

Návrh na vytvoření štíhlého pracoviště ve firmě XY

Lukáš Krupa

Bakalářská práce
2015

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Lukáš Krupa
Osobní číslo: M120157
Studijní program: B6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Řízení výroby a kvality
Forma studia: prezenční

Téma práce: Návrh na vytvoření štíhlého pracoviště ve firmě XY

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k dané oblasti a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výrobků bez buňkové výroby.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a na jejich základě navrhnete vytvoření štíhlého pracoviště pro daný výrobek.
- Provedte zhodnocení navrženého zlepšení.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: cca 40 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902-2356-7.

TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. 2. vyd. uprav. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.

WILSON, Lonnie. How to implement lean manufacturing. 1st ed. New York: McGraw-Hill, 2010, 316 s. ISBN 978-0-07-162507-4.

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání bakalářské práce: 16. února 2015
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. května 2015

Ve Zlíně dne 16. února 2015


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uvedena jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na navrhnutí štíhlého pracoviště ve společnosti XY. Práce je rozdělena do části teoretické a praktické. V teoretické části jsou uvedeny poznatky z oblasti štíhlé výroby, zavádění buněk v průmyslu a popis metod zabývajících se touto tematikou. V části praktické je nejprve představena společnost a následně jsou analyzovány výrobky, které mají společný či podobný výrobní proces a tedy disponují potenciálem na vytvoření štíhlého pracoviště. U těchto výrobků bude rozhodnuto, které stroje z výrobního procesu jsou vhodné pro sloučení do štíhlého pracoviště. Následně je navrhnut layout, který by zajistil úsporu času a tím i peněžních prostředků. Výsledkem práce je zefektivnění výroby a tím ušetření peněžních prostředků společnosti včetně navrhnutí layoutu štíhlého pracoviště seskupením strojů, které to umožňují, pro výrobky, které mají pro štíhlé pracoviště potenciál.

Klíčová slova: buňková výroba, štíhlé pracoviště, štíhlá výroba, layout

ABSTRACT

The bachelor's thesis is focused on proposal for creating a lean workplace in the XY company. Thesis is divided into theoretical part and practical part. Theoretical part is about knowledge of lean manufacturing, implementation of lean workplace into industry and description of methods associated with lean topic. Practical part starts with information about XY company, then products with similar or common manufacturing process are analyzed and for these products we decide which machines from the manufacturing process are suitable for merging into lean workplace. Last part is to propose layout with these machines that would save time and money. The result of bachelor's thesis is to make manufacturing process more effective and propose lean layout with merged machines for products with lean workplace potential.

Keywords: cellular manufacturing, lean workplace, lean manufacturing, layout

Tímto bych chtěl poděkovat zejména panu Ing. Jiřímu Maňasovi za vstřícnost, trpělivost, cenné rady a zpětnou vazbu při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval vedoucí práce, paní profesorce Felicitě Chromjakové za vedení práce, odborné rady a zpětnou vazbu.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ŠTÍHLÝ PODNIK	12
1.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	13
1.1.1 Prvky štíhlé výroby	14
1.2 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA	16
1.3 ŠTÍHLÁ ADMINISTRATIVA	16
1.4 ŠTÍHLÝ VÝVOJ	17
2 VÝROBNÍ PROCES	19
2.1 FORMY VÝROBNÍHO PROCESU	19
2.2 ZPŮSOBY USPOŘÁDÁNÍ VÝROBNÍHO PROCESU	20
2.2.1 Technologické uspořádání	21
2.2.2 Předmětné uspořádání	22
3 BUŇKOVÁ VÝROBA	24
3.1 TYPY VÝROBNÍCH BUNĚK	24
3.2 VÝHODY A RIZIKA VÝROBNÍCH BUNĚK.....	25
3.3 ŠTÍHLÝ LAYOUT A VÝROBNÍ BUŇKY	25
3.4 TVARY VÝROBNÍCH BUNĚK	26
3.5 POČET OPERÁTORŮ VE VÝROBNÍ BUŇCE	27
3.5.1 Zákaznický takt	27
3.5.2 Ukazatel OEE.....	27
3.6 PROJEKTOVÁNÍ VÝROBNÍCH BUNĚK	28
4 METODY VHODNÉ PRO PROJEKTOVÁNÍ VÝROBNÍCH BUNĚK ... 30	
4.1 ABC ANALÝZA.....	30
4.1.1 Postup výpočtu ABC analýzy	30
4.2 XYZ ANALÝZA.....	30
4.3 ABCXYZ ANALÝZA	32
4.4 SPAGHETTI DIAGRAM	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	34
5.1 HISTORIE KONCERNU SPOLEČNOSTI XY	34
5.2 SOUČASNOST KONCERNU SPOLEČNOSTI XY	34
6 VÝBĚR NOSNÉ SKUPINY VÝROBKŮ	38
6.1 ANALÝZA VÝROBKŮ.....	38
6.1.1 ABC analýza Product Family.....	38
6.2 VÝROBNÍ RODINA SHD	40
6.2.1 Představení výrobní rodiny	40
6.2.2 ABC analýza pro výrobní rodinu SHD	41
6.2.3 XYZ analýza pro výrobní rodinu SHD	42

6.2.4	Kombinace ABC a XYZ analýzy.....	43
7	VÝROBNÍ PROCES VÝROBKŮ	45
7.1	SPAGHETTI DIAGRAM VÝROBNÍHO PROCESU VÝROBKŮ	45
7.2	PRAKTICKÁ UKÁZKA NYNĚJŠÍHO TOKU VÝROBKU	47
7.3	PŘEDSTAVENÍ STROJŮ	48
7.4	ZJIŠTĚNÍ SPOTŘEBY ČASU	49
8	NÁVRH VYTVOŘENÍ ŠTÍHLÉHO PRACOVIŠTĚ.....	55
8.1	SESKUPENÍ STROJŮ	55
8.2	ZJIŠTĚNÍ POTŘEBY OPERÁTORŮ	57
8.2.1	Disponibilní čas na jednu směnu.....	57
8.2.2	Počet směn	57
8.2.3	Ukazatel OEE.....	57
8.3	DISPONIBILNÍ ČAS	58
8.4	TAKT ZÁKAZNÍKA	58
8.5	ROZLOŽENÍ ŠTÍHLÉHO PRACOVIŠTĚ	59
8.5.1	Gravitační dopravník.....	60
8.5.2	Optická brána	61
8.6	NÁKLADY NA VYTVOŘENÍ ŠTÍHLÉHO PRACOVIŠTĚ	62
8.6.1	Vyčíslení nákladů na vytvoření štíhlého pracoviště.....	62
8.7	ÚSPORY PLYNOUCÍ Z NAVRŽENÍ ŠTÍHLÉHO PRACOVIŠTĚ	62
8.7.1	Úspora času	63
	ZÁVĚR	65
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	66
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
	SEZNAM TABULEK.....	70

ÚVOD

V dnešní době už jen stěží nalezneme firmu, která by v jednom ze svých cílů neměla zefektivnění výroby, ať už z důvodů zlepšování a zdokonalování firmy jako takové, nebo z důvodů požadavků samotných odběratelů. Proto má ve společnostech velký význam věnovat úsilí do nástrojů, které dokáží toto zefektivnění aplikovat a držet krok s konkurencí. Samotnou kapitolou je však automobilový průmysl. Tato oblast je velmi dynamická a každý rok se automobilky předhánějí v nových technologiích, konstrukcích a designech produktů. Za každým z těchto nových výrobků stojí obrovské množství času. A právě čas, efektivita a kvalita jsou u výroby výrobků v automobilovém průmyslu stěžejními body.

Cílem této bakalářské práce je navrhnutí štíhlého pracoviště výrobkům, které se ve štíhlém pracovišti nevyrábí, ale mají k tomu potenciál. Naopak cílem v této práci nebude standardizování pracovních postupů, vizualizace, či balancování pracovních operací.

Teoretická část této práce je rešerší literárních děl, které se týkají tématu štíhlé výroby, zavádění buněk v průmyslu nebo také metod průmyslového inženýrství, které k tématu navrhování štíhlého pracoviště patří.

Praktická část obsahuje nejprve seznámení se samotnou společností, kde se navrhnutí štíhlého pracoviště bude odehrávat. Za pomocí analytických metod bude následně vybrána skupina výrobků, která má potenciál na návrh štíhlého pracoviště. U těchto výrobků bude probíhat seznámení z pracovním postupem a samotnými stroji, které následně budou seskupeny do štíhlého pracoviště. V závěru této práce je navržení layoutu pracoviště a ekonomické zhodnocení nákladů a přínosu pro společnost XY, pokud by návrh na štíhlé pracoviště byl zrealizován.

Věřím, že práce bude pro společnost XY přínosem stejně tak, jako byla přínosem pro mou osobu v době zpracování této bakalářské práce.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Zeštíhlování procesů je důležitou součástí dnešních podniků. Zvláště pak podniků pohybujících se v automotive průmyslu, na které je kladen čím dál větší tlak a důraz na optimalizaci procesů, kvalitu výrobků a dodržování termínů. V tomto případě je velmi důležité, aby byla, pokud možno, co největší část procesů zoptimalizována a nedocházelo tak k jakémukoli plýtvání. Téma této bakalářské práce je navrhnutí štíhlého pracoviště, které by omezilo právě plýtvání v různých podobách. Cílem je samotné navržení štíhlého pracoviště pro výrobky s tímto potenciálem. Tedy nalezení výrobků se shodným, či podobným výrobním postupem a u těchto výrobků zkrátit průběžný čas výroby a ušetřit tak peněžní prostředky společnosti. Metody, které budou v této práci použity, jsou převážně teoretické v podobě analýzy a následné dedukce. Zejména analýza výrobků a výrobních rodin společnosti bude stěžejní částí, kvůli nalezení výrobků s potenciálem na štíhlé pracoviště. Práce bude vykonávána v časovém rozmezí půl roku ve společnosti XY a výsledkem práce bude zefektivnění a úspora peněžních prostředků společnosti spolu s navrhnutím layoutu pro výrobní rodinu či výrobky, které to dovolují.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŠTÍHLÝ PODNIK

Štíhlý podnik znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné a nutné. Dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet přitom méně peněz. Štíhlý ale neznamená levný. Štíhlý podnik znamená zvyšování výkonosti firmy tím, že na dané ploše dokážeme vyprodukovat více než konkurenti, že s daným počtem lidí a strojů vyprodukujeme vyšší přidanou hodnotu než konkurenti a v daném čase vyřídíme více objednávek, než konkurence. Být štíhlý tedy znamená vydělat více peněz, vydělat je rychleji a s vynaložením menšího úsilí. (Košturiak a Frolík, 2006)

Hlavní znaky štíhlého podniku jsou dle Tučka s Bobákem (2006) zejména:

- **Spolupráce se zákazníky** – zákazník se stává spolupracovníkem při vývoji nových výrobků. Zajišťuje se především vytvořením „štíhlých“ odbytových kanálů, které poskytují spolupráci se zákazníkem, zjišťují a následně plní jeho požadavky.
- **Spolupráce s dodavateli** – tato spolupráce umožňuje redukovat zásoby a pozitivně působí na jakost výroby.
- **Týmový, paralelní vývoj výrobků** – do vývoje výrobků nejsou zapojeni jen pracovníci a konstruktéři, ale také pracovníci prodeje, marketingu, výroby, montáže, projektování a technologie. Týmovou spoluprací se zajistí ve fázi realizace projektu výrazné úspory, především v optimalizaci konstrukce, nákladů na výrobu a celkově k výraznému zkrácení všech předvýrobních činností, protože tyto práce probíhají paralelně.
- **Zjednodušování výrobní struktury** – jde o maximální zjednodušování všech činností v rámci celého podniku s využitím jasných cílů, úloh a postupů.
- **Organizace sestávající z autonomních jednotek**
- **Využívání pružných výrobních zařízení**
- **Používání systému** – jako je například Kaizen k neustálému sledování a zlepšování výrobních procesů. Toto používání vede ke snižování nákladů a zvyšování kvality výroby.
- **Úsilí o vysokou kvalitu** – perfekcionismus ve vykonávání všech činností v této oblasti.
- **Přehledný informační systém**

Dle Chromjakové s Rajnouhou (2011) je několik způsobů jak se dopracovat k implementaci konceptu štíhlého podniku se štíhlou výrobou. Všechny tyto způsoby sledují čtyři klíčové principy:

- **Just-in-Time (JIT)** - je dle Mašina (2005, s. 37) „...výrobní filozofie, při jejímž uplatňování jsou výrobky vyráběny, dopravovány i skladovány pouze tehdy, když to zákazník vyžaduje.“ Chromjaková s Rajnouhou doplňují, že podstatou tohoto principu je eliminace neproduktivity v tocích materiálů, procesních časů, dostupnosti materiálu a dílců, které jsou všechny nevyhnutelné k tomu, aby mohla plynule probíhat tvorba přidané hodnoty a realizován průtok.
- **Total Quality Control**- zastává princip, že každý zaměstnanec ve firmě je „spolupodnikatelem“ na poli procesů zlepšování kvality výrobků i procesů. Důraz je kladen na prevenci chyb, nikoliv na odstraňování již vzniklých chyb. Jak již zmínil Košturiak a Frolík (2006) je důležité dělat věci napoprvé a pořádně.
- **Totálně preventivní údržba** – vychází z potřeby správné údržby strojů a zařízení, která je primárním předpokladem spolehlivosti a plynulosti realizace výrobních operací. Cílem je minimalizace neproduktivních prostojů, jako jsou poruchy strojů a zařízení.
- **Počítačem podporovaná výroba** – komplexní integrace činností spojených se vznikem produktu za pomoci dostupných informačních technologií.

Štíhlý podnik je postaven na čtyřech pilířích. Jde o štíhlou výrobu, štíhlou logistiku, štíhlou administrativu a štíhlý vývoj (Košturiak, 2006, s. 15-20).

1.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba neboli Lean manufacturing je dle Mašina (2005) definována jako „...*metodologie komplexního zlepšování procesů, která zefektivňuje veškeré činnosti spojené s výrobou a eliminuje v nich plýtvání s cílem redukovat průběžnou dobu výroby, snížit rozpracovanost i zásoby, snížit náklady a zvýšit jakost pomocí technik a nástrojů průmyslového inženýrství.*“ Naopak dle Chromjakové s Rajnouhou (2011) je štíhlá výroba „*komplexní systém, orientovaný především na změnu myšlení v oblasti řízení a organizace výrobních konceptů, které jsou realizovány na podnět lidí – manažerů a s podporou technologického vybavení. Cílem je dosáhnout efektivně řízený postup optimalizace výrobních procesů a s tím souvisejících operací.*“

Wincel a Kull (2013) ve své knize *People, Process & Culture* nicméně říkají, že štíhlá výroba není o nástrojích, ale o lidech. Ti jsou kritickým aspektem pro to být štíhlý a jakékoliv nástroje pomáhají jen k tomu, aby štíhlost byla snadněji aplikovatelná.

Jde tedy o komplexní systém, který se snaží eliminovat plýtvání v procesech spojených s výrobou. Štíhlý je tedy proto, že na konci tento proces může fungovat s použitím méně materiálu, vyžadující méně investic, potřebující méně místa a využívající méně lidských zdrojů (Wilson, 2010, s. 9-10)

1.1.1 Prvky štíhlé výroby

Štíhlá výroba se tedy vyznačuje zejména těmito prvky:

- **Eliminace plýtvání** – vycházející z osmi druhů plýtvání ve výrobním systému:
 - **Nadvýroba** – rozumíme nejenom vyšší produkci produktů nad rámec požadavků zákazníka, ale taky nadprodukcí informací a materiálu, jež jsou vázány v podnikových procesech.
 - **Nadbytečná práce** – činnosti nad rámec definované specifikace.
 - **Zbytečný pohyb** – jsou všechny pohyby, které nepřidávají hodnotu. Jedná se například o přesun produktů mezi pracovišti, špatná ergonomie pracoviště a další.
 - **Zásoby** – jsou kardinálním problémem v oblasti zeštíhlování podnikových procesů. Jedná se o zásoby přesahující minimum potřebné na splnění výrobních úkolů.
 - **Čekání** – na jakoukoli součástku, materiál, informace nebo skončení strojového cyklu.
 - **Opravování** – je plýtvání příčinou nekvality.
 - **Doprava** – složité materiálové toky mezi pracovišti ve výrobě, složité komunikační kanály mezi dodavateli – výrobcem – odběratelem a další jsou nadbytečnou dopravou a manipulací.
 - **Nevyužití schopnosti pracovníků** – největší plýtvání ve firmě.
- **Štíhlé pracoviště** – je základem štíhlé výroby. Mezi jeho základní zásady patří zásady 5S:
 - definování potřebných pomůcek a zařízení na pracovišti,
 - odstranění všeho zbytečného z pracoviště,
 - přesné definování místa pro uložení potřebných položek na pracovišti,

- udržování čistoty a pořádku na pracovišti,
- dodržování disciplíny, pořádku a rozvoj myšlení a kultury 5S.
- **Vizualizace** – Patří nejen ke štíhlému pracovišti, ale je důležitým prvkem všech štíhlých podnikových procesů. Dle Mašina (2005) je to „tachometr“ řízení procesu, který říká, jakou „rychlostí“ probíhá daný proces, co je standartní průběh procesu a co abnormalita.
- **Týmová práce** – je základem nejen štíhlé výroby, ale také základem pro správné fungování většiny prvků štíhlého podniku. Vychází z principu, že pracovníci nemají jen svaly ale také i mozek a je velmi důležité, aby při práci také mysleli, viděli problémy, upozorňovali na ně a aktivně tyto problémy odstraňovali. Součástí týmové práce je neustálé zlepšování. Pro práci v týmech je ovšem důležité většinou pozměnit layout a vytvořit výrobní buňky.
- **Štíhlý layout** – jedná se o uspořádání pracovišť tak, aby byly pohyby s výrobkem, neboli krácení materiálových toků, co nejmenší.
- **TPM** – Neboli totálně produktivní údržba je prvek štíhlé výroby, který obvykle využívá i metodu SMED¹. Cílem TPM je zvyšovat produktivitu tím, že se systematicky redukuje čas, který ubírá danému stroji kapacitu. Například se jedná o přestavení zařízení, výrobu zmetků, poruchy a jiné.
- **Synchronizace procesů a toků** – synchronizací vyrábíme jen to, co zákazník požaduje, v požadovaném množství, kvalitě a čase.

(Mašín, 2005; Košturiak a Frolík, 2006; Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 44-49)

¹ Metodika pro dosažení času změny pod 10 minut, kterou zavedl Shigeo Shingo. Základní koncepce systému SMED je vyjádřena 3 kroky – oddělením operací externího a interního seřizování, konverzí interního seřizování na externí a zlepšováním jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování. (Mašín, 2005, s. 75)

1.2 Štíhlá logistika

Oblast přepravy, skladování a manipulace dle Košturiaka s Frolíkem (2006) zaměstnává až 25% pracovníků, zabírá 55% ploch a tvoří až 87% času, který stráví materiál v podniku. Proto je důležité tyto činnosti sledovat, jelikož zabírají někdy 15 až 70% celkových nákladů na výrobek a značně ovlivňují i kvalitu výrobků.

Logistika se tedy stává výrazným konkurenčním faktorem každé firmy. Štíhlý podnik musí budovat také štíhlé logistické procesy, bez kterých nelze budovat štíhlé procesy ve výrobě. Stejně jako ve výrobě, i k logistice se vážou určité formy plýtvání, kterými jsou:

- **Zásoby, nadbytečný materiál a komponenty** – materiál se dodává příliš často, nebo je ho mnoho. Příčina je většinou ve špatné dokumentaci nebo v chybách plánovacího systému podniku či dodavatele.
- **Zbytečná manipulace** – jako jsou zbytečné přesuny materiálu, přeskladnění nebo také doprava.
- **Čekání** – na součástky, materiál, informace, dopravní prostředky.
- **Opravování poruch** – opravováním poruch v logistice se myslí poruchy v logistickém systému – dopravní a manipulační systém nebo také systém informační.
- **Chyby** – nesprávná příprava komponentů a materiálu v nesprávném čase, nebo také nesprávném množství.
- **Nevyužitá přepravní kapacity**
- **Nevyužitá schopnosti pracovníků**

1.3 Štíhlá administrativa

Dalším pilířem štíhlého podniku je štíhlá administrativa. Dle Košturiaka s Frolíkem (2006) tvoří činnosti v oblasti administrativy více než 50% průběžné doby zakázky. Hlavními příčinami jsou zejména:

- komunikační problémy se zákazníky a dodavateli,
- nerovnoměrný chod zakázek a kolísající zatížení jednotlivých oddělení,
- softwarové problémy jako jsou poruchy, funkčnost, propojení,
- velké zásoby nevyřízených položek,
- poruchy zařízení,
- velké vzdálenosti mezi odděleními.

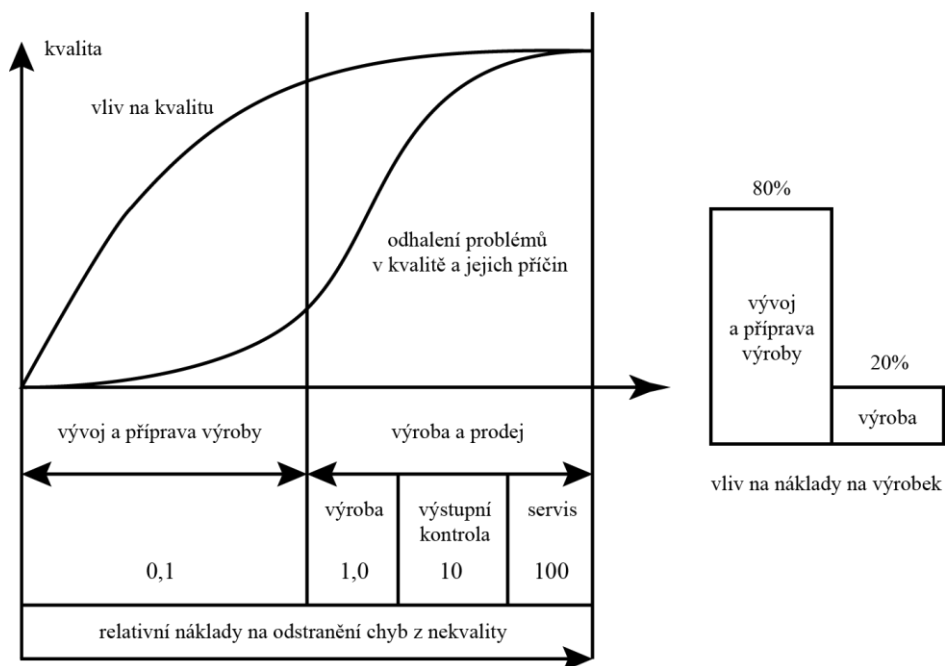
Cílem štíhlé administrativy je vytvoření efektivně a stabilně fungujících procesů, které umožní firmě dosahovat vysoké produktivity, požadované kvality a maximálního výkonu v rámci administrativních činností v jakémkoliv procesním čase. To potvrzuje i Košturiak s Frolíkem (2006), který shrnul hlavní cíle administrativy do čtyř hlavních bodů:

- krátké průběžné časy zakázek,
- nízké zásoby a přehledné procesy,
- bezchybné procesy,
- vyšší efektivnost administrativních procesů.

Stejně jako u jiných pilířů štíhlého podniku je i administrativa spojena s plýtváním. Toto plýtvání se výrazně neliší od ostatních plýtvání a jde zejména o zbytečné pohyby na pracovištích, hledání a čekání, složité postupy, zásoby nebo také chyby v papírech, informačních systémech a dalších. (Košturiak, Frolík, 2006, s. 34-35; e-api.cz, © 2005 – 2015)

1.4 Štíhlý vývoj

Posledním z pilířů štíhlého podniku je štíhlý vývoj. Tento pilíř je zaměřen na eliminaci plýtvání v samotném začátku projektu, protože jen u této fáze výrobku je možné eliminovat jak variabilní, tak fixní náklady. Pro představu o vlivu vývoje a přípravy produktu na kvalitu a náklady slouží následující obrázek.



Obrázek 1: Vývoj a příprava výroby a jejich vliv na kvalitu a náklady (Košturiak a Frolík, 2006, s. 31)

V této fázi mají zejména konstruktér a technolog výrazný vliv na zabudování principů štíhlosti do výrobního procesu, protože určují způsoby montáže a výroby. Jedná se zejména o zabudování technik pro vyloučení omylů (poka-yoke), autonomní pracoviště (jidoka), nízkonákladovou automatizaci (low cost automation) a jiné.

Také u štíhlého vývoje se lze setkat s různými formami plýtvání, které se výrazně neliší od plýtvání uvedeného v předchozích bodech. Toto plýtvání zahrnuje:

- vytváření nadbytečné dokumentace,
- hledání dokumentace a informací,
- čekání,
- zbytečné přesuny,
- změny v dokumentaci, korekce, odstraňování chyb,
- ztráty času,
- zbytečná práce.

(Košturiak a Frolík, 2006; e-api.cz, © 2005 – 2015)

2 VÝROBNÍ PROCES

Dle Mašina (2005, s. 63) je proces charakterizován jako „transformace vstupů do finálního produktu prostřednictvím aktivit přidávajících tomuto produktu hodnotu. Proces je zároveň chápán jako sled opakujících se operací a činností, které vedou k výrobě finálního produktu.“

Tomek a Vávrová (2007) doplňují, že výrobní proces je ve své podstatě účelnou kombinací faktorů za účelem vytvoření věcných výkonů či služeb za pomoci podnikového výrobního systému. Ten je definovaný dle Tučka a Bobáka (2006) jako „soubor vybraných technik průmyslového inženýrství, nástrojů managementu a metod „štíhlé výroby“, které podporují dosažení podnikatelských cílů firmy.“ Samotný systém lze popsat dle Vávrové a Tomka (2007, s. 189) třemi základními elementy, kterými jsou:

- **Výstupy** – neboli output, který je charakterizován jako zboží, které může být povahy materiální či nemateriální.
- **Vstupy** – výrobní faktory, které tvoří fyzickou podstatu výrobního procesu. Tuček a Bobák (2006, s. 13) tento fakt dále rozšiřuje o přesnější specifikace jednotlivých vstupů na:
 - **Materiál**, nebo služby pro procesy.
 - **Fyzický kapitál** – jako jsou stroje, zařízení, nástroje a další.
 - **Finanční kapitál** – lze považovat za výrobní faktor, ale musí mít vlastnost kapitálu.
 - **Práce – lidská pracovní síla** – pro výrobní proces je jednoznačně rozhodujícím společenským vstupem, který svou činností uvádí do pohybu technické prostředky.
 - **Informace** – informace technického nebo procesního charakteru.
- **Transformační proces**

2.1 Formy výrobního procesu

U procesu lze rozlišovat tři základní formy výrobního procesu z hlediska významnosti plynulosti, nepřetržitosti a rytmičnosti výrobního procesu. Jde o základní typy, kterými jsou:

- **Proudová výroba** – výrobní proces u proudové výroby se opakuje pravidelně (rytmicky) ve stejných intervalech. Typickým znakem proudové výroby je specializace na jeden, nebo relativně málo výrobků.

- **Skupinová výroba** – se přistupuje zejména při zabezpečení širokého okruhu finálních výrobků nebo součástí, s tím, že žádný z nich netvoří rozhodující podíl v produkci.
- **Fázová výroba** – je využívána u výrob s neopakovaným, nebo nepravidelně opakovaným odváděním výrobků v průběhu dalšího období. (Tuček a Bobák, 2006, s. 40-45)

Každý z těchto typů výrob disponuje kvůli různým objemům, opakovatelnosti a nepřetržitosti různé způsoby uspořádání.

2.2 Způsoby uspořádání výrobního procesu

Uspořádání výrobního procesu má zcela výjimečný vliv na efektivnost chodu moderního výrobního systému. V tomto případě lze mluvit opravdu o skutečné optimalizaci rozmístění výrobních oddělení, pracovních středisek a dalších, kdy je produktivita tím hlavním kritériem. (Tuček a Bobák, 2006; Kavan, 2002)

Rozhodnutí o uspořádání výrobního procesu je dle Kavana (2002, s. 186) „...vždy velmi významná, riziková a obávaná činnost...“ ze třech hlavních důvodů:

- mohou vyvolat investice,
- vyžadují smysl pro strategii, představitost,
- mají velký vliv na náklady a efektivnost.

Tuček s Bobákem (2006, s. 235) dodávají, že „...návrh prostorové struktury výroby znamená technologicko – organizační řešení výrobního procesu ve vymezeném prostoru s ohledem k danému sortimentu a objemu výroby.“ Mezi základní okolnosti, které ovlivňují jednotlivé způsoby uspořádání výrobního procesu, jsou zejména:

- **Charakter budov** – jde zejména o prostorové uspořádání budovy, podlahové ploše, nosnosti, umístění vrat a dveří.
- **Typ výroby** – samotný typ výroby předurčuje rozmístění pracovišť tak, že čím vyšší typ výroby, tím roste více požadavek na dokonalejší uspořádání výroby.
- **Manipulační prostředky** – jeřáby, vlečky a další stabilní zařízení.
- **Technologický postup**
- **Síť komunikací**

Mezi základní typy uspořádání výrobního procesu patří uspořádání technologické a předmětné.

2.2.1 Technologické uspořádání

V technologickém uspořádání pracoviště provádějí stejné typy operací jako jakési organizační jednotky (dílny). V profesi se tato organizace pojmenovává jako „dílnské uspořádání“ Jde tedy například o dílny pro obrábění, svařování, lisování a další. Typické je toto uspořádání ve strojírenské výrobě nebo výrobě automobilové. (Tomek a Vávrová, 2007; Tuček a Bobák, 2006) Výhody technologického uspořádání jsou dle Kavana (2002, s. 187) zejména:

- umožňují uspokojit širokou škálu výrobních požadavků,
- není choulostivé na výpadky výroby, jako jsou poruchy zařízení,
- zařízení je univerzálnější, flexibilnější a méně nákladné na údržbu.

K tomu Tuček s Bobákem (2006, s. 236-237) dodávají, že jako výhodu vidí také vysokou kvalifikaci pracovníků v dané specializaci a snadnější údržby strojů.

Nevýhodou tohoto uspořádání je zejména:

- prodloužení výrobního cyklu,
- dlouhé dopravní cesty,
- menší využití výrobních ploch,
- velká kooperace mezi dílnami,
- složitější operativní řízení výroby,
- pravděpodobnost růstu nákladů na rozpracovanou výrobu a zásoby.

(Kavan, 2002; Tuček a Bobák, 2006; Tomek a Vávrová, 2007)

U technologického uspořádání výrobního procesu se dle Tučka s Bobákem (2006) můžeme setkat s dvěma typy lišících se organizací materiálového toku:

- **Bez meziskladu** – výrobek se v nepravidelných intervalech pohybuje mezi stroji, které dělají jednotlivé po sobě jdoucí operace.
- **S centrálním meziskladem** – s dopravou do centrálního skladu po každé operaci. Výhodou je menší náročnost na výrobní plochy, nicméně nevýhodou je větší manipulace se samotným materiálem.

2.2.2 Předmětné uspořádání

U předmětného uspořádání pracovišť jsou pracoviště uspořádána v souladu s technologickým postupem tak, aby byly minimalizovány přepravy výrobků, materiálu, součástí a výroba mohla probíhat co nejvíce plynule. Jako příklad lze uvést dle Keřkovského (2001) výrobu převodových skříní ve strojírenském podniku. V takto uspořádaném výrobním procesu se shromáždí stroje, které jsou potřeba pro obrábění součástí tvořících převodovou skříň.

Tuček s Bobákem (2006, s. 238) popisuje předmětné uspořádání jako uspořádání technologicky odlišných operací vedoucí k finálnímu produktu nejkratší možnou cestou z jednoho pracoviště na druhé. U tohoto uspořádání jsou za sebou uspořádány stroje s odlišným technologickým zaměřením.

Výhody takto uspořádaného pracoviště jsou následně:

- zvýšení specializací pracovišť a pracovníků,
- zkrácení dopravních cest,
- snížení počtu pracovníků manipulace,
- nižší náklady na manipulaci,
- krátká průběžná doba výroby.

Na druhou stranu nevýhody mohou být:

- malá pružnost,
- vysoké nároky na údržbu,
- malá odolnost proti poruchám,
- neatraktivní charakter práce.

(Tuček a Bobák, 2006; Keřkovský, 2001)

Předmětné uspořádání se dle Tučka s Bobákem (2006) uplatňuje především ve dvou základních formách, které jsou:

- **Hnízdové uspořádání** – to může být vytvořeno jako:
 - volně rozptýlené hnízdové uspořádání,
 - buňkové uspořádání,
 - linkové uspořádání.
- **Linkové uspořádání**

Naopak Kavan (2002, s 186-188) užívá buňkové uspořádání jako samostatné uspořádání, které se vyvinulo moderním přístupem na pružnost přání zákazníka. Buňkové uspořádání je tedy jakési miniaturizované a flexibilní předmětné uspořádání. Z důvodu toho, že je tato bakalářská práce zaměřena na zavádění štihlého pracoviště vytvořením buňky, bude následující kapitola věnována buňkové výrobě jako takové.

Následně Kavan (2002) přidává další možná uspořádání, jako jsou:

- **Kombinované uspořádání** – kombinace typů uvedených výše. Tyto typy vznikají na základě podmínek trhu a konkrétních provozů.
- **Skupinová technologie uspořádání** – technologie výroby podporující buňkové uspořádání strojů.
- **Pružné výrobní systémy** – automatizovaná verze buňkové výroby.

3 BUŇKOVÁ VÝROBA

Principy výrobních buněk se uplatňují hlavně tam, kde je potřeba rychle reagovat na požadavky zákazníka. Jako hlavním vodítkem pro porozumění výrobním buňkám, je dle Mašína (2000) samotné porozumění třem hlavním typům buněk. „V případě výrobních buněk je v první řadě nutné porozumět třem hlavním typům výrobních buněk, které jsou často využívány v průmyslu. Tyto typy buněk se od sebe v určitých aspektech odlišují, ale mají jeden společný princip, který umožňuje, aby fungovaly.“

3.1 Typy výrobních buněk

- 1) Buňky pro výrobu součástí (obrábění, lisování, kování apod.)
- 2) Montážní buňky
- 3) Procesní buňky (lakování, tepelné zpracování, povrchová úprava)“

Následně jsou **buňky pro výrobu součástí** definovány dle Mašína jako „...výrobní jednotky, v kterých je integrováno veškeré technologické zařízení i nástroje řízení, potřebné pro komplexní výrobu rodiny geometricky nebo procesně příbuzných dílů“ (Mašín, 2000, s. 164 – 165)

Montážní buňky se dle Tučka vytváří pro rodiny montovaných výrobků. (Tuček, Bobák, 2006, s. 251)

U **Procesních buněk** můžeme tvrdit, že jsou určeny technologickým procesem. Do těchto buněk patří například povrchové úpravy výrobku, lakování apod. Mašín (2000, s. 169) procesní buňky definuje jako buňky, které jsou budovány na základních technologických procesech, kterými zajišťují služby ostatním oblastem výroby. Obvykle jsou tyto buňky založeny na rozměrných a nemobilních zařízeních, která zajišťují jeden proces pro ostatní buňky, jejíž výstupy jsou vstupem procesních buněk.

Výrobní buňky jsou tedy pracoviště složené ze zařízení, která umožní vyrobit požadovaný výrobek v rámci jednoho pracoviště. Vzhledem k širokému výrobnímu portfoliu jednotlivých společností je cílem sestavovat výrobní buňky takové, aby se mohly využít pro více podobných výrobků bez velkých změn v samotné výrobní buňce.

3.2 Výhody a rizika výrobních buněk

Výrobní buňka ve většině případů společností poskytne přínos v podobě několika faktorů. Ve většině případů se tyto přínosy týkají:

- zkrácení průběžné doby výroby,
- zkrácení času dodávky výrobku na trh,
- zlepšení přesnosti dodávky,
- snížení rozpracované výroby,
- snížení nákladů,
- zvýšení produktivity práce,
- redukce potřeby ploch.

Nicméně výrobní buňky, ač se zdá, že mají jen pozitivní dopady, mají také dopady negativní, v podobě omezení, či rizik. Tyto dopady by měla každá společnost před projektováním výrobní buňky vzít v potaz a snažit se tyto rizika do svého plánu zahrnout. Jde zejména o rizika, kdy nestabilní výrobní sortiment může způsobovat problémy, těžká manipulace se stroji a tím pádem těžkost změny layoutu, časové a investiční požadavky nebo také vysoké požadavky na pracovníky. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 146)

3.3 Štíhlý layout a výrobní buňky

Layout definuje Mašín (2000, s. 44) jako „...*prostorové (dispoziční) uspořádání strojů a předmětů na daném prostoru (výrobním provozu, skladu, dílně)*...“

Nesprávně navržený layout je v mnoha podnicích hlavní složkou plýtvání. Zejména jde o:

- zbytečně dlouhé materiálové toky,
- velké množství skladovacích, manipulačních a kontrolních činností,
- nepřehledné procesy.

Z tohoto důvodu je štíhlý layout společně s výrobními buňkami řešením těchto problémů. Takto navržený layout poté nepřináší jen úsporu výše uvedených problémů, ale také úsporu ploch, kdy na uvolněných plochách je možné umístit další výrobní programy. Štíhlý layout má tyto hlavní parametry:

- přímý materiálový tok,
- minimalizace přepravních vzdáleností,
- krátké trasy,

- minimální průběžné časy,
- buňkové uspořádání, segmentace a spine layout,
- flexibilita.

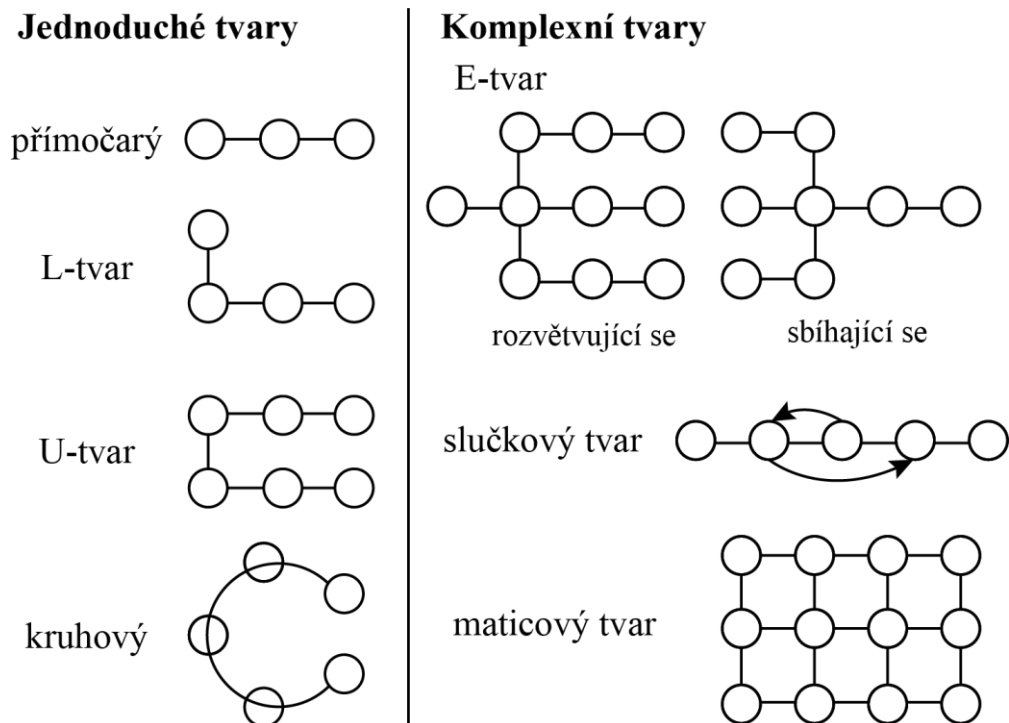
(Košturiak a Frolík, 2006)

3.4 Tvary výrobních buněk

Nejznámějším a nejpoužívanějším tvarem výrobních buněk, je takzvaná buňka do tvaru U. Tato buňka umožňuje pracovníkům pracovat v těsné blízkosti a snadno manipulovat s materiálem či polotovary od jednoho stroje k druhému.

Buňka ve tvaru U není samozřejmě jedinou možností sestavování buněk. Tyto tvary mohou být od jednoduchých přímočarých typů, přes typy L-tvaru, kruhové typy až po komplexní tvary jako je například E tvar, slučkový tvar nebo maticový tvar. Zajímavostí je, že buňkové uspořádání následně dovoluje, aby stroje, dříve obsluhované několika pracovníky, obsluhovali v teritoriu buňky například pouze dva pracovníci. (Tuček a Bobák, 2006, s. 245-247)

Pro lepší porozumění tvarům jednotlivých buněk slouží následující obrázek:



Obrázek 2: Základní tvary výrobních buněk (Tuček a Bobák, 2006, s. 247)

3.5 Počet operátorů ve výrobní buňce

Kromě samotného layoutu je dle Košturiaka s Frolíkem (2006, s. 135-142) nejdůležitější součástí výrobní tým, který bude v dané buňce pracovat. Proto je velmi důležité při navrhování buněk vytvořit podmínky nejen pro dobrý a bezproblémový pohyb, ale také pro dobrou komunikaci pracovníků. Také samotný počet operátorů hraje důležitou roli při navrhování buňky. Počet operátorů v buňce je stanoven vztahem:

Rovnice 1: Výpočet optimálního počtu operátorů

$$\text{Optimální počet operátorů} = \frac{\text{suma všech manuálních činností}}{\text{takt zákazníka}}$$

3.5.1 Zákaznický takt

Takt je základní stavební jednotkou. Dle Mašina (2005) je zákaznický takt definován jako „...tempo, kterým zákazník odebrá daný výrobek nebo službu.“ Čas taktu **není** časem potřebným pro provedení pracovní operace, či jiného pracovního úkonu. Tento takt říká, jak by měl daný proces probíhat, aby došlo ke splnění zákaznickových potřeb.

Výpočet samotného taktu zákazníka vychází z podílu čistého dostupného pracovního času a celkového denního požadavku zákazníka.

Rovnice 2: Výpočet taktu zákazníka

$$\text{Takt zákazníka} = \frac{\text{Čistý dostupný pracovní čas}}{\text{celkový požadavek výroby}}$$

Kde **čistý pracovní čas** se vypočítá dle vzorce:

Rovnice 3: Výpočet disponibilního času

$$\text{Disponibilní čas} = T_d * \text{počet směn} * \text{ukazatel OEE}$$

T_d = Disponibilní čas za jednu směnu

Počet směn = Udává počet směn za časové období.

3.5.2 Ukazatel OEE

Neboli Overall Equipment Effectivness, také celková efektivnost zařízení, je základní ukazatel štihlé výroby. Tento ukazatel se vypočítá jako součin míry využití, výkonu a kvality. Maximální hodnota je 1, tedy 100%.

Pokud se tedy někdy udává, že je využití strojů a zařízení větší než 85%, můžeme tvrdit, že stroje a zařízení pracují efektivně. Je však důležité si uvědomit, kde se číslo využití stroje vzalo a jak bylo vypočítáno.

- **Míra využití (Dostupnost)** – Vychází z předpokladu, že práce zařízení je krácena o jisté prostoje, poruchy, časem pro rozběh zařízení a další.

Rovnice 4: Míra využití (Dostupnost) u ukazatele OEE

$$\text{Dostupnost} = \frac{\text{využitelný čas} - \text{prostoje}}{\text{využitelný čas}}$$

- **Výkon** – počítá s ideálním časem pro výrobu jednoho kusu a s prostoji, které ovlivňují výkon zařízení, jako jsou například poruchy, či nabíhání strojů.

Rovnice 5: Výpočet výkonu u ukazatele OEE

$$\text{Výkon} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} * \text{ideální cyklus (takt)}}{\text{doba možného provozu stroje} - \text{prostoje}}$$

- **Kvalita** – počítá jak s vyrobenými kusy, tak také se zmetky, které se vyprodukovaly.

Rovnice 6: Výpočet kvality u ukazatele OEE

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{počet vyrobených kusů} - (\text{zmetky} + \text{vícepráce})}{\text{počet vyrobených kusů}}$$

(Mašín, 2000, s. 231-232; Mašín, 2005, s. 15; svetproduktivity.cz, © 2012)

3.6 Projektování výrobních buněk

Zobecněný postup transformace do výrobní buňky je popsán v deseti krocích, které jsou postaveny na zkušenostech několika týmů při implementaci výrobních buněk do praxe. Tyto kroky jsou:

1) Výběr nosného výrobku

U této metody lze nejčastěji použít metodu ABC analýzy, při které se zjistí, jaké výrobky jsou vhodnou volbou do výrobní buňky.

2) Výpočet taktu zákazníka

Takt zákazníka je interval, ve kterém zákazník odebírá hotový výrobek nebo službu. Na jeho základě lze vytvořit představu o toku práce mezi jednotlivými pracovišti.

3) Poznání montážního postupu výrobků

V tomto kroku je cílem poznat jednotlivé pracovní postupy, které vedou k finálnímu výrobku, který vyšel jako vhodný z ABC analýzy.

4) Zjištění spotřeby času jednotlivých pracovních kroků

Na základě provedení předchozích kroků jsou k dispozici všechny podklady pro stanovení předpokládané spotřeby času jednotlivých operací. U tohoto bodu lze využít například nejpoužívanější metodu MOST.

5) Stanovení kapacity linky

V tomto kroku přepíšeme zjištěné časy jednotlivých operací do kapacitní tabulky. Pro každý krok se zde musí rozlišovat manuální a strojní čas. Na základě údajů zjistíme úzké místo a srovnáme s požadovaným objemem zákazníka.

6) Výpočet teoretické potřeby operátorů

Výpočtem teoretické potřeby operátorů získáme orientační informaci o balancování linky.

7) Uspořádání operací a tvar výrobní linky

Na základě navrženého výrobního postupu, můžeme přistoupit k uspořádání jednotlivých pracovišť do buňky. Tvar buňky, jak již bylo zmíněno v kapitole o tvarech výrobních buněk, lze použít několik tvarů. V konceptu štíhlé výroby se však preferuje tvar linky do U.

8) Uspořádání přípravků, nástrojů a materiálu na lince**9) Standartizace pracovního postupu****10) Vizualizace**

(e-api.cz, © 2005 – 2012)

4 METODY VHODNÉ PRO PROJEKTOVÁNÍ VÝROBNÍCH BUNĚK

Metod průmyslového inženýrství pro projektování a zavádění buněk je nepřehledné množství. Tato kapitola bude zaměřena na vybrané metody, které podpoří charakter praktické části bakalářské práce ve formě teoretického podkladu.

4.1 ABC analýza

ABC analýza je založena na principu Paretova pravidla, které říká, že „80% všech důsledků způsobuje jen asi 20% příčin.“ To znamená, že jen několik málo faktorů ovlivňuje celkový problém. Samotný název ABC pak vychází z jednotlivých zkratk pro skupiny, které značí:

Kategorie A – do této kategorie je zařazeno poměrně malé množství prvků s vysokým podílem na celkové hodnotě. U této kategorie je předpoklad, že 10-15% prvků je klíčových pro realizaci 70-80% výrobního programu, což je z ekonomického hlediska naprosto zásadní konstatování.

Kategorie B – vymezuje interval 10-15% běžně používaných prvků pro realizaci 20-25% výrobního programu.

Kategorie C – charakterizuje skupinu 60-80% prvků, které jsou nutné pro 10-15% výrobního programu. Z ekonomického hlediska mají tedy menší význam než kategorie A a B.

(Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 88; Keřkovský, 2001, s. 88; ipaczech.cz, © 2012 – 2015)

4.1.1 Postup výpočtu ABC analýzy

- 1) Setřídění položek od nejvyšší spotřeby po nejnižší.
- 2) Výpočet kumulativního součtu jednotlivých položek.
- 3) Vyjádření kumulativního součtu jednotlivých položek procentuálně a následné rozdělení do příslušných kategorií ABC analýzy.

4.2 XYZ analýza

XYZ analýza je nástroj ke zjištění pravidelnosti spotřeby výrobků. Jiný přístup se bude volit pro materiály, které mají pravidelnou, konstantní spotřebu a jiný přístup bude pro výrobky, které se využívají sporadicky. Právě k těmto účelům slouží XYZ analýza.

Jednotlivé symboly mají následující význam:

X – zásoby s pravidelnou, konstantní spotřebou s pouhými příležitostnými výkyvy, umožňující vysokou úroveň predikce spotřeby výrobků.

Y – jedná se o zásoby, materiály, výrobky se sezónními výkyvy ve spotřebě. Předvídání spotřeby u těchto výrobků je značně omezené.

Z – zásoby, materiály, či výrobky s nepravidelnou až sporadickou spotřebou, kterou nelze prakticky předpovídat.

Rozdělení do jednotlivých skupin je prováděno na základě statistického výpočtu dle vzorce. Nesourodost statistického souboru lze stanovit pomocí variačního koeficientu pro každou položku dle vztahu:

Rovnice 7: Vztah pro variační koeficient

$$V_i = \frac{S_i}{\bar{h}_i} * 100(\%) \text{ kde:}$$

\bar{h}_i = průměrná hodnota spotřeby výrobkové položky

S_i = Směrodatná odchylka spotřeby i-té výrobkové položky počítána dle vztahu:

Rovnice 8: Vztah pro směrodatnou odchylku

$$S_i = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (h_{ij} - \bar{h}_i)^2} \quad \text{kde:}$$

h_{ij} – hodnota spotřeby i-té výrobkové položky v j-tém týdnu či měsíci

n – počet týdnů, měsíců

Následně je zařazeno do kategorií XYZ analýzy dle výsledku variačního koeficientu jako:

Skupina X – Výrobky, u kterých variační koeficient nepřesáhne 0,5.

Skupina Y – Výrobky, u kterých je variační koeficient v rozmezí 0,5 až 1.

Skupina Z – Výrobky, u kterých variační koeficient přesáhne hodnotu 1.

(dlprofi.cz, © 1997 – 2015; cie-plzen.cz, © 2013)

4.3 ABCXYZ analýza

Sloučením ABC a XYZ dostaneme další přehled o tom, jak pracovat se zásobami, či výrobky. Tato analýza poté rozděluje položky na následující kategorie:

Skupina AX – Výrobky, které dosahují vysoké hodnoty spotřeby a také vysoké hodnoty prognózy.

Skupina AY – Výrobky, které dosahují vysoké hodnoty spotřeby a střední kvality prognózy.

Skupina AZ – Výrobky, které dosahují vysoké hodnoty spotřeby ale nižší kvalitu prognózy.

Skupina BX – Výrobky, které dosahují střední hodnotu spotřeby společně s vysokou hodnotou prognózy.

Skupina BY – Výrobky, které dosahují střední hodnotu spotřeby společně se střední hodnotou prognózy.

Skupina BZ – Výrobky, které dosahují střední hodnotu spotřeby společně s nižší kvalitou prognózy.

Skupina CX – Výrobky, které dosahují nízké hodnoty spotřeby, ale vysokou hodnotu prognózy.

Skupina CY – Výrobky, které dosahují nízké hodnoty spotřeby společně se střední kvalitou prognózy.

Skupina CZ – Výrobky, které dosahují nízké hodnoty spotřeby společně s nízkou kvalitou prognózy.

4.4 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram zachycuje pohyb pracovníka v časovém období. Tento způsob analýzy odhalí množství chůze mimo pracoviště a může být dobrým podkladem na re-layout.

(e-api.cz, © 2005 – 2012)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Tato kapitola bakalářské práce slouží k představení koncernu společnosti XY, jejího historického vývoje, strukturu výrobního portfolia, které je rozděleno do několika oblastí, které společně tvoří jednu z největších společností a dodavatelů pro automobilový průmysl.

5.1 Historie koncernu společnosti XY

Společnost byla založena 8. října 1871 v Hannoveru jako akciová společnost. K prvním výrobkům, které společnost v 70. letech 19. století vyrobila, patřily tlumiče pro podkopy a celopryžové obruče pro povozy. Tím se začala psát úspěšná historie firmy.

S postupem času se společnost začala nejprve orientovat na výrobu pneumatik pro jízdní kola, později jako první vyvinula velké pneumatiky vyztužené ocelovým kordem, které u užitkových vozidel nahradily do té doby běžné celopryžové pneumatiky, a v roce 1924 tyto pneumatiky vyztužené ocelovým kordem zdokonalila a představila nízkotlakou balonovou pneumatiku pro větší jízdní komfort a delší životnost.

Na základě mnoholetých zkušeností a vývoje byla v roce 1955 uvedena do prodeje první zimní pneumatika pro nákladní vozidla a tím byl položen základ pro přední postavení společnosti XY na trhu s pneumatikami.

Dalšími významnými kroky bylo několik akvizic, které definitivně upevnily postavení společnosti v oblasti pneumatik v celosvětovém měřítku.

5.2 Současnost koncernu společnosti XY

V současnosti společnost XY patří k největším výrobcům pneumatik pro užitková vozidla a s obratem vyšším než 24 miliard eur v roce 2008 také k předním celosvětovým dodavatelům pro automobilový průmysl. V současné době společnost XY zaměstnává 180 000 pracovníků v 300 lokacích rozmístěných do 49 zemí světa. Společnost XY lze rozdělit do dvou oblastí a pěti divizí dle předmětu činnosti. Mezi oblasti se řadí Automotive group a Rubber group.

Automotive group se zabývá komponenty do automobilů od brzdových systémů, přes senzory zlepšující bezpečnost vozu až po interiérové komponenty jako jsou přístrojové desky.

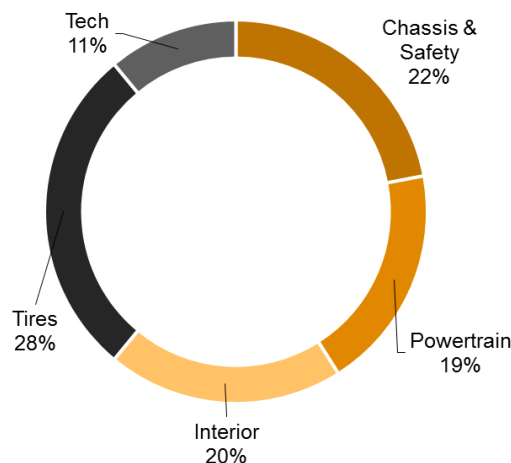
Rubber group se orientuje především na výrobu pneumatik, ale do této skupiny patří také Tech divize, která se specializuje například na tzv. Air Spring systémy neboli vzduchové odpružení vozidel.

Podrobnější popis jednotlivých divizí a oblastí znázorňuje následující tabulka:

Automotive Group			Rubber Group	
Podvozky	Powertrain	Interiér	Pneumatiky	Tech
Elektronické brzdové systémy	Motorové systémy	Přístrojové desky HMI	PLT, Original Equipment	Air Spring systémy
Hydraulické brzdové systémy	Převodovky	Infotainment a připojení	PLT, Repl. Business, EMEA	Benecke-Kaliko Group
Pasivní bezpečnost a senzorika	Hybridní elektrické vozidla	Bezpečnostní prvky	PLT, Repl. Business, The Americas	Conveyor Belt Group
Pasivní bezpečnost a pokročilé systémy pro podporu řízení	Senzory	Interiér běžných dopravních prostředků a aftermarket	PLT, Repl. Business, Asia Pacific	Elastomerní nátěry
Komponenty podvozku	Přívody paliva		Pneumatiky pro běžná vozidla	Kapalinové technologie
			Dvoukolové pneumatiky	Power Transmission Group
				Vibrační kontroly
				Ostatní

Obrázek 3 Oblasti a divize společnosti XY (Interní materiály)

Každá z těchto divizí má různé procentuální zastoupení v prodejkch. Jednotlivé procentuální podíly jsou uvedeny v následujícím grafu:



Obrázek 4: Rozdělení prodejů jednotlivých divizí v % (Interní materiály)

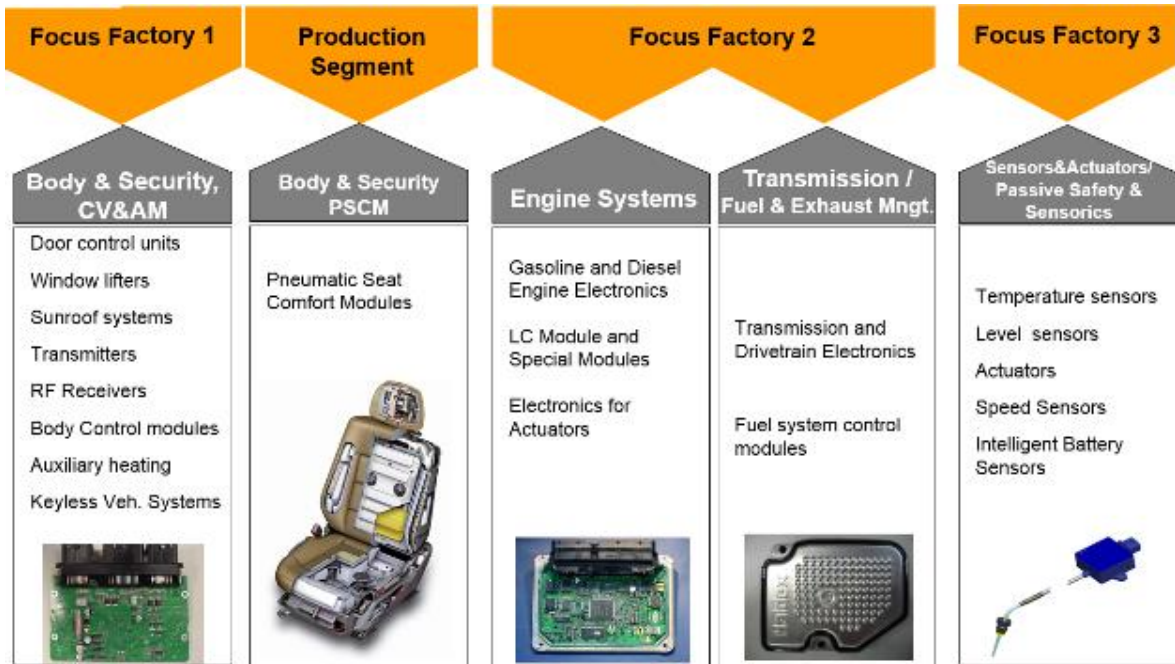
Největší procentuální podíl v prodejkch je u pneumatik, které tvoří 28%. Podvozky, interiér a Powertrain se pohybují v rozmezí od 19% do 22%. Naopak nejmenší procentuální zastoupení je v oblasti Tech, což jsou například Air Spring systémy nebo kapalinové technologie.

Jak již bylo zmíněno, společnost má několik závodů v různých lokacích po celém světě. V České republice je 6 závodů a svými prodejkch přesahující 560 milionů eur ročně se řadí mezi důležité zaměstnavatele.

Výroba je rozdělena na tzv. focus factory, které se zabývají výrobou ovládacích prvků automobilů, motorovými systémy, vzduchovými moduly do sedaček, senzory a prvky zajišťující

pasivní bezpečnost. V závodě, kde bude vykonávána bakalářská práce, jsou tři focus factory, kdy první a druhá se zabývá výrobou elektrických komponent a třetí se orientuje na výrobu senzorů. Tyto produkty jsou vyráběny v několika halách, které dohromady tvoří plochu 20880 m².

Pro podrobnější přehled o portfoliu produktů slouží následující obrázek:



Obrázek 5: Portfolio výrobků společnosti XY (Interní materiály)

Mezi hlavní zákazníky společnosti XY jsou světově známé automobilky jako Ford, Volkswagen, Daimler a další. Všechny tyto hlavní zákazníky zachycuje následující obrázek.



Obrázek 6: Zákazníci společnosti XY (Interní materiály)

6 VÝBĚR NOSNÉ SKUPINY VÝROBKŮ

Společnost XY je leaderem ve štíhlé výrobě. Celou svou produkci se snaží stavět na principech lean manufacturing, mezi které bezesporu patří buňková výroba. Všechny nové výrobky společnosti XY jsou již rozjížděny v buňkách, které jsou navrženy přímo na míru danému výrobku. Výrobky, které společnost vyrábí již několik let, mnohdy i deset, nejsou vždy vyráběny v buňkové výrobě, ale na tzv. sdílených zařízeních. V praxi to znamená, že se na jednom stroji vyrábí několik, mnohdy odlišných výrobků, které se o kapacitu stroje dělí. Ačkoliv má buňková výroba nesporné výhody, je mnohdy výhodnější vyrábět nízko objemové výrobky právě formou výroby dávkové na sdílených pracovištích. Tato kapitola se tedy bude zabývat potenciálem zařazení výrobků do buňkové výroby. Pro výběr nosné skupiny výrobků bude použita metoda ABC analýzy, ze které bude následně vybrána nosná skupina výrobků, neboli Product Family, která má potenciál na zařazení do výrobní buňky a není u této výrobní rodiny zavedena buňková výroba.

6.1 Analýza výrobků

Tato kapitola bude mít za cíl vybrat výrobky s potenciálem na vytvoření štíhlého pracoviště. Postupovat se bude, jak již bylo zmíněno, pomocí ABC analýzy. Do této ABC analýzy bude započítáno s výrobky, které se vyrábí na hale C1. Mezi těmito výrobky se budou následně hledat tzv. High runneri, to znamená výrobky, které se vyrábí ve velkém objemu. Tyto výrobky jsou z hlediska použití do výrobní buňky neoptimálnější, právě z toho důvodu, že se vyrábí ve velkém objemu. Postup analýzy bude tedy následující:

- 1) Vytvořit ABC analýzu z výrobků, které se vyrábí na hale C1
- 2) Mezi těmito výrobky vyhledat tzv. High runnery
- 3) Určit, které výrobky z těchto High runnerů nemají výrobní buňku
- 4) Zaměřit se na výrobky, které nejsou vyráběny ve výrobní buňce

6.1.1 ABC analýza Product Family

Vzhledem k tomu, že společnost XY má velmi rozsáhlé výrobní portfolio, jednotlivé výrobky se sdružují pod tzv. Product family, což je rodina jednotlivých výrobků. Pod touto rodinou se nachází několik výrobků, neboli zkráceně MLFB. Aby bylo zjištěno pomocí ABC analýzy, které výrobky patří do tzv. high runnerů, neboli produktů skupiny A, u kterých se bude navrhovat štíhlé pracoviště, nejprve je třeba provést analýzu těchto product family. Samotný podnikový systém společnosti po 15tém týdnu nezná přesné objemy objednávek

na jednotlivé výrobky, ale rozpočítává celkový roční objem předpokládané objednávky na jednotlivé měsíce. Z tohoto důvodu, po poradě s Ing. Jiřím Maňasem, byl jako kritérium pro ABC analýzu zvolen objem produkce za 13 týdnů. U tohoto časového rozsahu jsou objemy objednávek čitelné.

Jak již bylo zmíněno v kapitole o společnosti, společnost XY disponuje několika výrobními halami, bylo tedy následně potřebné v dalším kroku vyfiltrovat výrobky, které se nevyrábí na hale, ve které se bakalářská práce vykonává.

Ve výsledku ABC analýzy se poté jednotlivé skupiny rozdělily následovně:

Skupina A – Skupina A, neboli skupina, která patří do významných produktů se na celkovém výrobním portfoliu sdruženém pod Product Family podílela deseti výrobními rodinami z celkových 68 rodin.

Skupina B – Skupina B, neboli skupina, která patří do méně významných produktů se na celkovém výrobním portfoliu sdruženém pod Product Family podílela dvanácti výrobními rodinami z celkových 68 rodin.

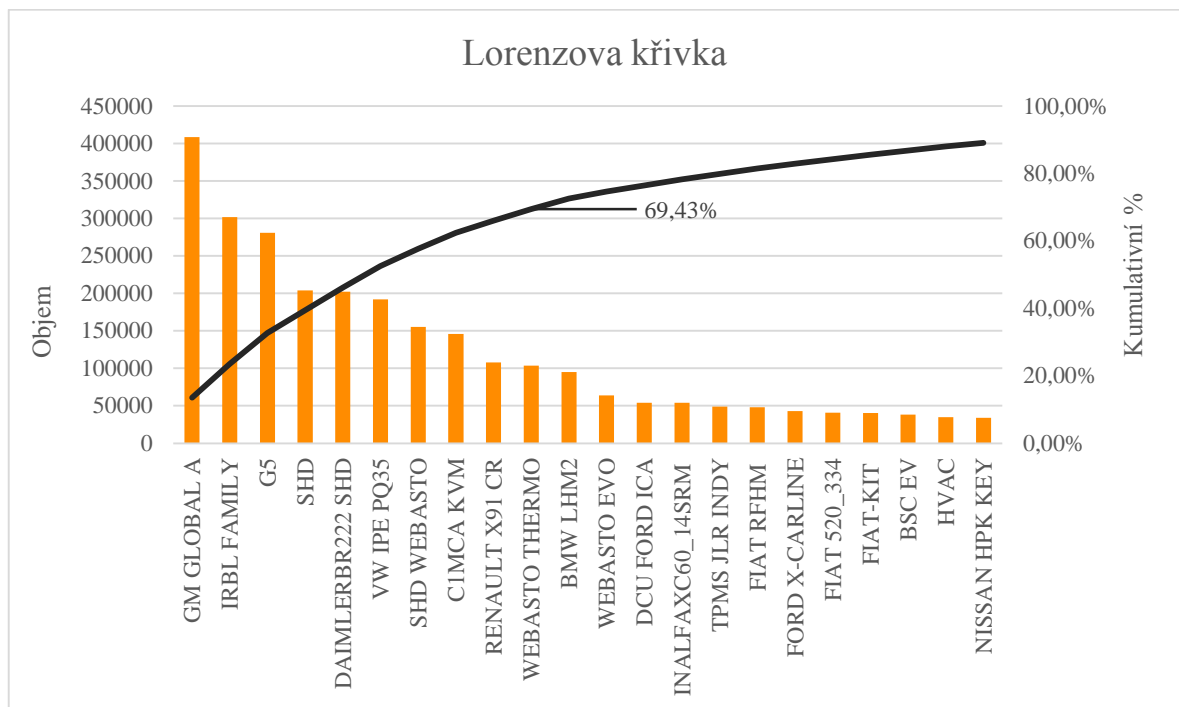
Skupina C – Ve skupině C se jednalo o 46 výrobních rodin z celkových 68 rodin.

Pro lepší představu o zařazení jednotlivých výrobních rodin do skupin slouží následující tabulka:

Tabulka 1: Zařazení rodin do ABC analýzy (Vlastní zpracování, interní materiály)

Kategorie					
A	B	C			
GM GLOBAL A	BMW LHM2	VOLVO MAM	V34X PJB	ZKW_AFS_GM_ASTRADCU	VOLVO
IRBL FAMILY	WEBASTO EVO	VOLVO TRM	SMART W451 KEY	MALAGA WWI	GEM X404
G5	DCU FORD ICA	ZKW AFS POR BMW	NISSAN P32M	BGEM 06	TSG B6 CAHL
SHD	INALFAXC60_14SRM	AUDI MLB EVO	NISSAN X61 MY08	FORD PASE PK	VW_WEBASTO_SRE
DAIMLERBR222 SHD	TPMS JLR INDY	DCDCCONVERTERREN	VW_120_13_LM	DAIMLER SIP166	ISU VEGA
VW IPE PQ35	FIAT RFHM	EUCD KVM	FENSTERHEBER	OPEL CCK	NISSAN F91B
SHD WEBASTO	FORD X-CARLINE	CCC_PCB_BACKUP	FIAT RF KEY	NISSAN F91A	CVAM C3
C1MCA KVM	FIAT 520_334	OPEL BCM SENDER	SMART W451 SAM	CVAM C2	
RENAULT X91 CR	FIAT-KIT	ZKW BMW HEADLA	CID X150	ZKW AFS VOLVO T	
WEBASTO THERMO	BSC EV	JAGUAR/LAND ROVER TPMS	ZKW ULB	JAGUAR/LAND ND	
	HVAC	MAGNA_SRM_EDISON	W451 IMMOBILIZER	NISSAN P32L/E	
	NISSAN HPK KEY	SCANIA S8	NISSAN F91G	V227 GEM	
		DAIMLER_PSCM_ELE	TRM SPA	CVAM B1	

Tabulka 2: Lorenzova křivka pro výrobní rodiny (Vlastní zpracování, interní materiály)



Pro grafické vyjádření ABC analýzy se užívá Lorenzova křivka. V tomto případě je z grafu zřejmé, že nejobjemnější produktová rodina tvoří 13,5% z celkového objemu. K limitu 70% pro skupinu A se tedy přiblížíme až sečtením dalších devíti výrobních rodin. Kvůli obsáhlému výrobnímu portfoliu společnosti XY se do grafu zaznamenala pouze skupina výrobků zařazených do kategorií A a B.

Pro potřeby této bakalářské práce a vytvoření štíhlého pracoviště byla tedy nejdůležitější výrobní skupina, která je zařazena v kategorii A. Vzhledem k tomu, že první tři výrobní rodiny (GM GLOBAL A, IRBL FAMILY a G5) již své výrobní buňky měly zavedeny, k bakalářské práci byla vybrána produktová rodina s názvem SHD.

6.2 Výrobní rodina SHD

6.2.1 Představení výrobní rodiny

Do výrobní rodiny SHD patří 19 výrobků. Tyto výrobky jsou do jednotné rodiny SHD zařazeny pro jejich zaměření. SHD výrobní rodina představuje řídicí jednotky do střešních oken, které například plní funkci stahování střechy, nebo střešního okna. Samotná zkratka SHD pochází z německého *schiebe hebe dach*, což znamená ovládání střešních oken. Zákazníci



Obrázek 7: Ukázka výrobků SHD (Interní materiály)

pro tento výrobek jsou světoznámé automobilky jako Jaguar, Ford, Land Rover nebo samotný koncern VW, do kterého patří také vozy značky Škoda.

Jednotka je poté instalována přímo ve střeše vozu, kde plní svou funkci. Umístění výrobku na konkrétním výrobku v automobilu Land Rover ukazuje následující obrázek:



Jednotka je přímo ve střeše vozu

Obrázek 8: Umístění výrobku SHD v automobilu (Interní materiály)

6.2.2 ABC analýza pro výrobní rodinu SHD

Pro lepší informovanost o tom, který výrobek z projektu SHD je takzvaným high runnerem patřící v ABC analýze do skupiny A, byla zvolena opakovaná ABC analýza, která byla v tomto případě aplikována pouze na výrobní rodinu SHD. Tento postup se provedl z důvodu toho, aby bylo zřejmé, které výrobky z výrobní rodiny SHD jsou vysoce objemové, tedy ideální pro štíhlé pracoviště.

Tabulka 3: ABC analýza pro SHD rodinu (Vlastní zpracování, interní materiály)

Název výrobku (MLFB)		Objem produkce za 13 týdnů (ks)	Kumulativní objem	Kumulativní vyjádření (%)	Kategorie
control device	A2C53366919	41040	41040	12,54%	A
BCU	A2C34772201	37400	78440	23,97%	A
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	36480	114920	35,11%	A
control device	A2C53348351	30720	145640	44,50%	A
SRE VW P853	5WK11381	27720	173360	52,97%	A
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	54240	227600	69,54%	A
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	26640	254240	77,68%	B
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	21150	275390	84,14%	B
SHD Mini R56	5WK11494BKF	18144	293534	89,68%	B
SHD Land Rover L319	5WK11467	13800	307334	93,90%	C
control device	A2C53366918	10440	317774	97,09%	C
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	5086	322860	98,64%	C
SHD OPEL S4400	5WK11478	1728	324588	99,17%	C
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	1056	325644	99,49%	C
Land Rover P289	5WK11580	960	326604	99,79%	C
SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470	300	326904	99,88%	C
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	252	327156	99,96%	C
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	144	327300	100,00%	C
SHD Land Rover L320	5WK11537	0	327300	100,00%	C
Celkový součet		327300			

Z výsledků tedy vyplynulo, že výrobní rodina SHD je zastoupena v ABC analýze šesti produkty, které spadají do skupiny A, tedy výrobků, které jsou vyráběny ve vysokém objemu. Následně výrobní rodina SHD obsahuje tři výrobky, které v ABC analýze vyšly jako skupina B a zbytek výrobků spadá do skupiny C, tedy výrobků s malým objemem produkce. Pokud to tedy bude technologicky možné, cílem bude vytvořit štíhlé pracoviště primárně pro výrobky, které mají zařazení do skupiny A. Tyto výrobky se vysoce podílí na firemním obratu a je tedy důležité se u těchto výrobků snažit o maximální možnou efektivitu.

6.2.3 XYZ analýza pro výrobní rodinu SHD

Abychom dosáhli přehledu o výkyvech objednávek v průběhu určitého časového období, k tomuto účelu byla zvolena XYZ analýza. Tato analýza pomůže zjistit, zda se jedná o výrobek, který má konstantní spotřebu, nebo o výrobek se sezónností, tedy objednávkami které jsou uskutečněny párkrát za rok.

Nejprve bylo potřeba zjistit jednotlivé objemy výroby v týdnech 1-13. Tato data byly již poskytnuty u ABC analýzy. Z těchto objemů byla následně vypočítána pro každý výrobek průměrná spotřeba. Poté následoval výpočet variačního koeficientu pro každý výrobek dle platného vzorce a následně zařazení jednotlivých výrobků do příslušných skupin XYZ analýzy.

Jednotlivé zařazení do skupin lze vidět v následující tabulce:

Tabulka 4: Zařazení produktů do skupin XYZ (Vlastní zpracování, interní materiály)

X		Y		Z	
BCU	A2C34772201	control device	A2C53366919	SHD OPEL S4400	5WK11478
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	control device	A2C53366918	Renault Inalfa SRE L38	5WK49696
control device	A2C53348351	SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	Land Rover P289	5WK11580
SRE VW P853	5WK11381			SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B			BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB			BMW MDS, CAN-bus	5WK11492
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493			SHD Land Rover L320	5WK11537
SHD Mini R56	5WK11494BKF				
SHD Land Rover L319	5WK11467				

Samotné hodnoty směrodatných odchylek a variačního koeficientu popisuje následující tabulka:

Tabulka 5: Výpočet a zařazení produktů do XYZ analýzy (Vlastní zpracování, interní materiály)

MLFB		Objem produkce za 13 týdnů	Průměrný objem produkce	Směrodatná odchylka	Variační koeficient	Zařazení XYZ
control device	A2C53366919	41040	3156,923077	1592,247491	0,50	Y
BCU	A2C34772201	37400	2876,923077	1267,455599	0,44	X
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	36480	2806,153846	375,9201728	0,13	X
control device	A2C53348351	30720	2363,076923	492,2692293	0,21	X
SRE VW P853	5WK11381	27720	2132,307692	875,7076597	0,41	X
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	54240	4172,307692	522,3343145	0,13	X
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	26640	2049,230769	830,2498376	0,41	X
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	21150	1626,923077	228,1745154	0,14	X
SHD Mini R56	5WK11494BKF	18144	1395,692308	614,5446575	0,44	X
SHD Land Rover L319	5WK11467	13800	1061,538462	376,8257331	0,35	X
control device	A2C53366918	10440	803,0769231	671,2489463	0,84	Y
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	5086	391,2307692	218,7932476	0,56	Y
SHD OPEL S4400	5WK11478	1728	132,9230769	242,6832255	1,83	Z
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	1056	81,23076923	281,3916389	3,46	Z
Land Rover P289	5WK11580	960	73,84615385	255,8105808	3,46	Z
SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470	300	23,07692308	79,9408065	3,46	Z
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	252	19,38461538	67,15027746	3,46	Z
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	144	11,07692308	38,37158712	3,46	Z
SHD Land Rover L320	5WK11537	0	0	0		Z

Z výsledků analýzy tedy vyplynulo, že do kategorie X patří 9 výrobků, které mají konstantní spotřebu, dále 6 výrobků, které byly zařazené do kategorie Y a disponují výraznějšími výkyvy v objednávkách a následně šest výrobků, které jsou zařazené do kategorie Z a mají tedy silně nepravidelnou spotřebu.

6.2.4 Kombinace ABC a XYZ analýzy

Sloučením ABC a XYZ analýzy se dosáhne rozdělení na skupiny AX až CZ jak bylo uvedeno v teoretické části této práce. Následující tabulka popisuje rozdělení jednotlivých výrobků.

Tabulka 6: Sloučení ABC a XYZ analýzy (Vlastní zpracování, interní materiály)

	A	B	C
X	BCU A2C34772201	Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482 A2C53369972EB	SHD Land Rover L319 5WK11467
	DC ASD BR204 MASTER 5WK11518	BMW MDS, CAN-bus 5WK11493	
	control device A2C53348351	SHD Mini R56 5WK11494BKF	
	SRE VW P853 5WK11381		
	Inalfa XC60_14_SRM_VOL A2C92479300B		
Y	control device A2C53366919		control device A2C53366918 SRE Webasto Jaguar X351 A2C53359053E
Z			SHD OPEL S4400 5WK11478
			Renault Inalfa SRE L38 5WK49696
			Land Rover P289 5WK11580
			SHD Renault J77 Carry-over C4 5WK11470
			BMW MDS, K-bus 447.49.101 5WK11491
			BMW MDS, CAN-bus 5WK11492
		SHD Land Rover L320 5WK11537	

Z výsledků tedy vyplynulo, že v kategorii AX je 5 výrobků, které by byly optimálními výrobky pro zavedení štíhlého pracoviště, pokud by to technologický proces dovoval. Naopak u výrobků, které patří do jakékoliv kombinace s kategorií Z, je těžší předpovídat zakázky a samotný objem výroby.

7 VÝROBNÍ PROCES VÝROBKŮ

Dalším cílem bylo poznat jednotlivé kroky výroby výrobků. Toho se docílilo za pomoci výrobních předpisů, které jsou dostupné pro každý výrobek. Jednotlivé výrobní postupy jsou uvedeny v následující tabulce:

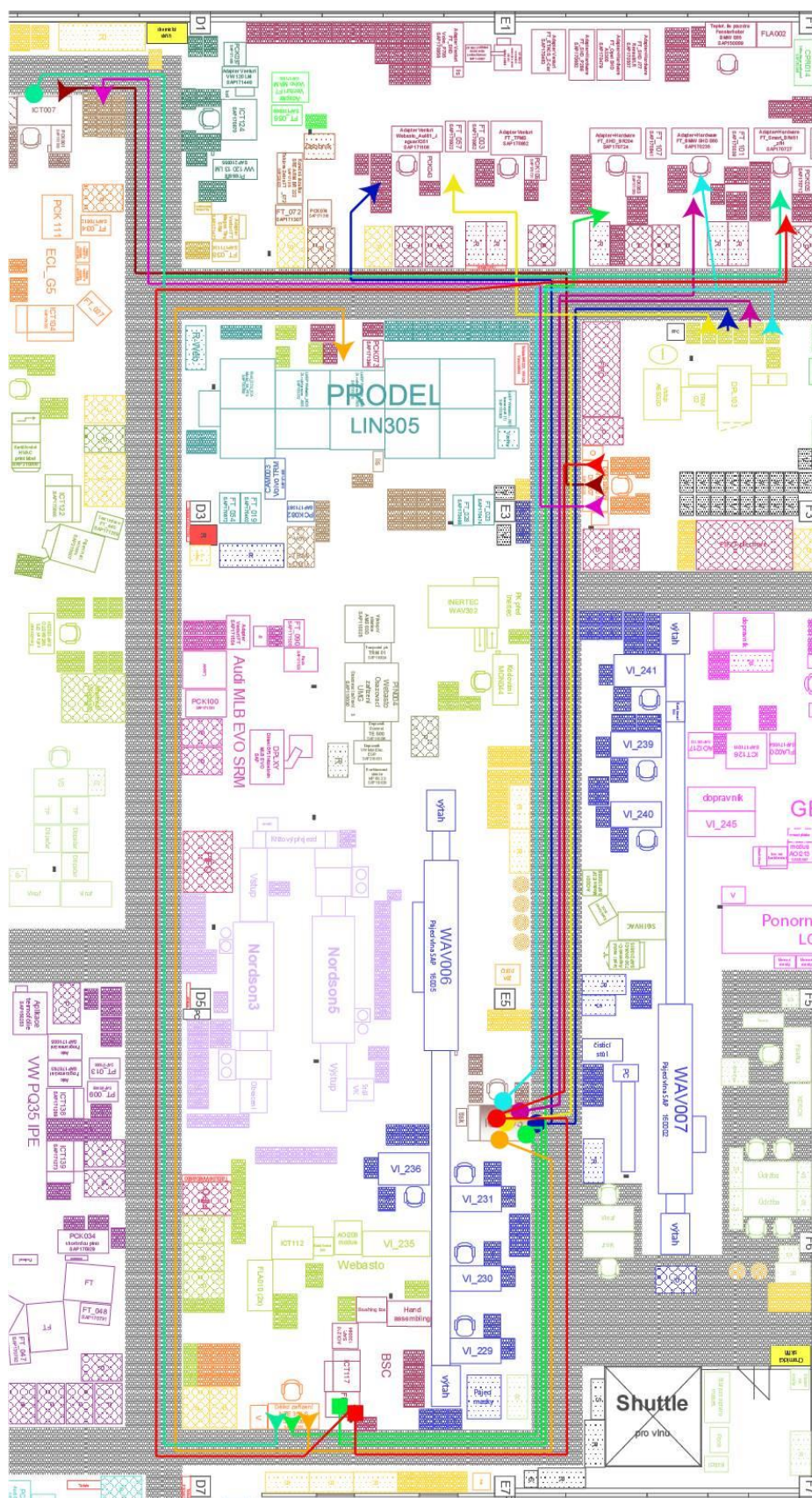
Tabulka 7: Výrobní postupy jednotlivých výrobků (Vlastní zpracování, interní materiály)

MLFB		Dělení	ICT	Flash	Lakování	Final Test
control device	A2C53366919	7	7			
BCU	A2C34772201	Frézka	103/126			57
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	6	103	20		107
control device	A2C53348351	Frézka	103/117			107
SRE VW P853	5WK11381	Frézka	103			107
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	6	103		3,5	57
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	Frézka	103/126			57
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	6	103			PRODELL
SHD Mini R56	5WK11494BKF	7	7		3,5	101
SHD Land Rover L319	5WK11467	6	7			104
control device	A2C53366918	7	103	20		107
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	Frézka	103			57
SHD OPEL S4400	5WK11478	6	7		3,5	104
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	Frézka	126/103			57
Land Rover P289	5WK11580	6	103			107
SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470	6	7			104
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	6	103			PRODELL
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	6	103			PRODELL
SHD Land Rover L320	5WK11537	4	109			103

Jednotlivá čísla u operací znázorňují číslo pracoviště, na kterém se daná operace vykonává. Pro lepší pochopení lze vybrat příklad výrobku control device v prvním řádku. Nejprve výrobek jde dle tabulky na operaci Dělení a po operaci dělení jde na operaci ICT. Je však nutné upozornit na problém s kompatibilitou jednotlivých pracovišť. Tento problém bude vysvětlen v následující kapitole o představení strojů.

7.1 Spaghetti diagram výrobního procesu výrobků

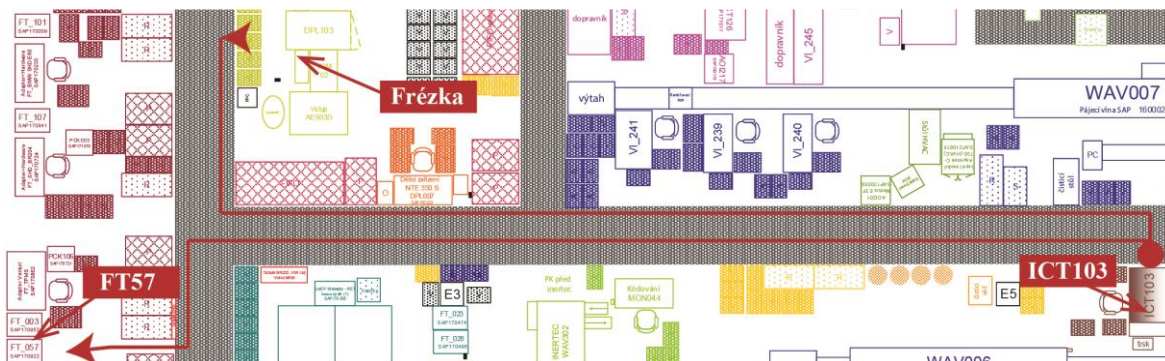
Výrobní tok každého z výrobků, který funguje v současné době ve společnosti XY, zachycuje následující Spaghetti diagram všech výrobků. Z tohoto diagramu jde jednoduše vyčíst, že u každého výrobku figuruje velké množství manipulace a transportů z jednoho stanoviště na další. Tento fakt může být použit jako argument ke změně layoutu a vytvoření štíhlého pracoviště z operací, které to umožňují.



Obrázek 9: Spaghetti diagram výrobního procesu výrobků (Vlastní zpracování, interní materiály)

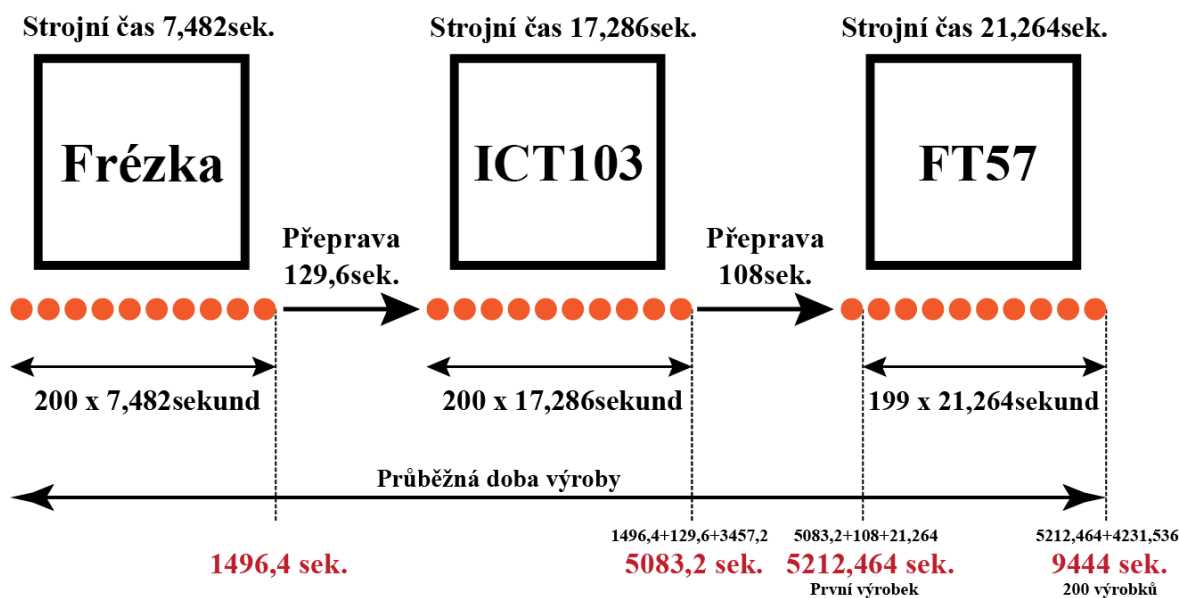
7.2 Praktická ukázka nynějšího toku výrobku

Jako praktickou ukázkou lze využít výrobek s názvem BCU. Tento výrobek začíná na dělicím zařízení Frézka, poté přechází na pracoviště ICT103 a následně opět přechází na stanoviště FT57. Nutno podotknout, že výroba všech výrobků je prováděna dávkově. Pro lepší názornost o nynějším toku výrobku BCU slouží výřez z předešlého Spaghetti diagramu.



Obrázek 10: Spaghetti diagram pro výrobek BCU (Vlastní zpracování, interní materiály)

Toto rozestavení strojů směřuje k velké manipulaci s výrobkem a vzhledem k tomu, že je výroba řízena dávkově, tak je u tohoto rozložení i dlouhý výrobní čas. Pro představu o tom, s jakou časovou spotřebou je nyní vyráběna dávka 200 výrobků, slouží následující obrázek.



Obrázek 11: Nynější tok výrobku (Vlastní zpracování, interní materiály)

Z obrázku je patrné, že na výrobu 200 kusů výrobků je potřeba 9 444 sekund. V tomto případě hraje velkou roli dávková výroba, kde se u každého pracoviště čeká na operaci předešlou. Pokud by technologický postup umožňoval spojit některá pracoviště, je možné tento čas zkrátit až na polovinu.

7.3 Představení strojů

Dělička – Jedná se o stroj, který slouží k dělení plošných spojů drážkou. Společnost XY tyto plošné spoje osazuje vcelku po několika plošných spojích a zde je poté nožem rozdělí na jednotlivé díly. Jednotlivé děličky na pracovištích 6 a 7 jsou navzájem kompatibilní.

Frézka – Tento stroj slouží k výrobě desek plošných spojů frézováním. Na tomto stroji se dělí komplikovanější tvary plošných spojů, kdy se plošný spoj musí například dostat do speciálního pouzdra, které má několik rohů a nejedná se tedy o standartní obdélníkový tvar.

ICT – Jedná se o zařízení, které testuje funkčnost osazených součástek. Pomocí kontakto-
vání jehel se zařízení připojí k jednotlivým součástkám a změří tak jejich vlastnosti, případně takto dokáže identifikovat vadné součástky, které byly osazeny. U tohoto stroje je nutné podotknout, že ICT 7 není kompatibilní s ostatními ICT. Další stanoviště ICT jsou navzájem kompatibilní.

Flash – Na tomto zařízení se do jednotlivých plošných spojů nahrává konkrétní software. Vzhledem k tomu, že ve výrobní rodině SHD jdou na Flash zařízení pouze dva výrobky, toto zařízení tedy nebude zařazeno do výrobní buňky, ale s výrobky, které se na tuto operaci dostanou, bude nutné počítat při sestavování výrobní buňky s řešením v podobě například gravitačního dopravníku, který by zajistil tok výrobku k následující operaci.

Lakovací zařízení – Jedná se o lakovací zařízení pro plošné spoje. Na plošný spoj nanáší vrstvu laku kvůli oxidaci a také kvůli vlhkosti. Jelikož se tyto výrobky dostávají do automobilového průmyslu a s vlhkostí se mohou potýkat velmi často, je naprosto důležité, aby jednotlivé plošné spoje byly zalakovány velmi precizně. Samotný operátor u lakovacího zařízení vidí pod UV světlem, kde tento lak byl nanesen a kde nikoliv. Vzhledem k tomu, že tento stroj měří téměř devět metrů, nebude tedy do návrhu pro štíhlé pracoviště zařazen.

Final Test – Jedná se o zařízení, které dělá konečnou zkoušku výrobku před skladováním. Tento stroj nasimuluje konečnému výrobku prostředí, které se rovná tomu, jako kdyby byl výrobek již nainstalován například ve střešním okně. Do vstupních periférií se přivádí impulzy, které simulují pokyny vozidla a na výstupních perifériích se tyto příslušné hodnoty

měří, zda odpovídají požadovaným parametrům. Nutno podotknout, že FINAL TEST 57 a FINAL TEST 107 nejsou navzájem kompatibilní. FT104, FT101 a FT103 navzájem kompatibilní jsou.

U konečného zkoušení PRODELL se jedná o speciální stroj, který dokáže testovat několik výrobků najednou. Sám tyto výrobky rozpozná dle identifikačních čísel a dokáže každému z nich přiřadit konkrétní testovací software. PRODELL finální test nebude taktéž zahrnut v návrhu pro štíhlé pracoviště, z důvodu těžké manipulace se strojem, který má téměř devět metrů a následně neefektivnosti, pokud by se do výrobní buňky zařadil, právě z důvodu testování několika výrobků najednou.

7.4 Zjištění spotřeby času

Zjištění jednotlivých časů pro každou operaci u každého výrobku byl další zásadní krok. U těchto časů rozlišujeme čas strojní a čas manuální, kde strojní čas představuje čas, za který stroj dokončí požadovanou operaci a ruční čas představuje čas, kdy operátor s daným výrobkem manipuluje, tedy například vkládá nebo naopak odebírá výrobek ze stroje, či jinak manipuluje s výrobkem.

Tyto časy byly zjištěny z podnikového systému, kde pro každý výrobek je rozlišený čas strojní a ruční. Aby byl zjištěn celkový čas, který je potřebný na výrobu daného týdenního objemu, byl tento objem vynásoben s požadovaným nejdelším časem operace.

Dále bylo zjišťováno, zda některý z ručních časů není delší než čas strojní. Pokud by tato situace nastala, znamenalo by to čekání stroje na to, než operátor dokončí požadovanou činnost, což by vedlo k neefektivnosti ve využití stroje.

Jednotlivé časy operací a celkové časy potřebné k dokončení jednotlivých týdenních objemů ukazují následující tabulky.

Tabulka 8: Časy na operaci dělení (Vlastní zpracování, interní materiály)

MLFB		Produkce za týden	Dělení (sek.)	
			Ruční čas	Strojní čas
control device	A2C53366919	6480	16,698	0
BCU	A2C34772201	5368	0,594	7,482
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	4800	1,248	11,286
SRE VW P853	5WK11381	4200	1,068	6,594
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	3840	5,58	3,54
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	3600	0,594	7,482
control device	A2C53348351	2880	1,068	6,594
SHD Mini R56	5WK11494BKF	2592	10,32	0
control device	A2C53366918	2520	5,58	3,54
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	2000	11,76	0
SHD Land Rover L319	5WK11467	1500	8,22	0
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	1056	1,248	11,286
Land Rover P289	5WK11580	960	10,38	0
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	946	0,54	7,2
SHD OPEL S4400	5WK11478	576	5,88	0
SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470	300	8,22	0
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	252	11,76	0
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	144	11,76	0
SHD Land Rover L320	5WK11537	0	9,66	0

Frézka

Zvýrazněná část oranžovou barvou představuje dělení za pomoci frézky.

Tabulka 9: Časy na operaci ICT (Vlastní zpracování, interní materiály)

MLFB		Produkce za týden	ICT (sek.)	
			Ruční čas	Strojní čas
control device	A2C53366919	6480	15,564	8,196
BCU	A2C34772201	5368	1,248	17,286
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	4800	1,08	21,06
SRE VW P853	5WK11381	4200	0,768	25,188
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	3840	2,082	16,632
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	3600	1,248	17,286
control device	A2C53348351	2880	0,774	30,648
SHD Mini R56	5WK11494BKF	2592	1,428	30,828
control device	A2C53366918	2520	0,948	17,286
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	2000	0,474	25,842
SHD Land Rover L319	5WK11467	1500	0,714	19,008
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	1056	0,948	34,038
Land Rover P289	5WK11580	960	0	20,904
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	946	0,648	19,308
SHD OPEL S4400	5WK11478	576	1,59	31,314
SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470	300	0,714	19,008
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	252	1,368	23,64
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	144	0,474	25,842
SHD Land Rover L320	5WK11537	0	21,504	6,474

ICT 7

Zvýrazněná část u operace ICT znamená stanoviště ICT7, které je nekompatibilní s ostatními stroji ICT.

Tabulka 10: Časy na operaci Flash (Vlastní zpracování, interní materiály)

MLFB		Produkce za týden	Flash (sek.)	
			Ruční čas	Strojní čas
control device	A2C53366919	6480		
BCU	A2C34772201	5368		
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	4800		
SRE VW P853	5WK11381	4200		
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	3840	0,234	27,564
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	3600		
control device	A2C53348351	2880		
SHD Mini R56	5WK11494BKF	2592		
control device	A2C53366918	2520	1,368	31,008
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	2000		
SHD Land Rover L319	5WK11467	1500		
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	1056		
Land Rover P289	5WK11580	960		
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	946		
SHD OPEL S4400	5WK11478	576		
SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470	300		
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	252		
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	144		
SHD Land Rover L320	5WK11537	0		

Operace Flash se provádí jen u dvou výrobků. Z tohoto důvodu nebude toto zařízení do štíhlého pracoviště zařazeno. Pokud by výrobky, které procházejí operací Flash byly zařazeny do výrobní buňky, musí se u návrhu buňky počítat například s gravitačním dopravníkem, který by zajistil tok výrobků od operace Flash k operaci následující.

Tabulka 11: Časy na operaci Lakování (Vlastní zpracování, interní materiály)

MLFB		Produkce za týden	Lakování (sek.)	
			Ruční čas	Strojní čas
control device	A2C53366919	6480		
BCU	A2C34772201	5368		
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	4800	2,4	14,4
SRE VW P853	5WK11381	4200		
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	3840		
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	3600		
control device	A2C53348351	2880		
SHD Mini R56	5WK11494BKF	2592	4,638	12,204
control device	A2C53366918	2520		
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	2000		
SHD Land Rover L319	5WK11467	1500		
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	1056		
Land Rover P289	5WK11580	960		
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	946		
SHD OPEL S4400	5WK11478	576	9,12	18,06
SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470	300		
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	252		
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	144		
SHD Land Rover L320	5WK11537	0		

Operace lakování se vyskytuje u třech výrobků. Jak již bylo zmíněno, tato operace nebude započítána do štíhlého pracoviště. Problémem je výrobek Inalfa XC60, který patří do tzv. high runnerů, neboli produktů v kategorii A u ABC analýzy. Zvláště u tohoto produktu musí být brán zřetel při sestavování štíhlého pracoviště z hlediska odebírání z operace ICT a následně dodání zalakovaných kusů na operaci Final Test. Tento fakt by byl řešen opět jako na operaci Flash pomocí gravitačního dopravníku, který by odebírání a následné dodávání umožnil.

Tabulka 12: Časy na operaci Final Test (Vlastní zpracování, interní materiály)

MLFB		Produkce za týden	Final Testing (sek.)	
			Ruční čas	Strojní čas
control device	A2C53366919	6480		
BCU	A2C34772201	5368	2,022	21,264
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	4800	4,926	27,564
SRE VW P853	5WK11381	4200	2,316	30,294
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	3840	1,602	43,662
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	3600	4,518	21,264
control device	A2C53348351	2880	1,362	37,068
SHD Mini R56	5WK11494BKF	2592	2,436	29,226
control device	A2C53366918	2520	0,708	47,82
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	2000	PRODELL	PRODELL
SHD Land Rover L319	5WK11467	1500	8,85	30
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	1056	3,324	24,948
Land Rover P289	5WK11580	960	3,21	27,384
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	946	3,03	30,054
SHD OPEL S4400	5WK11478	576	13,662	27,678
SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470	300	6,234	32,196
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	252	0	43,398
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	144	PRODELL	PRODELL
SHD Land Rover L320	5WK11537	0	PRODELL	PRODELL

Final Test 57

Final Test 107



U operace Final Test je několik výrobků, které jsou konečně testovány na pracovišti Final Test 57, konkrétně je to 5 výrobků a následně 4 výrobky, které jsou testovány na pracovišti Final Test 107. Pracoviště PRODELL, jak již bylo zmíněno v kapitole o představení strojů, nebude brán kvůli těžké manipulaci a efektivnosti do štíhlého pracoviště v potaz.

Vyselektování pracovišť

Z těchto časů se poté vyseletovaly stroje a operace, které do štíhlého pracoviště nebudou započítány. Jmenovitě to tedy jsou operace FLASH a lakování společně s dělením, které je používáno u desítek jiných výrobků. Následně tedy zbyly operace ICT a Final Test. U těchto výrobků byl zjišťován nejdelší strojní čas a porovnával se s taktem zákazníka. Důležité bylo, aby pokud možno ruční čas nepřesáhl časy strojní. Tento fakt nastal pouze v jednom případě u výrobku SHD Land Rover L320, ale tento výrobek je zařazen do skupiny C, tzn., vyrábí se v několika kusech jen párkrát do roku.

Následující tabulka obsahuje porovnání ICT a Final Test operací, která operace je nejdelší, kolik bude potřeba minut pro vyrobení požadovaného objemu výrobků a zda jsou ruční časy delší, než časy strojní.

Tabulka 13: Porovnání operací (Vlastní zpracování, interní materiály)

MLFB		Nejdelší strojní čas	Suma ručních č.	Je ruční čas delší než strojní (!)	Počet nutných sekund	Počet nutných minut
control device	A2C53366919	16,698	8,196	x		
BCU	A2C34772201	21,264	3,27	x	114145,152	1902,4192
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	27,564	6,006	x	132307,2	2205,12
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	21,264	5,766	x	76550,4	1275,84
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	30,054	3,678	x	28431,084	473,8514
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	34,038	4,272	x	35944,128	599,0688
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	43,662	3,684	x	167662,08	2794,368
control device	A2C53348351	37,068	2,136	x	106755,84	1779,264
SRE VW P853	5WK11381	30,294	3,084	x	127234,8	2120,58
SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470	32,196	6,948	x	9658,8	160,98
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	25,842	0,474	x	51684	861,4
SHD Mini R56	5WK11494BKF	30,828	3,864	x	79906,176	1331,7696
SHD Land Rover L319	5WK11467	30	9,564	x	45000	750
control device	A2C53366918	47,82	1,656	x	120506,4	2008,44
SHD OPEL S4400	5WK11478	31,314	15,252	x	18036,864	300,6144
Land Rover P289	5WK11580	27,384	3,21	x	26288,64	438,144
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	43,398	1,368	x	10936,296	182,2716
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	25,842	0,474	x	3721,248	62,0208
SHD Land Rover L320	5WK11537		21,504	!	0	0

Final Test 57

Final Test 107

Z výsledků vyplynulo, že pokud by byl sečten počet nutných minut na vyrobení výrobků, které se finálně testují na Final Testu 57, vyrobení by proběhlo v disponibilním čase firmy, který činí 7229,25 minut za týden. To samé platí i u výrobků, které se finálně testují na Final Testu 107.

8 NÁVRH VYTVOŘENÍ ŠTÍHLÉHO PRACOVIŠTĚ

Tato kapitola bude mít za cíl navrhnout štíhlé pracoviště z dat, které byly analyzovány v kapitolách předešlých. Takto vytvořený návrh bude poté srovnán z hlediska ekonomického, jakým způsobem a kolik by společnost XY ušetřila peněžních prostředků zavedením tohoto štíhlého pracoviště.

8.1 Seskupení strojů

Ze získaných dat je možné rozhodnout o tom, které pracoviště k sobě lze seskupit. Z analýzy vyplynulo, že nejoptimálnější variantou bude seskupení strojů u operace ICT společně se stroji, které provádí finální testování, neboli Final Testing. Vzhledem k tomu, že se nyní jednotlivé výrobky vyrábí dávkově, tento krok bude vést k odstranění meziskladu u operace ICT a také k odstranění přepravy výrobku z ICT na Final Testing. Již při sestavení Spaghetti diagramu bylo možné vyčíst, že je pracoviště ICT103 velice významné z pohledu výrobního toku jednotlivých výrobků. Na tomto pracovišti se testovalo několik výrobků, konkrétně 13 výrobků, ze kterých bylo 5 výrobků zařazeno v ABC analýze do skupiny A. Z tohoto důvodu by zařazení do štíhlého pracoviště bylo vhodnou volbou.

Pokud by se v tabulce o jednotlivých výrobních postupech zvýraznily operace, které následují po pracovišti ICT103, je možné zjistit, že se opakují pracoviště FT57 a FT107. Zvýraznění jednotlivých pracovních postupů lze vidět v následující tabulce:

Tabulka 14: Společné operace (Vlastní zpracování, interní materiály)

MLFB		Dělení	ICT	Flash	Lakování	Final Test
control device	A2C53366919	7	7			
BCU	A2C34772201	Frézka	103/126			57
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	6	103	20		107
control device	A2C53348351	Frézka	103/117			107
SRE VW P853	5WK11381	Frézka	103			107
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	6	103		3,5	57
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	Frézka	103/126			57
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	6	103			PRODELL
SHD Mini R56	5WK11494BKF	7	7		3,5	101
SHD Land Rover L319	5WK11467	6	7			104
control device	A2C53366918	7	103	20		107
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	Frézka	103			57
SHD OPEL S4400	5WK11478	6	7		3,5	104
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	Frézka	126/103			57
Land Rover P289	5WK11580	6	103			107
SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470	6	7			104
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	6	103			PRODELL
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	6	103			PRODELL
SHD Land Rover L320	5WK11537	4	109			103

Seskupení pracovišť ICT103 a FT57 společně s FT107 se jeví jako optimální. Problém, který by nastal, je u výrobku DC ASD MASTER, u kterého se společně s control device nahrává software a dále u výrobku INALFA XC60, kde se následně po ICT provádí lakování. U těchto výrobků se tento problém musí řešit za pomoci gravitačního dopravníku, který bude umístěn vedle operace ICT, aby umožnil tok výrobku na další operace, případně na konečnou operaci Final Test.

U výrobků s konečným testem na PRODELL pracovišti, by se následně prováděla jen operace ICT a dále by se přepravoval výrobek na PRODELL jako dosud.

Sloučením strojů ICT103 s FT57 a FT107 by byl zkrácen výrobní postup u všech pěti výrobků zařazených do výrobní skupiny AX. Následující tabulka ukazuje zařazení ostatních výrobků, které bychom sloučením strojů ICT103 s FT57 a FT107, do ABC a XYZ analýzy.

Tabulka 15: Zařazení do ABC a XYZ analýzy (Vlastní zpracování, interní materiály)

Název výrobku		Zařazení do ABC	Zařazení do XYZ
BCU	A2C34772201	A	X
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	A	X
control device	A2C53348351	A	X
SRE VW P853	5WK11381	A	X
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	A	X
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	B	X
control device	A2C53366918	C	Y
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	C	Y
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	C	Z
Land Rover P289	5WK11580	C	Z

Pokud by se do štíhlého pracoviště zařadil stroj ICT103, všechny výrobky by se zvládly vyrobit v disponibilním čase, ale vzhledem k tomu, že do štíhlého pracoviště je počítáno se dvěma stroji FT, jeden stroj Final Testu by na ICT vždy čekal a nebyl využit. Z tohoto důvodu využijeme jeden stroj pro ICT, který je ve společnosti volný z předchozího projektu. Tímto tedy bude dosaženo štíhlého pracoviště o čtyřech strojích. Dva stroje pro ICT společně s dvěma pracovišti pro finální testování výrobků.

8.2 Zjištění potřeby operátorů

Vypočítáním potřeby operátorů dosáhneme přehledu o tom, kolik operátorů bude třeba k jednotlivým operacím. Tento výpočet bude vycházet z platného vzorce, který byl popsán v teoretické části.

Nejprve je tedy nutné vypočítat takt zákazníka, kde samotný výpočet vychází z disponibilní pracovní doby a požadavků samotného zákazníka, jaký objem výrobků za daný časový interval požaduje. Protože se počítá s týdenními objemy produkce, také při výpočtu taktu zákazníka týdenní objemy musíme zohlednit.

Abychom mohli vypočítat takt zákazníka, nejprve je potřeba vypočítat samotný disponibilní čas společnosti. Tento čas se vypočítá také dle uvedeného vzorce v teoretické části.

8.2.1 Disponibilní čas na jednu směnu

Společnost XY vyrábí ve dvou směnném nepřetržitém provozu. Směna má tedy 12 hodin, což představuje 720 minut.

Od této doby je potřeba odečíst přestávky, na které mají zaměstnanci právo. Tyto přestávky jsou třicetiminutové od 10:00 do 10:30 a od 14:00 do 14:30. Dále je potřeba odečíst samostatnou údržbu strojů, která je 2x 10 minut na začátku a na konci směny. V neposlední řadě je nutné odečíst 5 minut na rozjezd strojního zařízení a 5 minut na ukončení činnosti.

Disponibilní čas na jednu směnu (T_d) = $720 - 30 - 30 - 10 - 10 - 5 - 5 = 630$ minut

Odečtením všech hodnot tedy získáme disponibilní čas 630 minut na jednu směnu.

8.2.2 Počet směn

Výroba ve společnosti XY probíhá nepřetržitě, to znamená, od pondělí až do neděle. Pracuje se tedy sedm dní v týdnu, což při dvousměnném provozu znamená 14 směn za týden.

Od této hodnoty se musí odečíst půl směny na údržbu strojů. Konečný počet směn za týden je tedy 13,5

8.2.3 Ukazatel OEE

Ukazatel OEE byl popsán v teoretické části. Společnost XY běžně dosahuje hodnoty 85%. Tedy také u výpočtu disponibilního času se bude započítávat hodnota OEE 85%.

8.3 Disponibilní čas

Z předchozích částí nyní dosadíme hodnoty do vzorce, který je určen pro výpočet disponibilního času. Dosazení do vzorce tedy vypadá následovně:

$$\text{Disponibilní čas} = 630 * 13,5 * 0,85 = 7229,25 \text{ minut}$$

Společnost XY tedy disponuje 7229,25 minutami za týden.

8.4 Takt zákazníka

Následně je takt zákazníka vypočítán dle vzorce uvedeného v teoretické části práce.

Protože se v našem uspořádání strojů vyskytuje seskupení stroje ICT126 s FT57 a ICT103 s FT107, takt zákazníka je vypočítán pro objemy jdoucí na tyto zařízení. Takty zákazníka budou tedy dva. Jeden pro pracoviště s konečným testem FT57 a jeden pro FT107.

Celkovou pracovní dobu jsme tedy vyčíslili na 7229,25 minut. Celkové požadavky výroby budou sumy výrobků jdoucí na každé z pracovišť. Následující tabulka tedy ukazuje sumy jednotlivých pracovišť společně s taktem zákazníka.

Tabulka 16: Takt zákazníka (Vlastní zpracování, interní materiály)

MLFB		Produkce za týden FT57	Produkce za týden FT107
BCU	A2C34772201	5368	-
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	-	3600
control device	A2C53348351	-	2000
SRE VW P853	5WK11381	-	2592
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	3840	-
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	2880	-
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	-	-
control device	A2C53366918	-	1056
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	4200	-
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	4800	-
Land Rover P289	5WK11580	-	300
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	-	-
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	-	-
Celkem		21088	9548
Takt zákazníka (sek.)		20,5688069	45,42888563

Následující tabulka ukazuje následné dosazení do platného vzorce pro výpočet optimální potřeby operátorů, který byl uveden v teoretické části této práce.

Tabulka 17: Potřeba operátorů (Vlastní zpracování, interní materiály)

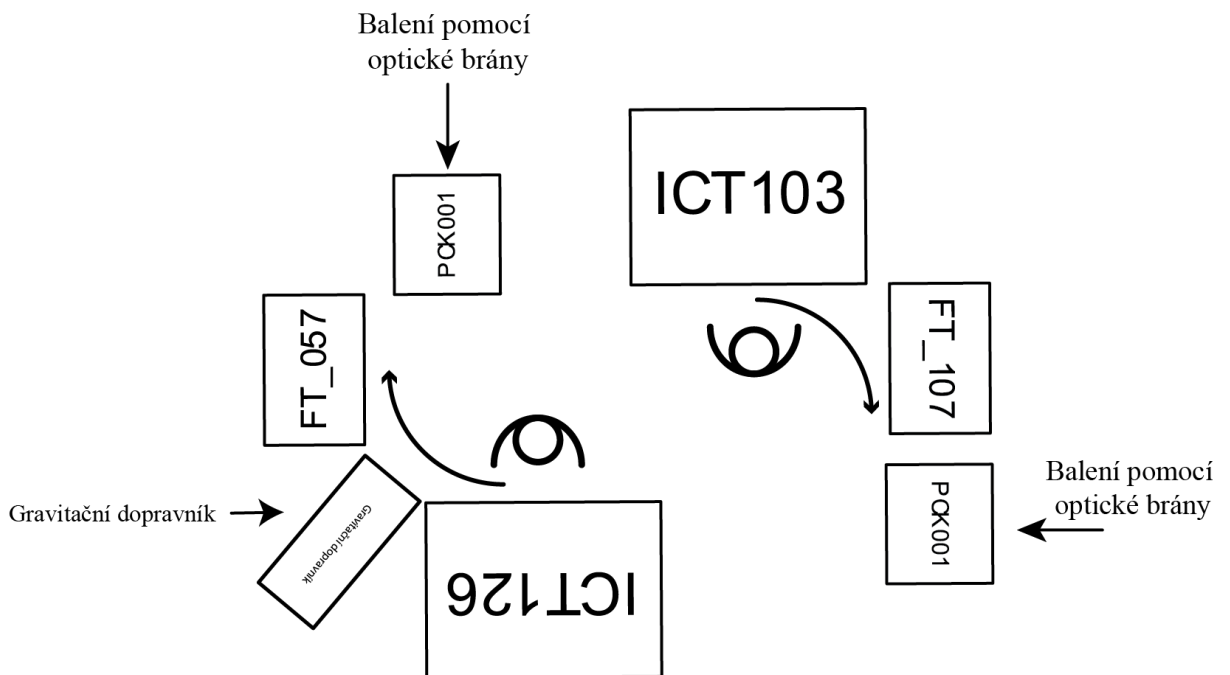
MLFB		Součet manuálních činností (sek.)	Takt zákazníka (sek.)	Opt. Počet operátorů	Počet operátorů
BCU	A2C34772201	3,27	20,5688069	0,158978594	1
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	3,684	45,42888563	0,081093779	1
control device	A2C53348351	2,136	45,42888563	0,047018543	1
SRE VW P853	5WK11381	3,084	45,42888563	0,067886323	1
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	6,006	20,5688069	0,291995546	1
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	5,766	20,5688069	0,280327392	1
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	0,474	45,42888563	0,01043389	1
control device	A2C53366918	1,656	45,42888563	0,036452578	1
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	3,678	20,5688069	0,178814455	1
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	4,272	20,5688069	0,207693136	1
Land Rover P289	5WK11580	3,21	45,42888563	0,070659889	1
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	1,368	45,42888563	0,030112999	1
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	0,474	45,42888563	0,01043389	1

Pokud bychom všechny výrobky, které budou ve štíhlém pracovišti započítány, dosadili do tohoto vzorce, vyjde nám, že u všech operací bude jen jeden operátor. Z tohoto faktu je možné usoudit, že štíhlé pracoviště bude obsazeno dvěma operátory. Náplní prvního operátora bude obsluha stroje ICT 103 společně s FT107 a pracovní náplní druhého operátora bude stroj ICT126 společně s FT57.

8.5 Rozložení štíhlého pracoviště

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, do štíhlého pracoviště se budou započítávat čtyři stroje. Dvě pro takzvané ICT, neboli testování funkčnosti jednotlivých komponentů a dva stroje pro finální testování výrobků, neboli Final Test.

Tyto stroje budou uspořádány do výrobní buňky, která bude obsazena dvěma operátory. Následující obrázek znázorňuje layout navrhovaného pracoviště.



Obrázek 12: Návrh layoutu pracoviště (Vlastní zpracování)

Zakomponovaný gravitační dopravník je pro ty výrobky, které musí z operace ICT na operaci Flash nebo Lakování. Tento dopravník by měl pomoci k plynulému toku výrobku na další operaci nebo naopak k dodávce hotových výrobků z operací Flash a Lakování na operaci Final Test. K vysvětlení gravitačního dopravníku slouží následující kapitola.

8.5.1 Gravitační dopravník

Gravitační dopravník slouží k přepravě výrobků. Zboží je přepravováno manuálně, nebo v případě gravitačního dopravníku, který by se použil u navrhovaného layoutu štíhlého pracoviště, by se jednalo o tzv. skloněný dopravník, kde probíhá přeprava samospádem po kolečkovém mechanismu díky gravitaci. Takto navrhnutý dopravník zajišťuje jednoduchou manipulaci a v tomto případě jednoduchý odběr ze stanoviště ICT a následně dodání na stanoviště FT57.



Obrázek 13: Gravitační dopravník (MH&L: Material Handling & Logistics [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: <http://mhlnews.com/>)

8.5.2 Optická brána



Obrázek 14: Optická brána (Interní fotografie)

Patří k standardnímu vybavení každé buňky. Následně slouží také k zabalení finálních kusů. Skládá se z konstrukce brány, senzoru doteku a scannerem pro výrobek. Optická brána je sestrojena tak, aby v požadovaném náklonu držela přepravku, samotný senzor dotyku slouží k ochraně kusu před manipulací oběma rukama a scanner výrobku slouží ke scanování čárových kódů na jednotlivých výrobcích. Jakmile je tedy výrobek nascanován, systém porovná, zda tento výrobek prošel finálním testem a zda vyhověl. Pokud finální test výrobek prošel, je možné tento výrobek skrze optickou závoru umístit do přepravky. Jakákoliv jiná činnost vyvolá zablokování brány a tedy nemožnost výrobek zabalit. Tímto se docílí kontroly, pokud by operátor

chtěl umístit do přepravky výrobek, který neprošel finálním testem, nebo na finálním testu měl poruchu.

8.6 Náklady na vytvoření štíhlého pracoviště

I když je štíhlé pracoviště navrhováno z důvodu ušetření peněžních prostředků a zvýšení efektivity, musí se počítat s náklady na vytvoření štíhlého pracoviště. Jedná se především o náklady spojené s přestěhováním a následnou montáží strojů na jiné pozice. Vzhledem k tomu, že společnost XY disponuje špičkovou technikou, taktéž by se musela zřídit na nové pozici strojů nová vzduchotechnika, přívod elektřiny nebo také vakuum. Tato technologie je peněžně náročná a tedy i návratnost samotné investice do štíhlého pracoviště může být delší. Tato kapitola bude pojednávat o vyčíslení nákladů na vytvoření štíhlého pracoviště.

8.6.1 Vyčíslení nákladů na vytvoření štíhlého pracoviště

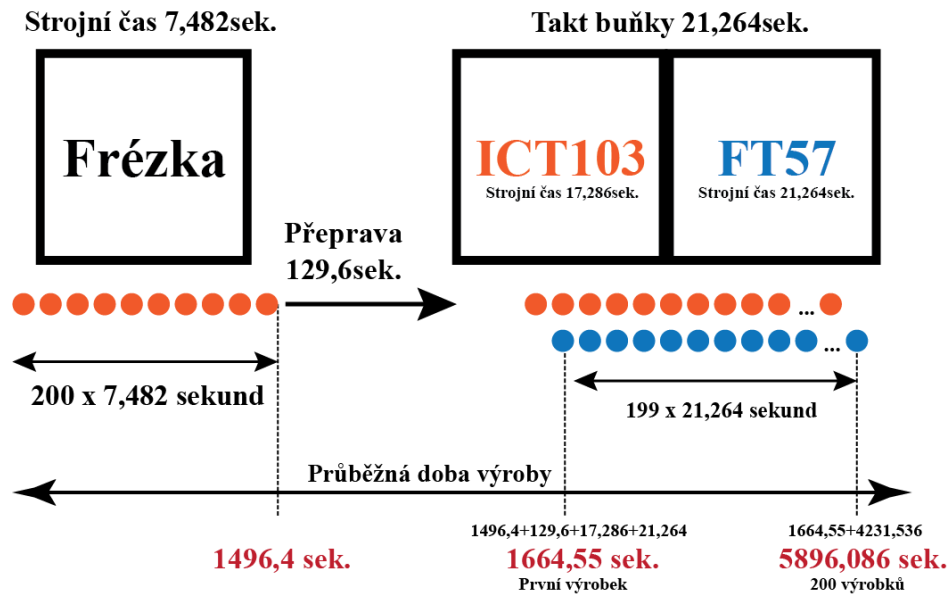
Náklady na vytvoření štíhlého pracoviště nastanou zejména kvůli přestěhování technologie na jinou pozici. Z tohoto důvodu bude potřeba zavést nový přívod energie k pracovišti, vzduchotechniku a také vakuum. Tyto technologie obstarávají externí firmy, které si v průměru tuto práci z dřívějších projektů ve společnosti XY kalkulovaly na 40 000 Kč. Dalším nákladem by byla práce interních techniků, kteří by nové stroje zprovoznili. Tito interní technici mají sazbu 700 Kč/hod. Zapojení a optimalizace strojů z dřívějších projektů společnost trvá v průměru 30 hodin, což ve výsledku představuje 21 000 Kč za práci techniků. Celkové náklady na přestěhování a zapojení strojů byly vyčísleny na 61 000 Kč.

8.7 Úspory plynoucí z navržení štíhlého pracoviště

Vytvoření štíhlého pracoviště se provádí z důvodu efektivity výroby. Takto efektivní výroba zajišťuje úspory plynoucí z kratších časových potřeb na výrobek, nebo úsporu tzv. „člověkominut“, tedy minut, které ušetříme operátorům nebo dalších možných úspor. V těchto ušetřených minutách může operátor vykonávat jinou operaci, která by vytvářela další přidanou hodnotu pro společnost. I v tomto případě návrhu na vytvoření štíhlého pracoviště bylo od začátku počítáno s několika úsporami, především v podobě ušetřených minut operátorů. Tato kapitola se tedy bude zabývat otázkou úspor, které by z navržení štíhlého pracoviště plynuly.

8.7.1 Úspora času

Úspora času bude nejvýznamnější úsporou, pokud by se štíhlé pracoviště do společnosti XY zavedlo, z důvodu toho, že se již nebude muset čekat na výrobní dávku, kde poté následoval převoz na další pracoviště. Pro příklad může být opět uveden výrobek s názvem BCU, který byl uveden již v kapitole 6.2.



Obrázek 15: Tok výrobku po navrhnutí štíhlého pracoviště (Vlastní zpracování, interní materiály)

Na rozdíl od výroby v dávkách se zde po provedení operace ICT může ihned provádět operace FT57. Z tohoto důvodu se čas zkrátí u 200 kusů o 3 548 sekund, to je ve výsledku 59 minut. První výrobek se před navrhnutím buňky vyrobil za 5 212 sekund. Při navrhnutí štíhlého pracoviště by první výrobek byl hotov za 1664,55 sekund, což je o hodinu méně než v předchozím případě.

Jednotlivé ušetřené výrobků popisuje následující tabulka, kde 1 minuta ušetřeného času ve společnosti XY činí 2,70 Kč.

Tabulka 18: Úspora z navržení štihlého pracoviště (Vlastní zpracování, interní materiály)

MLFB		Spotřeba času bez štihlého pracoviště (min.)	Spotřeba času se štihlým pracovištěm (min.)	Úspora v minutách	Úspora peněžně
control device	A2C53366919	3484,296	-	-	-
BCU	A2C34772201	4118,3296	2571,8088	1546,5208	4 175,61 Kč
DC ASD BR204 MASTER	5WK11518	5980,032	4915,584	1064,448	2 874,01 Kč
control device	A2C53348351	3566,88	2095,776	1471,104	3 971,98 Kč
SRE VW P853	5WK11381	4345,32	2582,16	1763,16	4 760,53 Kč
Inalfa XC60_14_SRM_VOL	A2C92479300B	5944,8	4260	1684,8	4 548,96 Kč
Webasto_SRE_BTP_Audi_AU481/482	A2C53369972EB	2761,92	1724,76	1037,16	2 800,33 Kč
BMW MDS, CAN-bus	5WK11493	1253,4	1253,4	0	0,00 Kč
SHD Mini R56	5WK11494BKF	3567,3696	2304,8064	1262,5632	3 408,92 Kč
SHD Land Rover L319	5WK11467	1430,7	955,5	475,2	1 283,04 Kč
control device	A2C53366918	4271,148	3545,136	726,012	1 960,23 Kč
SRE Webasto Jaguar X351	A2C53359053E	891,7942	587,3714	304,4228	821,94 Kč
SHD OPEL S4400	5WK11478	796,1472	530,4384	265,7088	717,41 Kč
Renault Inalfa SRE L38	5WK49696	1236,7872	797,7024	439,0848	1 185,53 Kč
Land Rover P289	5WK11580	938,688	604,224	334,464	903,05 Kč
SHD Renault J77 Carry-over C4	5WK11470	297,12	202,08	95,04	256,61 Kč
BMW MDS, K-bus 447.49.101	5WK11491	330,9516	231,6636	99,288	268,08 Kč
BMW MDS, CAN-bus	5WK11492	90,2448	90,2448	0	0,00 Kč
SHD Land Rover L320	5WK11537	-	-	-	-
Celkem				12568,9764	33 936,24 Kč

Z výsledků tedy vyplynulo, že sloučením strojů ICT a FT by byl u výrobků, které po technologické stránce umožňují výrobu v buňce, razantně zkrácen výrobní čas. Týdenní peněžní úspora při objemech výroby, které figurovaly v dřívějších tabulkách, by v součtu byla 33 936 Kč. Tato částka by v ročním vyjádření činila 1 764 672 Kč.

ZÁVĚR

Závěrem této bakalářské práce bych chtěl zhodnotit, zda tato práce a její cíle byly naplněny či nikoli.

Práce se zabývala návrhem štíhlého pracoviště ve společnosti XY. Cílem práce tedy bylo provést analýzu výrobků a výrobních rodin ve společnosti a patřičnými nástroji vyselektovat pracoviště společně s výrobky, které již v buňkové výrobě byly zavedeny. Následně u výrobků, které měly potenciál na zavedení štíhlého pracoviště zpracovat analýzu pracovního postupu a zjistit, zda výrobky mají relativně stejné pracovní postupy, aby bylo možné z těchto postupů vytvořit štíhlé pracoviště. V tomto směru bakalářská práce splnila svůj cíl a byla nalezena výrobní rodina, která neměla zavedenou buňkovou výrobu a byla vhodným kandidátem z hlediska pracovních postupů a strojů na štíhlé pracoviště.

Následně se zjišťovalo, zda pro tyto výrobky případné navržené štíhlé pracoviště bude přínosem. Zda se zkrátí dopravní časy výrobky a celkové výrobní časy. Zaměřením na stroje, které byly stejné pro všechny vybrané výrobky, se zjistilo, že se výrobní čas zkrátí u zásadní většiny výrobků zařazených do skupiny AX v ABCXYZ analýze. To pro společnost XY znamená velice zásadní ušetření času pro výrobky, které tvoří velkou část obratu společnosti. Znamená to také ušetření minut pro operátory, kteří mohou v tomto ušetřeném času vytvářet další přidanou hodnotu podniku. V tomto směru bakalářská práce uspěla a zavedením tohoto štíhlého pracoviště by se přepravní a výrobní časy zkrátily. Práce narazila ale také na problémové výrobky, které by nebyly tak lehké na zavedení výroby v buňce. U těchto výrobků se problém vyřešil pomocí gravitačních dopravníků, které by zajišťovaly hladký průběh z operace předešlé, či průběh na operaci další. Celkově ušetřené peněžní prostředky společnosti XY při zavedení by přesáhly 33 000 Kč týdně, což činí 1 764 672 Kč ročně. Takto nemalé úspory by mohla společnost situovat na jiné projekty, ať už nové, nebo v podobě zeštíhlování projektů zavedených.

Závěrem lze říci, že bakalářská práce celkově splnila cíle, které si kladla a byla pro mne nesmírnou zkušeností z pohledu převedení teoretických znalostí do praktického užití.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AKADEMIE PRODUKTIVITY A INOVACÍ, s.r.o., © 2005 – 2012. API: Akademie produktivity a inovací, s.r.o., [online]. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://e-api.cz/>
- CIE: Centre for Industrial Engineering, © 2013 [online]. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: www.cie-plzen.cz/
- DL Profi: Doprava-Logistika-Profi, © 1997 – 2015 [online]. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: dlprofi.cz
- CHROMJAKOVÁ, Felicit a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
- IPA SLOVAKIA, s.r.o., © 2015. Firemné vzdelávanie, Inovácie, Strategický rozvoj, Výrobný manažment, Optimalizácia výroby, Soft skills – IPA Slovakia. [online]. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/>
- KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2001, xi, 115 s. ISBN 80-7179-471-6.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- MAŠÍN, Ivan. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Vyd. 1. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- MH&L: Material Handling & Logistics [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: <http://mhlnews.com/>
- Svět produktivity, © 2012 [online]. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: www.svetproduktivity.cz
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 378 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
- TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 8073183811.

WILSON, Lonnie. *How to implement lean manufacturing*. New York: McGraw-Hill, c2010, xv, 316 s. ISBN 978-0-07-162507-4.

WINCEL, Jeffrey P a Thomas J KULL. *People, process & culture: lean manufacturing around the real world*. Boca Raton: CRC Press, c2013, xxii, 131 s. ISBN 978-1-4665-5789-5.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MLFB Zkratka pro název výrobku

ICT Operace, která testuje funkčnost osazených součástí

FT Operace, na které se provádí finální testování

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Vývoj a příprava výroby a jejich vliv na kvalitu a náklady (Košturiak a Frolík, 2006, s. 31)	17
Obrázek 2: Základní tvary výrobních buněk (Tuček a Bobák, 2006, s. 247)	26
Obrázek 3 Oblasti a divize společnosti XY (Interní materiály).....	35
Obrázek 4: Rozdělení prodeje jednotlivých divizí v % (Interní materiály)	35
Obrázek 5: Portfolio výrobků společnosti XY (Interní materiály)	36
Obrázek 6: Zákazníci společnosti XY (Interní materiály).....	37
Obrázek 7: Ukázka výrobků SHD (Interní materiály).....	41
Obrázek 8: Umístění výrobku SHD v automobilu (Interní materiály)	41
Obrázek 9: Spaghetti diagram výrobního procesu výrobků (Vlastní zpracování, interní materiály).....	46
Obrázek 10: Spaghetti diagram pro výrobek BCU (Vlastní zpracování, interní materiály)	47
Obrázek 11: Nynější tok výrobku (Vlastní zpracování, interní materiály).....	47
Obrázek 12: Návrh layoutu pracoviště (Vlastní zpracování).....	60
Obrázek 13: Gravitační dopravník (<i>MH&L: Material Handling & Logistics</i> [online]. [cit. 2015-05-12]. Dostupné z: http://mhlnews.com/)	61
Obrázek 14: Optická brána (Interní fotografie)	61
Obrázek 15: Tok výrobku po návrhu štíhlého pracoviště (Vlastní zpracování, interní materiály).....	63

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Zařazení rodin do ABC analýzy (Vlastní zpracování, interní materiály).....	39
Tabulka 2: Lorenzova křivka pro výrobní rodiny (Vlastní zpracování, interní materiály) .	40
Tabulka 3: ABC analýza pro SHD rodinu (Vlastní zpracování, interní materiály).....	42
Tabulka 4: Zařazení produktů do skupin XYZ (Vlastní zpracování, interní materiály).....	43
Tabulka 5: Výpočet a zařazení produktů do XYZ analýzy (Vlastní zpracování, interní materiály).....	43
Tabulka 6: Sloučení ABC a XYZ analýzy (Vlastní zpracování, interní materiály)	44
Tabulka 7: Výrobní postupy jednotlivých výrobků (Vlastní zpracování, interní materiály).....	45
Tabulka 8: Časy na operaci dělení (Vlastní zpracování, interní materiály).....	50
Tabulka 9: Časy na operaci ICT (Vlastní zpracování, interní materiály).....	50
Tabulka 10: Časy na operaci Flash (Vlastní zpracování, interní materiály).....	51
Tabulka 11: Časy na operaci Lakování (Vlastní zpracování, interní materiály)	52
Tabulka 12: Časy na operaci Final Test (Vlastní zpracování, interní materiály)	53
Tabulka 13: Porovnání operací (Vlastní zpracování, interní materiály).....	54
Tabulka 14: Společné operace (Vlastní zpracování, interní materiály).....	55
Tabulka 15: Zařazení do ABC a XYZ analýzy (Vlastní zpracování, interní materiály)	56
Tabulka 16: Takt zákazníka (Vlastní zpracování, interní materiály).....	58
Tabulka 17: Potřeba operátorů (Vlastní zpracování, interní materiály)	59
Tabulka 18: Úspora z navržení štíhlého pracoviště (Vlastní zpracování, interní materiály).....	64