

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Zvýšení efektivity výrobních procesů

Increasing efficiency in the production process

STUDIJNÍ PROGRAM

Ekonomika a management

STUDIJNÍ OBOR

Řízení a ekonomika průmyslového podniku

VEDOUcí PRÁCE

Ing. Daniel Toth, Ph.D.

ČADA

JAN

2017

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Čada	Jméno:	Jan	Osobní číslo:	437777
Fakulta/ústav:	Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS)				
Zadávací katedra/ústav:	Oddělení manažerských studií				
Studijní program:	Ekonomika a management				
Studijní obor:	Řízení a ekonomika průmyslového podniku				

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:
Zvýšení efektivity výrobních procesů

Název bakalářské práce anglicky:
Increasing efficiency in the production process

Pokyny pro vypracování:
CÍL: Cílem této bakalářské práce je zanalyzovat stav výrobních procesů v průmyslovém podniku a navrhnout způsob zvýšení efektivity výrobních procesů.
PŘÍNOS: Přínosem práce je návrh na snížení nákladů a navrzení efektivnějšího systému v podniku.
OSNOVA: 1. Úvod, 2. Teoretická část - procesní řízení, hlavní nástroje používané k řízení efektivity.
3. Praktická část - představení společnosti, analýza současného stavu, návrhy zvýšení efektivnosti, analýza efektivnosti.
4. Závěr

Seznam doporučené literatury:
WOHE, G., KISLINGEROVÁ, E., Úvod do podnikového hospodářství, Praha: C. H. Beck, 2007.
MASAAKI, I. Kaizen : Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Brno: Computer Press, 2004.
LHOTSKÝ, O. Organizace a normování práce v podniku. Praha: ASPI, 2005.
FOTR, J. Tvorba strategie a strategické plánování: teorie a praxe. Praha: Grada, 2012.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:
Ing. Daniel Toth, Ph.D. MÚVS ČVUT v Praze, oddělení ekonomických studií

Jméno a pracoviště konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: 5. 12. 2016 Termín odevzdání bakalářské práce: 5. 5. 2017
Platnost zadání bakalářské práce: 31. 8. 2018

Podpis vedoucí(ho) práce

Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

- 5 - 05 - 2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

ČADA, Jan. *Zvýšení efektivity výrobních procesů*. Praha: ČVUT 2017. Bakalářská práce.
České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV
VYŠŠÍCH STUDIÍ
ČVUT V PRAZE**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne 18.05. 2017

Podpis:

Poděkování

V první řadě bych rád poděkoval mému vedoucímu panu Ing. Danielu Tothovi, Ph.D. za odborné a cenné rady při tvorbě této bakalářské práce. Poděkování též patří mé nejbližší rodině, která mě podporovala nejen při tvorbě závěrečné práce, ale i po celé roky studia. A na závěr bych také rád poděkoval mému dlouholetému příteli Kryštofu Benkovi za společné roky strávené u studia.

Abstrakt

Bakalářská práce pojednává o problematice zvyšování efektivity výrobního procesu. Teoretická část je věnována procesnímu řízení, štíhlé výrobě a nástrojům k řízení efektivity výrobního procesu. V praktické části je nejprve analyzován současný stav konkrétní výrobní linky, která produkuje statory do elektromotorů. A na základě této analýzy je navržen nový výrobní proces, který zvyšuje efektivnost. Závěrem lze rozpoznat nežádoucí druhy plýtvání, které mají vliv na výkonnost průmyslového podniku. Odstraněním neefektivního plýtvání se uspoří část výrobních nákladů.

Klíčová slova

Štíhlá výroba, výrobní linka, Kaizen, 5S, MUDA, Toyota Production System

Abstract

This bachelor thesis deals with the issue of increasing efficiency in the production process. The theoretical part is devoted to procedural management, lean manufacturing and tools, that increase efficiency in the production process. Theoretical part analyzes the current status of the production line, which produces stators in electric motors. Based on the analysis, a new production process is proposed to increase efficiency. In conclusion undesirable types of wastes can be identified. Waste has an impact on the prosperity of the industrial company. Removing waste will save production costs.

Key words

Lean manufacturing, production line, Kaizen, 5S, MUDA, Toyota Production System

Obsah

Úvod do problému	10
Teoretická část.....	12
1 Procesní řízení.....	13
2 Štíhlá výroba – Lean management	15
2.1 Historie	16
2.2 TPS (Toyota production system).....	16
2.2.1 Just in Time	17
2.2.2 Jidoka	18
2.3 MUDA	19
2.4 Kanban.....	20
2.5 KAIZEN.....	20
2.6 Metoda 5S.....	22
2.7 Kontinuální výrobní tok.....	22
2.7.1 Line balancing	23
2.7.2 Takt time.....	23
2.7.3 Cycle time	24
Praktická část	25
1 PRAKTICKÁ ČÁST.....	26
1.1 Představení společnosti	26
1.2 Historie	26
1.3 Organizační struktura	27
1.4 Charakteristika společnosti.....	28
2 Analýza současného stavu	29
2.1 Ekonomika podniku.....	29
2.2 Lidské zdroje.....	30

2.3	Export.....	31
2.4	Výrobní program.....	32
2.5	Výrobní kapacita a takt time linky.....	33
2.6	Současná situace výrobní linky.....	34
2.6.1	Současné dispoziční řešení.....	35
2.6.2	Popis současného výrobního procesu.....	36
2.6.3	Analýza cycle time před návrhem.....	36
2.6.4	Původní časový diagram vytížení operátorů.....	38
3	Nový návrh řešení a reorganizace výrobního procesu.....	39
3.1	Popis návrhu výrobního procesu.....	39
3.2	Návrh CT podle nového uspořádání.....	40
3.3	Diagram časového vytížení operátorů podle návrhu.....	42
3.4	Ergonomie.....	43
4	Přínos z navrhovaného řešení.....	43
	Závěr.....	45
	Seznam použité literatury.....	46
	Seznam použitých zkratk.....	47
	Seznam tabulek.....	47
	Seznam obrázků.....	48

Úvod do problému

Zvyšování efektivity výrobních procesů v průmyslovém podniku je v dnešní době jeden z nejdůležitějších způsobů, jak zaujmout výhodnou pozici na trhu. Vlivem konkurence a nástupu nových a leckdy lepších podnikových filosofí a technologií je zapotřebí hledat stále nové způsoby efektivního vedení průmyslového podniku. Právě tyto kroky mohou podniku pomoci při výrobním procesu a mohou mít pozitivní vliv na hospodářský výsledek.

Obecně lze říci, že výrobní proces je složen z několika výrobních operací, činností a úkonů, ve kterých se mohou vytvářet určité neefektivity. Výsledkem celého procesu je hotový výrobek, který při přeměně ze vstupního materiálu projde několika dílčími operacemi, které na sebe vážou jednotlivé zdroje. Efektivní průběh celého výrobního procesu se později promítne na konečné hodnotě pro zákazníka, tedy konečné hodnotě na trhu. Neefektivity je nutno odstranit, aby se předcházelo nežádoucím situacím, které mohou vyvolat ztráty pro podnik a následnou konkurenční nevýhodu.

Na základě rešerše odborné literatury je v teoretické části vymezen pojem procesní řízení, z kterého vychází filosofie LEAN management neboli štíhlá výroba, která je úzce spojena s výrobním systémem Toyota (TPS). Poté následují základní metody a nástroje štíhlé výroby jako KAIZEN, JIT, 5S a další, které jsou nápomoci k odstranění neefektivit a eliminaci ztrát.

V praktické části je rozebrán konkrétní výrobní proces v průmyslovém podniku, který produkuje pohonné jednotky do elektrických vysokozdvížných vozíků. Podnik se řadí mezi úspěšné podniky využívající filosofii štíhlé výroby (lean), avšak to neznamená, že by neměli neustále inovovat a zdokonalovat výrobní proces. Konkrétním problémem je, že výrobní linka tvoří neefektivní časové rezervy v jednotlivých výrobních operacích, které je zapotřebí odstranit. S přihlédnutím na teoretický podklad jsou tyto operace analyzovány a na základě této analýzy je navrženo nové uspořádání výrobní linky. Jedním z důvodů nového návrhu výrobní linky je optimalizace nákladů. Tento fakt je důsledkem tlaku na snížení cen z pohledu zákazníka. Eliminací výrobních neefektivit se sníží požadavek počtu operátorů na výrobní lince, a tím se sníží náklady.

Cíle

Cíl této bakalářské práce je navrhnout lepší a efektivnější řešení výrobního procesu. Z celého výrobního procesu vhodně zvolit konkrétní výrobní linku, která je v aktuální době nejvytíženější, analyzovat současný stav a na základě analýzy navrhnout řešení, které zvýší efektivitu při výrobě produktů. Nové řešení jsou realizovány pod myšlenkou snížení nákladů na výrobu a tím i celého výrobního procesu v podniku. Závěrem práce je odhalení dopadu tohoto řešení na výrobní stav a výpočet úspory ročních výrobních nákladů.

Metodika

V podniku X jsme společně s vedoucím výroby v hale M1B definovali možný neefektivní proces na konkrétní výrobní lince, která produkuje statory do elektromotorů. K řešení problému jsem zvolil analýzu celého výrobního procesu s důrazem na jednotlivé časy operací, dispoziční řešení výrobní linky a rozmístění lidských zdrojů okolo výrobního prostoru.

Poté probíhalo měření času jednotlivých operací na každém stanovišti výrobní linky. Celkem na výrobní lince je původně nastaveno 7 operací, které probíhají závisle na sobě. Zde se tvoří určité rezervy, které je potřeba odstranit, aby docházelo k plynulému toku materiálu. Následnou reorganizací výrobních procesů a jednotlivých operací se mohou tyto časové rezervy snížit a může tak dojít i k celkovému snížení nákladů.

Teoretická část

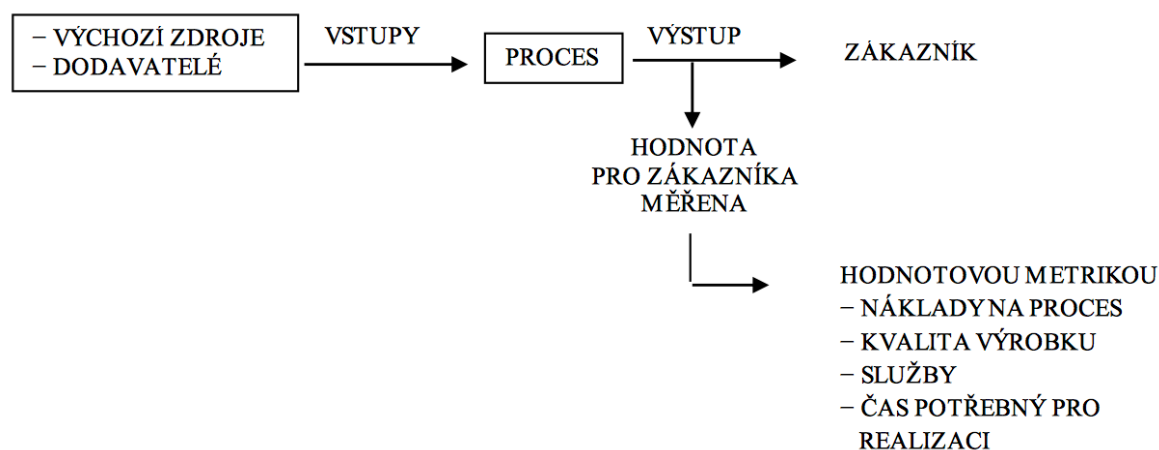
1 Procesní řízení

Na úvod v této kapitole je nezbytné definovat pojem proces, jenž je základním kamenem procesního řízení. Proces je souhrn všech činností postupující mezi pracovníky nebo organizačními útvary, které s sebou přenáší lidské, finanční a materiální vstupy. Výstupem těchto procesů je finální produkt, tedy hodnota pro zákazníka. [9]

Grasseová uvádí, že proces je soubor návazných pracovních činností, které se realizují napříč celou podnikovou strukturou [7]

Procesní řízení je v průmyslovém inženýrství neopomenutelným pojmem. Jeho základní charakteristika spočívá ve schopnosti včasné změny na rostoucí požadavky zákazníka. Úspěšná realizace procesního přístupu je důsledná a dlouhodobá činnost, která musí být podpořena vrcholným managementem. V této činnosti při dosahování požadovaných cílů musí být zapojeni všichni zaměstnanci, kteří se společně podílejí na výrobních činnostech. [8]

Šmída ve své knize uvádí, že procesní řízení je ucelený soubor systémů, výrobních postupů a metod pro zajištění neustálého zvyšování výkonnosti podniku a zlepšování výrobních procesů, které vychází z jasně definovaného cíle podniku. Plynulý, hospodárný a efektivní výrobní proces je nedílnou součástí moderního a prosperujícího podniku, který je schopen přizpůsobit se zákazníkům a naplnit jejich požadavky. [8]



Obrázek 1: schéma procesního řízení

zdroj: [10]

1.1. Historie

V dobách první lidské civilizace můžeme jednoduše nalézt první známky managementu. Lze předpokládat, že například při výstavbě pyramid nebo jiných staveb musela fungovat určitá hierarchie. Růst civilizace vyžadoval nastavení příslušných pravidel a řádu, což bylo klíčem k úspěchu nad nepřítelem.

Až v 19. století vzešla najevo potřeba účelně popsat různé etapy vedení podniku. Klasickou teorii managementu střídal etapy psychologicko-sociálního přístupu, systémového přístupu, kvantitativního přístupu a funkčního přístupu, jenž je předchůdce moderního procesního řízení. [10]

Přechod z funkčního řízení na procesní řízení nastalo vlivem masové produkce, kdy zákazníci měli odlišné požadavky a potřeby. Funkční řízení mělo v tomto ohledu jisté nedostatky a došlo k postupnému vystřídání procesním řízením. Rozdíly mezi těmito přístupy jsou, že funkční přístup se zaměřuje převážně na výsledek, zatímco procesní řízení analyzuje nejen výsledek, ale i průběh celého procesu. Analýzou jednotlivých činností a operací se může úspěšně optimalizovat celý výrobní proces a tím uspokojit potřeby zákazníka. [10]

1.2. Rozdělení procesů

V podniku je celá řada procesů, které se liší svými vlastnostmi, strukturou, dobou trvání, náročností nebo významností. Proto je nezbytné je rozdělit do těchto tří smysluplných celků. Členění je jednoduché, srozumitelné a lehce pochopitelné k identifikaci a následné realizaci řízení procesů. [7]

1. **Hlavní procesy** – Tvorba hodnot pro zákazníka k dosažení strategických cílů
2. **Řídicí procesy** – řízení výkonnosti podniku
3. **Podpůrné procesy** – podpora hlavních procesů, zajištění bezchybného chodu podniku

2 Štíhlá výroba – Lean management

Pojem štíhlá výroba neboli štíhlost podniku je v moderních průmyslových podnicích velmi často používaný termín. Vyrábět stejně nebo více produktů za nižší náklady je sen každého podniku. Zeštíhlování je týmová souhra průběžného zlepšování výrobních procesů a snaha přiblížit se k dokonalosti výroby. Tento způsob ovšem nemůže být chápán jako neustálé a agresivní snižování nákladů, pokud je takto chápán, tak je předurčen k zániku. Hlavním cílem je rozpoznání určitých způsobů plýtvání a následná snaha odstranit faktory, které plýtvání způsobují. [1]

Podstatou je řízená a dlouhodobá eliminace faktorů, které podniku nepřidávají žádnou hodnotu. Tento způsob podnikového řízení není aplikován jen u přímé výroby, ale i na širších činnostech podniku včetně dopravy, logistiky, komunikace, organizace a infrastruktury. [3]

Základní principy lean managementu:

- 1.) Schopnost porozumět, co zákazník považuje za hodnotu.
- 2.) Identifikace současného stavu – zhodnotit, které činnosti jsou přebytečné, a naopak které podniku přidávají hodnotu.
- 3.) Snaha o eliminaci nadvýroby – zavedení plynulého toku polotovarů bez zbytečných prostojů a meziskladů
- 4.) Výrobní činnost aktivovat pouze v případě zájmu zákazníka. Nevytvářet zbytečné zásoby na skladě.
- 5.) Hledání optimální výrobní činnosti bez zbytečných ztrát a snaha o přiblížení se k dokonalé výrobě

Košturiak a Frolík ve své knize charakterizují významné prvky štíhlé výroby a řadí je do těchto skupin: [5]

- Štíhlé uspořádání podnikových útvarů
- Práce v týmu
- Kanban

- TPM
- Štíhlá výrobní linka
- Kaizen

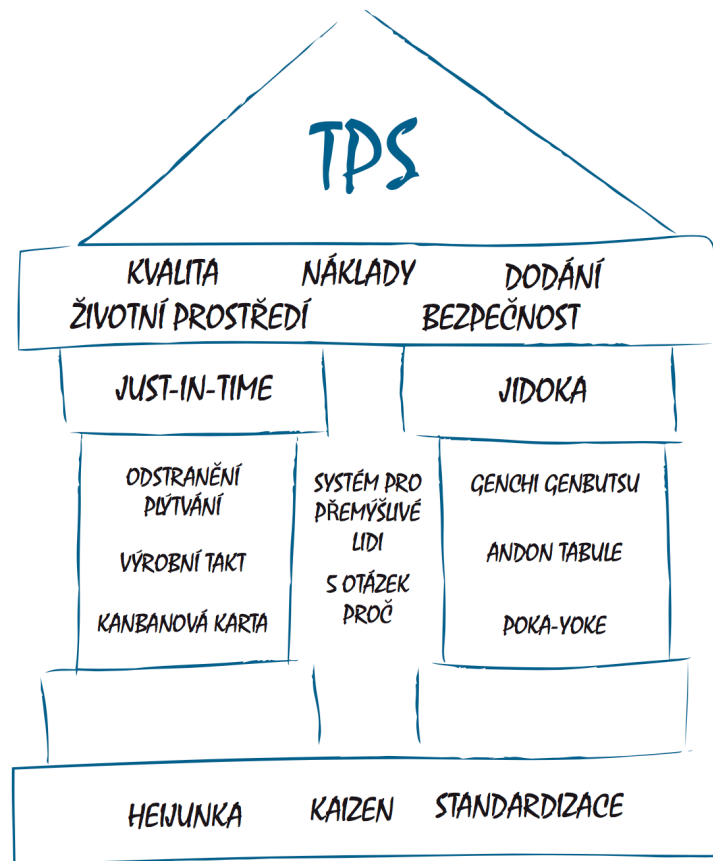
2.1 Historie

První užití pojmu Lean management se vyskytlo v knize od Jamese Wormacka (The machine that changed the world). Jedná se o způsob výroby, který byl poprvé použit ve výrobě v podniku Toyota v Japonsku ve městě Nagoya. Toyota jej nazvala TPS (Toyota production system) a byla také první firmou, která techniky zeštíhlování aplikovala. Obecný pojem Lean manufacturing vychází právě z TPS. A to z důvodu zobecnění pojmu, tak aby nebyl spojen jenom s firmou Toyota. [4]

2.2 TPS (Toyota production system)

Po druhé světové válce v 50. letech byl japonský průmysl utlumen, a bylo nutno zaujmout nové a lepší postavení vůči světu. V té době byla Toyota pouze menším podnikem, který vyráběl nákladní auta. Henry Ford, jenž byl v té době výhradním a velmi úspěšným producentem osobních automobilů v USA, inspiroval firmu Toyota natolik, že se též rozhodla produkovat osobní automobily. Za obrovským úspěchem japonské firmy Toyota stojí výrobní ředitel Taiichi Ohno, který začal své techniky zeštíhlování pozitivně aplikovat na výrobní činnosti a vyzdvihl Toyotu na konkurenceschopné tržní postavení. [5]

Taiichi Ohno v knize Toyota production system: beyond large-scale production v úvodu popisuje proč je Toyota tak stabilní a prosperující podnik. Jeho reakce je velmi jednoduchá „vše co děláme je, že sledujeme čas“. Vysvětluje, že zkrácením času a vyřazením nežádoucích činností se zvýší efektivita celého procesu mezi objednávkou od zákazníka až do příjmu hotovosti. [2]. Liker píše „*Taiichi Ohno považoval za zásadní druh plýtvání nadprodukcí, jelikož ta způsobuje největší podíl plýtvání. Vyrábět více než chce zákazník při jakékoliv operaci ve výrobním procesu nutně vede k růstu zásob kdekoliv v procesu*“ [Liker; 2007; str. 29]. Košturiak též uvádí, že plýtvání je všechno, co podniku zvýší náklady, ale nepřidá žádnou hodnotu. [5]



Obrázek 2: schéma TPS budova

zdroj: [15]

Toto schéma představuje pyramidu TPS. TPS je postaveno na dvou základních kamenech Just In Time a Jidoka. Oba pojmy jsou nastíněné v následujících kapitolách. Výrobní systém TPS je založen na společném sdílení hodnot, výrobních postupů a znalostí, které vedou k optimalizaci kvality díky neustálému zlepšování a odstraňování nežádoucího plýtvání přírodními, podnikovými a lidskými zdroji.

2.2.1 Just In Time

Z angličtiny se pojem „just in time“ překládá do češtiny „právě včas“. Pojem just in time (dále JIT) popisuje Ohno ve své knize Toyota Production System: Beyond Large-Scale production jako koncepci, která střídá klasický výrobní systém tím, že je nutno postupovat při analýze výrobních požadavků nikoli od prvního procesu k poslednímu procesu, ale od posledního procesu k prvnímu procesu. Tímto postupem je možno docílit přísun

požadovaného materiálu na další pracoviště (proces) právě včas. Ohno si je vědom, že poslední operace spojená s odbytem produktu je důležitá k identifikaci předchozích výrobních požadavků. Tento obrácený postup tahá produkty z výrobních procesů právě v takovém množství, které je schopen vyprodukovat proces předchozí. Z toho lze tento systém nazývat „pull system“. [2]

Podstatou této metody je včasné dodání materiálu, polotovaru nebo hotového výrobku v požadované kvalitě a v přesně stanoveném času a za nejnižší možné náklady. [13]

Principy metody JIT

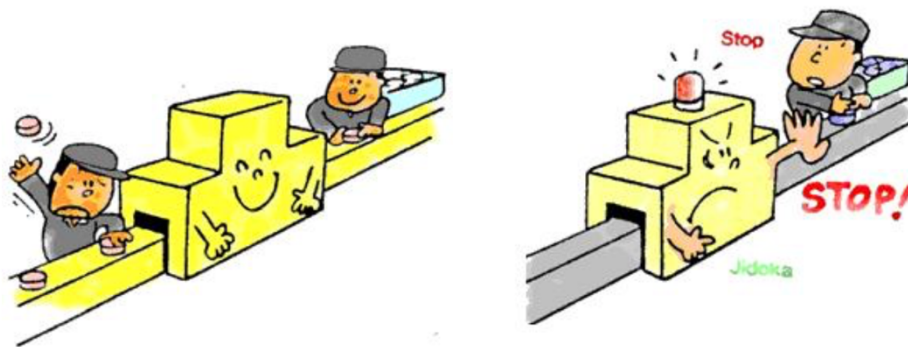
- Plánování, zakázková výroba
- Eliminace zásob
- Snížit nadprodukce
- Odstranění zbytečných pohybů
- Zvýšit plynulé toky ve výrobě
- Odstranění nadbytečných zaměstnanců
- Realizace jasné a dlouhodobé strategie

2.2.2 Jidoka

Jidoka je japonská metoda, využívaná již při prvních podnikových krocích zakladatele Toyoty. Spolu s metodou JIT tvoří základní kameny štíhlé výroby (viz. Obrázek 2: TPS). Princip spočívá v tom, že při výskytu jakékoli neočekávané skutečnosti ve výrobním procesu je nutno zastavit celý výrobní cyklus, tak aby byla nalezena příčina defektu a byl defekt účelně odstraněn. V případě nezastavení cyklu může docházet k nežádoucím odpadům a ztrátám. [12]

Jidoka v pěti krocích: [16]

- najít **odchylku** výrobního procesu
- **zastavení** celého procesu
- **odstranit**, či opravit v momentálním stavu
- nalezení **vadného prvku**, který neočekávanou skutečnost spustil
- shodnout se na celkové nápravě a **protiopatření**



Obrázek 3: ilustrační schéma jidoka

zdroj: [16]

z modelu budovy TPS (obrázek 1) lze vypožorovat, že ve sloupci jidoka se uvádějí i 3 další pojmy navíc, jedná se o tyto pojmy:

genchi genbtsu – japonské spojení slov, které znamená doslova „jdi a podívej se“. Podstatou je osobní setkání a seznámení s problémem.

andon tabule – název napovídá, že se jedná o tabuli. Tabulka slouží k signalizaci aktuálního stavu výrobních linek. Slouží i v případě signalizace poruchy, aby právě došlo k včasnému zastavení výroby.

poka-yoke – úloha principu poka-yoke je zabránit potencionálním chybám způsobené člověkem, ať už nepozorností, nebo neúmyslnou chybou. Chyby se odhalí dvěma způsoby. Buď upozorněním tak, že pracovník dá jasně najevo vzniklou chybu zvukovým nebo barevným upozorněním (kontrolky, zvukové sirény). Nebo omezením, které signalizuje samotné zařízení o výskytu určité chyby. Chyba může spočívat v odchylce od tvaru, teploty, rozměru, které neumožňují další pokračování ve výrobním procesu. [15]

2.3 Muda

Japonské slovo vyjadřující plýtvání. Jak již bylo zmíněno v kapitole (2.2) plýtvání je všechno co podniku zvýší náklady, ale nepřidá zákazníkovi žádnou hodnotu [5]. Zde uvádím 7 typů plýtvání:

- Nadvýroba – Pokud se vyrábí více, než je stanovený výrobní plán na základě poptávky, dochází k plýtvání materiálu, lidských zdrojů, zařízeními a energií. Dle Taichi Ohno jsou tyto nadprodukce horší, než kdyby podnik vyráběl méně, než je poptávka.
- Zásoby – zbytečné zásoby všech typů materiálů, vstupního i výstupního je určitá forma plýtvání. Vyplňují místo, které může být užitečnější v podnikových prostorách. Manipulace se zásobami vyžaduje další možné zbytečné výdaje.
- Vadné kusy – pokud je ve výrobě identifikován velký počet vadných kusů, může se narušit plynulý tok materiálu, což je nežádoucí efekt.
- Pohyb – každý zbytečný pohyb pracovníka zvyšuje podniku výrobní náklady
- Neefektivní postup – Špatně nastavené uspořádání výrobní linky vede ke zbytečným prodlevám, které podniku nepřidávají žádnou hodnotu.
- Doprava – nesprávné logistické řešení uvnitř podniku, ale i mimo něj. Dlouhé čekání na vstupní materiál zpříčiňuje tvorbu neefektivních časových rezerv, a to má za následek zvýšení nákladů
- Čekání – Pokud pracovník vloží kus do stroje a čeká se na dokončení operace, jedná se taky o tvorbu neefektivit a plýtvání časem. [2]

2.4 Kanban

Kanban je japonský pojem, který v překladu znamená štítek, či cedule. Podle Taichiho Óno je kanban důležitým prostředkem k dosažení požadovaného výsledku metody Just-in-time (JIT). Kanban je vizuální systém znázorňující množství kusů, které je potřeba právě vyrobit. Podstatou je snížení zásob a tím i výrobních nákladů. Podle Likera se jedná systém, který v případě potřeby vydá signál k doplnění žádaného materiálu nebo k začátku operace. [14]

2.5 Kaizen

Historicky je metoda kaizen spojena s firmou Toyota, ve které se tento termín začal v roce 1986 poprvé užívat. Otcem této filosofie je Imai Mssaki [5]. Z japonského

překladu nám pojem kaizen napovídá podstatu této filosofie. Pojem vznikl spojením dvou japonských slov „kai“, které v překladu znamená změna a „zen“, které z překladu znamená lepší. Obecně je tato metoda chápána jako neustálé zlepšování celého výrobního procesu ve všech podnikových útvarech. [5]

„Podstata pojmu Kaizen je jednoduchá a jasná: Kaizen znamená zlepšování a zdokonalování. [11]

Kaizen je nutno provádět stále dokola a vyžaduje zapojení všech pracovníků od vrcholného managementu až po pracovníky u výrobních linek. Imai ve své knize zdůrazňuje, že tato filosofie se může využít i mimo pracovní prostředí, například v domácnosti. Může jednoduše ovlivnit náš způsob života a zdokonalit dosavadní živobytí [11]

V Japonsku je tato metoda s oblibou nazývána jako podnikatelská filosofie, která je založená na těchto bodech

- Společná touha po hodnotách a kvalitě
- Pečování o společné věci
- zaměstnanecké osobní zapojení do problému
- společná i osobní radost při úspěchu
- Výkonný lídr se zapálením a bohatými zkušenostmi

Imai ve své knize srovnává techniky používané v japonských a v západních průmyslových podnicích. Kritizuje západní společnost a práci s lidskými faktory ve výrobním procesu. Západní společnost bere lidský faktor jako výkonnostní množinu, která se hodnotí jen podle výsledku. Naopak Imai uznává zaměstnance jako živé zdroje, kteří mají každý odlišné zájmy a potřeby. Podstatou je sdílení podnikových hodnot, tak aby celý tým podával stabilní výkony. To vede k neustálému zdokonalování v celém procesu. [11]

2.6 Metoda 5S

Z názvu této metody lze odhadnout, že se jedná o metodu o pěti prvcích. 5 japonských prvků, které reprezentují 5 činností začínajících na písmeno S. Níže uvedené činnosti, by měli být účelně realizovány v každém podnikovém útvaru. [14]

- Seiri – (Separovat) činnost, při které jsou veškeré zbytečné předměty, nástroje, pomůcky odstraněny z pracovního místa. Důvodem je zachování pořádku a přehlednosti na pracovišti, aby se pracovníkovi zkrátila doba při hledání důležitějších předmětů.
- Seiton – (systematizovat) další činnost zaměřená na účelné uspořádání důležitých předmětů na pracovišti. Podstatou je minimalizace času při hledání potřebného předmětu. Uspořádáním se rozumí, aby každý předmět měl své vyhraněné místo, o kterém pracovník ví. Mělo by platit, že potřebnější předměty jsou pro pracovníka lépe dostupné než předměty, které jsou využívány výjimečně.
- Seiso – (čistění) Tímto pojmem je myšleno, aby každý předmět byl vrácen na svá místa. Nesmí docházet k nakupení předmětů, které nejsou na pracovišti aktuálně potřebné.
- Seiketsu – (standardizovat) V této činnosti je kladen důraz na dodržení výrobního řádu. To znamená dodržování výrobního postupu, pořádku a čistoty v přesně vymezeném času (zpravidla na začátku a konci pracovní doby).
- Shitsuke – (stabilizovat) Nutnost dlouhodobě udržet nastavený režim v pracovišti. Lze udržovat zaměstnaneckou morálku tréninkem a motivací.

2.7 Kontinuální výrobní tok

Zásada štíhle výroby je, aby materiálový výrobní tok byl kontinuální neboli plynulý. Čím jsou menší časové výkyvy mezi jednotlivými operacemi, tím je proces plynulejší a je menší riziko tvorby neefektivních časových rezerv. Cílem je nepřetržitý sled jednotlivých operací, ve kterém je veden materiálový tok až po finální produkt. Výrobní operace musí být nastavené tak, aby následná operace brala to, co je produktem operace předchozí. Takové nastavení sledu jednotlivých operací může

být prostorové uspořádání do tvaru U, což má za následek snížení celkových pohybů u výrobní linky – muda pohybu (viz. Kapitola 2.3). [12]

Správné uspořádání výrobních operací vede k tomu, aby každý operátor vykonával svoji část práce přibližně stejně dlouho, jako ostatní operátoři. Výhoda tohoto systému není jen, že se polotovary předávají hned vedle na navazující operaci, ale i možnost rotace operátorů na jednotlivých stanovištích. [13]

Tento systém by měl být nastaven za účelem, aby na každé výrobní lince bylo možno vyrábět většinu druhů výrobků. Pokud by tomu tak nebylo a každá výrobní linka by vyráběla pouze jeden typ, pracovníci by museli reagovat na aktuální poptávku změnou pozici u výrobní linky. Za tímto systémem stojí firma Toyota, která buňky koncipovala tak, aby minimalizovala náklady na výroby odlišných druhů výrobků i s nižší poptávkou. [6]

Na tuto kapitolu úzce navazují pojmy line balancing, takt time a cycle time, které uvádím v praktické části této bakalářské práce.

2.7.1 Line balancing

Již zmíněné vyrovnání operačních časů v předchozí kapitole (viz. Kapitola 2.8) je základem pro plynulý tok materiálu. Při stavbě line balancing nelze opomenout na důležitou hodnotu takt time (TT – viz kapitola 2.8.2). Takt time je hodnota, z které je určeno optimální časové vytížení na jednotlivých operacích s přihlédnutím k aktuální poptávce. Line balancing představuje grafický souhrn všech operací, znázorňující časovou hodnotu cycle time (CT – viz kapitola 2.8.3.).

2.7.2 Takt time

Hodnota TT (takt time) je významná součást filosofie LEAN, který slouží jako základní ukazatel. Takt time vychází ze vzorce č. 1. Je to poměr mezi disponibilním časovým fondem a požadavkem zákazníka neboli poptávkou. Vypočtená hodnota TT je čas, který definuje, jak rychle se musí dokončit jeden kus výrobku, aby byla naplněna poptávka. Ve štíhlé výrobě je žádoucí, aby se CT co nejvíce blížila TT. V praxi to znamená, aby podnik produkoval přesný počet kusů výrobků, kolik požaduje zákazník. [15]

$$TT = \frac{D\check{C}F[\text{min}]}{\text{kapacita}[\text{ks}]} \quad (1)$$

2.7.3 Cycle time

Cycle time neboli čas cyklu je hodnota, která reprezentuje čas potřebný na dokončení jedné operace (cyklu). Liší se od TT tím, že její hodnota se dá ovlivnit přímo ve výrobním procesu. Hodnota CT je závislá na uspořádání výrobní linky, operátory nebo vytížením strojů. Cycle time se rozumí jakýkoli úkon, pohyb (vyjmutí ze stroje, vsunutí do stroje). Je to skutečný čas potřebný pro práci stroje i operátora.

V těchto dvou důležitých hodnotách CT a TT je nutno nalézt závislost, z důvodu naplnění poptávky neboli požadavku zákazníka. Mezi těmito hodnotami musí platit vztah:

$$CT \leq TT \quad (2)$$

Pokud je CT menší, než TT znamená to, že výrobní proces vyrábí rychleji, než je požadovaná poptávka. Tento fakt podniku způsobí druh plýtvání v podobě nadvýroby. Pokud je hodnota CT stejná jako hodnota TT znamená to, že byla dokonale naplněna poptávka neboli požadavek zákazníka. [6]

Praktická část

1 PRAKTICKÁ ČÁST

1.1 Představení společnosti

Společnost X je strojírenský podnik, který se zabývá výrobou vysokozdvížných vozíků, řídicích a pohonných systémů. Společnost je vedena u krajského soudu v Českých Budějovicích se sídlem Jilemnická 789, České Budějovice. Právní forma této společnosti je s.r.o., tedy společnost s ručením omezeným. Datum zápisu do obchodního rejstříku je 24. března 1993. Předmětem podnikání této společnosti je výroba, obchod a služby. Statutární orgán společnosti zaujímá pouze jeden jednatel jménem Ing. Karel Jílek se sídlem V Kapli 8, Český Krumlov.

Společnost X si vydobyla za své počínání přední místo ve výrobě pohonných jednotek ve světě. Je dceřinou společností velké světové společnosti Z a právě do této společnosti Z exportuje velkou část svých výrobků. Ovšem export výrobků se realizuje i do ostatních společností, například do USA nebo Číny. Úspěch firmy spočívá i v zaměstnancích, v roce 2014 bylo evidovaných 270 a následný rok 2015 se číslo zvedlo o 100 zaměstnanců.

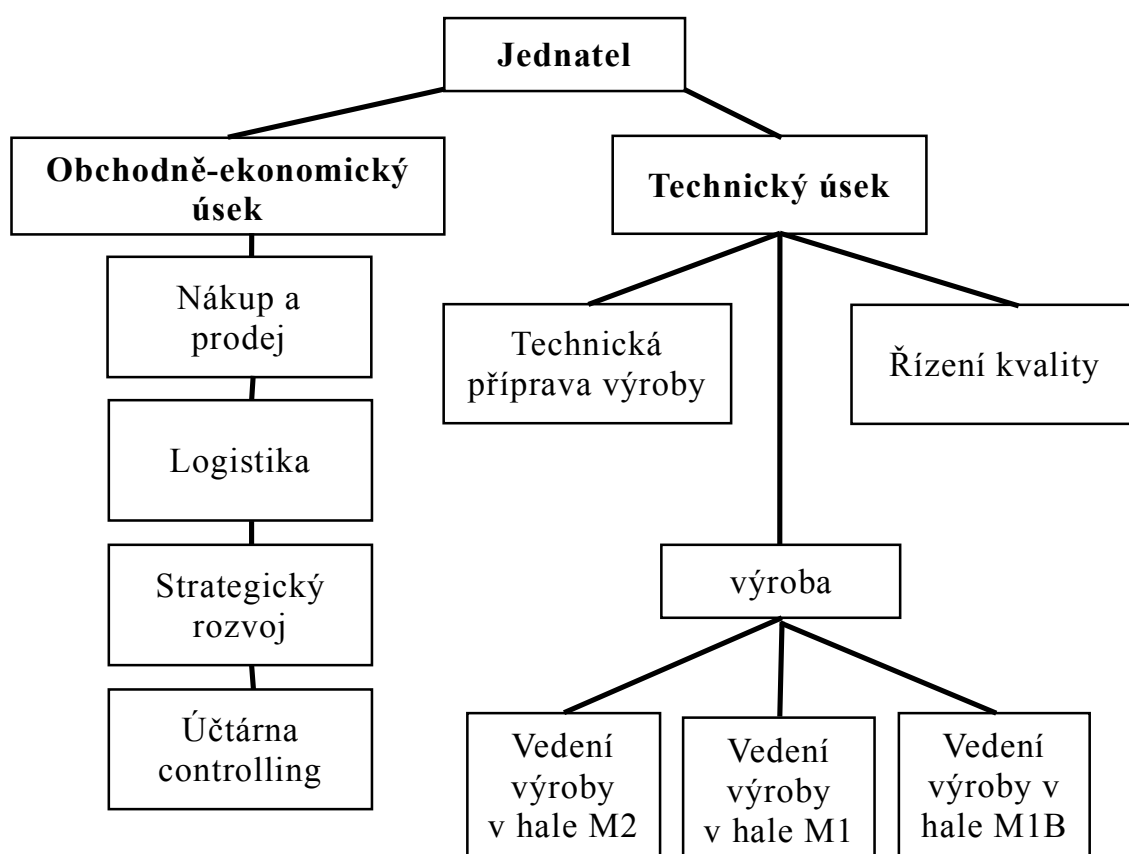
1.2 Historie

Jak již bylo zmíněno společnost se zapsala do obchodního rejstříku v roce 1993 a od té doby do současnosti provozuje činnost už 24. rokem. Původní název společnosti byl jiný, ale kvůli novému jednatele panu Jílkovi byl název změněn. Podnik po celých 24 let svého působení na českém trhu roste každým rokem. Poptávka po pohonných jednotkách do vysokozdvížných vozíků se zvyšuje, tudíž se musí přistupovat i k novým technologickým a organizačním změnám.

Podnik je řízen mateřskou společností, která má své sídlo v Německu. Historie společnosti X byla tedy vždy silně spojena s touto mateřskou společností, která rozhodovala a stanovovala rozhodující podnikové kroky.

1.3 Organizační struktura

Organizační struktura společnosti je vedena prostřednictvím technického a obchodně-ekonomického úseku. Technický úsek má na starost vedení a provoz všech výrobních hal. Nedílnou součástí technického úseku je řízení kvality, které je zodpovědné za dodržování podnikových a obecných standardů výroby. Obchodně-ekonomický úsek je zaměřený především na nákup a prodej, z kterého vychází i marketing průmyslového podniku. Finanční řízení v podobě účetnictví a controllingu spadá pod tento úsek také.



Obrázek 4: schéma organizační struktury

zdroj: [výroční zpráva, 2015]

1.4 Charakteristika společnosti

Výrobní program společnosti zahrnuje širokou škálu výrobků. Jedním z nejdůležitějších výrobků jsou pohonné a řídicí systémy pro vysokozdvizné vozíky. Po velkém úspěchu těchto výrobků firma zvolila strategii rozšíření své výroby o další řady výrobků. Jsou to například součástky do spalovacích motorů, které společnost exportuje do celého světa. Dalším obdivuhodným krokem společnosti bylo rozšíření výroby o své vlastní vysokozdvizné vozíky řady 1401. Výroba těchto elektrických vysokozdvizných vozíků se ovšem realizuje u smluvního dodavatele v Novém Poříčí.

Významné výrobní programy probíhají ve třech halách o celkové výrobní ploše 15 052 m². První hala nese označení M1, má rozlohu 6664 m² a je specializována na třískové obrábění pomocí CNC strojů. Konkrétně se v této hale koná výroba elektrických pohonných os, které jsou nezbytné pro následující montáž. Kontrola těchto polotovarů je provedena moderním tří-souřadnicovým měřicím nástrojem.

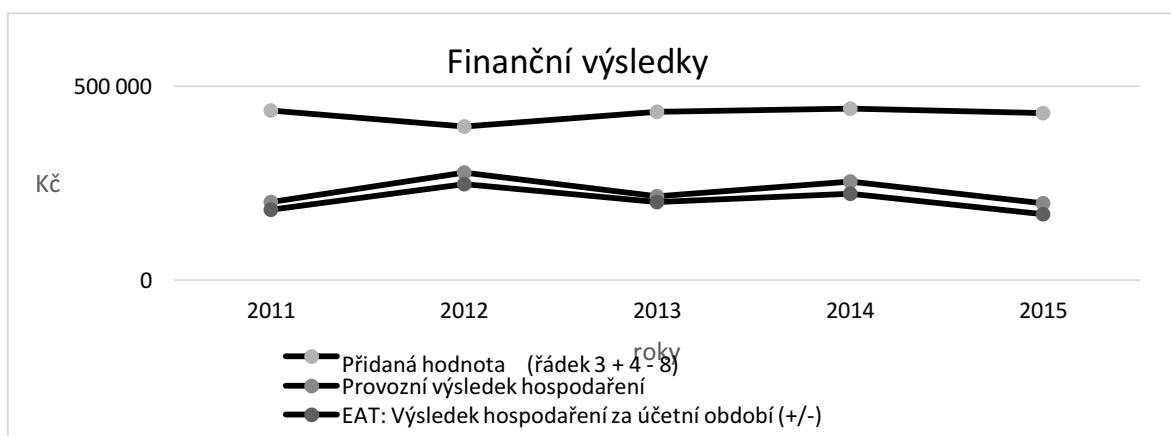
Druhá hala nese označení M1B, jedná se o dodatkovou halu k hale M1, je menší a má rozlohu 2088 m². V této bakalářské práci bude největší pozornost věnována právě této hale. Probíhá zde výroba statorů na konkrétní výrobní lince, která bude v práci rozebrána. Produkce této haly je výhradně určena pouze pro dvě velké zahraniční společnosti. Roční kapacita produkce této haly je omezena na 110 000ks jednotek.

Hala M2, ač název tomu nenapovídá, je třetí hala ve společnosti X. Rozlohou zaujímá 6300 m², a je téměř stejně velká jako hala M1. Kompletní montáž pohonných a řídicích systémů se finalizuje právě v této hale. [17]

2 Analýza současného stavu

Na základě teoretických poznatků v této kapitole vycházíme z principu štihlé výroby, která usiluje o snížení faktorů nepřidávající podniku hodnotu. Ke správné aplikaci nástrojů štihlé výroby je nutné analyzovat výchozí situaci v konkrétním podnikovém útvaru. Zkoumaný podnikový útvar je statorová výrobní linka umístěná v hale M1B. Analýza spočívá v náměru jednotlivých časů všech operací za normálního chodu podniku. Dále je nutné znát současné rozložení operací a umístění potřebných zařízení (strojů, pájky, stolů). Z analýzy lze vyhodnotit možná úzká místa výroby a navrhnout opatření, které vede ke zlepšení stavu výrobní linky. Analýza je vedena pouze v rámci výrobního sektoru, neuvažujeme celý výrobní proces, který je spojen i s přípravou materiálu, logistickým řešením nebo odbytem a expedicí k zákazníkům.

2.1 Ekonomika podniku



Obrázek 5: Graf finančních výsledků

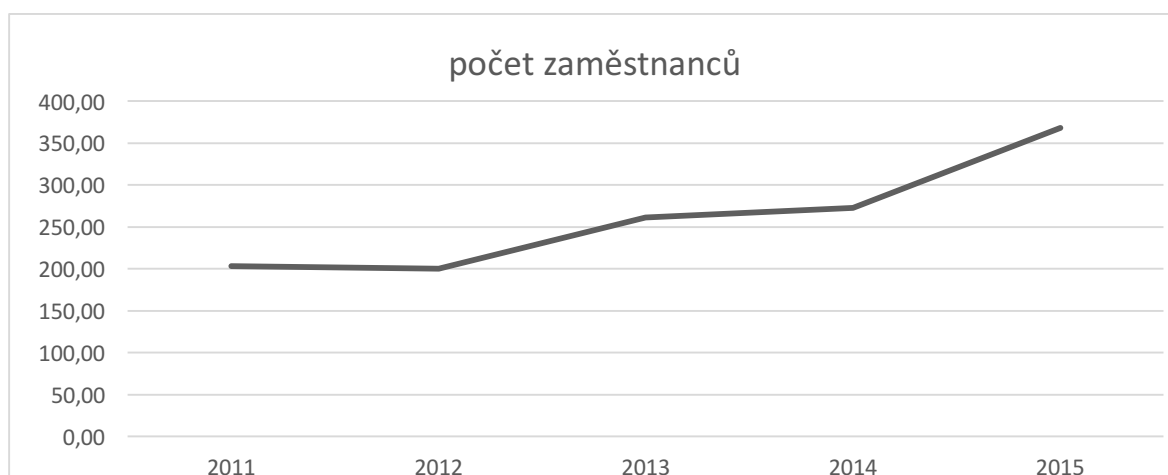
zdroj: [výroční zpráva]

Finanční situace společnosti X je velmi stabilní. V letech 2012 až 2014 se firmě dařilo nejlépe, jejich čistý zisk činil nejvyšší hodnoty v roce 2014. Výsledky hospodaření v podniku nabývají dlouhodobě kladné hodnoty, ovšem za poslední rok 2015 se výsledky mírně snížily.

2.2 Lidské zdroje

Vývoj počtu zaměstnanců má rostoucí trend. Za 4 roky je evidován růst zaměstnanců téměř o 200 lidí, což je v dnešní době dost vzácná skutečnost ve strojírenském podniku. Díky tomuto trendu je potřeba efektivně řídit celý výrobní proces, aby nedocházelo k velkým ztrátám, nebo dokonce k nadbytečnosti zaměstnanců.

Pokud analyzujeme lidské zdroje ve společnosti podrobněji, zjistíme, že situace na grafu je mírně zavádějící. Problém tkví v tom, že kraj se potýká s nízkou mírou nezaměstnaností (jihočeský kraj – nezaměstnanost 4,29%) a většina kvalifikovaných zaměstnanců v kraji chybí, nebo své místa mají v jiných společnostech. V aktuální době je žádoucí snížit počet nekvalifikovaných zaměstnanců a zároveň zvýšit počet kvalifikovaných zaměstnanců, kteří jsou kompetentní k obsluze výrobních strojů. Nicméně tento problém není v současní době pro výrobu společnosti rozhodující. Za těchto podmínek chce společnost řešit tuto problematiku optimalizací výrobních procesů a do budoucna i zvýšením automatizovaných výrobních procesů. Tento fakt bude mít za následek úbytek stávajících nekvalifikovaných zaměstnanců.



Obrázek 6: Graf počtu zaměstnanců

Zdroj: [Výroční zpráva, 2015]

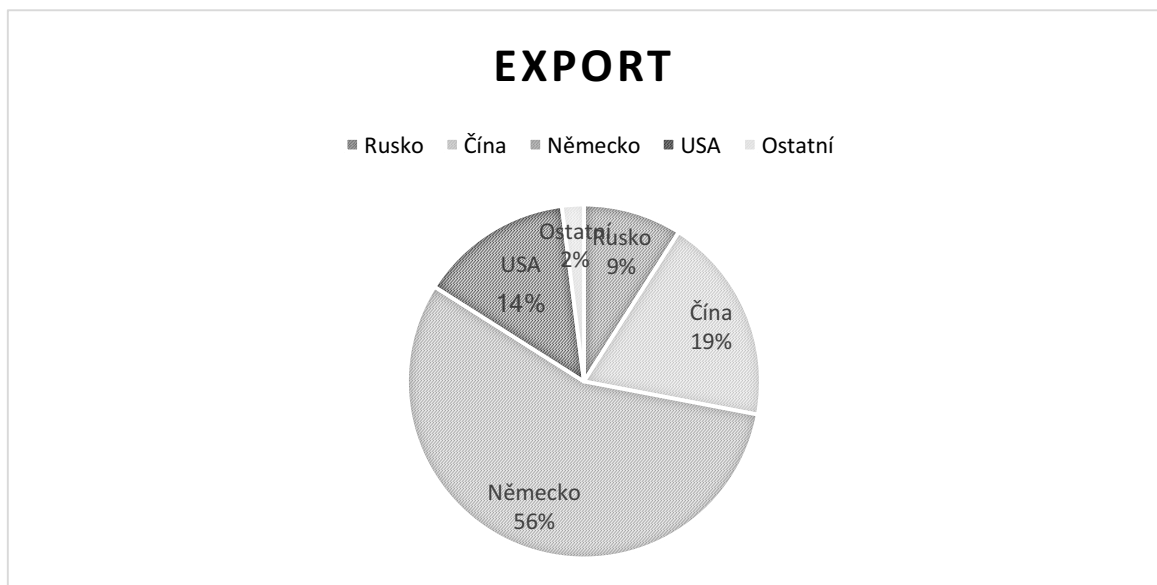
2.3 Export

Exportní politika společnosti X je především založena na exportu do Německa. Největší odběratel je mateřská společnost, která stojí i za úspěchem této společnosti. Dalšími velmocemi, kde je zaznamenán export přes 10 % je Čína a USA.

Čína je stabilním odběratelem produktů zaujímá druhé místo v koláčovém grafu s hodnotou 19 %.

Na Americkém kontinentě je export pouze do USA v hodnotě 14 %. Avšak do budoucna podnik očekává zvýšení exportu nejen do USA ale i do dalších zemí na americkém kontinentu.

Plánovaný export do dalších zemí v budoucnu vyžaduje zvýšení kapacitních požadavků výroby, a primárně nastavení optimálnějšího výrobního procesu, který je základem pro přizpůsobení se požadavkům zákazníků. Mimoevropští zákazníci jsou žádaným cílem celé společnosti včetně mateřské a je nutno produkovat takové elektromotory, které jsou kvalitní, a zároveň cenově dostupné.



Obrázek 7: koláčový graf export

zdroj: [vlastní zpracování dle interních zdrojů]

2.4 Výrobní program

Výroba pohonných systémů ve společnosti X je složena z několika výrobních procesů ve třech průmyslových halách. Elektrické pohonné systémy jsou velmi složité soubory několika součástí u jejichž výroby se musí podílet nemálo výrobních procesů. Stator je základní a velmi důležitý prvek elektromotoru. Společně s rotorem tvoří hlavní jádro pohonné jednotky. Nelze opomenout ve společnosti X i vedlejší výrobní program, kterým je třískové opracování CNC stroji.

Ve společnosti X se vyrábí široké spektrum elektromotorů. Ovšem 90 % produkce tzn. největší část produkce tvoří pouze jeden typ elektromotoru typu IF250, na který se výrobní hala M1B specializuje. Výroba motoru typu IF250 je složena z několika závislých procesů a operací. Jedním z nich je proces výroby statoru, který v hale M1B zaujímá svou vlastní výrobní linku. Praktická část je věnována konkrétní specializované výrobní lince na výrobu statorů. Zbýlých 10 % produkce tvoří spíše výjimečné zakázky atypických elektromotorů. Ostatní výrobní linky v hale se specializují na výrobu rotorů, které v práci neuvažujeme.

V hale je celkem 8 výrobních linek na rozloze 2088 m². Volné místo slouží jako prostor pro kanceláře, šatny, zázemí pro zaměstnance a sklad vstupního materiálu, nebo naopak hotových výrobků.

Samotná výroba statoru je znázorněna na schématu v kapitole 2.6 a následně popsána a vyrýsovaná na přiloženém půdorysu výrobní linky. K zjištění aktuálního výrobního stavu linky je nezbytné proces rozebrat do dílčích jednotlivých úkonů, které pracovníci a stroje na lince provádějí. V rámci stoupajícího trendu zaměstnanců je zapotřebí zanalyzovat jednotlivé operace operátorů, zda nedochází k tvoření časových rezerv a tím i nadbytečnosti zaměstnance.

2.5 Výrobní kapacita a takt time linky

Kapacita výroby statorů ve společnosti X je 150 000 kusů ročně.

Ve společnosti funguje třisměnný provoz bez víkendů. O víkendech se pracuje pouze v případě, že je zde požadavek výjimečné nadprodukce. Po konzultaci s vedoucím výroby mi bylo sděleno, že tyto nadprodukce se za celý rok neobjevují, proto jsem se rozhodl tyto nadprodukce v bakalářské práci neuvažovat.

Jedna směna trvá 8 hodin. V pracovních směnách je nutno počítat s pracovními přestávkami, které činí 30 minut. Do této přestávky uvažujeme i čas, který je potřeba na přípravu strojů. Pracovní doba střediska je tedy 7,5 hodin na směnu. Pracuje se 250 dní v roce po odečtení víkendů a svátků. Výpočet disponibilního časového fondu provedeme takto:

$$D\check{C}F = (7,5 * 60 \text{ min}) * 3 * 250$$

$$D\check{C}F = 337\,500 \text{ min/rok}$$

Výpočet takt time:

$$TT = \frac{D\check{C}F[\text{min}]}{\text{kapacita}[\text{ks}]}$$

$$TT = \frac{337500[\text{min}]}{150000[\text{ks}]}$$

$$TT = 2,25 \text{ min/ks} = 135 \text{ sekund/ks}$$

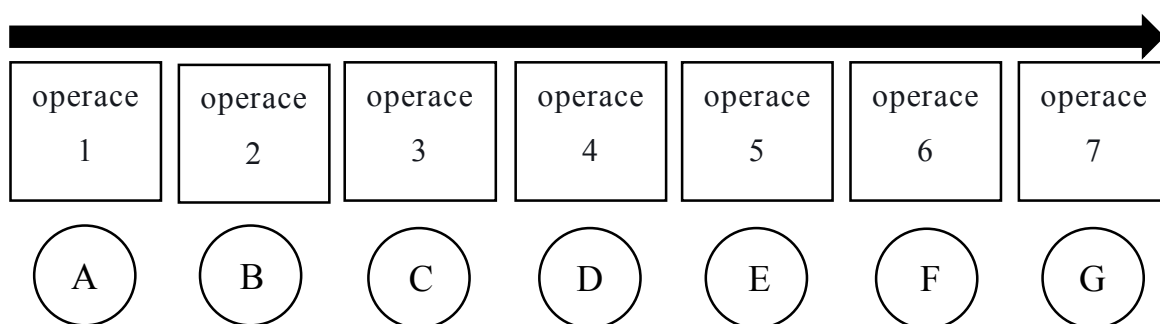
Kde:

DČF = disponibilní časový fond [min]

Výrobní linka musí každých **135 sekund** dokončit jeden kus, aby bylo v daném časovém rozmezí naplněno požadované množství.

2.6 Současná situace výrobní linky

Abychom ve společnosti X dokázali navrhnout efektivnější výrobní proces na statorové výrobní lince, je nezbytné tento proces krok po kroku znát. To nám pomůže k odhalení úzkých míst, z kterých se tvoří neefektivity neboli časové prostoje. Ze zjednodušeného schématu výrobního procesu je zřejmé, že ke každé operaci náleží jeden operátor. Níže v popisku schématu jsou vypsány jednotlivé operace, které operátoři vykonávají. Podrobněji popsané jednotlivé operace jsou nastíněné v kapitole 2.6.2.



Obrázek 8: schéma procesů a operátorů na statorové výrobní lince

zdroj: [vlastní zpracování]

Proces	Operátor
1. Značení	A.
2. Vkládání	B.
3. Navíjení	C.
4. Pájení	D.
5. Lisování	E.
6. Kontrola	F.
7. Test	G.

2.6.2 Popis současného výrobního procesu

Vstupní materiál je uskladněn v kontejneru poblíž operátora A, který jej převezme a připraví na značkovací stůl. První operace na výrobní lince je značení. Označuje se gravírovacím perem z důvodu identifikace jednotlivých kusů. Následuje vložení izolačního materiálu do vnitřních drážek statoru. Tento proces probíhá téměř automatizovaně, lidský faktor je zde potřeba pouze k uchycení a vyjmutí statoru ze stroje. Poté se výroba přesouvá k navíjení. Navíjení je proces, při kterém se cívky vtáhnou do izolovaných drážek statoru. Následně se cívky spojí pájením. Před tímto procesem je nutné cívky opálit, očistit a následně elektricky propojit. Statory dále postupují dopravníkem dále až k lisu. Lisem se upraví vinutí do požadovaného tvaru. Vodiče se upraví a odřízne se nepotřebný zbytek. K správnému dlouhodobému chodu motoru je nezbytné vinutí správně chránit. K tomu se používá kryt, který se obšíje okolo vodičů. Na závěr celé výroby probíhají dvě kontrolní operace složené z vizuální kontroly a elektrického testu. Zprvu probíhá kontrola pouze okem pracovníka, zda nedošlo k produkci chybných kusů. Poté následuje test elektrické činnosti motoru. Test je řízen pomocí speciálního softwaru k odhalení chyb, které nejsou vizuálně vidět.

2.6.3 Analýza cycle time před návrhem

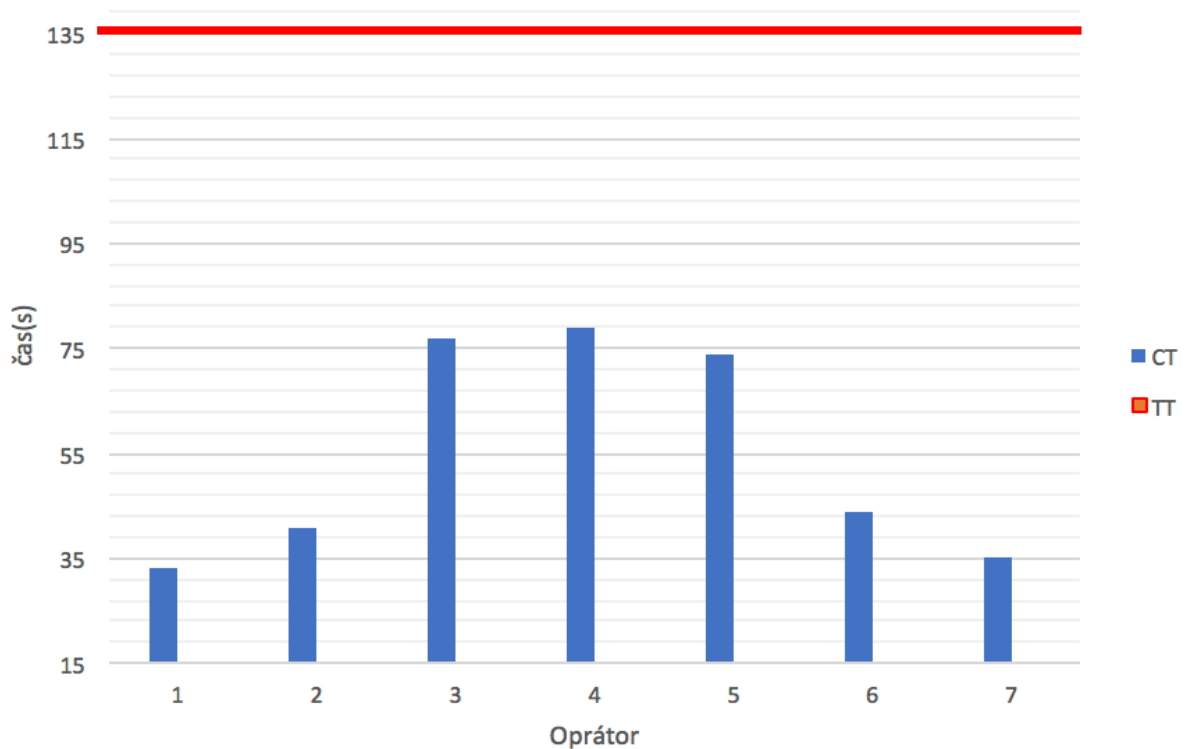
Analýza CT je nezbytná součást při optimalizaci výrobního procesu. Podstatou analýzy CT je naměření časů jednotlivých operací a následné rozdělení do jednotlivých položek. Tím jsou myšleny nejen strojní a pracovní operace ve výrobním procesu, ale i veškeré pohyby a chůze. V příložené tabulce jsou sepsány veškeré operace a úkony, které jsem zaznamenal na výrobní lince. Čas jednotlivých operací byl měřen pomocí stopek za normálních podmínek a zapsán do těchto tabulek. Z naměřených hodnot vyplývá, že časy jednotlivých operací se liší. V zájmu efektivní a štíhlé výroby je, aby tok kusů byl plynulý a navazující. V tomto případě je zřetelné, že operace 1. a 2. je v součtu téměř stejně časově náročná jako operace C, D. Je tomu tak i v případě operací F a E. Situace není optimální a je třeba ji řešit.

Tabulka 1: Naměřené časy jednotlivých operací

operace	operátor	úkon	pracovní čas (s)	strojný čas (s)	čas celkem(s)
1. <i>značkování</i>	A	uchopení a přemístění materiálu	3		
		značení gravírovacím perem	28		
		položení na stůl	5		
celkem					36
2. <i>vkládání</i>	B	zadání do stroje	5		
		vkládání izolačního Materiálu		32	
		Vyjmutí	4		
					41
3. <i>navíjení</i>	C	Přemístění polotovaru na stůl	5		
		Vložení kusu do stroje	6		
		Navíjení		61	
		Vyjmutí hotového kusu	5		
					77
4. <i>pájení</i>	D	Uchopení a přemístění kusu	5		
		Připevnění a příprava kusu před pájením	6		
		Pájení + kontrola	63		
		Odložení kusu na další pracoviště	5		
					79
5. <i>lis</i>	E	úprava vodičů	7		
		Nasazení izolačního krytu	12		
		odstříhnutí konečků krimpovacemi kleštěmi	13		
		Lis		35	
		vyjmutí kusu + kontrola	7		
					74
6. <i>kontrola</i>	F	kontrola vinutí	13		
		kontrola pájení	15		
		kontrola izolačního materiálu	7		
		kontrola usazení vodičů	9		
					44
7. <i>test</i>	E	zadání hodnot do PC	7		
		vložení do měřicího stroje	4		
		test kusu-měřicí stroj		20	
		odběr kusu a uložení do palety	4		
					35
celkem					386

2.6.4 Původní časový diagram vytížení jednotlivých operátorů (line balancing)

Tento graf pojednává o současném časovém vytížení jednotlivých operátorů. Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole (viz kapitola 3.3.2) časy u operátoru 1, 2 jsou téměř poloviční. Podobně je tomu i u operátorů 6 a 7. Sloučením těchto operací můžeme dosáhnout plynulejšího toku materiálu a snížit potřebu 2 zaměstnanců na směnu. Červená osa reprezentuje takt time = TT. Takt time je v tomto případě roven hodnotě 135, znamená to, že výroba je předimenzována, což vede ke zbytečné nadvýrobě. Tvoří se zásoby, které jsou ve štíhlé výrobě nežádoucím prvkem. Naměřené časy nejsou rozloženy správně, a je zapotřebí přeskupit nebo sloučit operace tak, aby se časy vyrovnaly a nastal plynulý tok materiálu.

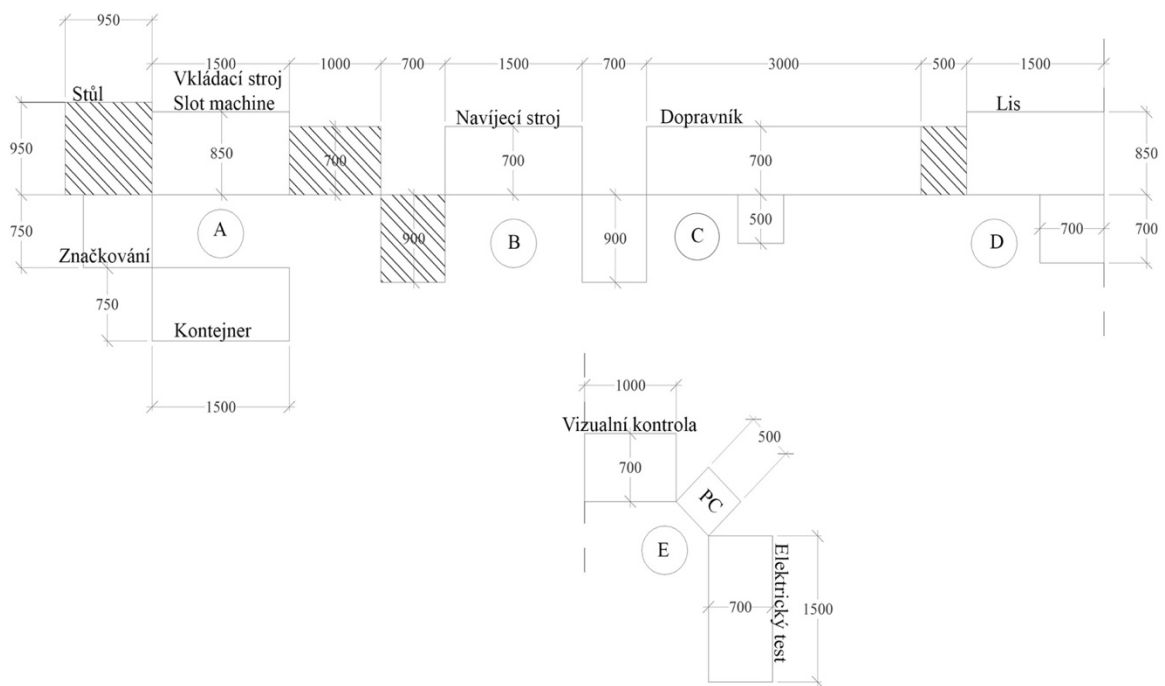


Obrázek 10: graf současného Line balancing

zdroj: [Vlastní zpracování dle interních zdrojů]

3 Nový návrh řešení a reorganizace výrobního procesu

Po zjištění neoptimálního časového vytížení operací 1-7 (viz kapitola 3.7.4) je nutné navrhnout nejen nové dispoziční řešení, ale i nové výrobní postupy, které s sebou nesou odlišnosti při výrobním procesu. V níže uvedených kapitolách se budu zabývat navrženým opatřením, které vedou k vyrovnání časů jednotlivých operací.



Obrázek 11: Navržené dispoziční řešení

zdroj: [Vlastní zpracování pomocí SketchUp, 2017]

3.1 Popis návrhu výrobního procesu

Ze získaných vstupních dat jednoznačně vyplývá, že u první a poslední operace je potřebný čas značně kratší než u ostatních operací. Konkrétně se jedná o první operace značkování a

vkládání a konečné operace vizuální test a kontrola pomocí PC softwaru. Reorganizací po sobě jdoucích výrobních činnosti je možné tyto rezervy částečně eliminovat. Na obrázku č.5 lze vidět nový návrh dispozičního řešení výrobní linky, na který navazujeme v této kapitole popisem jednotlivých operací.

S novým půdorysem přijde i několik změn. První změnou je přiblížení kontejneru k zaměstnanci, aby se eliminovala zbytečná dráha mezi značkováním a kontejnerem se vstupním materiálem (MUDA pohyb). Operace vkládání izolačního materiálu a značkování se dají jednoduše spojit tím, že bude tuto operaci vykonávat pouze jeden zaměstnanec. Tím snížíme potřebu jednoho zaměstnance ve výrobním procesu. Dále polotovar postupuje stejně jako při původním půdorysu. Následné operace navíjení a lis byly velmi nákladné při výstavbě. Nejen samotná cena strojů, ale i instalace celého zařízení se vším příslušenstvím. Nutnost byla mezi nimi postavit dopravník, který velmi zefektivňuje pohyb materiálu po celém výrobním procesu. Vyplatí se tedy nechat stejné rozložení těchto strojů. Do této sekce nebylo tedy vůbec zasazeno.

V poslední fázi, která je zaměřena výhradně na kontrolu a následný test, jsme provedli určité změny. Zde byl vyřazen zbytečný stůl, který měl funkci určenou pouze k odkládání polotovarů. Díky tomuto vyřazení se mohla přiblížit operace vizuální kontrola a PC s elektrickým testem (obrázek č.5) do U tvaru dle zásad štíhlé výroby (viz. Kapitola 2.7) Tímto rozmístěním nám vzniknul menší prostor, který je schopný obstarat pouze jeden zaměstnanec místo původních dvou.

3.2 Návrh CT podle nového uspořádání

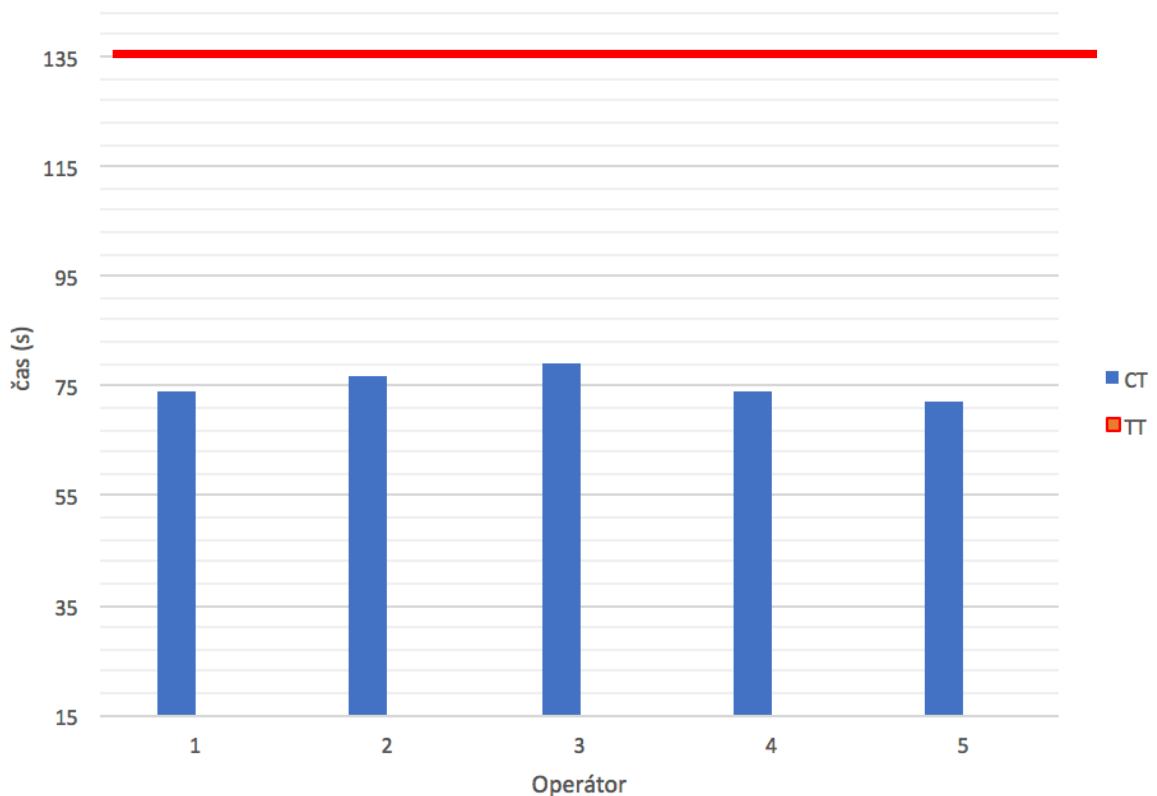
Po navrženém řešení výrobní linky lze předpokládat nové jednotlivé časy operací, které jsem rozepsal do následující tabulky (tabulka x). U spojených operací 1, 2 vykonávány pouze jedním operátorem se časy jednoduše sčítají podobně jako u operací 6 a 7. U menších změn v dispozičním řešení (tj. přesun kontejneru, přiblížení operačních stolů u test a vizuální kontrola) jsem uvažoval přiměřenou úsporu času.

Tabulka 2: předpoklad časů dle návrhu

operace	operátor	úkon	pracovní čas (s)	strojný čas (s)	čas celkem(s)
1.	A	uchopení a přemístění materiálu	2		
<i>značkování</i>		značení gravírovacím perem	28		
+		položení na stůl	3		
<i>vkládání</i>		zadání do stroje	5		
		vkládání izolačního materiálu		32	
		Vyjmutí	4		
					74
2.	B	Přemístění polotovaru na stůl	5		
<i>navíjení</i>		Vložení kusu do stroje	6		
		Navíjení		61	
		Vyjmutí hotového kusu	5		
					77
3.	C	Uchopení a přemístění kusu	5		
<i>pájení</i>		Přípevnění a příprava kusu před pájením	6		
		Pájení + kontrola	63		
		Odložení kusu na další pracoviště	5		
					79
4.	D	úprava vodičů	7		
<i>lis</i>		Nasazení izolačního krytu	12		
		odstříhnutí konečků krimpovacemi kleštěmi	13		
		Lis		35	
		vyjmutí kusu + kontrola	7		
					74
5.	E	kontrola vinutí	12		
<i>kontrola</i>		kontrola pájení	12		
+		kontrola izolačního materiálu	7		
<i>lis</i>		kontrola usazení vodičů	9		
		zadání hodnot do PC	5		
		vložení do měřicího stroje	3		
		test kusu-měřicí stroj		20	
		odběr kusu a uložení do palety	4		
					72
celkem					376

3.3 Diagram časového vytížení jednotlivých operátorů podle návrhu

Z naměřených hodnot lze sestavit obdobný časový diagram jako u původního uspořádání operátorů. Na diagramu lze zaznamenat, že se jednotlivé časy po snížení počtu operátorů výrazně sjednotily. Časy u operátorů 2-4 zůstaly stejné, nicméně u operátorů 1 a 5 se po sjednocení operací časy zvýšily, a tím se přiblížily k časům u operátorů 2, 3, 4. Cílem tedy bylo zajistit plynulý tok materiálu, tzn. uspořádat operace tak, aby nedocházelo ke zbytečným časovým prodlevám. Jak již bylo zmíněno u současného diagramu, červená osa reprezentuje takt time = TT. Takt time je stejný a roven hodnotě 135. Spojením operátorů 1, 2 a 6, 7 se výrazně zvýšil čas u nového uspořádání operátorů 1 a 5. A u těchto operátorů se časy přiblížily k TT.



Obrázek 12: Navržený line balancing

zdroj: [Vlastní zpracování dle navrženého řešení]

3.4 Ergonomie

Změnou dispozičního řešení musíme pomyslet i na pojem ergonomie. Operátorů v navrhovaném řešení je méně a k dokonalému zefektivnění práce potřebují i lepší podmínky v pracovním prostředí.

Mezi nejdůležitější řadím ergonomické křeslo pro operátora A. Jeho pohyb může být vykonáván v sedě. Jediná podmínka pro vykonání práce je možnost otáčení o 180 stupňů. Nejvhodnějším řešením se nabízí pořízení kvalitní otočné ergonomické židle, která tento posun umožní.

U operátorů B, C, D není nijak výrazná potřeba měnit židle. Pořízením lepších židlí z mého pohledu nepřidáme žádnou hodnotu, což by dle principů štíhlé výroby bylo plýtvání. Jednalo by se o neefektivní nákup, který by zvýšil náklad.

Další změna je vhodná u operátora E, který u svých 2 operací (vizuální kontrola a elektrický test) potřebuje pohyb o 90 stupňů. Ergonomická otočná židle je tedy žádoucím prvkem pro operátora E.

4 Přínos z navrhovaného řešení

Přínosem nového řešení, jak již ze zadání vyplývá, je navržení efektivnějšího výrobního systému v podniku. Efektivnější v tomto smyslu znamená plynulejší tok materiálu se značně vyrovnanějšími operačními časy než u původního systému. Dopad tohoto plynulejšího a efektivnějšího systému na výrobní proces je úspora 2 operátorů v jedné směně na jedné výrobní lince, která produkuje statory do elektromotorů. Ve firmě funguje třísměnný provoz, což znamená, že za jeden pracovní den je potřeba o 6 operátorů méně než při původním uspořádání linky. Z přiloženého obrázku z výroční zprávy lze vypočítat osobní náklady na jednoho zaměstnance. Neuvažujme zaměstnance ve vedení, kteří mají jiné mzdové podmínky.

ZAMĚSTNANCI, VEDENÍ SPOLEČNOSTI A STATUTÁRNÍ ORGÁNY

Osobní náklady a počet zaměstnanců

Průměrný přepočtený počet zaměstnanců a členů vedení společnosti za rok 2014 a 2015 je následující:

2015

	Počet	Mzdové náklady	Soc. a zdrav. zabezpečení	Ostatní náklady	(údaje v tis. Kč) Osobní náklady celkem
Ostatní zaměstnanci	274	83 978	26 747	195	110 920
Vedení společnosti	94	74 908	23 859	0	98 767
Celkem	368	158 886	50 606	195	209 687

2014

	Počet	Mzdové náklady	Soc. a zdrav. zabezpečení	Ostatní náklady	(údaje v tis. Kč) Osobní náklady celkem
Ostatní zaměstnanci	201	74 610	25 367	20	99 997
Vedení společnosti	72	56 251	15 398	0	71 649
Celkem	273	130 861	40 765	20	171 646

Obrázek 13: výstřižek z výroční zprávy

zdroj: [Výroční zpráva, 2015]

Osobní náklady na jednoho zaměstnance lze vypočítat podílem celkových osobních nákladů a počtem zaměstnanců. Nelze opomenout, že se jedná o roční osobní náklady, tudíž je nutno hodnotu podělit 12. Vyjde nám dle níže vypsání vzorce měsíční osobní náklad na jednoho zaměstnance ve společnosti X.

$$\text{osobní náklady na 1 zaměstnance} = \frac{110\,920\,000}{274} / 12 = 33\,735\text{kč}$$

33 735Kč je průměrná částka osobních nákladů na jednoho zaměstnance ve společnosti X, která je při uvolnění jednoho zaměstnance ušetřena. Dle návrhu nového uspořádání výrobní linky jsou ušetřeny dva zaměstnanci v každé směně. Celkové ušetřené osobní náklady za měsíc jsou tedy:

$$33735 * 2 \text{ zaměstnanci} * 3 \text{ směny} = 202\,410\text{kč}$$

Částku vynásobíme 12 měsíci a vyjde nám:

$$\text{roční úspora osobních nákladů} = 202\,410 * 12 = 2\,428\,920\text{kč}$$

Uvažujme, že zaměstnanci mají ze zákona nárok na odstupné ve výši 2 měsíčních mezd. Měsíční mzda zaměstnanců se liší, ale vycházejme opět z výroční zprávy, která nám podílem měsíčních mezd a počtem zaměstnanců činí 25 541Kč. 6 uvolněným zaměstnancům je společnost povinna vyplatit celkem 153 246Kč. Tuto částku je nutno odečíst z roční úspory osobních nákladů a vyjde nám:

celková roční úspora **2 275 674kč.**

Navrženým opatřením došlo k redukci zaměstnanců a tím i k úspoře mzdových nákladů celkem 2 275 674Kč za jeden rok.

Závěr

Nadnárodní průmyslové podniky jako například právě podnik, zkoumaný v této bakalářské práci, je nutno efektivně a účelně vést. Čím je větší podnik tzn. čím více zaměstnanců a prostoru podnik zaujímá, tím je větší pravděpodobnost tvorby neefektivních druhů plýtvání, které podniku nepřinášejí žádnou hodnotu. Chod podniku proto musí být neustále kontrolován a být připraven měnit výrobní požadavky s ohledem na vývoj trhu a zákaznickou poptávku.

V této bakalářské práci na téma zvýšení efektivity výrobních procesů jsem se zabýval problematikou, jak využít nástrojů štíhlé výroby ke zvýšení efektivity výroby. Tím je myšleno, jak lépe využít nebo dokonce ušetřit výrobní zdroje na provoz průmyslového podniku.

Závěrem lze konstatovat, že stanovený cíl, který spočíval v navržení efektivnějšího a plynulejšího výrobního chodu, byl splněn. Postupy byly navrženy tak, aby nedocházelo ke zbytečným časovým rezervám mezi jednotlivými operacemi. V rámci zavedení plynulejšího výrobního chodu došlo dle návrhu k redukci 7 pracovníků na 5 pracovníků u jedné výrobní linky, což vede ke snížení výrobních nákladů. V rámci třisměnného provozu dojde tedy k redukci celkem 6 pracovníků v jednom pracovním dnu.

Seznam použité literatury

- [1] **MYERSON, Paul.** *Lean supply chain and logistics management.* McGraw-Hill, 2012. ISBN 9780071766265.
- [2] **ŌNO, Taiichi.** *Toyota production system: beyond large-scale production.* Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 1988. ISBN 0-915299-14-3.
- [3] **DEBNÁR, P. - KYSEL', M.** (2005). *Mapovanie toku hodnôt vo výrobe.* Školící materiál IPA Slovakia, 2005. Bez ISBN.
- [4] **WOMACK, J., JONES, D., ROOS, D.** *The machine that changed the world.* 2. vydání. London: Simon&Shuster UK, 2007, 327 s. ISBN 978-1-8473-7055-6.
- [5] **KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z.** *Štíhlý a inovativní podnik.* Praha: Alfa Publishing, 2006, 240 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [6] **WILSON, L.** *How to implement Lean manufacturing .* U.S.A: Mc Graw Hill, 2010. 316 s. ISBN 978-0-07-162507-4.
- [7] **GRASSEOVÁ, M.,** a kolektiv. *Procesní řízení ve veřejném i soukromém sektoru.* Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1987-7
- [8] **ŠMÍDA, F.** *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě.* Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 987-80-247-1679-4
- [9] **TRUNEČEK, J.** *Znalostní podnik ve znalostní společnosti.* 2. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004. ISBN 808-64-196-73
- [10] **TRUNEČEK, J.** *Management v informační společnosti: učební texty pro bakalářské studium.* Vyd. 2. Praha: Vysoká škola ekonomická, Podnikohospodářská fakulta, 1999. ISBN 80-7079-683-9.
- [11] **MASAAKI, I.** *Kaizen: Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku.* Brno: Computer Press, 2008. ISBN: 978-80-251-1621-0.

- [12] **LHOTSKÝ, O.** *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI, 2005. ISBN: 80-7357-096-5
- [13] **FOTR, J.** *Tvorba strategie a strategické plánování: teorie a praxe*. Praha: Grada, 2012. ISBN: 978-80-247-3985-4.
- [14] **LIKER, Jeffrey K.** *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [15] *Výrobní systém Toyota TPS: a jeho přínosy pro podnikání*. [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupný z WWW: <http://www.toyota-forklifts.cz/SiteCollectionDocuments/TPS_nahled.pdf>.
- [16] *produktivne.sk* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.produktivne.sk/vsetko-o-lean/metody/jidoka/>>.
- [17] *Justice.cz* [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.justice.cz/Justice2/Uvod/uvod.aspx>>.

Seznam použitých zkratk

JIT	Just in time
TT	Takt time
CT	Cycle time
LB	Line balancing
TPS	Toyota Production System

Seznam tabulek

Tabulka 1: Naměřené časy jednotlivých operací	37
Tabulka 2: předpoklad časů dle návrhu	41

Seznam obrázků

Obrázek 1: schéma procesního řízení	13
Obrázek 2: schéma TPS budova.....	17
Obrázek 3: ilustrační schéma jidoka.....	19
Obrázek 4: schéma organizační struktury	27
Obrázek 5: Graf finančních výsledků	29
Obrázek 6: Graf počtu zaměstnanců	30
Obrázek 7: koláčový graf export	31
Obrázek 8: schéma procesů a operátorů na satorové výrobní lince	34
Obrázek 9: současné dispoziční řešení	35
Obrázek 10: graf současného Line balancing.....	38
Obrázek 11: Navržené dispoziční řešení.....	39
Obrázek 12: Navržený line balancing.....	42
Obrázek 13: výstřižek z výroční zprávy	44

