

Projekt optimalizace výrobního procesu ve firmě XY

Bc. Marie Kunorzová

Diplomová práce
2013

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marie Kunorzová**
Osobní číslo: **M11483**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt optimalizace výrobního procesu ve firmě XY**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte přehled teoretických východisek zabývajících se problematikou zvoleného tématu diplomové práce.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu ve firmě XY.
- Navrhněte vhodné metody řešení.
- Vypracujte projekt aplikace vybraných metod PI ve firmě XY.
- Zhodnoťte navrhovaná řešení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

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

LIKER, Jeffrey K. The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill, c2004, xxii, 330 s. ISBN 0-07-139231-9.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

MAŠÍN, Ivan. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, c2003, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavlína Pivodová
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: 22. února 2013
Termín odevzdání diplomové práce: 2. května 2013

Ve Zlíně dne 22. února 2013


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové 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 obhajoby¹;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou bakalářskou/diplomovou 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. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací.

(1) Vysoká škola nevdálečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výtisky, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² 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, § 35 odst. 3.

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, uděje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odprá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat náhrady chybějícího příjmu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohou užit své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 2.5.2013

Monie Kuuorborra!

⁴ 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, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělků jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlíží k výši výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá optimalizací výrobního procesu ve firmě XY. Cílem je navrhnout vhodné řešení pro vyšší efektivitu celého procesu s využitím metod průmyslového inženýrství.

Teoretická část práce seznamuje s průmyslovým inženýrstvím, principy štlé výroby, projektováním výrobních buněk a základy ergonomie. Praktická část práce je rozdělena na analytickou a projektovou. Analytická část ukazuje současný stav výroby včetně jeho nedostatků. Projektová část přináší optimalizační řešení zjištěných nedostatků prostřednictvím vytvoření nové výrobní buňky.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, mapování hodnotového toku, plýtvání, ergonomie, proces, optimalizace, výrobní buňka.

ABSTRACT

This thesis deals with optimization of production process in XY company. The goal is to suggest suitable solution for higher effectiveness of the whole process with using industrial engineering methods.

The theoretical part familiarize with the industrial engineering, principles of lean production, designing the production cells and basis of ergonomics. The practical part is divided into analytical and project part. The analytical part shows the current situation in the production process including its problems. The project part brings optimization solution in creation of the new production cell.

Keywords: industrial engineering, value stream mapping, waste, ergonomics, process, optimization, production cell.

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucí své diplomové práce Ing. Pavlíně Pivodové za odborné vedení, poskytnuté rady a cenné připomínky při zpracování této práce. Děkuji také firmě XY za možnost vypracování diplomové práce a všem zainteresovaným zaměstnancům, kteří mi vždy ochotně poradili a vyšli vstříc. V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým za podporu a trpělivost.

Motto

„Teprve až uděláme první krok, budeme přesně vědět, jakým směrem uděláme ten druhý.“

Shigeo Shingo

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	12
1.1 PRŮMYSLOVÉ VS. PROCESNÍ INŽENÝRSTVÍ	12
1.2 NOVÉ TRENDY V OBLASTI PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	13
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	14
2.1 PLÝTVÁNÍ.....	16
2.2 PRINCIP TAHU X TLAKU.....	18
2.3 METODA 5S.....	19
3 VÝROBNÍ PROCES	21
3.1 PROCES OBECNĚ	21
3.2 PRODUKTIVITA	22
3.3 PROCESNÍ ANALÝZA.....	22
3.4 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE.....	22
3.4.1 Použité analytické metody	23
3.5 MAPOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU	24
3.5.1 Popis metody.....	24
3.5.2 Principy mapování hodnotového toku	25
3.5.3 Hlavní výstupy	26
3.5.4 Přínosy	27
3.6 VÝROBNÍ LOGISTIKA.....	27
3.7 VÝROBNÍ BUŇKY	28
3.7.1 Typy výrobních buněk, přínosy buňkového uspořádání	28
3.7.2 Projektování výrobních buněk	29
3.8 TOK JEDNOHO KUSU	33
4 ERGONOMIE	34
4.1 MOŽNOSTI VYUŽITÍ	34
4.2 ERGONOMIE PŘI PROJEKTOVÁNÍ NOVÉHO PRACOVÍŠTĚ.....	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	38
5.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI	39
5.2 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	40
5.3 VÝROBNÍ PROGRAM SPOLEČNOSTI	40
5.4 VOLBA VHODNÉHO VÝROBKU PRO ANALÝZU	41
5.5 SWOT ANALÝZA FIRMY	42
6 VYMEZENÍ PROJEKTU	43

7	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROCESU VÝROBY GSM.....	44
7.1	KOMUNIKÁTOR GSM	44
7.2	VÝROBNÍ POSTUP	45
7.2.1	Fotodokumentace výrobního postupu.....	46
7.3	VALUE STREAM MAPPING	48
7.4	ŠPAGETOVÝ DIAGRAM	49
7.5	PROCESNÍ ANALÝZA.....	50
7.6	OBJEVENÉ NEDOSTATKY VE VÝROBĚ	51
7.7	SHRnutí ANALYTICKÉ ČÁSTI	54
8	NÁVRHY PRO ODSTRANĚNÍ NEDOSTATKŮ VE VÝROBĚ.....	55
8.1	ONE-PIECE FLOW.....	58
9	VALUE STREAM DESIGN.....	59
10	PROCESNÍ ANALÝZA PROJEKTU	60
10.1	POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ PŮVODNÍ A NOVÉ PROCESNÍ ANALÝZY	61
11	NÁVRH NOVÉHO LAYOUTU VÝROBNÍ BUŇKY	62
11.1	PARCIÁLNÍ PRODUKTIVITA PRÁCE NA 1 PRACOVNÍKA.....	63
11.2	ERGONOMIE.....	63
11.2.1	Pracoviště 1: Přípravné práce a kompletace	64
11.2.2	Pracoviště 2: Testování.....	65
11.2.3	Pracoviště 3: Vyskladnění, načtení do SE, balení jednotlivě	67
11.2.4	Pracoviště 4: Balení expedice	67
11.2.5	Celý výrobní proces	68
11.3	STANDARD POŘÁDKU NA PRACOVIŠTI	68
12	FINANČNÍ ANALÝZA PROJEKTU.....	70
13	ZHODNOCENÍ PROJEKTU.....	72
13.1	HLAVNÍ VÝSTUPY Z PROJEKTU:.....	72
13.2	DALŠÍ DOPORUČENÍ A KROKY PRO FIRMU.....	73
	ZÁVĚR.....	74
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	75
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	78
	SEZNAM OBRÁZKŮ	79
	SEZNAM TABULEK	80
	SEZNAM PŘÍLOH	81

ÚVOD

Průmyslové inženýrství a metody štihlé výroby jsou již pro mnoho českých firem zavedené a užívané pojmy. Na druhou stranu je v České republice stále většina firem, které o tomto oboru vůbec nevědí. Buď jsou tyto podniky konzervativní a bojí se změn, nebo mají pocit, že nic z toho zatím nepotřebují, nebo tento pojem jednoduše vůbec neznají.

Firma XY je mladá a inovativní ale s průmyslovým inženýrstvím se dosud nesečkala. Přesto jsou některé metody ve firmě, byť nevědomky, zavedeny. Důležité však je to, že firma má zájem se neustále zdokonalovat a zvyšovat produktivitu svých procesů. Možná právě ta touha po zlepšování a inovacích je největší konkurenční výhodou většiny mladých firem. Tyto firmy totiž zatím nemají nastoleny klasické způsoby řízení výroby a netrpí dlouhodobou profesní slepotou. Tyto mladé firmy se ale především nebojí. Nebojí se experimentovat a hledat nová řešení. Současný trh je více než kdy dříve orientovaný na zákazníka. Není cílem zákazníka pouze získat, ale především si jej udržet. Firmy jsou nuceny vyrábět stále rychleji, kvalitněji a levněji než konkurence. V tomto jim právě mohou pomoci metody průmyslového inženýrství.

Cílem této diplomové práce je zmapovat současný stav procesu výroby komunikátorů GSM a navrhnout možná řešení pro efektivnější výrobu tohoto produktu. Elektronika a zabezpečovací systémy jsou bezpochyby jedny z klíčových artiklů na současném trhu. Jejich nevýhodou je však to, že jejich životní cyklus je velmi krátký a rychle zastarávají. Trh je přesycený a každý den zaniká mnoho firem kvůli obrovskému tlaku konkurence.

Na určeném výrobním procesu se budu snažit ukázat možnosti, které průmyslové inženýrství nabízí, a motivovat tak management i zaměstnance firmy, aby se vydali touto cestou optimalizace a zefektivňování všech firemních procesů.

Diplomová práce bude rozdělena do třech dílčích částí. V teoretické části uvedu čtenáře do problematiky a nastíním základní pojmy a metody, které budou v dalších částech práce používány. Na začátku analytické části představím firmu XY a provedu analýzu současného stavu procesu výroby komunikátoru GSM. V projektové části se pokusím navrhnout možná řešení pro optimalizaci výrobního procesu a na závěr zhodnotím přínosy a náklady daného projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Definice průmyslového inženýrství nám říká, že je to interdisciplinární obor zabývající se projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů strojů, lidí, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Zjednodušeně lze říci, že průmyslové inženýrství je vlastně obor, který se v rámci hledání toho, „jak důmyslněji vykonávat práci“, zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování z pracovišť. Výsledkem je pak to, že tvorba vysoce kvalitních produktů i poskytování vysoce kvalitních služeb je snadnější, levnější a rychlejší. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 81-82)

Systematicky se zabývá metodologií orientovanou na projektování, zavádění a zlepšování průmyslových procesů (nejen výrobních) a implementační schopnost v oblasti inovací s cílem zajistit jejich vysokou efektivitu a konkurenceschopnost. Do praxe se aplikuje prostřednictvím projektů orientovaných na efektivnější fungování systémů lidí, informací, strojů, materiálů a energií s cílem zabránit jejich plýtvání a dosáhnout co nejvyšší produktivity. (API, ©2005–2012)

Průmyslové inženýrství kombinuje technické znalosti inženýrských oborů s poznatky z podnikového řízení. Snahou je co nejefektivněji využívat firemních zdrojů (finanční zdroje, lidská práce, informace, znalosti a dovednosti samotných lidí). Hlavním úkolem je racionalizace, optimalizace a zlepšování jak výrobních, tak nevýrobních procesů. (Dlabač a Pavelka, 2011, s. 6-9)

1.1 Průmyslové vs. procesní inženýrství

Zatímco F. W. Taylor zaměřoval svoje studie výhradně na pracovní operace a jejich elementy, japonští průmysloví inženýři druhé poloviny minulého století svou pozornost orientovali na celé výrobní procesy. U průmyslového inženýra 21. století musí dominovat důraz na podnikové procesy. Procesní inženýrství (jako nástupce průmyslového inženýrství) je obor, který se zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, nesynchronností a iracionality ze všech podnikových procesů. Procesní inženýrství je zaměřeno na hledání globálního i ideálního ideálu (optima). (Mašín, 2004, s. 73-74)

1.2 Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství prošlo v posledních 10 letech velkým vývojem a muselo rychle reagovat na nové potřeby průmyslu a nových podnikatelských systémů. Firmy začaly zakládat nové organizační jednotky, které se primárně věnují oblastem průmyslového inženýrství, což dokazuje význam této oblasti. (Debnár, 2011, s. 6-9)

Nové trendy by se daly primárně směřovat do čtyř základních oblastí:

- **Předvýrobní etapy a vývoj** – vzhledem k povaze průmyslových inženýrů se je firmy snaží stále více zapojovat do vývojových a předvýrobních etap. Cenné znalosti z pohledu projektování produkčních systémů se snaží uplatnit ještě předtím, než vznikne hotový produkt. Průmyslový inženýr je velmi dobrým oponentem navrhovaného řešení a moderátorem, který dokáže řešit potenciální problémy.
- **Administrativa, služby a servis** – dnes vznikají nové koncepty organizací a průmyslové inženýrství se již dostává také do oborů jako je zdravotnictví či bankovníctví. Novou výzvou je měření a standardizace práce v administrativě apod.
- **Tvorba pracoviště a nové požadavky na něj** – nové požadavky na pracoviště a návrh pracovního prostředí jsou dány věkem odchodu zaměstnanců do důchodu. Současná pracoviště musí být koncipována tak, aby v nich mohli pracovat i zaměstnanci, kterým je 60 a více let.
- **Zmenšující se produkční systém a větší specializace průmyslových inženýrů** – nastává velký rozdíl v pohledu na produkční systém 90. let a v dnešní době. Zařízení se stávají multifunkční a náročnost pochopení a sledování procesu je mnohem vyšší. Někdy nejsme schopni ani proces sledovat, protože se odehrává v části stroje, která je zakrytá. Větší náročnost produkčního systému bude nutit průmyslové inženýry se více specializovat. (Debnár, 2011, s. 6-9)

Průmyslové inženýrství se stává oblastí, která neustále dokazuje, že je v různých procesech stále co zlepšovat. S vývojem podnikatelského prostředí se neustále mění požadavky na průmyslové inženýry, kteří musí být schopni flexibilně reagovat na takové změny. Pokud průmysloví inženýři dříve měli svůj význam především ve výrobních podnicích, dnes jejich aktivity směřují více do služeb, servisu a vývoje. (Debnár, 2011, s. 6-9)

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Pojem řízení a organizace výroby je starý jako lidstvo samo. Dnes je tento pojem reprezentován spíše pod souslovím štíhlá výroba, přičemž je toto označení považováno za nejznámější a také nejfrekventovanější slovo ve výrobních kruzích. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 30)

Štíhlá výroba se liší od konvenční hromadné výroby. Vnáší totiž do celého výrobního cyklu proměnlivost. Spojení hromadnosti a zakázkovosti se nazývá hromadná zakázkovost – mass customizing. Hromadnost přináší podniku výhodu velkého měřítka, zakázkovost zase zájem a uspokojení zákazníka. V minulém století se podniky naučily řídit buď hromadnou, nebo zakázkovou výrobu. Nyní se dostává ke slovu jejich osobitá sloučenina – štíhlá výroba. (Jirásek, 1998, s. 146)

Koncept štíhlé výroby je proces, který využívá následující klíčové principy pro tvorbu výrobků:

- výroba na objednávku
- plynulý tok materiálu a informací v celé výrobě
- malé velikosti výrobních dávek
- vykonávání všech výrobních operací správně již napoprvé
- implementace buňkové výroby
- rychlé přetypování
- Just-in-Time
- aktivní zapojení a motivace pracovníků pro tvorbu přidané hodnoty
- multifunkční týmy
- znalí a zruční pracovníci a
- vizuální signalizace. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 44)

Dříve zákazníci požadovali výrobky a služby především za co nejnižší cenu. Později se v důsledku nekvality začal prosazovat faktor, který jasně definuje kvalitu. V současné době již tyto dva požadavky doplňuje i nutnost rychlé reakce – flexibility. Samotná definice flexibility zřetelně poukazuje na to, co je nutné dodržet. Flexibilita totiž znamená schopnost

pružně reagovat na požadavky zákazníka. Vysoká flexibilita je i základním předpokladem štíhlého podniku. Aby podnik mohl být flexibilní, vyrábět levněji a kvalitněji, musí se neustále snažit o eliminaci plýtvání. (Pavelka, 2012, s.15-17)

Základní podmínky pro flexibilní výrobní linku jsou především:

- opakovatelnost výroby, malé výrobní dávky, každý typ výrobku denně ve výrobě,
- krátké průběžné doby,
- tok jednoho kusu,
- jednoduchý a přehledný tok materiálu,
- jednoznačná vizualizace rozpracovanosti,
- nízká vstupní investice,
- snadná možnost výroby nových typů bez větších investic. (Pixa, 2011, s. 14-16)

Štíhlá výroba je štíhlá, protože ukazuje cestu, jak produkovat více a více za méně a méně – méně lidského úsilí, méně zařízení, méně času, méně místa – a přitom se čím dál více přibližovat skutečným požadavkům zákazníka. (Anderson, 2010, s. 102)

Být štíhlým výrobcem vyžaduje takový způsob myšlení, který se soustředí na zajišťování nepřerušovaného jednokusového toku výrobku procesem přidávání hodnoty, na systém tahu, který působí od poptávky zákazníka zpět postupně tak, že se v krátkých intervalech doplňuje jen to, co odebírá následující činnost. Jedná se o kulturu, ve které každý neustále usiluje o zlepšení. (Liker, 2004, s. 7)

Je třeba si uvědomit, že zeštíhlování podniku není jen redukce počtu pracovníků ani nepromyšlené snižování zásob či zavádění výrobních buněk ve tvaru U. Štíhlý koncept je filozofie zdokonalování všech podnikových procesů. Štíhlost znamená rychlejší reakci na požadavek zákazníka, tudíž i rychlejší vydělávání peněz. Štíhlý podnik je organizovaný boj proti plýtvání ve všech oblastech firmy. (Košturiak a Chal', 2008, s. 52)

2.1 Plýtvání

Obecná definice plýtvání říká, že je to vše, co zvyšuje náklady na daný produkt, aniž to přidává hodnotu pro našeho zákazníka. Sám Tomáš Baťa říkal: „Čas nevyužitý na přeměnu materiálu na konečný výrobek je časem ztraceným.“ (Pavelka, 2012, s. 15-17)



Obr. 1. Druhy plýtvání (Svět Produktivity, ©2012)

8 základních druhů plýtvání ve výrobních procesech:

1. Zbytečné pohyby

Zbytečné pohyby lidí mají spojitost s utvářením lidské práce a ergonomií. Špatné ergonomické řešení negativně ovlivňuje produktivitu, bezpečnost práce i kvalitu. Produktivita je snížena všude tam, kde existuje zbytečné přecházení, nahýbání či otáčení. Kvalita trpí tam, kde se musí pracovník natahovat, aby provedl pracovní úkon nebo zkontrolovat výrobek. Nevhodná ergonomie má především velký dopad na bezpečnost práce. Optimální ergonomické řešení je klíčem k eliminaci plýtvání formou zbytečných lidských pohybů.

2. Čekání

Toto plýtvání vzniká tehdy, když např. pracovník musí čekat na dodání materiálu nebo když pracovník pouze stojí a pozoruje chod stroje při opracování výrobku. Čekání prodlužuje průběžnou dobu výroby, která je kritickým parametrem štlíhlé výroby.

3. Zbytečná manipulace

Toto plýtvání zahrnuje jednak zbytečnou manipulaci a přepravu z důvodu špatného layoutu podniku či tradiční dávkové výroby. Současně je v tomto plýtvání zahrnuto i přenášení dílů a výrobků v teritoriu pracoviště. Materiál musí být ve výrobním podniku vždy nějak někam dopravován. Jde však o to, aby tento druh plýtvání byl co nejvíce minimalizován a zbytečně neprodlužoval průběžnou dobu výroby.

4. Opravy

Opravy jsou spjaté s existencí a nápravou neshodných polotovarů, dílců či sestav. Zahrnuje čas, materiál i energii vložené do provedení oprav. Zvyšuje náklady, za kterých dosahujeme celkovou hodnotu pro zákazníka. Cesta k eliminaci vede přes aplikaci nástrojů pro plánování a řízení kvality.

5. Složité a nadstandardní postupy

Tento typ plýtvání se vyskytuje většinou tam, kdy „děláme navíc něco“, co zákazník nepotřebuje. Snadno se zapomíná na to, co náš zákazník vlastně potřebuje a jaká je nutná technologie, kterou lze tohoto cíle dosáhnout.

6. Zásoby

Zásoby znamenají udržování a správu nepotřebných surovin, dílů a rozpracovanosti. Vyskytují se zejména tam, kde není výroba dostatečně s tahově spojena s rytmem trhu. Příčinou tohoto plýtvání je fakt, že skutečné aktuální potřeby zákazníků se většinou výrazně liší od plánovaných předpokladů. Náklady spojené s udržováním zásob negativně ovlivňují hodnotu.

7. Nadvýroba

Nadvýroba představuje vykonávání aktivit, které se tržně nezhodnotí. Toto se označuje jako „kořen všeho zla“, protože nadvýroba ještě umocňuje všechny ostatní druhy plýtvání – např. pracovníci dělají zbytečné pohyby při výrobě výrobků, které si vlastně nikdo neobjednal.

8. Nevyužívání znalostí

Tento druh plýtvání existuje všude tam, kde není zajištěno dostatečné využití schopností pracovníků zaměstnavatelem. Toto nevyužívání znalostí a know-how může být dočasným

nebo i trvalým jevem. Vždy brzdí tok myšlenek, zpomaluje tvorbu námětů na zlepšení, vytváří frustraci i demotivaci a dává tak příležitost k promarnění šance zlepšit hodnotové toky. (Mašín, 2003, s. 18-20)

Tab. 1. Příčiny a důsledky plýtvání (Pavelka, 2012, s. 15-17)

Příčiny plýtvání	Důsledky plýtvání
<ul style="list-style-type: none"> • Nedostatek pořádku a čistoty • Špatná komunikace spolupracovníků • Poruchy strojů – špatná údržba • Dlouhá doba seřízení • Špatné plánování • Nerovnoměrné dodávky materiálu • Neznalost stavu na lince • Špatně dokumentované prac. postupy • Velké vzdálenosti v layoutu • Nedostatečné zaučení a trénink 	<ul style="list-style-type: none"> • Nevyužité stroje, úzká místa a prostoje • Vysoké zásoby • Rozpracovaná výroba • Přetíženost některých prac. pozic • Nekvalita, zmetky • Nadpráce s opravou zmetků • Neuspořádané pracoviště • Složité materiálové toky • Neplnění plánu • Vysoké náklady

Mapa plýtvání je jednoduchý nástroj (formulář), který slouží k připomenutí jednotlivých druhů plýtvání. Je to pomůcka k uvědomění si, že některé činnosti jsou čistým plýtváním. Formulář slouží pro prvotní zachycení činností nepřidávajících hodnotu. Využívá se při tréninku operátorů a středního managementu. (Pavelka, 2012, s. 15-17)

2.2 Princip tahu x tlaku

Z pohledu plánování a řízení výroby je důležité pochopit zásadní rozdíl v tahovém a tlakovém způsobu výroby.

Princip tahu (PULL) – jakákoliv činnost v podniku vzniká pouze na základě jednoznačného požadavku interního/externího zákazníka. Je to systém, kde si zákazníci nebo díleňská pracoviště „tahají“ z výroby to, co právě potřebují.

- Snížení stavu zásob.
- Vhodný pro malé výrobní dávky.
- Umožňuje relativně rychlou reakci na požadavky zákazníka.
- Orientuje se na dosažení co nejkratší průběžné doby výroby.
- Vyžaduje si vyšší stupeň plánování a řízení výroby.

Princip tlaku (PUSH) – řízení výroby dle předem daného výrobního plánu. Zboží je k zákazníkovi „tlačeno“.

- Orientuje se na vyšší využití výrobních kapacit na úkor delší průběžné doby výroby.
- Vykazuje nižší pružnost v oblasti řazení objednávek.
- Nárokuje si vysoký stav zásob, rozpracovaná výroba váže finanční zdroje. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 75-76)

Hlavním cílem nových systémů řízení výroby je snaha vytvořit systémy schopné pružně reagovat na změny v poptávce při nízkých výrobních nákladech a snížit na minimum nebezpečí nevyužití vytvořených zásob výrobků, polotovarů či surovin. V současné době, kdy výroba co nejvíce vychází vstříc zákazníkovi se začal maximálně uplatňovat logistický princip tahu, který je také základním prvkem štíhlé výroby. (API, ©2005–2012)

2.3 Metoda 5S

Principy 5S byly do japonských firem převzaty z americké armády. Postupným zlepšováním tento nástroj změnil svou původní podobu na dnešní jednoduchou sekvenci pěti kroků.

1. **krok: Seiri = Utřídit.** Cílem je rozlišit na pracovišti zbytečné od nutného. Nepoužitelné a zbytečné věci jsou roztříděny do odpadu. Věci, které jsou pro práci potřeba, jsou roztříděny dle frekvence použití.
2. **krok: Seiton = Uspořádat.** Cílem je věci urovnat tak, aby jejich nalezení vyžadovalo pouze minimum času a úsilí. Všechno má své místo a vše je na svém místě.

3. **krok: Seiso = Udržovat pořádek.** Cílem je udržovat nástroje, pracovní plochy a prostory na ukládání čisté. Dle možností jsou také odstraněny zdroje znečištění.
4. **krok: Seiketsu = Určit pravidla.** Cílem je navrhnout pravidla a standardy, které pomáhají udržovat stav dosažený implementací prvních tří kroků. Důležité je mít na paměti to, že standardy mají lidem práci usnadňovat, ne komplikovat.
5. **krok: Shitsuke = Upevňovat a zlepšovat.** Cílem je vybudování kultury 5S, sebedisciplíny a kontroly. Snahou je udržovat a nadále zlepšovat stav pracovišť. (Bauer, 2012, s. 31-38)



Obr. 2. Metoda 5S (Svět Produktivity, ©2012)

Výhody zavedení 5S:

- Pomůže zaměstnancům osvojit si sebedisciplínu.
- Upozorní na mnoho druhů plýtvání na pracovištích.
- Poukáže na abnormality, jakou jsou zmetky či nadbytek zásob.
- Omezí plýtvání fyzickými silami na pracovišti.
- Vyřeší výrazné logistické problémy na pracovištích.
- Zviditelní problémy kvality.
- Zlepší efektivitu práce a omezí provozní náklady. (Imai, 2005, s. 76-77)

3 VÝROBNÍ PROCES

3.1 Proces obecně

Základem optimálního fungování každé firmy jsou procesy. Jejich podstatou je sled vzájemně obsahově i logicky navzájem propojených činností, které dohromady tvoří kompaktní celek, jenž je schopen požadovanou kombinací vstupů, výstupů a činností přinést finální hodnotu zákazníkovi. Současně také uspokojuje nároky vlastníků i pracovníků firmy. Pro každou analýzu podnikových procesů je charakteristická eliminace neproduktivních a z velké části nadbytečných procesů, které nepřidávají hodnotu. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 7)

Proces je jednoduše soubor činností, které mění vstupy na výstupy. U podnikových procesů jde především o to, aby objednávka zákazníka přešla přes všechny procesy co nejrychleji při dodržení předepsaných standardů a při minimálních nákladech. Čím déle se objednávka zdrží v jednotlivých procesech, tím víc nákladů se na ni „přilepí“ a tím déle také čeká zákazník na objednaný výrobek či služby a podnik na své peníze.

Cílem podnikových procesů je dostat výrobek k zákazníkovi:

- v požadovaném čase,
- v požadovaném množství,
- v požadované kvalitě. (Košturiak, 2010, s. 15)

Výrobní proces se člení do tří fází:

1. předzhotovující,
2. zhotovující,
3. dohotovující. (Tomek a Vávrová, 2000, s. 19)



Obr. 3. Transformační proces (Tomek a Vávrová, 2000, s. 87)

3.2 Produktivita

Produktivita (P) vyjadřuje míru využití zdrojů (vstupů – výrobních faktorů) při tvorbě finálního produktu (výstupu). Obecně je vyjádřena podílem: $P = \text{výstup} / \text{vstup}$. Výstup můžeme vyjádřit buď v naturálních jednotkách, nebo v případě heterogenní produkce pro snazší porovnávání výsledků v peněžních jednotkách. Pokud je výpočet proveden jako poměr celkového výstupu vztaženého k jedné konkrétní položce vstupu, označuje se jako parciální produktivita. Pojem produktivita práce znamená, že se jedná o parciální produktivitu, kde je celkový produkt vztažen k množství spotřebované práce. Produktivita práce je tedy množství statků, které průměrný pracovník vyrobí za hodinu práce. Je to hlavní faktor, který má vliv na životní úroveň v dané ekonomice. (Tuček a Bobák, 2006, s. 54-55)

3.3 Procesní analýza

Procesní analýza je jednou ze základních metod pro mapování výrobních i nevýrobních procesů ve firmě. Jedná se o analytickou metodu, který popisuje účinnost a výkonnost kritických operací obsahujících větší podíl přesunu, čekání a překážek. (Pavelka, 2012, s. 15-17)

Procesní diagram výrobního procesu znázorňuje jednotlivé operace, kterými výrobek prochází. Je to vlastně grafické vyjádření sledu aktivit pomocí symbolů. Velmi jednoduše z něj lze zjistit, kolik operací je výrobních, kolik kontrolních atd., jakou vzdálenost výrobek urazí, než projde všemi výrobními operacemi. Dále můžeme z diagramu vyčíst, kde je ve výrobním procesu potenciál ke zlepšení a optimalizaci. Cílem optimalizace každého výrobního procesu je snížit počet operací, které výrobku nepřidávají žádnou hodnotu – tj. transport, čekání a v určitých směrech i kontrola. Snahou je tedy diagram co nejvíce zploštit a zarovnat doleva. (Musil, 2012, s. 26-29)

3.4 Analýza a měření práce

Pod názvem analýza a měření práce si můžeme představit aktivity, které vedou k definování optimálního pracovního postupu a určení spotřeby času pro jednotlivé činnosti.

Analýza práce představuje studium pracovních metod s cílem identifikovat plýtvání a neproduktivní činnosti, a následně pak zjednodušit vykonávanou práci. Analýza práce není často o ničem jiném než o detailním sledování pracovního postupu a zapojení selského

rozumu. Neustále si klademe otázky, zda danou operaci vykonáváme tím nejlepším možným způsobem, zda je možné některé úkony eliminovat, sloučit nebo jinak zjednodušit. Výstupem je nový, optimální pracovní postup.

Ve druhé fázi bychom se měli zabývat měřením práce. Cílem měření práce je určit co nejobjektivnější normu spotřeby času na dané činnosti. Pokud pomineme techniky, jako jsou hrubé odhady či využití historických údajů, mezi nejpoužívanější metody patří časové studie, které jsou realizovány přímým měřením za pomoci stopek. Druhou skupinu tvoří tzv. systémy předem určených časů, kde norma je určena nepřímým způsobem.

Analýza a měření práce jsou dohromady dvě strany jedné mince a nemohou efektivně fungovat jedna bez druhé. Řada podniků si to však neuvědomuje a především oblast analýzy práce podceňují. (Dlabač, 2012, s. 11-14)

3.4.1 Použité analytické metody

- **Snímek pracovního dne** je technika nepřetržitého pozorování veškeré spotřeby času v průběhu směny. Cílem je získání komplexního přehledu o spotřebě času, identifikace plýtvání, určení poměru činností nepřidávajících hodnotu, popřípadě navržení nové formy organizace práce. Snímkování se často používá pro definování nepravidelných činností, které slouží jako podklad pro stanovení velikosti přírážky nebo všude tam, kde potřebujeme získat informace o aktuálním stavu využití jednotlivých pracovníků. (Dlabač, 2012, s. 11-14)
- **Chronometrář** slouží ke stanovení délky trvání určité pracovní operace a patří mezi nejpoužívanější způsob stanovení výkonové normy. Metoda je založena na principu rozdělení měřené operace do několika dílčích úseků. Spotřeba času jednotlivých úseků se zaznamenává do předchystaného formuláře. (Dlabač, 2012, s. 11-14)
- **Špagetový diagram** zachycuje pohyb pracovníka v jistém časovém období. Do předem připraveného layoutu pracoviště se zachycují jeho veškeré pohyby. Tato analýza se nejsnadněji provádí při snímkování průběhu práce. Odhalí se tak množství chůze mimo pracoviště a může být dobrým podkladem pro tvorbu nového layoutu. Diagram jednoduše zobrazí prostor, ve kterém se operátor nejvíce zdržuje. (Pavelka, 2012, s. 15-17)

3.5 Mapování hodnotového toku

Mapování hodnotového toku je jedna z metod konceptu štíhlé výroby, používá se pro zobrazení skutečného stavu procesních toků. Má své uplatnění v prostředí výrobních i administrativních procesů. Je to efektivní, i když na zpracování poměrně náročná metoda. Podstatou je pochopení toho, jak objem hodnot proudí v čase produkčním systémem. To umožňuje identifikovat ztráty snižující efektivnost a výkonnost a na druhé straně identifikovat potenciály, které jsou příležitostí k zeštíhlování podnikových procesů. Cílem je sledovat trasu proudění materiálu, informací od zákazníka k dodavateli a zakreslit ve formě obrázkových reprezentantů každý proces. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 51)

3.5.1 Popis metody

Mapování hodnotového toku (VSM – Value Stream Mapping) je moderní metoda, kterou v dnešní době využívá řada firem s cílem identifikovat a eliminovat ztráty ve výrobním procesu. Tato metoda primárně usiluje o synchronizaci toků. Klíčovým prvkem je mapa toku hodnot. Popisuje všechny činnosti produkčního procesu kontinuálně tak, jak vznikají od vznesení požadavku zákazníkem až po předání hotové zakázky. Podstatou je charakterizovat všechny činnosti z hlediska toho, zda přidávají nebo nepřidávají hodnotu finálnímu produktu. Díky zpracování VSM mapy odhalíme, kde má výrobní proces největší rezervy v podobě operací nepřidávajících hodnotu. V praxi se využívají dva typy map:

- **mapa současného stavu (VSM mapa)** – popisuje současný tok hodnoty výrobním procesem,
- **mapa budoucího stavu (VSD mapa)** – popisuje nový, štíhlý tok hodnoty, její součástí je návrh plánu implementace klíčových změn pro zlepšení. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 51-52)

Pro vytvoření a popis mapy se používá celá řada ikon, které se dělí do tří základních kategorií:

- ikony pro materiálový tok,
- ikony pro informační tok,
- ikony obecné. (Mašín, 2003, s. 45)



Obr. 4. Ikony pro mapování hodnotového toku
(API, ©2005–2012)

Při mapování daného výrobku přímo ve výrobě odhalíme možné ztráty, úzké místo a důvody neefektivního toku v procesech, na pracovišti, v systému či skladech. Mapa toku hodnot je vizuálním nástrojem, mnohdy slouží k hlubšímu pochopení celého toku produktu výrobou s návazností na systém řízení a plánování výroby. Cílem mapování hodnotového toku je navrhnout budoucí „ideální“ stav bez plýtvání. (Gregorovičová, 2009, s. 36-37)

3.5.2 Principy mapování hodnotového toku

Při mapování aktuálního hodnotového toku „ode dveří ke dveřím“ (začíná se od zákazníka a směřuje proti toku k dodavateli) podniku se postupuje dle následujícího scénáře:

1. Vyberte reprezentativní hodnotový tok.
2. Nakreslete si hrubou skicu procesu.
3. Připravte si formuláře pro zaznamenání dat.
4. Vypočítejte a zaznamenejte základní údaje o zákazníkovi.
5. Vypočítejte a zaznamenejte aktuální údaje o procesu a operacích.
6. Zmapujte stav rozpracované výroby v procesech a zásoby v místech skladování.
7. Přepočítejte velikost zásob dle denní potřeby zákazníka.
8. Do pravého rohu mapy zakreslete ikonu zákazníka a do tabulky dat zaznamenejte potřebné údaje.
9. Do levého rohu přikreslete ikonu dodavatele.

10. Pomocí ikon a tabulek dat popište zleva doprava sled procesních kroků v podniku a uveďte zjištěné údaje.
11. Dokreslete materiálové toky a ikony skladů s velikostí zásob ve dnech.
12. Dokreslete transport.
13. Zaneste do mapy systém a formy plánování.
14. Do spodní části mapy nakreslete VA-linku.
15. Vypočítejte základní údaje o hodnotovém toku včetně VA indexu. (Mašín, 2003, s. 47–48)

3.5.3 Hlavní výstupy

- **Index přidané hodnoty, VA index** – poměr celkové doby, za kterou je produktu přidávána hodnota k celkové průběžné době, po kterou produkt vzniká. Index se udává v procentech. V současných podmínkách se hodnota tohoto ukazatele pohybuje maximálně okolo 1 %.
- **Průběžná doba výroby, Lead Time** – doba, po kterou výrobek vzniká, tzn. od dodání vstupní položky na sklad po odeslání hotového výrobku zákazníkovi. Zkrácením průběžné doby výroby dochází ke zvyšování VA indexu.
- **Přidaná hodnota** – čas, kdy jsou na produktu realizovány takové aktivity, které mění produkt dle požadavků zákazníka a ten je ochoten za ně zaplatit. Jedná se hlavně o změnu fyzických, chemických či jiných vlastností výrobku.
- **Nepřidaná hodnota** – čas, který je potřebný při tvorbě daného produktu, ale náklady na jeho realizaci zákazník neplatí. Jsou to aktivity jako např. manipulace, čekání pracovníka na dodávku suroviny či kontrola.
- **Výše všech zásob** – zásob surovin, rozpracované výroby a hotových výrobků přepočítaných na požadavek zákazníka.
- **Vizuální nástroj** – sloužící jako komplexní pohled na výrobní procesy i s jejich parametry, informační toky, systém plánování a řízení výroby a způsob objednání vstupních surovin. (Gregorovičová, 2009, s. 36-37)

3.5.4 Přínosy

- Zmapování aktuálního stavu ve výrobě.
- Snadnější pochopení návaznosti procesů z hlediska kapacit a stavu zásob.
- Nalezení nedostatků a potenciálu ke zlepšení.
- Optimalizace materiálového toku.
- Redukce průběžné doby výroby o 20 – 40 %.
- Snížení rozpracované výroby. (Gregorovičová, 2009, s. 36-37)

3.6 Výrobní logistika

Výrobní logistika je částí komplexního logistického řetězce a má přímý vliv na tvorbu přidané hodnoty pro zákazníka. Je to soubor činností, jejichž účelem je zvýšení produktivity, snížení nákladů na objem zásob ve výrobních procesech a optimalizace všech procesů, které se podílí na realizaci celého výrobního programu. Za hlavní činnosti lze považovat optimalizaci toků ve výrobě a ve skladech, minimalizaci potřebných ploch pro skladování, optimální vychystávání a ukládání zásob v meziskladech. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 88)

Oblast přepravy, skladování a manipulace zaměstnává až 25 % pracovníků, zabírá 55 % ploch a tvoří až 87 % času, který stráví materiál v podniku. Tyto náklady souvisí s nesprávně navrženým layoutem, který je v mnoha podnicích hlavní příčinou plýtvání. Štíhlý layout a výrobní buňky přináší úsporu ploch, přičemž na uvolněných plochách je možno umístit další výrobní programy. Eliminace skladovacích ploch znamená snížení zásob, ale i lepší přehled o pohybu materiálu a zjednodušení řízení.

Hlavní parametry štíhlého layoutu:

- Přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici.
- Minimální plochy na zásobníky a mezisklady.
- Minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi.
- Přímočaré a krátké trasy.
- Dodavatelé co nejbliže k zákazníkům.

- Minimální průběžné časy.
- Odstranění dvojnásobné manipulace.
- Flexibilita s ohledem na variabilitu produktů, výrobní množství a změny výrobního layoutu. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

3.7 Výrobní buňky

Vyvolané změny v oblasti technologií, výpočetní techniky, řízení jakosti, logistických systémů a průmyslové automatizace vedly od 70. let k rozvoji koncepce výrobních buněk, jako základních kamenů moderní, výrobkově orientované organizace. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 164)

Buňka (cell) je efektivní prostorové uspořádání strojů a organizace práce umožňující tok jednoho kusu. (Mašín, 2005, s. 14)

Layout buňky představuje prostorové uspořádání strojů, zařízení, měřidel, nástrojů a úložných míst ve výrobní nebo montážní buňce dle pravidel štíhlé výroby. Nejčastěji se využívá layout ve tvaru U. Materiál většinou „protéká“ buňkou proti směru otáčení hodinových ručiček. Vzdálenost mezi stroji bývá minimální. Umístění první a poslední operace bývá zpravidla blízko sebe. (Mašín, 2005, s. 44)

3.7.1 Typy výrobních buněk, přínosy buňkového uspořádání

V průmyslu jsou často využívány tři hlavní typy výrobních buněk:

- buňky pro výrobu součástí (komplexní výroba rodin geometricky nebo procesně příbuzných dílů),
- montážní buňky (pro rodiny montovaných výrobků),
- procesní buňky (jsou předem určeny technologickým procesem, který zajišťují).

Přestože se tyto buňky od sebe v určitých aspektech odlišují, mají jeden společný princip, který umožňuje, aby fungovaly – efektivně integrují výrobní činnosti i pracovníky a vytváří základ pro plynulé zlepšování. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 164-169)

Výhody buňkového uspořádání výroby:

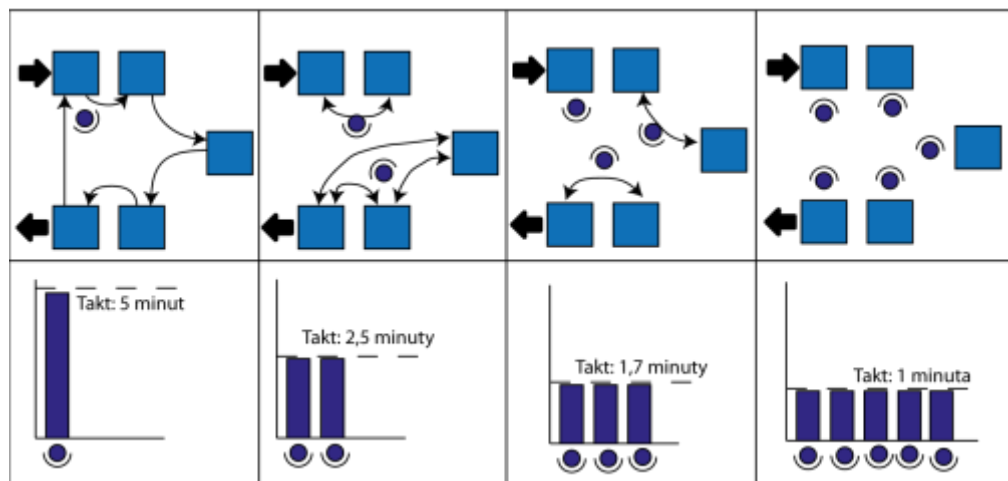
- zkrácení průběžné doby výroby,
- zkrácení času dodávky výrobku na trh,
- zlepšení přesnosti dodávky,
- snížení rozpracované výroby,
- zvýšení produktivity práce,
- snížení nákladů na zabezpečení kvality,
- redukce potřeby ploch. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 146)

Výrobní buňky přináší kromě zjednodušení materiálového toku jednu hlavní výhodu – tím, že jsou stroje umístěny v buňce, blízko sebe, je možno upustit od výroby ve velkých dávkách. Radikálně se tím sníží podíl časů, které nepřidávají hodnotu v průběžné době výroby. Redukce velkých dávek znamená také menší přepravky, méně skladovací plochy a jednodušší manipulaci s materiálem. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

Další výhodou je flexibilita výrobních buněk. Tím, že jsou zařízení v buňce vybavena prvky autonomnosti a jsou mezi nimi minimální vzdálenosti, může se operátor pohybovat v buňce a zároveň tak obsluhovat více strojů. Změnou počtu operátorů je možné pružně měnit výkon buňky, a tak ho přizpůsobovat požadavkům zákazníka. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 136)

3.7.2 Projektování výrobních buněk

Projektování výrobních buněk je poměrně náročný proces vyžadující mnoho času a někdy také investic (přesuny strojů a změny layoutu). Tento projekt má smysl tehdy, jestliže se jedná o dlouhodobý obchodní vztah se zákazníky, kteří vyžadují vysokou flexibilitu a nízké náklady. Výrobní buňky jsou cestou k radikálnímu zvýšení produktivity a pružnosti současně. Tvorba výrobních buněk je obvykle propojena s projekty 5S, vizualizace a budování týmové práce v podniku. Výsledkem projektu je synchronizace procesů s požadavky zákazníků a dosažení toku jednoho kusu. Realizace výrobních buněk vyžaduje také rozsáhlé změny v podnikové logistice a v systému plánování a řízení výroby. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 140)



Obr. 5. Balancování výrobní buňky (Svět Produktivity, ©2012)

10 kroků k návrhu optimální výrobní buňky:

1. **Výběr nosného výrobku nebo rodiny výrobků.** Prvním krokem je vybrat správný výrobek nebo skupinu výrobků pro novou výrobní buňku. To znamená seskupení součástí do rodin vyžadujících podobné výrobní operace. Ideálně by měl výrobek svým objemem představovat 70 % spotřeby času.
2. **Výpočet taktu zákazníka.** Takt zákazníka je interval, ve kterém zákazník odebrá hotový výrobek nebo službu. Podle něj si firma vytvoří představu, v jakém tempu se má výrobek posouvat mezi jednotlivými operacemi, aby se umožnil „tok práce“ a splněny požadavky zákazníka.

$$\text{Takt zákazníka} = \text{celková pracovní doba} / \text{celkový požadavek výroby}$$

3. **Poznání montážního postupu výrobků.** Cílem je poznat možnosti montážního postupu výrobku. Montážní diagram je grafické znázornění všech pracovních kroků, které vedou k naplnění očekávání zákazníka. Je důležité rozpoznat činnosti, které na sebe bezprostředně navazují a ty, které jsou do určitého kroku nezávislé. Schopnost najít nezávislé kroky montáže firmě umožňuje přerozdělení operací a lepší vyvážení pracovníků na lince.
4. **Zjištění spotřeby času na jednotlivé pracovní kroky.** Za tímto účelem můžeme využít metody přímého měření nebo metod předem stanovených časů.

5. **Stanovení kapacity linky.** Do kapacitní tabulky přepíšeme jednotlivé pracovní kroky a jejich spotřebu času. Pro každý krok dále rozlišujeme manuální a strojní čas. Na základě těchto údajů vypočítáme limitní kapacitu linky, která je dána krokem s nejnižší dostupnou kapacitou (úzkým místem). Základní rovnice výroby v buňkách: *čas cyklu prodeje (dodávky) = čas cyklu výroby*.
6. **Výpočet teoretické potřeby operátorů a balancování buňky.** Výpočet teoretické potřeby pracovníků firmě poskytne orientační informaci pro balancování linky. *Optimální počet operátorů = suma času všech manuálních činností / takt zákazníka*.
7. **Uspořádání operací a tvar výrobní linky.** Na základě navrženého výrobního postupu můžeme přistoupit k uspořádání jednotlivých pracovišť do buňky. Ve štíhlé výrobě se nejvíce preferuje tvar do U-linky, protože umožňuje mnoho výhod: nekřížují se činnosti operátorů a zásobování materiálem, začátek a konec linky jsou u hlavní komunikace či krátké vzdálenosti mezi operacemi.
8. **Umístění přípravků, nástrojů a materiálu na lince.** Při detailním návrhu pracovišť je cílem umístit všechno potřebné v optimálních vzdálenostech a místech tak, aby byl zajištěn efektivní průběh práce a eliminovalo se veškeré plýtvání.
9. **Standardizace pracovního postupu.** Standard práce je dokument s jasně popsány úkoly a jejich výsledky, který umožňuje eliminaci variantnosti postupů výroby, které jsou jedním ze základních příčin neefektivní organizace práce.
10. **Vizualizace a kontrola.** Pro zajištění očekávaných výstupů je potřeba vybavit linku nástroji pro efektivní řízení linky. (Zlochová, 2012, s. 18-21)

Výsledné uspořádání a počet výrobních buněk pak bude záviset na dostupnosti potřebného zařízení. Velké rodiny výrobků vážou velký počet strojů a příliš mnoho pracovníků v buňkách, malé rodiny naopak znamenají nebezpečí nákladné duplicity výrobního zařízení. Cílem buňkově uspořádané výroby je hledat a využít každou sebemenší příležitost ke zlepšení. Jakmile se mění požadavky na výrobu, musí být možné přemísťovat stroje z jednoho místa na jiné, proto je výhodné zajistit jejich mobilitu a nekotvit je do podlahy. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 169-171)

Zásady tvorby layoutu ve výrobní buňce:

- Výstup jedné operace je vstupem druhé operace.
- V U-buňce jsou první a poslední operace u sebe, aby mohly být vykonávány jedním operátorem.
- Vyvážený materiálový tok s jednoduchou manipulací na další operaci.
- Maximální využití gravitace při manipulaci mezi operacemi.
- Flexibilita pro rychlou a jednoduchou reorganizaci buňky.
- Mezisklady jsou umístěny blízko buněk, které zásobují.
- Počáteční a koncový bod operátora jsou blízko u sebe.
- Malé přepravky a manipulační zařízení. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 140)

Navrhování a vytváření výrobních a montážních buněk je systematický proces, jehož cílem je nižší rozpracovanost, kratší průběžná doba výroby, lepší využití prostoru, vyšší index přidané hodnoty, zjednodušení výrobních rodin a v neposlední řadě optimální využití zaměstnanců. (Mašín, 2005, s. 53)

Při projektování výrobních buněk je nutno zohlednit celkové vybalancování. Vybalancovaná buňka je taková, ve které práce plynule probíhá od jedné operace k druhé, přičemž všechny operace mají přibližně stejný čas cyklu. (Mašín, 2005, s. 88)

Možné problémy s výrobními buňkami

Při plánování a projektování výrobních buněk se může objevit mnoho problémů. Příprava na tyto problémy by mohla firmě výrazně pomoci s uvědoměním si všech výhod výrobních buněk. Při implementaci buňkového uspořádání je třeba zohlednit:

- odmítavý postoj operátorů;
- nedostatečnou podporu ze strany managementu;
- omezení strojního využití;
- nutnost dodatečných tréninků či rekvalifikaci operátorů;
- problémy s měřením výkonnosti;

- novou kalkulaci nákladů;
- náklady s nadbytečným strojním vybavením. (Muther, 2002, s. 1-3, 1-4)

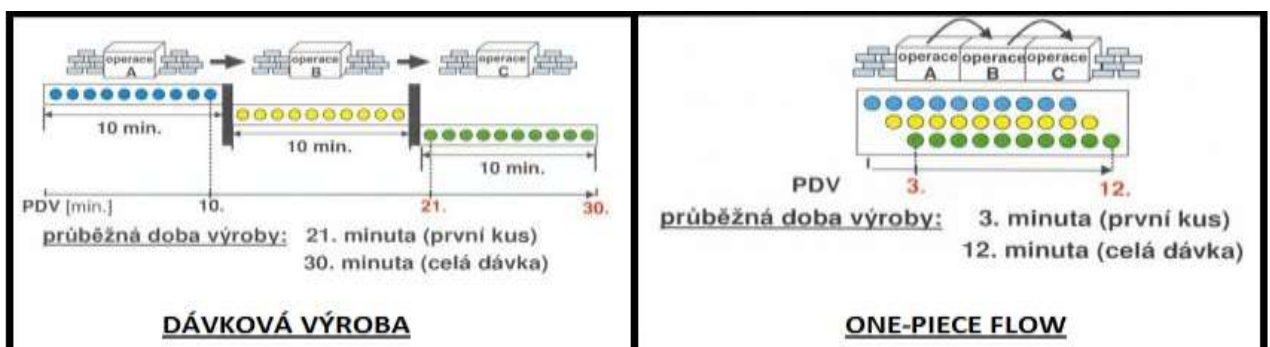
3.8 Tok jednoho kusu

Tok jednoho kusu (One-piece Flow) je způsob výroby, při kterém výrobek prochází jednotlivými operacemi procesu bez přerušování a čekání. V daný časový okamžik je vyráběn na příslušné operaci pouze jeden výrobek, který je bezprostředně předán na operaci následující. Tento systém je vhodný pro buňkové uspořádání pracovišť. Protikladem toku jednoho kusu je výroba v dávkách. (API, ©2005–2012)

Pokud se objeví nějaký problém ve výrobě typu jednokusového toku, zastaví se celá výrobní linka. V tomto směru je to velmi špatný systém výroby. Když už ale dojde k zastavení výroby, každý pracovník je nucen okamžitě řešit problém. Členové týmu tak musí přemýšlet a díky takovému myšlení rostou a stávají se jak lepšími členy týmu, tak také lepšími lidmi. (Liker, 2004, s. 87)

Výhody:

- snížení průběžné doby výroby;
- snížení rozpracovanosti výroby;
- rychlejší identifikace nekvality;
- návrh zařízení a pracovišť s minimální velikostí;
- identifikace úzkého místa v procesu. (API, ©2005–2012)



Obr. 6. Dávková výroba vs. One-piece Flow (API, ©2005–2012)

4 ERGONOMIE

Ergonomie představuje multidisciplinární vědu o vztazích mezi člověkem, pracovním prostředím a pracovními prostředky. Cílem je dosažení nejvyšší efektivity práce nejvýhodnějším uspořádáním pracovního prostředí na základě ergonomických analýz a znalostí a znalostí hranic pracovní výkonnosti lidí. Výrobní ergonomie je pak přizpůsobování práce a pracoviště potřebám a možnostem jednotlivých pracovníků. (Mašín, 2005, s. 23)

Cíle ergonomie:

- Humanizace techniky.
- Racionalizace pracovních podmínek.
- Zvyšování efektivity a spolehlivosti člověka při práci.
- Ochrana zdraví člověka.
- Navrhování pracovních předmětů, pomůcek, nástrojů, zařízení a strojů tak, aby svým tvarem, resp. funkčními vlastnostmi co nejvíce odpovídaly rozměrům lidského těla. (Svět Produktivity, ©2012)

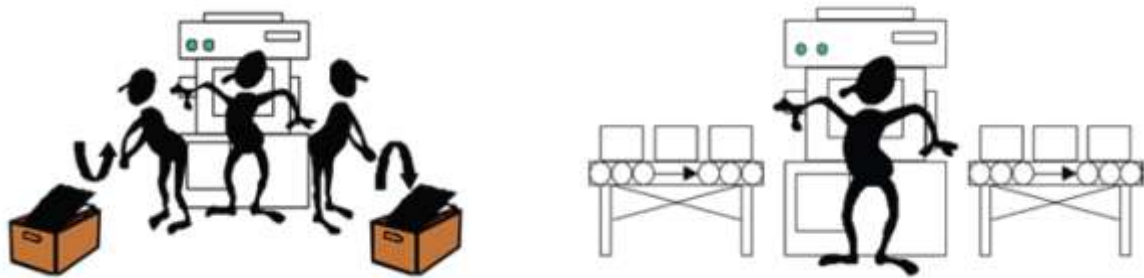
4.1 Možnosti využití

Ergonomie je disciplína popisující vztah mezi pracovním systémem a člověkem. Z hlediska průmyslového inženýrství a následně i ekonomiky pracovního systému a výkonu je nutno dbát na dodržování následujících ergonomických principů:

- uspořádání pracoviště s ohledem na výšku a pohyblivost pracovníka,
- organizace pracovního prostoru s ohledem na výšku a přepravní vzdálenosti mezi jednotlivými činnostmi,
- vhodná volba pracovní polohy při realizaci výkonu v závislosti od síly, intenzity a jemnosti realizovaného výkonu,
- optimální zorné podmínky při práci,
- optimální řešení pracovních sedadel využívajících přirozenou polohu kostry, možnost opření se o plochu sedadla,
- optimální manipulační prostor,

- ekonomie pracovních pohybů,
- vhodné rozmístění oznamovacích a ovládacích prvků,
- správná konstrukce nástrojů a přípravků. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 81)

Ergonomické hledisko uspořádání vztahů člověk - pracovní předmět/stroj - pracovní prostředí se stává nedílnou součástí celkového hodnocení pracovních systémů. Přestože dochází k odlišné charakteristice ergonomie, základní myšlenka je vždy společná. Jedná se o zlepšení podmínek práce bez ohrožení zdraví, v příjemném prostředí a při zvýšení efektivity pracovní činnosti. Právě poslední část této věty je důležitá. Mnoho lidí má stále názor, že co je ergonomické, je obvykle neekonomické. Opak je pravdou. Právě aplikací ergonomických poznatků na pracovišti je možné zvýšit výkon pracovníka při snížení jeho zatížení. (Svět Produktivity, ©2012)



Obr. 7. Příklad zlepšování na pracovišti (Svět Produktivity, ©2012)

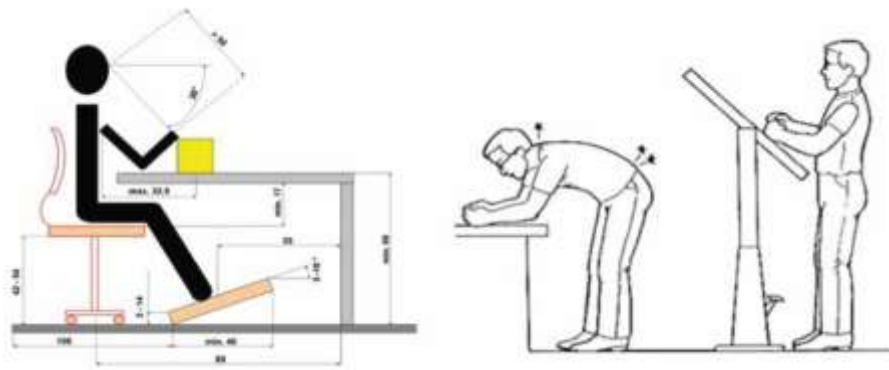
4.2 Ergonomie při projektování nového pracoviště

Při projektování nového pracoviště se můžeme opřít o řadu antropometrických údajů, dle kterých stanovíme výšku pracovního stolu, hraniční hodnoty pro minimální a maximální výšku a vzdálenosti materiálu, přípravků, ovládacích prvků a potřebné dokumentace.

Eliminace zbytečných nebo neefektivních pohybů je možno dosáhnout také:

- Vhodnou šířkou zařízení, kdy šířka zařízení by neměla přesahovat šířku ramen operátora. Tímto můžeme zkracovat pohyby sáhnutí pro materiál a současně přibližovat zařízení a odstraňovat zbytečné kroky.
- Zařízením, které samo uvolní hotový kus a umožní okamžité založení dalšího kusu.

- Operátor provádí více činností najednou, například v průběhu pohybu pro materiál spouští stroj.
- Automatické odklonění vadného výrobku z toku v lince.
- Uprnutí nástrojů, které jsou na dosah a po použití se automaticky vrací do „čekací“ polohy. (Zlochová, 2012, s. 18-21)



Obr. 8. Příklad ergonomického projektování pracoviště (Svět Produktivity, ©2012)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost XY byla založena roku 1993 s čistě domácí kapitálovou účastí. Firma byla založena skupinou technických expertů s mnohaletými zkušenostmi se základním i aplikovaným výzkumem v oblasti elektroniky, matematiky, optiky ale hlavně software. Zpočátku se firma orientovala na zakázkové elektronické, měřicí systémy a integrace zařízení do počítačových sítí. V průběhu své existence zdejší oddělení výzkumu přilákalo nové talenty a tým výzkumu a vývoje se pozvolna rozrůstal. V současné době je firma XY tvořena týmem uznávaných odborníků.

XY má v současnosti 22 zaměstnanců, z toho 3 pozice jsou čistě administrativní, zbytek tvoří pracovníci vývoje a výroby. Mnoho činností firma řeší formou outsourcingu a je zajímavé, že sama firma je jen mezičlánek v dodavatelsko-odběratelském řetězci, protože většina produktů se k zákazníkovi dostane přes další montážní firmy.

Předmětem podnikání je:

- vývoj zakázkového software,
- vývoj a výroba elektronických zařízení.

Firma má široké výrobní portfolio a zakázkovou formu výroby. XY je zákaznický orientovaná a její podnikání je založeno na maximálním přizpůsobení se zákazníkovi přímo na míru podle předem specifikovaných požadavků. Společnost se neorientuje pouze na zákazníky v České republice, ale mnoho zakázek putuje do zahraničí. Firma má své obchodní zastoupení také na více místech v Evropě, Asii a Africe.

Za dobu své existence se firma několikrát stěhovala. Podnikání začalo v Malenovicích, poté se firma přesunula do budovy Filmových ateliérů v části Zlín – Kudlov. V současnosti firma sídlí v Tečovicích, které jsou také v blízkosti Zlína. Až dosud firma sídlila vždy v pronajatých prostorách. Vedení firmy proto už delší dobu přemýšlí o vybudování vlastního sídla přímo ve Zlíně.

Množství a objemy firemních zakázek se neustále zvyšují a tak je velmi pravděpodobné, že v budoucnu se firma bude dále rozvíjet a expandovat na nové trhy. (Interní materiály firmy XY, 2013)

5.1 Historie společnosti

1993 - Založení společnosti.

1994 - Společnost začala nasazovat systémy automatické identifikace.

1995 - Společnost vyvinula kompletní systém pro automatickou bezkontaktní identifikaci s názvem SAFETY.

1996 – Vytvoření přístupového systému pro pobočky firmy Český Telecom.

1999 – Začátek produkce přístupových turniketů.

2000 – Vývoj a výroba informačních světelných grafických displejů vč. řídicího SW.

2001 – Zavedení elektronického platebního a odbavovacího systému EPOS.

2002 – Certifikace systému „Access Control“ na režim „Přísně tajné“.

2003 – Vývoj a výroba vlastního PCO (Pult centrální ochrany).

2006 – Expanze na nové trhy v Evropě, Asii a Africe.

2009 – Certifikovaný partner firmy Microsoft.

2010 – Vývoj a výroba vjezdových a výjezdových parkovacích systémů.

2011 – Vývoj a výroba kompletních stravovacích systémů.

V současné době je firma XY zavedenou a stabilizovanou společností v segmentu systémů automatické identifikace a registrace, především pak v oblasti radiových identifikačních systémů, bezpečnostních systémů PCO pro sítě GSM a v oblasti zakázkových řešení.

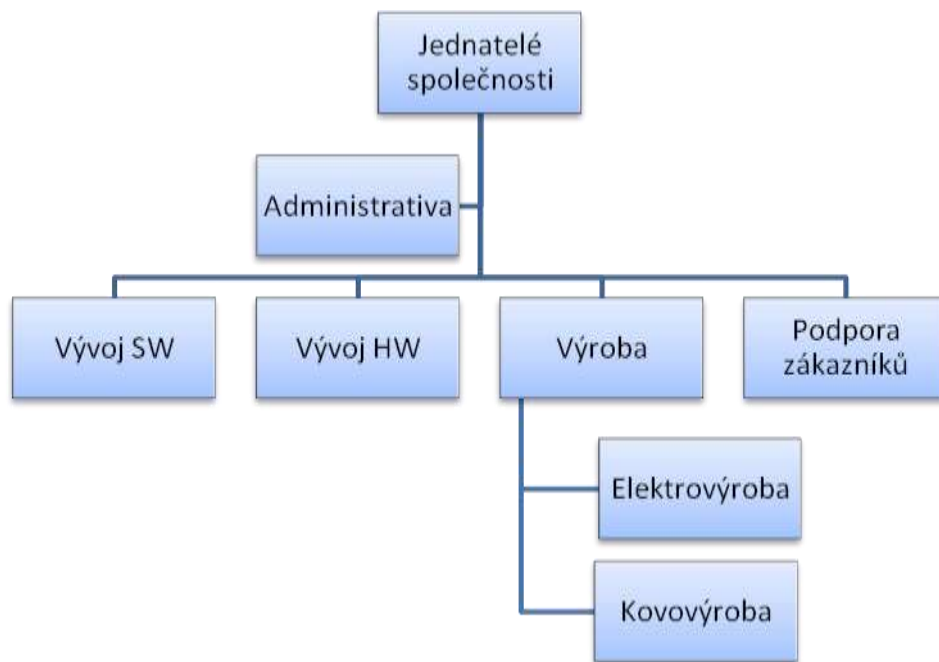
Kvalita a stabilita produktů je prověřena spolehlivým provozem, jak v administrativních budovách, tak v technologických provozech s vysokými nároky na spolehlivost a kvalitu. Úspěšná spolupráce s partnerem - firmou Texas Instruments, divize TIRIS vyvrcholila udělením oprávnění používat označení Value Added Reseller a aplikační centrum TIRIS.

Díky dlouhodobé spolupráci a vlastní vývojové základně může firma svým partnerům a zákazníkům nabídnout plnou podporu při aplikaci technologie TIRIS i jejich finálních výrobců. (Interní materiály firmy XY, 2013)

Mimo standardní modely určené pro nasazení v systému SAFETY nabízí firma také vývoj zařízení podle požadavků zákazníka. V současnosti respektuje vývoj systému SAFETY trendy zavádějící komplexní informační systémy konfigurované a přizpůsobované dle požadavků zákazníka. (Interní materiály firmy XY, 2013)

Dynamický rozvoj zaznamenává vývoj a výroba zařízení využívajících technologie GSM.

5.2 Organizační struktura společnosti



Obr. 9. Organizační schéma společnosti (vlastní zpracování)

5.3 Výrobní program společnosti

- **Elektronický platební a odbavovací systém EPOS**

EPOS je platební a odbavovací systém pro realizaci vstupních a platebních systémů, běžící na platformě Microsoft Windows Server a využívající databázový stroj Microsoft SQL server. Modularita komponentů systému zaručuje aplikaci systému dle specifických požadavků zákazníka. Umožňuje provozovateli zajistit plynulé odbavení návštěvníků a vychází vstříc i požadavkům na bezhotovostní platby v areálu. Variabilita řešení umožňuje použít rozmanitá média - magnetické karty, čárové kódy, bezkontaktní čipy atd.

Příklady použití: bazény, zábavní centra, fitness, aqvaparky, solária, sauny, termální lázně, kulturní zařízení.

Komponenty:

- Elektronické pokladní systémy.
- Výdejní zařízení pro elektronické vstupenky.
- Odbavovací vstupní terminály a turnikety.
- Propojení s parkovacím systémem společným médiem.
- Rezervační systém pro provoz na internetu nebo prostřednictvím GSM.
- Elektronicky zamykatelné šatní skříňky.

- **Docházkový a přístupový systém SAFETY**

SAFETY je informační vstupní systém pro realizaci kontroly přístupu v budovách a zpracování docházky. Poskytuje on-line informace o pohybu osob. Základními vlastnostmi systému jsou otevřenost a modularita.

Příklady aplikací: kontrola vstupu do budov, zpracování docházky, parkovací systém.

- **Komunikátory elektronické zabezpečovací signalizace (EZS)**

V oblasti EZS se firma XY zaměřuje od roku 1998 zejména na řešení přenosů dat z EZS. V současnosti nabízí firma řešení přenosů z EZS využívající následující technologie, případně jejich kombinace:

- GSM – SMS: slouží k přenosu zpráv z EZS na PCO formou SMS zpráv.
 - GSM – GPRS: slouží k přenosu zpráv z EZS na PCO formou GPRS. Výhodou je levnější datový přenos.
 - ETHERNET: umožňuje k přenosu zpráv využívat stávající počítačové sítě.
- (Interní materiály firmy XY, 2013)

5.4 Volba vhodného výrobku pro analýzu

Komunikátor GSM byl zvolen jako výrobek, jehož výrobní proces bude řešen v této diplomové práci. Firma XY pocítovala velké nedostatky právě při výrobě tohoto produktu a chtěla najít způsob, jak celý výrobní proces zefektivnit. Komunikátor GSM je jedním z klíčových a vysokoobrátkových výrobků, proto je žádoucí se na něj zaměřit. Do budoucna se předpokládá, že výrobní proces by mohl být pozměněn a bude vyvinuta nová generace produktu. Přesto je vhodné ještě nyní celý proces optimalizovat, a pokusit se najít takové řešení, které by bylo možno implementovat i po případném vývoji nové generace.

5.5 SWOT analýza firmy

Tab. 2. SWOT analýza firmy XY (vlastní zpracování)

SILNÉ STRÁNKY		SLABÉ STRÁNKY	
Specifická výroba	20 %	Firma stojí na klíč. zaměstnancích	25 %
Experti ve vývoji	20 %	Přetěžování zaměstnanců	20 %
Přizpůsobení se zákazníkovi	15 %	Nevyužité prostory ve firmě	15 %
Nízké % reklamací	15 %	Chybí standardy práce	10 %
Spolupráce se zahraničím	10 %	Nedostatek propagace	10 %
Stálí zákazníci	8 %	Nadměrné zásoby materiálu	9 %
Flexibilita	5 %	Poloha firmy	5 %
Dobrá finanční situace	5 %	Firma je malá	3 %
Mladá a inovativní firma	2 %	Chybí team-building	3 %
PŘÍLEŽITOSTI		HROZBY	
Zatím je malá konkurence	25 %	Zastarávání technologií	30 %
Nová spolupráce se zahraničím	20 %	Vstup nové konkurence do odvětví	25 %
Nové technologie	20 %	Zahraničí ukončí spolupráci	20 %
Odběratelé navýší objednávky	15 %	Chybí kvalif. pracovníci v regionu	15 %
Stavba nových aqvaparků v ČR	15 %	Zhoršení ekonomické situace v ČR	5 %
Získání nových prostor v centru	5 %	Zvýšení nákladů na přepravu	5 %

Pro hlubší seznámení s firmou XY jsem zpracovala SWOT analýzu, která zobrazuje můj osobní pohled na firmu jako celek. Jednotlivé silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby jsou procentuálně ohodnoceny podle důležitosti a v každé kategorii je jejich součet 100 %.

Firma XY by měla využít svých silných stránek a dál rozvíjet specifickou výrobu a zaujmout zákazníky perfektním servisem a přizpůsobením na míru. Mezi nejzávažnější slabé stránky považuji vyčleňování klíčových zaměstnanců, s čímž souvisí také jejich přetěžování. Problémem jsou také prostory, které by mohly být využity efektivněji. Firma by měla využít příležitosti vývoje nových technologií a být tak vždy o krok napřed před konkurencí. Mnoho zakázek je zpracováváno pro zahraniční partnery, proto doporučuji firmě tuto spolupráci co nejvíce rozvíjet.

6 VYMEZENÍ PROJEKTU

Název projektu: Projekt optimalizace výrobního procesu komunikátoru GSM.

Cíl projektu: Optimalizovat výrobní proces komunikátoru GSM.

Dílčí cíle projektu:

1. Zmapovat současný stav procesu výroby komunikátoru GSM.
2. Navrhnout možná řešení pro efektivnější výrobu komunikátoru GSM.
3. Zvýšit ukazatele VA index a produktivita práce na pracovníka

Projektový tým:

Ing. Tomáš Havlíček	ředitel firmy
Ing. Radek Sušina	vedoucí oddělení vývoje hardware
Tomáš Záhořák	vedoucí oddělení výroby
Bc. Marie Kunorzová	studentka Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně

Harmonogram projektu:

Tab. 3. Harmonogram projektu (vlastní zpracování)

		Prosinec	Leden	Únor	Březen	Duben
Projekt	Seznámení s firmou a výrobním procesem	■	■	■		
	Přímé měření operací		■	■		
	Mapování hodnotového toku			■	■	
	Tvorba layoutu pracoviště			■		
	Návrh nové výrobní buňky			■	■	
	Standardizace procesu				■	■
	Kontrola dodržování standardů					■
Tvorba DP	Teoretická část diplomové práce		■	■	■	
	Praktická část diplomové práce			■	■	■
	Odevzdání diplomové práce					■

Bližší informace o projektu jsou uvedeny v přílohách:

- P I – Logický rámec projektu,
- P II – Riziková analýza projektu.

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROCESU VÝROBY GSM

V analytické části bude nejdříve obecně popsán komunikátor GSM a jeho výrobní postup včetně fotodokumentace. Další částí je vytvoření VSM mapy, špagetového diagramu a provedení procesní analýzy. Z těchto analýz vyplynuly určité nedostatky ve výrobě, které jsou blíže specifikovány v závěru analytické části.

7.1 Komunikátor GSM

Komunikátor GSM je přenosové zařízení, které využívá služeb GPRS v mobilních sítích GSM pro přenášení zpráv z EZS na PCO. Mezi základní vlastnosti tohoto typu přenosu patří průběžná oboustranná kontrola spojení s PCO, nízké a stabilní měsíční přenosové náklady, vysoká míra pokrytí signálem GSM a další. V případě výpadku spojení prostřednictvím GPRS umožňuje komunikátor přepnutí systému EZS na telefonní linku a pro neodslané zprávy v paměti popř. nové zprávy umožňuje využít SMS. Na zařízení lze připojit externí monitorovací čidla (hlásiče požáru, pohybová čidla, čidla rozbitého skla, sirény atd.) a z nich získané informace lze odesílat ke zpracování na PCO. Vyhodnocení takto získaných údajů provede pověřený pracovník bezpečnostní agentury. (Interní materiály firmy XY, 2013)

Já se budu v této diplomové práci zabývat výrobní dávkou 5000 ks určenou pro obchodního partnera v Malajsii, která po montáži bude sloužit k zabezpečení platebních terminálů bankovních domů. Zákazník požaduje 200 ks komunikátorů týdně.



Obr. 10. Komunikátor GSM (vlastní zpracování)

7.2 Výrobní postup

Postup celého procesu výroby komunikátoru GSM je následující:

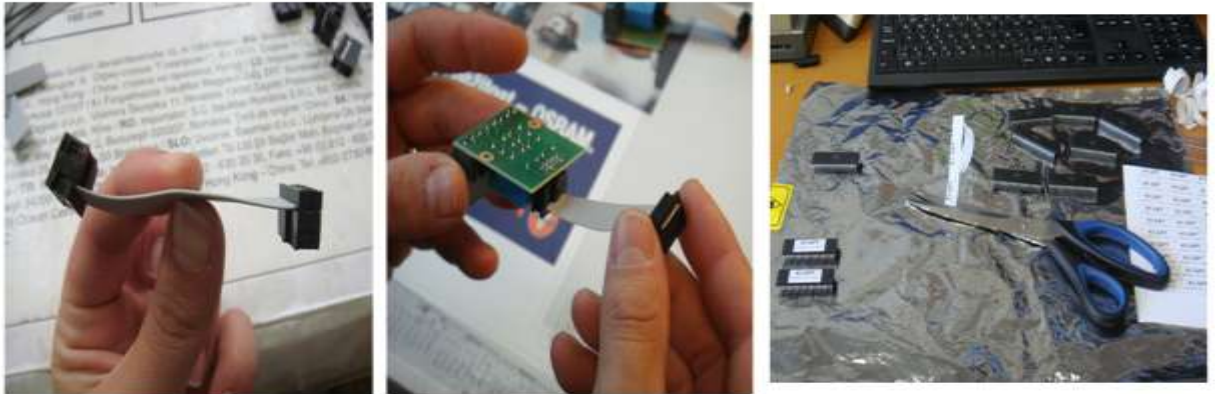
1. Objednání materiálu.
2. Vychystání materiálu pro externí firmu provádějící osazování desek plošných spojů.
3. Přeprava materiálu do externí firmy.
4. Osazení externí firmou.
5. Přeprava rozpracované výroby zpět do sídla firmy.
6. Přípravné práce a kompletace komunikátorů GSM.
7. Testování.
 - a. Kontrola připojení GPRS sítě.
 - b. Naprogramování řídicích procesů.
 - c. Samotný test zařízení.
 - d. Nahrání finálních parametrů pro koncového uživatele.
8. Vyskladnění dílčích částí ze skladové evidence.
9. Načtení hotových výrobků do skladové evidence.
10. Balení jednotlivých výrobků.
11. Zabalení celé várky pro expedici.

Jelikož výrobní proces probíhající v externí firmě nemohu nijak ovlivnit, budu se v této práci zabývat pouze výrobními procesy probíhajícími přímo ve firmě XY.

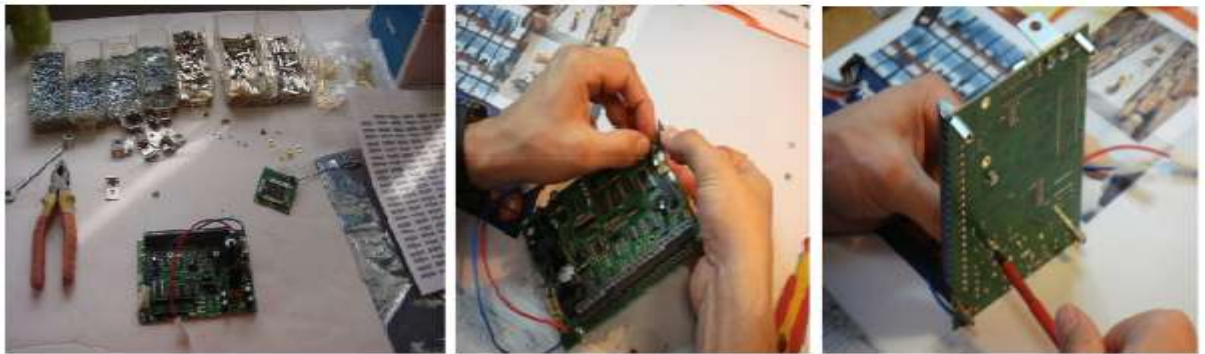


Obr. 11. Postup výroby komunikátoru GSM ve firmě (vlastní zpracování)

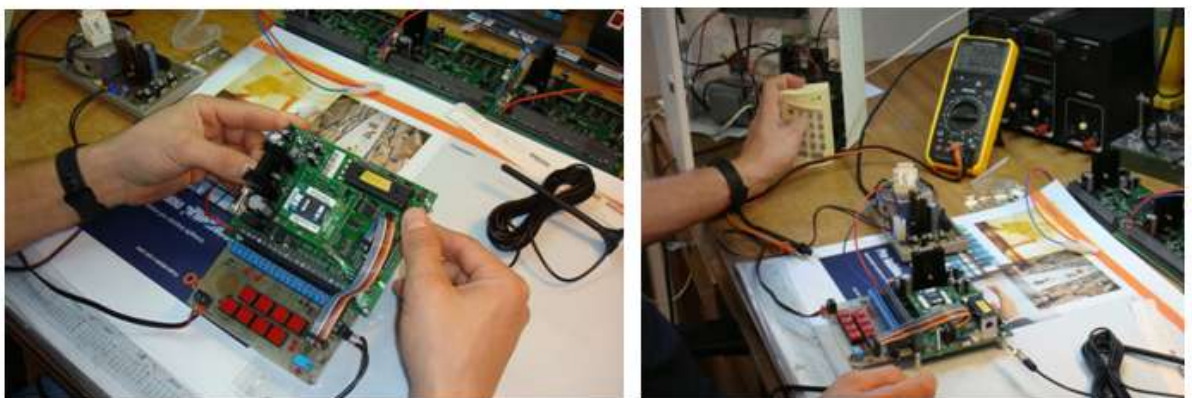
7.2.1 Fotodokumentace výrobního postupu



Obr. 12. Přípravné práce (vlastní zpracování)



Obr. 13. Kompletace (vlastní zpracování)



Obr. 14. Testování (vlastní zpracování)



Obr. 15. Vyskladnění + načtení do SE (vlastní zpracování)

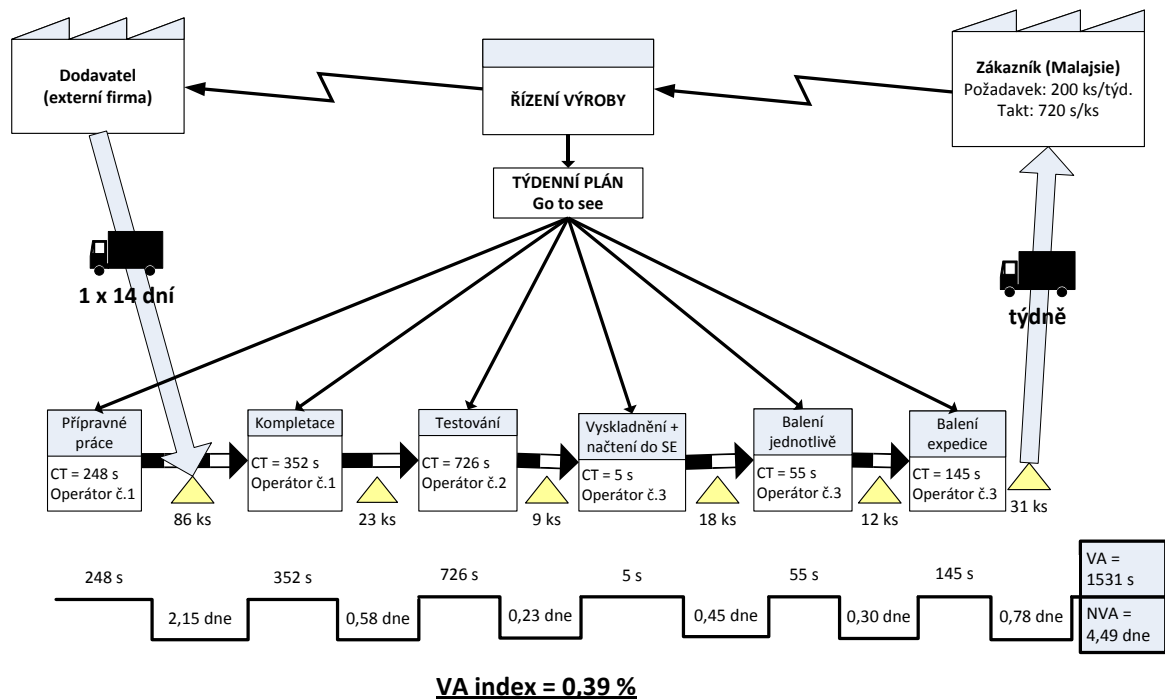


Obr. 16. Balení jednotlivě (vlastní zpracování)



Obr. 17. Zabalení celé várky pro expedici (vlastní zpracování)

7.3 Value Stream Mapping



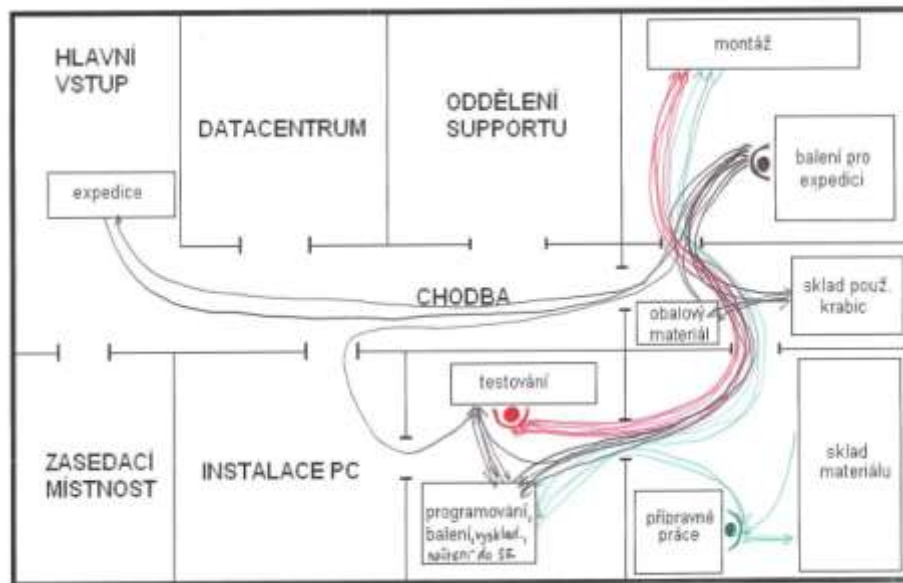
Obr. 18. VSM mapa (vlastní zpracování)

Z VSM mapy vidíme, že výrobní proces je prováděn třemi operátory. Rozložení množství práce mezi tyto tři operátory je nerovnoměrné, což je zřejmé dle cyklových časů. Mezi sklady rozpracované výroby v celém procesu nejsou nadměrně velké, ale bylo by dobré, je co nejvíce eliminovat, aby se výroba stala více plynulou, přehlednou a aby mohl být zaveden systém One-piece Flow. Na mapě je viditelné, že první meziklad je až za první operací. Je to z toho důvodu, že první operace je prováděna nezávisle na dodávkách externí firmy, která zprostředkovává prvotní osazení desek plošných spojů. VA index je za současné situace 0,396 %. Mohlo by se zdát, že je tento výsledek uspokojivý, ale je to způsobeno nízkým počtem operací a přímým hodnotovým tokem. Ve své diplomové práci se pokusím VA index zvýšit alespoň na 0,5 %, aby bylo zřejmé, zda bude navržené řešení efektivní.

Časy jednotlivých operací jsem získala přímým měřením, metodou chronometráže. Provedla jsem 10 náměrů každé operace. Nejvyšší a nejnižší naměřenou hodnotu jsem vždy vyřadila z důvodu zkreslení informací a následného výsledku. Zbývající hodnoty jsem zprůměrovala. Celý proces výroby je poměrně plynulý, rozpracovaná výroba se nikde nehromadí. Problémem je však to, že nejsou vytvořeny žádné závazné standardy a operátoři nejsou stejně vytížení. V závislosti na stavu ostatních rozpracovaných zakázek jsou nevytížení operátoři například dočasně přesunuti na pracoviště s odlišnou výrobou.

Během tvorby VSM mapy jsem zaznamenala největší plýtvání ve formě neustálých přesunů operátorů mezi jednotlivými pracovišti. Tyto přesuny nejsou v mapě viditelné, proto jsem je zachytila na následujícím špagetovém diagramu.

7.4 Špagetový diagram



Obr. 19. Špagetový diagram (vlastní zpracování)

Špagetový diagram byl pořízen v průběhu jednoho pracovního dne. Pro přehlednost a lepší porovnání jsou všichni tři operátoři zakresleni do jednoho diagramu, každý jinou barvou.

Je na první pohled patrné, že operátoři vykonávají mnoho přesunů, které jsou způsobeny nevhodným rozmístěním jednotlivých pracovišť. Ve firmě XY je poměrně mnoho volných prostor, a tak je pro operátory žádoucí, aby měl každý své vlastní pracovní stanoviště v samostatné místnosti. Všichni však pracují na výrobě jednoho výrobku, která by měla být plynulá a navazovat na sebe. Vlastní soukromí je zde zachováno na úkor neustálých zbytečných přesunů mezi jednotlivými pracovišti.

Podle mého názoru je nezbytně nutné vytvořit nový layout, alespoň u daného výrobního procesu, a eliminovat tak zbytečné přesuny na minimum. Prostory ve firmě budou efektivněji využity a zvýší se produktivita práce.

Jelikož není stávající layout firmy zakreslen v přesném měřítku, v následující procesní analýze jsou zapsány reálné vzdálenosti, které operátoři překonávají mezi jednotlivými pracovišti.

7.5 Procesní analýza

Tab. 4. Procesní analýza – současný stav (vlastní zpracování)

č.	činnost	operace	transport	kontrola	skladování	čekání	vzdálenost (m)	doba trvání (sec)	počet pracovníků	
1.	přípravné práce I.	○						190	0,33	
2.	transport		⇒				5	4		
3.	přípravné práce II.	○						58	0,33	
4.	transport		⇒				11	8		
5.	mezisklad na pracovišti				△			352		
6.	kompletace	○						352	0,33	
7.	transport		⇒				11	8		
8.	mezisklad na pracovišti				△			726		
9.	testování	○						436	0,5	
10.	testování - kontrola			◇				290	0,5	
11.	transport		⇒				2	2		
12.	mezisklad na pracovišti				△			5		
13.	vyskladnění + načtení do SE	○						5	0,33	
14.	transport		⇒				1	1		
15.	mezisklad na pracovišti				△			55		
16.	balení jednotlivě	○						55	0,33	
17.	transport		⇒				11	8		
18.	mezisklad na pracovišti				△			145		
19.	balení expedice	○						145	0,33	
20.	mezisklad na pracovišti				△			60		
Celkem četnost		7	6	1	6				3	
Součet času procesů (sec)									1531	
Součet času procesů + transport (sec)									1562	
Součet času procesů + transport + skladování (sec)									2905	
Celkem vzdálenost (m)									41	

Procesní analýzu jsem v této diplomové práci využila ke zjištění skutečných vzdáleností, které operátoři v celém výrobním procesu překonávají. Celý výrobní proces se skládá z 20 kroků, z toho je 7 operací, 6 transportů, 1 kontrola a 6 skladování. Pozitivně hodnotím, že v celém procesu výroby je pouze 1 kontrola, protože sama o sobě je to činnost nepřidávající

cí hodnotu výrobku. Otázkou je, zda je tato jedna kontrola dostačující pro požadovanou kvalitu. Do procesu jsou zapojeni 3 operátoři.

Výroba 1 komunikátoru trvá 1531 sec čistého času, což je 25,5 min. Není zde však započítána doba jednotlivých transportů, které v konečném součtu tvoří 41 m. Protože je tato vzdálenost poměrně velká, převedla jsem ji na počet sekund a připočítala k celkové průběžné době výroby. Počítala jsem, že operátoři se pohybují průměrnou rychlostí 5 km/hod. Pokud tedy počítám, že při výrobě překonávají vzdálenost 41 m, zabere jim to průměrně 31 sec. Doba výroba jednoho komunikátoru při zohlednění transportů je tedy 1562 sec. Velké množství přesunů tvoří tento výrobní proces neefektivním a je žádoucí se tímto problémem zabývat v projektové části.

V procesní analýze je nutné brát v potaz také dobu skladování v jednotlivých meziskladech. V tomto případě je velmi problematické dobu určit, protože výroba není ani typicky dávková, ani se nejedná o tok jednoho kusu. Operátoři přenášejí výrobky mezi pracovišti nahodile podle potřeby, není stanovena určitá výrobní dávka. Ani není zaveden v meziskladech systém FIFO, takže nedokážu určit přesnou dobu, po kterou setrvávají výrobky v meziskladech. Počítám tedy s nejkratší možnou dobou, které výrobky v meziskladech musí strávit, což se odvíjí od délky následující operace. Jelikož tuto dobu strávenou skladováním nedokážu s přesností určit, budu v této práci počítat převážně s čistým součtem času procesů, příp. se součtem času procesů + transport.

7.6 Objevené nedostatky ve výrobě

- **Proces kompletace**

- *Ergonomicky nevhodně uspořádané pracoviště* – příliš vysoký stůl, nedostatek místa, nepořádek na pracovišti. Pro rozpracované výrobky se musí operátor ohýbat do zásobníku až na podlahu, po provedení všech pracovních úkonů je opracovaný výrobek uložen do jiného zásobníku opět až na podlaže. Na tyto zásobníky na pracovním stole není dostatek místa. Páteř je nepřirozeně zatěžována.

Na fotografii je viditelné, že vstupní i výstupní zásobníky jsou položené na podlaže, protože na pracovním stole na ně není prostor. Operátor se tedy s každým výrobkem dvakrát ohýbá až k zemi.



Obr. 20. Ergonomicky nevhodné pracoviště (vlastní zpracování)

- *Mnoho šroubových spojů* – v tomto procesu je množství ručního šroubování. Operátor využívá klasický šroubovák. Z dlouhodobého hlediska je to nevhodné, protože je velmi namáháno zápěstí na jedné ruce. Hrozí nebezpečí onemocnění karpálního tunelu.
- **Proces testování**
 - *Zdlouhavý test* – samotný test dlouho trvá a je úzkým místem v celém výrobním procesu.
 - *Vyšší procento vadných výrobků* – část výrobků při testu vykazuje chyby, jejichž opravování zdržuje celou výrobu. Většina těchto chyb vznikla již u osazování externí firmou, čili ne vinou firmy XY.
- **Proces balení jednotlivě**
 - *Neodpovídající velikost sáčků* – hotové výrobky jsou baleny do dvou sáčků - antistatický a bublinková fólie. Tyto sáčky jsou ale malé a výrobek se do nich vejde jen velmi těsně. Balení tak zabírá mnoho času, protože správné zabalení výrobku vyžaduje velké úsilí a opatrnost.
- **Proces balení expedice**
 - *Nevhodně navržený proces balení pro expedici* – jednotlivě zabalené hotové výrobky jsou dále baleny do velkého přepravního boxu po 54 ks a celá dávka je pak posílána zákazníkovi. Výrobky se skládají do boxu po 9 ks na jedno patro, mezi patry se dělá vystýlka (vystřížený kus kartonu, zbytkový oba-

lový materiál na vycpání mezi jednotlivými výrobky, aby byly pevně ukotveny atd.), tato hotová krabice se vloží ještě do větší krabice. Volný prostor je opět vyztužen zbytky kartonů, polystyrenem atd. Obě krabice se ještě obmotávají lepicí páskou. Celý proces balení zabere operátorovi mnoho času, který by mohl být využitý efektivněji.

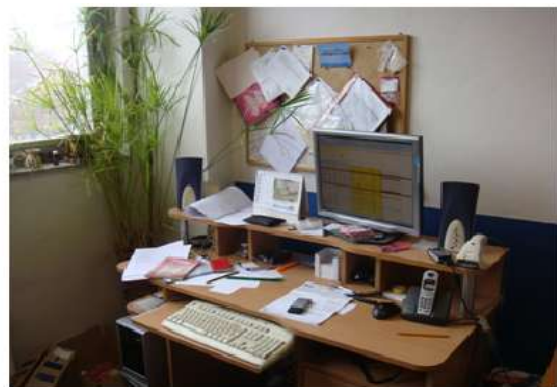
Na fotografii je znázorněno, jak operátor ručně vyřezává podložky z kartonu pro proložení jednotlivých pater. Páteř je nepřírozeně zatěžována. Je také zřejmé, jak je přepravní krabice zpevněna lepicí páskou, což se také dělá ručně.



Obr. 21. Nedostatky v procesu balení expedice (vlastní zpracování)

- **Další nedostatky ve výrobním procesu**

- *Není udržován dostatečný pořádek na pracovištích* – operátoři ztrácí čas hledáním nástrojů a jiných věcí na pracovišti.



Obr. 22. Neuspořádaná pracoviště (vlastní zpracování)

- *Velké vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti* – rozpracovaná výroba je neustále přenášena mezi pracovišti. Operátoři přenáší výrobky na velké vzdálenosti. Současně jsou ve firmě nevyužité prostory.
- *Nerovnoměrně rozvržený objem práce mezi operátory* – všichni operátoři nejsou stejně vytíženi, vznikají velké rozdíly.
- *Nejsou nastaveny přesné a závazné standardy práce a výkonové normy.*

7.7 Shrnutí analytické části

Při analýze současného stavu výrobního procesu komunikátoru GSM byly využity metody:

- vlastní pozorování a fotodokumentace,
- Value Stream Mapping,
- špagetový diagram,
- procesní analýza.

Nejzávažnější nedostatky, které byly objeveny při analýze současného stavu, a budou dále řešeny v projektové části jsou:

1. Nerovnoměrné vytížení operátorů v celém výrobním procesu.
2. Větší vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti.
3. Neefektivně využitá prostory ve firmě.
4. Nedostatky v jednotlivých částech výrobního procesu.

8 NÁVRHY PRO ODSTRANĚNÍ NEDOSTATKŮ VE VÝROBĚ

- **Proces kompletace**

V první řadě je nutné vhodně **přizpůsobit pracoviště** tělesným proporcím daného operátora. Stávající situace je nevhodná, protože pracovní stůl je vysoký. Navrhuji ke stolu buď pořídit vyšší židli, nebo zajistit jiný stůl ve vhodnější velikosti. Řešením by mohlo být operátora postavit a provádět operace ve stoje. Práce ve stoje má navíc mnoho výhod:

- možnost střídání pracovních poloh,
- větší dosah končetin,
- vyvinutí větší síly,
- rychlé střídání pracovišť
- větší bdělost.

Aby se nemusel operátor sklánět do vstupních i výstupních zásobníků až na podlahu, bylo by vhodné umístit je přímo na pracovní stůl. Na stole však na tyto zásobníky není místo, protože je tam spousta jiných věcí, které si tam odkládají ostatní zaměstnanci. Je tedy nutné udržovat pořádek a na pracovním stole mít pouze věci, které jsou potřebné k výrobnímu procesu. Navrhuji vytvořit **standard pořádku** alespoň u problematických operací, který by byl prvním výchozím krokem pro zavedení metody 5S. Současně by tak bylo vytvořeno ukázkové pilotní pracoviště, kde lze tento standard aplikovat.

Dalším problémem je objem ručního šroubování. Dle mého názoru by bylo vhodné pro tuto operaci využívat **elektrický šroubovák** nebo **utahovačku**, protože by se zamezilo nadměrnému namáhání zápěstí. S množstvím šroubování rostou nároky na manuální zručnost pracovníků. V tomto procesu by bylo výhodné zvážit využití **automatického podavače šroubků**, který by také operátorům ušetřil mnoho práce.

- **Proces testování**

Testování je úzkým místem celé výroby, protože trvá více než 12 minut a zkrácení tohoto procesu má vysokou prioritu. Já osobně však tento proces nemohu nijak ovlivnit. **Nové testovací zařízení** je už vyvíjeno a je předpoklad, že cyklový čas by se mohl zkrátit až o 40%. Než však bude tento test vyvinut, navrhovaným řešením je uklidit a vytřídit nepo-

třebné věci na pracovním stole a zamezit tak zbytečnému hledání nástrojů. Opět je zde žádoucí vytvořit alespoň určitý **standard pořádku** a do budoucna zvážit zavedení metody 5S. Velkým problémem je množství vadných výrobků, přičemž chyba vznikla již při osazení externí firmou. Ideálním řešením by bylo vytvoření dohody mezi externím dodavatelem a firmou XY, která by zajišťovala, že pokud se odhalí určité množství vadných výrobků, bude celá dodávka vrácena. Dodací termíny zakázek jsou však tak těsné, že není možné z časových důvodů vracet nevyhovující dodávku. Firma si raději vady odstraní sama, i když za cenu zbytečných nákladů. Vhodným řešením by mohlo být **vytvoření základního testu**, který by mohl provádět sám externí dodavatel již při osazování. Vzniklé vady bude moci sám okamžitě opravit a zamezí se tak zbytečnému plýtvání časem. Výrobek už totiž projde mnoha dalšími operacemi a je pak velmi pracné najít příčinu vady.

- **Proces balení jednotlivě**

V tomto výrobním procesu vidím velké plýtvání kvůli nevhodné velikosti balicích sáčků. Výrobek se do sáčku sice vejde ale pouze s velkou opatrností a precizností. Je nutné objednat **větší velikost sáčků**, aby se do nich výrobek bez problémů vešel. Došlo by zde k výrazné úspoře času, předpokládám, že 20 s. Tyto větší sáčky by finančně vyšly téměř totožně, rozdíl by činil maximálně desítky haléřů vzhledem k velikosti objednávaného množství.

Jelikož je však na skladě nakoupeno velké množství těchto menších sáčků, firma si nemůže dovolit je jen tak vyřadit a nakoupit nové. Proto navrhuji **posílat komunikátory bez našroubovaných distancí**, čímž se výrazně usnadní balení výrobků. Po domluvě se zákazníkem je možno distance přibalit nenašroubované ke každé zásilce, zákazník si sám zprostředkuje jejich kompletaci. Prodejní cena výrobku zůstane i po zavedení tohoto opatření stejná a navíc firmě i zákazníkovi ušetří práci. Při konzultaci tohoto návrhu se zákazníkem došlo totiž ke zjištění, že zákazník při další montáži výrobku s těmito našroubovanými distancemi stejně manipuluje a je pro něj také výhodnější, když bude firma XY dodávat distance zvlášť. Tímto opatřením se navíc velmi zmenší objem všech výrobků v balíku, tudíž se jich do přepravního balení vejde více. Firma by tak dlouhodobě mohla ušetřit na dopravném, protože by se snížil počet zásilek posílaných zákazníkovi.

- **Proces balení expedice**

Celé balení dávky pro expedici je velmi zdlouhavé. Jedná se však o výrobky s vysokou hodnotou, které jsou posílány až do Malajsie, proto musí být důkladně zabaleny. Firma raději obětuje čas pečlivému zabalení celé zásilky, než aby došlo při přepravě k poškození byť jen jediného výrobku. Firma XY by tím mohla ztratit významného zákazníka a to nelze připustit.

Určitě je ale žádoucí celý proces nějakým způsobem zjednodušit. Jelikož už jsou výrobky jednotlivě baleny do sáčků z bublinkové fólie, stačila by podle mého názoru na celou zásilku jedna **silnější pevná krabice či přepravní box** a jednotlivá patra vyztužit tvrdým papírem nebo vystřiženým kartonem. Ideální by bylo využít předpřipravené pevné podložky. Odpadlo by tak pracné obmotávání dvou krabic izolepou, vycpávání mezer mezi výrobky, vycpávání prostoru mezi dvěma krabicemi.

- **Výrobní proces obecně**

V celém výrobním procesu a všeobecně v celé firmě navrhuji **zavést metodu 5S**. Na pracovištích se nachází množství nepotřebných věcí. Z toho pak vznikají situace, že operátoři se zdržují zdlouhavým hledáním nástrojů, pomůcek či materiálu. Pracovní plochy jsou někdy velmi prostorově omezené, protože zde není pravidelně prováděn úklid. Firma XY však zatím neprojevila zájem o zavádění metody 5S, proto se jí v této diplomové práci nebudu blíže zabývat.

Velkým problémem je dále nevhodně navržený layout výroby. Některé místnosti ve firmě jsou z poloviny prázdné a neefektivně využité. Proto by bylo vhodné popřemýšlet o vhodnějším uspořádání výroby. Uvolněné prostory mohou být využity jinak nebo mohou být například nabídnuty k pronájmu. Pro realizaci tohoto projektu navrhuji využít místnost, kde byla dosud prováděna pouze montáž a balení pro expedici, pro **vytvoření nové výrobní buňky** se všemi operacemi celého procesu výroby komunikátoru GSM. Místnost nyní slouží mimo jiné jako odkládací místnost pro ostatní zaměstnance firmy, případně jako mezisklad ostatních rozpracovaných výrobků. Po vyklizení místnosti zde vznikne dostatek volného prostoru a dojde k eliminaci velkých vzdáleností mezi jednotlivými pracovišti. Z dříve uvedeného špagetového diagramu je zřejmé, že operátoři během dne vykonají

mnoho přesunů. Samotná výroba přitom vůbec není prostorově náročná a plynule na sebe navazuje. Proč toho nevyužít a neuspořádat jednotlivé pracoviště do výrobní buňky?

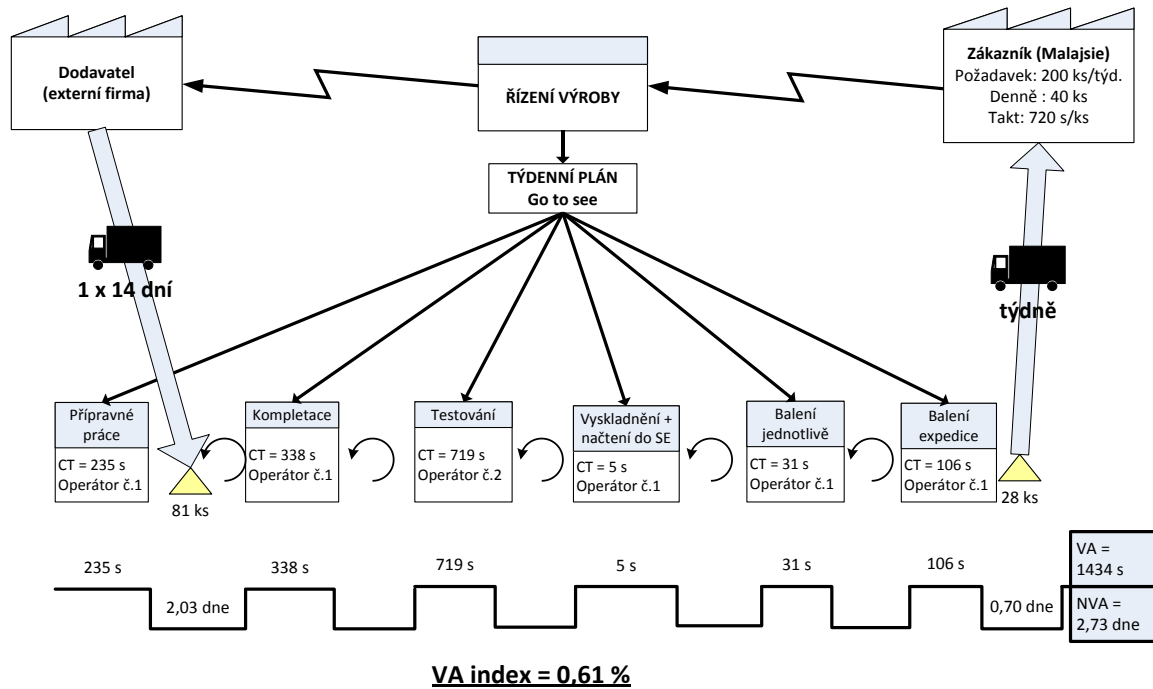
Mezi další nedostatky ve výrobě jsem zařadila rozdílnou vytíženost operátorů. Jelikož nejsou stanoveny závazné standardy práce, operátoři spíše vykonávají činnosti dle potřeby. Operátor provádějící testování většinou opravdu vykonává pouze tuto jednu pracovní operaci, ostatní operátoři jsou na jednotlivých pracovištích podle aktuální potřeby a termínů ostatních zakázek. Výroba je dávková, i když ani velikost dávek není nijak stanovena. Z VSM mapy je patrné, že testování trvá více jak 12 minut, tento čas však zatím nelze výrazněji zkrátit. Operátor provádějící balení výrobků je mnohem méně vytížený než 2 další operátoři. Proto jsem se pokusila jednotlivé operace sloučit do sebe tak, že celý **výrobní proces je možno vykonávat pouze dvěma operátory**. Přepokládám, že realizací úsporných opatření eliminujících plýtvání dojde k takové úspoře času, že s pouze dvěma operátory bude stále možno uspokojit zákaznický takt.

8.1 One-piece Flow

V celém výrobním procesu je možné a vysoce žádoucí zavést systém One-piece Flow. Došlo by tak k eliminaci všech meziskladů (kromě vstupního a výstupního), dále by došlo k výrazné úspoře prostoru a celá výroba by se stala více plynulou, přehlednou a konzistentní. Jednou z výhod systému OPF je také rychlejší identifikace nekvality. Protože by již výroba neprobíhala v nepravidelných dávkách jako doposud, na případnou chybu by se přišlo téměř okamžitě. Pro zavedení toku jednoho kusu je potřeba, aby byl výrobní proces stabilní, bez velké variability a s maximální dostupností zařízení. To všechno tento výrobní proces splňuje, proto je zavedení systému OPF možné.

Tento systém je vhodný pro buňkové uspořádání pracoviště. Navrhují vytvořit novou výrobní buňku, čímž by se také vyřešil problém velkých vzdáleností mezi pracovišti. Pokud se však bude vytvářet nová výrobní buňka, je nutné, aby byl zajištěn stálý odběr výrobků a aby tak byla buňka maximálně využívána. Komunikátor GSM je momentálně jedním z nejvíce prodávaných produktů firmy XY, proto se firmě určitě vyplatí investovat čas i prostředky do vytvoření nové výrobní buňky se systémem OPF. Výhodou oproti dávkové výrobě bude pro operátory také větší rozmanitost práce a může se stát základem pro zavedení týmové práce.

9 VALUE STREAM DESIGN



Obr. 23. VSD mapa (vlastní zpracování)

Nová VSD mapa vykazuje značně vyšší VA index. Je to způsobeno tím, že díky navrženému systému One-piece Flow by došlo k eliminaci stávajících meziskladů a snížila by se tak hodnota NVA. Na pilotním vzorku jsem implementovala svá navržená řešení na odstranění plýtvání při jednotlivých operacích. Zjištěné poznatky jsem využila k vytvoření této VSD mapy. Je patrné, že došlo k velké úspoře času – až 97 sekund, což umožnilo rozdělit práci rovnoměrně mezi 2 operátory při zachování stávajícího zákaznického taktu. Jeden operátor by mohl být tedy ušetřen, protože dosavadní rozvržení činností mezi 3 operátory bylo značně nevyhovující.

K největším časovým úsporám došlo v procesu balení. Byly objednány vzorky nových sáčků, které mají rozměry odpovídající danému produktu. Pokud by se komunikátory balily do nových sáčků a byly by dodávány bez přišroubovaných distancí, ušetřilo by se 24 sekund na jednom kusu. Balení pro expedici bylo také optimalizováno tak, že se přestaly jednotlivá patra mezi výrobky vycpávat obalovým materiálem, použila by se jen jedna velká a pevná krabice, byly by předpřipravené proložky z kartonu. Pokud se budou posílat komunikátory bez přišroubovaných distancí, dojde navíc také k úspoře nákladů, protože do krabice se místo 54 ks vejde 108 ks. Firma by tak mohla zakázku odesílat za nižší náklady, protože bude poštovné rozpočítáno mezi více kusů.

10 PROCESNÍ ANALÝZA PROJEKTU

Tab. 5. Procesní analýza – projekt (vlastní zpracování)

č.	činnost	operace	transport	kontrola	skladování	čekání	vzdálenost (m)	doba trvání (sec)	počet pracovníků	
1.	přípravné práce	○						235	0,2	
2.	mezisklad na pracovišti				△			235		
3.	kompletace	○						338	0,2	
4.	testování	○						431	0,5	
5.	testování - kontrola			◇				288	0,5	
6.	transport		⇒				1	1		
7.	vyskladnění + načtení do SE	○						5	0,2	
8.	balení jednotlivě	○						31	0,2	
9.	transport		⇒				1	1		
10.	balení expedice	○						106	0,2	
11.	mezisklad na pracovišti				△			60		
Celkem četnost		6	2	1	2				2	
Součet času procesů (sec)								1434		
Součet času procesů + transport (sec)								1436		
Součet času procesů + transport + skladování (sec)								1731		
Celkem vzdálenost (m)								2		

V tabulce procesní analýzy jsou uvedeny nové hodnoty po zavedení úprav do projektu. Celý výrobní proces se nyní skládá pouze z 11 jednotlivých kroků, z toho je 6 operací, pouze 2 transporty, 1 kontrola a 2 mezisklady na pracovišti. Čistý součet časů jednotlivých procesů je nyní 1434 sec, což je 23,9 min. Původní stav vykazoval čistý součet časů jednotlivých procesů 1531 sec. Může se zdát, že tato časová úspora není příliš velká, ale vzhledem k ostatním skutečnostem je to velmi dobrý výsledek.

Jedním z klíčových problémů, které jsou v projektu řešeny, jsou velké vzdálenosti a přesuny mezi jednotlivými pracovišti resp. operacemi. Na první pohled je patrné, že díky vytvoření nové výrobní buňky došlo ke snížení transportních vzdáleností z původních 41 m na 2 m. Součet časů se započítáním transportu je nyní 1436 sec. Uvolněné prostory ve firmě mohou díky tomuto opatření být využity jinak a efektivněji.

Dalším výrazným úspěchem je úspora jednoho operátora. Nyní je celý proces vykonáván dvěma operátory namísto tří.

Sklady jsou oproti původnímu stavu eliminovány a zůstávají pouze na vstupu a výstupu celého výrobního procesu. Opět jsem počítala s minimální časovou rezervou, po kterou musí výrobky v meziskladech čekat. Součet časů všech procesů, transportu a skladování je nově 1731 sec.

10.1 Porovnání výsledků původní a nové procesní analýzy

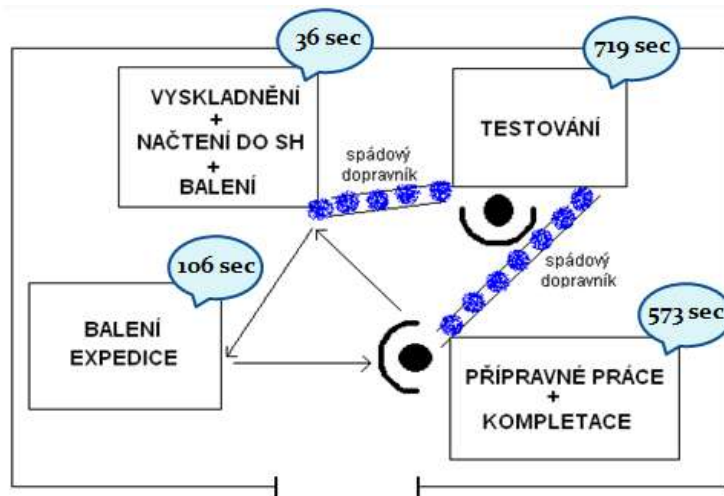
Tab. 6. Porovnání výsledků procesní analýzy (vlastní zpracování)

	Původní stav	Nový stav
Počet operátorů	3	2
Celkem vzdálenost (m)	41	2
Součet času procesů (sec)	1531	1434
Součet času procesů + transport (sec)	1562	1436
Součet času procesů + transport + skladování (sec)	2905	1731

Pro přehlednost a shrnutí jsem výsledné hodnoty vložila do tabulky. Největším úspěchem je snížení počtu operátorů ze 3 na 2 a téměř naprostá eliminace transportních vzdáleností v celém výrobním procesu. Co se týká snížení doby výroby 1 komunikátoru GSM, za nejvíce odpovídající považuji hodnotu součtu časů všech procesů se zohledněním transportu. V tomto případě se jedná o časovou úsporu 126 sec na 1 výrobek. V celkovém měřítku to znamená, že za 1 směnu tuto časovou úsporu využije firma XY k výrobě dalších 2 komunikátorů GSM navíc. Firma tak zvládá plynule uspokojovat zákaznickovy potřeby. V podkapitole 11.1 o parciální produktivitě práce je toto tvrzení blíže rozvinuto.

Mapování hodnotového toku a provedení procesní analýzy byly nejpřínosnější analytické metody, které vedly k odhalení množství problémů. Jelikož u procesní analýzy není nikde stanoven naprosto přesný postup, přizpůsobila jsem si jej pro mé potřeby. Vedlo mě to hlavně k zamyšlení o délce skladování, která z VSM mapy nelze vyčíst.

11 NÁVRH NOVÉHO LAYOUTU VÝROBNÍ BUŇKY



Obr. 24. Návrh layoutu nové výrobní buňky (vlastní zpracování)

Po provedení analýzy současné situace se vyloženě nabízelo řešení uspořádat celý výrobní proces do jedné výrobní buňky. Hlavním cílem bylo eliminovat zbytečné vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti. Navíc pokud to prostory firmy dovolují, je škoda toho nevyužít. Pro vytaktování buňky jsem počítala s čistým součtem časů 1434 sec bez transportu, protože ten je v nově vytvořené buňce nepodstatný.

Na pilotním vzorku 10 ks jsem firmě nastínila fungování této výrobní buňky. Operátoři zatím nebyli sešraní, ale zdá se, že pokud by firma měla zájem, toto řešení by mohlo dobře fungovat. Operátoři jsou přibližně stejně vytížení, žádné výrazné plýtvání v procesu již nebude. Navrhuji však operátory po určité době prostřídat, aby práce nebyla příliš jednotvárná (viz. testování).

Operátor provádějící testování nemá ve svém pracovním postupu víceméně žádné změny. Bude ale využívat spádový (gravitační) dopravník na vstupu i výstupu – zabrání se tak zbytečnému chození pro výrobky na pracoviště montáže. Operátor zůstává ve stávající poloze, tedy vsedě. Druhý operátor provádí všechny ostatní operace ve stoje a bude se přesouvat mezi 3 různými pracovišti.

Testování (sedící operátor) má nový cyklový čas 719 sec. Ostatní operace (stojící operátor) po realizaci úsporných opatření mají v součtu cyklový čas 715 sec. Zákaznický takt je 720 sec/ks. Stojící operátor má tedy ještě 5 sec rezervu na potřebné přesuny. Firma XY zvládá vyrábět komunikátory GSM v zákaznickém taktu a výrobní buňka je vybalancovaná.

11.1 Parciální produktivita práce na 1 pracovníka

Tab. 7. Výpočet parciální produktivity práce (vlastní zpracování)

1 směna = 8 hod = 28800 sec	Původní stav	Nový stav
Počet vyrobených ks za 1 směnu (trvání směny v sec / PDV v sec)	$28800 / 1562 = 18$ ks	$28800 / 1436 = 20$ ks
Parciální produktivita práce	18 ks / (3*8 hod) 0,75 ks/1 prac.hod.	20 ks / (2*8 hod) 1,25 ks/1 prac.hod.

Parciální produktivita ukazuje produktivitu určitého výrobního faktoru, v tomto případě práce 1 pracovníka.

*Princip výpočtu: výstup za 1 směnu v ks / (počet pracovníků*počet prac.hod).*

V původním stavu výroby vychází parciální produktivita práce 1 pracovníka na 0,75 ks za 1 pracovní hodinu. V navrhovaném projektu tento ukazatel vychází 1,25 ks za 1 pracovní hodinu. Parciální produktivita práce se zvýšila téměř o 70 %, což je velice výrazné zlepšení. Je nutno brát ohled na to, že výrobní proces je nově zajišťován pouze dvěma pracovníky namísto tří. Jedním z cílů celého projektu bylo zajistit rovnoměrnější vytížení operátorů. Z tohoto výpočtu parciální produktivity je zlepšení na první pohled patrné. V navrhovaném projektu budou 2 pracovníci vyrábět 40 ks komunikátorů GSM za 1 směnu a tak bude zajištěno uspokojení zákazníka.

Pro tento výpočet jsem využívala součet procesních časů včetně transportních vzdáleností, aby byl výsledek co nejvíce odpovídající. Je však nutné podotknout, že i v případě výpočtu pouze s čistým součtem časů jednotlivých operací, vycházely stejné hodnoty.

11.2 Ergonomie

Při navrhování nového pracoviště je důležité zohlednit také ergonomické hledisko. Když už se projektuje nová výrobní buňka, tak s tím předpokladem, že bude maximálně využita a efektivní. Aby zaměstnanci vykonávali kvalitní práci, musí mít k dispozici co nejlepší pracovní podmínky. Pracovní pohoda je pak předpokladem pro maximální pracovní výkony. V následující části budou navržena možná řešení, pro zlepšení pracovních podmínek na čtyřech jednotlivých pracovištích nové výrobní buňky.

11.2.1 Pracoviště 1: Přípravné práce a kompletace

Toto pracoviště bude z ergonomického hlediska nejvíce kritické. Obě dvě operace, přípravné práce i kompletace, jsou manuálně poměrně náročné. Jedná se o montáž drobných součástí a velký důraz je kladen na přesnost pohybů prstů a zápěstí. Při montáži drobných komponent jsou nadměrně namáhány také oči. Pro toto pracoviště je tedy nezbytně nutné zajistit dostatečné osvětlení a ideálně pracovní plochu s nastavitelnou výškou, aby si konkrétní operátor nastavil výšku pracovní roviny dle svých potřeb. Na původním pracovišti byl problém s nedostatkem místa na stole, a proto musely být vstupní i výstupní zásobníky položeny až na zemi. Z tohoto důvodu je potřeba zajistit stůl s dostatečnou velikostí pracovní plochy, aby mohly být všechny zásobníky v jedné rovině. Nebude tak docházet k nepřírodným polohám a zatěžování páteře. Jelikož se jedná o přesnou práci, stůl by měl být vyšší. Pokud by ve firmě nebyl k dispozici vhodný pracovní stůl, navrhuji pořídit speciální montážní pracovní stůl s nastavitelnou výškou.



Obr. 25. Montážní pracovní stůl (Enprag, ©2012)

U tohoto pracoviště je dále nutné brát ohled na nadměrnou zátěž zápěstí a předcházet syndromu karpálního tunelu. Jak již bylo dříve navrženo, je vhodné pořídit na pracoviště elektrický šroubovák. Velkým ulehčením práce by také mohlo být využívání automatického podavače šroubků, který má firma XY možnost výhodně pořídit.



Obr. 26. Podavač šroubků a elektrický šroubovák (vlastní zpracování)

11.2.2 Pracoviště 2: Testování

Proces testování je v celé výrobě specifický tím, že se jedná o jednotvárnou činnost, která je celou směnu vykonávána stejným operátorem. Proto je třeba co nejlépe přizpůsobit pracovní podmínky na pracovišti, aby byl operátor v pracovní pohodě a vydržel co nejdéle v aktivním bdělém stavu. Jako jediné pracoviště v tomto výrobním procesu je testování navrženo pro práci vsedě. U sezení je třeba zajistit možnost natažení nohou, pravý úhel s tělem i v kolenou a dostatek místa. Uvádí se, že pro práci v dílenském prostředí je potřeba prostoru minimálně 2 m². Je vhodné zajistit speciální dílenskou židli a nastavit ji operátorovi na míru dle jeho tělesných rozměrů.



Obr. 27. Dílenská židle (Enprag, ©2012)

Pokud není možnost přizpůsobovat výšku stolu dle potřeb konkrétního pracovníka, podložka pod nohy se stává užitečným pomocníkem. Podložka by měla zabraňovat otokům dolních končetin a snižovat napětí a únavu zad a krku.



Obr. 28. Podložka pod nohy (Kancelářská-židle.cz, ©2013)

Pracoviště testování navrhuji s ostatními pracovišti propojit dvěma dopravníky. Jeden dopravník by měl být vstupní, druhý výstupní. Ideálně by měly využívat gravitační síly namísto elektrického pohonu, jelikož elektrická varianta by už byla velmi finančně náročná. Protože se však jedná o citlivé elektronické součástky, je potřeba navrhnout správný sklon dopravníků, a zajistit tak bezpečný posun jednotlivých výrobků po dopravníku. Povrch dopravníků musí být krytý antistatickými podložkami, aby se zamezilo vytváření elektrostatického výboje.



Obr. 29. Gravitační dopravník (Unipack, ©2010)

Pokud by firma neměla zájem o gravitační dopravníky, navrhuji využít 2 posuvné stolky na kolečkách, jako tomu bylo doposud. Stojící operátor by vždy při přesunech kolem pracoviště testování ručně posunul oba stolky - jeden vstupní, druhý výstupní. Vstupní stolek by operátor testování „poslal“ po odebrání výrobku zpět, výstupní stolek by „poslal“ zpět stojící operátor po odebrání výrobku na pracovišti č.3.

Poslední možností je, aby stojící operátor ručně přinesl rozpracovaný výrobek z pracoviště č.1 a položil ho na pracoviště testování. Přímo by si také ručně odebral na tomto pracovišti „hotový“ výrobek a pokračoval by s ním dál na pracoviště č.3.

11.2.3 Pracoviště 3: Vyskladnění, načtení do SE, balení jednotlivě

Pracoviště č.3 je z ergonomického hlediska nejméně náročné. Čtečku čárových kódů pro vyskladnění i načtení do evidence je třeba mít po ruce. U procesu jednotlivého balení je pouze žádoucí ulehčit si práci tím, že oba sáčky (antistatický i bublinková fólie) bude mít operátor připraveny u levé ruky, otvorem natočené dovnitř. Pravou rukou operátor vezme výrobek a vsune jej do sáčku, připraveného v levé ruce.

11.2.4 Pracoviště 4: Balení expedice

Proces balení pro expedici je nutno zoptimalizovat, protože zabíral nepřiměřeně mnoho času. Na toto pracoviště je vhodné pořídit nižší stůl, na kterém bude probíhat balení výrobků do přepravního boxu. Přepravní obaly lze nechat zakázkově vyrobit z vícevrstvých lepenek, které mají nosnost až 1000 kg. Boxy mohou mít také speciální výztuhy, čímž by odpadlo vycpávání mezer mezi výrobky, aby se eliminoval jakýkoliv pohyb výrobků při přepravě. Jako proložky pro jednotlivá patra by se stále mohl používat karton, je však vhodné proložky objednat přímo v odpovídající velikosti a zbytečně neplýtvat časem operátorů, kteří tyto proložky ručně připravovali.



Obr. 30. Přepravní box (Solpap, ©2012)

11.2.5 Celý výrobní proces

Na závěr ergonomické části zařazuji několik obecných doporučení pro celý výrobní proces:

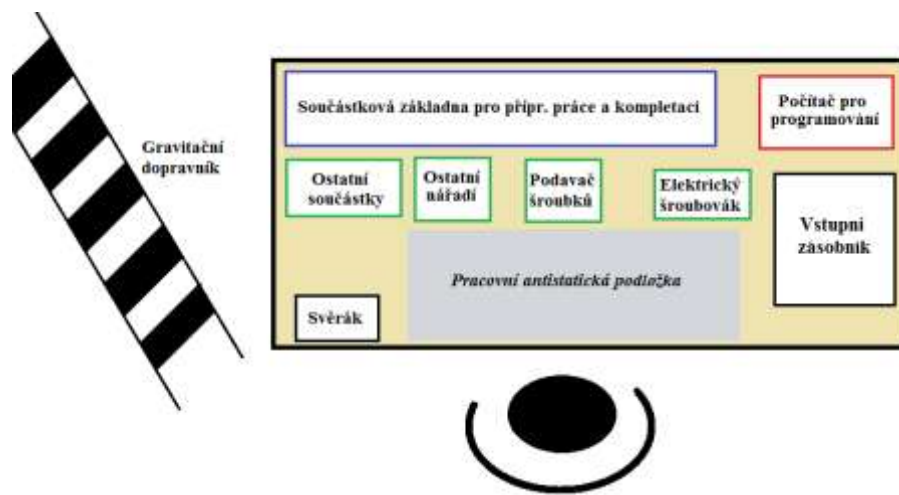
- Teplota na pracovišti by se vzhledem k povaze výrobního procesu měla pohybovat v rozmezí 20-22°C.
- Povrch všech pracovních stolů je nutno zabezpečit pomocí antistatických podložek, aby se zamezilo vytváření elektrostatického výboje.
- Podlahu výrobní buňky je vhodné pokrýt ergonomickými rohožemi, které ulehčují chůzi stojícího operátora. Ergonomické protiúnavové rohože ulevují od bolesti nohou, kyčlí, zad, hlavy a páteře.
- Stojící operátor by se měl v buňce pohybovat proti směru hodinových ručiček, aby měl vše po pravé ruce (za předpokladu, že je operátor pravák).
- Hlavně u procesu testování hrozí riziko monotonie práce, kvůli opakujícím se úkonům. Řešením by mohlo být zavedení principu Job rotation, čili střídání pracovních míst v určitých intervalech. Operátor, který byl ušetřen nyní může být zapojen do zpět do procesu a střídat se s ostatními dvěma operátory. Tento ušetřený operátor výrobní proces již dobře zná, což by bylo velkou výhodou.
- Je třeba brát ohled na důležitost pravidelných přestávek, které jsou vhodné pro předcházení vzniku únavy, rovnoměrné rozložení zátěže a snížení jednotvárnosti práce.

11.3 Standard pořádku na pracovišti

Aby nově navržený systém celého výrobního procesu správně fungoval, je potřebné vytvořit závazné standardy, které budou dodržovány. Standardy pracoviště jsou velmi důležité pro neustále zlepšování a zdokonalování. Ve firmě XY do této doby nebyly stanoveny žádné detailní standardy pracovních postupů nebo např. standardy pořádku na pracovišti.

V předchozích částech této diplomové práce jsem navrhovala zavedení metody 5S v celé firmě XY. Firma však dosud není připravená na tento důležitý krok, proto je žádoucí začít např. vytvořením standardů pořádku pro všechna pracoviště.

Pro každé pracoviště je vhodné navrhnout rozložení veškerých nástrojů a materiálu na pracovní ploše. Tento navržený pořádek by se měl striktně dodržovat, aby se zajistilo, že na pracovišti se budou nacházet pouze potřebné věci. Bude určena odpovědná osoba, která bude kontrolovat dodržování těchto standardů. Pokud bude docházet k jakýmkoliv odchylkám a nepravidłnostem oproti standardu, je důležité příčinu přesně identifikovat a zajistit nápravné opatření. Pro začátek jsem v jednoduché obrázkové formě navrhla standard uspořádání pracovní plochy pro pracoviště č. 1 – Přípravné práce a kompletace.



Obr. 31. Standard pořádku na pracovišti č. 1 (vlastní zpracování)

Na obrázku jsou znázorněny veškeré součástky a nástroje, které bude operátor na daném pracovišti potřebovat k výkonu práce. Součástky a nástroje mají dle standardu přesně stanovené místo, které je neměnné. Jak na pracovišti č.1, tak také na všech ostatních pracovištích je nutností používat antistatickou podložku. Operátoři by se tak měli naučit dodržovat pořádek na pracovišti a předejít tak situaci častého hledání nástrojů. Na začátku směny by si měl operátor zajistit dostatek součástek a materiálu, zapnout počítač pro potřeby programování a naplnit automatický podavač šroubků. Veškeré nástroje zůstávají stále na pracovišti. Na konci směny je potřeba pracoviště vrátit do původního stavu, jak je znázorněno na obrázku.

Vytvoření standardů pořádku na pracovišti a standardů postupu jednotlivých operací by mělo být prvním krokem pro zavedení metody 5S v celé firmě XY. Standardizací veškerých firemních procesů a pracovišť se ušetří mnoho zbytečného času, úsilí, nákladů a práce vedoucích pracovníků. Procesy ve firmě se více zpřehlední, činnosti nepřidávající hodnotu se eliminují a v neposlední řadě se zvýší produktivita práce.

12 FINANČNÍ ANALÝZA PROJEKTU

V této části mé diplomové práce se pokusím vyčíslit finanční náklady i úspory plynoucí z navrhovaného projektu. Budu počítat s projektem na celou objednanou dávku do Malajsie – tj. 5000 ks komunikátorů GSM. Při požadavku zákazníka na plnění 200 ks týdně se jedná o projekt na 25 týdnů, což je asi 7 měsíců. Proto jsou některé nákladové i úsporné položky přepočítány na tuto dobu 7 měsíců – např. počet přepravních boxů, proložek, mzda ušetřeného operátora, pronájem prostor či cena přepravného.

Aby mohla být mnou navrhovaná zlepšení uskutečněna, neobejdou se bez finančních investic. Vesměs se jedná o nákup potřebných pomůcek a nářadí. V tabulce níže jsou uvedeny základní položky nutné k celkové realizaci projektu. Nejnákladnější položkou je nákup 2 gravitačních dopravníků. Není nezbytně nutné dopravníky pořizovat, projekt lze uskutečnit i bez nich. Z dlouhodobého hlediska se vyšší počáteční investice jistě vrátí, protože ušetří operátorům cenný čas při přesunech, který může být využitý k výrobě dalších výrobků.

Další výraznou položkou je pořízení speciálního montážního stolu na pracoviště č.1. Stůl lze na míru přizpůsobit pro každého operátora a může být použit i pro všechny ostatní výrobní operace ve firmě. Je možnost pořídit přímo stůl s antistatickým povrchem, který by ve firmě XY jistě našel mnoho uplatnění.

Třetí nejvýraznější položku tvoří ergonomické rohože, které jsou také spíše nadstandardem. Jelikož si ale firma XY velmi váží svých zaměstnanců, ani tato investice pro zlepšení jejich pracovní pohody a předcházení zdravotním problémům jistě nebude problémem.

Celkové náklady na navrhovaný projekt jsou předpokládány ve výši 61 020 Kč.

Tab. 8. Náklady projektu (vlastní zpracování)

NÁKLADY	Počet ks	Kč
Elektrický šroubovák	1	1 500
Podavač šroubků	1	2 400
Přepravní box	50	2 500
Stůl pro kompletaci	1	14 000
Dílenská židle	1	1 880
Podložka pod nohy	1	790
Gravitační dopravník	2	30 000
Proložky do krabic	500	750
Ergonomická rohož	6	7 200
Celkem		61 020 Kč

Z navrhovaného optimalizačního projektu však především vyplývá řada výrazných úspor. Většina těchto úspor je finančně vyčíslitelných a jsou uvedeny v další tabulce.

Nejvýraznější úsporou je snížení počtu zásilek na polovinu. Cena přepravy 1 balíku do Malajsie je totiž 4500 Kč. Balíky se posílají každý zvlášť jakmile je celá zásilka zabalená v krabici pro expedici. Díky návrhu, aby se komunikátory posílaly bez našroubovaných distancí, se jich do přepravního boxu vejde 108 ks, namísto původních 54 ks. Pro přepravu celé objednané dávky (tj. 5000 ks) se tedy použije o 46 přepravních boxů méně, což činí 207000 Kč.

Další významnou položkou je snížení počtu rozpracovaných výrobků o 70 ks. Pokud počítám s výrobní cenou komunikátoru GSM 2500 Kč, úspora je až 175000 Kč.

Jeden z hlavních výstupů projektu je ušetření jednoho operátora, který nebyl dostatečně vytížený. Tímto opatřením dojde k úspoře 133000 Kč. Počítám s průměrnou hrubou mzdou operátora 19000 Kč a dobou 7 měsíců.

Významným úspěchem je také ušetření pronajímané plochy, která je v navrhovaném projektu o 40 m² menší. Do výpočtu jsem zahrнула průměrnou cenu 50 Kč za 1 m² pronajaté plochy po dobu 7 měsíců. Vzniklou úsporu jsem vyčíslila na 14000 Kč.

Celkové úspory z projektu jsou tedy 529000 Kč.

Tab. 9. Úspory z projektu (vlastní zpracování)

ÚSPORY	Před	Po	Kč
Počet pracovníků	3	2	133 000
Plocha	60 m ²	20 m ²	14 000
Rozpracovanost	179	109	175 000
Přepravné - počet zásilek	93	47	207 000
	Celkem		529 000 Kč

Z uvedených výpočtů je patrné, že počáteční investice 61020 Kč, kterou je nutno do projektu vložit se vrátí téměř okamžitě. Úspory z projektu více než osminásobně převyšují nutné náklady. A to jsem to výpočtu nezahrнула větší objem výrobků, který se bude díky zvýšení produktivity vyrábět. Firma totiž zakázku do Malajsie již získala a požadované množství výrobků bude stejně muset vyrobit. Nakoupené vybavení pro novou výrobní buňku se navíc bude moci využívat i při dalších zakázkách či v jiných výrobních procesech.

13 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

V této poslední části bych chtěla shrnout průběh a nejvýznamnější dosažené výsledky projektu. Projekt optimalizace výrobního procesu ve firmě XY se zaměřoval na výrobu komunikátoru GSM. Po seznámení s firmou a výrobním postupem samotného komunikátoru GSM byly provedeny analýzy pro zjištění současného stavu výroby. Na základě analýz vyvstaly ve výrobním procesu nedostatky, které jsem se v projektové části pokusila řešit.

13.1 Hlavní výstupy z projektu:

- Doba výroby 1 komunikátoru GSM se snížila o 126 sec (započítány transportní vzdálenosti).
- Počet operátorů byl snížen ze 3 na 2. Oba operátoři jsou rovnoměrně vytíženi.
- Parciální produktivita práce na 1 pracovníka vzrostla z 0,75 ks/1 prac.hod. na 1,25 ks/1 prac.hodina.
- Byla vytvořena nová výrobní buňka.
- Výrobní plocha byla zmenšena o 40 m².
- Převážné náklady byly významně sníženy.
- Zbytečné přesuny a mezisklady byly eliminovány na minimum.
- Jednotlivá pracoviště byla přizpůsobena z ergonomického hlediska.
- Zavedením systému One-piece Flow se výroba stala více plynulá a přehledná.

Mým nezávislým pohledem zveřejněno bylo zjištěno množství nedostatků a plýtvání ve výrobě komunikátorů GSM, na které by se firma XY měla zaměřit. Zlepšování firemních procesů není pouze jednorázový projekt, ale je to nikdy nekončící proces.

Jelikož je komunikátor GSM jeden z klíčových výrobků firmy, již nyní se vyvíjí jeho nová generace. Bude trvat ještě nějaký čas, než tento nově upravený typ komunikátoru přejde do výroby. Pracovníci oddělení vývoje byli seznámeni s mými návrhy a budou je brát v potaz při projektování nového výrobku i pracoviště.

Vedení firmy XY zhodnotilo projekt jako velmi úspěšný a mnou navrhované komplexní řešení je prozatím ve fázi projednávání. Některé z návrhů jsou však již v současné době implementovány přímo ve výrobě.

13.2 Další doporučení a kroky pro firmu

Jako velké pozitivum hodnotím to, že firma XY má snahu se neustále rozvíjet, zdokonalovat své procesy, využívat firemní know-how a stát se špičkou ve svém oboru. Tento projekt byl pouze začátkem běhu na dlouhou trať a je potřeba optimalizovat také ostatní firemní procesy.

Kroky, které by bylo vhodné ve firmě XY zavést, pro možnost dalšího rozvoje:

- **Využití pilotního projektu pro optimalizaci ostatních pracovišť** – bylo by vhodné využít tento projekt optimalizace výroby komunikátoru GSM jako určitý vzor pro optimalizaci dalších výrobních procesů. Stejným způsobem analyzovat současný stav, navrhnout možná řešení a zavést je do praxe.
- **Standardizace práce** – všechny výrobní procesy ve firmě by měly mít vlastní standard. Je to důležité pro vytvoření odpovídajících norem práce a také pro stanovení jasného a “správného“ výrobního postupu. Firma XY navíc často využívá pomocné práce brigádníků, při které by byly vytvořené standardy velmi žádoucí.
- **Implementace metody 5S na celou firmu** – metoda 5S úzce souvisí s výše navrhovanou standardizací. V rámci zpracování této diplomové práce jsem se setkala s množstvím problémů, které byly mnohdy způsobeny nedostatečným pořádkem na pracovištích a byly příčinou zbytečného plýtvání.
- **Motivační systém zaměstnanců** – pokud budou stanoveny výkonové normy, mohou být využity také pro optimalizaci stávajícího systému odměňování zaměstnanců. Motivovaní zaměstnanci jsou polovinou úspěchu.
- **Neustálé zlepšování procesů** – zlepšování je nikdy nekončící proces, který však přináší výsledky a je hnacím motorem pro firmu.
- **Rozvoj zahraniční spolupráce** – v dnešní době je rozvoj spolupráce se zahraničím velkou příležitostí. Firma XY by proto nadále měla upevňovat tyto navázané vztahy, získávat nové a budovat si tak renomé silné, spolehlivé a inovativní firmy.

ZÁVĚR

V této diplomové práci jsem se zabývala projektem optimalizace výrobního procesu komunikátoru GSM ve firmě XY. Úvodní teoretická část byla podkladem pro zpracování následné analytické a projektové části. V analytické části byly za použití několika analytických metod zjištěny mnohé nedostatky a plýtvání ve výrobním procesu. V projektové části bylo navrženo optimalizační řešení ve formě vytvoření nové výrobní buňky. Novou výrobní buňku jsem vybalancovala, ergonomicky přizpůsobila a byly navrženy základní principy pro její správné fungování. Hlavní přínosy z celého projektu jsou ušetření jednoho operátora, výrazné zvýšení parciální produktivity práce, eliminace transportních vzdáleností a snížení průběžné doby výroby.

Snahou bylo ukázat firmě XY na vybraném výrobním procesu možnosti, které průmyslové inženýrství nabízí. V této diplomové práci byly stanoveny 3 cíle – zmapovat současný stav procesu výroby komunikátoru GSM, navrhnout možná řešení pro efektivnější výrobu a pokusit se zvýšit ukazatele VA index a produktivita práce na pracovníka. Všech cílů bylo dosaženo.

GRPS technologie v konfrontaci se zabezpečením objektů nabízí do budoucna velké spektrum využití. Avšak také v tomto specifickém druhu průmyslu je kladen velký tlak na snižování prodejní ceny výrobků, jak ze strany odběratelů, tak také od konkurence. Pokud si firmy chtějí zachovat prodejní marži a udržet se na trhu, musí se snažit neustále snižovat výrobní náklady. Vše se neustále točí kolem úspor nákladů, prostoru a lidských zdrojů. Trendem je vyrábět víc a víc výrobků, za méně a méně peněz. Průmyslové inženýrství nabízí řadu možností, jak tento trend úspěšně následovat.

Průmyslové inženýrství je rozhodně obor s budoucností a stojí za to ho dále rozvíjet. Výsledky, kterých je díky těmto metodám dosahováno, jsou více než přesvědčivé. Je výrazným motivačním prvkem, pokud sami zaměstnanci za sebou vidí výsledky svého snažení. Sama jsem si vyzkoušela, že není až tak jednoduché denně komunikovat se zaměstnanci a snažit se je nadchnout pro nová řešení. Lidé mají celkově strach ze všeho nového a neznámého, a proto je potřeba jim ukázat, že cílem těchto opatření je mimo jiné ulehčit jim práci a zvýšit jejich pracovní pohodu.

Práce na tomto projektu byla velice zajímavá a byla pro mě velkým přínosem. Stala se pro mě výzvou a výbornou možností, jak v praxi využít získané teoretické poznatky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie

- [1] ANDERSON, David, 2010. *Design for manufacturability & concurrent engineering: how to design for low cost, design in high quality, design for lean manufacture, and design quickly for fast production*. Cambria, California: CIM Press. ISBN 1-878072-23-4.
- [2] BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.
- [3] CHROMJAKOVÁ, Felicity a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG. ISBN 978-80-89401-26-0.
- [4] IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 80-251-0850-3.
- [5] JIRÁSEK, Jaroslav, 1998. *Štíhlá výroba*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 8071693944.
- [6] KOŠTURIÁK, Ján, 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2349-2.
- [7] KOŠTURIÁK, Ján a Ján CHAL, 2008. *Inovace: vaše konkurenční výhoda!*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1929-7.
- [8] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.
- [9] LIKER, Jeffrey, 2004. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill. ISBN 0071392319.
- [10] MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Vyd. 1. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-1-2.
- [11] MAŠÍN, Ivan, 2004. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích: principy výrobních systémů pro 21. století*. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 8090353304.
- [12] MAŠÍN, Ivan, 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Vyd. 1. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-9-1.

- [13] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.
- [14] MUTHER, Richard, 2002. *Planning Manufacturing Cells Workbook*. USA. ISBN 0-87263-550-3.
- [15] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2000. *Řízení výroby*. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada. ISBN 8071699551.
- [16] TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 8073183811.

Časopisy

- [17] DEBNÁR, Peter, 2011. Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. Č. 1. ISSN 1803-5183.
- [18] DLABAČ, Jaroslav, 2012. Analýza a měření práce. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. Č. 1. ISSN 1803-5183.
- [19] DLABAČ, Jaroslav a Marcel PAVELKA, 2011. Průmyslové inženýrství v organizační struktuře podniku. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. Č. 3. ISSN 1803-5183.
- [20] GREGOROVIČOVÁ, Lucie, 2009. Nástroj pro identifikaci plýtvání: Mapování toku hodnot. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. Č. 4. ISSN 1803-5183.
- [21] MUSIL, Tomáš, 2012. Optimalizace pracoviště poloautomatické montáže. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. Č. 2. ISSN 1803-5183.
- [22] PAVELKA, Marcel, 2012. Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. Č. 1. ISSN 1803-5183.
- [23] PIXA, Václav, 2011. Vsad'te na flexibilitu, vyplatí se vám. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. Č. 2. ISSN 1803-5183.
- [24] ZLOCHOVÁ, Martina, 2012. Optimalizace výrobních buněk. *Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*. Č. 1. ISSN 1803-5183.

Elektronické zdroje

- [25] API, ©2005-2012. *One-piece Flow* [online]. [cit. 2013-02-25]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68413.one-piece-flow/>

- [26] API, ©2005-2012. *Průmyslové inženýrství* [online]. [cit. 2013-02-22]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/101/>
- [27] API, ©2005-2012. *Tahové systémy řízení* [online]. [cit. 2013-02-23]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68341.tahove-systemy-rizeni/>
- [28] API, ©2005-2012. *VSM* [online]. [cit. 2013-02-23]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68395.vsm/>
- [29] ENPRAG, ©2012. *Dílenské pracovní židle* [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.kovovynabytek.cz/Dilenska-zidle-typ-1290-PU-MEK-4059.html>
- [30] ENPRAG, ©2012. *Montážní stoly a příslušenství* [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.kovovynabytek.cz/Montazni-stul-set-MTS-4-661.html>
- [31] KANCELÁŘSKÁ-ŽIDLE.CZ, ©2013. *Podložky pod nohy* [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.kancelarska-zidle.cz/podlozky-pod-nohy//nozni-operka-ergoswing-130022>
- [32] SOLPAP, ©2012. *Velké přepravní boxy*. [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.solpap.cz/velke-prepravni-boxy.html>
- [33] SVĚT PRODUKTIVITY, ©2012. *Buňky* [online]. [cit. 2013-02-25]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Bunky.htm>
- [34] SVĚT PRODUKTIVITY, ©2012. *Ergonomie* [online]. [cit. 2013-02-25]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Ergonomie.htm>
- [35] SVĚT PRODUKTIVITY, ©2012. *Jak vychovat správného normovače* [online]. [cit. 2013-02-25]. Dostupné z: http://www.svetproduktivity.cz/clanek/jak_vychovat_spravneho_normovace.htm
- [36] SVĚT PRODUKTIVITY, ©2012. *Plytvání* [online]. [cit. 2013-02-23]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-plytvani.htm>
- [37] SVĚT PRODUKTIVITY, ©2012. *5S* [online]. [cit. 2013-02-23]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/slovník-5S.htm>
- [38] UNIPACK, ©2010. *Gravitační dopravníky – produkty*. [online]. [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: <http://www.unipack.cz/lehky-gravitacni-dopravnik-unipack>

Interní materiály

- [39] Interní materiály firmy XY, 2013.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EPOS Elektronický platební a odbavovací systém.

EZS Elektronická zabezpečovací signalizace.

FIFO First In, First Out.

GSM Globální systém pro mobilní komunikaci.

GPRS General Packet Radio Service.

HW Hardware.

NVA Non-value Added.

OPF One-piece Flow.

PCO Pult centrální ochrany.

PDV Průběžná doba výroby.

SE Skladová evidence.

SH Skladové hospodářství.

SMS Short Message Service.

SW Software.

VA Value Added.

VSD Value Stream Design.

VSM Value Stream Mapping.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Druhy plýtvání (Svět Produktivity, ©2012)	16
Obr. 2. Metoda 5S (Svět Produktivity, ©2012)	20
Obr. 3. Transformační proces (Tomek a Vávrová, 2000, s. 87)	21
Obr. 4. Ikony pro mapování hodnotového toku (API, ©2005–2012)	25
Obr. 5. Balancování výrobní buňky (Svět Produktivity, ©2012)	30
Obr. 6. Dávková výroba vs. One-piece Flow (API, ©2005–2012)	33
Obr. 7. Příklad zlepšování na pracovišti (Svět Produktivity, ©2012)	35
Obr. 8. Příklad ergonomického projektování pracoviště (Svět Produktivity, ©2012)	36
Obr. 9. Organizační schéma společnosti (vlastní zpracování)	40
Obr. 10. Komunikátor GSM (vlastní zpracování)	44
Obr. 11. Postup výroby komunikátoru GSM ve firmě (vlastní zpracování)	45
Obr. 12. Přípravné práce (vlastní zpracování)	46
Obr. 13. Kompletace (vlastní zpracování)	46
Obr. 14. Testování (vlastní zpracování)	46
Obr. 15. Vyskladnění + načtení do SE (vlastní zpracování)	47
Obr. 16. Balení jednotlivě (vlastní zpracování)	47
Obr. 17. Zabalení celé várky pro expedici (vlastní zpracování)	47
Obr. 18. VSM mapa (vlastní zpracování)	48
Obr. 19. Špagetový diagram (vlastní zpracování)	49
Obr. 20. Ergonomicky nevhodné pracoviště (vlastní zpracování)	52
Obr. 21. Nedostatky v procesu balení expedice (vlastní zpracování)	53
Obr. 22. Neuspořádaná pracoviště (vlastní zpracování)	53
Obr. 23. VSD mapa (vlastní zpracování)	59
Obr. 24. Návrh layoutu nové výrobní buňky (vlastní zpracování)	62
Obr. 25. Montážní pracovní stůl (Enprag, ©2012)	64
Obr. 26. Podavač šroubků a elektrický šroubovák (vlastní zpracování)	65
Obr. 27. Dílenská židle (Enprag, ©2012)	65
Obr. 28. Podložka pod nohy (Kancelářská-židle.cz, ©2013)	66
Obr. 29. Gravitační dopravník (Unipack, ©2010)	66
Obr. 30. Přeprováň box (Solpap, ©2012)	67
Obr. 31. Standard pořádku na pracovišti č. 1 (vlastní zpracování)	69

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Příčiny a důsledky plýtvání (Pavelka, 2012, s. 15-17).....	18
Tab. 2. SWOT analýza firmy XY (vlastní zpracování)	42
Tab. 3. Harmonogram projektu (vlastní zpracování).....	43
Tab. 4. Procesní analýza – současný stav (vlastní zpracování).....	50
Tab. 5. Procesní analýza – projekt (vlastní zpracování)	60
Tab. 6. Porovnání výsledků procesní analýzy (vlastní zpracování).....	61
Tab. 7. Výpočet parciální produktivity práce (vlastní zpracování).....	63
Tab. 8. Náklady projektu (vlastní zpracování).....	70
Tab. 9. Úspory z projektu (vlastní zpracování).....	71

SEZNAM PŘÍLOH

P I Logický rámec projektu

P II Riziková analýza projektu

PŘÍLOHA P I: LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Předpoklady a rizika
Hlavní cíl Zvýšení konkurenceschopnosti firmy	- finanční stabilita firmy - zvýšení tržeb z prodeje výrobků	- účetní výkazy firmy XY	
Projektový cíl 1. Optimalizace výrobního procesu komunikátoru GSM	- zvýšení produktivity práce - počet nových zákazníků	- plány výroby - počet a hodnota objednávek	- konkurence nabídne lepší cenu
Výstupy 1.1 Analýza současného stavu 1.2 VSM mapa 1.3. Layout pracoviště 1.4. Návrh nové optimalizace 1.5. Standardizované pracoviště	- definován problém procesu - tok materiálu, mezisklad - eliminovat přesuny - využití prostor ve firmě - stanoven přesný postup operací	- náměry operací, fotodokumentace - skladová evidence - procesní diagram - interní materiály firmy - interní příručky	- prostory budou muset být využity jiným způsobem - vývoj nové generace produktu - zaměstnanci nebudou spolupracovat
Aktivity 1.1.1. Zhodnocení situace 1.1.2. Přímé měření operací 1.2.1. Zmapovat hodnotový tok 1.3.1. Nakreslit rozmístění pracoviště 1.4.1. Návrh nové výrobní buňky 1.5.1. Standardizovat proces 1.5.2. Kontrola dodržování standardů	Prostředky - volné prostory ve firmě - pracovní pomůcky - pracovní nářadí - finanční prostředky - SW potřebný pro výkresy - papír, tužka, stopky, kalkulačka, počítač, tiskárna	Časový rámec aktivit 1.1.1. prosinec 2012 1.1.2. leden 2013 1.2.1. leden 2013 1.3.1. únor 2013 1.4.1. únor 2013 1.5.1. březen 2013 1.5.2. duben 2013	- nebude možné provést objektivní analýzu - vedení firmy není spokojeno s výstupy projektu - projekt bude finančně nákladný - neplnění časového harmonogramu
		Předběžné podmínky - ochota zaměstnanců ke změnám - vymezení časového prostoru pro důkladnou analýzu - podpora ze strany managementu	

PŘÍLOHA P II: RIZIKOVÁ ANALÝZA PROJEKTU

ID	Hrozba	Pst hrozby	ID	Scénář	Pst scénáře	Celková pst	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1.	Konkurence nabídne lepší cenu	SP	1.1	Ztráta zákazníků	SP	SP	VD	VHR	sledovat konkurenci
2.	Prázdné prostory budou využity jinak	VP	2.1.	Projekt nelze uskutečnit	MP	SP	VD	VHR	přizpůsobit projekt
			2.2.	Reorganizace prostor	SP	VP	MD	SHR	zavést metodu 5S
3.	Zaměstnanci nespolupracují	MP	3.1.	Nepodávají standardní výkony	VP	SP	SD	SHR	vhodná komunikace
4.	Neplnění harmonogramu	MP	4.1.	Projekt se protahuje	SP	MP	SD	MHR	
			4.2.	Narušení průběhu zakázek	MP	MP	VD	SHR	reálné milníky projektu
5.	V průběhu projektu bude vyvinuta nová generace produktu	SP	5.1.	Projekt nelze uskutečnit	MP	MP	VD	SHR	implementovat projekt na nový produkt

Vysvětlivky: MP – malá pravděpodobnost, SP – střední pravděpodobnost, VP – velká pravděpodobnost

MD – malý dopad, SD – střední dopad, VD – velký dopad

MHR – malá hodnota rizika, SHR – střední hodnota rizika, VHR – velká hodnota rizika