

Projekt zvýšení efektivity vybraného pracoviště ve firmě XY

Bc. Lenka Válková

Diplomová práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lenka VÁLKOVÁ**
Osobní číslo: **M10547**
Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Projekt zvýšení efektivity vybraného pracoviště ve firmě XY**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

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

II. Praktická část

- Provedte analýzu současných výrobních procesů na zkoumaném pracovišti.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a formulujte příležitosti pro zlepšení současného stavu.
- Vypracujte projekt pro zvýšení efektivity zkoumaného pracoviště.
- Posuďte projekt z hlediska proveditelnosti a zhodnoťte jeho předpokládané přínosy.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

KEŘKOVSKÝ, M. Moderní přístupy k řízení. 2. vydání. Praha: C. H. Beck, 2009. 137 s. ISBN 978-80-7400-119-2.

KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vydání. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

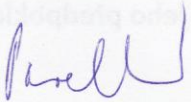
KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M. a kol. Jak zvyšovat produktivitu firmy. Žilina: inFORM, 2002. ISBN 80-968583-1-9.

TUČEK, D., BOBÁK, R. Výrobní systémy. 2. upravené vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 298s. ISBN 80-7318-381-1.


VYTLAČIL, M. Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999. 193 s. ISBN 80-902235-3-2.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **26. března 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2012**

Ve Zlíně dne 26. března 2012


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




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

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním 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;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou 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 nevydělečně 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 výpisy, 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, užije-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). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo –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 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 diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použité informační zdroje jsem citovala;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 30.4.2012

Váňková

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 užít 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 výdělku jím 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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Předložená diplomová práce je rozdělená do dvou hlavních částí, teoretické a praktické. První část je zaměřena na teoretický popis výrobního systému, průmyslového inženýrství a dalších souvisejících pojmů.

Praktická část je opět rozdělená, a to na analytickou a projektovou část. Analytická část popisuje současný stav průběhu výroby a identifikuje možnosti ke zlepšení na základě metod pozorování a měření práce. Projektová část navrhuje vhodná opatření zjištěným nedostatkům, která vedou k eliminaci plýtvání a tím ke zvýšení efektivity výroby. Na závěr jsou vyhodnoceny přínosy pro společnost XY.

Klíčová slova: efektivnost, optimalizace, zákaznický takt, úzké místo, procesní čas

ABSTRACT

This diploma thesis is divided into two basic parts, theoretical and practical.

First part is focused on the theoretical description of the production system, industrial engineering and other related concepts.

Practical part is also divided into two parts, the analytical and the project part. The analytical part describes the present situation of manufacturing process and identifies opportunities for improvement by using the methods of work observation and time measurement. The project part suggests the suitable steps which leading to an elimination of waste as well as an increasing production efficiency. In conclusion, the benefits for company XY are evaluated.

Keywords: efficiency, optimization, tact time, bottleneck, process time

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat paní prof. Ing. Felicitě Chromjakové, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce a vstřícný přístup. Rovněž chci poděkovat společnosti XY za vytvoření vhodných podmínek k práci. Taktéž děkuji všem zaměstnancům za jejich ochotu a informace. Velké díky patří panu Martinu Turkovi, který mi věnoval nejvíce času.

Prohlášení

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 VÝROBNÍ SYSTÉM	11
1.1 CHARAKTERISTIKA VSTUPŮ (VÝROBNÍCH FAKTORŮ)	12
1.2 CHARAKTERISTIKA VÝROBY	13
1.3 CHARAKTERISTIKA OKOLÍ.....	14
1.4 CHARAKTERISTIKA VÝSTUPŮ	14
1.5 CHARAKTERISTIKA ZPĚTNÉ VAZBY.....	14
1.6 EFEKTIVNOST VÝROBNÍHO SYSTÉMU.....	15
1.6.1 Produktivita	16
1.7 ŘÍZENÍ VÝROBY.....	16
1.8 VÝROBA „TLAKEM“ A „TAHEM“	17
1.9 TOK JEDNOHO KUSU	17
2 ŠTÍHLÝ MANAGEMENT	19
2.1 ŠTÍHLÝ PODNIK	19
2.2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	20
2.3 ŠTÍHLÉ PRACOVIŠTĚ	20
2.4 JUST-IN-TIME	21
2.4.1 Kanban	21
2.5 ŘÍZENÍ ÚZKÝCH MÍST.....	22
2.5.1 Drum-Buffer-Rope.....	23
2.6 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	23
2.6.1 Kontinuální zlepšování procesů	24
3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	25
3.1 DRUHY PLYTVÁNÍ A PRINCIPY ZLEPŠOVÁNÍ	25
3.1.1 3MU	26
3.1.2 8 druhů plynání	26
3.1.3 Principy pro zlepšování	28
3.2 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	28
3.2.1 Studium práce.....	28
3.2.1.1 Studium metod	29
3.2.1.2 Měření práce.....	30
3.2.2 Operační výzkum	31
3.3 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	32
3.4 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR.....	33
4 VYBALANCOVANÍ PRACOVIŠTĚ	34

4.1	DRUHY ČASŮ	34
4.2	CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ.....	35
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	36
5	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	37
5.1	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA FIRMY	38
5.1.1	Organizační struktura výroby	38
5.1.1.1	Business team manager	38
5.1.1.2	Týmový předák.....	39
5.1.1.3	Pracovník systémové obsluhy.....	39
6	PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉHO PROJEKTU	40
6.1	PŘEDSTAVENÍ PRODUKTŮ	40
7	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	42
7.1	ANALÝZA VÝROBNÍHO POSTUPU	42
7.1.1	Zjištěné nedostatky	45
7.1.1.1	Analýza doby chladnutí výrobků po vytažení z pece	45
7.2	ANALÝZA LAYOUTU HALY KONEČNÉ MONTÁŽE	46
7.3	VÝPOČET SOUČASNÉHO A BUDOUCÍHO ZÁKAZNICKÉHO TAKTU	49
7.3.1	Současný zákaznický takt.....	49
7.3.2	Budoucí zákaznický takt	49
7.3.3	Využití disponibilního času.....	50
7.3.3.1	Denní.....	50
7.3.3.2	Týdenní.....	50
7.4	ANALÝZA ČASŮ JEDNOTLIVÝCH PROCESŮ S OHLEDEM NA ZÁKAZNICKÝ TAKT	50
7.5	ANALÝZA BUŇKY PÁJENÍ	51
7.5.1	Analýza operačních časů	52
7.5.2	Zjištěné nedostatky při sledování práce operátorů.....	53
7.6	ANALÝZA MODULOVÉ LINKY	53
7.6.1	Zjištěné nedostatky při analýze cesty 1 ks v lince.....	55
7.6.2	Analýza operačních časů	55
7.6.3	Zjištěné nedostatky při sledování práce operátorů.....	56
7.6.4	Zjištěné nedostatky při sledování práce strojů.....	58
7.6.4.1	Nanášení lepidla	58
7.6.4.2	Nanášení těsnící pasty	58
7.7	ANALÝZA PROCESU TVRZENÍ LEPIDLA V PEČI.....	59
7.8	ANALÝZA LINKY BALENÍ.....	61
7.8.1	Analýza operačních časů	61
7.8.2	Zjištěné nedostatky při sledování práce operátora.....	62
7.8.3	Zjištěné nedostatky při sledování práce strojů.....	63
7.9	SHRNUTÍ	63
8	PROJEKTOVÁ ČÁST.....	65

8.1	OPTIMALIZACE BUŇKY PÁJENÍ.....	65
8.1.1	Optimalizace práce operátora 1	65
8.1.2	Nové vybalancování buňky.....	66
8.1.2.1	Potřebný počet operátorů.....	66
8.2	OPTIMALIZACE MODULOVÉ LINKY	67
8.2.1	Návrh nového layoutu linky.....	67
8.2.2	Nanášení těsnící pasty	69
8.2.3	Nanášení lepidla	70
8.2.4	Nové vybalancování linky.....	71
8.2.4.1	Potřebný počet operátorů.....	71
8.3	OPTIMALIZACE PROCESU TVRZENÍ LEPIDLA V PEČI.....	71
8.3.1	Návrh nových roštů.....	72
8.4	OPTIMALIZACE LINKY BALENÍ	74
8.4.1	Návrh nového layoutu linky.....	74
8.4.2	Úprava vozíčků v lince.....	75
8.4.3	Úprava pracovní náplně operátora.....	76
8.4.4	HT test	76
8.4.5	Nové vybalancování linky.....	77
8.5	BUDOUCÍ LAYOUT HALY KONEČNÉ MONTÁŽE	77
8.6	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÝCH ZMĚN	79
8.7	SHRnutí	80
	ZÁVĚR	82
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	84
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	87
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	88
	SEZNAM TABULEK	90

ÚVOD

Dnešní doba je charakterizována nástupem prudkých změn v oblasti managementu řízení a chápání konkurence. Lze říci, že strategickým faktorem konkurenceschopnosti je čas, ve smyslu rychlosti uspokojení požadavku zákazníka. Hierarchické řízení proto přestalo soudobým podmínkám trhu dostačovat a bylo nahrazeno řízením zákaznických požadavků z pozice středního managementu, který je blíže trhu a dokáže tak lépe rozpoznat charakter vývoje přicházejících změn. Chování organizace se z tohoto důvodu zásadně podřizuje přáním zákazníka a ta se v globální ekonomice mění velmi rychle. Nejvýznamnějším prostředkem k dosažení vysoké flexibility jsou vysoce výkonné procesy, které však budou zároveň jednoduché, aby efektivně mohly být změněny, pokud si to situace vyžádá. Z důvodu neexistence universální strategie se stává pro podniky nutností soustředit svou pozornost na zdokonalování a racionalizaci těchto procesů, a to jak v oblasti řízení kvality a nákladů, tak samozřejmě z hlediska efektivního využití času, který získává při zostřování konkurenčního boje na specializovaných trzích obzvláště významnou roli. A právě v takovýchto tržních podmínkách získává vysoké uplatnění obor Průmyslového inženýrství.

Tématem této diplomové práce je Projekt zvýšení efektivity pracoviště, s čímž souvisí cíle práce. Hlavním cílem je zajistit spokojenost zákazníka a splnit všechny jeho požadavky pomocí odstranění iracionality a plýtvání z výrobního procesu, čímž dojde k výraznému zvýšení efektivity výroby.

V tomto případě je konkrétním požadavkem zákazníka, aby se ve firmě XY vyrábělo pouze v 5 dnech týdně místo současných 7 dnů, protože 2 dny v týdnu si chce zákazník nechat jako rezervu pro nečekaný nárůst poptávky. A dále si zákazník v budoucnu přeje odebrat vyšší objem produkce. Dílčím cílem práce je zoptimalizovat a přizpůsobit výrobní proces, tak aby vyhovoval požadovaným kritériím a zároveň toho bylo dosaženo s co nejnižšími náklady a s ohledem na principy štihlé výroby.

V teoretické části své diplomové práce objasním pojmy jako výrobní systém, štihlý management a průmyslové inženýrství. Druhá část práce se zabývá již konkrétně výrobou vybraných výrobků ve firmě XY. Analytická část je věnována rozboru současné situace výrobního procesu a identifikaci možností ke zlepšení. V projektové části jsou na základě zjištěných nedostatků připraveny návrhy na zlepšení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBNÍ SYSTÉM

Výrobní systém je soubor vybraných technik průmyslového inženýrství, nástrojů managementu a metod „štíhlé výroby“, které podporují dosažení podnikatelských cílů firmy. Výrobní systém realizuje výrobu. (Tuček a Bobák, 2006, s. 12)

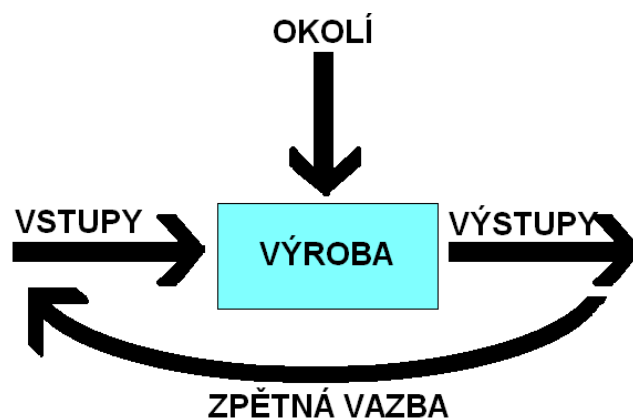
Dle Keřkovského (2009) lze výrobu definovat jako transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které se spotřebují.

Výrobní faktory jsou zdroje používané v procesu výroby. Jedná se o přírodní zdroje, práci, kapitál a informace. Statky jsou všechny fyzické komodity, které se vyrábějí pro spotřebu nebo směnu. Služby jsou úkony (nehmotné statky), po nichž existuje poptávka. (Keřkovský, 2009, s. 1)

Úspěšnost podniku na trhu závisí na úspěšnosti, s jakou řeší zvyšování kvality, stálou efektivnost, pružnost a úroveň služeb zákazníkům. Tyto čtyři faktory úzce souvisí s úrovní technologie, podnikové organizace a úrovní pracovníků podniku. V posledních letech se význam přesouvá z kvality, přes snižování nákladů k pružnosti a úrovni poskytování služeb. Prioritním požadavkem v moderním managementu bývá integrální spojení všech těchto částí v jeden celek.

Vnitřní strukturu výrobního systému můžeme rozdělit na čtyři hlavní oblasti. Jedná se o hlavní procesy (výrobu), zlepšování procesů, obslužné procesy a management. (Tuček a Bobák, 2006, s. 21–22)

Schéma výrobního systému vidíme na obrázku 1.



Obrázek 1 Transformační proces

(zdroj: Tuček a Bobák, 2006, s. 13)

1.1 Charakteristika vstupů (výrobních faktorů)

1. Materiál nebo služby

Materiálové vstupy tvoří suroviny a materiály. Materiály jsou již předem zpracované suroviny a lze je dále členit na:

- základní: tvoří věcný základ výrobku, ovlivňuje jeho charakteristické vlastnosti,
- pomocné: spotřebovává se v souvislosti s výrobou výrobku, ale netvoří podstatu výrobku, tvoří podmínky pro výrobu nebo upravuje některé vlastnosti výrobku,
- a režijní: materiály, které jsou společně vynakládány na větší množství výrobků nebo na zajištění chodu celého podniku.

U materiálových vstupů hodnotíme zejména technické vlastnosti (tvar, rozměry, fyzikální a chemické vlastnosti a podobně), ekonomické vlastnosti (například měrná spotřeba, procento zmetkovitosti dané výroby, množství odpadu, cena) a organizační vlastnosti (možnosti manipulace, skladování a balení). (Tuček a Bobák, 2006, s. 13-14)

2. Součástky a polotovary

Jedná se o další součástky (např. šroub) a polotovary, které potřebujeme k výrobě. Polotovar je takový výrobek, který je již v jisté fázi dokončen a můžeme ho použít pro další výrobu nebo prodat (např. noha od židle).

3. Energetické vstupy

Energetickými vstupy se myslí například spotřeba elektrické energie, paliv a vody.

4. Fyzický kapitál

Jedná se o stroje, zařízení, nástroje, nářadí, přípravky, které ovšem nesmí mít charakter spotřebního zboží, ale zařízení sloužící pro jeho výrobu. V širším pojetí zahrnuje i budovy, stavby a pozemky. Fyzický kapitál tvoří ve výrobním procesu základ, který ovlivňuje rozsah, strukturu i výsledky výrobního procesu a tím i technologii, organizaci a způsob řízení výroby.

U fyzického kapitálu hodnotíme kritéria jako: výkonnost, spolehlivost, náročnost údržby a obsluhy, životnost nebo efektivitu. (Tuček a Bobák, 2006, s. 14)

5. Lidský kapitál

Jedná se o rozhodující vstup, který svou činností uvádí do pohybu technické prostředky. Zahrnuje výkonné pracovníky (dělníky), působící přímo v procesu přeměny nebo jejího zabezpečování a režijní pracovníky, kteří zajišťují chod výroby.

U lidské pracovní síly hodnotíme především: časový fond pracovníků a jeho využití, kvalifikaci a další psychologické či sociologické aspekty. (Tuček a Bobák, 2006, s. 14)

6. Informace

Informace odstraňuje neznalost jejího příjemce. Může se jednat o informace technického nebo procesního charakteru (výrobní program, sortiment, výrobní příkazy, pracovní postupy), o informace vztahující se ke stavu a využívání výrobního systému (umožňující kvalitní plánování výroby, rychlou reakci při změně či problému) nebo o informace usnadňující rozhodování. Dále je nutné v podniku udržovat a zefektivňovat sdílení informací mezi pracovníky (komunikace) a podporovat tvorbu a rozvoj znalostí (proces učení se). (Tuček a Bobák, 2006, s. 14-15)

1.2 Charakteristika výroby

Výroba je realizována výrobním systémem a je derminována určením produktu, varetou a množstvím produktů, použitými technologiemi, uspořádáním a organizací výroby, stabilitou výroby a schopností reagovat na poptávku. (Keřkovský, 2009, s. 7)

Základní funkcí organizace výroby je integrace všech faktorů, procesů a článků výrobního procesu do celistvého výrobního organismu, tak aby vykazoval požadované výsledky. (Tuček a Bobák, 2006, s. 16)

Výroba je velice široký a různorodý pojem, který lze vysvětlit pomocí synergie hlediska technického, ekonomického a transformačního.

1. **Technické hledisko** – v posloupnosti operací dochází k účelnému technickému propojení všech výrobních faktorů za přímé či nepřímé účasti pracovníků a dochází

k přeměně (tvaru, fyzického a chemického složení, vlastností a podobně) na hmotné statky a služby.

2. **Ekonomické hledisko** – výroba je činnost, která má uspokojovat svou nabídkou poptávku na trhu. Výrobní proces nabývá podobu procesu pracovního (výsledkem je produkt), zhodnocovacího (výsledkem jsou tržby) a inovačního (výsledkem je nová kvalita výstupu i výrobních podmínek).
3. **Transformační hledisko** – výrobní procesy lze rozdělit na cca 12 skupin odpovídajících našim hospodářským odvětvím a 86 odvětvím průmyslu a služeb. (Tuček a Bobák, 2006, s. 24-27)

1.3 Charakteristika okolí

Pro řízení výroby je důležitá poptávka. Výroba musí vycházet z koupěschopné poptávky.

Okolí podniku můžeme rozdělit dle několika hledisek na přímé a nepřímé, na podstatné a nepodstatné a na makrookolí a mikrookolí.

Do mikrookolí lze zahrnout zákazníky, dodavatele, konkurenty, zprostředkovatele, ovlivňovatele koupě a podobně. Do makrookolí se zahrnuje legislativa, činnost bank, ekonomické, politické, ekologické, kulturní a sociální vazby. (Tuček a Bobák, 2006, s. 15)

1.4 Charakteristika výstupů

Výstupem může být konečné zboží k prodeji (fyzický výrobek) nebo služba pro zákazníka (obsloužený zákazník). Výstupem je taktéž i informace.

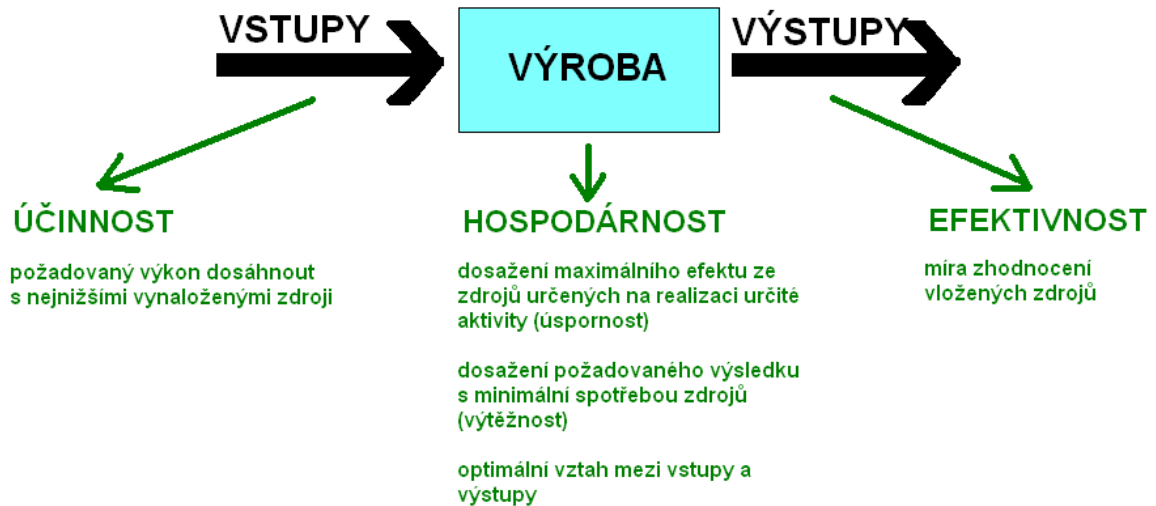
Při výrobě vznikají kromě hlavních produktů i vedlejší produkty, které se dají dále využít, například odpadní teplo nebo zbytkový materiál. (Tuček a Bobák, 2006, s. 17-18)

1.5 Charakteristika zpětné vazby

Zpětnou vazbu mohou představovat informace, které se vrací zpět na vstup. Jedná se například o potřebu změnit technologii, postup výroby, přenastavit stroje a podobně. Zpětnou vazbu může představovat také finanční kapitál například ve formě reinvestice. (Tuček a Bobák, 2006, s. 16)

1.6 Efektivnost výrobního systému

S výrobním systémem úzce souvisí účinnost, hospodárnost a efektivnost. Viz obrázek 2.



Obrázek 2 Účinnost, hospodárnost a efektivnost výrobního systému (zdroj: Kucharčíková et al, 2011, s. 204)

„**Účinnost** umožňuje posouzení vycházející ze stupně využití a účinnosti výrobních zdrojů, které podnik vlastní, používá, obnovuje a rozšiřuje. Vyjadřuje se vztahem vstupů a výstupů reprodukčního procesu podniku“. (Kucharčíková et al, 2011, s. 204)

Hospodárnost představuje racionální využívání výrobních faktorů. Znamená racionálně vynaložené náklady. Má dvě formy, úspornou, která znamená minimalizaci nákladů při daném objemu výroby a účinností, která vede k maximalizaci efektů z dané velikosti vynaložených nákladů. (Kucharčíková et al, 2011, s. 203)

„**Efektivnost** (E) v nejširším významu znamená stupeň dosažení vytyčených cílů, vztah mezi výsledkem výrobního procesu a vynaloženými zdroji.“ (Kucharčíková et al, 2011, s. 203)

$$E = \frac{\text{výsledek výrobního procesu (výstup)}}{\text{vynaložené zdroje (stup)}} \quad (\text{Kucharčíková et al, 2011, s. 203})$$

Čím vyšší je výsledná hodnota, tím vyšší je efektivnost výroby. V delším časovém horizontu musí být hodnota výnosnosti výrobních faktorů větší než 1. (Keřkovský, 2009, s. 2)

Efektivnost poukazuje na produktivnost výrobních faktorů a na vztah mezi hodnotově vyjádřenými vstupy a výstupy. Dalším aspektem ovlivňujícím efektivnost je účelnost neboli společenská užitečnost, která se odvíjí od poptávky. (Kucharčíková et al, 2011, s. 203)

Důležité je nezaměnit efektivnost s produktivitou.

Produktivita vzniká, když při stejném objemu vstupů získám vyšší objem produkce. **Hospodárnost** vzniká v případě, když vyrobím stejný objem produkce při nižších nákladech. Efektivnost představuje tedy produktivitu a hospodárnost dohromady, protože **efektivnost** vzniká, když při nižších nákladech vyrobím ještě vyšší objem produkce.

1.6.1 Produktivita

Podstatou zvýšení produktivity je pracovat inteligentněji, ne více. Produktivita by se vždy měla zvyšovat zároveň s kvalitou a to s kvalitou vstupů, celého procesu (zejména pracovní síly, řízení a pracovních podmínek) a výstupů. (Prokopenko, 1992, s. 4-5)

Dle Prokopenka (1992) můžeme produktivitu mimo jiné definovat také jako vztah mezi výstupem a časem potřebným k jeho dosažení.

Produktivita je vždy měřena za určitý časový interval (rok, měsíc, týden, den, hodina, apod.).

V praxi se nejčastěji setkáváme s následujícími druhy produktivity.

1. Parciální – poměr celkového měřitelného výstupu k jedné položce vstupu.
2. Multifaktorová – poměr celkového měřitelného výstupu k více vstupům.
3. Totální – poměr celkového měřitelného výstupu a celkového měřitelného vstupu.
4. Standard produktivity – značí vypočtenou úroveň produktivity pro posuzované podmínky podniku jako optimální, slouží jako limit v procesu zvyšování produktivity.
5. Index produktivity – poměr dosahované produktivity k standardu produktivity, informuje o míře zvládnutí výrobního procesu, případně o míře růstu produktivity.
(Chromjaková, © 2012, Košturiak a Gregor, 2002, A/3-2 – A/3-3)

1.7 Řízení výroby

Řízení výroby má za cíl dosáhnout optimálního fungování výrobního systému s ohledem na stanovené cíle. Přičemž výrobní systém zahrnuje všechny činitele účastníci se na procesu výroby (provozní prostory, nezbytná technická zařízení, suroviny, polotovary, energie, in-

formace, pracovníky, finanční prostředky, rozpracované a hotové výrobky a odpady). Nej důležitějším úkolem řízení výroby je věcné, prostorové a časové sladění těchto činitelů a jejich koordinace. (Keřkovský, 2009, s. 3)

1.8 Výroba „tlakem“ a „tahem“

V **systemu tahu** spouští výrobu a odběr zásob zákazník a výroba je spuštěna cestou zpět výrobním procesem následnou operací, nebo interním zákazníkem každé operace. Materiál není vydán do té doby, dokud nepřijde signál od dalšího uživatele. Jedná se o tržně orientovaný přístup k výrobě.

System tahu odstraňuje plýtvání, jež vzniká v důsledku tradiční výroby **systemem tlaku**, kde je materiál v okamžiku, kdy je k dispozici, přesouván směrem od začátku do konce procesu k následným operacím. Nákup materiálu je založen na předpovědi poptávky, a jakmile jsou suroviny dostupné, začne se vyrábět. Tento typ výroby může mít za následek nadvýrobu nebo zpoždění v dodávkách. Aby se tomu podnik vyhnul, hromadí zásoby. V místech, kde procesy nedrží krok s ostatní výrobou, vznikají úzká místa. (Productivity Press, 2008, s. 4)

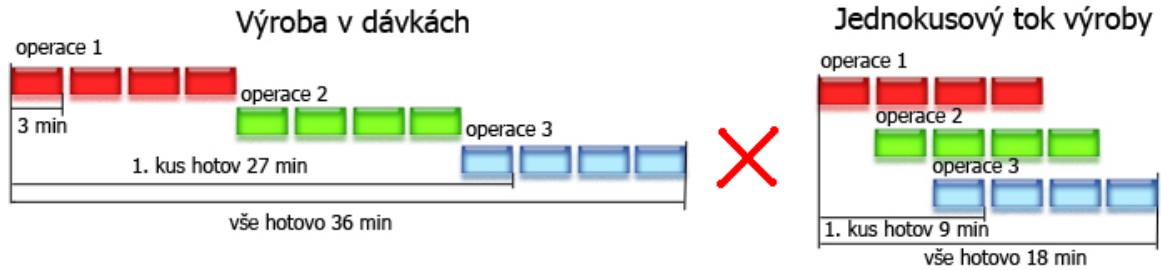
1.9 Tok jednoho kusu

Tok jednoho kusu je překladem anglického termínu „one piece flow“. Jedná se o způsob výroby, při kterém výrobek prochází jednotlivými výrobními operacemi bez přerušování a čekání. V daný čas je tedy vyráběn na příslušné operaci jen jeden výrobek, který je ihned po dokončení předán na následující operaci. Protikladem toku jednoho kusu je dávková výroba. (*One-piece Flow*, © 2005 – 2012; Mašín, 2005, s. 82)

Rozdíl vysvětluje obrázek 3, který znázorňuje výrobek procházející třemi výrobními operacemi. Každá operace trvá 3 minuty. Na obrázku vlevo se vyrábí v dávce 4 kusů. To znamená, že až po dokončení všech 4 kusů na operaci 1 se může začít s výrobou na operaci 2 a opět po dokončení s operací 3. První kus je hotov za 27 minut. Na obrázku vpravo vidíme tok jednoho kusu, kde hned po provedení operace 1 na prvním výrobku, tento výrobek pokračuje k operaci 2 a následně hned k operaci 3. První kus je hotov za 9 minuty. Došlo k výraznému zkrácení průběžné doby výroby.

Mezi další výhody toku jednoho kusu se řadí rychlejší detekce vad, vyšší pružnost výroby a zmenšení výrobní plochy. Nevýhodou naopak může být nižší využití výrobního zařízení.

(*One-piece Flow*, © 2005 – 2012)



Obrázek 3 Porovnání dávkové výroby a toku jednoho kusu (zdroj: *Volko*, © 2009)

2 ŠTÍHLÝ MANAGEMENT

Štíhlé řízení se orientuje na maximální uspokojení zákazníka. Dodržuje čtyři základní principy.

1. Plánovací princip „**pull**“, který znamená, že zakázky procházejí výrobou v souladu s principem „**dones**“. Následující výrobní stupeň je interním zákazníkem předcházejícího výrobního stupně. Výhodou tohoto systému je snížení výrobních nákladů v důsledku snížení mezioperačních zásob a zkrácení průběžné doby výroby.
2. Princip **zamezení plýtvání** a optimalizace hodnotového řetězce.
3. Princip **zaměření se na podstatné aktivity** a klíčové schopnosti. Podnik se tedy soustředí na to, co umí dělat nejlépe ze všech vykonávaných aktivit. Štíhlé řízení přikazuje zaměřit všechny interní kapacity na tyto zdroje. Ostatní aktivity je třeba zajistit pomocí outsourcingu
4. Princip **nepřetržitosti**. Aby podnik získal náskok před konkurencí, je nutné včas rozpoznat přání zákazníků a včas je realizovat. Zlepšování klíčových aktivit se musíme věnovat neustále. (Tuček a Bobák, 2006, s. 225)

Jedná se o řízení postavené na poznání ceny času, ceny tempa a ceny rychlosti. Ve zkratce můžeme říci: „Čas a náklady dolů! Rychlost a produktivita nahoru!“ (Jirásek, 1998, s. 122)

2.1 Štíhlý podnik

Za štíhlý podnik můžeme považovat takový podnik, který dělá jen potřebné věci, dělá je správně hned napoprvé, dělá je rychleji a stojí ho to méně peněz než ostatní. Štíhlá výroba není pouze o redukování nákladů. Jde především o zvyšování výkonnosti firmy a maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka. Jednoduše řečeno zeštíhlování je cesta k tomu, abychom vyráběli více, měli nižší režijní náklady, efektivněji využili plochy a výrobní zdroje. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 17)

„Štíhlost podniku je v tom, že děláme přesně to, co chce náš zákazník, a to s minimálním počtem činností, které hodnotu výrobku nebo služby nezvyšují. Být štíhlý tedy znamená vydělat víc peněz, vydělat je rychleji a s vynaložením menšího úsilí“. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 17)

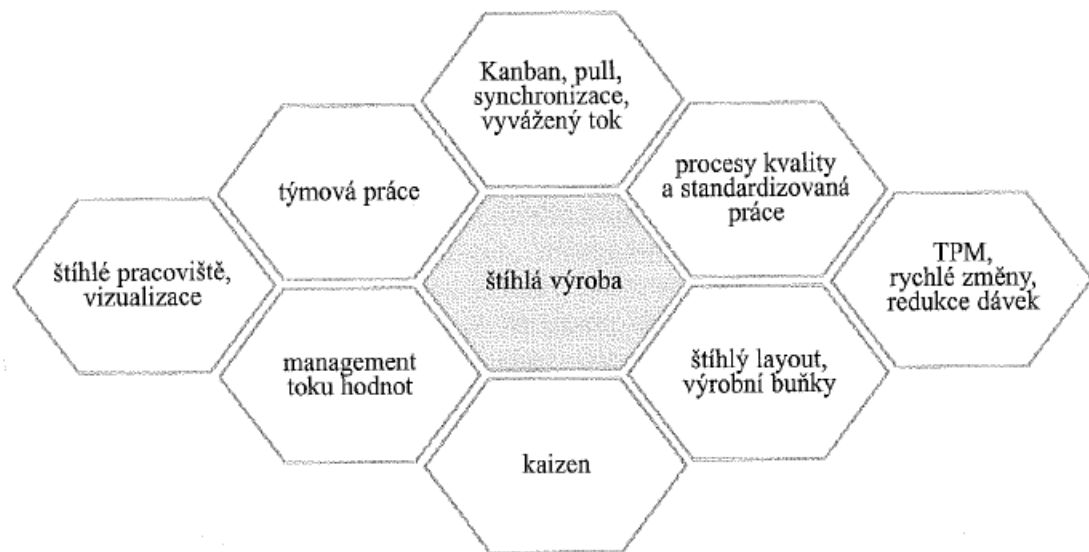
2.2 Štíhlá výroba

Jedná se o výrobní koncepci spočívající ve výrobě pružně reagující na požadavky zákazníka, která vyžaduje od každého zaměstnance vysokou odpovědnost za kvalitu a průběh výroby.

Štíhlou výrobu můžeme chápat jako:

- systematické zkoumání celkového procesu tvorby hodnot a jeho optimalizace pomocí kontinuálních zlepšovatelských aktivit,
- důraz na řešení problémů pracovníky hned na místě vzniku, přičemž rozhodující roli hraje tým,
- vytváření kooperačních vztahů mezi partnery tvorby hodnot s cílem vytvoření optimálního materiálového toku. (Tuček a Bobák, 2006, s. 226)

Štíhlá výroba podle Košturiaka a Frolíka (2006) obsahuje prvky uvedené na obrázku 4.



Obrázek 4 Prvky štíhlé výroby (zdroj: Košturiak a Frolík, 2006, s. 23)

Štíhlá výroba nemůže fungovat bez úzkého propojení s vývojem výrobků a technickou přípravou výroby, logistikou a administrativou v podniku. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 17)

2.3 Štíhlé pracoviště

„Štíhlé pracoviště je základem štíhlé výroby. Na tom jak máme navržené pracoviště, závisí pohyby, které na něm musejí pracovníci denně vykonávat. Od pohybů na pracovišti se

pak odvíjí spotřeba času, výkonové normy, výrobní kapacity a další parametry výroby“. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24)

S pojmem štíhlé pracoviště úzce souvisí pojem štíhlý layout. Layoutem rozumíme prostorové uspořádání strojů a předmětů v daném prostoru. (Mašín, 2005, s. 44)

Štíhlý layout by měl splňovat následující parametry: přímý materiálový tok směrem k expedici, minimalizace přepravních vzdáleností, minimální plochy na zásobníky a mezisklady, interní dodavatelé co nejbližší interním zákazníkům, přímočaré a krátké trasy, minimální průběžné časy, sklady v místě spotřeby, vizuální kontrola množství, odstranění dvojnásobné manipulace, FIFO a tahový systém, kanban, drum buffer rope, buňkové uspořádání, flexibilita s ohledem na variabilitu produktů, výrobní množství a změny layoutu, nízké náklady na instalaci. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

Štíhlé pracoviště spojuje metodu 5S s principy ergonomie, s analýzou a měřením práce tak, aby pracovník při minimální námaze podal na pracovišti maximální výkon. Hlavním cílem je zvýšení výkonnosti, snížení úrazovosti a zatížení organismu, zvýšení autonomnosti a možnosti víceobsluhy a zlepšení kvality a stability procesu. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 64-65)

2.4 Just-in-time

Základní myšlenkou filosofie JUST-IN-TIME (JIT) je vyrábět pouze nezbytné produkty v potřebné kvalitě, v nezbytném množství a v nejpozději přípustných termínech. Uplatněním JIT dochází k eliminaci pěti druhů plýtvání plynoucích z nadprodukce, čekání, dopravy, udržování zásob a nekvalitní výroby. (Keřkovský, 2009, s. 71)

2.4.1 Kanban

Jedná se o flexibilní samoregulační systém řízení výroby splňující požadavky JIT. Kanbany (japonské označení pro štítek) plní funkci objednávek a průvodek. Jednotlivé výrobní stupně ve firmě plní funkci dodavatelů i odběratelů. (Keřkovský, 2009, s. 74)

Pomocí Kanbanu signalizujeme předcházejícím procesům kdy a co vyrábět, případně upozorníme na výskyt problémů nebo změn. Slouží tedy jako výrobní příkazy.

Kanban odstraňuje plýtvání z nadvýroby, protože se vyrábí, pouze když následující proces vydá signál.

Kanban je také nástrojem vizuálního řízení a nástrojem pro podporu zlepšování (odstraňuje zásoby, které „zakrývají“ problémy) (Productivity Press, 2008, s. 56-57)

V případě používání systému Kanban je nutné dodržovat následující pravidla:

1. Nadcházející procesy odebírají položky z předcházejících procesů.
2. Předcházející procesy vyrábějí pouze to, co bylo odebráno.
3. Všechny procesy předávají následujícímu procesu výrobky ve 100% kvalitě.
4. Zavádí se vyrovnaná výroba kvůli zajištění tržně orientovaného přístupu.
5. Kanbany doprovázejí součástky.
6. Počet kanbanů se časem snižuje, aby bylo možné odhalit oblasti pro zlepšování.

(Productivity Press, 2008, s. 56)

S pojmem kanban souvisí také Milk-run a Milk-runner. Milk-runner je pracovník, který má na starost transport materiálů mezi jednotlivými pracovišti a Milk-run je trasa, která je plánovaná tak, aby byl materiál naložen nebo složen v různých místech v rámci jedné cesty. (Mašín, 2005, s. 48)

2.5 Řízení úzkých míst

Úzké místo je omezení v procesu, které nepříznivě ovlivňuje celkový výstup. Jedná se zpravidla o zdroj, jehož kapacita je rovna nebo nižší než požadavek na ni kladený. (Mašín, 2005, s. 85)

Každý systém má omezení, které mu zabraňuje dosáhnout vyššího stupně výkonnosti (průtoku, který se rovná finančním prostředkům získaným z prodeje svých výrobků). Stejná omezení najdeme i ve firmě na různých místech (například ve výrobních zdrojích, marketingu, řízení firmy, v čase, ve strojích, lidech, financích). Cílem je tyto místa najít a odstranit. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 49-50; Mašín, 2004, s. 51)

Řízení úzkých míst probíhá v pěti krocích.

1. Identifikovat úzké místo – analyzujeme systém s cílem nalézt omezení, které brání dosažení maximálního zisku. Je třeba zjistit druh omezení (fyzické, manažerské).
2. Rozhodnout jak využít omezení – v tomto kroku se snažíme co nejefektivněji využít úzké místo. Snažíme se odstranit všechny ztráty, které tam vznikají.

3. Všechno ostatní podřídít danému rozhodnutí – všechno úsilí soustředíme na zlepšení výkonnosti v úzkém místě. Ostatní místa v systému podřídíme úzkému místu.
4. Odstranit omezení – hledáme řešení jak odstranit omezení. Většinou toho lze dosáhnout novou investicí, modifikací systému apod. a vyžaduje to značné investice času, peněz a ostatních zdrojů.
5. Nepřipustit, aby se naše nečinnost stala základním systémovým omezením. (Když odstraníme omezení, vrátíme se k bodu č. 1.) Tento bod je základem procesu neustálého zlepšování. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 51)

2.5.1 Drum-Buffer-Rope

Metoda Drum-Buffer-Rope (DBR) se používá pro maximalizaci průtoku. Drum (buben) je rytmus výroby, který udává úzké místo výroby. Buffer (zásobník) je umístěn před úzkým místem a chrání proti výpadkům v předcházejících výrobních stupních. Zajišťuje, že v úzkém místě nedojde k zastavení výroby v důsledku nedostatku materiálu. Rope (lano) je komunikační proces, který zajišťuje synchronizaci jednotlivých kritických i nekritických zdrojů. (Mašín, 2004, s. 55)

2.6 Zlepšování procesů

Mezi klíčové požadavky kladené na podnik, který chce obstát v dnešním turbulentním prostředí, patří schopnost neustále a rychle zlepšovat podnikové procesy, přičemž je důležité myslet na přímou komunikaci, týmovou práci, sjednocení cílů a rozhodnutí, systematické myšlení a důsledné zavádění nových principů do praxe (rychlost v jednání).

Změna kompetencí a podpora dynamiky v záměrech z hlediska celého podniku proto vyžaduje odvážné kroky, které jsou spojeny s orientací na budoucnost, trpělivostí, vytrvalostí a důsledností. (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 13; Vytlačil, Mašín a Staňek, 1997, s. 82)

Vytlačil a Mašín (1999) uvádí 5 zlatých pravidel zlepšování na pracovišti:

1. Když se objeví problém, jděte nejdříve na místo, kde se objevil.
2. Zkontrolujte reálná a pravdivá čísla.
3. Na místě proveďte dočasná opatření.
4. Najděte kořeny problému.
5. Formulujte a standardizujte preventivní opatření.

System zlepšování by se měl v každém podniku stát částí systému řízení a měl by být začleňen do strategie řízení společnosti. Cílem bývá zvýšení tržeb nebo snížení nákladů nebo oboje současně. (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 20-21)

Těchto cílů můžeme dosáhnout pomocí větší inovace nebo kontinuálního zlepšování (neustálé, postupné). Inovace jsou vhodné zejména při získávání trhu, k získání konkurenční výhody. Kontinuální zlepšování je vhodné pro udržení vybudované pozice. (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 21)

2.6.1 Kontinuální zlepšování procesů

Návrhy získané od jakýchkoli pracovníků by měly přinést efektivní výsledky. Aby toho bylo dosaženo, je nutné, aby se všichni pracovníci účastnili na zlepšování a aby docházelo k rozvoji jejich kvalifikace. Nápady a vynalézavost lidí, kteří pracují přímo v provozu, jsou nepostradatelné. Do zlepšování procesů se může zapojit kdokoliv, každý den.

Kontinuální zlepšování procesů se stalo jedním z nejdůležitějších nástrojů strategického managementu, protože vytváří systém, který shromažďuje informace a zkušenosti od všech zaměstnanců společnosti. Hlavní přínosy kontinuálního zlepšování jsou následující.

- Principy a potřeby pracoviště jsou snadněji stravitelné pro provozní pracovníky.
- Každý hovoří o problémech, které zná. Opatření jsou založena na realitě.
- Odpor pracovníků proti změnám je menší.
- Pracovníci mohou přemýšlet o zlepšování při práci.
- Orientace na snížení nákladů. (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 26)

3 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství (PI) je překladem anglického termínu „industrial engineering“. Jedná se o mladý multidisciplinární vědní obor, který kombinuje technické znalosti inženýrských oborů s poznatky z podnikového řízení a jejich pomocí racionalizuje, optimalizuje a zefektivňuje výrobní i nevýrobní procesy.

Jedná se o obor, který se v rámci hledání toho, „jak důmyslněji provádět práci“, zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelnosti, iracionality a přetěžování z pracovišť.

Je to disciplína, která do jednotného systému spojuje metody zabezpečující zvyšování produktivity, hledá cesty, jak vykonávat podnikové činnosti jednodušeji, lépe, rychleji a levněji. Cílem je zajistit vysokou efektivitu a konkurenceschopnost.

Do praxe se aplikuje prostřednictvím projektů, které jsou orientovány na efektivnější fungování integrovaných a komplexních systémů lidí, informací, strojů, materiálů a energií s cílem zabránit jejich plýtvání a dosáhnout co nejvyšší produktivity. (*Průmyslové inženýrství*, © 2005 – 2012)

Metody a techniky, které se používají v rámci PI, lze rozdělit do čtyř skupin:

1. Plánování, navrhování a řízení (např. měření práce, kapacitní výpočty),
2. uplatňování lidského rozměru (např. projektování výrobních a servisních týmů, ergonomie, zlepšování procesů),
3. technologické aspekty (např. projektování výrobních buněk, konstruování s ohledem na výrobu či montáž)
4. a kvantitativní a kreativní metody (např. simulace procesů, průmyslová moderace).
(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 82)

3.1 Druhy plýtvání a principy zlepšování

Za plýtvání považujeme všechno, co nepřidává produktu hodnotu a ani ho nepřibližuje k zákazníkovi. Jinými slovy plýtvání je vše, za co nám není ochoten zákazník zaplatit. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 19)

3.1.1 3MU

Tato typologie plýtvání rozděluje plýtvání na tři MU. První je MUDA a označuje ztrátu, neúčinnost a nadbytečnost (jedná se o uvedených 8 druhů plýtvání níže). Druhé je MURA, což je termín pro nepravidelnost a nestejnou vyžití lidí a strojů, které může být způsobeno například kolísáním objemu výroby. Třetím typem je MURI a jedná se o přetěžování pracovníků a strojů na rámec přirozených limitů. (Volko, © 2009; Mašín, 2005, s. 51)

3.1.2 8 druhů plýtvání

1. Plýtvání způsobené nadprodukcí

Plýtvání tohoto druhu vzniká, když vyrobíme vyšší množství produktů, než požaduje zákazník. Důvody bývají dva. Prvním je vyšší využití výrobních kapacit, druhým je přezásobení pro „případ nouze“ (například proti náhlé poruše strojů, vysoké zmetkovitosti). Plýtvání způsobené nadprodukcí zabírá zbytečně skladovací prostory, zvyšuje dopravní i administrativní náklady a váže finanční prostředky.

2. Plýtvání způsobené nadbytečnými zásobami

Tento druh plýtvání vzniká skladováním náhradních dílů, materiálů, nedokončených výrobků, hotových výrobků a podobně. Skladované položky zabírají místo a vyvolávají potřebu dalších nákladů (pracovník, který je bude převážet, dopravní prostředek, regály, palety atd.). Navíc tyto zásoby vážou finanční prostředky, které by bylo možné vynaložit někde jinde. Jedná se o jeden z nejzávažnějších druhů plýtvání.

3. Plýtvání způsobené opravami a zmetky

Produkování nekvalitních výrobků způsobuje několik zbytečných nákladů. Oprava zmetků vyžaduje čas, práci zaměstnanců a finanční prostředky, vše navíc. Nekvalitní výrobek může poškodit i výrobní zařízení. Největšího plýtvání se dosáhne, pokud se nekvalitní výrobek dostane až k zákazníkovi.

4. Plýtvání způsobené zbytečnými pohyby

Tento druh plýtvání zahrnuje všechny pohyby pracovníka, které nepřidávají hodnotu konečnému výrobku. Jedná se například o podání součástky z bedny, doplnění mate-

riálu, přesun pracovníka k jinému stroji a podobně. Zákazníkovi je jedno, jestli tyto pohyby při výrobě proběhnou a není ochoten za ně platit.

5. Plýtvání způsobené špatným zpracováním

Plýtvání vzniká také v samotném procesu výroby (například zubatý řez v důsledku použití nespolehlivé pily, špatně rozmístění výrobní linky, zbytečně náročná kontrola kvality).

6. Plýtvání způsobené prostoji (čekáním)

Jedná se o situaci, kdy kvůli jakémukoli čekání nelze pokračovat ve výrobě. Jedná se například o poruchu stroje, nedostatek materiálu, špatně rozplánovaná výroba, absence informací atd.

7. Plýtvání v oblasti dopravy

Zahrnuje externí i interní dopravu, bez které se žádná firma neobejde. Doprava, je vždy plýtvání. V ideálním případě by doprava zahrnovala pouze přepravu materiálu od firmy a odvoz hotových výrobků z firmy. Často bývá výrobní proces rozdělen do několika úseků, sklady bývají taktéž vzdálené. Materiálový tok je zajištěn vnitropodnikovou dopravou a všechny vynaložené náklady na ni považujeme za plýtvání a snažíme se je eliminovat (délka tras, dopravníků, počet pracovníků, dopravních prostředků a podobně). *(7 druhů plýtvání (muda), © 2012)*

8. Plýtvání potenciálem pracovníků

Jedná se o situaci, kdy na práci vyžadující minimální požadavky na kvalifikaci a zkušenosti nasadíme pracovníka, jehož potenciál je vyšší. To s sebou nese také jistou míru demotivace pro takto nevyužité pracovníky a v konečném důsledku s tím spojenou nižší produktivitu. Tento druh plýtvání mohou ovlivnit především vedoucí pracovníci. *(Plýtvání, © 2005 – 2012)*

Jednotlivé druhy plýtvání se často navzájem prolínají. Není možné eliminovat kompletně všechna plýtvání, která definuje štíhlá výroba, ale je možné snížit je na nejnižší úroveň. *(7 druhů plýtvání (muda), © 2012)*

3.1.3 Principy pro zlepšování

Zlepšení se navrhuje na základě čtyř základních principů. Jedná se o eliminaci úkonů (pokud je to možné), zjednodušení úkonů, kombinování úkonů a záměnu operací (změnu pracovního postupu). (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 181)

3.2 Klasické průmyslové inženýrství

Zabývá se především studiem práce a operačním výzkumem. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 89)

3.2.1 Studium práce

Cílem studia práce je docílit optimálního využití lidských a materiálových zdrojů dostupných danému podniku. Funkcí studia práce je získat informace, které jsou analyzovány s cílem objevit plýtvání a navrhnout vhodná opatření, která povedou ke zvýšení produktivity.

Za hlavní výhody studia práce se považuje stanovení časové normy, zvýšení bezpečnosti na pracovišti, růst produktivity při velmi malých investicích, okamžitě viditelné úspory, možnost uplatnění v libovolném prostředí a jejich relativní jednoduchost.

Studium práce se skládá ze studia metod a měření práce. Obě tyto techniky se používají současně nebo v kombinaci. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 89 – 90)



Obrázek 5 Členění studia práce

(zdroj: Mašín a Vytlačil, 2000, s. 90)

3.2.1.1 Studium metod

Zabývá se studiem způsobu výkonu práce a jejím zlepšováním. Obecný postup práce při studiu pracovních metod je následující.

1. Vyber práci, která má být studována.
2. Zznamenej všechna relevantní fakta o této práci.
3. Prozkoumej způsob jakým je práce vykonávána například pomocí tabulky 1.

Tabulka 1 Seznam cílených otázek (zdroj: Mašín a Vytlačil, 2000, s. 91)

	Otázka č. 1	Otázka č. 2
Účel práce	CO má být činností dosaženo?	PROČ je tato činnost potřebná?
Místo výkonu práce	KDE má být činnost vykonána?	PROČ právě na tomto místě?
Pořadí pracovních činností	KDY má být činnost vykonána?	PROČ právě v tuto dobu?
Vykonavatel práce	KDO má činnost vykonávat?	PROČ právě tento pracovník?
Pracovní prostředky	JAK má být činnost vykonána?	PROČ právě tímto způsobem?

4. Navrhni praktičtější, ekonomičtější a efektivnější metodu.
5. Hodnot' různé alternativy pro zlepšení metody.
6. Definuj novou metodu.
7. Zaveď novou metodu jako standardní.
8. Udržuj tento standard pravidelnou kontrolou. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 91)

Mezi nástroje studia pracovních metod se řadí:

- Pohybové studie - soubor technik zaměřených na zlepšování práce sledováním a analyzováním stávajících pohybů, které tvoří pracovní operace. Řadí se mezi ně analýza pomocí therbligů, cyklogramy, chronocyklogramy, nit'ové schéma a analýza pomocí filmového záznamu.
- Procesní analýzy - pomocí těchto analýz popisujeme účinnost a výkonnost operací obsahujících vyšší podíl přesunu, čekání a překážek. Jedná se o procesní analýzu produktu, člověka, člověk-stroj a administrativy.
- Videozáznam a fotografie - videozáznam zachycuje dokonale a trvale všechny druhy pohybu i délku trvání. Záznam můžeme znovu promítnout, zastavit, zpomalit, umožňuje nám dokonale prostudovat jednotlivé pohyby a používané metody práce. Fotografie jsou názorné a jednoznačné.

- Dotazníky, popisné analýzy a check-listy – ve většině případů si je podnik vytváří sám na často opakované činnosti. Urychlují proces získávání informací a snižují riziko opomenutí některých údajů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 91-92)

Výstupem může být například zlepšené vybavení nebo uspořádání pracoviště, zlepšený pracovní postup, vyšší využití materiálů, strojů a pracovníků, zlepšené pracovní prostředí nebo zlepšení parametrů výrobku. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 92)

3.2.1.2 Měření práce

V dnešním světě má čas stále větší význam.

„Měřením práce nazýváme aplikaci technik vytvořených pro určení času potřebného na vykonání specifikované práce kvalifikovaným dělníkem na definované úrovni výkonu“. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 92)

Obecný pracovní postup při měření práce je následující.

1. Vyber část práce, která má být měřena.
2. Kriticky přezkoumej současný způsob výkonu práce a podmínky na pracovišti.
3. Změř spotřebu času potřebného na vykonání jednotlivých činností.
4. Definuj nový pracovní postup, pracovní podmínky a časové normy. (Krišťak, © 2012)

Mezi metody měření práce se řadí:

- **Hrubé odhady** – hrubý odhad přímo z hlavy.
- **Kvalifikované odhady** – odhady kvalifikovaných pracovníků.
- **Využití historických údajů** – odhad na základě ověřených údajů z minulosti.
- **Časové studie pomocí přímého měření** – stopkami naměřené časy.

Mezi metody přímého měření práce se řadí snímky pracovního dne, momentové pozorování a chronometráž.

- **Systémy předem určených časů** - jedná se spojení pohybových a časových studií. Měření práce se zredukovalo na stanovení optimálního pohybového vzorce pro vykonávání úkonu a na přiřazení příslušných časů jednotlivým základním pohybům.

Systemy předem určených časů lze použít při stanovení spotřeby času budoucích teprve projektovaných operací a při racionalizaci pracovního postupu, organizaci a uspořádání pracoviště. Velkou výhodou je, že zde odpadá problém subjektivity stanovení úrovně výkonnosti. Předem určené časy základních pohybů představují průměrný výkon průměrného dělníka, což je úroveň 100 % výkonnosti.

Mezi zástupce této metody se řadí MTM (Methods Time Measurement), UMS (Universal Maintenance Standards), USD (Unified Standard Data), UAS (Universelles Analysier System), MOST (Maynard Operation Sequence Technique).

(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 92-93)

Všechny uvedené metody se používají dodnes, avšak největší význam pro současné průmyslové inženýrství mají především časové studie pomocí přímého měření a systémy předem určených časů. Jedná se o nejmladší způsoby, které se dále rozvíjejí. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 92)

K takto získaným časům je nutné přičíst následující přírážku na osobní potřeby, na odpočinek a na krátkodobá zdržení (celkem přibližně 5% celkového času).

3.2.1.2.1 MOST

Může se jednat o Basic, Mini, Maxi, Giga nebo Clerical MOST. Nejčastěji používaným je Basic-MOST, který je vhodný pro operace na střední úrovni (vykonávány více než 150 x a méně než 1 500x týdně. Většina operací ve většině průmyslových oborů spadá do této kategorie. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 117)

Časová jednotka v tomto systému měření času je 1 TMU = 0,036 sekund. Všechny prováděné činnosti, které pracovník vykonává, se rozdělí na nejmenší možné pohyby a těmto pohybům se dle karty Basic-Most přiřadí jednotlivé časy. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 109)

3.2.2 Operační výzkum

Pro potřeby projektů zvyšování efektivity výrobních pracovišť nebo výrobních procesů lze využívat některou z metod operační analýzy, které jsou součástí metodiky průmyslového inženýrství. Jedná se například o síťové grafy (CPM, PERT), metody řešení sekvenčních úloh, metody matematické statistiky, hromadné obsluhy, teorie zásob či teorie obnovy a údržby.

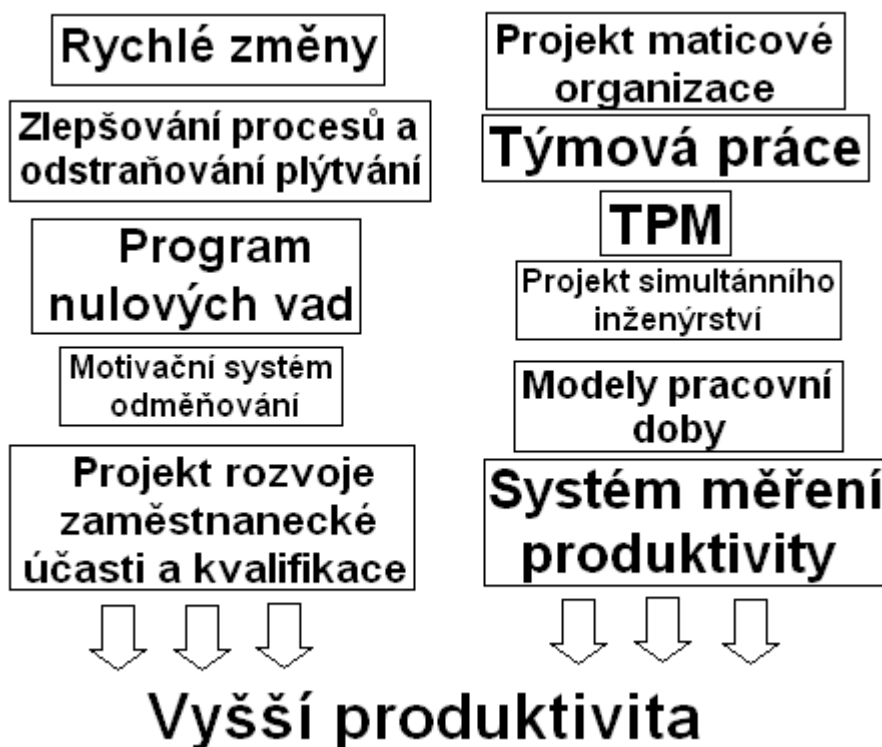
Rozvojem těchto metod se průmyslové inženýrství vzdálilo praktickým potřebám podniků, proto se jimi dále nebudu zabývat. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 94)

3.3 Moderní průmyslové inženýrství

Vychází z praxe světových firem, převážně z výrobního systému Toyoty. Nemá jasně definované hranice působnosti. Moderní průmyslové inženýrství považuje vysokou produktivitu jako jedinou možnou obranu v konkurenčním prostředí, výrazně se orientuje na nefyzické investice (rozvoj pracovníků a organizace) a namísto jasně definovaných technik nastupují komplexnější programy. Trvale podporuje rozvoj produktivity. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 95)

Programy moderního průmyslového inženýrství se zaměřují především na zvýšení kvalifikace a účasti zaměstnanců na řízení, zlepšení organizačních systémů, zvýšení dynamiky zlepšování procesů, odstraňování plýtvání, skutečné zajišťování jakosti a měření a hodnocení produktivity. K dosažení těchto cílů se používají metody uvedené na obrázku 6.

(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 97)



Obrázek 6 Metody moderního průmyslového inženýrství

(zdroj: Mašín a Vytlačil, 2000, s. 98)

3.4 Průmyslový inženýr

Pracovník, který má teoretické znalosti, praktické zkušenosti a osobní vlastnosti nutné pro tuto pozici. Průmyslový inženýr je normovač, hledač lepších cest, maximalista, realista a moderátor. Musí se dívat na věci reálně a s nadhledem. Průmyslový inženýr přijímá za svůj cíl vysoký zisk, produktivitu a jakost, neustálé zlepšování procesů a odstraňování plýtvání.

(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 84 – 86; *Průmyslové inženýrství*, © 2005 – 2012)

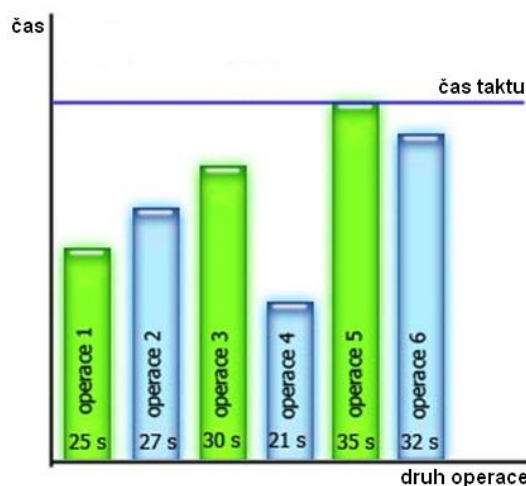
4 VYBALANCOVÁNÍ PRACOVIŠTĚ

Balancování pracoviště je činnost, jejímž cílem je dosáhnout relativně stejných časů cyklu u jednotlivých operací. Minimalizuje plýtvání způsobené čekáním z důvodu rozdílných cyklových časů. Balancování je založeno na analytickém rozboru činností pomocí technik měření práce a na následném přerozdělování elementů práce mezi pracovníky. (Mašín, 2005, s. 11)

4.1 Druhy časů

1. Čas taktu

Jedná se o tempo, kterým zákazník odebrává výrobek nebo službu. Vypočítáme ho jako podíl čistého dostupného pracovního času určitého období a celkového požadavku zákazníka za určité období. Jinými slovy, čas taktu určuje, jak rychle se musí vyrábět, aby došlo ke splnění zákaznických potřeb (abychom vyrobili zakázku včas). (Mašín, 2005, s. 17)



Obrázek 7 Čas taktu (zdroj: Volko, © 2009)

Jedná se o časový interval, v kterém jsme schopni vyprodukovat 1 hotový výrobek.

Takt udává úzké místo výrobního procesu, takže taktem je výrobní čas 1 ks na zařízení, které je úzkým místem (viz obrázek 7).

2. Čas cyklu

Jedná se o čas, který uběhne od zahájení jedné operace do jejího dokončení neboli čas opakování dané operace. Čas cyklu operátora je celkový čas nutný pro vykonání operace (včetně chůze, manipulace apod.) Čas cyklu stroje je čas od spuštění stroje až po návrat do základní polohy. (Mašín, 2005, s. 17)

3. Procesní čas

1. Čas potřebný k provedení a dokončení specifikované série operací na jednom výrobku.
2. Část pracovního cyklu, během které je výrobek strojně opracováván podle předem dané specifikace a jejíž čas není řízen operátorem. (Mašín, 2005, s. 63-64)

4.2 Celková efektivita zařízení

Tento název pochází z překladu anglického pojmu Overall equipment efficiency (dále OEE).

OEE vyjadřuje celkovou efektivitu daného zařízení, kdy bere v úvahu dobu, po kterou zařízení produkuje výrobky (využití), vytíženost zařízení – jak intenzivně produkuje výrobky (výkon) i skutečný počet kvalitních výrobků a zmetků (kvalita).

Tento ukazatel sledujeme především v úzkých místech výroby. Nelze ho opomenout při sladování výrobního taktu linky nebo výrobní buňky.



Obrázek 8 Parametry pro výpočet OEE (zdroj: Volko, © 2009)

Výpočet OEE v %

$$\text{OEE} = \text{využití} * \text{výkon} * \text{kvalita} * 100 \quad \text{OEE} = \frac{B}{A} * \frac{D}{C} * \frac{F}{E} * 100$$

$$\text{Využití} = \frac{\text{celkový plánovaný pracovní čas} - \text{plánované prostoje} - \text{prostoje}}{\text{celkový plánovaný pracovní čas} - \text{plánované prostoje}}$$

$$\text{Výkon} = \frac{\text{skutečný počet vyrobených ks} * \text{optimální čas na výrobu 1 ks}}{\text{celkový plánovaný pracovní čas} - \text{plánované prostoje}}$$

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{skutečný počet vyrobených ks} - \text{zmetky}}{\text{skutečný počet vyrobených ks}} \quad (\text{Volko, } \text{© 2009})$$

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost, ve které je diplomová práce zpracovávána si z důvodu ochrany dat nepřeje být jmenována, takže informace, které o ní mohu poskytnout, jsou značně omezené.

Ze stejného důvodu jsou všechny číselné hodnoty uvedené v praktické části **přepočítány koeficientem**. Taktéž nebylo možné zveřejnit layouty pracovišť a některé fotografie musely být v jistých částech zamaskovány.

Společnost XY je jedním ze světových lídrů v automobilovém průmyslu a zaměstnává přibližně 150 000 zaměstnanců v 200 závodech v 36 zemích světa.

Tato diplomová práce byla zpracována v jednom z českých závodů, který je rozdělen do tří samostatných celků (sektorů).

Pracovala jsem na projektu, který spadá do sektoru 2, kde se vyrábí následující 4 produkty:

- Engine systémy – elektronické řídicí jednotky benzínových a dieslových motorů,
- transmission – elektronické jednotky pro řízení převodovek, rozložení krouticího momentu a náhonů čtyř kol,
- instrumentation & driver - elektronické jednotky pro přístrojové desky osobních automobilů,
- fuel systems – palivové řídicí jednotky.

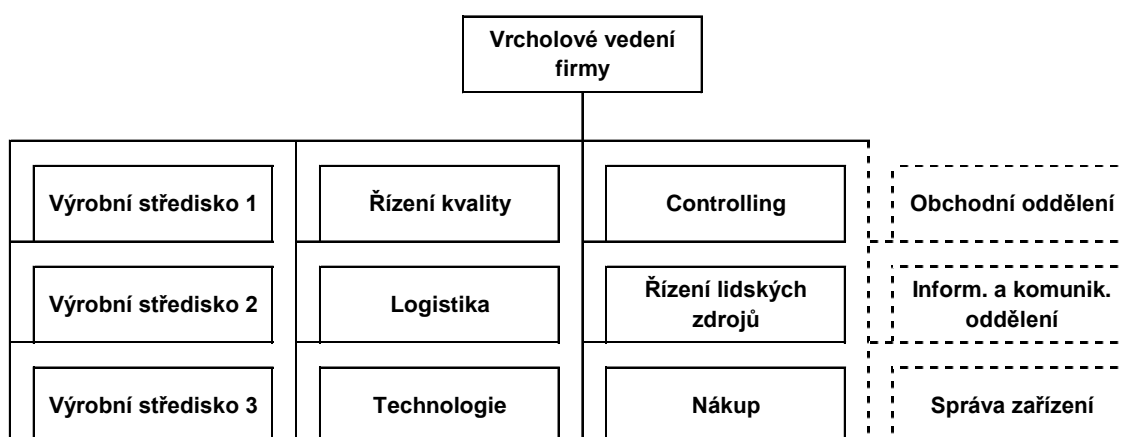
Přehled zákazníků společnosti XY je uveden na obrázku 9.



Obrázek 9 Zákazníci společnosti XY (zdroj: interní informace firmy XY)

5.1 Organizační struktura firmy

Firma je rozdělena do tří hlavních výrobních středisek. V každém středisku se vyrábí produkty spadající do podobné kategorie. Dále do organizační struktury patří několik podpůrných oddělení. Konkrétně se jedná o oddělení kvality, logistiky, techniky, controllingu, řízení lidských zdrojů, nákup, obchod, informací a komunikace a správy zařízení. Všechny střediska náleží přímo pod vedení firmy.



Obrázek 10 Organizační struktura firmy XY (zdroj: vlastní)

5.1.1 Organizační struktura výroby

Organizace výroby ve společnosti XY je členěna do 3 sektorů. Jedná se o teritoria zaměřená na produkci výrobků spadajících do stejné kategorie. Každý sektor se dále člení na business týmy v čele s business team managery. Každý business tým pracuje na určitém úseku, který se dále dělí na výrobní týmy v čele s týmovými předáky. Výrobní týmy se skládají z jednotlivých operátorů.

5.1.1.1 Business team manager

Osoba zodpovídající za plynulý chod výroby a dosahování plánovaných cílů daného business týmu. Schvaluje všechny změny a zlepšovací procesy týkající se výroby. Komunikuje s týmovými předáky svého teritoria, s ředitelem daného sektoru i se zákazníky.

5.1.1.2 Týmový předák

Jedná se o vedoucího výrobního týmu. Představuje komunikační kanál mezi business team managerem a výrobou (operátory na linkách). Týmový předák má za úkol plnit denní cíle, delegovat operátory a rozplánovat jejich činnosti.

5.1.1.3 Pracovník systémové obsluhy

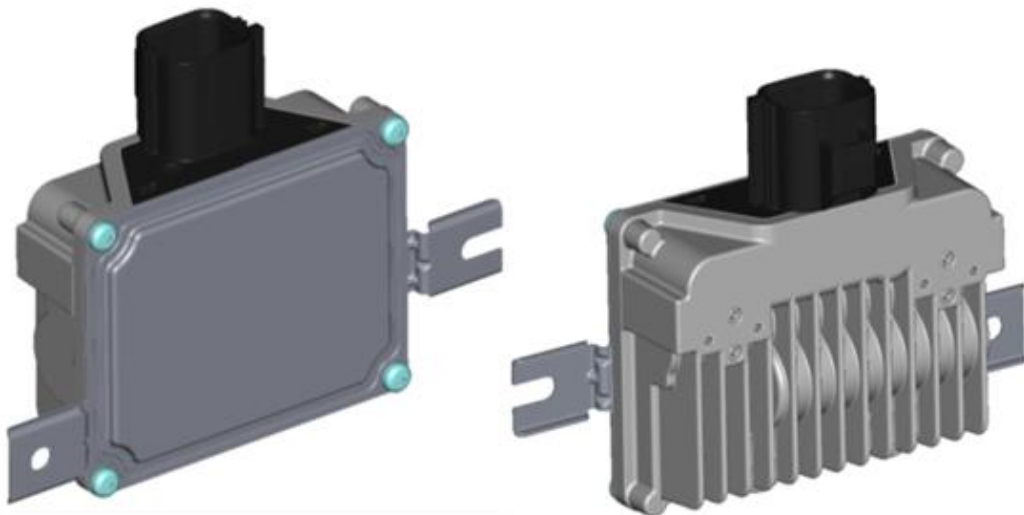
Dále do organizační struktury patří pracovníci systémové obsluhy (dále už jen SO). Tito pracovníci se starají o správný chod výrobních zařízení v teritoriu, pod které spadají. Ve většině případů má jeden business tým k dispozici dva pracovníky SO, kteří mají za úkol řešit opravy, vady a odstávky výrobních zařízení. Dále pracovník SO provádí denní, týdenní, měsíční a roční údržbu.

6 PŘEDSTAVENÍ VYBRANÉHO PROJEKTU

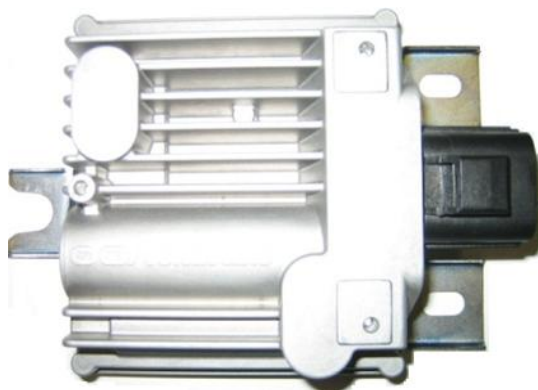
V diplomové práci se zabývám analýzou a zlepšováním procesu výroby jednoho konkrétního projektu. V tomto projektu se vyrábí 2 různé produkty, které mají velice podobné (téměř totožné) funkce a se liší zejména konečným tvarem. Jejich výroba probíhá stejným způsobem na stejných výrobních zařízeních.

6.1 Představení produktů

Produkt A tvoří 80 % z celkové produkce, z přední i zadní strany ho znázorňuje obrázek 11. Produkt B tvoří 20 % z celkové produkce a znázorňuje ho obrázek 12. V obou případech se jedná se o jednotky řídící průtok, tlak a spotřebu paliva automobilu. Produkty jsou umístěny na nádrži.



Obrázek 11 Produkt A (zdroj: vlastní)



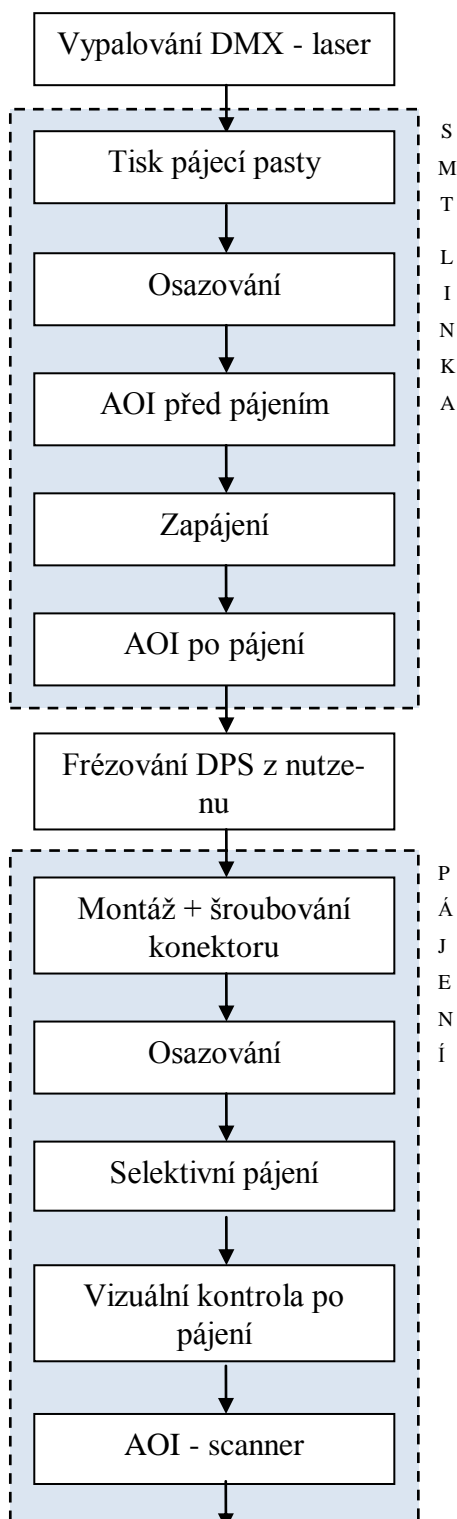
Obrázek 12 Produkt B (zdroj: vlastní)

Oba produkty se skládají z pouzdra (spodní díl kovového obalu), osazené desky plošných spojů (dále jen DPS), konektoru, víka (horní díl kovového obalu), šroubů, lepidla, těsnící pasty a etikety. Všechny potřebné díly firma nakupuje od dodavatelů a zabývá se jen konečnou montáží. Nejnáročnější je osazení a montáž DPS. Hotová DPS se vsadí do kovového pouzdra a produkt je po konečném otestování hotov.

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Nejprve je nutné seznámit se s detailním postupem výroby. Poté budou provedeny další potřebné analýzy.

7.1 Analýza výrobního postupu

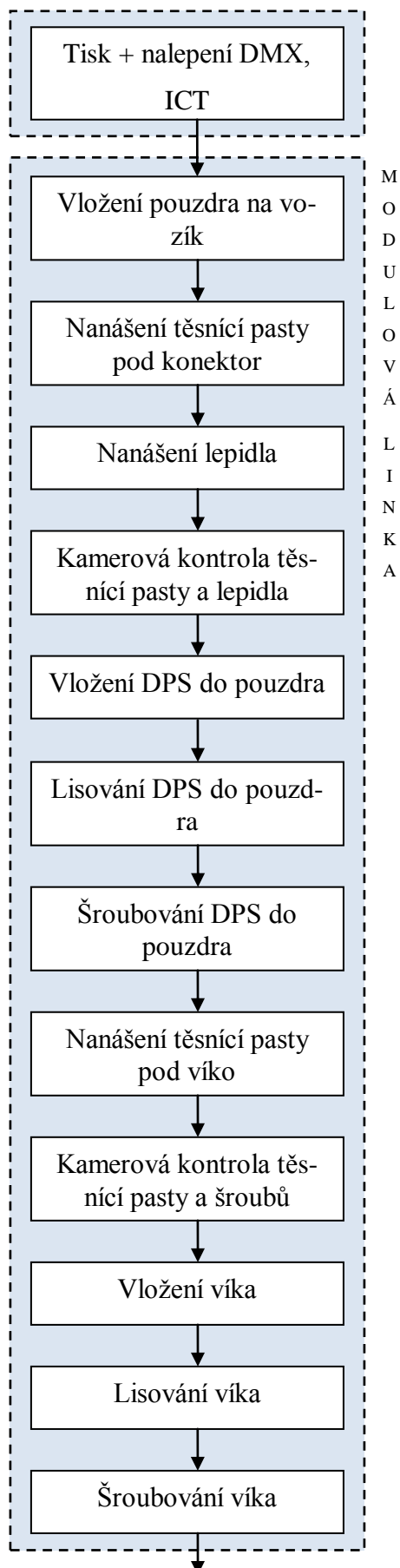


Obrázek 13 Výrobní postup 1. část
(zdroj: interní informace firmy XY)

První operací celého výrobního procesu je vypalování Data Matrix Kódu (dále DMX) na DPS. Do DMX se v průběhu celého procesu postupně ukládají informace o výrobě. Tento údaj slouží pro objasnění vzniklého problému či případné reklamace. Pomocí kódu určíme, kdy došlo k vadě, na jakém stroji a který pracovník je za ni zodpovědný. V budoucnosti můžeme tyto příčiny eliminovat. Toto pracoviště je sdílené pro více typů výrobků a výroba zde probíhá dávkově. Jedná se o automatizované zařízení, které obsluhuje 1 operátor.

Dále výrobek putuje do vedlejší výrobní haly na SMT linku. Na této lince dochází k osazování DPS přibližně stovkou drobných komponent. Nejprve se nanese na DPS pájecí pasta, poté se umístí na pastu komponenty, provede se automatická optická kontrola před pájením, komponenty se zapájí a opět se pomocí automatické optické kontroly zkontrolují. V případě, že osazení proběhlo bezchybně, pokračuje výrobek na další operaci. SMT linka je taktéž sdílené pracoviště a výroba zde probíhá po dávkách. Jedná se o vysoce automatizovanou linku, takže k obsluze stačí pouze 1 operátor, který má na starost především vkládání DPS do linky, jejich vyjímání a doplňování materiálu.

Výrobní proces pokračuje na další výrobní hale, kde se již provedou všechny zbývající výrobní operace.

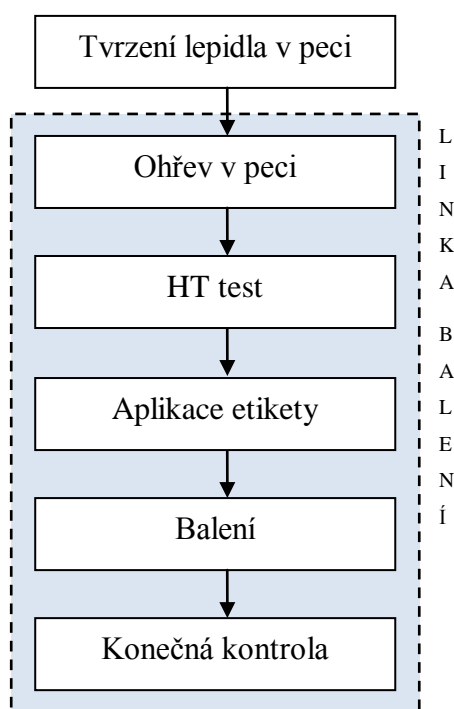


Nejprve výrobky putují na pracoviště Frézování, což je opět dávkové pracoviště, které je sdílené pro více druhů výrobků. Na tomto pracovišti se rozdělí nutzeny skládající se z 6 DPS na jednotlivé DPS a nasadí se rámeček, který později slouží pro uložení dalších komponent. Frézku obsluhuje 1 operátor.

Následně se vyfrézované výrobky dopraví na pracoviště Pájení. Toto pracoviště je již uspořádáno do výrobní buňky, kde funguje tok jednoho kusu a probíhá zde několik výrobních operací. Operátor 1 v buňce přišroubuje k DPS konektor. Tato operace probíhá přímo na dopravníku pájecí vlny. Vozíček s DPS odešle k operátorovi 2, který DPS osadí dalšími komponenty a odešle vozíček do pájecí vlny. Zde proběhne selektivní pájení, poté pomocí výtahu sjedou zapájené DPS na dopravník pod vlnou s chladicími boxy a opět pomocí výtahu zpět k prvnímu operátorovi. Operátor 1 DPS vizuálně zkontroluje, očistí a položí na odkládací policičku. Z této policičky si bere výrobky operátor 3, který obsluhuje automatickou optickou kontrolu, vytiskne a nalepí DMX na konektor a obsluhuje zařízení ICT. ICT je poslední operací v této buňce, jedná se o kontrolu obvodů DPS a jejich elektronické funkce (zda jsou osazeny správné součástky a fungují).

Výrobky dále putují k modulové lince. Tato linka se skládá z 6 modulů vzájemně propojených dopravníkovým pásem, na kterém neustále kolují vozíčky obsahující jeden výrobek nebo jeho část. V každém modulu probíhá jiná výrobní operace. Na této lince dochází prakticky ke vsazení hotových DPS do ko-

Obrázek 14 Výrobní postup 2. část
(zdroj: interní informace firmy XY)



Obrázek 15 Výrobní postup
3. část (zdroj: interní informace
firmy XY)

kerou provádí operátor 3. Po této operaci výrobek putuje opět k operátorovi 1, který ho vyjme ven z linky.

Takto rozpracované kusy je nutné tvrdit v peci 108 minut při teplotě 108 °C. Důvodem je specifikace lepicí pasty.

Poslední operace celého výrobního procesu probíhají na další lince. Tato linka se skládá z další pece, která zajistí teplotu výrobků v rozmezí 67,5 – 76,5 °C nutných pro HT test, což je následující operace. Tento test simuluje reálnou zátěž výrobku při teplotě, kterou bude mít v reálné situaci při provozu automobilu a po připojení přes konektor kontroluje, zda všechny jeho elektronické funkce probíhají správně. Následující operací je aplikace etikety obsahující údaje o výroku. Mezi jednotlivými operacemi je opět dopravníkový pás, který je spojuje.

Tuto linku obsluhuje jeden operátor. Tento operátor vyjme výrobky z pece a vkládá je po jednom do vozičku, který postupně projede všemi výrobními operacemi. Hotový kus operátor vyjme, vizuálně zkontroluje, očistí a zabalí do beden. Poté putují hotové výrobky k zákazníkovi.

vového pouzdra. V současné době linku obsluhují 3 operátoři. Operátor 1 vyjímá hotové kusy a do prázdného vozičku následně vloží prázdné pouzdro (spodní díl). Pouzdro putuje na operaci Nanášení těsnící pasty, poté Nanášení lepidla a následně na Kamerovou kontrolu, zda obojí nanesení proběhlo v pořádku. Všechny tyto tři operace jsou prováděny strojně. Zkontrolované pouzdro se opět po dopravníkovém pásu vrátí k operátorovi 1, který do pouzdra vloží DPS, tato se následně zalisuje na automatickém lisu a putuje k operaci šroubování DPS, kterou provádí operátor 2. Následuje opět operace Nanášení těsnící pasty a Kamerová kontrola šroubů a těsnící

hmoty. Zkontrolovaný kus přijede opět k operátorovi 1, který vloží víko (horní díl). Víko se opět zalisuje a putuje na operaci Šroubování víka,

7.1.1 Zjištěné nedostatky

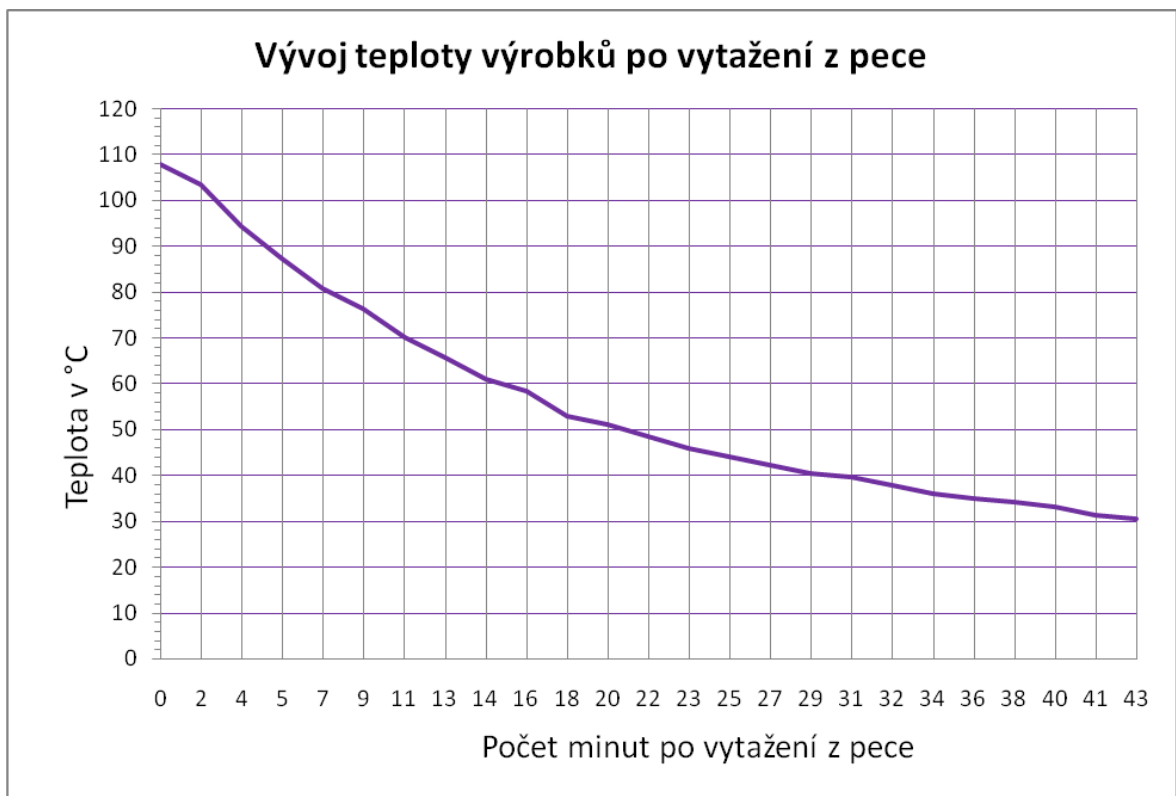
Po výstupu výrobků z modulové linky se vytvrzuje lepidlo v peci při teplotě 108 °C, následně se výrobky vyjmou a postupují na další operaci, což je opět ohřev v peci na potřebnou teplotu pro HT test 68 až 77 °C. U prvních zpracovaných výrobků tedy dochází spíše k ochlazování než k ohřívání. U později zpracovaných výrobků dochází k opětovnému ohřevu. Obojí je značně neefektivní.

Potřebnou teplotu pro HT test je možné zajistit i jinými způsoby než dvojitým ohřevem.

Výsledkem by byla úspora výrobní plochy na hale, kterou zabírá pec v rozměru 8 m², a náklady spojené s jejím provozem (elektrická energie, údržba).

7.1.1.1 Analýza doby chladnutí výrobků po vytažení z pece

Při měření teploty výrobků po vytažení z pece bylo zjištěno, že teplota výrobků dosahující ihned po vyjmutí z pece 108 °C, rychle klesá. Na následující operaci – HT test, potřebujeme, aby měl výrobek teplotu v rozmezí od 68 do 77 °C. Teplotní graf (obrázek 16) ukazuje, že teplota klesne na 72 °C již za 10 minut.



Obrázek 16 Vývoj teploty výrobků po vytažení z pece (zdroj: vlastní)

Vozíček s výrobky A obsahuje 90 ks. Zpracování celého vozíčku operátorovi trvá 34 minut. Z tohoto vyplývá, že prvních 26 ks se v peci ochlazuje a zbývajících 64 ks se opětovně ohřívá.

U výrobku B 1 vozíček obsahuje 120 ks, čili zpracování tohoto vozíčku trvá 47 minut. Prvních 26 ks se ochlazuje a zbývajících 94 se opětovně ohřívá. Jak bylo řečeno výše, obojí je značně neefektivní.

7.2 Analýza layoutu haly Konečné montáže

Vypalování DMX kódu a osazování na SMT lince probíhá na jiných výrobních halách na sdílených pracovištích a v současné době není možné jejich činnost jakkoli měnit. Všechny ostatní výrobní procesy probíhají na hale Konečné montáže. První operací na této hale je Frézování. Frézka je sdílená pro několik druhů výrobků, proto ji nebylo možné uspořádat do výrobní buňky a musí fungovat jako samostatné pracoviště. Další operací je Selektivní pájení obsahující další činnosti, které jsou již úspěšně uspořádány do výrobní buňky. Výstupem z této buňky jsou hotové DPS. Následuje modulová linka, kde se DPS vsadí do kovového pouzdra, Tvrzení lepidla v peci a linka balení, na které proběhne konečná kontrola funkčnosti výrobku a balení.

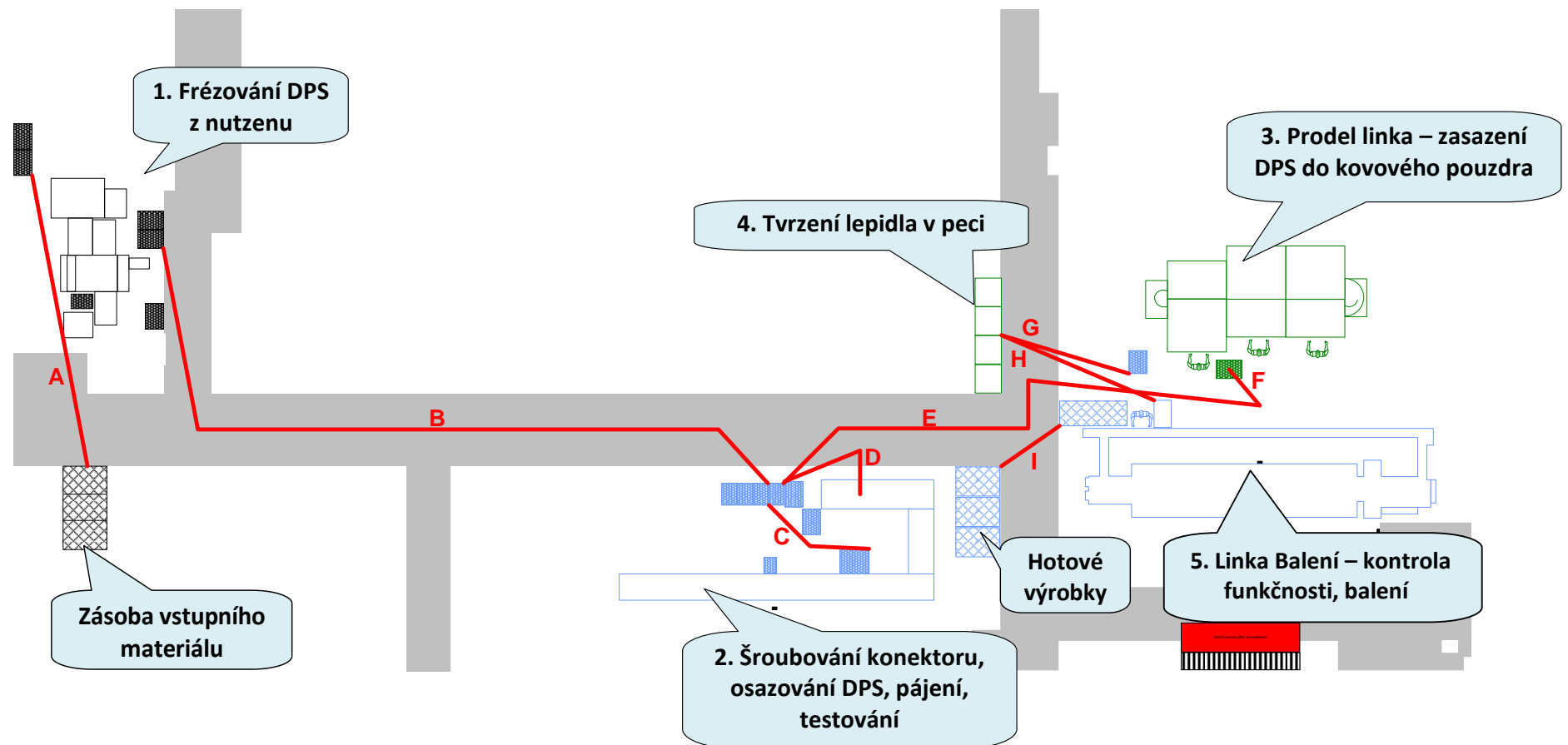
Výroba na hale tedy probíhá ve 4 samostatných úsecích a každý úsek má zásobu vstupního a výstupního materiálu. Je nutný transport těchto zásob mezi jednotlivými pracovišti, což zbytečně zatěžuje manipulanta. Navíc tyto zásoby zabírají plochu ve výrobní hale.

Tok materiálu na hale je znázorněn na obrázku 17. Z důvodu ochrany interních dat firmy, nebylo možné uvést celý layout haly a přesné uspořádání pracovišť.

V tabulce 2 jsou uvedeny podrobnější informace k toku materiálu na hale.

Tabulka 2 Převravaný materiál na hale Konečné montáže (zdroj: vlastní)

Trasa	Převravec	Vzdálenost v m	Převravaná množství
A	manipulant	8,5	2 magazíny po 23 nutzenech, 1 nutzen obsahuje 6 ks = 276 ks
B	manipulant	17	5 beden po 135 ks = 675 ks
C	operátor	3	1 bedna po 108 ks = 108 ks
D	manipulant	2	1 bedna po 32 ks = 32 ks
E	manipulant	12,5	5 beden po 32 ks = 160 ks
F	operátor	1,5	1 bedna po 32 ks = 32 ks
G	operátor	4	1 vozíček s 6 rošty, 1 rošt obsahuje 15 ks = 90 ks
H	operátor	5	1 vozíček s 6 rošty, 1 rošt obsahuje 15 ks = 90 ks
I	manipulant	2,5	1 bedna po 32 ks = 32 ks



Obrázek 17 Uspořádání výrobních pracovišť na hale konečné montáže a materiálový tok (zdroj: vlastní)

7.3 Výpočet současného a budoucího zákaznického taktu

Protože cílem práce je zvýšit efektivnost výroby tak, aby bylo možné vyrábět na daných pracovištích ještě vyšší objemy výroby v kratším čase, je nutné vypočítat, jaký je současný takt výroby a jaký musí být budoucí takt výroby, aby bylo možné splnit dané požadavky.

V současnosti se vyrábí přibližně 17 600 ks týdně, avšak zákazník co nejdříve požaduje výrobu 22 500 ks týdně. Navíc je jeho přáním, aby výroba probíhala pouze v 5 dnech týdně. V současné době je kvůli nedostatečné kapacitě udělena dočasná výjimka a povoleno vyrábět v 7 dnech. Zákazník si přeje výrobu v 5 dnech týdně, protože také vyrábí v 5 dnech a 2 dny v týdnu si chce nechat jako rezervu pro nečekané výkyvy v poptávce. V budoucnu firma chce vyhovět všem přáním zákazníka.

7.3.1 Současný zákaznický takt

Vyrábí se 7 dní v týdnu ve dvou 12 hodinových směnách. V každé směně je 30 minutová přestávka a jednou týdně 6 hodinová údržba. Týdně se vyrobí 17 780 ks, denně se vyrobí 2 540 ks.

$$\text{Zákaznický takt} = \frac{(2 * 11,5 * 60 * 60) - (6 * 60 * 60)}{17780} = 31,4 \text{ sekund}$$

7.3.2 Budoucí zákaznický takt

Je potřeba zvýšit efektivnost výroby, tak aby bylo možné vyrábět v požadovaných 5 dnech ještě vyšší objemy výroby než doposud. Týdenní požadavek zákazníka je 22 780 ks, denní požadavek je 4 556 ks. Údržba se bude provádět v nevýrobních dnech.

$$\text{Zákaznický takt} = \frac{5 * 2 * 11,5 * 60 * 60}{22780} = 18,2 \text{ sekund}$$

Budoucí zákaznický takt 18,2 sekund je pro nás limitující. Je to hranice, kterou nemůže žádný výrobní proces překročit. Všechny procesní časy musí být kratší nebo rovny tomuto času, jinak by nebylo možné splnit zakázky při požadovaných podmínkách.

7.3.3 Využití disponibilního času

7.3.3.1 Denní

V současné době se denně vyrobí 2 540 ks a budoucím požadavkem zákazníka je vyrobít denně 4 556 ks. V případě, že vyhovíme požadavkům zákazníka, zvýší se denní využití disponibilního času o 79%. Za stejný čas bychom byli schopni vyrobít o 79% více produktů než v současnosti!

7.3.3.2 Týdenní

V případě, že nebudeme počítat v denním intervalu, ale v týdenním, se procento využití disponibilního času sníží. Dle požadavků zákazníka 2 dny v týdnu bude výroba stát, což musíme při výpočtu zohlednit. Týdně v současnosti vyrobíme 17 780 ks (za 7 dní) a v budoucnosti zákazník požaduje 22 780 ks (za 5 dní). Týdenní využití disponibilního času v tomto případě vzroste o 28%.

Výsledkem tohoto srovnání je zjištění, že kdyby nebylo přáním zákazníka vyrábět v pouhých 5 dnech týdně, byli bychom schopni zvýšit využití disponibilního času o 80% (vyrobít o 80% více produktů než v současnosti), ale jelikož si zákazník přeje výrobu pouze v 5 dnech, jsme schopni zvýšit produkci pouze o 28%.

7.4 Analýza časů jednotlivých procesů s ohledem na zákaznický takt

V tabulce 3 ve sloupci „Reálný čas v s/ks“ vidíme, že v současné době je úzkým místem procesu modulová linka, konkrétně operátor 1 s reálným procesním časem 24,9 sekund. Při porovnání se současným zákaznickým taktům 31,4 sekund je firma bez problémů schopna pokrýt současné požadavky zákazníka a má ještě jistou rezervu.

Dále jsme pomocí analýzy časů jednotlivých procesů zjistili, které výrobní časy je nutno zkrátit, aby výroba probíhala v požadovaném zákaznickém taktu 18,2 sekund. Tyto procesy jsou označeny červeně v posledním sloupci tabulky 3.

Tabulka 3 Analýza časů jednotlivých procesů (zdroj: vlastní)

	Proces	Poznámka	Čistý čas v s/proces	OEE	Přirážka	Reálný čas v s/ks	Porovnání s bud. zák. taktem
	Vypalování DMX		3,5	90%		3,9	14,3
	Osazování SMT		5,3	90%		5,9	12,3
	Frézování		7,4	90%		8,2	10,0
Buňka Pájení	Šroubování konektoru		20,2		5%	21,2	-3,0
	Ruční osazování		14		5%	14,7	3,5
	Pájení		18,8	87%		21,6	-3,4
	AOI	zařízení pro 2 ks	10,6	87%		6,1	12,1
	Tisk etikety		0,9	87%		1,0	17,2
	ICT	2 zařízení	33,8	87%		19,4	-1,2
Modulová linka	Obsluha linky		23,8		5%	24,9	-6,7
	Nanesení těsnící pasty	2 operace	16,2	85%		19,1	-0,9
	Nanesení lepidla		20,5	85%		24,1	-5,9
	Kamerová kontrola	2 operace	9,7	85%		11,4	6,8
	Lisování	2 operace	15,1	85%		17,8	0,4
	Šroubování DPS		18,3		5%	19,2	-1,0
	Šroubování víka		14,3		5%	15,0	3,2
	Tvrzení lepidla v peci		18	85%		21,2	-3,0
Linka Balení	Ohřev v peci		15	85%		17,7	0,5
	HT test	2 zařízení	36 *	85%		21,2	-3,0
	Nalepení etikety		7	85%		8,3	9,9
	Obsluha linky		19,6		5%	20,6	-2,4

* Uvedený čistý čas v s/proces je průměrem časů prvního HT testu 31,1 sekund a druhého HT testu 41 sekund u produktu B. U produktu A jsou oba tyto časy nižší a nejsou problémovým místem.

Poznámka: Strojní časy byly zjištěny pomocí přímého měření a časy práce jednotlivých operátorů byly zjištěny pomocí metody Basic MOST.

Tabulka 3 ukazuje, že je nutné zabývat se optimalizací buňky Pájení, modulové linky i linky Balení, protože v každém výrobním útvaru jsou procesy, které překračují budoucí požadovaný zákaznický takt. Taktéž i doba tvrzení lepidla v peci je příliš vysoká. Z tohoto důvodu se budu zabývat analýzou a zefektivňováním těchto výrobních procesů.

7.5 Analýza buňky Pájení

Layout tohoto pracoviště je uspořádán do výrobní buňky. Z důvodu ochrany interních dat firmy, ho nelze uvést. První operací v buňce je Šroubování konektoru, kterou provádí operátor 1 přímo v masce na dopravníku pájecí vlny. Poté odešle DPS s přišroubovanými ko-

nektory k operátorovi 2, který DPS osadí komponenty a odešle do pájecí vlny, kde dojde k selektivnímu zapájení těchto komponent. Poté maska s DPS sjede výtahem na dopravník pod pájecí vlnou, kde dojde k ochlazení DPS na pokojovou teplotu. Ochlazené DPS výtahem vyjedou opět k operátorovi 1, který výrobky vizuálně zkontroluje, očistí a odloží na odkládací policičku vedle čistícího boxu. Zde si výrobky vezme operátor 3, který je vloží do AOI (automatická optická kontrola), vyjme, nalepí etiketu a vloží do ICT testu. Po této operaci výrobky opouští buňku.

Výstupem buňky jsou kompletně hotové DPS, které se dále ještě musí vsadit do kovového pouzdra. V buňce pracují 3 operátoři, kteří pravidelně v buňce rotují, takže se snižuje monotónnost práce a nedochází k jejich přetěžování (snižuje se riziko vzniku nemoci z povolání).

7.5.1 Analýza operačních časů

V tabulce 4 vidíme, že úzkým místem buňky je operace pájení a práce operátora 1.

Operátor 3 pracuje v překrytém čase práce strojů AOI a ICT. Nelze tedy považovat jeho procesní čas 22,6 sekund za problémový, protože za tento čas dopomůže k výrobě více než 1 ks.

Tabulka 4 Analýza časů jednotlivých procesů v buňce Pájení (zdroj: vlastní)

	Proces	Poznámka	Čistý čas v s/proces	OEE	Přirážka	Reálný čas v s/ks	Porovnání s bud. zák. taktem
Buňka Pájení	Šroubování konektoru (operátor 1)		20,2		5%	21,2	-3
	Ruční osazování (operátor 2)		14		5%	14,7	3,5
	Pájení		18,8	87%		21,6	-3,4
	Obsluha AOI, etikety, ICT (operátor 3)	překrytý čas	19,7	87%		22,6	-4,4
	AOI	zařízení pro 2 ks	10,6	87%		6,1	12,1
	Tisk etikety		0,9	87%		1,0	17,2
	ICT	2 zařízení	33,8	87%		19,4	-1,2

Poznámka: Strojní časy byly zjištěny pomocí přímého měření a časy práce jednotlivých operátorů byly zjištěny pomocí metody Basic MOST.

7.5.2 Zjištěné nedostatky při sledování práce operátorů

Práce operátorů je již dostatečně standardizovaná a těžko lze najít výrazné nedostatky. V případě, že ano, jsou to pouhé drobnosti.

Operátor 1 vloží nejprve konektor do pozice ke šroubování a poté vloží DPS. Nevkládá tyto součástky najednou v překrytém čase, protože k tomu nemá uzpůsobené pracoviště. Krabíčku s konektory má umístěnou nad pájecí vlnou hned u pravé ruky a bednu s DPS má umístěnou vedle pájecí vlny taktéž po pravé ruce. Obě operace provádí tedy pravou rukou. Aby bylo možné vzít do každé ruky obě součásti současně, musel by se operátor při každém úchytu vytáčet.

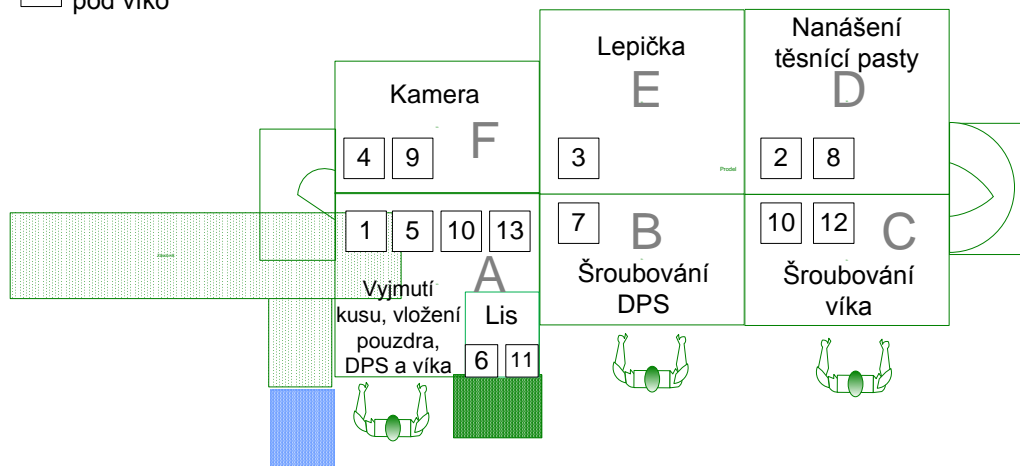
Dále operátor 1 při šroubování konektoru vkládá 2 šrouby do pozic a pak je až zašroubovává. Nevkládá druhý šroub v překrytém čase prvního šroubování.

7.6 Analýza modulové linky

Modulová linka se skládá z 6 modulů, propojených dopravníkovým pásem, na kterém jezdí vozičky s výrobky. Každý voziček obsahuje 1 ks. Na každém modulu probíhá jiná výrobní operace. Na této lince dochází k vložení již hotové DPS do kovového pouzdra. Linku obsluhují 3 operátoři, kteří taktéž mezi sebou pravidelně rotují, čímž se snižuje monotónnost práce a snižuje se namáhání stejných svalových skupin.

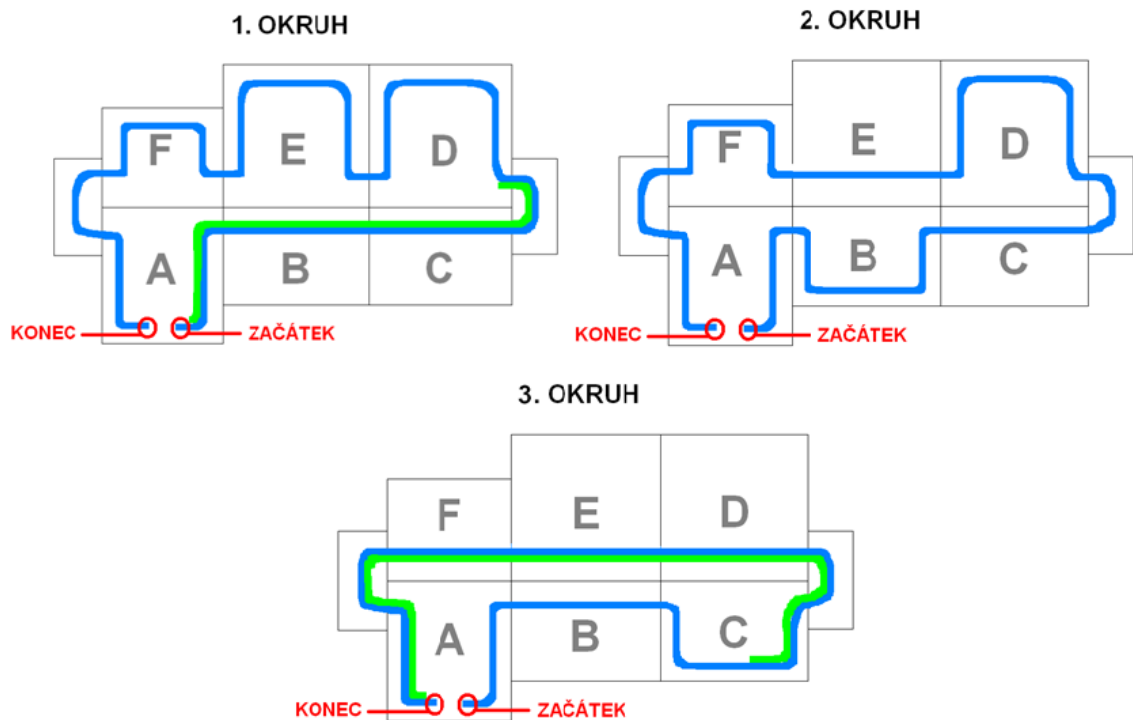
Popis sledu výrobních operací na modulové lince

- | | |
|---|--|
| 1 Vložení pouzdra na vozík | 9 Kamerová kontrola těsnící pasty a šroubů |
| 2 Nanášení těsnící pasty pod konektor | 10 Vložení víka |
| 3 Nanášení lepidla | 11 Lisování víka |
| 4 Kamerová kontrola těsnící pasty a lepidla | 12 Šroubování víka |
| 5 Vložení DPS do pouzdra | 13 Vyjmutí hotového kusu |
| 6 Lisování DPS do pouzdra | |
| 7 Šroubování DPS do pouzdra | |
| 8 Nanášení těsnící pasty pod víko | |



Obrázek 18 Popis sledu výrobních operací na modulové lince (zdroj: vlastní)

7.6.1 Zjištěné nedostatky při analýze cesty 1 ks v lince



Obrázek 19 Analýza cesty 1 ks v modulové lince (zdroj: vlastní)

V současné době musí výrobek pro absolvování všech výrobních operací v lince objet linku 3x dokola, čím dochází k výraznému plýtvání. Často se stává, že pokud je některý modul obsazen čekajícími vozíčky, musí vozíček objíždět dokola do té doby, dokud se kapacita požadovaného modulu neuvolní. V 1. okruhu putuje vozíček po vložení pouzdra z modulu A na svou první operaci až do modulu D. Ve 3. okruhu po šroubování víka v modulu C musí výrobek objet celou linku znovu, aby byl vyjmut v modulu A. Tyto absolvované cesty jsou zcela zbytečné a zpomalují tok výrobků. Na obrázku 19 jsou znázorněny zelenou barvou.

7.6.2 Analýza operačních časů

Jak již bylo uvedeno dříve, úzkým místem celého výrobního procesu je modulová linka a úzkým místem v této lince je procesní čas operátora 1, který v současnosti činí 24,9 sekund a je nutné ho zkrátit o 6,7 sekund. Dalším větším problémem je proces nanášení lepidla s časem 24,1 sekund. Také je nutné zkrátit procesní čas nanášení těsnicí pasty a šroubování DPS.

Tabulka 5 Analýza časů jednotlivých procesů v modulové lince (zdroj: vlastní)

	Proces	Poznámka	Čistý čas v s/proces	OEE	Přirážka	Reálný čas v s/ks	Porovnání s bud. zák. taktem
Modulová linka	Obsluha linky (operátor 1)		23,8		5%	24,9	-6,7
	Nanesení těsnící pasty	2 operace	16,2	85%		19,1	-0,9
	Nanesení lepidla		20,5	85%		24,1	-5,9
	Kamerová kontrola	2 operace	9,7	85%		11,4	6,8
	Lisování	2 operace	15,1	85%		17,8	0,4
	Šroubování DPS (operátor 2)		18,3		5%	19,2	-1
	Šroubování víka (operátor 3)		14,3		5%	15,0	3,2

Poznámka: Strojní časy byly zjištěny pomocí přímého měření a časy práce jednotlivých operátorů byly zjištěny pomocí metody Basic MOST.

7.6.3 Zjištěné nedostatky při sledování práce operátorů

Při sledování operátora 1 v modulové lince jsem dospěla k následujícím zjištěním.

1. Nevhodné uspořádání materiálů.

Operátor potřebuje mít po ruce 4 přepravky s materiály – bednu s pouzdry, bednu s DPS, bednu s víky a vozíček pro hotové výrobky. Je tedy jasné, že není možné uspořádat všechny tyto 4 přepravky tak, aby je měl operátor těsně na dosah. Bedna s DPS je umístěna po pravé ruce operátora. Bedna s víky je umístěna na dopravníku nad pájecí vlnou po jeho levé ruce. Bedna s pouzdry a vozíček na hotové výrobky jsou umístěny po operátorově levé ruce.

Před místem určeným pro obsluhu vozíčků je malý odkládací prostor, kde si někteří operátoři v některých případech předem chystají materiál. Dochází tak k plýtvání způsobené dvojnásobným přeskládáním materiálu. Jelikož víme, že procesní čas operátora 1 je úzkým místem celé modulové linky a tím pádem i úzkým místem celého výrobního procesu, nemůžeme si takovéto plýtvání dovolit.

2. Složitě a časově náročné vkládání hotových výrobků do roštů.

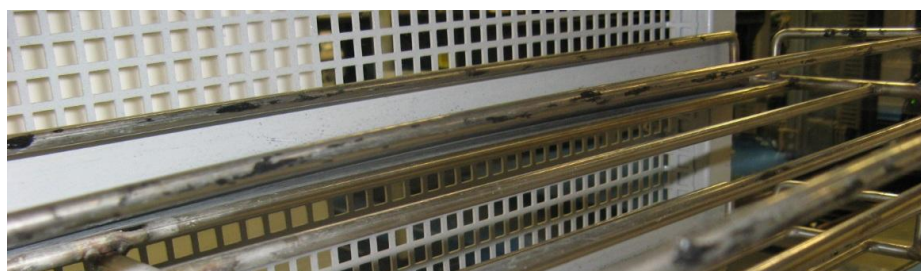
Jeden vozík obsahuje 6 roštů a na každý rošt se vejde 15 výrobků A a 20 výrobků B. Celková kapacita vozíku je 90 ks u produktu A a 120 ks u produktu B. Celková kapacita jedné pece není omezená na kusy, ale na rošty. Do jedné pece vleze 6 roštů. Vozík s výsuvnými rošty vidíme na obrázku 20.

Operátor 1 musí vysunout rošt, aby do něho mohl začít vkládat výrobky. Při ukládání výrobky drhnou o příčky a produkty se musí vkládat konektorem napřed, aby se do roštu vlezly. Vkládání i vyjímání výrobků z roštů je zbytečně obtížné.



Obrázek 20 Stojan na rošty (zdroj: vlastní)

- Hotové výrobky špiní příčky roštů** (viz černé fleky na obrázku 21) a ty pak špiní další výrobky. Operátor obsluhující linku Balení je před zabalením musí čistit. Vzniká zbytečná práce navíc, které trvá v rozmezí od 7 do 20 sekund na 1 ks (dle velikosti znečištění). Proces čištění funguje následovně. Operátor si vezme speciální kovovou tyčinku, na kterou se pasta při dotyku přilepí, a odtrhne ji. Pomocí této trubičky musí operátor odstranit pastu ze všech míst na produktu. Při této práci jsou značně namáhány drobné svalové skupiny na ruce a při dlouhodobém vykonávání vzniká riziko nemoci z povolání.



Obrázek 21 Špinavé příčky roštu (zdroj: vlastní)

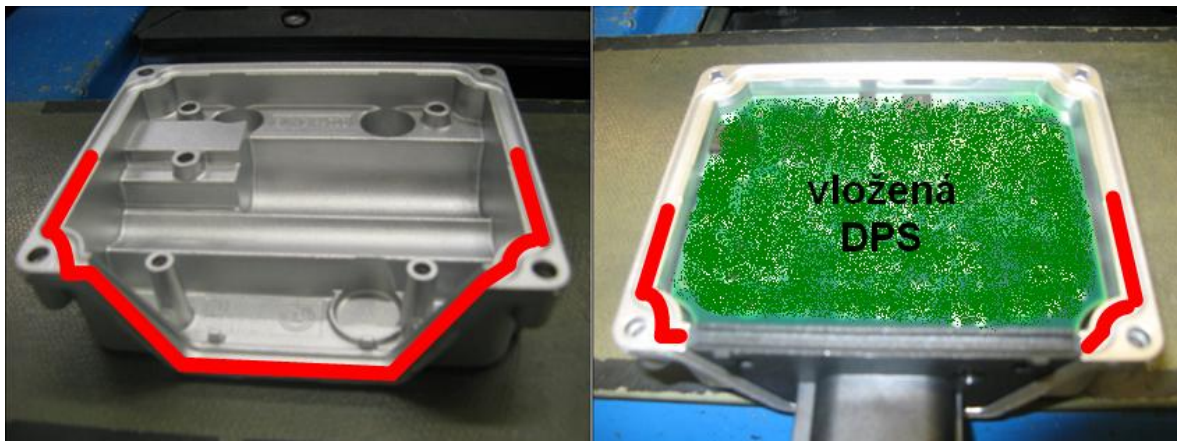
7.6.4 Zjištěné nedostatky při sledování práce strojů

7.6.4.1 Nanášení lepidla

Při sledování strojních zařízení při výrobě bylo zjištěno, že pro nanášení lepicí pasty jsou k dispozici 2 nanášecí hlavy, avšak v provozu je jen jedna. Čas jednoho nanesení je 24,1 sekund, v budoucnu ho tedy bude nutné zkrátit. Nanášecí hlavy jsou v současnosti špatně naprogramovány.

7.6.4.2 Nanášení těsnící pasty

V modulové lince je k dispozici jedna robotická nanášecí hlava, která provádí 2 různé operace. První je nanesení těsnící pasty pod konektor v čistém čase 8,1 sekund, druhá je nanesení těsnící pasty pod víko s časem také 8,1 sekund. Celkový procesní čas je 16,2 sekund, včetně 85% OEE 19,1 s. Je nutné zkrátit celkový čas nanesení o 0,9 sekund, protože budoucí požadovaný zákaznický takt je 18,2 sekund.



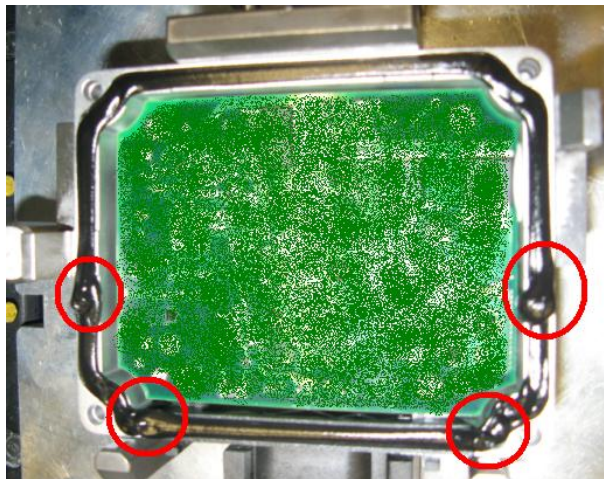
Obrázek 22 Nanesení těsnící pasty pod konektor (zdroj: vlastní)

Proces prvního nanášení těsnící pasty (pod konektor) vidíme na obrázku 22 vlevo. Robotická hlava jedním plynulým pohybem nanese těsnící pastu na dolní polovinu prázdného pouzdra. Jak již bylo uvedeno výše, tento proces trvá 8,1 sekund.

Po této operaci prochází výrobek dalšími výrobními operacemi a poté přijede k operaci Nanášení těsnící pasty podruhé. V tomto případě se již nejedná o prázdné pouzdro, ale je v něm vložená DPS. Nyní je třeba nanést pastu na zbývající části pouzdra a na konektor. Prázdné části vidíme na obrázku 22 vpravo, z něhož vyplývá, že při druhém nanášení lepicí pasty musí robotická hlava nanést pastu nejprve na zbývající část pouzdra, pak přerušit pro-

ces (v místě kde je již pasta nanесena z prvního nanášení) a pokračovat v nanášení pasty přes konektor. Z tohoto vyplývá, že trasa nanášení těsnící pasty je zvolena nevhodně, protože u druhého nanášení musí dojít k přerušení (zdržení) a navíc vzniká více překrytých míst než je nutné (viz odstavec níže).

Dokončené nanесení těsnící pasty znázorňuje obrázek 23.



Obrázek 23 Nanesení těsnící pasty pod víko
(zdroj: vlastní)

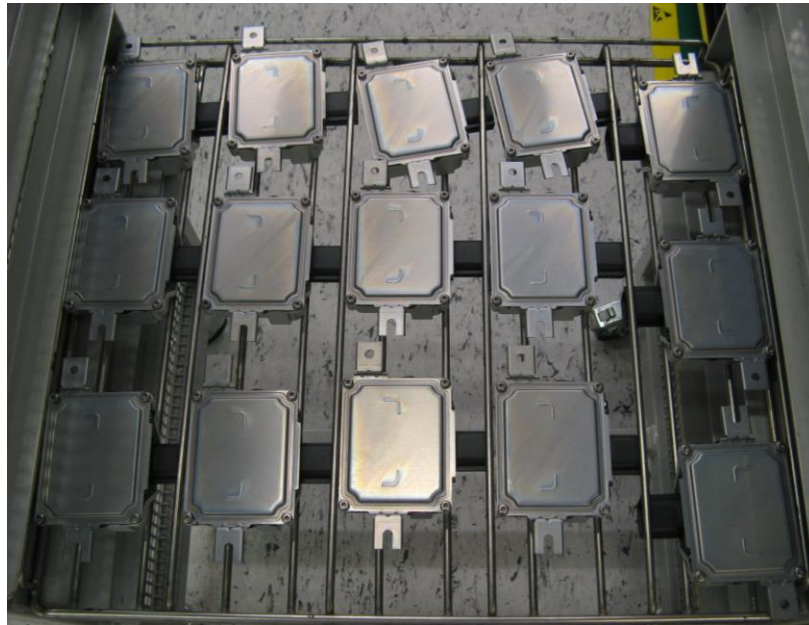
Z obrázku 23 je také patrné, že na 4 místech dochází k překrytí pasty. V těchto místech je pak velká vrstva a po zalisování víka zde pasta přetéká přes okraje. Pokud se přečnívající pasta něčeho dotkne, dojde k zašpinění (viz problémy se špinavými rošty a vozíčky v lince Balení). V dolních bodech označených na obrázku jsou vznikající vrstvy menší než v bodech horních, které působí větší problémy.

7.7 Analýza procesu Tvrzení lepidla v peci

Pro tento proces jsou v současné době k dispozici 4 vytvrzovací pece. Každá má kapacitu 6 roštů a 1 rošt u produktu A obsahuje 15 ks a u produktu B 20 ks. Pro oba typy výrobků se používá jeden univerzální rošt. Celkově jsou tedy pece schopny pojmout 360 ks produktů A a 480 ks produktů B. Nutná doba pro vytvrzení lepidla je 108 minut a tuto dobu z důvodu specifikace lepidla není možné zkrátit. Doba tvrzení výrobku A přepočítána na jeden kus je 18 sekund, včetně 85% OEE 21,2 sekund. Aby firma byla schopná vyrábět v požadovaném budoucím taktu 18,2 sekund, je nutné tento čas nějakým způsobem zkrátit o 3 sekundy. U

výrobku B je procesní čas na 1 ks 13,5 sekund, včetně OEE 15,8 sekund. Tady problém není.

Současný způsob uložení výrobků A v roštu je znázorněn na obrázku 24.



Obrázek 24 Současný způsob uložení výrobků A v roštu
(zdroj: vlastní)

Současný způsob uložení produktu B v roštu je znázorněn na obrázku 25.



Obrázek 25 Současný způsob uložení výrobků B v roštu
(zdroj: vlastní)

7.8 Analýza linky Balení

Na této lince dochází ke konečné kontrole funkčnosti výrobků při simulaci reálné zátěže (HT test), k natisknutí etikety a následně k očištění a zabalení výrobků. Poté jsou výrobky připraveny na expedici k zákazníkovi.

Linka Balení je propojena pomocí dopravníkového pásu, na kterém jezdí vozičky obsahující 1 ks. Linku obsluhuje jeden operátor, který pracuje na této pozici celou směnu.

Popis sledu výrobních operací na lince Balení

- | | | |
|-------------------------|--------------------|--|
| 1 Vložení kusu na vozík | 3 HT test | 5 Vyjmutí, očištění a zabalení hotového kusu |
| 2 Ohřev v peci | 4 Nalepení etikety | |



Obrázek 26 Popis sledu výrobních operací na lince Balení (zdroj: vlastní)

7.8.1 Analýza operačních časů

Úzkým místem linky je HT test a dále procesní čas obsluhujícího operátora.

Tabulka 6 Analýza časů jednotlivých procesů v lince Balení (zdroj: vlastní)

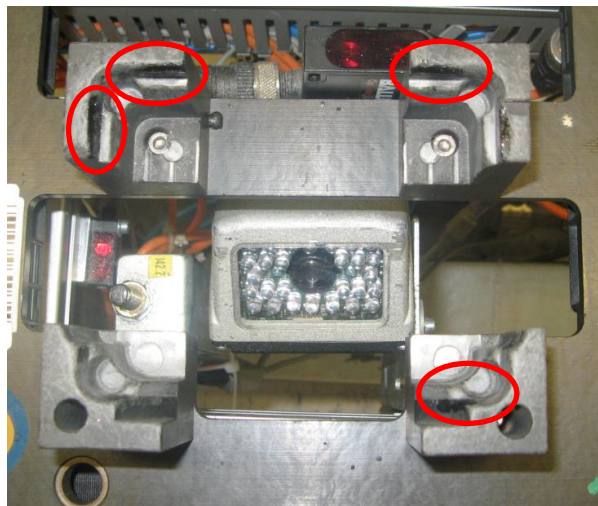
	Proces	Poznámka	Čistý čas v s/proces	OEE	Přirážka	Reálný čas v s/ks	Porovnání s bud. zák. taktem
Linka Balení	Ohřev v peci		15	85%		17,7	0,5
	HT test	2 zařízení	36	85%		21,2	-3
	Nalepení etikety		7	85%		8,3	9,9
	Obsluha linky		19,6		5%	20,6	-2,4

Poznámka: Strojní časy byly zjištěny pomocí přímého měření a časy práce jednotlivých operátorů byly zjištěny pomocí metody Basic MOST.

7.8.2 Zjištěné nedostatky při sledování práce operátora

Při sledování práce operátora v lince jsem dospěla k následujícím zjištěním.

1. **Dopravníkový pás je příliš dlouhý.** Někdy se vozíček zasekne v chlazení nebo dojde k jinému problému, a operátor si toho všimne, až když mu dojde zásoba vozíčků ke zpracování. Zavolá pracovníka SO, který vozíček uvolní nebo provede jinou opravu a poté dlouho trvá, než vozíčky opět dojedou k operátorovi a ten může začít pracovat. Vznikají velké časové prodlevy.
2. **Výrobky špiní těsnící pastou vozíčky,** do kterých jsou vkládány, a špinavé vozíčky pak špiní další výrobky. Vzniká nutnost následného čištění výrobků. Složitost a časová náročnost čištění již byla popsána výše v kapitole 7.6.3. Obrázek 27 znázorňuje místa ve vozíčku, kde dochází ke špinění od těsnící pasty.



Obrázek 27 Špinavá místa ve vozíčku

(zdroj: vlastní)

3. **Složitě a časově náročné vytahování výrobků z roštů.** Je nutné nejprve vysunout celý rošt, aby operátor mohl začít vytahovat výrobky a pak jej opět zasunout a vysunout další. Tímto vzniká plýtvání.

Dále u výrobku A se výroby špatně vytahují kvůli dělicím příčkám v roštu. Konektory výrobků jsou zastrčeny pod těmito příčkami. Nejprve musíme výrobek povytáhnout a mírně vytočit, abychom ho snadno vyjmuli.
4. **Před zabalením operátor musí výrobky očistit,** protože jsou ušpiněny od špinavých příček roštu a od vozíčků. Tato práce je zbytečnou prací navíc.

5. **Nedostatečně popsaný pracovní postup.** V důsledku toho někteří operátoři skenují kód u každého výrobku hned, místo aby to provedli až po osmi zabalených kusech (1 patro bedny). To znamená, že berou a pokládají skener osmkrát místo jednou. Navíc bylo zjištěno, že skener, který je na pracovišti k dispozici, je často poruchový. Při skenování dochází například k následujícímu problému. Skener vydá zvukový signál, který signalizuje načtení kódu, avšak k načtení ve skutečnosti nedojde. Často se stává, že si toho operátor hned nevšimne a musí všechny kódy zpětně načítat znovu (musí načíst všechny, protože nepozná, které kódy se ve skutečnosti načetly a které ne). Tímto vzniká práce navíc.

7.8.3 Zjištěné nedostatky při sledování práce strojů

V lince jsou k dispozici 2 HT testy. Při jejich sledování jsem si všimla, že čistý procesní čas otestování jednoho kusu se liší u výrobků A a B i u prvního a druhého testovacího zařízení. Čas testování výrobku A u prvního HT je 20,7 sekund a u druhého 21,6 sekund. U výrobku B je to u prvního HT 31,1 sekund a u druhého 41 sekund.

Po konzultaci s technikou bylo zjištěno, že tento velký časový rozdíl u výrobku A je způsoben rozdílným typem osciloskopu. U druhého HT testu je starší a pomalejší. Navíc bylo zjištěno, že u prvního HT testu s časem 34,5 sekund probíhá v porovnání s druhým testem příliš dlouhá komunikace mezi testem a zařízením pro ovládání mechaniky.

Z tohoto vyplývá, že při výrobě produktu A s testováním problém není, protože po započítání 85 % OEE je linka schopna vyrábět v taktu 12,4 sekund, což bohatě vyhovuje požadovanému budoucímu zákaznickému taktu 18,2 sekund.

Při výrobě produktu B vzniká problém, protože linka vyrábí v taktu 21,2 sekund po započítání 85 % OEE. Je nutné pokusit se o zkrácení taktu o 3 sekundy.

7.9 Shrnutí

Výstupem analytické části diplomové práce je především zjištění požadovaného budoucího zákaznického taktu a identifikace problémových procesů, tedy těch, které tomuto času nevyhovují a v budoucnu se budou muset podniknout taková opatření, aby vyhovovaly. Dále byly objeveny příležitosti, kde je možné realizovat nějaká zlepšení.

Budoucí požadovaný zákaznický takt je 18,2 sekund a tomuto času nevyhovují následující procesní časy:

- Buňka Pájení – šroubování konektoru (operátor 1), pájení, ICT,
- modulová linka – obsluha linky (operátor 1), nanášení těsnící pasty, nanášení lepicí pasty, šroubování DPS,
- tvrzení lepidla v peci,
- linka Balení – HT test (produkt B), obsluha linky (operátor).

Dále byly identifikovány následující nedostatky.

U některých výrobků dochází k ochlazování na potřebnou teplotu pro HT test a u některých k opětovnému ohřevu.

Byly objeveny drobné nedostatky při výkonu práce u operátora 1 v buňce Pájení.

Vozíčky v modulové lince absolvují některé své cesty zbytečně. U operátora 1 je nevhodné uspořádání materiálu na pracovišti. Vkládání výrobků do roštů je složité a výrobky špiní příčky roštů a ty pak špiní další výroby, které musí být očištěny operátorem v lince Balení. K nanášení lepidla jsou k dispozici 2 nanášecí hlavy, ale v provozu je jen jedna kvůli špatnému naprogramování. Robotická hlava nanášející těsnící pastu má nevhodně zvolenou nanášecí trasu.

V lince Balení bylo zjištěno, že dopravníkový pás je příliš dlouhý. Dále, že výrobky špiní vozíčky těsnící pastou a ty pak zase špiní další výrobky. Na pracovišti je k dispozici skener, který je často poruchový. Na pracovišti je k dispozici nedostatečný pracovní návod. Procesní časy HT testů se liší jak u jednotlivých zařízení, tak u typu varianty výrobku.

8 PROJEKTOVÁ ČÁST

V této části budou navržena taková opatření, která zajistí splnění cílu práce, čímž je splnění požadavků zákazníka. Jednoduše řečeno, zákazník si přeje vyrobit vyšší objem produkce za kratší čas. Tohoto musí být dosaženo s co nejnižšími náklady a s ohledem na principy štlhlé výroby.

8.1 Optimalizace buňky Pájení

Budoucímu zákaznickému taktu 18,2 sekund v současnosti nevyhovují tyto procesní časy:

- Operátor 1: 21,2 sekund,
- pájení: 21,6 sekund,
- ICT: 19,4 sekund.

Procesní čas pájení bohužel není technologicky možné žádným způsobem zkrátit, proto se musí takt této buňky přizpůsobit tomuto času a bude 21,2 sekund.

Část produkce, která se v této buňce nestihne vyrobit v požadovaných 5 dnech týdně (přibližně 3 610 ks), se vyrobí v jiné výrobní buňce na hale, kde je k tomu uvolněna dostatečná kapacita, což jsou 2 pracovní dny, protože tato buňka pracuje v taktu 42,4 sekund.

V této buňce již tedy není limitující budoucí zákaznický takt, ale čas pájení. Procesní časy ostatních činností v buňce nepřesahují danou hranici, proto už není nutné se jimi zabývat.

8.1.1 Optimalizace práce operátora 1

I když není nutné se zabývat optimalizací práce operátora 1 vzhledem k taktu linky, je to vhodné z hlediska ulehčení jeho práce. Při jeho sledování jsem zjistila dva drobné nedostatky.

Dle aktualizovaného MOSTu, trvá operátorovi v současné době operace 20,2 sekund, po započítání 5 % přírážky 21,2 sekund.

Rozložení materiálu na pracovišti operátora 1 se upraví. Bedna s DPS se umístí nad dopravník pájecí vlny po jeho levé ruce. Jelikož bedna bude ve výšce 1,5 metrů, bude muset být náklon bedny k operátorovi 60 stupňů. Tento náklon zajistí snadné vytahování jednotlivých DPS i nemožnost jejich vypadnutí z pozic v bedně. V případě takto upraveného praco-

viště je již operátor schopen uchopit současně do levé ruky DPS a do pravé ruky konektor, vložit současně do pozice a zašroubovat. Tímto **ušetříme 1,8 sekund**.

Aby bylo možné provést tuto změnu, je nutné nad dopravník pájecí vlny umístit držák na bednu s DPS.

U každého výrobku operátor 1 musí zašroubovat 2 šrouby. Nejprve vezme 2 šrouby z krabičky a po jednom je umístí do pozic a zašroubuje.

Nově operátor vezme 2 šroubky z krabičky, první umístí do pozice a zašroubuje. V průběhu šroubování vloží do pozice druhý šroub. Tímto se **ušetří 1,3 sekund** a celkový procesní čas operátora bude 17 sekund, vč. 5 % přírážky 17,9 s.

8.1.2 Nové vybalancování buňky

Z uvedené tabulky 7 je zřejmé, že žádný z procesních časů v buňce nepřekračuje limitující procesní čas pájení 21,6 sekund. Došlo ke změně procesního času u operátora 1, který se snížil o 3,1 sekund. Nelze brát v úvahu procesní čas operátora 3, protože se jedná o překrytý čas se zařízením AOI a ICT, a protože dopomůže k výrobě více než 1 ks.

Tabulka 7 Nové procesní časy jednotlivých operací v buňce Pájení (zdroj: vlastní)

	Proces	Poznámka	Čistý čas v s/proces	OEE	Přirážka	Reálný čas v s/ks	Porovnání s limitujícím časem
Buňka Pájení	Šroubování konektoru (operátor 1)		17,2		5%	18,1	3,5
	Ruční osazování (operátor 2)		14		5%	14,7	6,9
	Pájení – LIMITUJÍCÍ ZAŘÍZENÍ		18,8	87%		21,6	0
	Obsluha AOI, etikety, ICT (operátor 3)	překrytý čas	19,7	87%		22,6	-1
	AOI	zařízení pro 2 ks	10,6	87%		6,1	15,5
	Tisk etikety		0,9	87%		1,0	20,6
	ICT	2 zařízení	33,8	87%		19,4	2,2

Poznámka: Strojní časy byly zjištěny pomocí přímého měření a časy práce jednotlivých operátorů byly zjištěny pomocí metody Basic MOST.

8.1.2.1 Potřebný počet operátorů

Abychom si ověřili, zda i po zavedených změnách budeme potřebovat v buňce 3 operátory, provedeme výpočet. V čitateli je součet procesních časů ručních činností vč. OEE a ve jmenovateli požadovaný budoucí zákaznický takt.

$$\text{Potřebný počet operátorů} = \frac{18,1 + 14,7 + 22,6}{18,2} = 3 \text{ op.}$$

Tímto se nám potvrzuje, že skutečně budeme i nadále potřebovat 3 operátory.

8.2 Optimalizace modulové linky

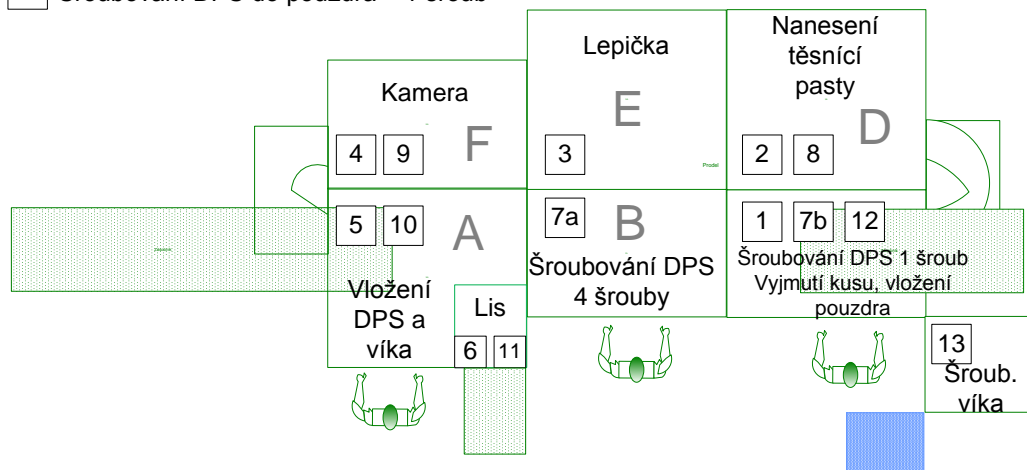
Budoucímu zákaznickému taktu 18,2 sekund v současnosti nevyhovují tyto procesní časy:

- Operátor 1: 24,9 sekund,
- nanášení těsnící pasty: 19,1 sekund,
- nanášení lepidla: 24 sekund,
- šroubování DPS: 19,2 sekund.

8.2.1 Návrh nového layoutu linky

Popis sledu výrobních operací na modulové lince

- | | |
|---|--|
| 1 Vložení pouzdra na vozík | 8 Nanášení těsnící pasty pod víko |
| 2 Nanášení těsnící pasty pod konektor | 9 Kamerová kontrola těsnící pasty a šroubů |
| 3 Nanášení lepidla | 10 Vložení víka |
| 4 Kamerová kontrola těsnící pasty a lepidla | 11 Lisování víka |
| 5 Vložení DPS do pouzdra | 12 Vyjmutí kusu z linky |
| 6 Lisování DPS do pouzdra | 13 Šroubování víka |
| 7a Šroubování DPS do pouzdra – 4 šrouby | |
| 7b Šroubování DPS do pouzdra – 1 šroub | |



Obrázek 28 Návrh popisu sledu vyr. operací na modulové lince (zdroj: vlastní)

Jak lze vidět na novém layoutu, bude provedeno několik změn. Vyjímání výrobků z linky a vkládání prázdných pouzder bude nově provádět operátor 3 v modulu C. Tímto se **ušetří celý jeden okruh** a výrobek bude linku objíždět pouze 2x dokola.

Operátor 1 v modulu A bude tedy pouze vkládat DPS do pouzdra a přikládat víko. Dříve také vyjímal hotové výroby a vkládal prázdná pouzdra. Byl u něho problém s uspořádáním materiálu, tak aby měl vše po ruce, protože potřeboval 4 přepravky. Nově bude mít pouze 2 přepravky. První bude na víka a zůstane na své původní pozici na horním dopravníku. Druhá bude na DPS, která zůstane také na své původní pozici po pravé ruce. Už **nebude nutné, aby** používal odkládací místo a **docházelo k dvojímu přeskládávání materiálu**.

Procesní čas operátora 1 byl úzkým místem celého výrobního procesu. Po plánované změně, kdy se část jeho činností (vyjímání výrobků z linky a vkládání prázdných pouzder) přenese na operátora 3, se jeho čas sníží na 12,3 sekund. Při porovnání s budoucím požadovaným taktem 18,2 sekund, zjistíme, že **došlo k odstranění úzkého místa** a operátor bude mít v budoucnu ještě časovou rezervu.

Dále se operace Šroubování DPS rozdělí na 2 části. Operátor 2 zašroubuje první 4 šrouby v modulu B a operátor 3 došroubuje poslední 1 šroub v modulu C.

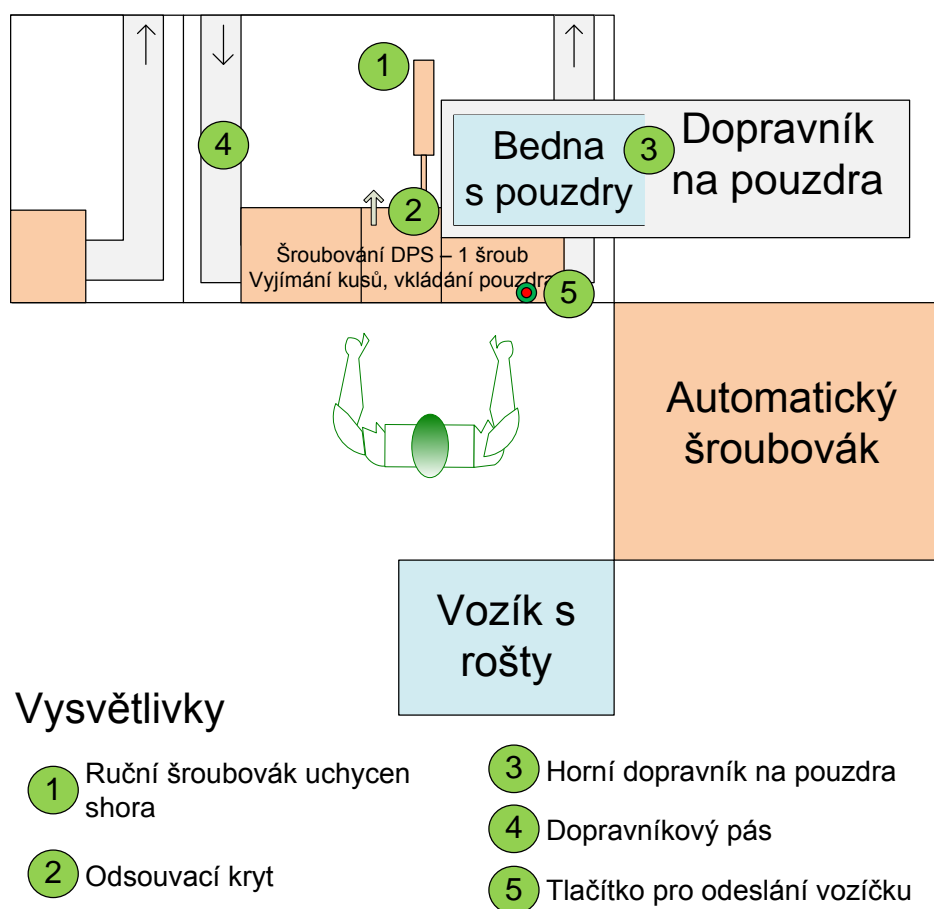
Šroubování víka již nebude operací v modulové lince, ale bude samostatně vedle linky. Firma si totiž nepřeje dále podporovat linky, skládající se z modulů. Tyto linky jsou považovány za jednoúčelové (neflexibilní) zařízení, na kterém navíc dochází ke ztrátovým pohybům výrobků kvůli dopravníkovým pásům. Proto už není možné koupit nový modul, ale samostatné zařízení, které je z budoucí perspektivy flexibilnější. **Samostatné zařízení zabere menší výrobní plochu, je vhodnější pro možnost přestavby, jde sdílet i pro jiné projekty, konstrukce zařízení se dá použít i pro jiné účely a celkově je flexibilnější.**

Operátor 3 po vyjmutí kusu z linky vloží kus do stroje pro automatické šroubování víka, který bude stát po jeho pravici. Po této operaci vloží hotový kus do vozíčku s rošty.

Aby bylo možné tyto změny uskutečnit, je nutné koupit nový automatický šroubovák a provést úpravu modulu C. V modulu B se budou šroubovat jen 4 šrouby, ale modul se upravovat nebude, což znamená **úsporu investic**. Modul C bude nutné upravit. V tomto modulu bude docházet ke šroubování i k vyjímání kusů a vkládání prázdných pouzder, čemuž se musí pracoviště uzpůsobit. V případě, že přijede do modulu výrobek na operaci Šroubování, operátorka jen chytne šroubovák a zašroubuje šroub. V případě, že do modulu přijede vý-

robek k vyjmutí, musí operátor odsunout víko, přes které šroubuje. Následně kus z vozíčku vyjme, vloží pouzdro a pomocí tlačítka odešle. Modul C obsahuje pouze jednu aretovací pozici, tím pádem není možné, aby se vozíčky zastavovaly ve dvou místech (jedno pro šroubování, jedno pro vyjímání a vkládání). Aby to bylo možné, musel by se koupit modul nový, což by vyžadovalo další investice a došlo by k porušení zásady nepodporovat modulové linky. Z tohoto důvodu byl navržen odsouvací šroubovací kryt.

Upravený modul C znázorňuje obrázek 29.

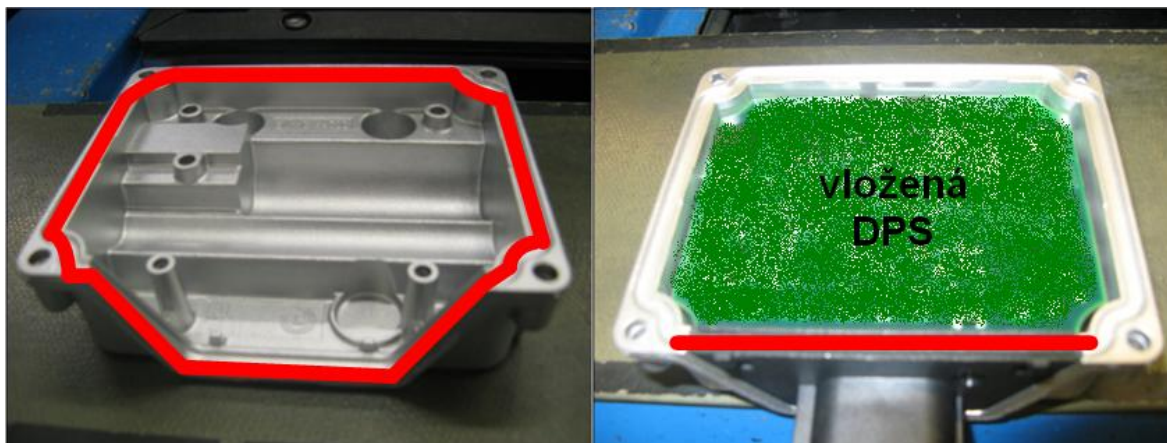


Obrázek 29 Návrh modulu C (zdroj: vlastní)

8.2.2 Nanášení těsnící pasty

V tomto modulu probíhají 2 operace – nanášení těsnící pasty pod konektor a pod víko. Robotická hlava nanášející pastu je velice nákladné zařízení a bylo by neefektivní investovat do dalšího zařízení, proto je nutné zkrátit procesní čas nanášení těsnící pasty jiným způsobem. Procesní čas obou operací včetně OEE je 19,1 sekund a potřebujeme dosáhnout času 18,2 sekund.

Na základě provedených testů v čase údržby zařízení bylo zjištěno, že pokud se nanese těsnící pasta na produkt po celém obvodu v první operaci (viz obrázek 30 vlevo) a v druhé operaci pouze na konektor (viz obrázek 30 vpravo), **ušetří se požadovaná 1 sekunda**. V důsledku navržené změny budou oba procesy nanášení probíhat plynule bez přerušení.



Obrázek 30 Návrh první trasy nanášení lepicí pasty (vlevo) a druhé trasy (vpravo) (zdroj: vlastní)

Tímto opatřením dále **dojde k odstranění jednoho překrytého místa** (velké vrstvy pasty). V tomto místě už pasta po zalisování víka nebude přetékat přes okraje. Zůstanou jen 2 překrytá místa po krajích konektoru, na kterých je však menší vrstva a nepůsobí moc velké potíže a 1 problémové překrytá místa, které už bohužel není možné odstranit. Toto problémové místo však bude zakryto kovovým držákem od víka, takže nebude působit potíže.

8.2.3 Nanášení lepidla

V modulu jsou umístěny 2 nanášecí hlavy, avšak v provozu je pouze jedna, protože je zařízení špatně naprogramováno. Hlavy jsou v modulu umístěny sériově za sebou.

Nově se zařízení naprogramuje tak, aby vozíček po příjezdu k první hlavě pokračoval k druhé hlavě v případě, že je tato hlava volná nebo je probíhající operace již v druhé polovině procesu. V opačném případě nanášení lepidla proběhne u první nanášecí hlavy. Tímto opatřením se navýší kapacita nejméně o 25 % (jedná se o nejnižší možné navýšení kapacity, které bude pravděpodobně o něco vyšší, ale nevíme, s jakými časovými prodlevami budou přijíždět vozíčky ke zpracování, tak to nelze posoudit). Jelikož jsou nanášecí hlavy umístěny sériově za sebou, bude docházet k čekání i když budou v provozu obě hlavy, takže se pro-

cesní čas nesníží o 50%, jak by tomu bylo u paralelně umístěných zařízení, ale pouze o 25%. Nový procesní čas bude 16,3 sekund vč. OEE.

8.2.4 Nové vybalancování linky

Z uvedené tabulky 8 je zřejmé, že žádný z procesních časů v modulové lince nepřekračuje požadovaný zákaznický takt 18,2 sekund. Výroba vyššího objemu kusů v 5 dnech nebude na této lince problém.

Tabulka 8 Nové proc. časy jednotlivých operací v modulové lince (zdroj: vlastní)

	Operace	Poznámka	Čistý čas v s	OEE v %	Přirážka v %	Reálný čas v s/ks	Porovnání s bud. zák. tak- tem
Modulová linka	Operátor 1		11,8		5%	12,3	5,9
	Nanesení těsnící pasty	2 operace	15,3	85%		18	0,2
	Nanesení lepidla	2 zařízení	20,5	85%		16,3	1,9
	Kamerová kontrola	2 operace	9,7	85%		11,4	6,8
	Lisování	2 operace	15,1	85%		17,8	0,4
	Operátor 2		14,7		5%	15,4	2,8
	Operátor 3		16,9		5%	17,7	0,5

Poznámka: Strojní časy byly zjištěny pomocí přímého měření a časy práce jednotlivých operátorů byly zjištěny pomocí metody Basic MOST.

8.2.4.1 Potřebný počet operátorů

Abychom si ověřili, zda i po zavedených změnách budeme potřebovat na lince 3 operátory, provedeme výpočet. V čitateli je součet procesních časů ručních činností vč. OEE a ve jmenovateli požadovaný budoucí zákaznický takt.

$$\text{Potřebný počet operátorů} = \frac{12,3 + 15,4 + 17,7}{18,2} = 2,5 \text{ op.}$$

Tímto se nám potvrzuje, že skutečně budeme i nadále potřebovat 3 operátory, protože 2 by práci nestíhali.

8.3 Optimalizace procesu Tvrzení lepidla v peci

Zde se nám nabízí 2 možné způsoby zkrácení procesního času. Doba tvrzení lepidla trvá 108 minut a není možné ji zkrátit z důvodu specifikace lepidla. Současný problémový procesní čas je jen u výrobku A a to 21,2 sekund vč. zohlednění OEE.

Prvním řešením je nákup další (páté) vytvrzovací pece. Tímto bychom dosáhli času vč. OEE 16,9 sekund. Náklady na pořízení nové pece jsou přibližně 270 000 Kč. Nová pec navíc bude zabírat 1 m² v hale, který se cení 2 700 Kč/rok, spotřebuje elektrickou energii v hodnotě 36 000 Kč/rok a roční náklady na údržbu se pohybují ve výši 18 500 Kč/rok.

Druhým řešením je zvýšit kapacitu roštů pro výrobku A ze současných 15 ks na 20 ks a současně zachovat stávající kapacitu u výrobku B. V jedné peci by se tedy vytvrzovalo místo současných 90 ks výrobku A 120 ks. Tímto bychom dosáhli času vč. OEE 15,8 sekund. Náklady na návrh a výrobu nových roštů do pece jsou přibližně 18 000 Kč.

Z ekonomického hlediska je **několikanásobně výhodnější** druhá varianta, proto se jí dále budu zabývat.

8.3.1 Návrh nových roštů

Jak již bylo uvedeno dříve, současná kapacita 1 roštu u produktu A je 15 kusů. Rošt je rozdělen příčkami na 5 řad, do každé řady se vlezou 3 ks. Tuto kapacitu je nutné zvýšit na 20 ks. U produktu B je již současná kapacita roštu 20 ks.

Při návrhu nových roštů je nutné myslet na to, aby se výrobky navzájem nedotýkaly v obvodu, kde se nanáší těsnící pasta. Bylo zjištěno, že je možné uspořádat výrobky A do roštu tak, aby se jich tam vlezlo 20, v případě, že odstraníme prostřední příčky v roštu. Avšak tento rošt nebude možné použít zároveň pro výrobky B, protože bez prostředních příček by se výrobky B navzájem dotýkaly a lepily k sobě.

Z tohoto důvodu je nutné vyrobit 2 typy roštů – jeden pro výrobky A, jeden pro výrobky B, což znamená nechat vyrobit 2x více roštů než bylo původně v plánu a náklady na tuto variantu řešení problému se zvýší na 36 000 Kč, což je **stále několikanásobně výhodnější** než nákup nové vytvrzovací pece v hodnotě 270 000 Kč.

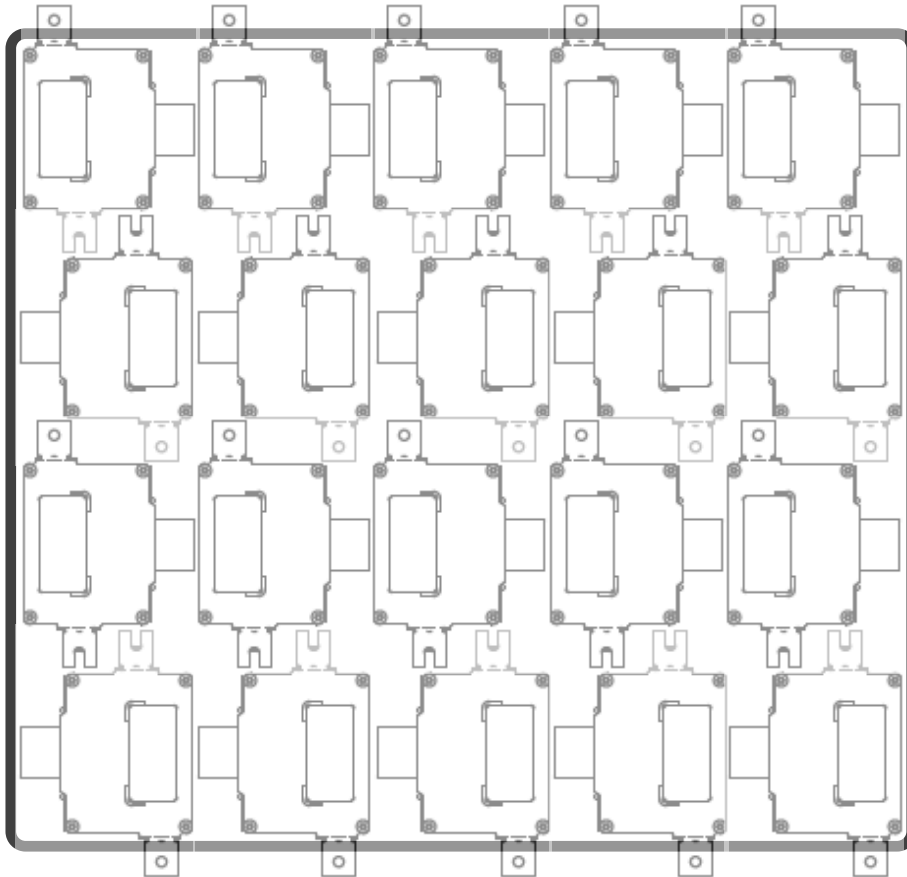
Bude nutné při každé změně varianty výroby rošty vyměňovat. Tato změna probíhá přibližně 15x za týden. Tímto bohužel vznikne práce navíc. Jedna výměna roštů trvá 81 sekund. U 6 vozíků, které jsou pro výrobu k dispozici, tato činnost zabere 8,1 minut. Čas současného přetypování linky se pohybuje okolo 15 minut a všichni operátoři i pracovníci SO jsou při ní již plně zaměstnáni a není zde nikdo, kdo by si mohl vzít výměnu roštů na starost. Navíc v čase přetypování bude většina vozíčků ještě obsazena výrobky předcházející varianty. Z tohoto důvodu se výměna roštů bude provádět v průběhu výroby a bude ji provádět ope-

rátor 1, který k tomu bude mít dostatek času, protože jeho nový procesní čas včetně přírážky bude 12,3 sekund a linka bude pracovat v taktu 18,2 sekund. Pokud by operátor při práci měnil rošty, zvýšil by se jeho procesní čas na 13,1 sekund vč. 5 % přírážky.

Do současných vozíčků je možné umístit až 12 roštů. Avšak v současné době, protože se používá jeden univerzální typ roštu pro obě varianty, je využitých pouze horních 6 příček.

V budoucnu bude vždy horních 6 příček obsazeno rošty pro aktuální výrobní variantu a spodních 6 příček bude obsazeno rošty pro neaktuální výrobní variantu. Při změně varianty operátor 1 po jednom vyjme 6 spodních roštů a odloží na odkládací stůl vedle vozíčku, který k tomu bude určen. Poté přeskládá rošty z horních pozic do spodních a rošty ze stolku do horních pozic.

Nový typ roštů pro výrobky A nebude rozdělen do řad. Jediné ohraničení, které bude mít je po stranách, aby výrobky nevytáhly. Odstraněním přepážek se při změně způsobu ukládání výrobků **zvýší kapacita roštu o 5 kusů**. Výška bočních ohraničujících špruší bude navíc snížena o 2 mm, takže už nebude docházet ke špinění od těsnicí pasty. Výška přední špruše bude místo původních 22 mm pouhých 6 mm, **aby se usnadnilo vkládání a vyjímání výrobků z roštu**. Tato výška je dostačující k tomu, aby při manipulaci s roštem zabránila vytržení výrobků. Navíc bude rošt zespodu vyztužen, aby časem nedošlo k prohnutí. Operátor se bude při ukládání výrobků do roštu řídit vzorem, který je uveden na obrázku 31. Při jiném způsobu ukládání by se snížila kapacita roštu.



Obrázek 31 Návrh způsobu ukládání výrobků A v roštu (zdroj: vlastní)

Nový rošt pro výrobky B bude stejný, jako je v současnosti s 2 rozdíly. Výška všech příček se sníží o 2 mm, takže nebude docházet ke špinění od těsnící pasty a výška přední příčky se sníží z původních 22 mm na 6 mm, aby se usnadnilo vkládání a vyjímání výrobků z roštu.

8.4 Optimalizace linky Balení

Budoucímu zákaznickému taktu 18,2 sekund v současnosti nevyhovují tyto procesní časy:

- HT test: 21,2 sekund,
- obsluha linky: 20,6 sekund.

Dalším velkým nedostatkem je, že dochází k dvojitmu ohřevu v peci.

8.4.1 Návrh nového layoutu linky

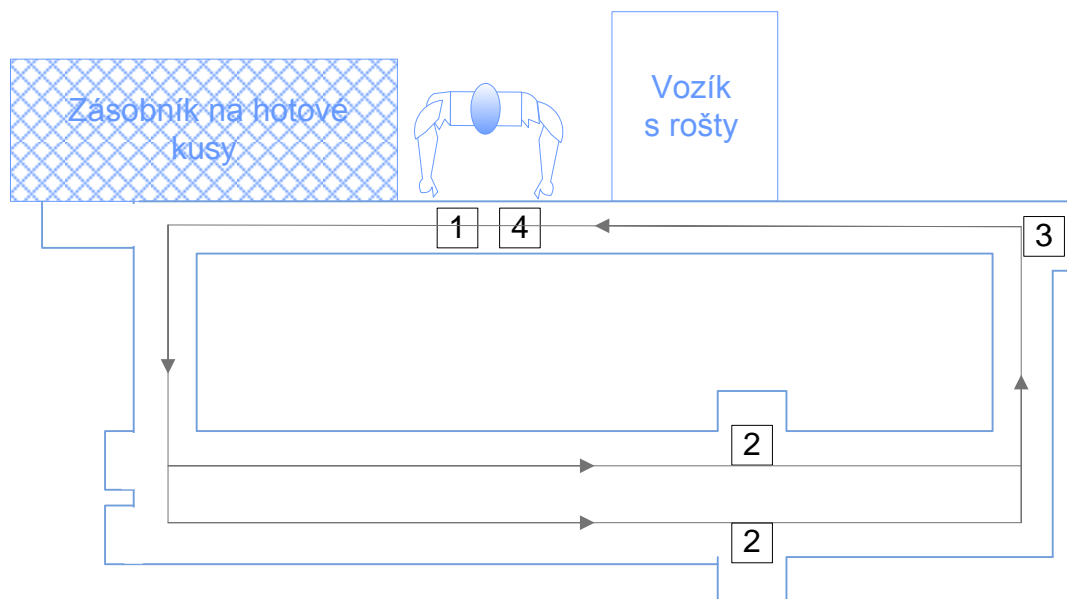
V důsledku dvojitmu ohřevu v peci byla zjišťována potřebná teplota pro HT test. Bylo zjištěno, že výsledky testů se při různých teplotách nijak neliší a **požadovaná teplota** pro tento test **72 °C není nutná**.

Po komunikaci se zákazníkem bylo tedy rozhodnuto, že se HT test původně vyžadující teplotu 72 °C bude provádět při libovolné teplotě od 90 do 20 °C. Z tohoto důvodu se zruší pec a nemusí se řešit jak uchovat teplotu výrobků na 72 °C. Tímto **opatřením se uspoří plocha ve výrobní hale o rozměru 11 m² (29 700 Kč/rok), elektrická energie v hodnotě 180 000 Kč/rok a náklady na údržbu v hodnotě 25 500 Kč/rok**. Pec již nelze využít na jiném pracovišti ani prodat a bude se muset sešrotovat.

Nový layout linky je tedy znázorněn bez pece, protože z výše uvedených důvodů bylo zjištěno, že je pec přebytečná.

Popis sledu výrobních operací na lince Balení

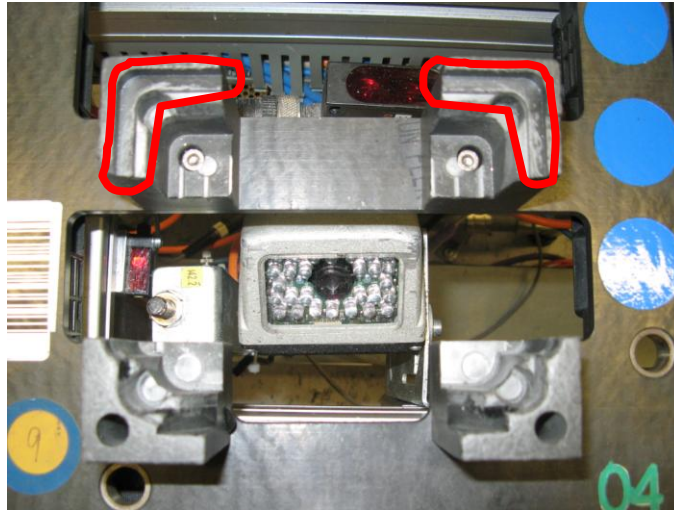
- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1 Vložení kusu na vozík | 3 Nelepení etikety |
| 2 HT test | 4 Vyjmutí hotového kusu |



Obrázek 32 Návrh popisu sledu výrobních operací na lince Balení (zdroj: vlastní)

8.4.2 Úprava vozíčků v lince

Jelikož v současné době výrobky špiní těsnící pastou vozíčky a ty pak špiní zase výrobky, je nutné provést úpravu těchto vozíčků tak, aby k tomu nedocházelo. Stačí, když se vozíčky po stranách vybrousí, tak aby se výrobky vozíčku dotýkaly jen spodní stranou. Vybroušený vozíček vidíme na obrázku 33.



Obrázek 33 Upravený voziček (zdroj: vlastní)

8.4.3 Úprava pracovní náplně operátora

V důsledku provedených opatření se výrobky již nešpiní od špinavých roštů ani vozičků, operátor je již nemusí čistit a **výrazně se zkrátí jeho procesní čas**. V současné době pouze vyjme hotový kus, vloží do bedny, vytáhne z roštu nový kus a vloží do vozičku. Vždy po zaplnění celého patra v bedně (8 ks), naskenuje kódy výrobků a po zaplnění celé bedny (24 ks), načte kód bedny. Aby mohl kódy skenovat bez potíží, koupí se nový skener. Nový pracovní čas operátora po započítání 5% přírážky je 16,8 sekund, což plně vyhovuje požadovanému zákaznickému taktu 18,2 sekund.

8.4.4 HT test

Nejefektivnějším řešením by bylo zrušit dopravníkový pás, který propojuje jednotlivá zařízení v lince, ale některé výrobky se budou muset po otestování ještě zchladit v chladicích boxech, než se na něho natiskne etiketa a zabalí se. Navíc při zachování dopravníkového pásu dojde pouze k úpravě stávajícího zařízení, což **vyjde výrazně levněji**, než kdybychom chtěli sestavit linku bez dopravníkového pásu. Z těchto důvodů bylo rozhodnuto dopravníkový pás zachovat a pouze zkrátit.

Při testování produktu B vzniká problém. Testovací čas u prvního HT testu je 36,6 sekund po zohlednění OEE a u druhého HT testu 48 sekund po zohlednění OEE. Zařízení jsou umístěna v lince paralelně a mohou testovat současně, dostáváme se tedy na takt linky 21,2 sekund, který přesahuje požadovaný zákaznický takt o 3 sekundy.

Při zkouškách v čase údržby linky bylo zjištěno, že pokud u prvního HT testu nahradíme starý typ osciloskopu za nový, ušetříme 4,5 sekund. U druhého HT testu lze pomocí technických úprav zvýšit rychlost komunikace mezi testem a počítačem a dosáhnout zkrácení testovacího času o 5,6 sekund. Testovací čas u prvního HT testu bude po úpravě po zohlednění OEE 31,3 sekund a u druhého HT testu 41,6 sekund. Nově jsme schopni dosáhnout taktu 18,2 sekund. Vidíme, že tento takt se rovná požadovanému zákaznickému taktu.

8.4.5 Nové vybalancování linky

Linka po všech navržených úpravách bude schopna vyrábět v taktu 18,2 sekund.

Tabulka 9 Nové procesní časy jednotlivých operací v lince Balení (zdroj: vlastní)

	Operace	Poznámka	Čistý čas v s	OEE v %	Přirážka v %	Reálný čas v s/ks	Porovnání s bud. zák. taktem
Linka Balení	HT test	2 zařízení	31	85%		18,2	0
	Nalepení etikety		7	85%		8,3	9,9
	Obsluha linky (operátor)		16		5%	16,8	1,4

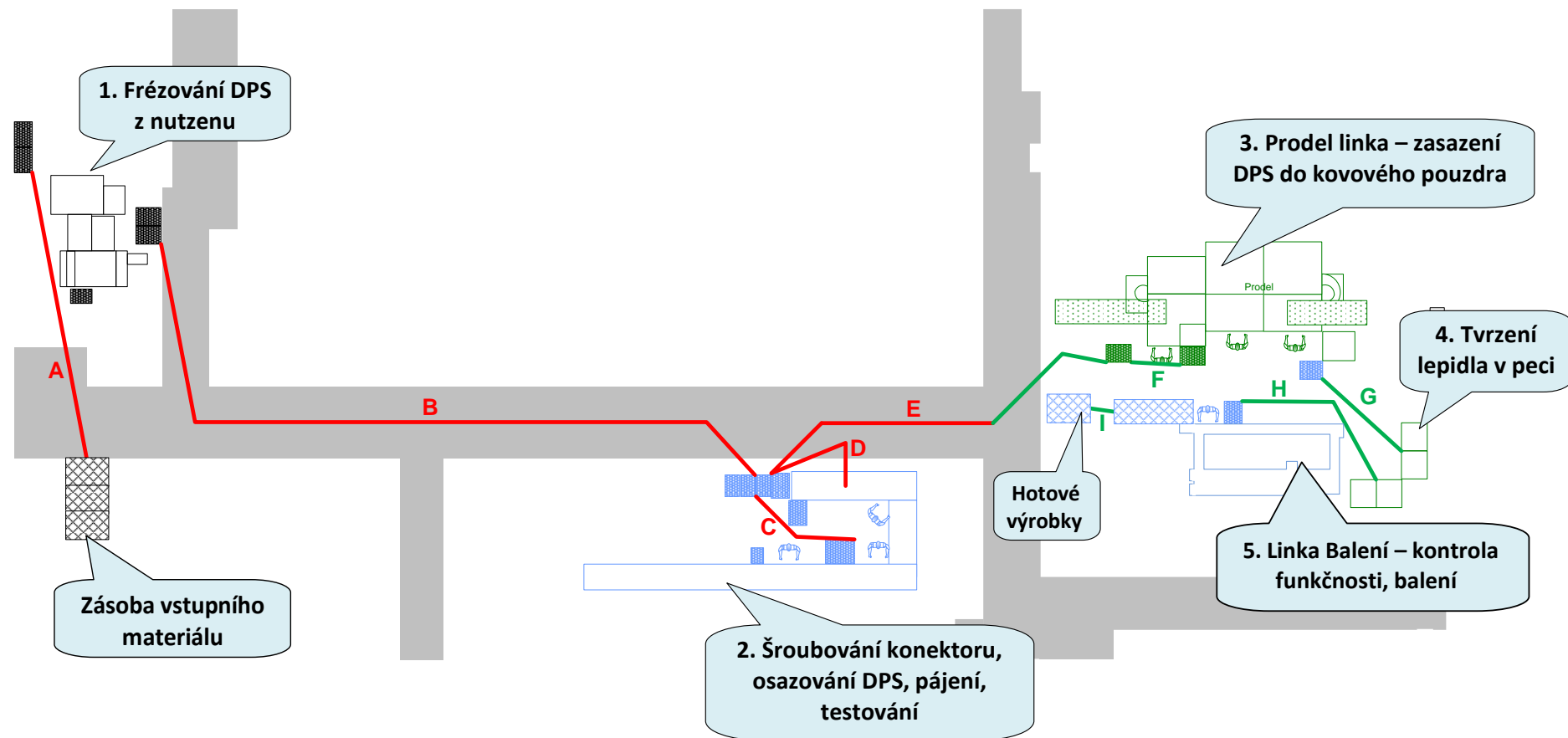
Poznámka: Strojní časy byly zjištěny pomocí přímého měření a časy práce jednotlivých operátorů byly zjištěny pomocí metody Basic MOST.

K obsluze linky budeme i nadále potřebovat 1 operátora, jelikož čas potřebný na vykonání ručních činností v lince je 16,8 sekund a tento čas je nižší než požadovaný zákaznický takt 18,2 sekund.

8.5 Budoucí layout haly Konečné montáže

Pro lepší přehlednost jsem promítla plánované změny do layoutu haly Konečné montáže. V budoucím layoutu (viz obrázek 34) je vidět, že po uskutečnění požadovaných změn, budou materiálové trasy jednodušší.

Červeně jsou znázorněny trasy, které zůstanou stejné jako v současnosti. Zeleně jsou znázorněny trasy, které se změní.



Obrázek 34 Nové uspořádání výrobních pracovišť na hale Konečné montáže a materiálový tok (zdroj: vlastní)

8.6 Finanční zhodnocení navrhovaných změn

Níže uvedená tabulka 10 přehledně ukazuje finanční náročnost plánovaných změn. Jednorázové investice budou přibližně 2 190 000 Kč a každoroční úspora za elektřinu, výrobní plochu a údržbu bude přibližně 280 000 Kč (při stálých cenách). Když nebudeme brát v úvahu zvýšení zisku, které navrhované změny přinesou, je doba návratnosti investic 7,8 let. To znamená, že **za 7,8 let by nám pouze uspořené elektřina, plocha a náklady na údržbu zaplatily plánované investice.**

Optimalizace výrobních procesů nám umožní vyrábět místo původních 17 780 ks týdně 22 780 ks týdně. Objem výroby bude tedy o 28 % vyšší, což znamená, že týdně vyrobíme o 5 000 ks více.

Prodejní cena 1 ks u výrobku A je 720 Kč a u výrobku B 900 Kč. Výrobek A tvoří 80 % z celkové produkce a výrobek B zbývajících 20 %. Z tohoto nám vyplývá, že na celkovém 28% zvýšení produkce má 22,4% podíl výrobek A a 5,6% podíl výrobek B.

Týdenní příjmy plynoucí ze 4 000 ks výrobku A jsou 2 880 000 Kč. Týdenní příjmy plynoucí z 1 000 ks výrobku B jsou 900 000 Kč. Což znamená, že díky navýšení produkce firma obdrží **každý týden o 3 780 000 Kč vyšší příjmy** než je tomu v současnosti, přičemž **se zvýší jen náklady na spotřebovaný materiál, obaly a dopravu (materiálu i hotových kusů). Počet pracovníků a mzdy zůstanou stejné, spotřeba elektrické energie se sníží** v důsledku likvidace pece, **náklady na údržbu budou z téhož důvodu také nižší.**

V případě, že náklady na materiál, obaly a dopravu budou tvořit 50 % zvýšených týdenních příjmů, tedy 1 890 000 Kč, jsme schopni vypočítat návratnost jednorázových investic ve výši 2 190 000 Kč, které firma vloží do procesu optimalizace. V tomto případě je **doba návratnosti investic 6 pracovních dnů!**

Tabulka 10 Finanční náročnost požadovaných změn (zdroj: vlastní)

Popis změny	Náklady v Kč
Buňka Pájení tvorba a umístění nového držáku na bednu	4 500
Modulová linka pořízení kompletního zařízení na automatické šroubování víka úprava modulu C tvorba horního zásobníku tvorba odkládacího stolečku na rošty	1 372 500 270 000 7 200 1 800
Tvrzení lepidla v peci tvorba 36 ks roštů pro výrobek A a 36 ks pro výrobek B	36 000
Linka Balení úprava HT testu pořízení nového skeneru úprava vozíčků v lince likvidace pece roční úspora elektřiny z pece roční úspora za uvolnění plochy 11 m ² roční úspora za údržbu pece	337 500 18 000 11 025 135 000 180 000 74 250 25 500
Jednorázové investice celkem Roční úspory za elektřinu, plochu a údržbu celkem	2 193 525 279 750

8.7 Shrnutí

V buňce Pájení bylo zjištěno, že bohužel není technologicky možné zkrátit procesní čas pájení, který přesahuje požadovaný budoucí zákaznický takt o 3 sekundy. Z tohoto důvodu bylo navrženo vyrábět část produkce, která se v této buňce nestihne vyrobit v požadovaných 5 dnech týdně, v jiné výrobní buňce na hale, kde je k tomu uvolněná dostatečná kapacita. Dále v této buňce došlo k optimalizaci práce operátora 1, čímž se snížil jeho procesní čas o 3,1 sekund.

V modulové lince přebral operátor 3 od operátora 1 část činností (vytahování výrobků z linky a vkládání pouzder). Dále se operace Šroubování DPS rozdělila mezi operátora 2 (4 šrouby) a operátora 3 (zbývající 1 šroub). Aby mohl operátor 3 vykonávat v jednom modulu 2 různé činnosti, byl navržen speciální odsouvací kryt (v případě přikrytí – šroubování, v případě odsunutí – vyjímání a vkládání). Pro operaci Šroubování víka se pořídí samostatný

automatický šroubovák, který bude stát mimo modulovou linku a to po pravé straně operátora 3, který ho bude obsluhovat. Pořízení samostatného zařízení je pro firmu několikanásobně výhodnější. V důsledku těchto změn už nebude výrobek objíždět modulovou linku 3x dokola, ale pouze 2x! Dále byl navržen nový způsob nanášení těsnící pasty, který ušetří požadovanou 1 sekundu. Taktéž budou přeprogramovány nanášecí hlavy pro lepidlo, tak že se sníží procesní čas nejméně o 25 %.

Pro optimalizaci procesu Tvrzení lepidla v peci, byla před nákupem další pece, vybrána ekonomičtější varianta a to návrh nových roštů pro oba typy výrobků. U výrobku B byl rošt pouze upraven, aby nedocházelo ke špinění od těsnící pasty a trošku se usnadnilo vkládání a vyjímání výrobků z roštu. U výrobku A byl navržen nový rošt a nový způsob ukládání výrobků v roštu, čímž se zvýšila jeho kapacita o požadovaných 5 ks. U tohoto roštu taktéž nebude docházet ke špinění od těsnící pasty a vkládání a vyjímání výrobků bude snazší.

V lince Balení bylo zjištěno, že HT test nevyžaduje teplotu 72 °C. Z tohoto důvodu je možné zrušit teplotní pec, čímž ročně ušetříme 235 000 Kč. Dále budou upraveny vozíčky v lince tak, aby již nedocházelo ke špinění od těsnící pasty a jelikož již výrobky nebudou špinavé, operátor je již nebude muset čistit a výrazně se zkrátí jeho procesní čas. U HT testů dojde k technickým úpravám, které budou mít za výsledek snížení procesního času o 4,5 a 5,6 sekund a takt linky již bude vyhovovat požadovanému zákaznickému taktu.

Především díky zkrácení linky Balení, přemístění vytvrzovacích pecí a palety s hotovými výrobky dojde ke zkrácení a zjednodušení materiálových tras na hale.

Ve finančním zhodnocení navrhovaných změn bylo zjištěno, že investice, které si optimalizace žádá, jsou zanedbatelné v porovnání se ziskem, který přinese.

ZÁVĚR

Na závěr bych ráda provedla zhodnocení přínosů uvedených návrhů v projektové části a posoudila splnění cílů diplomové práce. Nejprve bych ráda zdůraznila, že návrhy řeší všechny objevené nedostatky v analytické části. Mezi nejzávažnější nedostatky se řadí dvojí ohřev v peci, vysoké procesní časy některých činností převyšující budoucí požadovaný zákaznický takt, špatně naprogramované nanášecí hlavy v lince, špatně zvolené trasy nanášení pasty v lince, špinění výrobků od těsnící pasty, vznik vícepráce, vysoké riziko vzniku nemoci z povolání, zbytečné trasy výrobků v modulové lince či dvojitě přeskládávání materiálu.

V projektové části pokládám za mimořádně důležitou optimalizaci modulové linky, kde došlo k výrazným změnám, jejímž přínosem je zkrácení trasy objíždění výrobků v lince o třetinu a odstranění všech úzkých míst zkrácením procesních časů pod požadovaný limit. Taktéž optimalizaci procesu Tvrzení lepidla v peci považuji za levně a velmi efektivně vyřešenou. Zvláště v tomto případě, mě zaskočilo s jakou samozřejmostí, chtěli zaměstnanci, kteří mají vybraný projekt na starost, objednat novou pec, bez zvážení jiných možností. Velkým přínosem bylo zjištění, že výsledky HT testu se nijak neliší při různých teplotách a test může být proveden v teplotním rozmezí od 90 do 20 °C, což nám umožnilo nechat zrušit teplotní pec a zároveň nemuset vymýšlet alternativní způsob uchování teploty. Navíc zrušení pece zkrátí průběžný čas výroby, uvolní značnou výrobní plochu, ušetří elektrickou energii a náklady na údržbu.

Hlavním cílem práce bylo zvýšit efektivnost výroby tak, aby splňovala požadavky zákazníka, který si nově žádá o 28 % více produktů a zároveň tento objem produkce chce vyrobit pouze v 5 dnech týdně místo současných 7, protože si přeje nechat 2 dny v týdnu jako rezervu pro nečekaný nárůst poptávky. Tímto požadavkem se nám radikálně snížilo množství disponibilního času pro výrobu, a aby firma byla schopná splnit požadavky zákazníka, je nutné využít čas, který zůstal k dispozici, o 79 % lépe než v současnosti, vyrobit tedy o 79 % více produktů v daném čase! Díky návrhům uvedeným v této diplomové práci, bylo cíle dosaženo a firma XY bude v budoucnosti schopná vyrobit vyšší objem produkce v kratším čase. Navíc firmě zůstane 2 denní rezerva, kterou může využít v případě opětovného nárůstu požadavků na produkci.

Velkou výhodou celkového projektu je jeho finanční stránka, kde bylo zjištěno, že investice nutné pro optimalizaci jsou v porovnání se ziskem, který optimalizace přinese, zcela zane-

dbatelné. Návratnost investic se pohybuje v řádu několika dnů! Další velkou výhodou provedené optimalizace je, že nedojde ke zvýšení nákladů na mzdy, údržbu ani na elektrickou energii, jediné náklady, které se zvýší, jsou na spotřebu materiálu, obaly a dopravu.

Pevně věřím, že se při realizaci tohoto projektu nevyskytnou žádné neočekávané potíže, a vše proběhne podle plánu.

Zpracování této diplomové práce mi umožnilo nahlédnout do reality, zkusit uplatnit teoretické poznatky v praxi a v neposlední řadě využít svůj potenciál v objevování nedostatků a v navrhování vhodných řešení, což považuji za obrovský přínos.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografické publikace

JIRÁSEK, Jaroslav, 1998. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada. ISBN 8071693944.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: C. H. Beck. ISBN 978-80-7400-119-2.

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

KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR, 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: INFORM. ISBN 8096858319.

KUCHARČÍKOVÁ, Alžběta et al, 2011. *Efektivní výroba: využívejte výrobní factory a připravte se na změny na trzích*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2524-3.

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

MAŠÍN, Ivan, 2004. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích: principy výrobních systémů pro 21. století*. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 8090353304.

MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Liberec: Institut technologií a management. ISBN 80-903533-1-2.

PRODUCTIVITY PRESS, 2008. *Systém tahu ve výrobním prostředí*. Brno: SC&C Partner. ISBN 978-80-904099-0-3.

PROKOPENKO, Joseph, 1992. *Productivity management: a practical handbook*. Vyd. 2. upr. Geneva: International Labour Office. ISBN 92-2-105901-4. Dostupné z http://books.google.cz/books?id=0jyOKj8S_iYC&printsec=frontcover&dq=productivity+management&hl=cs&sa=X&ei=DEN0T5fcE8mJhQfx6rymBQ&ved=0CDoQ6AEwAA#v=onepage&q=productivity%20management&f=false

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 8073183811.

VYTLAČIL, Milan; MAŠÍN Ivan a Miroslav STANĚK, 1997. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-1-6.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-3-2.

Internetové zdroje

CHROMJAKOVÁ, Felicita. Produktivita. In: *IPA Slovakia: IPA Magazín* [online]. © 2012 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=167

KRIŠŤAK, Jozef. Maranie práce. In: *IPA Slovakia: IPA Magazín* [online]. © 2012 [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=101

One-piece Flow. AKADEMIE PRODUKTIVITY A INOVACÍ, s.r.o. *API - Academy of productivity and Innovations* [online]. © 2005 - 2012 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68413.one-piece-flow/>

Plýtvání. AKADEMIE PRODUKTIVITY A INOVACÍ, s.r.o. *API - Academy of productivity and Innovations* [online]. © 2005 - 2012 [cit. 2012-03-14]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67789.plytvani-eliminace-lean/>

Průmyslové inženýrství. AKADEMIE PRODUKTIVITY A INOVACÍ, s.r.o. *API - Academy of productivity and Innovations* [online]. © 2005 - 2012 [cit. 2012-04-17]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/101/>

VOLKO, Vladimír. Co je to: OEE. In: *Ing. Vladimír Volko* [online]. © 2009 [cit. 2012-00-17]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-oeo>

VOLKO, Vladimír. Co je to: One Piece Flow. In: *Ing. Vladimír Volko* [online]. © 2009 [cit. 2012-02-07]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-one-piece-flow>

VOLKO, Vladimír. Co je to: Takt time. In: *Ing. Vladimír Volko* [online]. © 2009 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: <http://www.volko.cz/co-je-to-takt-time>

7 druhů plýtvání (muda). TRILOGIQ. *Trilogiq: Solutions for Lean Manufacturing* [online]. © 2012 [cit. 2012-02-02]. Dostupné z: <http://trilogiq.cz/filosofie-stihle-vyroby/7-druhu-plytvani-muda/>

Interní informace firmy XY

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AOI	Automatická optická inspekce.
DMX	Data matrix code.
DPS	Deska plošných spojů.
E	Efektivnost
HT	High temperature test
ICT	In-circuit-test – testování funkčnosti součástek.
JIT	Just-in-time – právě v čas.
OEE	Overall equipment efficiency - celková efektivita zařízení.
PI	Průmyslové inženýrství.
SMT	Surface-mount Technology - linka pro osazování DPS drobnými komponenty.
SO	Pracovník Systémové obsluhy.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Transformační proces.....	11
Obrázek 2 Účinnost, hospodárnost a efektivnost výrobního systému	15
Obrázek 3 Porovnání dávkové výroby a toku jednoho kusu.....	18
Obrázek 4 Prvky štíhlé výroby	20
Obrázek 5 Členění studia práce	28
Obrázek 6 Metody moderního průmyslového inženýrství.....	32
Obrázek 7 Čas taktu	34
Obrázek 8 Parametry pro výpočet OEE	35
Obrázek 9 Zákazníci společnosti XY.....	37
Obrázek 10 Organizační struktura firmy XY	38
Obrázek 11 Produkt A.....	40
Obrázek 12 Produkt B.....	40
Obrázek 13 Výrobní postup 1. část	42
Obrázek 14 Výrobní postup 2. část	43
Obrázek 15 Výrobní postup 3. část	44
Obrázek 16 Vývoj teploty výrobků po vytažení z pece	45
Obrázek 17 Uspořádání výrobních pracovišť na hale konečné montáže a materiálový tok.....	48
Obrázek 18 Popis sledu výrobních operací na modulové lince	54
Obrázek 19 Analýza cesty 1 ks v modulové lince	55
Obrázek 20 Stojan na rošty	57
Obrázek 21 Špinavé příčky roštu	57
Obrázek 22 Nanesení těsnící pasty pod konektor.....	58
Obrázek 23 Nanesení těsnící pasty pod víko	59
Obrázek 24 Současný způsob uložení výrobků A v roštu.....	60
Obrázek 25 Současný způsob uložení výrobků B v roštu.....	60
Obrázek 26 Popis sledu výrobních operací na lince Balení	61
Obrázek 27 Špinavá místa ve vozíčku	62
Obrázek 28 Návrh popisu sledu vyr. operací na modulové lince	67
Obrázek 29 Návrh modulu C	69
Obrázek 30 Návrh první trasy nanesení lepící pasty (vlevo) a druhé trasy (vpravo)	70

Obrázek 31 Návrh způsobu ukládání výrobků A v roštu.....	74
Obrázek 32 Návrh popisu sledu výrobních operací na lince Balení.....	75
Obrázek 33 Upravený vozíček	76
Obrázek 34 Nové uspořádání výrobních pracovišť na hale Konečné montáže a materiálový tok.....	78

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Seznam cílených otázek	29
Tabulka 2 Přepravovaný materiál na hale Konečné montáže	47
Tabulka 3 Analýza časů jednotlivých procesů	51
Tabulka 4 Analýza časů jednotlivých procesů v buňce Pájení.....	52
Tabulka 5 Analýza časů jednotlivých procesů v modulové lince.....	56
Tabulka 6 Analýza časů jednotlivých procesů v lince Balení	61
Tabulka 7 Nové procesní časy jednotlivých operací v buňce Pájení.....	66
Tabulka 8 Nové proc. časy jednotlivých operací v modulové lince.....	71
Tabulka 9 Nové procesní časy jednotlivých operací v lince Balení	77
Tabulka 10 Finanční náročnost požadovaných změn.....	80

