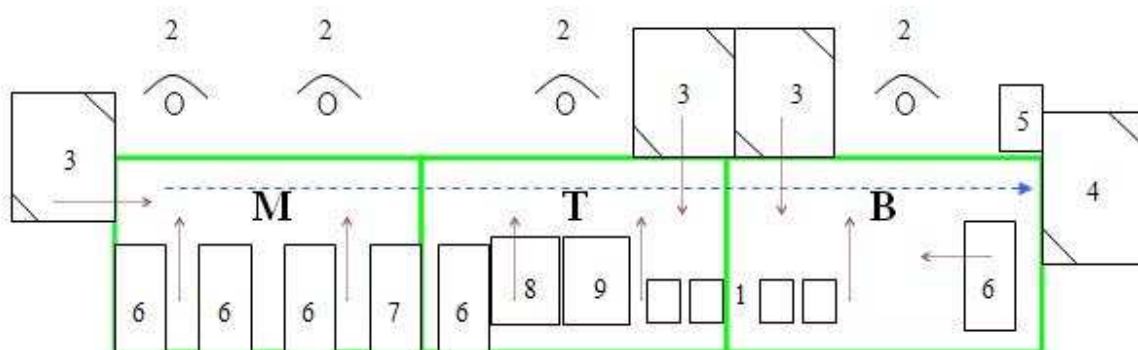
Vyváženost první varianty



Obrázek 14 Časy pracovišť prvního návrhu

Z výsledných časů je vidět, že balení by nešlo zvládat a vznikala by zásoba v množství 44ks za směnu. Test by na druhou stranu byl málo využit. Plocha obsazená výrobou je u tohoto návrhu 24m²

8.2 NÁVRH Č. 2



Obrázek 15 Návrh č. 2

- 1 – Krabice na součásti balení
- 2 – Lidé
- 3 – Palety s materiálem
- 4 – Klec
- 5 – Krabice na papíry
- 6 – Krabice na součásti montáže
- 7 – Krabice na printy
- 8 – VN test
- 9 – Funkční test

Komentář: Zeleně jsou vyznačena jednotlivá pracoviště (**M**ontáž, **T**est a **B**alení). Tok výroby je ve směru modrých šipek, směr podávání materiálu je vyznačen šipkami fialovými.

1 – Obsahují sáčky, ovladače atd.

4 - Obsahuje již hotové, zabalené výrobky.

5 - Eliminuje se čas strávený chozením pro jednotlivé papíry při prokládání vrstev hotových výrobků v kleci.

6 - Jednotlivé součásti jsou umístěny na stolech v krabicích, tím se ušetří místo a čas při otáčení se pro ně.

7 – Obsahuje plošné spoje (printy).

8 - Vysokonapěťový test výrobku.

Montáž se dvěma zaměstnanci, dále pak test s jedním a balení s jedním. Čísla označují jednotlivé segmenty pracoviště. U tohoto návrhu se předpokládá rozložení palet co nejbližší k pracovištím. Byly pozměněny jednotlivé operace výroby, balení a testu tak, aby se dosáhlo co nejplynulejšího materiálového toku. Nepodařilo se rozdělit montáž, kde jsou jednotlivé kroky řazeny za sebou a přeorganizování sledu operací zde není možné. Montáž proto musí zůstat téměř nezměněna se dvěma zaměstnanci (odstraněna operace šroubování krytu).

K testu byly přidány operace související s balením a jedna operace z montáže. Viz. Tabulka 10 a 11. Výsledné časy jsou:

Montáž

Tabulka 10 Výrobní časy montáže pro Návrh č. 2

Činnost	Čas [s]
uchopit spodní díl (tělo)	4
prostrčení kabelu	3
zašroubování třmínku	10
vložení pěnové podložky	2
stáhnutí bužírky	2
uchopit transformátor	3
spojení vodičů omotáním	13
zapájení transformátoru	21
kontrola pájení	4
usazení transformátoru na místo	5
zapojení a usazení printu	8
Celkem	75

Test

Tabulka 11 Výrobní časy testu pro Návrh č. 2

Činnost	Čas [s]
zašroubování krytu	8
VN test	4
funkční test	11
lepení etiket	8
instalace víka	4
vložení zdroje	6
vložení kabelu	4

vložení mont.sáčku 1	5
vložení mont.sáčku 2	
Celkem	50

Balení

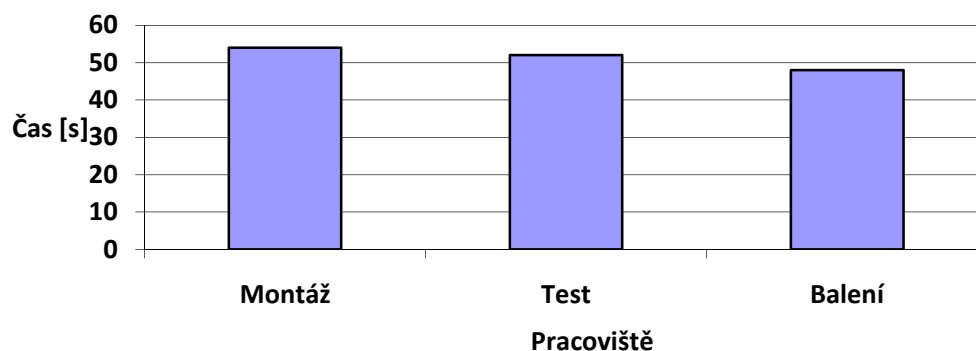
Tabulka 12 Výrobní časy balení pro Návrh č. 2

Činnost	Čas [s]
složení krabice	5
vložení výplně	2
vložení ovladače	5
vložení návodů	3
zavření krabice	4
lepení etiket	15
vložení do klece	3
Celkem	37

Výsledný čas dostaneme připočtením součtu nových výrobních časů k součtu časů přípravných operací, které jsou stejné, jako v předchozím případě (Tabulka 7–9).

Čas montáže je 54s, testu 52s a balení 48s na 1ks.

Vyváženost druhé varianty

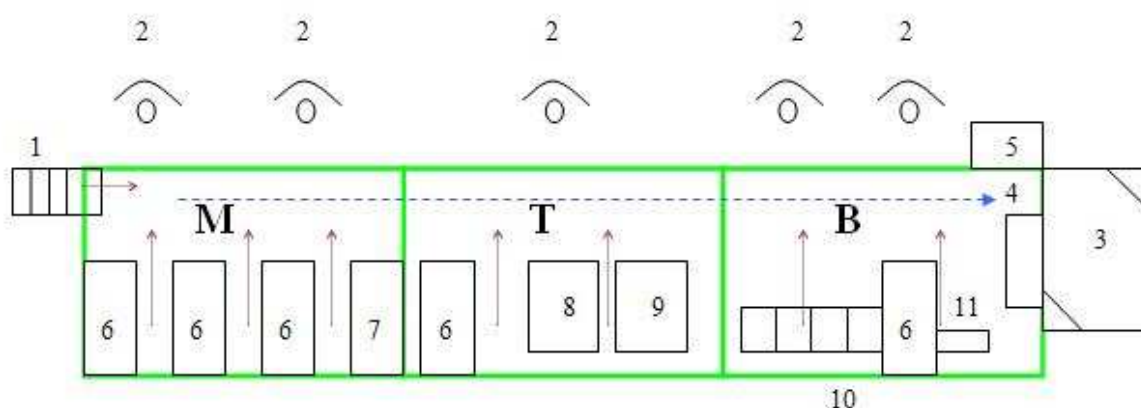


Obrázek 16 Časy pracovišť druhého návrhu

Jednotlivé časy druhého návrhu jsou kratší a z toho vyplývá, že rozpracovanost je minimalizována. Výrobní plocha vychází u tohoto návrhu 18m²

U předchozích dvou návrhů je počítáno s donášením materiálu zaměstnanci. Následující návrhy jsou doplněny o zaměstnance, který zajišťuje tyto úkony a výrobní operace jsou tak oproštěny od nadbytečných činností (časů).

8.3 NÁVRH Č. 3



Obrázek 17 Návrh č. 3

- 1 – Skluzavka
- 2 – Lidé
- 3 – Klec
- 4 – Krabice
- 5 – Krabice na papíry
- 6 – Krabice na součásti montáže
- 7 – Krabice na printy
- 8 – VN test (Vysokonapěťový test.)
- 9 – Funkční test
- 10 – Krabice na součásti balení
- 11 – Výplně

Komentář: Zeleně jsou vyznačena jednotlivá pracoviště (**M**ontáž, **T**est a **B**alení). Tok výroby je ve směru modrých šipek, směr podávání materiálu je vyznačen šipkami fialovými.

1 – Krabice s transformátory jsou umístěny po dvou za sebou na skluzavce, popř. podpěře, která je blízko stolu.

3 - Obsahuje již hotové, zabalené výrobky.

4 - Krabice jsou uloženy na stole po cca. 40ks. Při nedostatku místa je možno je postavit na stůl příčně.

5 - Eliminuje se čas strávený chozením pro jednotlivé papíry při prokládání vrstev hotových výrobků v kleci.

6 - Jednotlivé součásti jsou umístěny na stolech v krabicích, tím se ušetří místo a čas při otáčení se pro ně.

7 – Obsahuje plošné spoje (printy).

8 - Vysokonapěťový test výrobku.

10 - Obsahují sáčky, ovladače atd.

11 - Výplně stojí na stole vloženy do sebe, tím zabírají méně místa.

Montáž se dvěma zaměstnanci, dále pak test s jedním a balení s jedním. Čísla označují jednotlivé segmenty pracoviště. Zaměstnanec, který donáší materiál, může lepit etikety na hotové krabice, ale je to celkem nepravděpodobná úvaha, která poslouží jen ke srovnání s ostatními variantami. Jiné rozdělení časů u montáže je nevhodné vzhledem k posloupnosti operací. Kvůli zapájení, které trvá dlouhou dobu se, nedají sekvence operací rozdělit lépe, na plynulejší průběh s méně pracovníky. Člověk obstarávající zásobování by měl přibližně 4 hodiny nepřetržité práce a při započítání lepení etiket a ukládání 7 hodin práce.

Jednotlivé časy pro tuto variantu

Montáž

Tabulka 13 Výrobní časy montáže pro Návrh č. 3

	Činnost	Čas [s]
	uchopit spodní díl (tělo)	4
	prostrčení kabelu	3
	zašroubování třmínku	10
	vložení pěnové podložky	2
	stáhnutí bužírky	2
	uchopit transformátor	3
	spojení vodičů omotáním	13
1. osoba	celkem bez zásobení	37
	zapájení transformátoru	21
	kontrola pájení	4
	usazení transformátoru na místo	5
	zapojení a usazení printu	8
2. osoba	celkem bez zásobení	38
Celkem		75

Test

Tabulka 14 Výrobní časy testu pro Návrh č. 3

	Činnost	Čas [s]
	zašroubování krytu	8
	VN test	4
	funkční test	11
	lepení etiket	8
	instalace víka	4
3. osoba	celkem bez zásobení	35
Celkem		35

Balení

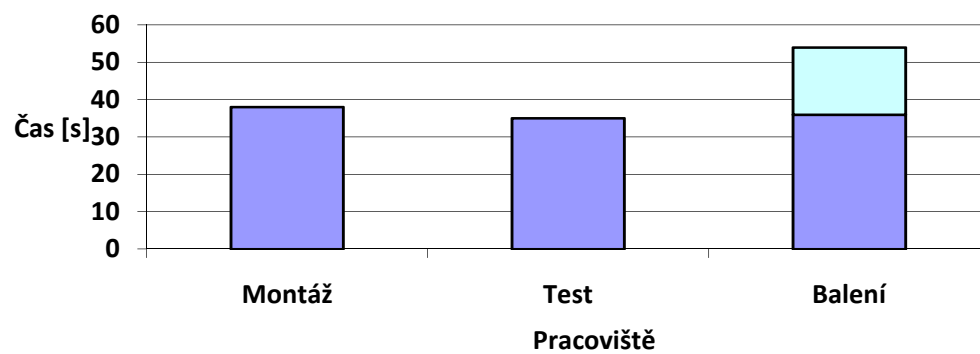
Tabulka 15 Výrobní časy balení pro Návrh č. 3

	Činnost	Čas [s]
	složení krabice	5
	vložení výplně	2
	vložení zdroje	6
	vložení kabelu	4
	vložení mont.sáčku 1	5
	vložení mont.sáčku 2	
	vložení ovládače	5
	vložení návodů	3
	zavření krabice	4
4. osoba	celkem bez zásobení	36
	lepení etiket	15
	vložení do klece	3
5. osoba	celkem bez zásobení	18
Celkem		54

5. osoba je člověk obstarávající zásobování, tzv. milkman. Podle času je vidět, že by byl nevyužit. U této varianty je materiálový tok teoreticky nejplynulejší. Přepočítávání časů se provádí, jako v předchozích případech. Výrobní plocha vychází u tohoto návrhu 17m²

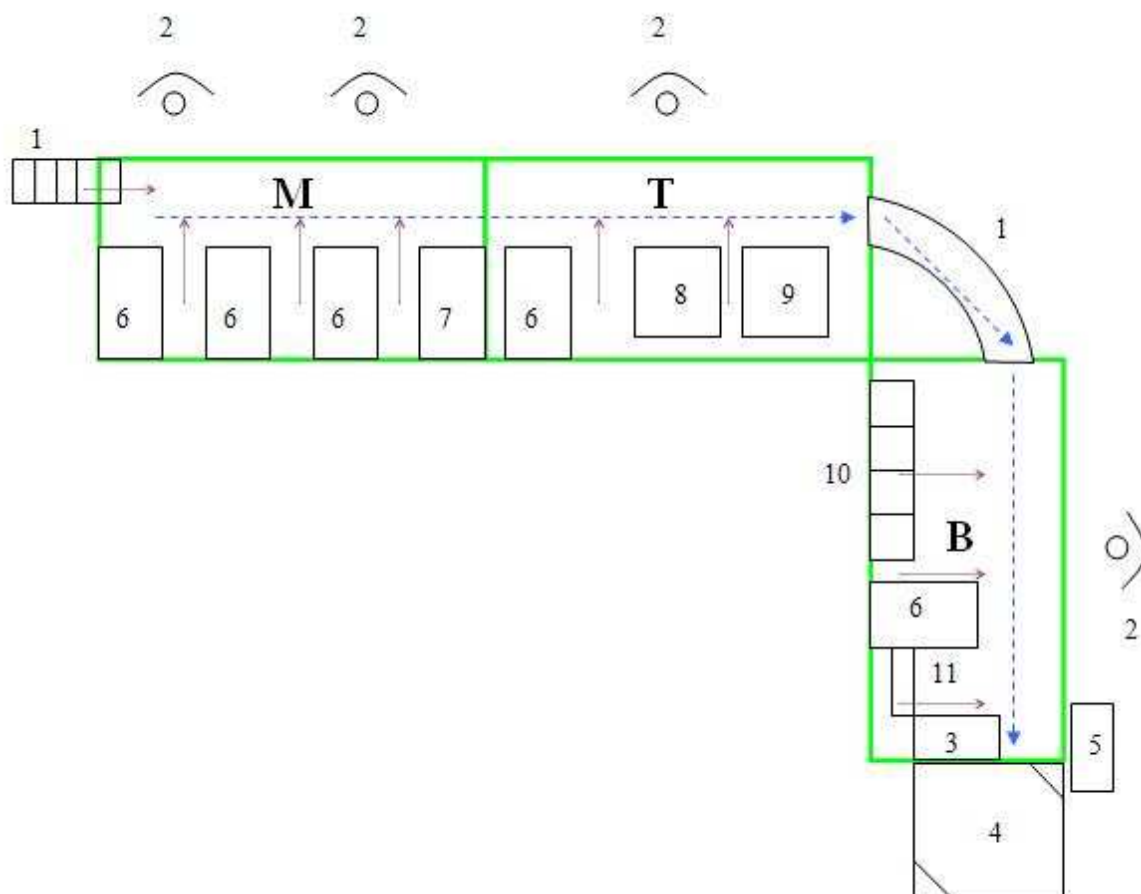
Čas montáže je 38s, testu 35s a balení 54s (36 + 18)s na 1ks.

Vyváženost třetí varianty



Obrázek 18 Časy pracovišť třetího návrhu

8.4 NÁVRH Č. 4



Obrázek 19 Návrh č. 4

- 1 – Skluzavky
- 2 – Lidé
- 3 – Krabice
- 4 – Klec
- 5 – Krabice na papíry
- 6 – Krabice na součásti montáže
- 7 – Krabice na printy
- 8 – VN test
- 9 – Funkční test
- 10 – Krabice na součásti balení
- 11 – Výplně

Komentář: Zeleně jsou vyznačena jednotlivá pracoviště (**M**ontáž, **T**est a **B**alení). Tok výroby je ve směru modrých šipek, směr podávání materiálu je vyznačen šipkami fialovými.

1 – Krabice s transformátory jsou umístěny po dvou za sebou na skluzavce, popř. podpěře, která je blízko stolu, skluzavka u balení složí pro rozpracovanost.

3 - Krabice jsou uloženy na stole po cca. 40ks. Při nedostatku místa je možno je postavit na stůl příčně.

4 - Obsahuje již hotové, zabalené výrobky.

5 - Eliminuje se čas strávený chozením pro jednotlivé papíry při prokládání vrstev hotových výrobků v kleci.

6 - Jednotlivé součásti jsou umístěny na stolech v krabicích, tím se ušetří místo a čas při otáčení se pro ně.

7 – Obsahuje plošné spoje (printy).

8 - Vysokonapěťový test výrobku.

10 - Obsahují sáčky, ovladače atd.

11 - Výplně stojí na stole vloženy do sebe, tím zabírají méně místa.

Montáž se dvěma zaměstnanci, dále pak test s jedním a balení s jedním. Čísla označují jednotlivé segmenty pracoviště. Zaměstnanec donášející materiál by dělal pouze tuto činnost, zbytek pracovní doby by mohl mít vyplněn prací v jiné sekci. Balení je tím pádem o hodně pomalejší (cca. 20s) a vzniká hromadění výrobků na pracovišti (rozpracovanost 245ks).

Montáž

Tabulka 16 Výrobní časy montáže pro Návrh č. 4

	Činnost	Čas [s]
	uchopit spodní díl (tělo)	4
	prostrčení kabelu	3
	zašroubování třmínku	10
	vložení pěnové podložky	2
	stáhnutí bužírky	2
	uchopit transformátor	3
	spojení vodičů omotáním	13
1. osoba	celkem bez zásobení	37
	zapájení transformátoru	21
	kontrola pájení	4
	usazení transformátoru na místo	5
	zapojení a usazení printu	8

2. osoba	celkem bez zásobení	38
Celkem		75

Test

Tabulka 17 Výrobní časy testu pro Návrh č. 4

	Činnost	Čas [s]
	zašroubování krytu	8
	VN test	4
	funkční test	11
	lepení etiket	8
	instalace víka	4
3. osoba	celkem bez zásobení	35
Celkem		35

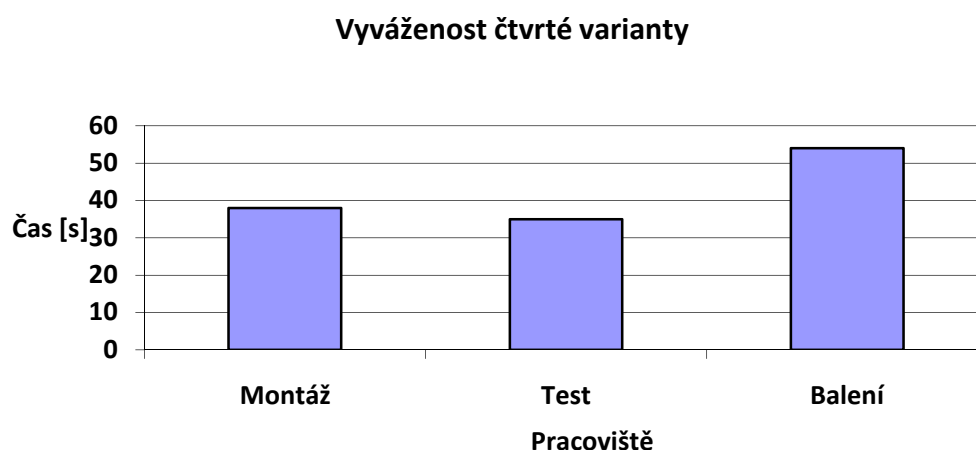
Balení

Tabulka 18 Výrobní časy balení pro Návrh č. 4

	Činnost	Čas [s]
	složení krabice	5
	vložení výplně	2
	vložení zdroje	6
	vložení kabelu	4
	vložení mont.sáčku 1	5
	vložení mont.sáčku 2	
	vložení ovládače	5
	vložení návodů	3
	zavření krabice	4
	lepení etiket	15
	vložení do klece	3
4. osoba	celkem bez zásobení	54
Celkem		54

Z výsledných časů je vidět, že balení je nejdelší operace a vzniká rozpracovanost v množství 245ks za směnu, což je nežádoucí. Přepočítávání časů se provádí stejným způsobem, jako u předchozích návrhů. Plocha obsazená výrobou je u tohoto návrhu 19m²

Čas montáže je 38s, testu 35s a balení 54s na 1ks.



Obrázek 20 Časy pracovišť čtvrtého návrhu

8.5 SHRNU TÍ

Byla provedena analýza, vycházející ze seznamu všech výrobních operací a jejich časů, i všech přípravných procesů a jejich časů. Viz. Kapitoly 7.2 a 7.3. Jednotlivé časy jsou vypočítány jako průměr, protože každý zaměstnanec pracuje různým tempem. U některých postupů se časy zkracují (např. celková montáž z důvodu práce dvou zaměstnanců v této části, anebo test díky testování dvou kusů najednou).

Zkrácení jednotlivých časů záleží do jisté míry i na zručnosti zaměstnance. Podávání, otáčení se, rozdělování krabic, donášení krabic se součástmi apod. zabírá ve výrobě nezanedbatelnou část, která by mohla být eliminována. Tímto případem se zabývají návrhy, oddíl 8.3 a 8.4. Nastává problém se zaměstnancem, který zajišťuje zásobování pracovišť.

Byly navrhnuty čtyři varianty rozložení výroby a u některých i pozměněny operace (elementy práce) oproti současnému stavu.

Návrh č. 1 tvoří rozmístění do písmene U. Plocha, kterou zabírá je 24m². Velikost této plochy oproti ostatním je hlavně dána plochami, které zabírají skluzavky a zbytek uzavřeného prostoru testu. Skluzavky mají za úkol zachytávat rozpracovanost a plnit úkol pouštění výrobků First-In-First-Out. Krabice by mohly být umístěny na stole, jako je tomu v případě krabic např. se sáčky. Tím se ušetří místo a čas při podávání obsahu. Paleta s transformátory zůstává blízko pracoviště. Důvodem je hmotnost krabice, která by byla na obtíž při převážení více kusů k místu montáže. U Návrhu č. 1 jsou vypočítány celkové časy přípravných operací, které se neliší od Varianty č. 2, proto jsou zapsány jen jednou. Je to dáno tím, že se u těchto návrhů počítá s donášením materiálu zaměstnanci pracujícími na stanovištích. Pracovní čas (VA time) této varianty je 164s. Jak už bylo napsáno výše, rozpracovanost by řešily skluzavky a musely by pojmout 44 ks za směnu.

Návrh č. 2 je navrhnut jako rovná výrobní linka. Plocha, kterou zabírá je 18m². Velikost této plochy je menší, než u prvního návrhu, avšak opět ji zvětšují palety, které musí být u stanovišť. Skluzavky zde nejsou, protože se předpokládá s žádnou, nebo jen minimální rozpracovaností. Ta by se měla vejít na stůl, aniž by zabírala větší množství místa. Umístění krabic je stejné. Celkové časy přípravných a výrobních operací se také neliší. Pracovní čas (VA time) této varianty je 162s, odečteme-li posun po skluzavce, který odpadne. Rozpracovanost by v tomto případě neměla být.

Návrh č. 3 je navrhnut taktéž, jako výrobní linka, tentokrát bez použití palet. Počítá se zde s přinášením materiálu dalším zaměstnancem, jako u čtvrté varianty rozložení pracoviště. Je otázkou, jak by tento zaměstnanec stíhal lepit etikety, když by měl na starosti zásobování. Pokud by nestíhal lepení, musela by se do návrhu započítat rozpracovanost. V opačném případě by byl tok materiálu plynulý s nejmenší obsazenou plochou, která je 17m². A výroba by mohla probíhat s větší produktivitou. Pracovní čas (VA time) této varianty je 164s.

Návrh č. 4 představuje z části výrobní linka, která je zakončena skluzavkou a stanovištěm balení. Plocha této varianty je 19m². Zaměstnanec zásobující jednotlivá pracoviště nelepi etikety a zbytek času stráví jinou prací. Na balení se vytvoří za směnu rozpracovanost 245ks. Což je příliš moc. Pracovní čas (VA time) této varianty je 166s připočteme-li sjetí výrobku po skluzavce.

Varianta první se nehodí, protože zabírá velkou plochu a její časy vykazují rozpracovanost. Poslední, čtvrtá je ze všech nejhorší, má velmi vysokou rozpracovanost a navíc zaměstnává dalšího člověka. Její plocha je téměř shodná s plochou druhé varianty, ale nemá u stanovišť využívány palety. V úvahu by připadala varianta třetí, bez rozpracovanosti. Není zde zcela jasné, jak by zvládal zaměstnanec zásobující linku lepení etiket a zda by tím pádem nevznikala možná rozpracovanost. Z jednotlivých variant se pro firmu nejvíce hodí varianta druhá, ve které se oproti stávajícímu rozložení výroby zmenší pracovní plocha, materiálový tok bude plynulejší, bez rozpracovanosti, zmenší se pracovní čas (VA time) přibližně o třetinu z 234s na 162s a zůstane stejný počet zaměstnanců. V elektronické příloze práce jsou uvedeny rozměry pracovišť a mapování výroby.

9 ZÁVĚR

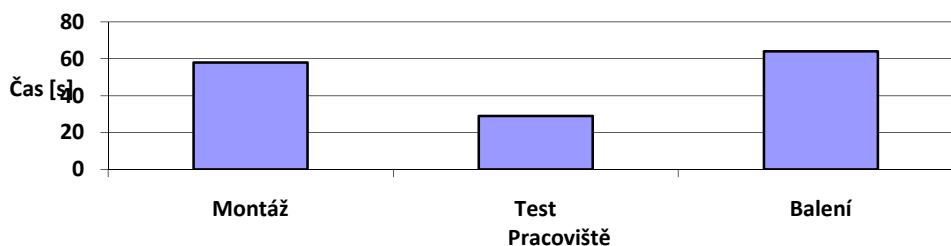
V práci jsou uvedeny historické začátky štíhlé výroby a dále přehled metod a pojmů štíhlé výroby. U vybraných metod je uveden příklad použití. Zkušenosti načerpané ze zpracování teoretické části jsem využil v části praktické aplikací štíhlé filozofie. Jednalo se o mapování materiálových toků, jehož výsledkem byla optimalizace toku výroby. Z mapování materiálových toků vznikl komplexní přehled výroby, tvořící velmi účinný nástroj k objevování plýtvání. Viz. 7.1. Detailnější studie pracovišť umožnila navrhnout spojení jednotlivých pracovišť do výrobní linky a vybalancování výrobních časů natolik, že se snížila rozpracovanost a snížil pracovní čas výroby. Viz. shrnutí. Jsou zváženy jak různé možnosti výroby, tak i možnosti vylepšení výrobních procesů. Především díky zaměstnancům firmy se podařilo práci vytvořit a splnit zadání. Komunikace s managementem a zaměstnanci pro mne byla vynikající životní zkušeností.

9.1 STRUČNÝ PŘEHLED VARIANT

Tabulka 19 Přehled variant 1 a 2

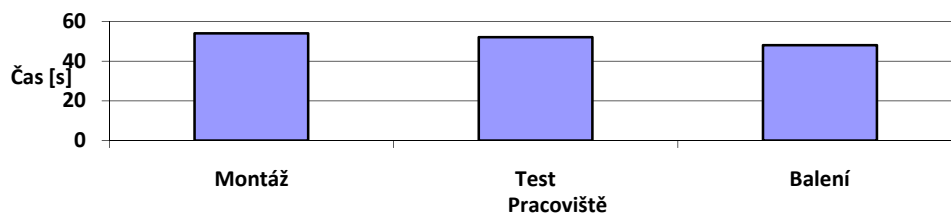
Varianta				
Pracoviště	1		2	
	Čas na výrobek	Zaměstnanců	Čas na výrobek	Zaměstnanců
	[s]	[-]	[s]	[-]
Montáž	58	2	54	2
Test	29	1	52	1
Balení	63	1	48	1
Součet	150	4	154	4
Reálný výstup [ks/směna]	405		472	
Teoretický výstup [ks/směna]	510		497	
Rozdíl (Teor. – Reál.) [ks]	105		25	
Standardní čas [min/výrobek]	4,200		3,600	
Vybalancovanost [%]	79%		95%	
Plocha [m ²]	24		18	

Vyváženost první varianty



Obrázek 21 Vyváženost návrhu č. 1

Vyváženost druhé varianty

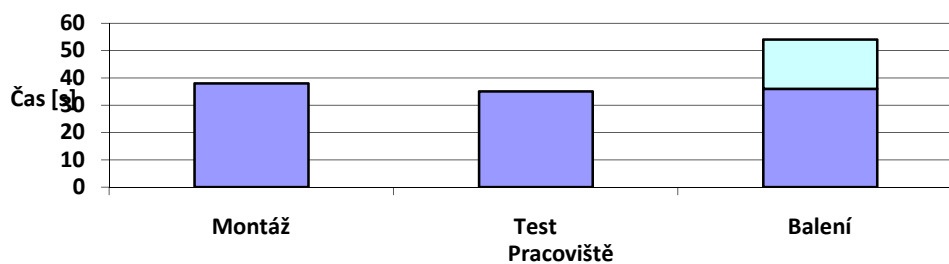


Obrázek 22 Vyváženost návrhu č. 2

Tabulka 20 Přehled variant 3 a 4

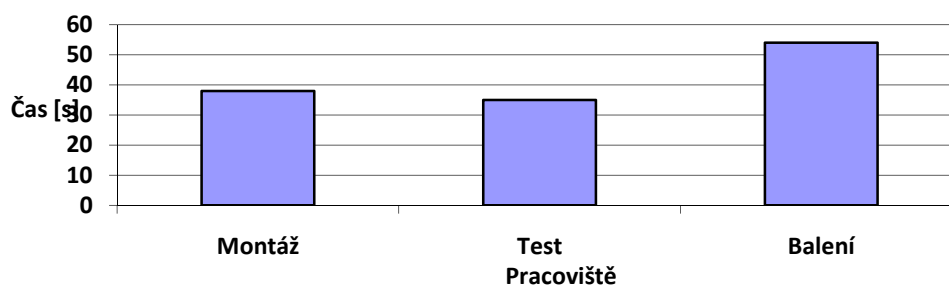
Varianta				
	3		4	
Pracoviště	Čas na výrobek	Zaměstnanců	Čas na výrobek	Zaměstnanců
	[s]	[-]	[s]	[-]
Montáž	38	1	38	2
Test	35	1	35	1
Balení	36	1	54	1
Součet	109	5	127	4
Reálný výstup [ks/směna]	671		472	
Teoretický výstup [ks/směna]	702		602	
Rozdíl (Teor. – Reál.) [ks]	31		130	
Standardní čas [min/výrobek]	3,167		3,600	
Vybalancovanost [%]	96%		78%	
Plocha [m ²]	17		18	

Vyváženost třetí varianty



Obrázek 23 Vyváženost návrhu č. 3

Vyváženost čtvrté varianty



Obrázek 24 Vyváženost návrhu č. 4

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. **Wikipedia.** Henry Ford. *www.wikipedia.org*. [Online] Wikimedia, 21. 5 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <http://en.wikipedia.org/wiki/Henry_Ford>.
2. **Zemánek, Josef.** Henry Ford (1863-1947) - zakladatel moderního automobilového průmyslu a tvůrce legendární Plechové Lízinky. *www.euroekonom.cz*. [Online] 10. 11 2005. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://www.euroekonom.cz/osobnosti-clanky.php?type=jz-ford>>.
3. **Wikipedia.** Ford model T. *www.wikipedia.org*. [Online] Wikimedia, 26. 4 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ford_model_T>.
4. **Wikipedia.** Tomáš Baťa. *www.wikipedia.org*. [Online] Wikimedia, 27. 4 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <http://cs.wikipedia.org/wiki/Tom%C3%A1%C5%A1_Ba%C5%A5a>.
5. **Leanglobal.** What is Lean? *www.leanglobal.org*. [Online] Global Network, 2008. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://www.leanglobal.org/what.asp?id=7>>.
6. **Toyotageorgetown.** History. *www.toyotageorgetown.com*. [Online] Toyota Motor Manufacturing Kentucky, Inc., 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://www.toyotageorgetown.com/history.asp>>.
7. **Bodás, Robert.** Lean company. *www.leancompany.cz*. [Online] LEAN company: systémy řízení, implementace štíhlé transformace, školení, 2006. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://www.leancompany.cz/historie.html>>.
8. **Strategosinc.** Lean Manufacturing History. *www.strategosinc.com*. [Online] Strategos, 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <http://www.strategosinc.com/just_in_time.htm>.
9. **Lean.** Lean Enterprise Institute. *www.lean.org*. [Online] Lean Enterprise Institute, Inc., 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://www.lean.org/WhoWeAre/LeanPerson.cfm?LeanPersonId=1>>.
10. **Liker, J.** *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York : McGraw-Hill, 2004. 330 s. ISBN 0-07-139231-9.
11. **Wikipedia.** The Toyota Way. *www.wikipedia.org*. [Online] Wikimedia, 21. 5 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <http://en.wikipedia.org/wiki/The_Toyota_Way>.
12. **Imai, M.** *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. New York : McGraw-Hill, 1997. 354 s. ISBN 0-07-031446-2.

13. **Wikipedia.** 5S (methodology). *www.wikipedia.org*. [Online] Wikimedia, 11. 5 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <[http://en.wikipedia.org/wiki/5S_\(methodology\)](http://en.wikipedia.org/wiki/5S_(methodology))>.
14. **Ohno, T., Bodek, N.** *Toyota production system: beyond large-scale production*. Portland, Or : Productivity Press, 1988. 143 s. ISBN 0-91-529914-3.
15. **Wikipedia.** 5 Whys. *www.wikipedia.org*. [Online] Wikimedia, 13. 2 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <http://cs.wikipedia.org/wiki/5_Whys>.
16. **London-electronics.** Andon. *London-electronics limited*. [Online] London-electronics, 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <http://www.london-electronics.com/france/andon_anim1.gif>.
17. **Rother, M., Shook, J.** *Learning to see*. Brookline : Lean Enterprise Institute, 2003. 112 s. ISBN 0-9667843-0-8.
18. **Businessknowledgesource.** Manufacturing info. *www.businessknowledgesource.com*. [Online] Businessknowledgesource, 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <http://www.businessknowledgesource.com/manufacturing/production_leveling_extended_entry_026155.html>.
19. **e-api.** Academy of Productivity and Innovations. *http://e-api.cz*. [Online] API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://e-api.cz/page/68344.heijunka/>>.
20. **Shingo, S., Dillon, A.** *A study of the Toyota Production System*. Cambridge : Productivity Press, 1989. 257 s. ISBN 0-91-529917-8.
21. **Imai, M.** *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. New York : Random House, 1986. 259 s. ISBN 0-39-455186-9.
22. **Hitomi, K.** *Manufacturing Systems Engineering*. Basingstoke : Taylor & Francis, 1996. 508 s. ISBN 0-74-840522-4.
23. **e-api.** Academy of Productivity and Innovations. *http://e-api.cz*. [Online] API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://e-api.cz/page/68346.balancovani-operaci/>>.
24. **Womack, J., Jones, D.** *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation, Revised And Updated*. New York : Free Press , 2003. 400 s. ISBN 0-74-324927-5.
25. **McBride, D.** The 7 Manufacturing Wastes. *www.emsstrategies.com*. [Online] EMS Consulting Group, Inc., 29. 8 2003. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html>>.

26. **Robinson, H.** Using Poka-Yoke Techniques for Early Defect Detection. *http://facultyweb.berry.edu*. [Online] Hewlett Packard Co., 1997. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://facultyweb.berry.edu/jgrout/pokasoft.html>>.
27. **Gatlineducation.** Lean Mastery. *www.gatlineducation.com*. [Online] Gatlin Education Services, 2008. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://www.gatlineducation.com/leandemo/rulestandardwork.htm>>.
28. **Wikipedia.** Takt time. *www.wikipedia.org*. [Online] Wikimedia, 11. 5 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <http://en.wikipedia.org/wiki/Takt_time>.
29. **e-api.** Academy of Productivity and Innovations. *http://e-api.cz*. [Online] API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://e-api.cz/page/68346.balancovani-operaci/>>.
30. **Nakajima, S.** *Introduction to TPM*. Cambridge : Productivity Press, 1989. 129 s. ISBN 0-91-529923-2.
31. **Fandmmag.** Value stream mapping. *www.fandmmag.com/*. [Online] Cygnus Interactive, 2009. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <<http://www.fandmmag.com/article/2008/sept/Figure2.jpg>>.
32. **Womack, D., Jones, T., Roos, D.** *The machine that changed the world : based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million dollar 5-year study on the future of the automobile*. New York : Rawson Associates, 1991. 323 s. ISBN 0-89-256350-8.
33. **VELUX.** BKR ČR Vyškov slaví desetileté výročí. *www.velux.cz*. [Online] VELUX a.s., 7. 10 2008. [Citace: 22. 5 2009.] Dostupný z <http://www.velux.cz/o_nas/tisk/tz-2008-10-07-10let-vyroci-bkr.htm>.
34. **Ruffa, A.** *Going lean : how the best companies apply lean manufacturing principles to shatter uncertainty, drive innovation, and maximize profits*. New York : American Management Association, 2008. 263 s. ISBN 978-0-8144-1057-8.

11 SEZNAM ZKRATEK

TPS - Toyota Production Systém – výrobní systém Toyota

JIT – Just In Time – právě včas

SMED – Single Minute Exchange of Die - přeměna výrobních procesů

TPM - Total Productive Maintenance – úplná údržba výroby

VSM – Value stream Mapping – mapování toku hodnot

CSM – Current State Map – stávající stav výroby

FSM – Future State Map – budoucí stav výroby

PDCA – Plan Do Check Act – plánovat, dělat, kontrolovat, jednat

VA – Value Adding – přidávající hodnotu

WIP – Work In Progress - rozpracovanost

FIFO – First In First Out – první dovnitř, první ven

12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Příklad ANDON tabule	- 23 -
Obrázek 2 Diagram vytížení linky.....	- 28 -
Obrázek 3 Nový diagram vytížení linky	- 28 -
Obrázek 4 IEEE 1394.....	- 31 -
Obrázek 5 Diagram vytížení linky a porovnání s časem taktu.....	- 33 -
Obrázek 6 Nový diagram vytížení linky a porovnání s časem taktu	- 33 -
Obrázek 7 Příklad stávajícího stavu výroby	- 36 -
Obrázek 8 Příklad budoucího stavu výroby	- 38 -
Obrázek 9 Stávající materiálový tok	- 43 -
Obrázek 10 Budoucí materiálový tok.....	- 44 -
Obrázek 11 Stávající rozložení pracoviště	- 45 -
Obrázek 12 Časy pracovišť pro stávající stav	- 50 -
Obrázek 13 Návrh č. 1	- 53 -
Obrázek 14 Časy pracovišť prvního návrhu	- 57 -
Obrázek 15 Návrh č. 2	- 58 -
Obrázek 16 Časy pracovišť druhého návrhu	- 60 -
Obrázek 17 Návrh č. 3	- 61 -
Obrázek 18 Časy pracovišť třetího návrhu	- 64 -
Obrázek 19 Návrh č. 4	- 65 -
Obrázek 20 Časy pracovišť čtvrtého návrhu	- 68 -
Obrázek 21 Vyváženost návrhu č. 1.....	- 72 -
Obrázek 22 Vyváženost návrhu č. 2.....	- 72 -
Obrázek 23 Vyváženost návrhu č. 3.....	- 73 -
Obrázek 24 Vyváženost návrhu č. 4.....	- 73 -

13 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Výrobní časy montáže	- 47 -
Tabulka 2 Výrobní časy testu	- 47 -
Tabulka 3 Časy balení.....	- 48 -
Tabulka 4 Přípravné časy montáže	- 48 -
Tabulka 5 Přípravné časy testu	- 49 -
Tabulka 6 Přípravné časy balení	- 49 -
Tabulka 7 Celkové přípravné časy montáže	- 55 -
Tabulka 8 Celkové přípravné časy testu	- 55 -
Tabulka 9 Celkové přípravné časy balení	- 56 -
Tabulka 10 Výrobní časy montáže pro Návrh č. 2.....	- 59 -
Tabulka 11 Výrobní časy testu pro Návrh č. 2.....	- 59 -
Tabulka 12 Výrobní časy balení pro Návrh č. 2.....	- 60 -
Tabulka 13 Výrobní časy montáže pro Návrh č. 3.....	- 62 -
Tabulka 14 Výrobní časy testu pro Návrh č. 3.....	- 63 -
Tabulka 15 Výrobní časy balení pro Návrh č. 3.....	- 63 -
Tabulka 16 Výrobní časy montáže pro Návrh č. 4.....	- 66 -
Tabulka 17 Výrobní časy testu pro Návrh č. 4.....	- 67 -
Tabulka 18 Výrobní časy balení pro Návrh č. 4.....	- 67 -
Tabulka 19 Přehled variant 1 a 2.....	- 72 -
Tabulka 20 Přehled variant 3 a 4.....	- 73 -