



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV EKONOMIKY

INSTITUTE OF ECONOMICS

NÁVRH VÝROBNÍHO PROCESU S VYUŽITÍM NÁSTROJŮ ŠTÍHLÉ VÝROBY

PROPOSAL OF PRODUCTION PROCESS USING LEAN MANUFACTURING TOOLS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Petr Končický

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav ekonomiky
Student: **Bc. Petr Končický**
Studijní program: Ekonomika a management
Studijní obor: Podnikové finance a obchod
Vedoucí práce: **Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh výrobního procesu s využitím nástrojů štíhlé výroby

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza problému a současné situace
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Hlavním cílem diplomové práce je implementovat principy štíhlé výroby ve vybrané společnosti se záměrem snížení plýtvání ve výrobě.

Základní literární prameny:

IMAI, M. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1621-0.

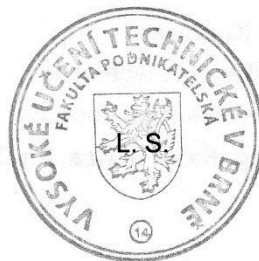
JUROVÁ, M. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

LIKER, J. K. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. 1. vyd. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7.

TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. 1. vyd. Praha: Grada, 2014. 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18.

V Brně, dne 28. 2. 2018



doc. Ing. Tomáš Meluzín, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá implementací štíhlých prvků do výrobního procesu ve vybrané společnosti. Prostřednictvím metody štíhlé výroby Mapování toku hodnot je provedena analýza současného stavu, ze které vyplývá několik nedostatků stávajícího výrobního procesu. Na základě zjištěných výsledků analýzy je proveden návrh nové výrobní linky, která přispívá ke zvýšené hodnotě pro zákazníky v rámci zkrácení času výroby, k redukci plýtvání a tím ke zefektivnění výrobního procesu.

Abstract

The diploma thesis is concerned with the implementation of lean components in the production process of selected company. Through the Value Stream Mapping method an analysis of the current state is performed that resulted several shortcomings of the current production process. Based on the outcomes of the analysis, proposal of new production line is made that contributes to increased customer value within a shorter production time, reduce waste and thus to streamlining the production process.

Klíčová slova

výrobní proces, štíhlá výroba, mapování toku hodnot, muda, kaizen

Key words

production process, lean production, value stream mapping, muda, kaizen

Bibliografická citace

KONČICKÝ, P. *Návrh výrobního procesu s využitím nástrojů štihlé výroby*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2018. 81 s. Vedoucí diplomové práce Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D..

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 15. května 2018



.....
podpis autora

Obsah

ÚVOD.....	10
1 VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	11
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	12
2.1 Historie štíhlé výroby	12
2.1.1 Henry Ford.....	12
2.1.2 Tomáš Baťa.....	12
2.1.3 Kiichiro Toyoda a Taiichi Ohno.....	12
2.2 Systém výroby firmy Toyota	13
2.3 Výroba a výrobní proces	14
2.3.1 Struktura výrobního procesu.....	15
2.3.2 Typologie výrobního procesu	17
2.4 Štíhlý podnik.....	18
2.4.1 Kaizen	19
2.4.2 MUDA	20
2.4.3 Total Flow Management.....	22
2.4.4 Metoda 5S	25
2.4.5 Just in time (JIT).....	26
2.4.6 Kanban	27
2.5 Value stream mapping (Mapování toku hodnot)	27
2.5.1 Práce s metodou Value stream Mapping	28
2.5.2 Několik typů pro analýzu toku hodnot	29
2.5.3 Postup pro mapování toku hodnot	29
2.5.4 Znázornění cílového stavu	34

3	ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÉ SITUACE	36
3.1	Výběr výrobní řady.....	36
3.2	Mapa současného stavu dle VSM	37
3.3	Popis současného stavu	38
3.3.1	Zákazníci.....	38
3.3.2	Dodavatelé	38
3.3.3	Výrobní proces.....	39
3.3.4	Špagetový diagram stávajícího layoutu	47
3.4	Vyhodnocení analytické části	51
4	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ.....	53
4.1	Navržení nové výrobní linky dle filozofie štíhlé výroby	53
4.2	Návrh zlepšení dílčích operací	53
4.2.1	Stříhání kabelů	53
4.2.2	Nasunutí Pressringu a krimpování strany A pěti-pólového kabelu	54
4.2.3	Zasunutí kontaktu do nosiče kontaktů	56
4.2.4	Zástřík hlavice konektoru str. A, kontrola hlavice šablonou a zástřík těsnění.....	57
4.2.5	Rozstřížení kabelu, odizolování lanek, nakrimpování dvou lanek kontakty, nakrimpování tří lanek kontakty a potisk	59
4.2.6	Elektrický test a balení.....	60
4.3	Shrnutí vlastních návrhů řešení	61
5	PŘÍNOS NÁVRHŮ ŘEŠENÍ.....	66
5.1	Stříhání kabelů	66
5.2	Nasunutí Pressringu a krimpování strany A pěti-pólového kabelu.....	66
5.3	Zasunutí kontaktu do nosiče kontaktů.....	67
5.4	Zástřík hlavice konektoru str. A, kontrola hlavice šablonou a zástřík těsnění. 68	

5.5	Rozstřížení kabelu, odizolování lanek, nakrimpování dvou lanek kontakty, nakrimpování tří lanek kontakty a potisk	68
5.6	Elektrický test a balení	69
5.7	Shrnutí přínosů návrhů řešení	69
ZÁVĚR		75
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ		77
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ		80
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....		81
SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ		81

ÚVOD

V současné době je globálním trendem přesun výroby do Číny a jihovýchodní Asie, a to z důvodu slábnoucí výhody naší levné pracovní síly vůči západním zemím. Proto aby se zabránilo poklesu konkurenceschopnosti podniků, jsou podniky nuceny své procesy neustále zlepšovat a dosahovat maximální efektivity, aby byly schopné poskytovat stále náročnějším zákazníkům vysokou kvalitu za nízkou cenu, a to s co nejkratší dodací lhůtou.

Štíhlou výrobou rozumíme filozofii, která se snaží snížením plýtvání zkrátit čas v rámci výrobního procesu. Díky metodám štíhlé výroby lze vyrábět víc, mít nižší režijní náklady a využít efektivněji své plochy a výrobní zdroje. Tato diplomová práce se zabývá návrhem výrobního procesu s využitím nástrojů štíhlé výroby, aby se dotčený podnik následně mohl stát více konkurenceschopný.

Tématem diplomové práce je návrh výrobního procesu s využitím nástrojů štíhlé výroby. Tento návrh byl použit v podniku, který se věnuje oblasti elektrovýroby. Jako hlavní analytický nástroj štíhlé výroby byl zvolen Value Stream Mapping (VSM) – metoda toku hodnot, která usnadňuje identifikaci plýtvání.

Diplomová práce je rozdělena do pěti hlavních částí. V první části diplomové práce je formulován hlavní cíl společně s cíli dílčími. Druhá část se zabývá teoretickými poznatky – zde jsou vymezeny základní pojmy štíhlé výroby. Třetí část má analytický charakter, ve které se rozebírá současný stav daného výrobního procesu, ze kterého vyplývají nedostatky. Čtvrtá část se věnuje vlastním návrhům výrobního procesu, jejímž záměrem je zefektivnění výrobního procesu a zvýšení produktivity. V poslední páté části jsou vyhodnoceny veškeré přínosy vyplývající z provedených návrhů.

1 VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Dotčený podnik, sídlící ve Zlínském kraji, patří mezi významné výrobce elektrotechniky v rámci České republiky. Diplomová práce se zaměřuje na daný výrobní proces a další výrobní procesy v podniku nejsou touto prací řešeny.

Hlavním cílem diplomové práce je implementovat principy štíhlé výroby ve vybrané společnosti se záměrem minimalizace plýtvání při návrhu výrobního procesu jednoho vybraného konkrétního výrobku, kterým je připojovací kabel osazených jednostranně konektorem. K dosažení vytyčeného cíle diplomové práce byly stanoveny následující dílčí cíle:

- Analýza konkrétního výrobního procesu výroby.
- Vyhodnocení analýz a identifikace nedostatků ve stávající výrobě.
- Popis teoretických poznatků.
- Zpracování návrhů vedoucích ke zeštíhlení výroby.
- Vyhodnocení ekonomických přínosů.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 Historie štlhlé výroby

2.1.1 Henry Ford

Henry Ford se považuje za jednoho z prvních předchůdců novodobé štlhlé výroby. V roce 1913 představil světu pásovou výrobu pomocí pohyblivé montážní linky, díky které mohl začít masově vyrábět automobil značky Ford s označením „model T“, kterých firma prodala přes 15 milionů kusů. Problém s Fordovým systémem později ve 20. letech nebylo pouze omezení firmy Ford na model T. Ford rovněž omezil model T na jednu barvu a obecně na jednu specifikaci, takže například všechny podvozky modelu T byly v podstatě stejné až do konce výroby roku 1926. Automobilový trh si žádal rozmanitost, a tak s modelovým cyklem čítajícím 19 let u modelu T ztratil Ford své zákazníky. Ostatní výrobci reagovali na změnu poptávky a začali nabízet několik odlišných modelů v různých specifikacích (1).

2.1.2 Tomáš Baťa

Za účelem načerpání odborných poznatků se Tomáš Baťa nechal záměrně zaměstnat u Henryho Forda. Po dobu jednoho roku dokázal vstřebat Fordovský systém výroby, který později aplikoval ve svém podnikání. Přizpůsobil Fordovskou pohyblivou montážní linku výrobě bot tak, že ji uspořádal do kruhového tvaru. Díky úpravě montážní linky do kruhu mohli dělníci na sebe vidět, sledovat postup výroby a nepřímou se tak povzbuzovat. Následující pracoviště tak vlastně také kontrolovalo pracoviště předchozí (2).

2.1.3 Kiichiro Toyoda a Taiichi Ohno

Kiichiro Toyoda a Taiichi Ohno z firmy Toyota se začali zabývat výše zmíněným měnícím se trendem ve 30. letech a intenzivněji po druhé světové válce. Napadlo je, že řada jednoduchých inovací by mohla zvýšit možnost zajištění kontinuity toku procesů a také poskytnout širokou nabídku produktů. Proto se inspirovali původním myšlením společnosti Ford a vynalezli výrobní systém Toyoty.

Tento systém v podstatě přesunul zaměření výrobního inženýra z jednotlivých strojů a jejich využití na tok produktu celkovým procesem. Díky tomuto systému bylo možné získat nízké náklady, vysokou různorodost, vysokou kvalitu a velmi rychlý průchod a bylo možné rychle reagovat na měnící se požadavky zákazníků.

V dnešní době jde Toyota příkladem v oboru štíhlé výroby. O prvenství v prodeji aut bojuje s Volkswagen Group. Tento její pokračující úspěch za poslední dvě dekády vytvořil obrovský požadavek na větší znalosti o štíhlém myšlení (1).

2.2 Systém výroby firmy Toyota

Systém výroby firmy Toyota je ojedinělým přístupem Toyoty k výrobě. V současnosti bychom mohly systém výroby firmy Toyota označit za velkou část základů štíhlé výroby. V posledních přibližně dvaceti letech hraje štíhlá výroba důležitou úlohu mezi trendy, které jsou prosazovány v oblasti výroby. Většina firem se silně soustřeďuje na nástroje štíhlé výroby, mezi které patří metody 5S nebo „just-in-time“, bez širšího pochopení štíhlosti jako celistvého systému. Většina firem, u kterých byla štíhlá výroba implementována, se neúčastní neustálého zlepšování, které tvoří součást koncepce štíhlé výroby.

Z důvodu čím dál tím větší individualizace automobilů, kterou si žádá trh, respektive zákazníci, měla pro firmu Toyota zásadní význam pružnost výroby. Firma Toyota se proto začala věnovat zkracováním průběhové doby, udržováním pružnosti výrobních linek, aby dosáhla vyšší jakosti, lepší schopnosti reagovat na požadavky zákazníků, vyšší produktivity a lepšího využití zařízení a prostoru. Účel firmy Toyota spočívá v odstraňování časového zdržení a ztrát materiálu napříč výrobním procesem. Ve čtyřicátých a padesátých letech se firma Toyota potýkala se stejnou problematikou jako většina firem dnes. Jedná se o potřebu rychlých a pružných procesů pro uspokojení zákazníků nejvyšší jakostí výrobku s přijatelnými náklady.

Následující výčet reprezentuje 14 zásad celkové koncepce firmy Toyota:

- **Zásada 1** – připisuje důležitost manažerským rozhodnutím založených na dlouhodobé strategii bez ohledu na krátkodobé finanční cíle.
- **Zásada 2** – nabádá k vytvoření nepřetržitého procesního toku, který přispívá k odhalení problémů.

- **Zásada 3** – vyzývá k využívání tahového systému za účelem vyvarování se nadvýrobě.
- **Zásada 4** – apeluje na vyrovnávání pracovního zatížení (Heijunka).
- **Zásada 5** – vyzývá k vytváření kultury, která umožňuje zastavit proces, aby došlo k překonání problémů, a aby bylo dosaženo správné kvality už při prvním pokusu.
- **Zásada 6** – Základem pro neustálé zlepšování a posilování kompetencí zaměstnanců jsou normované úkoly.
- **Zásada 7** – doporučuje užívání zrakové kontroly, aby došlo k odhalení všech problémů.
- **Zásada 8** – Používejte pouze stoprocentně prověřené technologie, které slouží lidem a procesům.
- **Zásada 9** – Kultivujte vůdce, kteří důkladně rozumějí práci, ztotožňují se s filosofií firmy a jdou příkladem pro druhé.
- **Zásada 10** – Zdokonalujte neobyčejné lidi a týmy, kteří se řídí filosofií vaší firmy.
- **Zásada 11** – Respektujte vaši síť svých partnerů a dodavatelů podněcováním a pomáháním se zlepšovat.
- **Zásada 12** – Řešte problémy a zlepšujte procesy na základě osobního pozorování (Genchi Genbutsu).
- **Zásada 13** – vybízí k rozhodování s rozmyslem na základě konsenzu po zhodnocení všech eventualit. Realizace rozhodnutí má být rychlá.
- **Zásada 14** – nabádá k ustavičnému promýšlení (Hansei) a neustálému zlepšování (Kaizen) (3).

2.3 Výroba a výrobní proces

Výrobu lze formulovat jako přeměnu výrobních zdrojů do ekonomických statků a služeb, které jsou následně spotřebovány. Výrobní zdroje se zpravidla člení do čtyř hlavních skupin, a to mezi půdu, práci, kapitál a informace (4). Výroba má za cíl uspokojit potřeby zákazníka vytvořením statků a služeb. Je nejdůležitější součástí hodnotového řetězce (5). Z hlediska množství a počtu druhů výrobků se výroba rozlišuje na kusovou, sériovou a hromadnou (6).

Výrobní proces se obecně člení do tří fází:

- **Fáze předzhotovující** (nazývaná jako tzv. předvýroba, což je nepřesný popis, jelikož za předvýrobní fází je označována konstrukce, technologie nebo organizační příprava, což jsou fáze výrobě předcházející).
- **Fáze zhotovující** (nazývaná předmontáž).
- **Fáze dohotovující** (nazývaná montáž) (5).

2.3.1 Struktura výrobního procesu

Na výrobní proces může být pohlíženo z hlediska věcného, časového a prostorového.

2.3.1.1 Věcné hledisko

Věcné hledisko nám popisuje výrobní program a profil. Výrobní program je určen souhrnem výrobků, které podnik vyrábí a nabízí na trhu a výrobní profil je určen souhrnem výrobní kapacity.

2.3.1.2 Časové hledisko

Časové hledisko výrobního procesu řeší následující aspekty řízení výroby:

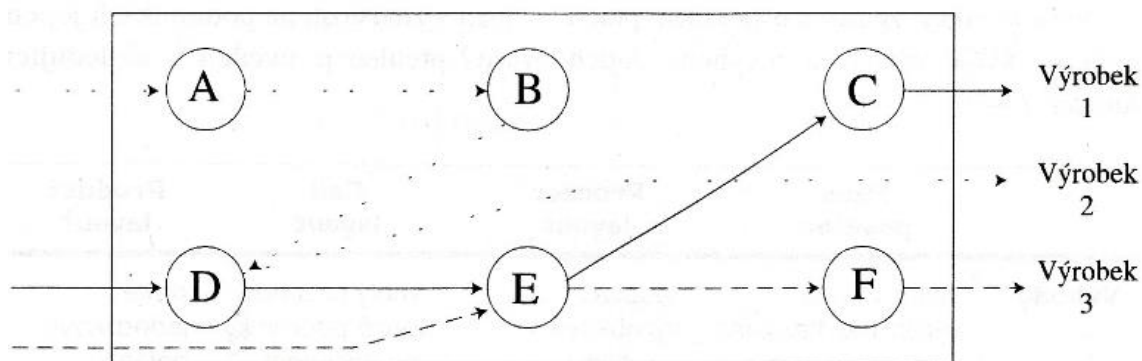
- **Časové uspořádání výrobního procesu** – tkví ve stanovení operací a jejich posloupnosti, ve které budou jednotlivé operace postupně zpracovány jednotlivými pracovišti.
- **Výrobní a dopravní dávky** – jedná se o skupinu součástí, které bývají zadávány do výroby společně (4).
- **Průběžná doba výroby** – je vymezena časovým rámcem od okamžiku provedení první operace po okamžik uskladnění hotových výrobků (7).
- **Směnnost** – vyjadřuje počet pracovních směn za den.
- **Využití výrobních kapacit** – oznamuje na kolik procent využíváme výrobní kapacitu. Cílem tohoto aspektu je dosahování stoprocentního využití výrobních kapacit, což z tohoto cíle dělá prakticky nesplnitelný úkol.
- **Prostoje pracovišť** – vyjadřují časový interval, kdy jednotlivá pracoviště nepracují. Častým důvodem je nedostatek práce pro dané pracoviště anebo špatné plánování a řízení výroby. Cílem je maximální eliminace prostojů.

- **Rozpracovaná výroba** – někdy též označována jako nedokončená výroba. Je měřena v peněžním vyjádření hodnoty výrobních zdrojů, které jsou vázané ve výrobním procesu. Cílem je eliminace rozpracované výroby při zachování určité hladiny nedokončené výroby pro udržení potřebné stability výrobního systému.

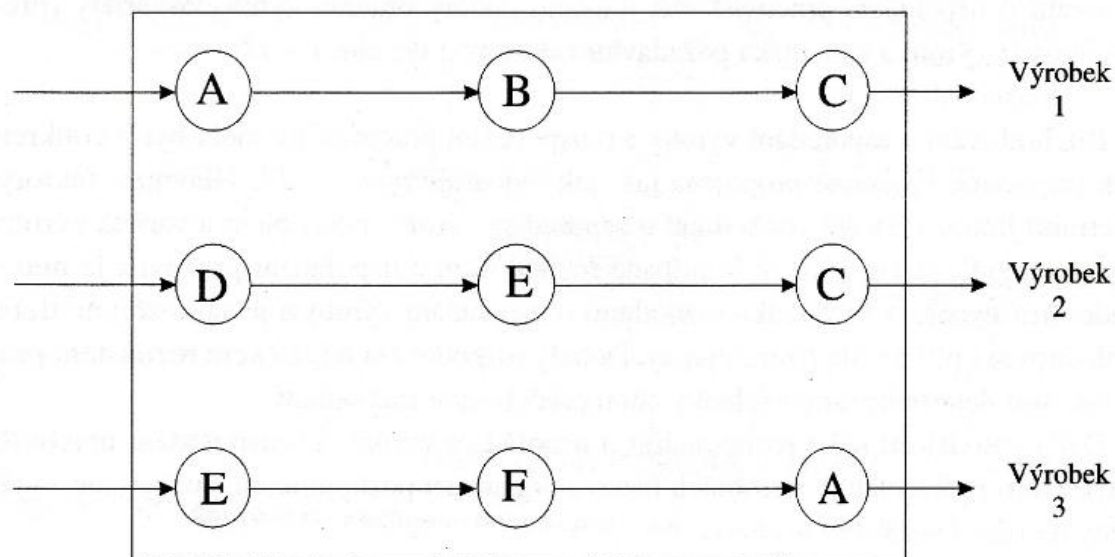
2.3.1.3 Prostorové hledisko

Patřičným prostorovým a organizačním uspořádáním výrobního procesu lze dosáhnout vylepšení materiálových toků. Zřetel musí být brán na rychlost, vzdálenost a plynulost přepravy. Existuje několik schémat, jak lze uspořádat pracoviště, a to následujícím způsobem:

- **Uspořádání pracovišť s pevnou pozicí výrobku (fixed position)** - jak sám název napovídá, materiál a rozpracovaná výroba se nikam nepřesouvá a k přesunu dochází pouze u zařízení a pracovníků.
- **Technologické uspořádání pracovišť (process layout)** - je rozděleno do skupin podobných pracovišť, kdy pracoviště nejsou uspořádána podle technologického postupu výroby a nedokončená výroba se přesouvá podle potřeby mezi jednotlivými pracovišti. Technologické uspořádání pracovišť je schematicky znázorněno na obrázku č. 1.
- **Buňkové uspořádání pracovišť (cell layout)** - seřazuje pracoviště do skupin (buněk) do takového seskupení, aby dané částí výrobního procesu byly uskutečněny v určité buňce bez toho, aby docházelo k přemísťování výrobku mezi dílčími operacemi.
- **Předmětné uspořádání pracovišť (product layout)** - orientuje se na minimální přesuny výrobků mezi jednotlivými pracovišti. Pracoviště jsou uspořádány v souladu s technologickými postupy. Předmětné uspořádání pracovišť je schematicky znázorněno na obrázku č. 2 (4).



Obrázek č. 1: Technologické uspořádání pracovišť (Zdroj: 4)



Obrázek č. 2: Předmětné uspořádání pracovišť (Zdroj: 4)

Tomek a Vávrová (5) charakterizují technologický princip uspořádání pracovišť jako dílenskou výrobu a předmětný princip uspořádání pracovišť jako proudovou výrobu.

2.3.2 Typologie výrobního procesu

Z hlediska řízení zakázek se výrobní proces rozděluje na 2 okruhy:

- Řídící okruh orientovaný na zákaznické zakázky.
- Řídící okruh orientovaný prognosticky.

Co se týče prvního typu řídicího okruhu, výrobní proces, a to především u konečné montáže, se řeší na základě zakázek zákazníků. Tento okruh řeší problém, s jakým předstihem zákazníci své požadavky předkládají a jak široké spektrum výběru mají. V tomto případě je neekonomické vytvářet zásoby hotových výrobků. Řídicí okruh orientovaný prognosticky je založen na očekávání budoucí poptávky. Výrobní úseky pracují podle plánu postaveném na předpovědi poptávky (5).

2.4 Štíhlý podnik

Štíhlost podniku znamená vyrábět pomocí takových činností, které jsou nezbytné, a dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní konkurenti a vynaložit přitom méně finančních prostředků. Slovo štíhlost v daném případě znamená zvyšování výkonnosti podniku, kdy na dané ploše dokáže podnik vyprodukovat víc než konkurenční podnik, a kdy podnik vyřídí víc objednávek, a na jednotlivé podnikové procesy a činnosti je vyloženo méně času. Štíhlost podniku je přesně to, co chce náš zákazník, a to s minimálním počtem činností, které hodnotu výrobku nebo služby nezvyšují. Zeštíhlováním lze tudíž vyrábět víc, mít nižší režijní náklady a využít efektivněji své plochy a výrobní zdroje.

Štíhlá výroba je filozofie, která se snaží redukováním plýtvání v řetězci mezi zákazníkem a dodavatelem zkrátit čas. Plýtvání se v japonštině vyjadřuje slovem „MUDA“, v angličtině „waste“ a v němčině „Verschwendung“. Za plýtváním je označováno všechno, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby, aniž by docházelo ke zvyšování jejich hodnot.

Mezi typické situace MUDA se řadí následující činnosti:

- krátkodobé skladování,
- nošení součástek,
- počítání dílů,
- zadávání dílů do počítače,
- pozorování chodu stroje,
- komplikovaná přeprava,
- nadvýroba a zbytečná manipulace,
- hromadění zásob,

- čekání na materiál,
- zmetky,
- poruchy,
- hledání nástrojů,
- odstraňování zmetků,
- nedostatek komponentů na montáž (8).

2.4.1 Kaizen

Slovo Kaizen lze přeložit z japonštiny jako změna k lepšímu či zlepšení (9). Tento nepřetržitý proces zlepšování se týká jak manažerů, tak dělníků. Ze širšího hlediska se Kaizen týká našeho způsobu života, (10) jelikož nejdříve musíme zdokonalovat sebe, následně může dojít ke zkvalitnění vztahů a spolupráce se spolupracovníky, a nakonec může dojít ke zlepšení věcí a procesů kolem (8). Jedná se o japonský způsob myšlení zaměřený na výrobní proces na rozdíl od západního myšlení zaměřeného na inovace a výsledky (10).

Základní zásady systému Kaizen:

- Zaměřit se na zlepšení vycházející z lokálních znalostí a zkušeností lidí ve výrobě.
- Zapojit pracovníky do zlepšování procesů. To jim přináší rozvoj vlastní osobnosti a schopností a vyšší satisfakci z práce a dochází tak ke zlepšování podnikové kultury. Proces zlepšování není byrokratickým zlepšovatelským hnutím, nicméně se jedná o firemní kulturu a atmosféru.
- Při změnách se mimo jiné zaměřit i na názory výrobního personálu, jelikož bez jejich přímé účasti jsou dané změny ve výrobě často hůře přijímány.
- Pracovníci ve výrobě by neměli být placeni jen podle výkonů, dodržování norem a předpisů, ale je nutné, aby se také snažili odhalovat všechny formy plýtvání, a tak mohli hledat možnosti, jak práci zvládnout rychleji, efektivněji a levněji. Za toto úsilí je též důležité je pak řádně odměnit.
- Jedná se o filozofii vnitřní nespokojenosti, kdy se provádí kontinuálně zlepšování současného stavu (11).

Pro doplnění existují dva typy systému Kaizen. Jedná se o „tokový Kaizen“, který se snaží o zlepšení hodnoty toku a „procesní Kaizen“ zabývající se eliminací plýtvání v jednotlivých procesech (12).

Pojem Kaizen zastřešuje následující japonské techniky mající za úkol zlepšování jakéhokoliv procesu:

- orientace na zákazníky,
- absolutní kontrola kvalita,
- robotika,
- kroužky kontroly kvality,
- systém zlepšovacích návrhů,
- automatizace,
- disciplína na pracovišti,
- absolutní údržba výrobních prostředků,
- kanban,
- zdokonalování kvality,
- just-in-time,
- žádné kazové zboží,
- aktivity malých skupin,
- dobré vztahy management – zaměstnanci,
- zvyšování produktivity,
- vývoj nových produktů (10).

2.4.2 MUDA

MUDA je japonské označení pro plýtvání. Výroba je složená z procesů, které přidávají, nebo nepřidávají hodnotu výslednému produktu. Vše, co vkládáme do výrobního procesu, stojí finanční prostředky v podobě materiálu, času, prostředků pro výrobu atd. Ty činnosti ve výrobním procesu, které výrobku nepřidávají žádnou hodnotu, a za které si zákazník nepřeje zbytečně vynakládat finanční prostředky jsou MUDA. Při odhalení MUDA firma nachází potenciální možnost zisku.

Vlivem eliminace MUDA ve výrobním procesu dochází pokaždé ke snížení výrobních nákladů. Důležité je zmínit, že se jedná jak o náklady současné, tak potenciální. Přidávání

hodnoty do výrobku je většinou spjato s nabalováním aktivit nepřidávajících hodnotu. Guru Kaizenů Masaaki Imai uvádí, že MUDA je věčná a nikdy se z procesů nevytratí. Dle Toyoty se zhruba jen 5 % celkového času všech zaměstnanců firmy pojí s přidáváním hodnoty.

Existuje 7 základních tříd MUDA, které se běžně ve výrobě vyskytují:

- čekání,
- zásoby,
- transport,
- zmetky,
- chyby ve výrobě,
- nadprodukce,
- zbytečné pohyby (13).

Mašín a Vytlačil (14) doplňují 7 výše uvedených základních tříd MUDA o plýtvání tvůrčím potenciálem, schopnostmi, znalostmi a talentem pracovníků, které obecně nazývají MUDA nevyužití myšlenek.

V rámci této diplomové práce budou následně popsány vybrané druhy MUDA.

2.4.2.1 MUDA čekání

Když se zboží nepohybuje nebo není zpracováváno, dochází k plýtvání. Většina času výrobku ve výrobě je vázána v čekání na další operaci procesu. To je obvykle způsobeno špatným tokem materiálu, příliš dlouhými výrobními toky a příliš dlouhými vzdálenostmi mezi pracovišti. Ztráta jedné hodiny v procesu úzkých míst je ztráta jedné hodiny na výstupu celého podniku. Propojení procesů tak, aby jeden plynule navazoval na další, může výrazně snížit čekání.

2.4.2.2 MUDA transportu

Transport produktů mezi výrobními procesy nepřináší výrobku žádnou přidanou hodnotu. Nadměrné pohyby a manipulace mohou způsobit poškození a jsou příležitostí pro zhoršení kvality. Transport mimo jiné navyšuje náklady na přepravní techniku. Náklady

na transport se nesnadně snižují. Klíčové je zaručit přesun zařízení a postupů blíže k sobě. Je velice obtížné určit, které procesy by měly být vedle sebe. Mapování toku výrobků může usnadnit eliminaci plýtvání transportu díky vizualizaci.

2.4.2.3 MUDA zásob

Nadbytečné zásoby zvyšují dobu výroby, spotřebovávají plochu, která může být využita pro výrobu a zpomalují zjišťování problémů a zabraňují komunikaci. Souvislý výrobní tok mezi jednotlivými pracovišti pomáhá výrobcům zlepšit zákaznický servis a zredukovat zásoby a s nimi spojené náklady.

2.4.2.4 MUDA zbytečných pohybů

Tato MUDA souvisí s ergonomií pohybu a je spojena s ohýbáním, natahováním, zvedáním a chůzí pracovníka. Jedná se také o problematiku zdraví a bezpečnosti na pracovišti. Pracovní úkony s nadměrným pohybem by měly být rozebrány a navrženy takovým způsobem, aby vyhovovaly zásadám ergonomie.

2.4.2.5 MUDA zmetků

Vadné výrobky neboli zmetky vedou k přepracovávání výrobků či přímo k tvorbě šrotu, což sebou nese obrovské náklady pro podnik. Celkové náklady na vady mají mnohdy významný podíl na celkových výrobních nákladech. Pomocí neustálého zlepšování procesů, do kterých jsou zapojeni i pracovníci ve výrobě, existuje obrovský prostor pro snížení zmetkovitosti (15).

2.4.3 Total Flow Management

V překladu z angličtiny by Total Flow Management znamenal absolutní řízení toku. Jedná se o nástroj Kaizen. Základ Total Flow Managementu spočívá ve vytvoření a udržení toku materiálu, informací a energie. Prostoje stroje, čekající materiál či nevyužitý pracovník je vnímán jako plýtvání.

Model Total Flow Managementu se skládá ze čtyř následujících oblastí:

- základní stabilita,
- výrobní tok,

- interní logistický tok,
- externí logistický tok.

2.4.3.1 Základní stabilita

Základní stabilitou se rozumí dobrý výchozí stav pro zavádění nástrojů Total Flow Managementu. Základní stability je dosaženo při zajištění a udržení základních podmínek, které jsou nezbytné pro další vývoj. Základními podmínkami se rozumí vysoká spolehlivost výrobních zařízení, proškolení pracovníci, správné pracovní postupy, standardy úklidu a pořádku (5S) apod. Bez dostatečné angažovanosti všech zaměstnanců by se firma nemohla dále vyvíjet.

2.4.3.2 Výrobní tok

Další součástí Total Flow Managementu se zabývá optimalizací výrobní linky. Pod výrobní tok spadají oblasti jako je uspořádání a návrh linek, standardizovaná práce, SMED a nízkonákladová automatizace. Cílem výrobního toku je tok jednoho kusu (one piece flow) a zamezení MUDA, které vyplývá z pohybů pracovníků obsluhy, pomocí standardizované práce. Dalším cílem je možnost výroby širokospektrální výroby v malých dávkách objemové přizpůsobení díky metodě SMED (Single Minute Exchange of Dies), kdy je změna výrobního sortimentu provedena během několika minut. Dále pak existuje metoda OTED (One Touch Exchange of Dies), kdy dochází k přenastavení stroje jedním zmáčknutím příslušného tlačítka na stroji. Nízkonákladovou automatizaci představují jednoduché stroje, které využívají základní fyzikální principy jako jsou např. pákové mechanismy usnadňující manipulaci.

2.4.3.3 Interní logistika

Oblast interní logistiky se zabývá optimalizací výrobní logistiky. Zvažuje výhodnost tahového principu výrobního toku namísto tlakového principu. Interní logistický tok se týká pěti oblastí jako Supermarkety, Mizusumashi, Kanban, Leveling a Pull plánování.

Cílem interní logistiky je vytvořit tok informací, který by začínal objednávkou od zákazníka. Dalším cílem je propojit výrobu s logistikou se záměrem zavedení tahového systému.

Supermarkety jsou řízené mezisklady vnášející do výrobního procesu přehlednost, jelikož všechny díly mají svou určenou adresu a přesně stanovené maximální a minimální množství.

Mizusumashi má v logistickém procesu podobu vláčku s vagóny, který zásobuje jednotlivé pracoviště žádoucím materiálem v přesně stanovených časových intervalech. Jednotlivé zastávky jsou přesně určeny a označeny.

Kanban se používá u tahového systému výroby. Slovo Kanban je japonský výraz pro lístek nebo kartičku. Metoda Kanban je podrobněji popsána v kapitole číslo 2.4.6.

Vyrovňávání výroby mnohdy nazývané anglickým výrazem Leveling. Jedná se o zajištění stabilního výrobního rytmu, kdy dochází k zamezení velkých výkyvů u denních výrobních požadavků. Vyrovňovací box je hlavním nástrojem tohoto postupu. Prostřednictvím vyrovňovacího boxu se výrobní požadavky rozdělují na malé výrobní dávky, které pokrývají jeden pracovní den.

Plánování tahem

Plánování tahem řeší otázku výběru vhodné strategie plánování, jestli firma bude vyrábět na přímou objednávku či na sklad. Dále řeší kapacitní plánování tzn. jaké výrobní kapacity budou třeba a v neposlední řadě se jedná taky o otázku operativního plánování vyrovňáváním výroby neboli nezbytnou velikost výrobní dávky.

2.4.3.4 Externí logistika

Oblast externí logistiky se týká procesů ve skladech, komunikace se zákazníky a s dodavateli. Externí logistický tok se rozděluje na pět oblastí, a to na Návrh skladu, Milkrun, Příjem a zásobování, Expedice a dodávky a na Totální pull plánování.

Cílem externí logistiky je zredukovat skladové zásoby, držet ukazatel OTD (On Time Delivery) nad 98 procenty, eliminovat nadbytečný pohyb pracovníků a zredukovat celkové logistické náklady.

2.4.3.5 Shrnutí

Postupný přechod z tlakového systému výroby na tahový je relativně složitý a vyžaduje nejenom delší časový úsek pro naplánování celé změny a to až 3 roky, ale hlavně aktivní

účast všech zaměstnanců na celé změně. Výhody, které tahový systém poskytuje, jsou nebývalé a dochází:

- K patrnému snížení tzv. průběžné doby výroby až o 80 %.
- Ke snížení množství zásob, a to až o 80 %.
- Ke zvýšení produktivity o stovky %.
- Ke snížení nekvalitních výrobků o více než 50 %. (13).

2.4.4 Metoda 5S

Metoda 5S je jedna ze základních nástrojů systému Kaizen. Tento nástroj se skládá z pěti kroků – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke. Jedná se o pět japonských slov, podle kterých vznikl název metody. Japonské názvy jednotlivých kroků mají české ekvivalenty – Utrídit, Uspořádat, Udržovat pořádek, Určit pravidla, Upevňovat a zlepšovat.

2.4.4.1 1.krok Seiri – Utrídit

Na pracovištích se prochází každá věc a každý pracovník se zamýšlí, jestli danou věc k provedení práce potřebuje či nikoliv. Po uplatnění kroku Seiri se zjišťuje, že lze uspořit běžně 15-30 % místa. Nepoužitelné a nepotřebné věci jsou vyhozeny nebo odvezeny v podobě šrotu do sběrných surovin a zpeněženy. O věcech, které jsou označeny červenou kartou, nevíme okamžitě, zda jsou potřebné a jsou předmětem pozdějšího zatřídění. Věci potřebné pro práci jsou roztříděny podle četnosti použití následujícím způsobem. Věci potřebné denně jsou umístěny na pracovišti, věci potřebné týdně jsou umístěny v blízkosti pracoviště a ostatní potřebné věci jsou uloženy do skladu.

2.4.4.2 2.krok Seiton – Uspořádat

Všechny věci na pracovišti jsou uloženy ergonomicky a mají své určité místo. Kýžený stav tohoto kroku je, aby nebylo možné dát danou věc na jiné místo než k tomu určené. Tento krok se snaží o co největší minimalizaci MUDA hledání a čekání.

2.4.4.3 3.krok Seiso – Udržovat pořádek

Tímto krokem se myslí provést hloubkovou očistu celého pracoviště včetně odstranění letitých nánosů špíny a natření věcí, které podléhají korozi. V průběhu provádění tohoto kroku může být například na stroji odhalen únik oleje nebo uvolnění matice a tak podobně.

2.4.4.4 4. krok Seiketsu – Určit pravidla

Cílem čtvrtého kroku je navržení standardů, které mají pomáhat udržovat stav dosažený realizací prvních tří kroků. V rámci tohoto kroku se vytvářejí standardy vzhledu pracoviště, postupy práce na pracovišti a postupy přeseřízení. Standardy jsou vytvořeny v kooperaci s pracovníky v daném úseku. Pracovníci si standardy stanovují sami, ovšem vše se odehrává pod dozorem nadřízených. Jednoduchost, srozumitelnost a názornost jsou vlastnosti, kterými by každý standard měl oplývat.

2.4.4.5 5. krok Shitsuke – Upevňovat a zlepšovat

Pátý krok je poslední ale zároveň neméně důležitým či možná nejdůležitějším prvkem metody 5S. Jedná se o udržení a neustále zlepšování stavu pracovišť (13).

2.4.5 Just in time (JIT)

Aby se předešlo plýtvání ve výrobním systému Toyoty, tak Taiichi Ohno vymyslel koncepci „právě včas“, jinak přezdívanou Just in time (11). Myšlenka JIT spočívá ve výrobě a dodávce přesného počtu výrobků, v potřebné kvalitě a v příhodné době. Metoda JIT má několik příznačných znaků. Jedná se o:

- Akcent na minimalizaci rozpracované výroby.
- Zkracování času průběžných dob ve výrobě.
- Zkracování seřizovacích časů.
- Aplikaci malých výrobních dávek.
- Zrychlování a zjednodušení toku materiálu mezi pracovišti.
- Akcent na vysokou kvalitu a redukci poruch ve výrobním procesu.
- Existenci rezervních výrobních kapacit namísto zásob rozpracované výroby (4).

2.4.6 Kanban

Systém Kanban poprvé uplatnil Taiichi Ohno v automobilce Toyota v roce 1952 (10). Kanban v překladu z japonštiny znamená kartu nebo štítek. Cíl metody Kanban spočívá ve schopnosti dodávat okamžitě materiál či rozpracovanou výrobu na pracoviště se záměrem o co největší snížení vázanosti obrátového kapitálu. Předpokladem pro použití tohoto systému je velkosériová až hromadná výroba v předemném uspořádání pracovišť. Jestliže pracovišti dochází zásoba součástek jistého druhu, tak vystaví a předá dodavatelskému pracovišti Kanban kartu. Dodavatelské pracoviště má povinnost dodat součástky v předepsaném množství společně s Kanban kartou v požadovaném čase (16).

2.5 Value stream mapping (Mapování toku hodnot)

Value stream mapping (VSM) znázorňuje tok materiálu a informací od dodavatele k zákazníkovi. VSM je jedna z metod štíhlé výroby používána k analýze, návrhu a řízení materiálových a informačních toků (17). VSM pomáhá identifikovat plýtvání a zefektivnit výrobní proces (18).

Taiichi Ohno, jeden z tvůrců metody VSM, poukazuje na to, že jediné, o co se metoda VSM snaží je hledání a následné snížení plýtvání na časové ose od okamžiku přijetí zakázky od zákazníka až do bodu platby (19).

Shigeo Shingo rozlišuje mezi aktivitami přidávající hodnotu a aktivitami nepřidávající hodnotu (20). Hodnotou se rozumí schopnost poskytnout zákazníkovi produkt nejvyšší kvality, ve správném čase a v přiměřené ceně (21). Aktivity nepřidávající hodnotu jsou často přípravné nebo jsou spojené s aktem uklízení. Naopak aktivity přidávající hodnotu jsou úzce spjaty s pracovníkem, strojem či pracovní stanicí, kde dochází k přidávání hodnoty (20).

VSM nezachycuje pouze jednotlivé produkční procesy, nýbrž celkový obraz procesu firmy, pomáhá také rozpoznat a pochopit tok materiálu a informací. VSM zachycuje celkovou cestu produktu od expedice zákazníkovi až příchozí materiál, což nám dává hrubý obraz jednotlivého procesu v rámci materiálového a informačního toku. Posléze se manažer musí zamyslet a položit si klíčové otázky a nakreslit budoucí stav. Neustálým

zamýšlením se nad současným stavem dojde k rozpoznání tvorby hodnoty a příčin plýtvání.

Management by měl mít na paměti, že je důležité vytvořit tok s vysokou přidanou hodnotou a krátkou průchodností. Pro uskutečnění zmíněného toku je nezbytné vytvoření vize tohoto toku. VSM pomáhá identifikovat tok a zaměřit se na vylepšený, respektive ideální stav.

Materiálový tok znamená pohyb materiálu skrz výrobní podnik. Existuje však i jiný tok, jedná se o informační tok, který v rámci jednotlivým procesům zajišťuje přenos informací. Dle systému výroby firmy Toyota je informační tok stejně tak důležitý jako materiálový tok. Toyota a jeho dodavatelé mohou používat stejné základní výrobní techniky jako ostatní výrobci jako např. svařování, montáž apod. Nicméně produkce je ovládána odlišně (12).

2.5.1 Práce s metodou Value stream Mapping

Metoda VSM je používána jako komunikační nástroj, respektive nástroj podnikového plánování a procesu řízení změny nebo zavádění nových výrobních systémů.

V rámci metody VSM dochází v prvním kroku k určení produktové řady výrobků, abychom věděli, jakou část firmy podrobíme zkoumání. Následuje zjištění aktuálního stavu na základě informací, které jsou sesbírány osobně ve výrobním podniku. Cílem celé metody je zdokonalit tok hodnot v podniku, proto stěžejním krokem je stanovení cílového stavu. Ze sesbíraných informací dojde k vytvoření prozatímního cílového stavu. Další krok spočívá v implementaci plánu popisující, jak by mělo cílového stavu být dosaženo. Při nákresu první verze cílového stavu se můžeme setkat s informacemi z aktuálního stavu, kterých jsme si nemuseli dosud všimnout. Proto následuje detailnější upravení cílového stavu. Proto není možné vytvořit dokonalou budoucí vizi.

Po implementaci prvního cílového stavu by měla celá smyčka pokračovat a to tak, že se cílový stav stal realitou a mělo by následovat určení nového cílového stavu. Takto může být dosaženo neustálého zlepšování toku hodnot. A proto by měl vždycky existovat cílový stav.

Návrh VSM by neměl trvat příliš dlouho před zahájením implementace. Není vhodné vylepšovat všechny detaily v cílovém stavu. Během iteračních cyklů dojde k vyladění

cílového stavu. Je velice důležité, aby nedošlo k vytvoření cílového stavu, kterého by mohlo být dosaženo až za pár roků, jelikož by naléhavost realizace mohla lehce zmizet. Přesně z tohoto důvodu VSM manažeři často načrtávají cílové podmínky dosažitelné během 18 měsíců. Na druhý papír načrtnou ideální stav, kterého by mohlo být dosaženo v několik následujících letech. Ideální stav určuje budoucí směr.

2.5.2 Několik typů pro analýzu toku hodnot

- Vždy shromažďujte informace o současném stavu, zatímco budete postupovat cestou materiálového a informačního toku.
- Začněte dodávkou zákazníkovi a jděte proti směru toku namísto dodávky od dodavatele a postupování po směru toku. Tímto způsobem dojde k mapování toku hodnoty přímo od zákazníka.
- Vezměte si stopky a nespolehejte na normované časy nebo informace, které jste nezískali osobně. Normované časy se zřídka shodují se skutečným stavem, což je způsobené tím, že normované časy jsou odrazem hladkého výrobního procesu bez komplikací.
- Nechte vypracovat celý hodnotový tok jednou osobou. Pokud by jednotlivé výrobní segmenty načrtnuty různými lidmi, nikdo nepochopí celou věc (12).

2.5.3 Postup pro mapování toku hodnot

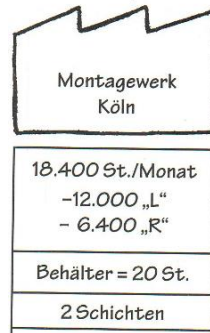
2.5.3.1 Výběr Produktové řady

Je nezbytné si jako první uvědomit důležitost zaměření na rodinu výrobků. Zákazníci se nezajímají většinou o celé spektrum výrobků, nýbrž o určité produkty, o určitou výrobovou řadu. Není proto potřeba používat metodu VSM, aby bylo zjištěno, co se děje ve firmě, pokud firma vyrábí pouze jednu skupinu výrobků. Jelikož nelze veškeré výrobky, jež firma vyrábí, zanést do jedné mapy hodnotového toku, tak je nezbytné se orientovat na jednu výrobovou řadu, která bude předmětem Value stream mapy.

Výrobové řady se stanovují od zákazníka nebo od konce hodnotového toku. Jsou zvoleny takové výrobky a skupiny produktů procházející podobnými kroky zpracování (12).

2.5.3.2 Znázornění aktuálního stavu

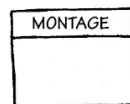
První náčrt aktuálního stavu začíná v pravém horním rohu VSM mapy, kde se vyznačí zákazník. Těsně pod symbolem zákazníka vyznačíme datové pole, které obsahuje požadavky zákazníka. Datové pole s požadavky zákazníka a symbol zákazníka znázorňuje obrázek č. 3.



Obrázek č. 3: VSM – aktuální stav se znázorněním zákazníka (Zdroj: 12)

Dalším krokem je mapování základních výrobních procesů. Pro ilustraci procesu používáme tzv. „Prozesskasten“, v překladu bychom „Prozesskasten“ mohli nazvat jako pracovní proces. Pracovní proces popisuje daný proces, ve kterém materiál proudí. Každý individuální krok procesu má vlastní pracovní proces a pomocí těchto pracovních procesů lze popsat celý rozsah toku materiálu.

Materiálový tok je znázorněn ve spodní polovině VSM mapy zleva doprava v pořadí procesních kroků, nikoliv podle fyzického uspořádání jednotlivých zařízení, respektive jednotlivých pracovišť (12).



Obrázek č. 4: VSM – výrobní proces (Zdroj: 12)

Následující informace se zpravidla zanáší do datového pole v rámci každého procesu:

- **Čas cyklu** představující časový interval v sekundách mezi výrobou dílu a výrobou další části uvažovaného procesu.
- **Čas na přípravu** prezentující čas nutný pro přenastavení stroje z jednoho typu výrobku na druhý.
- **Počet pracovníků** potřebných pro provoz daného výrobního procesu.
- **Pracovní čas** představující čas za směnu snížený o přestávky, týmové setkání a úklid.
- **Spolehlivost stroje.**

Je třeba poznamenat, že dostupný pracovní čas se vypočítá jako doba cyklu vynásobená spolehlivostí strojů po předchozím odečtení nákladů na pauzy a týmové meetingy.

Průběžná doba výroby je požadovaný čas pro průchod polotovaru celým procesem nebo hodnotovým tokem od začátku do konce. Čím kratší je průběžná doba výroby, tím kratší je čas mezi platbou suroviny a příjmem platby za výrobky vyrobené z tohoto materiálu. Kratší obrat vede ke zvýšení obratu zásob (12).

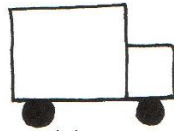
PCE je koeficient, který se vypočítá jako poměr, kde v čitateli figuruje čas přidávající hodnotu výrobku, a kde ve jmenovateli figuruje průběžná doba výroby. Při snižování průběžné doby výroby dochází ke zvyšování koeficientu PCE, tzn. ke zvyšování účinnosti cyklu procesu. Koeficient se průměrně pohybuje kolem 25 % (22).

Pokud budeme následovat tok materiálu produktu, najdeme místo, kde se akumulují zásoby. Dalším symbolem je tzv. „výstražný trojúhelník“, který označuje tato místa a zaznamenává úroveň zásob mezi jednotlivými dílčími výrobními procesy (12).



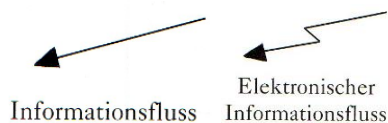
Obrázek č. 5: VSM – zásoby (Zdroj: 12)

Symbol nákladního auta označuje pohyb hotových výrobků zákazníkovi na konci hodnotového toku a pohyb materiálu od dodavatele na začátku hodnotového toku do podniku.



Obrázek č. 6: VSM – nákladní auto (Zdroj: 12)

Aby podnik věděl, kolik musí vyrábět a kdy, je použito v podniku informačního toku. Rozlišují se 2 typy, které jsou vyobrazeny na obrázku č. 7.



Obrázek č. 7: VSM – informační toky (Zdroj: 12)

Push nastane, když je vytvořen výrobní plán, který se v podstatě pokusí odhadnout, jaký další proces bude třeba v budoucnosti.



Obrázek č 8: VSM – push (Zdroj: 12)

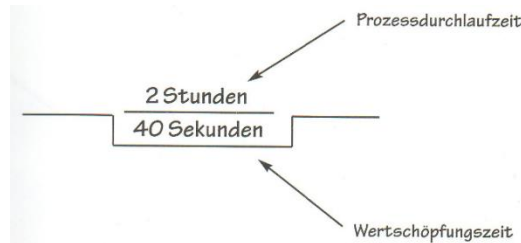
Pod procesní schránku a výstražné trojúhelníky se značí časová linka pro odvození doby zpracování. Doba zpracování je čas od přijetí suroviny až po dodání zákazníkovi.



Obrázek č. 9: VSM – časová linka (Zdroj: 12)

Čím kratší je časová linka, tím kratší je doba mezi zaplacením suroviny a příjmem platby za výrobky vyrobené z tohoto materiálu. Kratší doba zpracování vede ke zvýšení obrátu zásob.

Pro každý proces v hodnotovém toku přidejte čas zpracování. Srovnání času doby zpracování s průběžnou dobou výroby by vás mělo šokovat, kdy nebývá výjimkou, když celková doba zpracování bývá desítky vteřin, zatímco celková průběžná doba výroby se může pohybovat v jednotkách až desítkách dní. V následujícím obrázku je vyobrazen proces, jehož průběžný čas trvá 2 hodiny, zatímco doba zpracování je pouze 40 sekund.



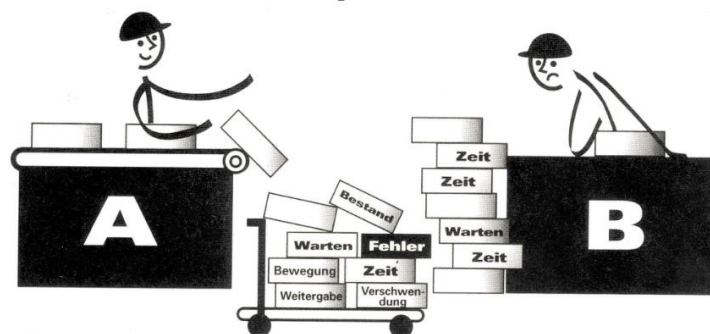
Obrázek č. 10: Doba zpracování vs. Průběžný čas (Zdroj: 12)

2.5.3.3 Principy efektivních hodnotových toků orientovaných na zákazníky

Nadprodukce

Nadprodukce je způsobena principem tlaku, kdy dochází k masové produkci výrobků bez toho, aniž by si výrobek zákazník vyžadoval. Základ masové produkce spočívá v tlačení výrobků na trh. Materiál se nakupuje na sklad, což znamená čisté plýtvání, jelikož zásoby materiálu leží na skladě do té doby, než proces nevyžaduje materiál. Výsledkem masové produkce, respektive principu push, jak se tlakovému principu přezdívá, je velmi dlouhá doba procházení výrobku podnikem, zatímco skutečná doba výroby je velmi krátká.

Nejzávažnější příčinou vzniku plýtvání je nadprodukce, tzn. produkovat více, dřív a rychleji, než nadcházející proces potřebuje. Nadprodukce způsobuje různé druhy plýtvání, a nejedná se pouze o velké množství zásob na skladě a s tím spojený problém vázaného kapitálu v zásobách. Množství materiálu či rozpracované výroby musí být někdy uložen, to souvisí s náklady na prostor a taktéž personál, který musí s materiálem operovat a transportovat jej. Toyota se neustále zaměřuje na to, aby se vyhnula nadprodukcí. Jeden z principů hromadné výroby je levnější výroba. Ovšem tato teze ignoruje výše zmíněné náklady spojené s nadprodukcí (12).



Obrázek č. 11: Nadprodukce (Zdroj: 12)

Vlastnosti efektivního toku hodnot pro zákazníky

Nové výrobní systémy se zabývají zajištěním toho, že proces produkuje jen to, co další proces potřebuje, a to pouze tehdy, když to potřebuje. Nové výrobní systémy se snaží vidět všechny procesy jako spojené, probíhající od koncového zákazníka až po nákup materiálu, a to v rovnoměrném toku, generující nejkratší dodací lhůty, nejvyšší kvalitu a nejnižší náklady.

2.5.4 Znázornění cílového stavu

Účelem VSM je identifikace příčin plýtvání a následná eliminace pomocí implementace požadovaného stavu. Cílem je obvykle nastavit hodnotu proudu, ve kterém jsou jednotlivé procesy svázány se zákazníky, a to buď kontinuální výrobou nebo tahovými systémy. Každý individuální proces dosáhne tak daleko jak další proces potřebuje, a to pouze tehdy, když to potřebuje.

Předpokládejme, že pracujeme v existující výrobě. Dojde k určitému plýtvání způsobené např. transporty mezi pracovišti. Tato vlastnost skutečného stavu se pravděpodobně nemusí okamžitě změnit. Otázka, které bychom si měli klást jsou následující: „Čeho můžeme dosáhnout s tím, co máme?“ Věnovat se musíme posléze iteračním cyklům cílového stavu, kde se můžeme zaměřit na návrh produktů, technologie anebo problémy s lokací.

Následující seznam otázek se ukázal být velmi užitečným nástrojem pro vykreslení cílového stavu. Jakmile dojde k vyřešení svých prvních cílových myšlenek, můžete nakreslit cílový stav.

Klíčové otázky týkající se cílového stavu:

- Jaký je čas cyklu procesu pro tuto produktovou řadu?
- Kde lze použít průběžnou výrobu?
- Kde je třeba použít tahového systému pro řízení výroby procesů?
- Jaké zlepšování procesu je nutné, aby cílový stav byl proveditelný?

Čas cyklu

Čas cyklu značí časový úsek, během něhož by mělo dojít k zhotovení produktu podle zákaznických potřeb. Čas cyklu se vypočte vydělením dostupného provozního času na směnu množstvím výroby na směnu požadované zákazníkem.

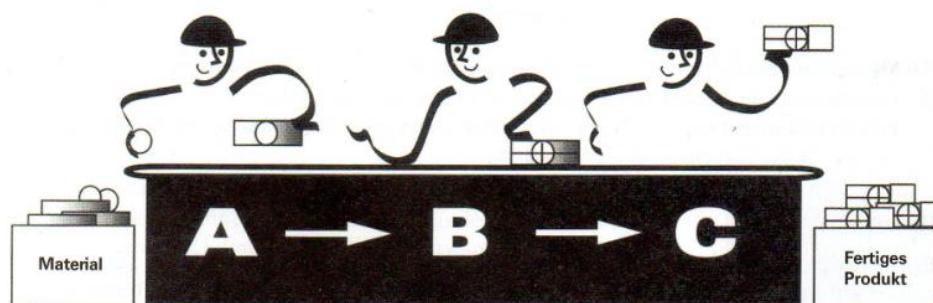
Aby se čas cyklu ustálil a byl vyrovnaný, je nutné se zaměřit na:

- Zajištění rychlé reakční doby v rámci cyklu v případě problémů.
- Odstranění příčin neplánovaných prostojů.
- Eliminaci přenastavovacích časů.

Kontinuální průtok

V ideálním případě výroba kontinuálním tokem znamená, že jedna část je vyráběna a vede přímo k dalšímu kroku procesu, aniž by došlo k zastavení mezi jednotlivými kroky bez zbytečného plýtvání. Průběžná výroba je nejúčinnějším způsobem výroby a každý výrobní podnik by se měl snažit aspoň přiblížit k tomuto stavu.

Dobrým přístupem by bylo zvážení kombinace kontinuálního průtoku a tahového systému Kanban nebo zásad FIFO. Tímto dojde ke zvýšení spolehlivosti procesu, dojde k přibližování se nulové hodnotě u přenastavovacích časů (12).



Obrázek č. 12: Kontinuální průtok (Zdroj: 12)

3 ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÉ SITUACE

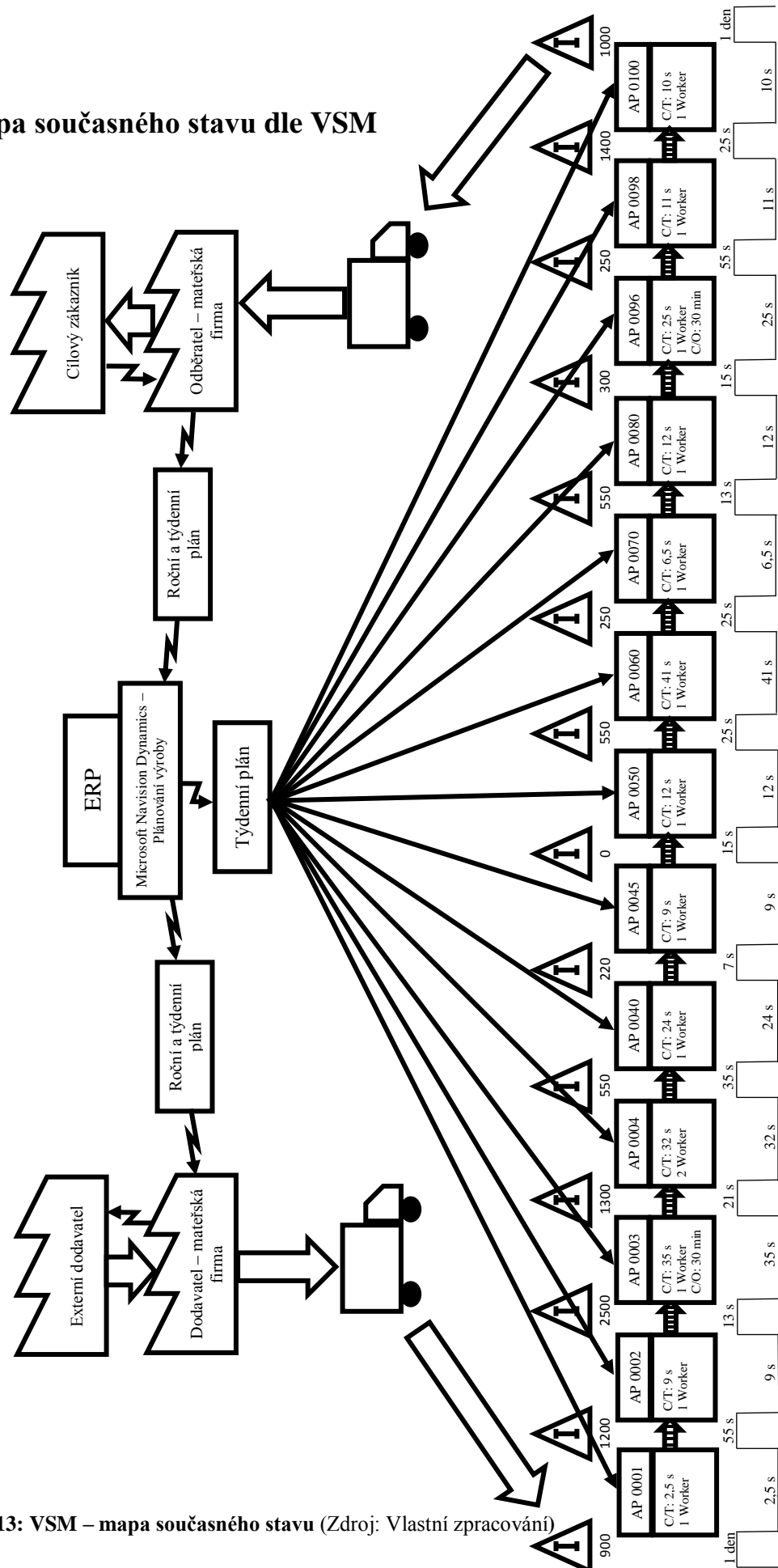
3.1 Výběr výrobkové řady

Po konzultaci s výrobním ředitelem dotčeného výrobního podniku byl zařazen do výrobkové řady pouze jeden výrobek z rozsáhlého portfólia výrobního podniku. Tento výrobek je vyráběn ve velkých objemech, což se jeví jako vhodné pro dosažení většího efektu následně navržených opatření, která jsou náplní praktické části této diplomové práce. Zaměřením se na stěžejní výrobek můžeme takto cíleně dosáhnout vysokého ekonomického efektu, koncentrujeme-li se na zlepšení právě tohoto výrobního procesu.

V minulosti nebyla u daného výrobku provedena žádná analýza jeho výrobního procesu. To je způsobeno poměrně nedávným zařazením tohoto výrobku do výrobního portfólia dotčeného podniku.

Následně je vyobrazena mapa hodnotového toku, která popisuje současný stav podniku při výrobě námi vybraného výrobku.

3.2 Mapa současného stavu dle VSM



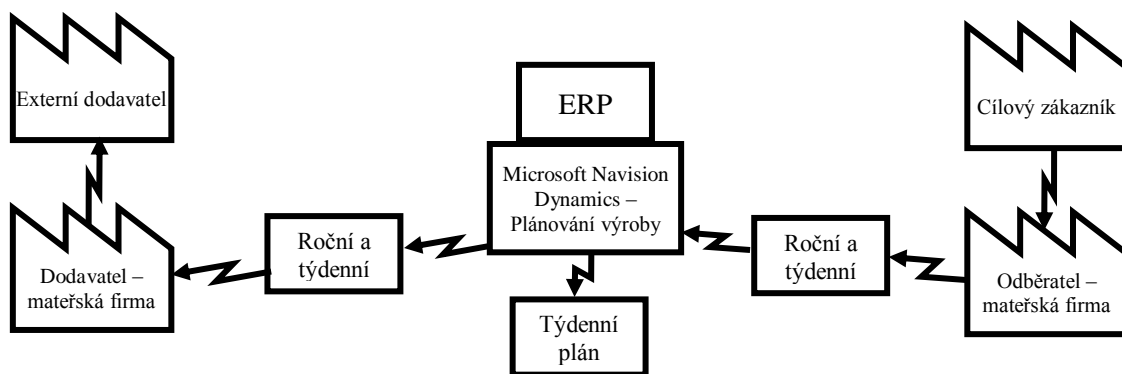
Obrázek č. 13: VSM – mapa současného stavu (Zdroj: Vlastní zpracování)

3.3 Popis současného stavu

Úvodem je nutno popsat současný výrobní proces, to jest, jak probíhají jednotlivé výrobní a technologické operace na každém pracovním stanovišti. Jednotlivá pracovní stanoviště jsou následovně podrobně analyzována.

3.3.1 Zákazníci

V teoretické části bylo zmíněno, že je důležité zmapovat tok hodnot od zákazníka přes výrobní proces až k dodavateli. Je totiž důležité vědět, které procesy ve výrobě z pohledu zákazníka přidávají hodnotu a které ne. V našem případě se jedná o společnost poptávající ročně dle rámcové smlouvy 480.000 ks přípojovacích kabelů osazených jednostranně konektorem. Data o počtu poptávaných přípojovacích kabelů jsou obsaženy v počítačovém plánovacím systému a na jejich základě jsou sestavovány roční a týdenní plány.



Obrázek č. 14: VSM – zákazníci (Zdroj: Vlastní zpracování)

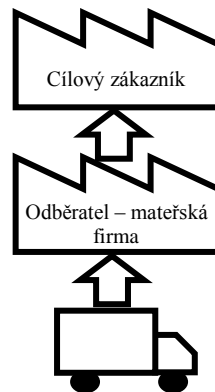
Data od bezprostředního zákazníka, kterým je mateřská společnost, prostřednictvím které se uskutečňuje dodávka na cílového zákazníka, jsou zaznamenávána elektronicky v systému Microsoft Navision.

3.3.2 Dodavatelé

Díky vzdálenému přístupu má výrobce přístup k jednotlivým zakázkám vytvořeným mateřskou firmou, na jejichž základě naplánovala mateřská firma nákup a dodávku komponentů na výrobu výrobku pro danou objednávku od zákazníka. Mateřská firma

tedy zajišťuje dodávku všech potřebných komponentů, o které prostřednictvím téhož systému informuje výrobce.

Dodávka komponentů se uskutečňuje, rovněž jako expedice hotových výrobků, v pravidelných intervalech dvakrát týdně. Potřebné komponenty jsou ve výrobním závodě uloženy na sklad, kde čekají na své vyskladnění do výrobního procesu. Komponenty čekají na skladě průměrně 1 den.



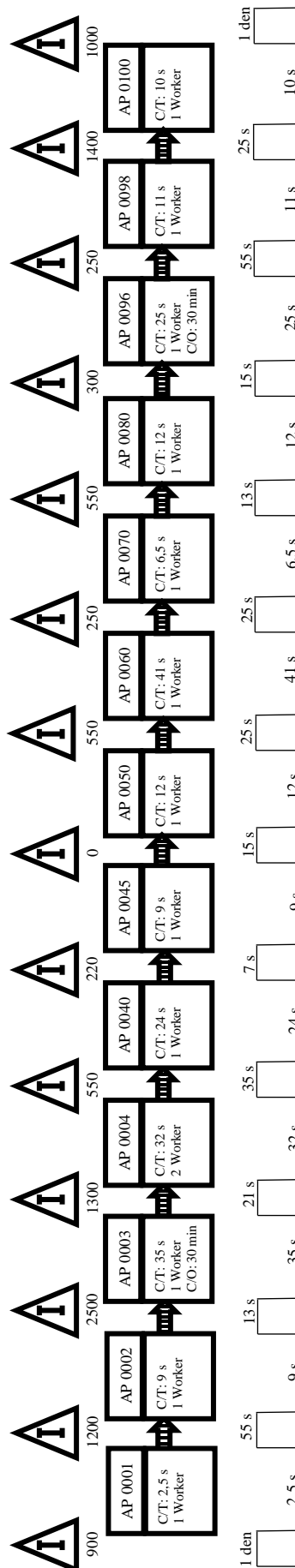
Obrázek č. 15: VSM – dodavatelé (Zdroj: Vlastní zpracování)

3.3.3 Výrobní proces

Materiálové toky

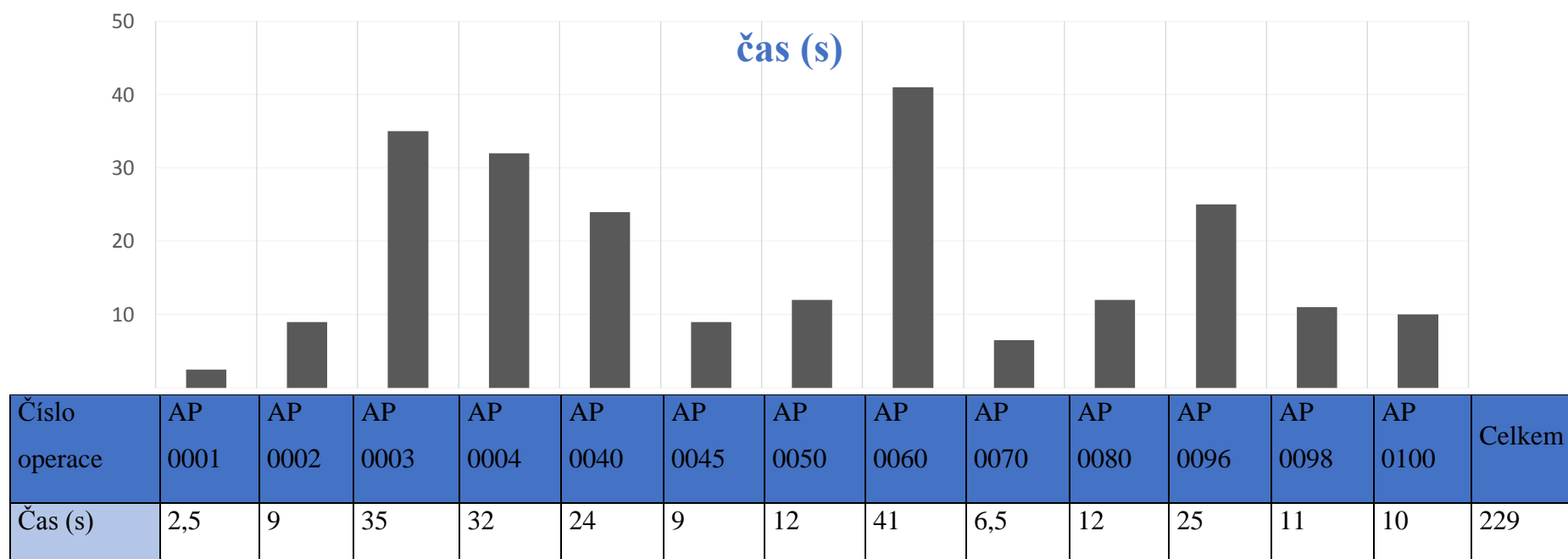
Materiálové toky jsou popsány v obrázku č. 16 na následující straně. Pro pochopení datového pole jsou uvedeny následující vysvětlivky:

- **C/T** (Cycle time) (23) - **Čas cyklu** představující časový interval v sekundách mezi výrobou dílu a výrobou další části uvažovaného procesu.
- **C/O** (Change over time) (23) - **Čas na přípravu** prezentující čas nutný pro přenastavení stroje z jednoho typu výrobku na druhý.
- **Worker** – **Počet pracovníků** potřebných pro provoz daného výrobního procesu.



Obrázek č. 16: VSM – materiálové toky (Zdroj: Vlastní zpracování)

Časy jednotlivých operací ve stávajícím stavu na 1ks



Graf č. 1: Časy jednotlivých operací ve stávajícím stavu na 1ks (Zdroj: Vlastní zpracování)

Časy výrobních operací a prostoje mezi jednotlivými operacemi byly exaktně změřeny, neboť časy vycházející z interních norem, které byly poskytnuty podnikem, mohly být ovlivněny nepřesnostmi v původním normování operací. Graf č. 1 na předcházející straně znázorňuje časy jednotlivých operací na 1 kus výrobku.

Následuje podrobný popis jednotlivých operací a jejich materiálových toků:

Operace AP 0001 – Stříhání kabelu

Stříhání a odizolování kabelů probíhá na automatických programovatelných stříhačkách v oddělených prostorách dílny ve druhém patře výrobní budovy. Na těchto stříhačkách se stříhají kabely i pro ostatní zakázky, a to podle týdenního plánu výroby. Nastříhané kabely se hromadí v mezivýrobním prostoru vzdáleném od stříhaček ca. 5 metrů, kde čekají na své další zpracování. O pořadí zpracování jednotlivých zakázek rozhodují ve všech fázích výroby vždy mistrové.

Vzhledem k tomu, že nastříhané kabely jsou nahromaděny v mezivýrobním prostoru, dochází k plýtvání z hlediska manipulace spojené s umístováním kabelů v tomto prostoru na straně jedné, a s rozhodováním o pořadí dalšího zpracování těchto kabelů a následném další manipulaci (transportu) těchto kabelů k dalším montážním místům k provedení dalších operací. K transportu rozpracované výroby mezi jednotlivými pracovními stanicemi se využívá velkých kartónových krabic, které jsou umístěny na přepravních vozících. Z hlediska využití výrobní plochy se v případě mezivýrobních prostor rovněž jedná o plýtvání, neboť tento meziprostor je vlastně výrobním skladem, a tudíž je neefektivní z hlediska dané výroby, jelikož není výrobně využit. Je nutno zamyslet se nad zlepšením toku rozpracovaných výrobků napříč výrobou.

Operace AP 0002 – Nasunutí Pressring (tlačný kroužek)

U stolu číslo 7 vzdáleného zhruba 25 metrů (T_1) od kabelového výrobního prostoru dochází k navlečení dvou kusů kovových kroužků na kabel. Zpracované komponenty jsou přemísťovány v kartónové krabici prostřednictvím plastového vozíku pro přepravky k následujícímu zpracování.

Jelikož po provedení operace AP 0002 dochází ke přemísťování větších dávek hotových komponentu na vzdálenost ca. 4 m (T_2), dochází tímto k plýtvání ve formě zbytečného transportu.

Operace AP 0003 – Krimpování strany A pěti-pólového kabelu

Na opačné straně stolu číslo 7, ve vzdálenosti ca. 4 m (T_2), kde se nasouvá tlačný kroužek, dochází k nakrimpování kontaktů na jednotlivá lanka kabelů. Jedná se o dva druhy kontaktů. Dva kusy kontaktů se krimpují na silnější lanka o průřezu $0,34 \text{ mm}^2$ a tři kusy tenčích kontaktů o průřezu $0,14 \text{ mm}^2$ na tenčí lanka.

Vzhledem k tomu že operace AP 0002 je časově výrazně kratší než operace AP 0003, dochází k hromadění materiálu před operací AP 0003. Rovněž pracovník musí od operace AP 0002 přecházet na jiné pracoviště kvůli svému nízkému pracovnímu vytížení v rámci dané operace AP 0002.

U pracovníků na operaci AP 0003 dochází k plýtvání v podobě přetěžování, neboť pracovník provádějící tuto operaci musí provést nakrimpování dvou silnějších kontaktů a tří tenčích kontaktů, což z dané operace dělá jednu z časově nejnáročnějších operací. Vzhledem k tomu že pracovník pracuje jenom na jednom krimpovacím zařízení, musí dojít po nakrimpování určitého počtu kusů jednoho typu kontaktu k přenastavení krimpovacího zařízení přivolaným technikem.

Hromadění materiálu způsobené výrazně odlišnými časy jednotlivých operací je způsobeno nevyrovnaným výrobním taktem, kdy operace AP 0003 trvá 35 sekund a předchozí operace AP 0002 pouze 9 sekund.

Operace AP 0004 – Zasunutí kontaktu do nosiče kontaktů

Tato operace se provádí u vedlejšího stolu č. 6, který se nachází 4 metry od stolu č. 7. Při této operaci dochází za použití barevné šablony k zatlačení kontaktu do správných otvorů v nosiči kontaktů. Toto se provádí na základě souhlasných barev na lanku a šabloně. Výsledkem operace je polotovár, který zabezpečí, že kontakty jsou umístěny na správném místě. Délka operace AP 0004 činí 32 sekund. Vzdálenost mezi operací AP 0004 a předchozí operací AP 0003 je 8 m (T_3).

Operace AP 0040 – Zástřík hlavice konektoru strany A

Tato operace se provádí u vstřikovacího stroje, který je umístěn asi 15 m (T_4) od předchozí operace. Zde se rovněž kupí přepravní vozíky s rozpracovanými výrobky od předchozí operace.

Operace AP 0045 – Kontrola hlavice

U téhož vstřikovacího zařízení se provádí následná kontrola hlavice šablonou. Tato kontrola se provádí v době pracovního taktu lisu, to znamená v době vlastního zálisu. V této době má operátor totiž čas k provedení této operace. Potenciál v úspoře lze zpozorovat u zbytečného přesunu operátora mezi operací AP 0040 a operací AP 0045 a to ve vzdálenosti jednoho metru (T_5).

Operace AP 0050 – Zástřík těsnění

Zástřík těsnění se provádí u dalšího vstřikovacího lisu, který je vzdálen asi 5 metrů (T_6) od předchozí operace. Zde dochází k zástříku umělohmotného těsnění na kabel. I u tohoto lisu se opakuje problematika s hromaděním přepravních vozíků s rozpracovanou výrobou.

U operací AP 0040, AP 0045 a AP 0050 dochází ke zbytečnému transportu a meziskladování rozpracované výroby mezi jednotlivými vstřikovacími lisy. Dle AP 0040 zastříknuté hlavice a dle AP 0045 zkontrolované hlavice se přemisťují do přípravného prostoru před druhý vstřikovací lis, kde má být prováděna operace AP 0050. Tímto opět dochází k plýtvání ve formě přebytečného transportu a skladování rozpracované výroby.

Operace AP 0060 – elektrický test

Operace probíhá na specializovaných pracovištích vybavených k tomu navrženými elektrickými testery. Obsluha zde vloží hlavice konektoru do speciálního adaptéru, který je spojen s PC. Test probíhá automaticky po stisknutí dvoutlačítkového ovládaní. Na displeji počítače se zobrazí průběh testu a správnost všech testovaných parametrů je

zobrazena graficky a barevně. Hodnoty se ukládají automaticky přes počítačovou síť na počítačový server. Provádění operace AP 0060 probíhá ve vzdálenosti 10 metrů (T₇) od předchozí operace AP 0050.

Vzhledem k předchozím zákaznickým reklamacím, kde se vyskytla chyba v podobě přepólování kontaktu shodné barvy lanka na obou stranách, je nutno zamyslet se nad řešením tohoto problému za účelem odstranění této chyby.

Dalším problémem u operace AP 0060 je dlouhá doba samotné operace v porovnání s následnou operací, která je časově téměř sedminásobně kratší. Z tohoto důvodu dochází k výraznému plýtvání času, i když se pracovník věnuje druhé zakázce, plýtvá časem v podobě transportu mezi jednotlivými pracovními místy, kdy transportní čas není výrobně využit.

Operace AP 0070 – Rozstříhnutí kabelu uprostřed

Rozpracované výrobky putují k lisu u stolu č. 3 vzdálenému ca. 10 m (T₈) od předchozího pracoviště, kde probíhá rozstřížení kabelu na 2 díly.

Vzhledem k tomu že operace AP 0070 je časově výrazně kratší než operace AP 0080, dochází ke hromadění materiálu před operací AP 0080. Rovněž pracovníci podobně jako u operace AP 0002 musí od operace AP 0070 přecházet na jiné pracoviště kvůli svému nízkému pracovnímu vytížení v rámci dané operace AP 0070. Tudíž i v tomto případě je nutné zamyslet se nad přeorganizování operací za účelem sjednocení jejich taktů.

Operace AP 0080 – Odizolování kabelu

Na opačné straně stolu, vzdáleném ca. 4 m (T₉), probíhá odizolování kabelu strany B prostřednictvím odizolovací jednotky.

Podobně jako u operaci AP 0003 dochází u pracovníků na operaci AP 0080 k přetěžování, neboť pracovník u této operace musí provést odizolování kabelu, což je operace trvajících cirká 2x déle v porovnání s předchozí operací AP 0070, kde dochází k rozstřížení kabelu.

Operace AP 0096 – Krimpování strany B

U vedlejšího stolu č. 6 dochází k operaci nakrimpování dvou silnějších kontaktů o průřezu $0,34 \text{ mm}^2$ a tří tenčích kontaktů o průřezu $0,14 \text{ mm}^2$ na stranu B kabelu. Pracoviště dané operace situované na stole č. 6, kde se daná operace provádí, je vzdálen 5 m (T_{10}) od stolu č. 3, kde byla provedena předchozí operace.

Operace AP 0098 – Ruční potisk

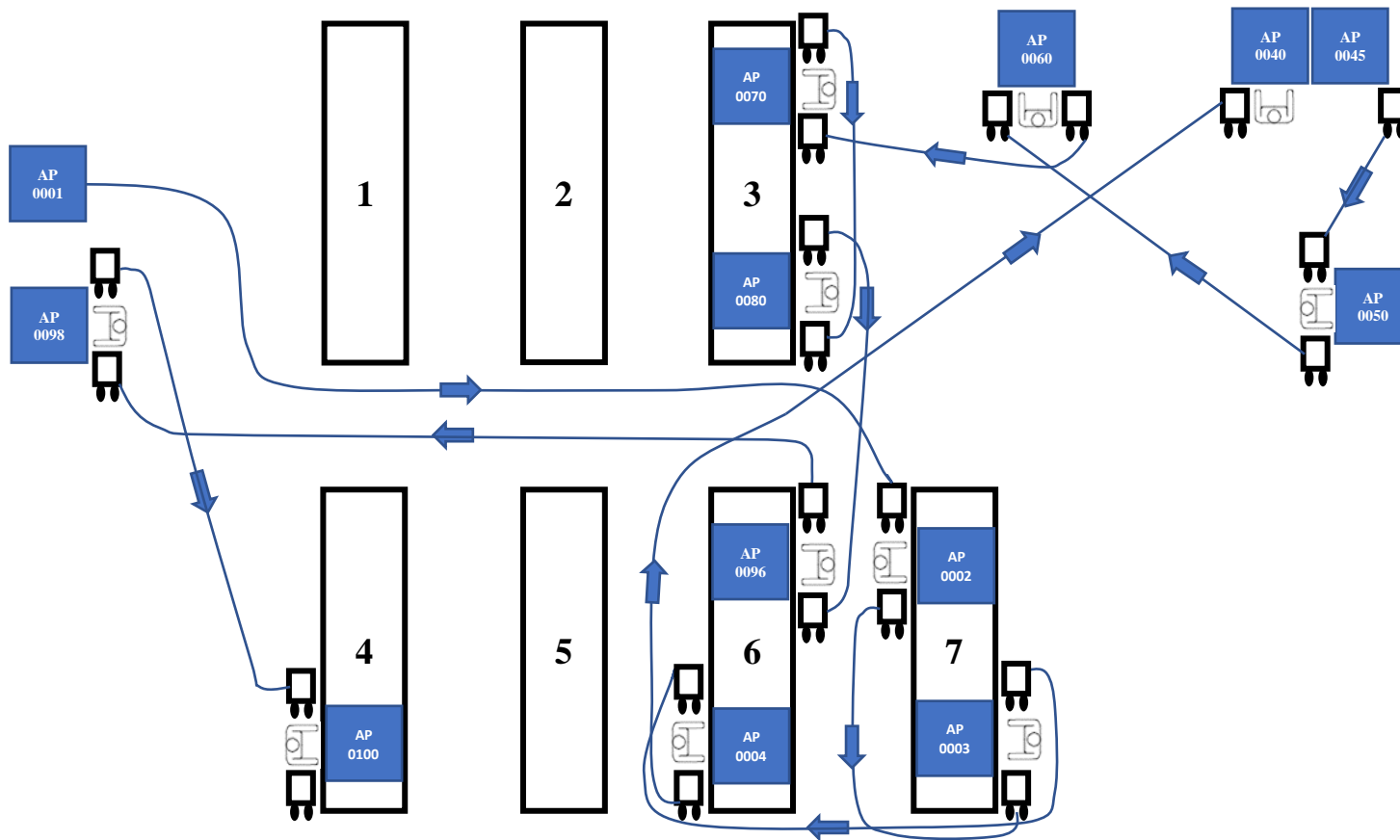
Poté se rozpracované díly na přepravních vozících přemísťují k operaci ručního potisku, vzdálené 25 metrů (T_{11}) od operace zabírající se krimpováním strany B. Jedná se opět o zbytečný a dlouhý transport rozpracovaných dílů.

Operace AP 0100 – Balení

Od potisku se hotová výroba přemísťuje po dráze deseti metrů (T_{12}) k balení ke stolu č. 4.

Na následující stránce obrázek č. 17 znázorňuje tzv. špagetový diagram, který zachycuje současný stav výrobního procesu sledovaného výrobku. Tento obrázek znázorňuje fyzický pohyb materiálu a rozpracované výroby a postup výroby v průběhu výrobního procesu. Jsou zde zaznačeny výrobní místa, na kterých probíhají jednotlivé výrobní operace. Nutno dodat, že výrobní plocha je určena i pro další výrobní procesy. Nákres v níže uvedeném obrázku je pouze schematický, a tudíž není v měřítku.

3.3.4 Špagetový diagram stávajícího layoutu



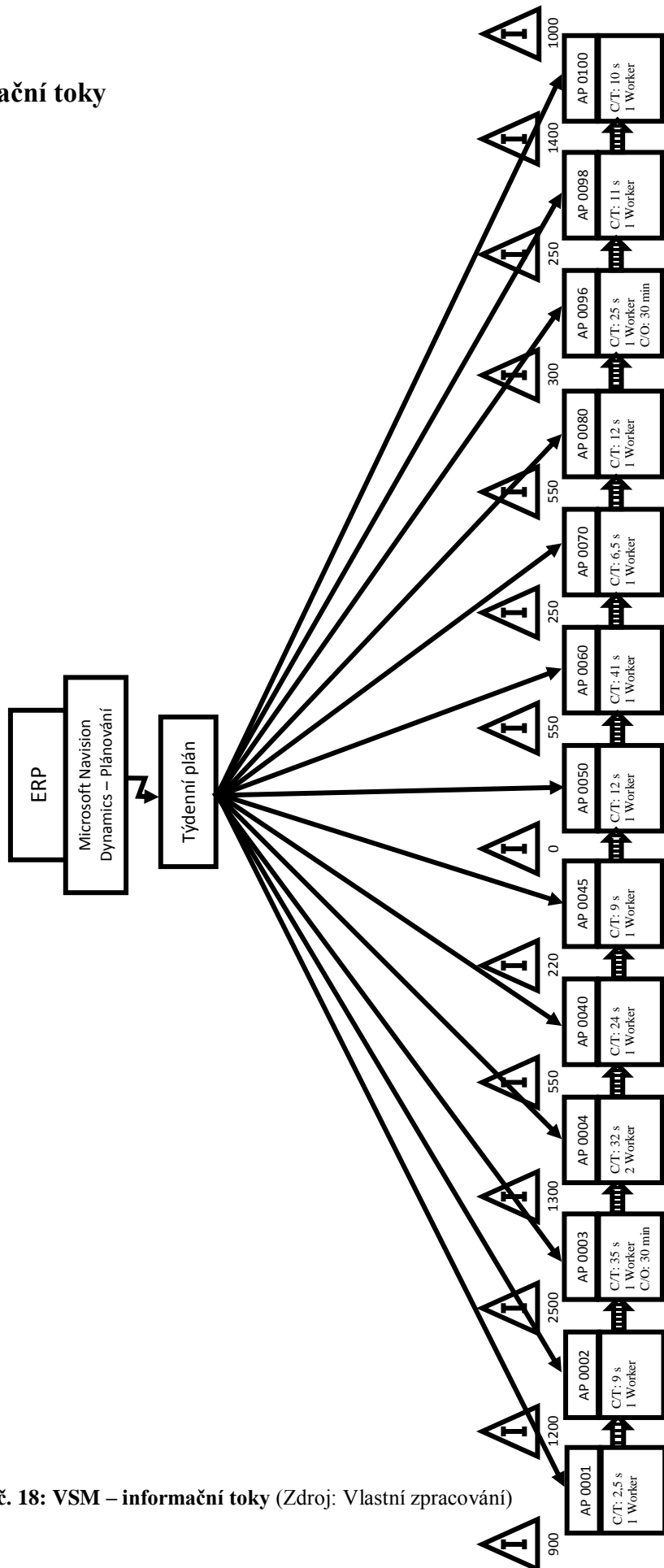
Obrázek č. 17: Špagetový diagram stávajícího layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Následující tabulka č. 1 vyčísluje mezioperační vzdálenosti mezi jednotlivými výrobními operacemi. Ve sloupci označeném polohou transportní cesty jsou vždy uvedeny operace, mezi kterými se daná transportní cesta nachází.

Tabulka č. 1: Mezioperační transportní cesty ve stávajícím stavu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Označení transportní cesty	Vzdálenost (v metrech)	Poloha transportní cesty
T ₁	25	AP 0001; AP 0002
T ₂	4	AP 0002; AP 0003
T ₃	8	AP 0003; AP 0004
T ₄	15	AP 0004; AP 0040
T ₅	1	AP 0040; AP 0045
T ₆	5	AP 0045; AP 0050
T ₇	10	AP 0050; AP 0060
T ₈	10	AP 0060; AP 0070
T ₉	4	AP 0070; AP 0080
T ₁₀	5	AP 0080; AP 0096
T ₁₁	25	AP 0096; AP 0098
T ₁₂	10	AP 0098; AP 0100

Informační toky



Obrázek č. 18: VSM – informační toky (Zdroj: Vlastní zpracování)

Pro plynulý chod výroby je nutné zabezpečení informačních toků, bez kterých by nebylo možné dosáhnout efektivního informačního procesu. Informační toky, jak již bylo zmíněno, jsou zajištěny prostřednictvím systému Microsoft Navision. Zde jsou mateřskou firmou zanášeny veškeré požadavky zákazníků, na jejich základě je možné provést plánování veškerých výrobních činností. Komunikaci mezi jednotlivými výrobními procesy zajišťují mistrové dle ze systému vytištěného týdenního seznamu zakázek tak, aby nedocházelo ke zbytečným prostojům a výroba probíhá plynule podle týdenního plánu.

V případě našeho cílového zákazníka se plánují zakázky v systému s týdenní periodou. Dle krizového plánu mateřské firmy existuje týdenní zásoba ve výši 4800ks, která je uložena u mateřské firmy pro případ nenadálých událostí jako například výpadek proudu, nenadálá přírodní katastrofa, poruchy strojů většího rozsahu, případně výpadků v transportu atp.

3.4 Vyhodnocení analytické části

- **Plýtvání v podobě zbytečného přemísťování rozpracované výroby** – v dotčeném podniku stráví někteří zaměstnanci většinu své pracovní doby přemísťováním materiálu, rozpracovaných nebo hotových výrobků, což je čas, který nepřidává výrobku žádnou hodnotu.
- **Hromadění materiálu způsobené nevyrovnaným výrobním taktem** – hromadění materiálu před jednotlivými výrobními operacemi sebou nese nevýhodu vysoké rozpracovanosti výroby. S tímto nedostatkem jsou spojené i ztráty způsobené neproduktivními časy na přemísťování pracovníků mezi danou výrobou a jinými pracovišti, mezi kterými pracovník pendluje, aby využil pracovní čas v době nízkého pracovního vytížení na daném pracovišti.
- **Plýtvání v podobě přetěžování některých pracovníků** – jelikož nejsou jednotlivé operace časově sladěny dochází často k plýtvání v podobě přetěžování některých pracovníků pracujících na časově náročných operacích na straně jedné a na straně druhé dochází k nutnosti přemísťovat pracovníky pracující na časově méně náročných operacích, vzhledem k jejich nevytíženosti na jiná pracovní místa, popřípadě do výroby jiných druhů konektorů.
- **Zbytečné přenastavování strojů** – přenastavování strojů je často zbytečná operace plýtvající čas, jak technika, který musí stroj přenastavit, tak pracovníka pracujícího na stroji, který v době přenastavování stroje nekoná produktivní činnost.
- **Absence průběžné kontroly** – první kontrola se provádí až u operace AP 0045, což je 6. operace z celkových 13, tudíž lze kontrolou odhalit zmetek prakticky až u 6. operace. V důsledku dávkového provádění jednotlivých operací dochází k výrobě velkého počtu nezkontrolovaných kusů, které v případě pozdního odhalení chyby vedou k nemalým ztrátám v podobě nutnosti přepracování výrobků, popřípadě nutnosti výroby výrobků zcela nových.
- **Nadprodukce** – v souvislosti s určitou zmetkovitostí výroby vydávají skladníci na základě svých empirických poznatků větší množství komponentů na zakázku, než je dáno finálním počtem vyráběných kusů. V případě, že nedojde ke shodné zmetkovitosti běžné zakázky se zmetkovitostí empiricky známou, dochází

k nadprodukcí. Vzhledem k průběžným týdenním objednávkám je v našem případě ztráta způsobená z nadprodukce omezena pouze na časovou ztrátu způsobenou manipulací s nadprodukcí a na náklady spojené s nutností existence skladovacího prostoru pro tuto nadprodukcí.

4 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

4.1 Navržení nové výrobní linky dle filozofie štíhlé výroby

Díky provedené analýze současného stavu ve výrobě námi sledovaného výrobku a díky shrnutí všech zjištěných nedostatků jsme získali základnu pro náš další postup.

S uplatněním teoretických poznatků je nutné postupně zavádět jednotlivé změny a zároveň vyčíslvat jejich přínos pro výrobní podnik. Je nutné zamyslet se nad časovým uspořádáním výrobního procesu, zvážit, zda stávající posloupnost pracovních operací je vhodná a efektivní. Dále je nutno zlepšit využití výrobních kapacit a vyčíslit velikosti prostojů a zbytečných transportů a eliminovat je. Z hlediska prostorového je nutno zlepšit materiálové toky se zřetelem na rychlost, vzdálenost a plynulost.

4.2 Návrh zlepšení dílčích operací

4.2.1 Stříhání kabelů

Vzhledem k tomu, že se na automatických programovatelných stříhačkách stříhají kabely i pro ostatní zakázky, se nejví řešení zahrnout tyto stříhačky do navrhované výrobní linky jako vhodné, neboť by zde docházelo k neekonomickým prostojům. Vhodným řešením je volba technologického uspořádání pracovišť a zřízení kompetenčního centra pro stříhání kabelů, které bude umístěno v prostoru skladu, kde nastříhané kabely spolu s ostatními komponenty budou vyskladňovány na jednotlivé zakázky. Ve výrobě se takto kabely nebudou hromadit v mezivýrobních prostorách, jak tomu bylo v minulosti, ale kabely se dostanou do výroby spolu s ostatními komponenty až v okamžiku zahájení vlastní montáže. Uspořením mezivýrobních prostor vzniknou ve výrobě dodatečné prostory, které lze využít jiným vhodným způsobem. Takto se stávají výrobní prostory přehlednějšími a lépe využitými.

Ve výrobních operacích následujících po operaci stříhání kabelu se jeví jako účelné použít předmětné, popřípadě buňkové uspořádání pracovišť a seřadit je do výrobní linky, a to z následujících důvodů. U operací se používají trvale výrobní prostředky, tzn. stroje, nástroje a přípravky, které slouží k výrobě vyspecifikovaných druhů výrobků, které bude linka produkovat. V našem případě se jedná o kabely osazené konektorem na jedné straně

výrobku a nakrmpovanými kontakty na straně druhé. Jednotlivé výrobní operace je nutno časově sladit tak, aby u některých operací nevznikaly prostoje, a zároveň aby nedocházelo ke hromadění výrobků u operací jiných. Ideálním řešením by byl plynulý tok výrobou. Seřazením výrobních operací do linky dojde rovněž k eliminaci mezivýrobních prostor, neboť rozpracované výrobky postupují od operace k operaci v malých předem definovaných počtech kusů (ideálně jen jeden kus – tzv. one piece flow). Organizací výrobních operací do linky, kde jednotlivá výrobní místa spolu bezprostředně sousedí, samozřejmě za zachování všech ergonomických pravidel a pravidel 5S, dojde k významné úspoře v podobě redukce, popřípadě úplné eliminace transportních časů, V dosavadním systému výroby byla jednotlivá pracoviště kvůli technologickému uspořádání jednotlivých pracovišť prostorově vzdálená a docházelo zde tudíž k plýtvání v podobě zbytečného transportu rozpracovaných výrobku mezi jednotlivými pracovišti.

Vhodným řešením pro zásobování námi navrhované výrobní linky ostatními komponenty, jako jsou kontakty, nosiče kontaktů a tlačné kroužky, je založení tzv. Kanban-regálu pro tyto komponenty. Tento regál je vhodné umístit v blízkosti samotného výrobního procesu a jednotlivé komponenty odsud čerpat rovnou k jednotlivým pracovištím, tj. kontakty do vibračních zásobníků krimpovacích strojů a ostatní díly rovnou k pracovištím, kde dochází k jejich přímé montáži.

4.2.2 Nasunutí Pressringu a krimpování strany A pěti-pólového kabelu

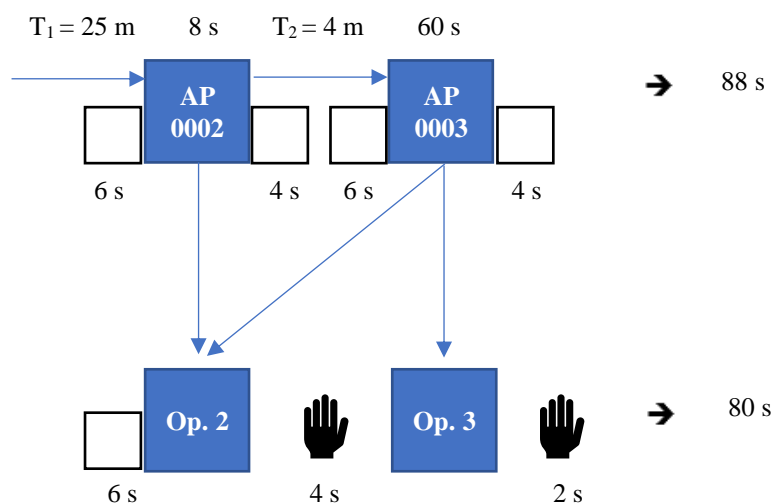
Aby nedocházelo k prostojům, popř. k hromadění rozpracovaných výrobků mezi operacemi je nutno sladit jednotlivé výrobní takty jednotlivých operací. Problém delšího času operace AP 0003 a kratšího času operace AP 0002 lze vyřešit následovně. Nabízí se řešení v podobě přeorganizování jednotlivých dílčích pracovních úkonů mezi pracovníky v rámci obou operací. Řešením je nasazení druhého krimpovacího zařízení za účelem specializace obou zařízení na určitý typ kontaktu, čímž dojde k úspoře v podobě eliminace přenastavovacích časů stroje, které byly při použití pouze jednoho krimpovacího stroje nezbytné, a omezení rizika chyb spojených s tímto přenastavením. Konkrétně se v rámci operace Op. 2 bude nasunovat Pressring a zároveň bude tentýž pracovník po skončení nasunutí Pressringu krimpovat 2 silnější lanka kabelu na straně A. Operace Op. 3 bude spočívat v krimpování zbylých 3 tenčích lanek kabelu na straně A.

Na obrázku č. 20 jsou znázorněny oba výrobní procesy (původní i nově navrhovaný), spolu s časovými údaji, popř. délkami transportních cest.

V konečném důsledku se časy nových operací vyrovnají, jelikož dojde k přidružení částí původní operace AP 0003 k původní operaci AP 0002, tak jak operace Op. 2 tak i operace Op. 3 budou mít shodný čas na provedení, a to ve výši 40 sekund. Konkrétním součtem časů $6\text{ s} + 32\text{ s} + 4\text{ s} / 2$ u operace Op. 2 a $4\text{ s} / 2 + 36\text{ s} + 2\text{ s}$ u operace Op. 3 získáme celkový výrobní čas operací Op. 2 a Op. 3 dohromady tedy 80 sekund.

Návrh přeorganizování operací ilustrovaný obrázkem č. 20 ukazuje mimo jiné i patrnou redukci manipulace s rozpracovanou výrobou o 8 sekund. Součet manipulačních časů rozpracované výroby v rámci operací AP 0002 a AP 0003 je 20 sekund a součet manipulačních časů rozpracované výroby v rámci operací Op. 2 a Op. 3. je pouhých 12 sekund. Rozdíl výše zmíněných součtů dává osmisekundovou úsporu v rámci manipulačních časů. Pro kontrolu celkový čas operací AP 0002 a AP 0003 je 88 sekund a celkový čas operací Op. 2 a Op. 3 je 80 sekund, což rozdílově činí 8 sekund, tedy stejných 8 sekund jako u rozdílu součtů manipulačních časů.

Dochází rovněž k eliminaci čtyř metrové mezioperační transportní cesty a k eliminaci hned tří mezioperačních skladů, které v našem návrhu uspořádání nových výrobních operací do výrobní linky odpadají. Zkrácenou manipulaci s rozpracovanou výrobou a eliminaci tří mezioperačních skladů demonstruje již zmíněný obrázek č. 20.



Obrázek č. 19: Návrh změny procesu výrobních operací Op. 2 a Op. 3 (Zdroj: Vlastní zpracování)



..... manipulace s rozpracovanou výrobou, kdy si pracovníci podávají mezioperačně rozpracovanou výrobu z ruky do ruky (v sekundách)

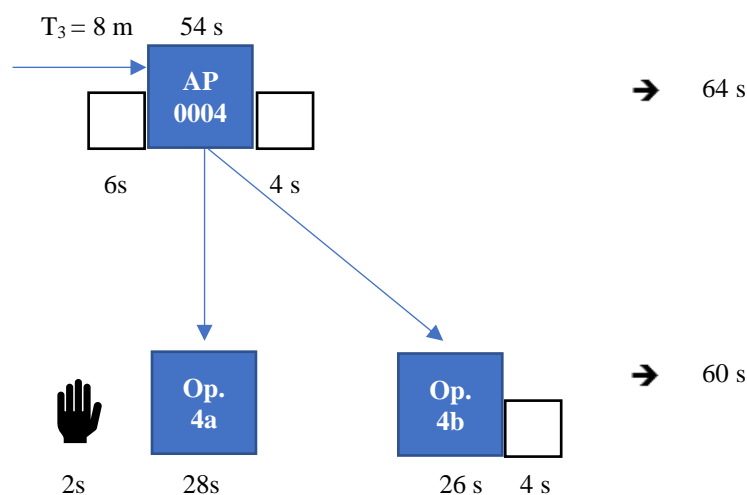


..... manipulace v rámci mezioperačního skladu (v sekundách)

T_x mezioperační transportní cesta (v metrech)

4.2.3 Zasunutí kontaktu do nosiče kontaktů

Vzhledem k časové náročnosti operace AP 0004 spočívá řešení ve zdvojení šablon a nasazení dvou pracovníků. Pomocí tohoto opatření dojde opět k vyrovnání výrobního taktu. Původní operace trvala 64 sekund, rozdělením původní operace na dvě nové operace Op. 4a a Op. 4b za současné eliminace jednoho mezioperačního skladu dochází k celkové úspoře výrobního času v délce 4 sekundy. Zároveň zde dojde k eliminaci osmimetrové mezioperační transportní cesty mezi danými operacemi. Zkrácenou manipulaci s rozpracovanou výrobou a eliminaci jednoho mezioperačního skladu demonstruje obrázek č. 21.



Obrázek č. 20: Návrh změny procesu výrobních operací Op. 4a a Op. 4b (Zdroj: Vlastní zpracování)

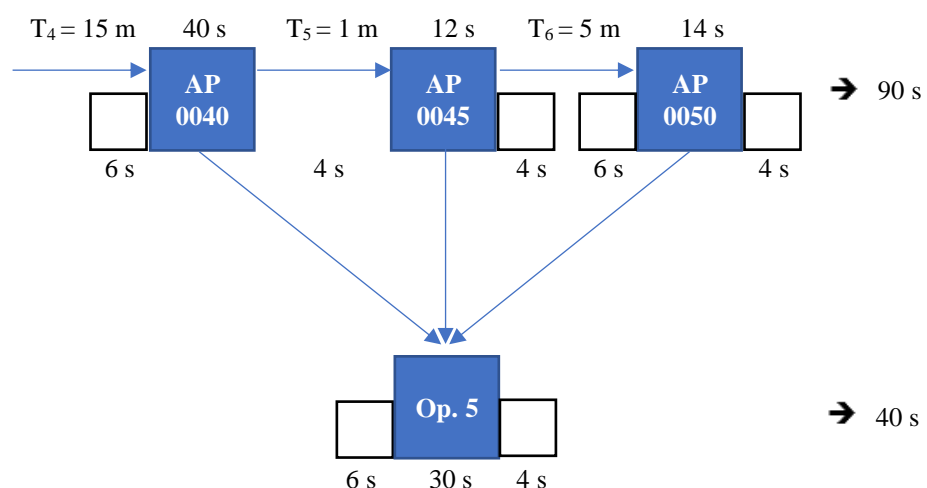
Zároveň při zachování pravidla, že každý z obou pracovníků zasunuje vždy kontakty do opačné strany kabelu, dochází k eliminaci dříve se vyskytující chyby tzv. přepólování, spočívající v záměně jednotlivých lanek kabelu při zasunování do nosiče kontaktů. Pravděpodobnost, že oba operátoři provedou na pětipólovém kabelu v jednu chvíli naprosto stejnou chybu a zasunou chybně lanko stejné barvy do stejného otvoru v nosiči kontaktů je totiž téměř nulová. Takto dochází kromě vyrovnání taktu této výrobní operace s operacemi ostatními rovněž k dalšímu efektu, který spočívá ve výrazném omezení zmetkovitosti.

4.2.4 Zástřík hlavice konektoru str. A, kontrola hlavice šablonou a zástřík těsnění

Tato výrobní operace vzniká sloučením hned tři původních operací, tj. operace AP 0040 – zástřík hlavice konektoru strany A, operace AP 0045 - kontrola hlavice a operace AP 0050 – zástřík těsnění.

Synchronizací výrobních časů obou vstřikovacích lisů za účelem nejen jejich optimálního využití a redukce meziskladového (přípravného) prostoru před druhým lisem v rámci operace AP 0050, ale i možnosti úspory jednoho operátora v případě synchronizace zálisu na obou lisech. Synchronizací obou časů zálisů na obou vstřikolisech dochází k tomu, že je v okamžiku, kdy je prováděn zális na jednom vstřikovacím lisu, což je operace, která

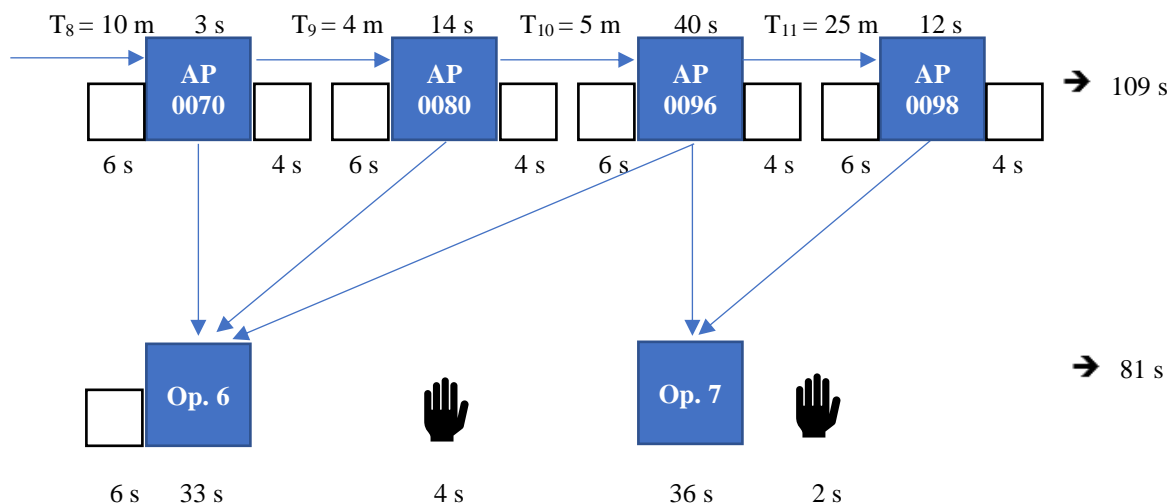
probíhá z pohledu obsluhy lisu automaticky, a tudíž bez její pracovní činnosti, je současně na druhém lise prováděna kontrola kvality zálisu a následně ihned založení nových dílců k provedení zástřiku. Takto se střídají manuální operace kontroly právě vyrobeného kusu a založení kusu nového s operacemi vlastního strojového zálisu tak, že je třeba pouze jednoho pracovníka. Původní prostoje v podobě čekacích časů původně dvou operátorů obou lisů jsou tímto řešením eliminovány a dochází k nemalé úspoře v podobě mzdových nákladů na jednoho ušetřeného pracovníka, který může být nasazen kdekoli jinde v lince, popř. mimo linku v kterékoli části jiného výrobního procesu. Pracovník obsluhy obou lisů v námi navrhované lince je taktéž plně vytížen, neboť v okamžiku, kdy vstřikovací lis dokončí svůj výrobní cyklus a otevře se pro vyjmutí hotového dílce a pro vložení dílce dalšího, dokončil právě pracovník svou práci na druhém lise, a tudíž nedochází k žádným prostojům jak na straně stroje, tak ani na straně pracovníka. Takto dochází k velmi výrazné časové úspoře v podobě synchronizace operací vstřikovacích lisů, úspory dvou mezioperačních skladů a úspory jednoho metru zbytečného transportu rozpracovaných výrobků k celkové úspoře ve výši 50 sekund na jeden výrobní takt, neboť původně bylo potřeba 90 sekund, zatímco nyní jen 40 sekund, které opět odpovídají taktu celé výrobní linky. Zároveň zde dojde k eliminaci zbytečného transportu v celkové délce dvaceti metrů oproti původnímu stavu.



Obrázek č. 21: Návrh změny procesu výrobní operace Op. 5 (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.2.5 Rozstřížení kabelu, odizolování lanek, nakrimpování dvou lanek kontakty, nakrimpování tří lanek kontakty a potisk

Zde, obdobně jako tomu bylo u operací AP0002 a AP0003 se ukazuje výhodnost přeorganizování jednotlivých operací za účelem sjednocení jejich taktů. Operace AP 0070 - rozstřížení kabelu uprostřed trvá 13 sekund, operace AP 0080, kde dochází k odizolování kabelu, trvá 24 sekund a operace AP 0096 krimpování trvá 50 sekund, když se krimpuje stejně jako u operace AP 0003 na jednom krimpovacím stroji. Při uplatnění stejné logiky na operace AP 0070, AP 0080, AP 0096 a AP 0098, jako tomu bylo u rozdělení operace AP 0003 - krimpování strany A, můžeme obdobně krimpování strany B rozdělit na krimpování dvou kontaktů o průřezu 0,34 mm² a tří kontaktů o průřezu 0,14 mm². Tyto operace budou probíhat paralelně, to znamená, že je potřeba dvou krimpovacích zařízení. Jestliže rozdělíme činnosti z původních 4 operací na následné operace 2 z nichž každá z nich bude probíhat u jednoho krimpovacího zařízení bude situace následující. U prvního krimpovacího zařízení budou probíhat celkově 3 operace. Jedná se o operaci rozstřížení kabelu s výrobním časem 13 sekund, operaci odizolování kabelu s výrobním časem 24 sekund a operaci krimpování 2 kontaktů na silnější lanko s průřezem 0,34 mm² s výrobním časem 20 sekund. Jelikož krimpování všech pěti lanek trvá 50 sekund, potom krimpování dvou lanek trvá 20 sekund. U druhého krimpovacího stroje bude probíhat operace krimpování ostatních tří kontaktu s průřezem 0,14 mm² a výrobním časem 30 sekund (50 - 20) a operace potisku s výrobním časem 22 sekund. Tímto dojde ke sjednocení taktu u obou krimpovacích zařízení na 41 respektive 40 sekund na operaci Op. 6 respektive operaci Op. 7. Při součtu jednotlivých dílčích operací týkající se operace Op. 6 a Op. 7 se dostáváme na 57 sekund u operace Op. 6 respektive na 52 sekund u operace Op. 7. Rozdíl mezi nově navrhovanými časy 41 a 40 a současnými časy 57 a 52 spočívá v úspoře způsobené redukcí zbytečných pohybů při manipulaci s kabely v případě před zavedením návrhu změny procesu spočívající ve zbytečných časech na uchopování a pokládání jednotlivých kabelu při jednotlivých pracovních operacích. Celková úspora manipulace s rozpracovanou výrobou činí 28 sekund (tj. 109 s - 81 s). Zároveň zde dojde k eliminaci zbytečného transportu v celkové délce 44 m oproti původnímu stavu. Rovněž zde dochází k úspoře až sedmi mezioperačních skladů.



Obrázek č. 22: Návrh změny procesu výrobních operací Op. 6 a Op. 7 (Zdroj: Vlastní zpracování)

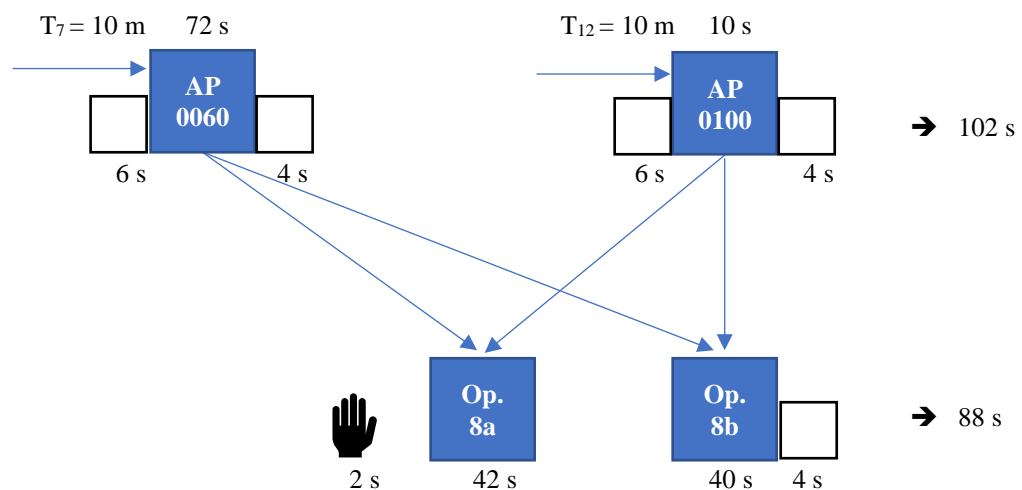
4.2.6 Elektrický test a balení

Vzhledem k problematice spočívající v reklamaci z důvodu přepólování jednotlivých kontaktů, zmíněných u původní operace AP 0060 a spočívajících v nemožnosti odhalit tyto chyby za původního zařazení operace elektrického testu do výrobního procesu ještě před operací rozstřížení kabelu AP 0070 je nutno řešit tento problém přemístěním operace elektrického testování výrobků až za operaci rozstřížení kabelu a testovat tak již finální výrobek. Původní testování nerozstříženého kabelu nedokázalo totiž zmíněnou chybu odhalit a vadné výrobky takto putovali až k zákazníkovi, kde vyvolaly reklamaci dodaného zboží. Umístěním operace elektrického testu až za operaci rozstřížení kabelu a za operaci nakrimpování kontaktů na stranu B dochází k eliminaci této chyby. Totiž za současného opatření spočívajícího rovněž v nutnosti pořízení adaptéru na testování strany B kabelu takto vždy dojde k jejímu odhalení.

Vzhledem k časové náročnosti operace elektrického testu a balení je nutno vzhledem ke zesouladění taktů této prakticky časově dvojnásobně trvající operace v porovnání s předchozími operacemi provést zdvojení pracovišť, na kterých bude probíhat. Po rozstřížení kabelu na počátku operace Op. 7 bude totiž probíhat výroba paralelně na dvou krimpovacích strojích, na kterých se krimpují dva rozdílné druhy kontaktů. Proto je nutno i elektrického testu, při kterém probíhá i optická kontrola výrobku a jeho balení, rovněž zdvojit testovací a balicí pracoviště. Takto dojde k zachování taktu linky a nedojde

k nežádoucímu hromadění se výrobků v prostorách před jednotlivými pracovišti, jak tomu bylo u původní výroby s nekontinuálním tokem.

Původní operace AP 0060 a AP 0100 trvaly dohromady 102 sekund a po zdvojení operací, které obě, tedy jak Op. 8a tak i Op. 8b, obsahují elektrický test a balení včetně optické kontroly výrobku se po redukci transportních časů se dostáváme na 44 sekund na jednu operaci (88 sekund na obě operace). U operací Op. 8a a Op. 8b tak dochází k redukci manipulace s rozpracovanou výrobou a to o 14 sekund na kus a k eliminaci dvacetimetrové mezioperační transportní cesty mezi danými operacemi. Zároveň dochází k eliminaci tří mezioperačních skladů. Uvedenou situaci popisuje obrázek č. 24.



Obrázek č. 23: Návrh změny procesu výrobních operací Op. 8a a Op. 8b (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.3 Shrnutí vlastních návrhů řešení

Následující schéma na obrázku č. 25 znázorňuje v horní části postup výroby v podobě jak původního stavu, tak je rovněž zakomponována v dolní části obrázku nově navržená výrobní linka. Celé schéma obsahuje časy operací na dva kusy, neboť výrobou prochází až po operaci rozstřížení kabelu vlastně dva kusy výrobků. Dále jsou v obrázku zachyceny manipulační časy rozpracované výroby na dva kusy a rovněž délka mezioperačních transportních cest rozpracované výroby. Ve schématu u nově navržené výrobní linky jsou redukovány mezioperační transportní cesty rozpracované výroby,

jelikož se jedná o one piece flow kabelu o dvojnásobné délce oproti finálnímu výrobku a pracovníci si buď podávají rozpracované výrobky anebo si ji berou z odkladného prostoru vedlejšího pracovníka provádějícího předchozí operaci, a který je samozřejmě v jejich dosahu.

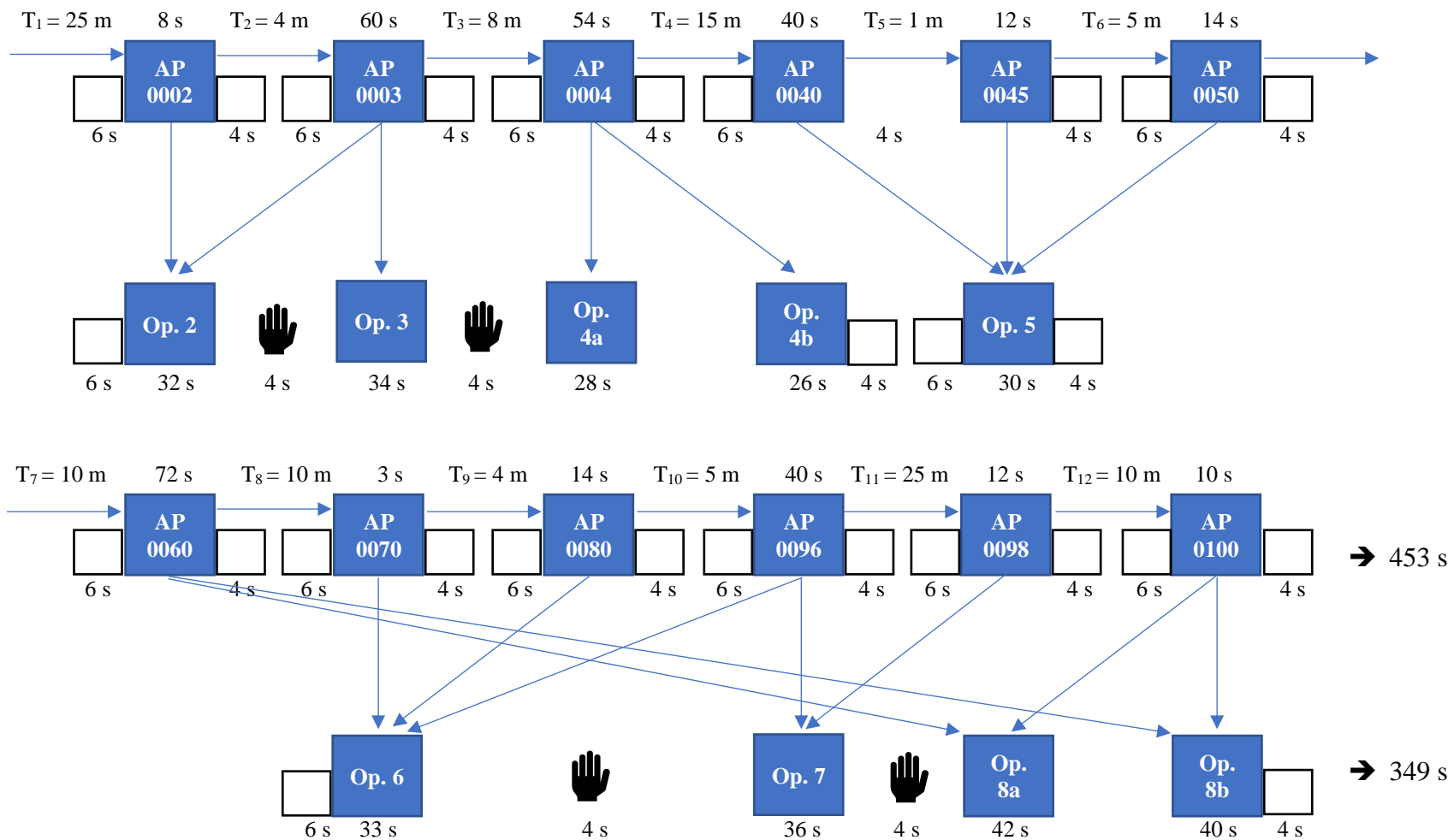
Navržená změna časového uspořádání výrobního procesu je znázorněna v obrázku č. 25 přinesla výslednou časovou úsporu na dva kusy výrobku ve výši 104 sekund. Optimální velikost výrobní a dopravní dávky byla stanovena na 960 ks, což představuje časově i produkčně jednu směnu. Zásobování kabely probíhá rovněž jednou za směnu v dávkách po 1.000 kusech. Ostatní komponenty jsou doplňovány do připravených Kanban regálů s periodou 1x denně. Přetížená místa ve výrobě, např. u obou krimpovacích strojů, byla vyřešena zdvojením strojů. S tímto souvisí rovněž i úspora v podobě redukce seřizovacích časů a tím mzdových nákladů na seřizovací techniky. Prostoje u vstřikovacích lisů byly odstraněny díky synchronizaci taktů obou vstřikovacích lisů a došlo zde k úspoře jednoho pracovníka. Další dva pracovníci byli ušetřeni spojením 4 operací do 2 operací (AP 0070, AP 0080, AP 0096, AP 0098 do Op. 6 a Op. 7).

Zbytečný transport byl eliminován a došlo ke zkrácení všech transportních cest ve výrobním procesu celkem o 97 metrů. Zkrácení vzdáleností se zefektivnily materiálové toky a zrychlil celý výrobní proces a tím se zvýšila i jeho plynulost. Výrobní prostory se zpřehlednily, neboť došlo k eliminaci celkem 16 mezivýrobních prostorů ve kterých se dříve hromadily rozpracované výrobky. Redukcí manipulačních prostor se získalo dalších 16 m² výrobní plochy, která je využitelná k dalším výrobním účelům.

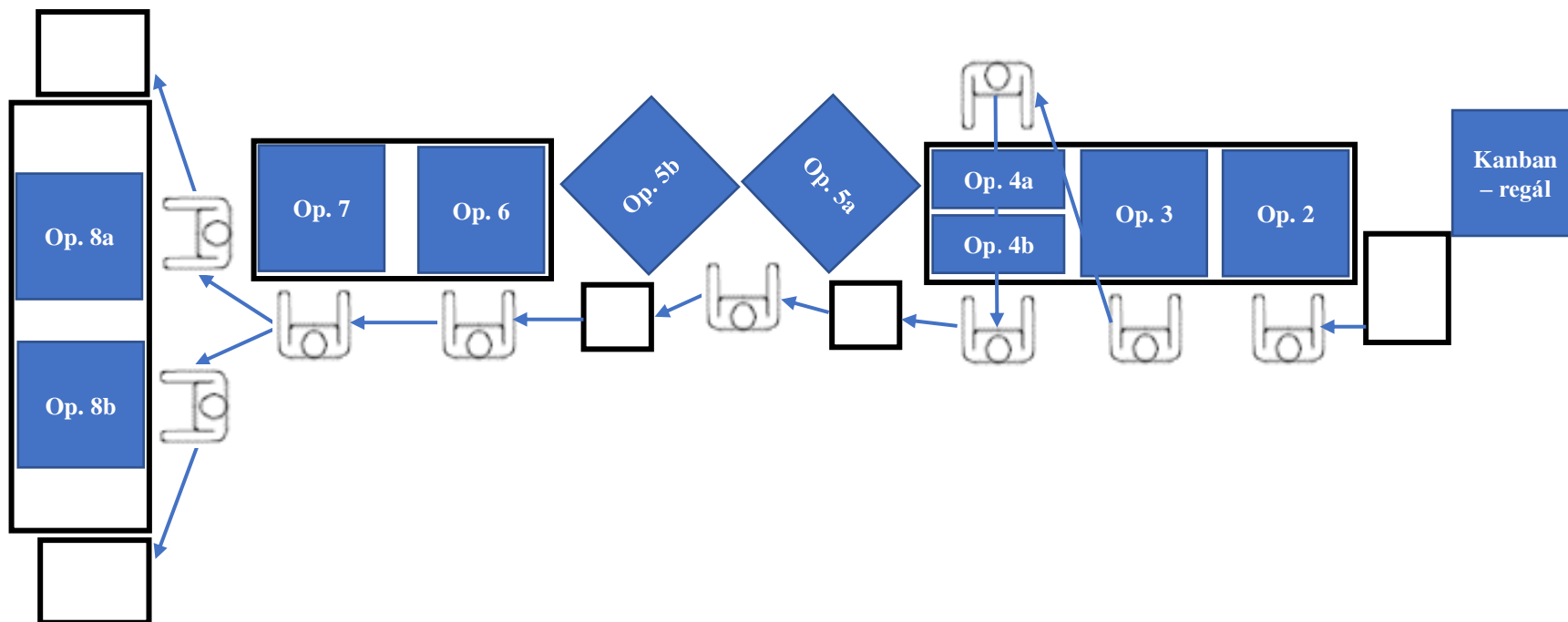
Zdvojení operace zasunutí kontaktu do nosiče kontaktu si žádá jednoho pracovníka navíc spolu s barevnou šablonou. Ke zvýšení mzdových nákladů na dalšího pracovníka však nedochází, neboť výkon obou pracovníků dohromady je v celku dvojnásobný oproti původnímu způsobu výroby. Spojení operace elektrického testu a balení a jeho následné zdvojení si žádá navíc jedno PC, elektrický tester a adaptér.

Obrázek č. 25 na následující straně znázorňuje postup výroby jak stávajícího stavu, tak i navrhovaného stavu. Obrázek č. 26 zachycuje návrh změny layoutu v rámci špagetového diagramu.

Časy výrobních operací navrhovaného stavu jsou zaneseny do grafu č. 2 na straně 65. Čas výrobního taktu byl stanoven na 44 sekund, dle časově nejdelší operace.



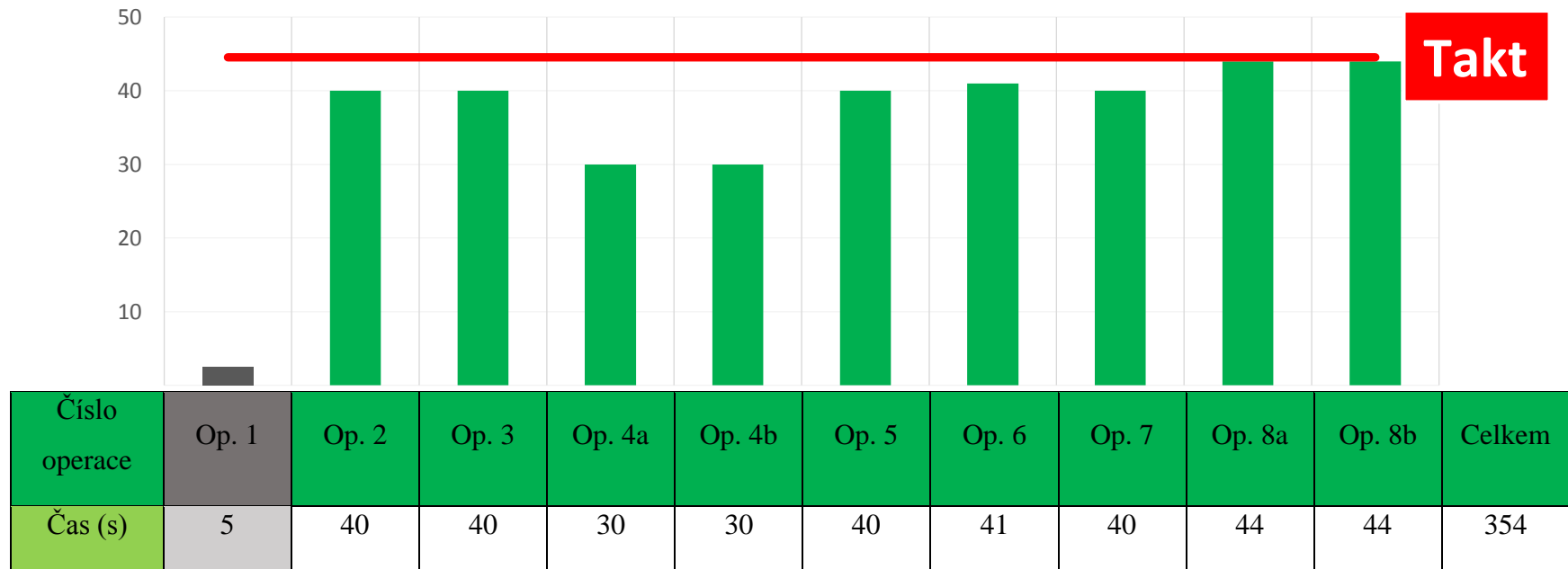
Obrázek č. 24: Postup výroby stávajícího stavu a navrhované stavu (Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek č. 25: Špagetový diagram navrhované změny layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Časy jednotlivých operací navrhovaného stavu

čas (s)



Graf č. 2: Časy jednotlivých operací navrhovaného stavu (Zdroj: Vlastní zpracování)

5 PŘÍNOS NÁVRHŮ ŘEŠENÍ

5.1 Stříhání kabelů

Využitím kompetenčního centra pro stříhání kabelů, které je oddělené od ostatních částí výroby došlo k několika pozitivním efektům. Jelikož se kabely v případě výrobních linek dostávají do výroby v pravidelných předem definovaných intervalech, nedochází k hromadění kabelů ve výrobních prostorách. Prostory dříve využívané pro skladování čekajících komponentů jsou tímto smysluplněji využívány k jiným účelům. Výrobní prostory se takto staly přehlednějšími a jejich využití je efektivnější. Volné prostory byly využity mimo jiné též k vytvoření Kanban-regálů, ze kterých je za využití bezkartičkové metody komponenty plynule zásobována následná montáž. Vyskladnění komponentů ze skladu probíhá na základě potřeb výroby a potřebná zásoba je vždy k dispozici. Zásobování nastříhanými kabely probíhá vždy jedenkrát za směnu s plánovanou rezervou (40 ks). Tímto došlo k úspoře časů skladníků, spojených s přesným vážením vydávaných komponentů prostřednictvím počítačích vah na každou zakázku zvlášť. Rovněž došlo k úspoře jejich času při dodatečném vyskladňování komponentu na konkrétní zakázku v případě vzniku chyby ve výrobě a nutnosti vyskladnit všechny komponenty na výrobu do zakázky chybějících kusů. Uspořený čas nelze jednoduše vyčíslit, ale na základě zkušeností lze říci, že tento s rezervou pokryje čas potřebný k pravidelné kontrole a doplňování Kanban-regálů.

Výhody spočívající v úspoře transportních časů, dříve nutných pro přemísťování rozpracované výroby od jedné výrobní operace ke druhé jsou zřejmé, a jsou zaneseny do obrázku č. 27 na straně 70 a souhrnně vyčísleny v tabulce č. 3. v kapitole 5.7.

5.2 Nasunutí Pressringu a krimpování strany A pěti-pólového kabelu

Přeorganizováním operací AP 0002 a AP 0003 mezi pracovníky přináší několik příznivých efektů. Nejenomže se přestane hromadit materiál před operací AP 0003 a původně nevytížená pracovnice pracující u operace AP 0002 přestane být nevytížená, ale též dojde k úspoře nákladů na technika, který dříve přenastavoval krimpovačku. Úsporu v eliminaci přenastavovacích časů technika, kalkulovaných pro deset přenastavení týdně

po 30 minutách a hodinové mzdě technika ve výši 220 Kč na hodinu a 50 pracovních týdnech v roce lze tedy vyčíslit v úspoře mzdových nákladů ve výši 55.000 Kč za rok.

Dojde k eliminaci mezioperační transportní cesty T_2 v délce trasy celkem 4 m, jelikož nově navrhovaná linka je bez těchto transportních cest. Počítáme-li průměrný čas na přemístění pracovníka do bodu zahájení transportu v délce 20 sekund a čas na transport o délce 1 m na 3 sekundy, pak v případě zavedení operací Op. 2 a Op. 3 ušetříme celkem 32 sekund. Četnost transportu rozpracovaných výrobků kalkulujeme na 10 transportů denně, čímž celkový transportní čas u těchto operací představuje celkem 320 sekund denně. Při kalkulovaných mzdových nákladech manipulačního pracovníka ve výši 160 Kč na hodinu vzniká roční úspora ve výši 3.556 Kč.

Dojde též k redukci manipulace s rozpracovanou výrobou a to o 4 sekundy na kus.
 $480.000 \times 4 \text{ s} = 1.920.000 \text{ s} = 533 \text{ hodin} \times 160 \text{ Kč} = 85.333 \text{ Kč}$

Proti výše vyčísleným finančním úsporám je nutno kalkulovat rovněž náklady spojené s pořízením jednoho kusu krimpovacího zařízení v ceně 350.000 Kč. Při průměrné délce životnosti uvedeného zařízení 10 let, představují roční náklady pro výrobní linku tedy 35.000 Kč. Tyto náklady plně a se ziskem ve výši 20.000 Kč pokryje už jen jediná výše vyčíslená úspora ve výši 55.000 Kč spočívající v eliminaci přenastavovacích časů mechanika. Toto je názorný příklad, jak zavádění poměrně jednoduchých metod štihlé výroby vede k vytváření finančního potenciálu v podobě finančního zisku za současného pokrytí nákladů, které jsou se zaváděním těchto metod spojeny.

5.3 Zasunutí kontaktu do nosiče kontaktů

Vzhledem ke zdvojení pracovních míst u této operace bylo nutno pořídit rovněž druhou barevnou šablonu, což představuje náklady ve výši 1.200 Kč.

Naproti tomu přínos spočívající ve výrazném omezení původní zmetkovitosti je prakticky nevyčíslitelný. Opakující se chyby stejného charakteru, které se vyskytovaly za používání původního způsobu výroby by totiž mohly vést až ke ztrátě zákazníka, a tudíž k velmi vysokým ztrátám. Díky zdvojení šablon a používání metody dvou operátorů provádějících současně tuto operaci se chyba již nevyskytla.

U této operace dojde též k redukci manipulace s rozpracovanou výrobou a to o 2 sekundy na kus, což obnáší celkovou roční úsporu ve výši 267 pracovních hodin. Roční úspora vyjádřená finančně tedy obnáší 42.720 Kč.

Použijeme-li pro vyčíslení úspor vzniklých eliminací mezioperačních transportních cest u této operace v délce osmi metrů stejného postupu jako je uvedeno v kapitole 5.2., tak se dopracujeme k celkové roční úspoře u těchto operaci ve výši 4.933 Kč.

5.4 Zástřík hlavice konektoru str. A, kontrola hlavice šablonou a zástřík těsnění

U této operace dochází k uspoření mzdových nákladů na jednoho pracovníka z důvodu optimalizace synchronizace zápisu obou strojů. U výpočtu mzdových nákladů bylo použito stejného postupu jako u manipulačních pracovníků čili stejná hodinová sazba a stejný časový fond.

Dojde k redukci manipulace s rozpracovanou výrobou a to o 5 sekund na kus, což ročně představuje hodinovou úsporu ve výši 667 hodin a ve finančním vyjádření 106.720 Kč. Při eliminaci patnáctimetrové mezioperační transportní cesty mezi operacemi AP0004 a AP0040 ušetříme ročně 7.222 Kč. Ušetření jednoho metru pohybu pracovníka mezi operacemi AP0040 a AP 0045, který trvá 2 sekundy na kus, získáme k dobru 267 hodin ročně, což představuje 42.667 Kč. Eliminaci pětimetrové mezioperační transportní cesty mezi operacemi AP0045 a AP0050 ušetříme ročně 3.889 Kč.

Synchronizací vstřikovacích lisů se ušetří 18 s na kus, tj. 2400 hodin neboli 384.000 Kč ročně. Dále zde došlo k eliminaci 2 mezioperačních skladů mezi operacemi AP 0045 a AP 0050.

5.5 Rozstřížení kabelu, odizolování lanek, nakrimpování dvou lanek kontakty, nakrimpování tří lanek kontakty a potisk

Analogicky jako u operací Op. 2 a Op. 3 se ukazuje jako výhodné přeorganizovat jednotlivé operace se záměrem sjednotit jejich takty. Řešením je pořízení druhého krimpovacího stroje s pořizovací cenou 350.000 Kč, kdy dojde k uspoření ročních mzdových nákladů na techniku ve výši 55.000 Kč. Údaj o mzdovém nákladu na techniku

se opakuje z operace Op.2 a Op.3. Dojde také k úspoře z důvodu sloučení operací AP 0070, AP 0080 a část operace AP 0096 do operace Op. 6 a zbylá část AP 0096 a AP 0100 do operace Op. 7.

Došlo zde k redukci manipulace s rozpracovanou výrobou a to o 14 sekund na kus, což představuje roční úsporu ve výši 1.867 pracovních hodin, které ve finančním vyčíslení představují 298.667 Kč. Při eliminaci čtyřiceti čtyřmetrové mezioperační transportní cesty mezi danými operacemi dochází k celkové úspoře za transportní cesty ve výši 23.557 Kč. Eliminace sedmi mezioperačních skladů jsme získali opět výraznou úsporu ve formě nového výrobního prostoru.

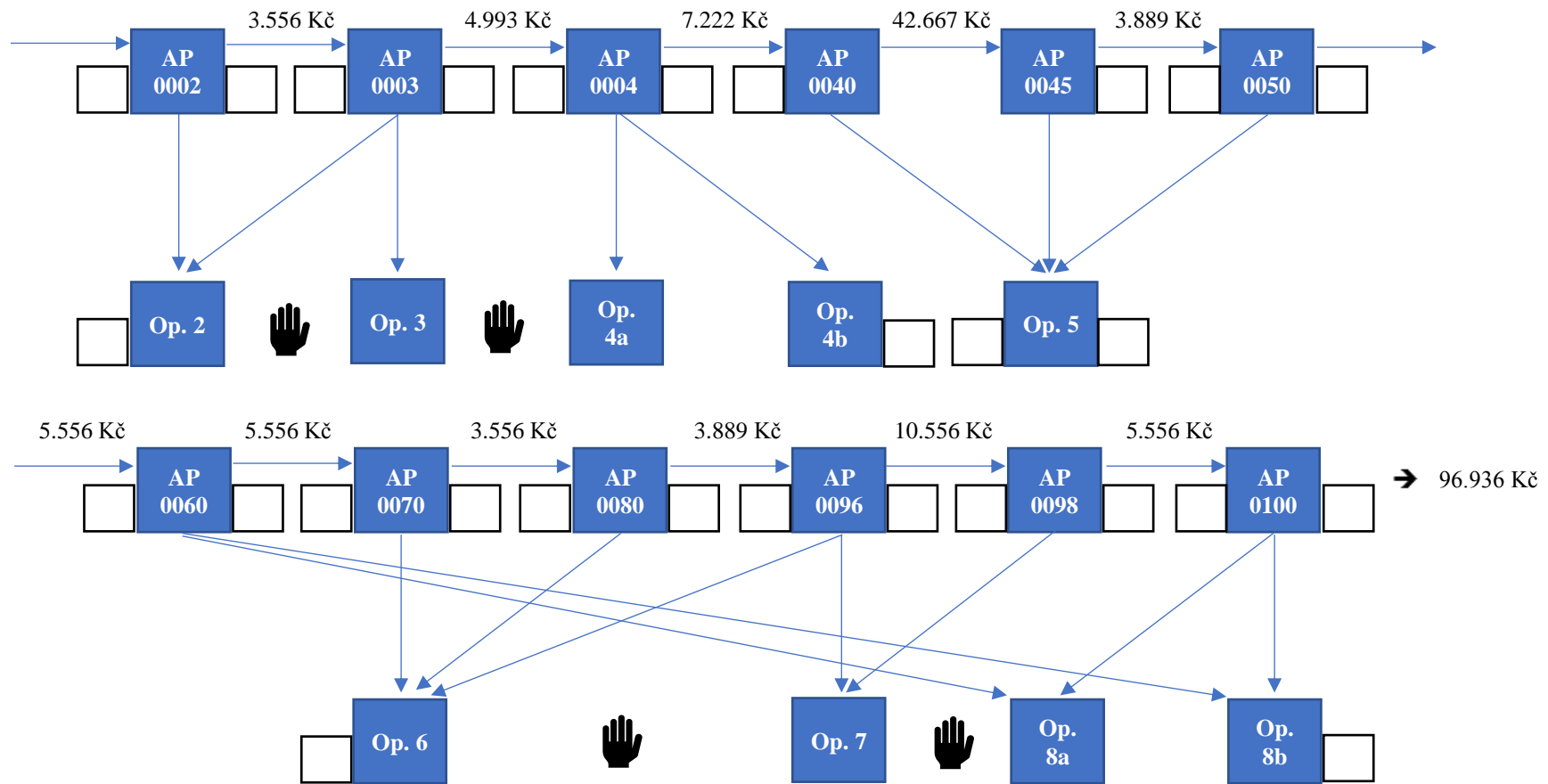
5.6 Elektrický test a balení

Pro provedení návrhů bylo nutné zabezpečit další testovací a balící pracoviště. Náklady na jedno PC, elektrický tester a adaptér obnáší 355.000 Kč celkem. Tyto náklady nelze sice amortizovat přímo v rámci ekonomického vyhodnocení přínosů přímo u této jednotlivé operace, neboť zde nedochází k žádné úspoře času pracovníků, ale pouze ke zdvojení pracoviště a zdvojení počtu pracovníků za současného zdvojení počtu vyprodukovaných výrobků při zachování taktu linky a tím i plynulosti výroby.

U operací Op. 8a a Op. 8b došlo k redukci manipulace rozpracovanou výrobou a to o 7 sekund na kus, což při úspoře 933 hodin představuje roční úsporu ve výši 149.333 Kč. Eliminací dvacetimetrové mezioperační transportní cesty mezi danými operacemi získáme dalších 11.112 Kč. Dále jsme uspořili 3 mezioperační sklady.

5.7 Shrnutí přínosů návrhů řešení

Pro názornost byly úspory v rámci mezioperačních transportních cest peněžně vyjádřeny a začleněny do obrázku č. 27. Úspory výrobních časů po jednotlivých výrobních operacích jsou uvedeny v tabulce č. 2. V porovnání s původním procesem výroby, jehož operace trvaly celkem 229 sekund, trvá nově navrhovaný proces pouze 177 sekund, čímž bylo dosaženo celkové časové úspory ve výši 52 sekund na výrobek. Veškeré úspory byly poté pro přehlednost zaneseny do tabulky č. 3, která souhrnně vyčísluje všechny úspory v rámci navrhovaného řešení.



Obrázek č. 26: Postup výroby stávajícího stavu a navrhované stavu včetně úspor v rámci mezioperačních transportních cest (Zdroj: Vlastní zpracování)

Tabulka č. 2: Vyčíslení časové úspory v sekundách porovnáním trvání jednotlivých výrobních operací (Zdroj: Vlastní zpracování)

AP0001	AP0002	AP0003	AP0004		AP0040	AP0045	AP0050	AP0060	AP0100	AP0070	AP0080	AP0096	AP0098	Suma
2,5	9	35	32		24	9	12	41	10	6,5	12	25	11	229
AP0001	AP0002 + AP 0003		AP0004		AP0040 + AP0045 + AP0050		AP0060 + AP0100		AP0070 + AP 0080 + AP 0096 + AP0098					
2,5	44		32		45		51		54,5				229	
Op. 1	Op. 2	Op. 3	Op. 4a	Op. 4b	Op. 5		Op. 8a	Op. 8b	Op. 6		Op. 7			
2,5	20	20	15	15	20		22	22	20,5		20		177	
Op. 1	Op. 2 + Op. 3		Op. 4a + Op. 4b		Op. 5		Op. 8a + Op. 8b		Op. 6 + Op. 7					
2,5	40		30		20		44		40,5				177	
Úspora (s)	0	4	2		25		7		14				52	

Následující tabulka č. 3 ukazuje celkovou roční úsporu díky námi navrhovanému řešení výrobního procesu, která činí 1.273.709 Kč. Jsou zde zahrnuty úspory v rámci mezioperačních transportních cest, manipulace s rozpracovanou výrobou, eliminací přenastavovacích časů a mzdových nákladů.

Tabulka č. 3: Souhrnný výčet ročních úspor návrhů (Zdroj: Vlastní zpracování)

		Úspora (v Kč)	Celková úspora (v Kč)
Mezioperační transportní cesty	T ₂ = 4 m	3.556	96.936
	T ₃ = 8 m	4.933	
	T ₄ = 15 m	7.222	
	T ₅ = 1 m	42.667	
	T ₆ = 5 m	3.889	
	T ₇ = 10 m	5.556	
	T ₈ = 10 m	5.556	
	T ₉ = 4 m	3.556	
	T ₁₀ = 5 m	3.889	
	T ₁₁ = 25 m	10.556	
	T ₁₂ = 10 m	5.556	
	Manipulace s rozpracovanou výrobou	Op. 2 a Op. 3	
Op. 4a a Op. 4b		42.720	
Op. 5		106.720	
Op. 6 a Op. 7		298.667	
Op. 8a a Op. 8b		149.333	
Přenastavovací časy	Op. 2 a Op. 3	55.000	110.000
	Op. 6 a Op. 7	55.000	
Mzdové náklady úspora pracovníka	Op. 5	384.000	384.000
Celkové roční úspory (v Kč)			1.273.709

Zavádění metod štihlé výroby do popisovaného výrobního procesu je spojeno s náklady v podobě pořízení dvou nových krimpovacích strojů, které nákladově představují včetně nástrojů v souhrnu 700.000 Kč.

Při průměrné délce životnosti uvedených strojů v délce 10 let, představují průměrné roční náklady pro výrobní linku tedy 70.000 Kč.

Při použití stejné kalkulované délky životnosti pro balicí a testovací pracoviště v hodnotě 35.500 Kč, barevné šablony v hodnotě 1.200 Kč a Kanban-regál v hodnotě 20.000 Kč dostáváme celkový přehled ročních nákladů spojených s návrhem řešení výrobní linky a znázorněných v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4: Souhrnný výčet ročních nákladů návrhů (Zdroj: Vlastní zpracování)

	Náklady (v Kč)
2 krimpovací stroje (Op. 3 a Op. 7)	70.000
Balící a testovací pracoviště (Op. 8)	35.500
Barevná šablona (Op. 4)	120
Kanban-regál (Op. 1)	2000
Celkové roční náklady (v Kč)	107.620

Porovnáme-li tedy výše vyčíslené celkové roční úspory ze zavedení nové výrobní linky ve výši 1.273.709 Kč s celkovými ročními náklady ve výši 107.620 Kč vychází nám celkový roční přínos ve výši 1.166.089 Kč. Pro přehlednost samotného porovnání byl výše zmíněný výpočet zanesen do tabulky č. 5.

Tabulka č. 5: Celkový roční přínos návrhů (Zdroj: Vlastní zpracování)

Celkové roční úspory (v Kč)	1.273.709
Celkové roční náklady (v Kč)	107.620
Celkový roční přínos (v Kč)	1.166.089

Roční celkový přínos navrhovaného řešení je tedy ve výši 1.166.089 Kč. Kromě této vyčíslené roční úspory vzniká ještě celá řada dalších pozitivních efektů, jejichž přínos nelze okamžitě ekonomicky vyčíslit. Mezi ně patří především eliminace chyb přepólováním, vzniklá vhodnou změnou pořadí některých výrobních operací a která měla za následek odstranění chyb, a tím i rizika reklamací u daného výrobku.

Zdokonalením uspořádání pracovišť ve smyslu pravidel 5S a odstraněním mezioperačních skladů došlo k nemalým, leč těžko vyčíslitelným pozitivním změnám v podobě větší přehlednosti a získání většího pracovního prostoru nejen na jednotlivých pracovištích, ale i ve všech dotčených výrobních prostorách.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce byl návrh výrobního procesu s využitím nástrojů štihlé výroby za účelem snížení plýtvání, dosažení maximální efektivity a vytvoření úspor pro výrobní podnik a vytvořit tak vyšší hodnotu i pro zákazníka. Jako štihlý prvek pro analýzu výrobního procesu byl zvolen Value Stream Mapping – metoda mapování toku hodnot.

Vzhledem k přání vedení výrobního podniku dosáhnout nasazením metod štihlé výroby maximálního ekonomického efektu byl vybrán konkrétní výrobek jímž byl připojovací kabel osazený jednostranně konektorem. Tento výrobek je jednak vyráběn ve velkých objemech, ale je i zároveň výrobkem typickým pro zmíněný výrobní podnik, a tudíž nově navržené procesy budou snáze aplikovatelné na další výrobky z výrobního portfolia podniku. Jelikož výrobní společnost stojí teprve na začátku procesu zavádění štihlé výroby a zatím neproběhla žádná analýza současného stavu výrobního procesu bylo nejdříve nutno tento náležitě popsat. Při analýze stávajícího stavu byla vytvořena mapa současného stavu, ve které byly zachyceny všechny důležité časové a prostorové parametry výroby. Byly podrobně zanalyzovány jednotlivé výrobní operace, odhaleny zdroje plýtvání a na základě poznatků byl stanoven výrobní takt nově navrhované výrobní linky. Postupným zefektivněním jednotlivých pracovišť a výrobních operací na nich probíhajících došlo k vytvoření nové výrobní linky u níž byly zaznamenány její časové a prostorové parametry.

Díky realizaci navrhovaných opatření došlo k eliminaci mezioperačních transportních časů a zbytečné manipulace s výrobou, dále k eliminaci mezioperačních skladů a zbytečných přenastavovacích časů strávených techniky na jednotlivých zařízeních.

Zavedením kanban-regálů došlo k úspoře časů skladníků, spojených s přesným vážením vydávaných komponentů prostřednictvím počítačích vah na každou zakázku zvlášť. Odpadá rovněž dodatečné vyskladňování komponentu na konkrétní zakázku v případě dovyskladňování komponentů na výrobu do zakázky chybějících kusů.

Změnou pořadí některých výrobních operací došlo k eliminaci dříve se vyskytující chyby přepólování a tím odstranění možného zdroje vzniku chyb ve výrobě a tím zamezení rizika spojeného s reklamacemi výrobků.

Zavedením metod štíhlé výroby a organizací výroby do výrobní linky došlo k odstranění plýtvání a zvýšení plynulosti výroby. Rozpracované výrobky na sebe nemusejí čekat, než se vyrobí celá dávka, ale plynule procházejí celou nově navrženou výrobní linkou.

Porovnáním původních a nových hodnot dosažených v původním a v nově navrženém a zrealizovaném výrobním procesu jsme dosáhli v souhrnu značných přínosů, které byly u sledovaného výrobku vyčísleny finančně, a to v celkové výši 1.166.089 Kč v ročním porovnání.

Diplomová práce řeší konkrétní příklad z výrobní praxe konkrétního výrobního podniku a dává zároveň ucelený návod na řešení obdobných situací ve výrobě kdy prostřednictvím metod štíhlé výroby lze postupně zefektivnit další výrobní procesy za účelem omezení plýtvání a vytvoření hodnot, které přispějí ke zlepšení uspokojování potřeb zákazníků a ke zvýšení konkurenceschopnosti podniku.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) A Brief History of Lean. *Lean Enterprise Institute* [online]. Cambridge (Massachusetts): Lean Enterprise Institute, ©2000-2018 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>
- (2) JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada Publishing, 1998. ISBN 8071693944
- (3) LIKER, J. K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. 1. vyd. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-173-7
- (4) KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C. H. Beck, 2001. ISBN 80-7179-471-6
- (5) TOMEK, G. a V. VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. 1. vyd. Praha: Grada, 2014, 366 s. ISBN 978-80-247-4486-5
- (6) JUROVÁ, Marie. *Řízení výroby I: Část 1*. 2. vydání. [skripta]. Brno: Akademické Nakladatelství Cerm, 2005. ISBN 80-214-3066-4
- (7) JUROVÁ, Marie. *Řízení výroby I: Část 2*. 2. vydání. [skripta]. Brno: Akademické Nakladatelství Cerm, 2005. ISBN 80-214-3134-2
- (8) KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9
- (9) MILLER, Jon, Mike WROBLEWSKI a Jaime VILLAFUERTE. *Kultura Kaizen: Změňte pohled na svůj business a dosáhněte průlomových výsledků*. Brno: BizBooks, 2017. ISBN 978-80-265-0618-8
- (10) IMAI, M. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1621-0
- (11) KOŠTURIÁK, Ján, Ľudovít BOLEDOVIČ, Jozef KRIŠŤAK a Miroslav MAREK. *Kaizen: Osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2349-2

- (12) ROTHER, Mike a John SHOOK. *Sehen Lernen: Mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen*. Stuttgart: LOG-X, 2000. ISBN 3-9809521-1-8
- (13) Kolektiv autorů. *Kaizen: Cesta ke štihlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2
- (14) MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 80-902235-0-8
- (15) MCBRIDE, David. *The 7 Wastes in Manufacturing*. emsstrategies.com [online]. Carlsbad (California): EMS Consulting Group, © 2003 - 2018 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html>
- (16) TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby*. Praha: Grada Publishing, 1999. ISBN 80-7169-578-5
- (17) Value Stream Map (VSM). *Smartdraw* [online]. © 1994 - 2018 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.smartdraw.com/value-stream-map/>
- (18) HOWELL, Vincent. Value Stream Mapping: A Tool for Process Improvement. *Ceramic Industry* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.ceramicindustry.com/articles/93406-value-stream-mapping-a-tool-for-process-improvement>
- (19) JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9
- (20) SHIGEO, Shingo. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Stamford (Connecticut): Productivity Press, 1985. ISBN 0915299097
- (21) Value Stream Mapping. *UW Courses Web Server* [online]. Seattle, s. 35 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: http://courses.washington.edu/ie337/Value_Stream_Mapping.pdf
- (22) Process Cycle Efficiency (PCE). *ISixSigma* [online]. [cit. 2018-03-13]. Dostupné z: <https://www.isixsigma.com/dictionary/process-cycle-efficiency-pce/>

(23) Value stream mapping. *Lean Enterprise Institute* [online]. s. 1 [cit. 2018-03-13].

Dostupné z:

<https://www.lean.org/FuseTalk/Forum/Attachments/VALUE STREAM how to1.doc>

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Technologické uspořádání pracovišť	17
Obrázek č. 2: Předmětné uspořádání pracovišť	17
Obrázek č. 3: VSM – aktuální stav se znázorněním zákazníka	30
Obrázek č. 4: VSM – výrobní proces	30
Obrázek č. 5: VSM – zásoby	31
Obrázek č. 6: VSM – nákladní auto	32
Obrázek č. 7: VSM – informační toky	32
Obrázek č. 8: VSM – push	32
Obrázek č. 9: VSM – časová linka	32
Obrázek č. 10: Doba zpracování vs. Průběžný čas	33
Obrázek č. 11: Nadprodukce	34
Obrázek č. 12: Kontinuální průtok	35
Obrázek č. 13: VSM – mapa současného stavu	37
Obrázek č. 14: VSM – zákazníci	38
Obrázek č. 15: VSM – dodavatelé	39
Obrázek č. 16: VSM – materiálové toky	40
Obrázek č. 17: Špagetový diagram stávajícího layoutu	47
Obrázek č. 18: VSM – informační toky	49
Obrázek č. 20: Návrh změny procesu výrobních operací Op. 2 a Op. 3	56
Obrázek č. 21: Návrh změny procesu výrobních operací Op. 4a a Op. 4b	57
Obrázek č. 22: Návrh změny procesu výrobní operace Op. 5	58
Obrázek č. 23: Návrh změny procesu výrobních operací Op. 6 a Op. 7	60
Obrázek č. 24: Návrh změny procesu výrobních operací Op. 8a a Op. 8b	61
Obrázek č. 25: Postup výroby stávajícího stavu a navrhované stavu	63
Obrázek č. 26: Špagetový diagram navrhované změny layoutu	64
Obrázek č. 27: Postup výroby stávajícího stavu a navrhované stavu včetně úspor v rámci mezioperačních transportních cest	70

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka č. 1: Mezioperační transportní cesty ve stávajícím stavu	48
Tabulka č. 2: Vyčíslení časové úspory v sekundách porovnáním trvání jednotlivých výrobních operací	71
Tabulka č. 3: Souhrnný výčet ročních úspor návrhů	72
Tabulka č. 4: Souhrnný výčet ročních nákladů návrhů	73
Tabulka č. 5: Celkový roční přínos návrhů	73

SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf č. 1: Časy jednotlivých operací ve stávajícím stavu na 1ks	41
Graf č. 2: Časy jednotlivých operací navrhovaného stavu	65

