



VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA PODNIKOHOSPODÁŘSKÁ

Mapování toku hodnot

Value Stream Mapping

Student:

Kateřina Flodrová

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Leo Tvrdoň, Ph.D.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Ekonomická fakulta  
Katedra podnikohospodářská

## Zadání bakalářské práce

Student: **Kateřina Flodrová**  
Studijní program: B6208 Ekonomika a management  
Studijní obor: 6208R020 Ekonomika podniku  
Specializace: 00 Ekonomika podniku  
Téma: Mapování toku hodnot  
Value Stream Mapping

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Charakteristika podniku
3. Teoretická východiska mapování toku hodnot a logistiky
4. Mapování hodnotových toků jednotlivých výrobků
5. Vyhodnocení hodnotových toků
6. Závěr

Seznam použité literatury

Seznam zkratk

Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce

Seznam příloh

Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

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

LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.

MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. 77 s. ISBN 80-902235-9-1.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Leo Tvrdoň, Ph.D.**

Datum zadání: 22.11.2013

Datum odevzdání: 09.05.2014

Ing. Josef Kašík, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová  
děkanka fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně a uvedla jsem veškerou použitou literaturu.

V Ostravě dne 9.5.2014

Fladrona!  
.....  
podpis studenta

## Obsah

|   |    |
|---|----|
| 1. Úvod.....  | 5  |
| 2. Charakteristika podniku.....                                 | 7  |
| 3. Teoretická východiska mapování toku hodnot a logistiky ..... | 11 |
| 3.1. Štíhlá logistika .....                                     | 11 |
| 3.2. Historické kořeny štíhlé výroby .....                      | 14 |
| 3.2.1. 14 zásad celkové koncepce firmy Toyota .....             | 15 |
| 3.3. Základní nástroje a metody štíhlé výroby .....             | 16 |
| 3.3.1. Management hodnotového toku .....                        | 16 |
| Hodnota a její tok výrobou .....                                | 17 |
| 3.3.2. Kaizen .....   | 18 |
| 3.3.3. 5S – dobré hospodaření v pěti krocích.....               | 19 |
| 3.3.4. Kanban .....   | 19 |
| 3.3.5. Smed .....   | 20 |
| 3.3.6. Principy tlaku a tahu .....                              | 20 |
| 3.3.7. OEE.....   | 21 |
| 3.4. Analytické metody toku hodnot .....                        | 22 |
| 3.4.1. Charakteristika mapování toku hodnot .....               | 22 |
| 3.4.2. Úrovně mapování toku hodnot .....                        | 23 |
| 3.4.3. Postup při mapování toku hodnot.....                     | 24 |
| 3.5. Teorie omezení .....                                       | 27 |
| 4. Mapování hodnotových toků jednotlivých výrobků .....         | 29 |
| 4.1. Stručný popis výroby asynchronního elektromotoru.....      | 29 |
| 4.2. Průběh výroby elektromotoru.....                           | 30 |
| 4.2.1. Lisovna, obrobna, tlakové lití rotorů .....              | 30 |
| 4.2.2. Navijárna .....  | 32 |
| 4.2.3. Slévárna.....  | 32 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2.4. Montáž .....                            | 33 |
| 4.3. Analýza současného stavu.....             | 34 |
| 4.4. VSM pro AH 160.....                       | 38 |
| 4.4.1. Analýza dat.....                        | 38 |
| 4.5. VSM pro AH 100.....                       | 41 |
| 4.5.1. Analýza sesbíraných dat.....            | 41 |
| 5. Vyhodnocení hodnotových toků .....          | 45 |
| 6. Závěr.....                                  | 48 |
| Seznam použité literatury                      |    |
| Seznam zkratk                                  |    |
| Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce |    |
| Seznam příloh                                  |    |

## 1. Úvod

Proces neustálého zlepšování je v současné době nezbytnou součástí každého výrobního podniku, který se snaží si udržet svou pozici na trhu. Důležité pro podnik je umět flexibilně a pohotově reagovat na neustále se měnící požadavky zákazníka. Z tohoto důvodu jsou stále častěji zaváděny zásady pro štíhlý podnik. Principy štíhlého podniku se týkají především oblasti výroby, pracovišť, administrativy a logistiky. Společnosti využívající těchto principů se snaží detailně sledovat výrobní proces – především tok materiálu, informací, snaží se především o jeho analýzu, vyvarování se zbytečným chybám. Také společnost Siemens již pracuje na principech, jejichž dodržování především ze strany pracovníků zajistí vysokou spokojenost zákazníků s dodávanými produkty a souvisejícími službami. Optimalizace materiálového a informačního toku není zcela jednoduchým úkolem, neboť každý podnik se odlišuje od jiných svou technickou úrovní, výrobky, jež je schopen v omezených prostorách podniku vyrobit. Jednou z možností, jak lze dané toky optimalizovat, je právě aplikace metody mapování toku hodnot, která poskytuje přehled o příležitostech zkrácení průběžné doby výroby produktu a následnému budování přidané hodnoty.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou. První část zahrnuje charakteristiku podniku Siemens, s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice, historii firmy a její ekonomický vývoj v posledních třech letech. Teoretická část dále obsahuje podrobný popis pojmů štíhlé výroby, logistiky a analytických nástrojů, které jsou dále použity jako východí pro praktickou část.

V praktické části je upřesněn produkt, na který se tato práce zaměřuje, je nastíněn průběh výroby produktu vysvětlující jednotlivé operace ve výrobním procesu. Dále se tato část práce zaměřuje především na realizaci map toku hodnot, které slouží jako podklad pro odhalení možných druhů plýtvání. Práce obsahuje mapy zobrazující celkový obrázek o materiálovém a informačním toku, parametrech výrobních procesů. Zároveň umožní přehled o daném toku na úrovni jednotlivých provozů. Tyto mapy toku hodnot byly vytvořeny na základě informací poskytnutých firmou a pozorováním výrobního procesu. Celkové hodnocení sesbíraných a vyhodnocených dat je obsaženo v závěru práce spolu s doporučeními. V rámci vyhodnocení analýzy současného stavu výroby je cílem taktéž uvést návrhy pro vytvoření lepšího a efektivnějšího budoucího stavu.

Cílem bakalářské práce je vytvoření celkových map toku hodnot pro vybrané představitele, provedení analýzy na základě zjištěných dat a skutečností, jejich následné vyhodnocení a navrnutí vhodných doporučení.



## 2. Charakteristika podniku

Společnost Siemens s.r.o. patří k největším elektrotechnickým firmám na území České republiky a se svými 12 500 zaměstnanci také k nejvýznamnějším českým zaměstnavatelům. Siemens je více než 120 let důležitou součástí českého průmyslu, zárukou inovativních a moderních technologií. Dodává své technologie, produkty, služby, zákazníkům ze státního a soukromého sektoru, především v oblasti energetiky, veřejné a průmyslové infrastruktury, zdravotnictví a informačních technologií. V obchodním roce 2012 vykázala skupina podniků Siemens v ČR obrát 32,5 miliard Kč. Řadí se také mezi největší exportéry na území České republiky, s objemem exportu dosahujícího 21,5 miliard Kč. [15]

### Siemens, s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice

**Název firmy:** Siemens, s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice

**Sídlo firmy:** Mohelnice, Nádražní 395/25

**Právní forma:** Společnost s ručením omezeným

**Zápis do OR:** 30. 9. 2010

Obr. 2.1 Budova společnosti Siemens [19]



### Historie firmy

Historie mohelnického závodu se píše od roku 1904, v době založení společnosti Ludwig Doczeckal & Comp. V roce 1926 proběhla fúze závodu s firmou Siemens Praha, o

19 let později byl podnik zestátněn a poté vznikla značka MEZ – moravské elektrotechnické závody. V 70 letech patřil závod MEZ Mohelnice mezi přední podniky v tehdejším Československu.

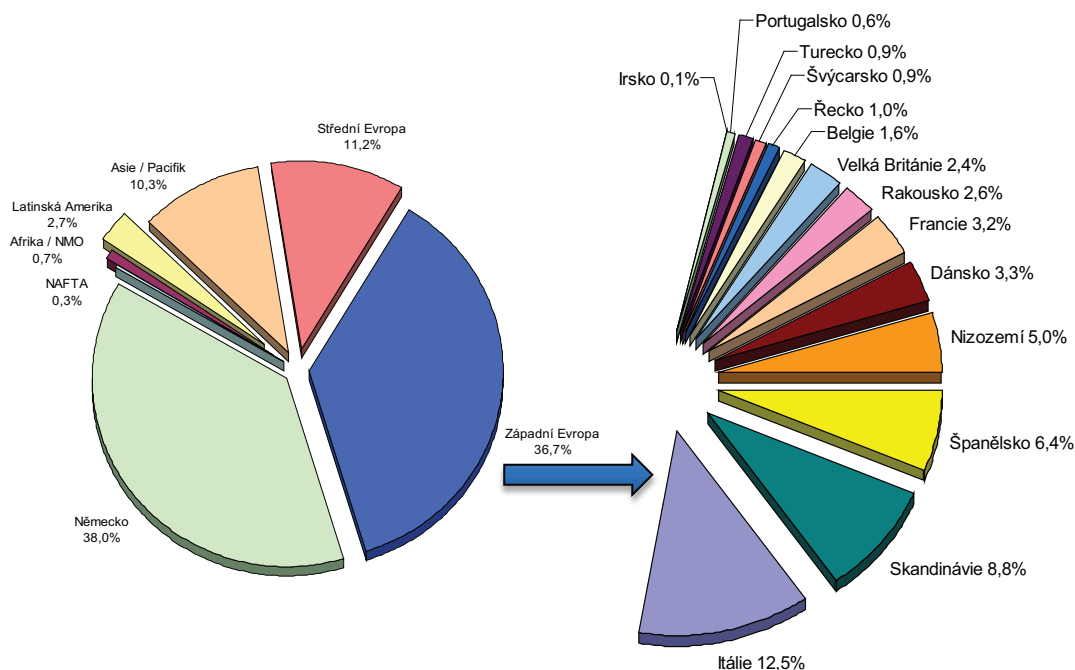
Společnost Siemens Elektromotory dodává pro domácí a zahraniční trhy jednofázové asynchronní elektromotory o výkonu 0,09 až 3 kW, třífázové asynchronní motory o výkonu 0,04 až 18,5 kW a třífázové brzdové asynchronní motory o výkonu 0,12 až 10 kW. Kromě závodu v Mohelnici se výrobu elektromotorů provádí ještě ve dvou dalších závodech na Moravě – ve Frenštátě pod Radhoštěm a v Drásově.

V říjnu 1994 do firmy kapitálově vstoupil koncern Siemens AG a vznikla společnost Siemens Elektromotory. V letech 1998 až 1999 byla do ČR převedena výroba elektromotorů z Německa.

Siemens Elektromotory vyrábí jednofázové i třífázové elektromotory typů 1LA7 a 1LF, ve výkonovém rozpětí 0,06 až 22,5 kW, třídy izolace F, krytí IP55, s počtem pólů 2,4,6 a 8. Výrobní sortiment obsahuje elektromotory s hliníkovými i litinovými kostrami, i v tzv. zajištěném provedení do výbušných prostředí (typ 1MA7). V současné době je mohelnický závod největším světovým výrobcem elektromotorů do osové výšky 180 mm. Vyváží do 58 států světa, na tuzemský trh dodává asi 5 % produktů. Parametry jsou vyvíjeny a vyráběny v souladu s mezinárodními normami IEC. [19]

Vývoz elektromotorů vyrobených v Siemens Elektromotory, s.r.o., závod Mohelnice.

Graf 2.1 Export elektromotorů [19]



V současné době se provádí následující typy výroby:

- *kusová výroba* – prototypová dílna pracující pro vývoj motorů,
- *speciální motory* – úprava motorů dle přání zákazníka, tzv. varianty,
- *sériová výroba* – tzv. skladové motory.

V závodě je přibližně 1500 strojů, klíčovými jsou řádově stovky (cca 300). [19]

### Vize společnosti

Jakožto největší výrobce asynchronních elektromotorů osově výšky 56-200 mm chce společnost určovat trend vývoje elektromotorů. Svým zákazníkům bude nabízet spolehlivé dodávky v požadovaných termínech a poskytovat prvotřídní servis, dodávat vysoce kvalitní výrobky, splňující ekologické požadavky. Neustálým zlepšováním podnikových procesů a spoluprací s dodavateli a zákazníky si chce firma udržet vedoucí pozici na trhu. Uvedených cílů dosahuje pomocí týmu motivovaných a vzdělaných pracovníků. [19]

## Poslání závodu

Vyvíjet a vyrábět elektromotory vybavené všemi funkcemi, které přemění elektrickou energii na mechanickou tím nejefektivnějším způsobem a umožní tak zákazníkům jejich všestranné využití ve všech jimi požadovaných aplikacích. [19]

## Ekonomický vývoj

Přehled základních ukazatelů za poslední tři roky je uveden v tabulce 2.1. Data jsou uvedena za společnost Siemens, s.r.o. jako celek. Odštěpný závod elektromotory Mohelnice se nepřál zveřejnit údaje za svůj závod.

Tab. 2.1 Ekonomický vývoj [15]

|                                | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Tržby/obrat (v tis. Kč)</b> | 6 319 137   | 6 668 922   | 7 227 728   |
| <b>Náklady</b>                 | 3 923 893   | 4 031 160   | 4 595 713   |
| <b>Počet zaměstnanců</b>       | 11 000      | 10 700      | 10 500      |

V posledních 5 letech vynaložil mohelnický závod investice v řádech statisíců korun na výstavbu nové výrobní haly (hala 2), kde se vyrábí speciální zákaznická provedení motorů AH 63-132. [14] Na enormní poptávku po velkých motorech reagoval Siemens rozšířením výroby na hale 57. Zmíněné investice přinesly kromě zvýšení počtu vyráběných elektromotorů také řadu nových pracovních míst. [16]

### 3. Teoretická východiska mapování toku hodnot a logistiky

#### Pojem logistika

Původ tohoto slova lze odvodit nejspíše z řeckého logistikon, což v překladu znamená důmysl, rozum. Logistika je považována za systémovou disciplínu, která se zabývá celkovou optimalizací, koordinací, synchronizací jednotlivých činností. Jejich zřetězení je zcela nezbytné pro dosažení konečného efektu. Úkolem logistiky je postarat se o rozmístění zdrojů a jejich tok. Zdroje je nutné mít k dispozici v požadované kvalitě a množství přesně v okamžik, kdy je jich potřeba na místě kde jsou potřeba. Tok zdrojů je potřeba zkoordinovat a synchronizovat. To vše musí být provedeno s vynaložením přiměřených nákladů. [5]

#### Vybrané definice logistiky, dle různých autorů:

*„...logistika je soubor všech činností, souvisejících k poskytování potřebného množství prostředků s nejmenšími náklady tam a tehdy, kde a kdy je po nich poptávka.“ [10]*

*„...systém hmotných a nehmotných řetězců tvořených následujícími komponenty, které jsou navzájem propojeny hmotnými a informačními vazbami: doprava, manipulace s materiálem, skladování, balená, územní rozmístění, kontrola zásob, dokumentace, informace, služby.“ [7]*

*„...představuje organizace, plánování, řízení a realizaci toků zboží vývojem a nákupem počínaje, výrobou a distribucí podle objednávky finálního zákazníka konče tak, aby byly splněny všechny požadavky trhu při minimálních nákladech a minimálních kapitálových výdajích.“ [7]*

#### 3.1. Štíhlá logistika

##### Dějiny moderní průmyslové výroby

Do velké míry jsou ovlivněny především vývojem automobilového průmyslu. V učebnicích dějepisu notoricky známý Henry Ford, který ve svých továrnách zavedl začátkem 20. století pásovou výrobu. Pokud se zaměříme na moderní metody řízení materiálových toků, zjistíme, že řada těchto metod má své kořeny v japonských automobilkách, které se snažily čelit svým americkým konkurentům lepší organizovaností a také vyšší efektivností. I v současné době je u výrobců automobilů (i dalších společností,

kteřou jsou zapojeny do výrobního řetězce) silný tlak na pružnost, kvalitu, efektivnost dodavatelského řetězce a spolehlivost. [13]

Zde je jasně viditelný vývoj a směr, kterým se v poslední době ubírají světové trhy. Lidé stále více požadují výrobky a služby, které budou vyhovovat individuálním potřebám jednotlivých zákazníků, avšak za cenu stejnou jako u výrobků a služeb vyráběných při hromadné produkci. Pro podniky s vizí dlouhodobé existence a prosperity to představuje značný nárůst variability výroby, avšak bez negativního dopadu na kvalitu výrobků, rychlosti a přesnosti dodávek, spolehlivosti a také na výši prodejní ceny.

Jednou z možností, jak lze tento problém řešit, je postupné zavádění principů „štíhlé organizace“ na úrovni všech podnikových procesů. [13]

Obr. 3.1 Štíhlá logistika [12]



Důležitým principem na cestě ke štíhlému podniku je omezování plýtvání. „*Je to všechno co zvyšuje náklady výrobku nebo služby bez toho, aby to zvyšovalo jejich hodnotu.*“ [1]

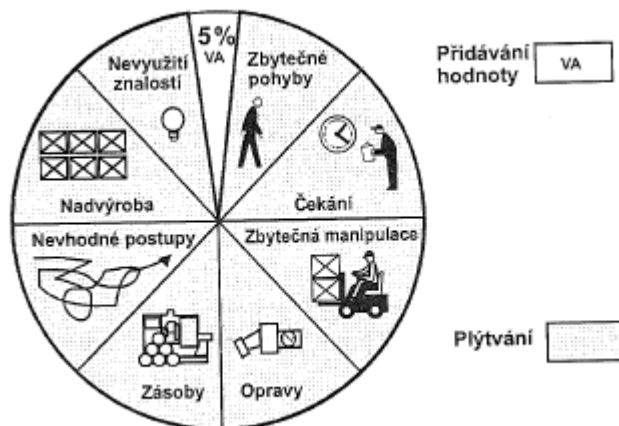
V japonštině se pro plýtvání používá výraz *muda*. Práce je tvořena sérií procesů. V každém z procesů je výrobku/produktu přidávána hodnota, poté putuje produkt do dalšího procesu. V každém procesu je hodnota buď přidávána, nebo nepřidávána určitými zdroji – tedy stroji a lidmi, které se daného procesu účastní. Termínem *muda* jsou potom označeny ty činnosti, které žádnou hodnotu nepřidávají. [3]

Ve výrobních procesech rozlišujeme 8 základních typů plýtvání:

1. **Nadvýroba** – vyrábíme větší množství, než je nezbytně nutné nebo více, než zákazník požaduje. Tímto se vytváří další plýtvání v podobě zbytečného využívání pracovních sil, zásob a nákladů spojené s jejich dopravou a manipulací z důvodu přebytku. Do zásob můžeme zařadit kromě fyzického zboží také frontu informací.
2. **Nadbytečná práce** – v průběhu výroby nechtěně vzniká větší množství úkonů, než je potřeba pro splnění zákaznických požadavků. Plýtvání vzniká také v případě dosahování vyšší kvality, než je zapotřebí.
3. **Čekání** – je z hlediska štíhlé výroby velmi důležitým faktorem, protože je považováno za jednu z hlavních příčin plýtvání, kterou společnosti chtějí minimalizovat. Čekání stojí čas a peníze.
4. **Doprava** – jedná se o dopravu nebo přemísťování, které nejsou zcela nezbytné. Může se jednat např. o přepravu z jednoho závodu do druhého. Doprava je činností, která nepřidává hodnotu, takže se firmy snaží v rámci možností maximálně snížit dopravní vzdálenosti.
5. **Zásoby** – existence nadměrných zásob by mohla vést ke zvýšení nákladů na skladování, manipulaci a také k možnému zvýšení rizika poškození, vzniku závad. Obrovské zásoby stojí společnost peníze, protože se zvyšují jejich provozní náklady.
6. **Zbytečné pohyby** – v průběhu výroby vznikají nežádoucí pohyby, které nepřidávají hodnotu výrobku. Jedná se o veškeré pohyby „navíc“, které by se nemusely vůbec vyskytovat, např. přesun pro potřebné nářadí, které není „po ruce“, popřípadě jeho následné hledání, ale i zbytečná chůze.
7. **Vady** – přítomnost vad ve výrobcích vede ke zvýšení nákladů, má dopad na výrobní čas, jakožto i na úsilí potřebné při kontrole a stanovení vady.
8. **Nevyužitý potenciál zaměstnanců** – tento bod představuje největší potenciál pro zlepšení firmy. Plýtvání schopnostmi, časem, příležitostmi ke vzdělávání a zlepšování se tím, že zaměstnanci nejsou dostatečně motivováni zapojovat se v procesech, případně jim není nasloucháno. [4]

Pokud výše uvedených 8 druhů plýtvání identifikujeme a následně kvantifikujeme, může následné zjištění vypadat obdobně, jako je tomu v obrázku 3.2.

Obr. 3.2 Plýtvání vs. přidávání hodnoty [4]



### 3.2. Historické kořeny štíhlé výroby

Počátky štíhlé výroby můžeme nalézt v již dávných dobách rané masové výroby, kdy Henry Ford prosazoval teorie Franka Gilberta, Frederica Taylora a dalších. Ze všech uveďme například známého Henryho Gantta, známého jako tvůrce Ganttova diagramu. Podobně jako ostatní průmyslníci, i H. Ford chtěl vyrobit co největší množství výrobků (automobilů) za co možná nejkratší dobu. Nelze opomenout především jeho přínos týkající se procesního řízení – seřadil výrobní úkony do jedné výrobní linky, na které se postupně montovaly automobily ve sledu operací. V dnešní době již není obtížné navrhnout proces tak, aby produkoval po určitou dobu výrobky v požadované kvalitě. Dnešní podniky čelí dalšímu problému, na který v podstatě narazil i Ford, což naznačuje jeho slavný výrok: „Zákazník si může přát jakoukoliv barvu, pokud to bude černá.“ Zákazníci ale chtějí kromě různých barev také auta různých typů. Z toho důvodu Fordovi následovníci přešli z masové výroby na masové přizpůsobování. [9]

Jedním z Fordových následovníků byl Taiichi Ohno, manažer výrobní linky v japonské automobilní společnosti Toyota. Japonci vycházeli především z filosofie neustálého zlepšování a racionalizace procesů při aktivním zapojení veškerého personálu v podniku (kaizen), než v neustálém zavádění nových technologií a strojů. [2]

Jejich filosofie se dále vyvíjela a rozšiřovala. Významně tomu přispěl Shingea Shinga, který se zaměřil na oblast redukce nastavovacích časů (zavedl metodu minimalizace časů a



prostožů *SMED = Single Minute Exchange of Die*). [2] Další poznatek se týkal velikosti a intervalu objednávek. Efektivnější je objednání relativně malých dávek toho, co je právě žádáno. [9]

Dalším myslitelem štíhlé výroby byl James Womack, zabývající se studii srovnávající systémy řízení průmyslu v USA, Japonsku a Německu. Se svým kolegou D. Jonesem publikoval knihu *The Machine That Changed the World*. O 6 let později vydal knihu *Lean Thinking*.

Taiichi Ohno spolu s Toyotou budovali Lean postupně část po části. Womack spojil tyto části do jednotného systému. Ten zahrnoval jak vlastní výrobní procesy, tak i předpokládané rozšíření do celé organizace. Lean se tak stal jedním z univerzálních nástrojů pro zlepšování procesů v podniku ve světě průmyslu i v dalších sektorech. [9]

Definice štíhlé výroby říká: „*Štíhlá výroba znamená vyrábět v samořizované výrobě. Koncentruje se na snižování nákladů přes nekompromisní úsilí po dosažení perfekcionismu. Ke každému dni ve výrobě patří principy Kaizen, analýzy toků a systémy Kanban. Toto úsilí vtahuje do změn všechny pracovníky podniku – od vrcholového managementu až po pracovníky ve výrobě.*“ [1]

### **3.2.1. 14 zásad celkové koncepce firmy Toyota**

Celková koncepce firmy Toyota lze shrnout do 14 základních zásad.

1. Manažerská rozhodnutí by měla být založena na dlouhodobé filosofii.
2. Vytvoření nepřetržitého procesního toku, který umožní odhalit problémy. Je třeba vytvářet nepřetržitý tok, který bude dosahovat vysoké přidané hodnoty.
3. Využití systémů „tahu“ k vyhnutí se nadvýrobě.
4. Vyrovnávání pracovního zatížení pracovníků a výrobních zařízení (heijunka). Odstranění ztrát je pouze zlomkem toho, co musíme udělat, aby koncepce „štíhlosti“ byla úspěšná.
5. Vytvoření takové kultury, ve které je možné zastavit proces a odstranit problémy tak, aby správné jakosti bylo dosaženo již napoprvé.
6. Základem neustálého zlepšování jsou standardizované úkoly.
7. Využívání vizuální kontroly tak, aby žádné problémy nezůstaly skryty.

8. Užívání důkladně prověřených technologií, prospívajících procesům i lidem. Užívání technologií by mělo sloužit k podpoře lidí, ne k jejich nahrazení.
9. Vychovejte osobnosti, které opravdu rozumí své práci, žijí firemní filosofií a učí ji ostatní.
10. Podporujte a rozvíjejte výjimečné lidi.
11. Podněcujte své partnery a dodavatele, pomáhejte jim se zlepšovat.
12. Na vlastní oči se přesvědčte a poznejte důkladně danou situaci.
13. Rozhodnutí přijímejte pomalu, po zvážení veškerých alternativ, implementujte je rychle.
14. Učte svou organizaci pomocí neúnavného promýšlení a neustálého zlepšování. Snažíme se o neustále zlepšování výrobních procesů, o zjištění příčin neefektivnosti a přijetí nápravných opatření. [2]

### **3.3. Základní nástroje a metody štlhlé výroby**

V této kapitole jsou vyjmenovány a stručně popsány nejpoužívanější nástroje a metody pro implementaci štlhlé výroby v podniku. Vybrané nástroje poté budou použity v praktické části.

#### **3.3.1. Management hodnotového toku**

Hodnotový management (value stream management) je vědní obor, který byl formulován v druhé polovině 20. století a rozvíjí se dodnes. [4]

Je základním nástrojem pro analýzu plýtvání při procesech ve výrobě, administrativě, logistice, vývoji. Hodnotový tok tvoří veškeré procesy – přidávající i nepřidávající hodnotu, které se objevují na cestě od materiálu až k hotovému výrobku. [1]

Hlavní myšlenkou hodnotového managementu je maximalizace hodnot pro zákazníka. Využívá k tomu ucelenou metodologii a soubory technik a nástrojů. Patří mezi základní nástroje pro analýzu plýtvání ve všech procesech probíhajících v podniku. Jde především o zkrácení nebo odstranění průběžných časů a aktivit, které nepřidávají hodnotu. [4]

## Hodnota a její tok výrobou

Význam tohoto pojmu se liší především dle oboru, ve kterém se používá. Pro potřeby této práce lze hodnotu chápat jako pojem ekonomický. Lze uvést například tuto definici hodnoty: „*hodnota je to, za co je zákazník ochoten zaplatit.*“ V případě, že na hodnotu nahlížíme z pohledu manažerského pojetí toku hodnot, můžeme ji definovat následovně: „*poměr mezi užitnými vlastnostmi produktu a náklady.*“ [12]

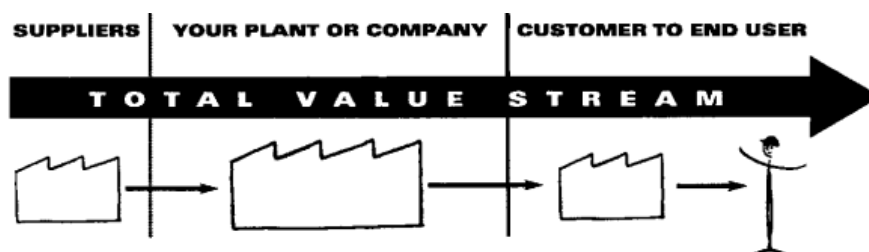
**Hodnota z pohledu zákazníka** – může být definována jako cokoliv, za co je zákazník ochoten zaplatit. Jinými slovy lze definovat hodnotu jako hodnotu sledující funkční vlastnosti produktů, služeb, které jsou generovány procesy a cenu, jež se musí za pořízení uhradit. Tato hodnota určuje podniku cíle, kterých chce prostřednictvím zlepšování svých procesů dosáhnout. [9]

**Hodnota v rámci společnosti** – představuje základní soubor hodnot, vytvářejících kulturu firmy. Tato hodnota se vztahuje k naplnění cílů daných procesů. [8]

Tokem hodnot v procesu výroby jsou potom veškeré procesy (přidávající i nepřidávající hodnotu výrobku), jež jsou potřebné k přeměně surového materiálu na hotový výrobek pro zákazníka. [1]

Tok hodnot z perspektivního pohledu znamená práci s obrazem o výrobě jako celkem, ne pouze s jednotlivými částmi (procesy). Zde se naskytuje možnost zlepšování procesů tvorby produktu jako celku, namísto vylepšování pouze jeho určitých částí. [6]

Obr. 3.3 Jednoduchý hodnotový tok [6]



## **Analýza činností přidávajících a nepřidávajících hodnotu**

Činnosti lze členit dle hodnoty, kterou přináší zákazníkovi na následující:

- 1) **Přidávající hodnotu** – jsou činnosti, jejichž vykonání přispívá k vytvoření hodnoty, jsou nezbytné pro samotnou výrobu, a zákazník je požaduje. Jedná se o:
  - zvýšení kvality produktu, či zvýšení jeho konkurenceschopnosti,
  - realizaci funkcionality konečného produktu.
  
- 2) **Hodnotu nepřidávající, avšak technologicky jsou nutné** – činnosti nepřidávající hodnotu zákazníkovi přímo. Jejich provedení avšak zajišťuje:
  - finanční stabilitu podniku,
  - určitým způsobem podporuje hodnototvorné činnosti,
  - manažerské potřeby procesu (v oblasti řízení rizik, výkonnosti),
  - vyhovění platným regulacím a zákonům.
  
- 3) **Činnosti zbytečné** – činnosti, které nepřinášejí žádnou hodnotu pro zákazníka, přesto jsou součástí procesů. Existuje celá řada činností, které nemají podstatný význam. Mezi nejčastější patří:
  - čekání na opracování,
  - přesuny materiálu, vytváření přebytečných zásob,
  - inventarizace, dodatečné interní kontroly, dodatečná práce na odstranění závad,
  - nadměrné zpracování, příruční zásoby,
  - vyšší kvalita výrobku, než jaká je požadována ze strany zákazníka. [9]

### **3.3.2. Kaizen**

Kaizen znamená v japonštině zlepšování, zdokonalování. Zároveň implikuje zdokonalování, týkající se každého – jak manažerů, tak i řadových zaměstnanců – zahrnuje minimální náklady. V souvislosti se štíhlou výrobou nebo metodami štíhlé výroby je kaizen chápán jako proces neustálého zlepšování. Tento proces je založen na základě zdravého rozumu a také nízkých nákladech, zaručuje tak postupný pokrok a dlouhodobě se vyplácí. Rovněž rizika spojená s touto metodou jsou velmi nízká. [3]

### 3.3.3. 5S – dobré hospodaření v pěti krocích

Tato metoda vznikla zásluhou řady lidí z výrobní sféry, na základě jejich intenzivní práce. Metoda dobrého hospodaření obsahuje následující kroky označené jejich japonskými názvy:

1. **Seiri** (roztřídit): na pracovišti je nutné rozdělit věci na nezbytné a zbytečné a následně ty zbytečné odstranit.
2. **Seiton** (srovnat): přehledným způsobem uspořádáme ty věci, které nám po kroku jedna (seiri) na pracovišti zůstaly.
3. **Seiso** (vyčistit): znamená kompletní vyčištění pracoviště (strojů, nástrojů, zdí, podlah a dalších míst) a udržení pořádku na pracovišti.
4. **Seiketsu** (systematizovat): rozšíření koncepce čistoty i na osobní čistotu ve smyslu nošení vhodného pracovního oděvu, rukavic, obuvi a udržování pracoviště ve zdravotně nezávadném stavu. Neustále provádíme předchozí kroky *Seiri*, *Seiton* a *Seiso*.
5. **Shitsuke** (standardizovat): znamená budování sebedisciplíny a provádění pěti kroků prostřednictvím zavedení standardů. [1]

### 3.3.4. Kanban

Z japonštiny lze tento výraz přeložit jako oznamovací štítek, kartu, či informaci. Kanbanem tak může být například přepravní bedna, určité identifikační místo v regálu, boxu a podobně. V Evropě se na kanban pohlíží spíše jako na systém dílenského řízení výroby.

Podstatou takto řízeného systému výroby je „tahání“ součástek výrobním procesem, bez zbytečných meziskladů a bez zbytečné rozpracovanosti. Systém se snaží postupně eliminovat veškeré sklady, signalizuje stav zásob a velikost rozpracované výroby. [12]

#### Důvody pro zavedení systému kanban

Zavedení systému vede k postupnému snižování velikostí výrobních dávek, čímž umožňuje rychleji a pružněji reagovat na potřeby zákazníků. Snižování velikostí výrobních dávek má za důsledek menší počet dílců ve výrobě, tím se snižují požadavky na prostory a klesají tak i ztráty při nekvalitní výrobě. Důsledkem je potom snižování nákladů, lepší přehlednost toků ve výrobě pomocí kanban tabulí a změnu v materiálovém toku. [12]

### 3.3.5. Smed

Metoda rychlých změn, má obvykle 2 základní cíle.

- Získání části kapacity stroje, která je ztracena jeho dlouhým přestavováním. Smysl má tento cíl především tehdy, je-li tento stroj úzkým místem.
- Umožnění výroby v malých dávkách pomocí zajištění rychlého přechodu z jednoho typu výrobku na druhý. Výroba v malých dávkách vede k vyšší pružnosti, nižší rozpracovanosti výroby a také kratší průběžnou dobu. [18]

Čas seřízení (přestavby) - je čas nezbytný pro provedení úprav (odstranění starého nářadí a nastavení nového, nastavení parametrů procesu a jejich následné doladění, zkušební běhy) v intervalu mezi ukončením výroby poslední kusu a začátkem výroby kusu nového.

Zkracování seřizovacích časů z několika hodin na několik minut se postupně dosahuje standardizací postupu seřízení, změnou organizace přestavby, pomocí speciálních pomůcek a různými technickými úpravami stroje. [18]

Obr. 3.4 Čas seřízení [18]



### 3.3.6. Principy tlaku a tahu

Zavádění systému tahu je dalším z principů štíhlé výroby. Tah je opakem systému tlaku, který nastane v případě, kdy se kvůli různým kapacitám strojů v procesu hromadí před některými pracovišti zásoby. [12]

Hlavní myšlenkou systému tahu je, že výroba na zařízení by měla být spuštěna až ve chvíli, kdy dostaneme informaci o volné kapacitě pro výrobu na následujícím pracovišti. V takto řízených procesech je snahou rozdělit rovnoměrně pracovní operace tak, aby se zamezilo nepřiměřenému hromadění rozpracované výroby – tímto vznikne ve výrobním

procesu plynulý tok. V praxi se často setkáváme s uvedeným systémem pod názvem kanban. [18]

Mezi pracovišti tak nevznikají mezisklady, logistika i výroba jsou taženy od poslední operace k předešlé.

*Výhody systému tahu:*

- schopnost se okamžitě přizpůsobit zákazníkovi,
- zlepšení kvality,
- snížení poruch zařízení,
- minimální vázanost kapitálu v zásobách.

*Nevýhody:*

- nutná změna v myšlení,
  - nutnost udržení a zlepšování použitých metod,
  - náklady vynaložené na analýzu, realizaci změn (změna layoutu, řídicích metod).
- [12]

### **3.3.7. OEE**

Ukazatel celkové efektivity výrobního zařízení. Zohledňuje výkon zařízení, vyprodukovanou kvalitu a dostupnost.

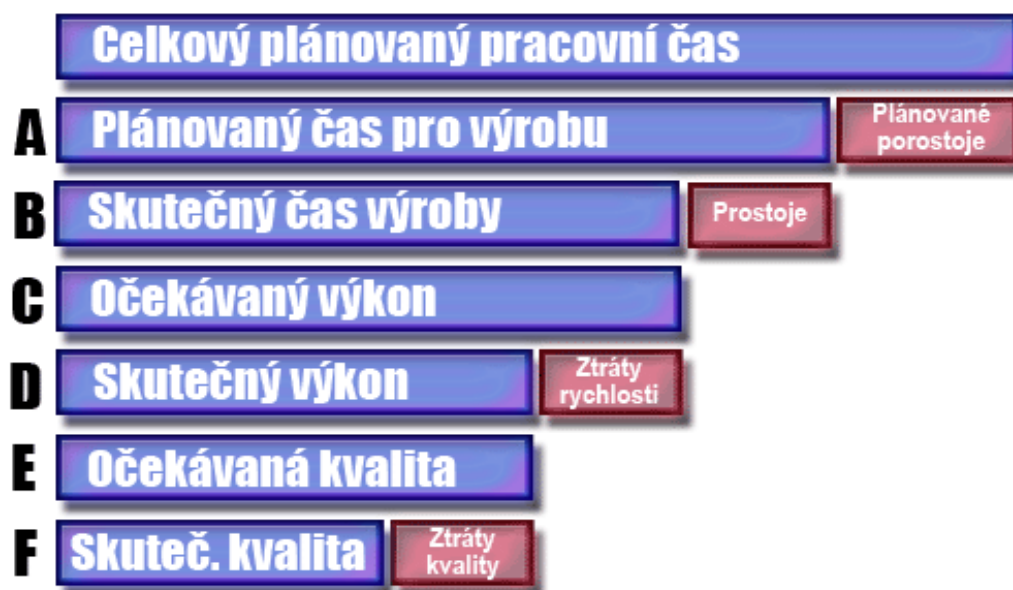
Pokud se podnik snaží zvyšovat produktivitu, nesmí se zaměřovat pouze na poruchy, které ovlivní dostupnost. Nutné je zabývat se všemi faktory, které ovlivňují efektivní využívání zařízení a strojů, jako například:

- míra kvality,
- míra využití,
- míra výkonu.

### **Proč počítat hodnotu ukazatele OEE?**

Výpočtem zjistíme, kde se nachází hlavní příčiny časových ztrát a získáme informaci o přesné kapacitě stroje. [18]

Obr. 3.5 Faktory ovlivňující celkovou efektivitu zařízení [18]



### 3.4. Analytické metody toku hodnot

Pro potřeby analyzování a následného zlepšování procesů, je nezbytná existence takové metody, která dokáže tok hodnot zachytit a zobrazit. Takovou metodou je právě mapování toku hodnot, jeden z nástrojů štíhlé výroby, který umožňuje zobrazení a pochopení toku materiálu a informací přesně tak, jak prochází celou výrobou. Jde o analýzu kvalitativní. [6]

#### 3.4.1. Charakteristika mapování toku hodnot

Mapování toku hodnot je jedním z hlavních nástrojů štíhlé výroby, který pochází z TPS, kde je znám jako „materiálový a informační tok hodnot“ a je také základním nástrojem pro analýzu plýtvání v logistice, ve výrobě, administrativě i vývoji. Je souhrnem veškerých aktivit v procesech, umožňujících transformaci materiálu na zboží, které má pro zákazníka hodnotu. Do hodnotového toku jsou zahrnovány jak hodnoty, které výrobku hodnotu přidávají, tak i ty aktivity, které hodnotu nepřidávají. Jedná se o dva základní směry proudění – materiálový a informační tok. [1]

Pokud chceme v procesech cokoliv zlepšit, eliminovat plýtvání, potřebujeme především vědět, jakým způsobem identifikovat místa zdrojů daných ztrát a změřit, jak velký dopad (negativní) mají na náš systém. Právě k tomuto byla vytvořena metoda VSM, která pomáhá zjistit a vizuálně zaznamenat postupný „průtok“ materiálu anebo informací,



celým řetězcem jednotlivých operací procesu. Následným vyhodnocením zjistíme, jak proces efektivně využívat a řídit. [4]

VSM je základním nástrojem pro vyhledávání a popis problematických částí, ve kterých se hromadí problémy, které mají za výsledek finanční, časové nebo kvalitativní ztráty. V těchto místech ztrácíme nejvíce peněz, času, kvality, produktivity apod. Při mapování toku hodnot je důležitou součástí sběr údajů k porozumění a vizualizaci. Jedná se zejména o tyto údaje: tok materiálu, informací, činností, pohybu produktu/informace od dodavatele až po zákazníka.

VSM je metodou grafickou, popisující vazby a souvislosti na základě standardizovaných symbolů a to jak v materiálovém, tak v informačním toku. Kromě zobrazení hodnotového toku je možné i plánování změn v daném toku hodnot a také modelování stavu budoucího. „*Je to tedy nástroj pro analýzu procesů, jejich zlepšování a komunikaci*“. Lze ji ovšem použít i při klasické analýze současného stavu, kdy nejsou plánovány žádné změny. [1]

Využití metody VSM:

- u analýzy výrobních i nevýrobních procesů,
- v případě plánování změn u výrobku nebo skupiny výrobků,
- při zavádění nového výrobku nebo procesu,
- při rozvrhování výroby novým způsobem,
- u výroby, která se často opakuje, existuje rovnoměrná výroba,
- v případě návrhu nových výrobních procesů.

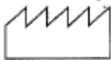

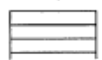












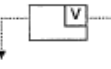
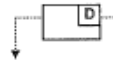
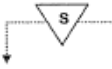



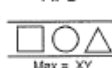
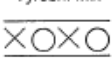



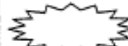

### **3.4.2. Úrovně mapování toku hodnot**

Existuje více úrovní při mapování toku hodnot, na které se lze zaměřit. V této práci se budeme orientovat na mapování toku hodnot všech výrobních procesů v dané firmě, tudíž se jedná o VSM na úrovni podniku. Dále rozlišujeme mapování toku hodnot mezi jednotlivými podniky, který navíc od předchozího obsahuje kompletní hodnotový tok, který zajišťuje transformaci surovin na konečný výrobek určený pro spotřebitele. Jako další je analýza toku hodnot v servisních procesech, která je poměrně hůře zjistitelná v důsledku rozmanitosti a neopakovatelnosti určitých prací. [4]

## Symbole používané při VSM

Při mapování hodnotového toku se používají různé symboly, které se dají rozdělit zejména do 3 základních kategorií uvedených v obrázku 3.5.

Obr. 3.6 Symbole používané pro VSM na podnikové úrovni [4]

| Ikony pro materiálový tok   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Externí zdroje<br>       | Proces<br>                 | Data o procesu<br>       | Zásoby<br>                   |
| Transport<br>            | Tok hotových výrobků<br>   | Pohyb tlakem<br>         | Pohyb tahem<br>              |
| Supermarket<br>          | Vyrovňovací zásoba<br>     | Bezpečnostní zásoba<br>  |   |
| Ikony pro informační tok  |   |   |   |
| Manuální informování<br> | Elektronická informace<br> | Typ informace<br>        | Inventurní plánování<br>     |
| Výrobní kanban<br>     | Dopravní kanban<br>      | Signální kanban<br>    | Kanbanová schránka<br>     |
| Heijunka<br>           | Heijunka-správce<br>     | FIFO<br>               | Výrobní mix<br>            |
| Všeobecné ikony a symboly   |   |   |   |
| Operátor<br>           | Výrobní buňka<br>        | Počítačová podpora<br> | Příležitost ke zlepšení<br> |
| VA-linka<br>           |   |   |   |

### 3.4.3. Postup při mapování toku hodnot

Mapování hodnotového toku je možné provádět dle potřeby na úrovni podniku jako celku, nebo pouze u vybraných operací. Základní kroky VSM jsou následující:

- vybereme si konkrétní produkt (reprezentanta),
- vytvoříme aktuální hodnotový tok,
- vyhodnotíme aktuální mapu, identifikujeme problémové oblasti,
- vytvoříme budoucí stav VSM,
- provedeme konečný plán. [4]

Mapa se vytváří pro vybraný komponent nebo pro reprezentanta skupiny výrobků, který se vybírá na základě ABC analýzy, popřípadě vytipováním určitého představitele dané výrobkové rodiny. Mapa hodnotového toku je vytvářena přímo v procesu výroby a zachycuje tok informací, materiálu, parametry procesů, časy, kdy je a není přidávána hodnota, způsob řízení výroby. Na základě poměrů časů zachycených v mapě je podnik schopný zjistit míru plýtvání a potenciály ke zlepšení v rámci celého hodnotového toku. Oba toky (materiálový i informační) jsou zobrazeny v jedné mapě. Parametry procesů jsou získávány a měřeny přímo ve výrobě. S pomocí vytvořené mapy toku hodnot jsme schopni říci, jak dlouhá je skutečná doba výroby, jaký je stav zásob, rozpracovanost výroby, aj. [4]

### **Vytvoření mapy současného stavu**

Po výběru reprezentanta se začíná s mapováním. Proběhne analýza situace v dané organizaci, nejprve zjednodušeně, důležitá pro získání celkového přehledu a potom následuje detailnější analýza se sběrem informací přímo z výrobního procesu. Je žádoucí začít vždy směrem od odběratele k dodavateli. Jedině tak jsme schopni poznat, co omezuje průběžnou dobu výroby. Při mapování se nespolehneme na předem získané informace, ale na ty, které si zjistíme a změříme sami, pomocí stopek, protože vždy je lepší, mít informace přímo z konkrétního místa. [4]

Tok materiálu se začíná kreslit zleva doprava ve spodní části papíru v pořadí dle výrobních procesů, ne dle rozložení v továrně. Příklad veličin používaných při mapování: OEE – celková efektivita zařízení, množství zásob mezi jednotlivými úseky, doba nutná k realizaci (lead time), pracovní čas (VA time), čas změn, čas cyklu (cycle time), počet zaměstnanců na každém výrobním úseku, směnnost apod. [4] [12]

Informační tok je potom zobrazen v horní části dokumentu, rozlišuje se manuální a elektronický. Slouží k vyznačení zakázky, její zpracování apod.

Nesmíme zapomenout ani na časové údaje, které se zaznamenávají pod materiálový tok (jednotlivé části výroby a také pod výrobu rozpracovanou). Slouží k určení potřebné doby pro realizaci i pracovní čas celého procesu. [4]

## Měřené a výstupní veličiny

Při tvorbě mapy současného stavu toku hodnot (CSM – current state map) jsou ke každé kvalitativní složce přidávány i měřené a kvantifikované veličiny. Mezi základní patří:

- VA (value added) – čas, za který je výrobku přidávána hodnota. Jedná se o nezbytně potřebný čas práce, veškeré operace zvyšující hodnotu konkrétního výrobku, za kterou je ochoten zákazník zaplatit,
- C/T (cycle time) – doba cyklu operace. Standardizovaný čas potřebný k vykonání operace pracovníkem nebo strojem,
- L/T (lead time) - průběžný čas výroby. Doba potřebná pro průběh výrobku procesy výroby od začátku až do konce,
- C/O (change over time) – seřizovací čas. Čas určený pro seřizování strojů a výměnu nástrojů. [6]

Obvykle platí:  $VA < C/T < L/T$ .

VA index patří mezi výstupní veličiny. Index vypočteme dle vzorce:

$$VA\ index = \frac{\text{doba trvání činností přidávajících hodnotu}}{\text{Celková průběžná doba}} \quad (3.6)$$

**VA index**, je poměrem dvou veličin zobrazených výše ve vzorci a následně vysvětlených níže. Hodnotu indexu se snažíme zvyšovat.

**Čas, kdy je produktu přidávána hodnota** (Value Added Time – VA) – z procesního pohledu je chápán jako čas, ve kterém probíhají aktivity, při kterých výrobek mění své fyzikální vlastnosti. Produkt se tak přibližuje zákazníkovi. Jako příklad lze uvést broušení, slévání apod.

**Celková průběžná doba** – je doba, během které produkt vzniká. Představuje čas od pořízení materiálu až po okamžik vyexpedování finálního výrobku zákazníkovi. [6]

## Hlavní přínosy metody VSM

Odhalení míst, ve kterých:

- dochází k nadměrnému hromadění materiálu mezi jednotlivými operacemi,
- dochází ke zpomalení materiálového nebo informačního toku,

- jsou prováděny aktivity a činnosti, které nepřidávají hodnotu,
- dochází k nerovnoměrnému využívání lidských kapacit a zdrojů,
- je možné sloučení některých činností do jedné a tím ušetřit peníze,
- jsou dodací časy a průběžná doba dodávky produktů a služeb velmi dlouhé,
- se ztrácí velké množství peněžních prostředků vázaných v materiálu nebo nežádoucích aktivitách. [17]

## Druhy map

Rozlišujeme následující tři mapy toků hodnot:

**Mapa současného stavu** – v mapě je zachycen současný, aktuální stav dění ve výrobě. Je základem pro vytváření změn. Přímo do mapy současného stavu se kreslí návrhy na zlepšení v konkrétním místě. Dle těchto změn je dále vypracován plán pro zavádění.

**Mapa budoucího stavu** – představuje situaci, stav, jak by měla dané společnost vypadat po zavedení navržených změn. V budoucnosti bude sloužit k ověření úspěšnosti zavedených změn ve výrobních procesech. Po dosažení stanovených cílů se z mapy budoucí stane mapa současného stavu. Postupně by se měla každá vytvořená mapa budoucího stavu přibližovat mapě zobrazující stav ideální.

**Mapa ideálního stavu** – jedná se o vizi ideálního stavu ve společnosti, jak by měl tento stav vypadat. V mapě by měl být obsažen především hlavní a konečný cíl, kterého chceme, aby společnost dosáhla. Měl by být na první pohled mírně nerealizovatelný, např. v tom, že našim cílem bude absolutní odstranění plýtvání ze všech procesů. Ideální mapa tvoří směr, kterým chceme, aby se společnost ubírala, předlohu a především cíl, který se týká všech změn v toku hodnot konkrétní společnosti. [6]

### 3.5. Teorie omezení

Vychází z předpokladu, že v každém systému se vyskytuje alespoň jedno omezení/úzké místo. Toto omezení brání v dosažení vyššího stupně výkonnosti. Podobně se tato omezení objevují i v podniku a zabraňují mu ve vydělávání většího množství peněz. [1]

Omezení můžeme obecně rozdělit na 3 kategorií:

1. **omezení fyzická** – do této skupiny patří například stroje, zařízení, hmotné zdroje, lidé a podobně. Jsou snadno identifikovatelné a odstranitelné,
2. **omezení manažerská (v řízení)** – představují omezení v organizaci, způsobená špatnými rozhodnutími a nevhodnými pravidly, kterými se daná organizace řídí. Tento druh omezení je způsoben například špatným výběrem subdodavatelů, nevhodnými investicemi, špatnou personální politikou, nedostatečně vyškoleným a kvalifikovaným personálem, apod. Tyto nedostatky mají za následek vznik fyzických omezení,
3. **omezení v lidském chování** – jsou to domněnky, předpoklady nebo přesvědčení, které mají za následek existenci manažerských omezení. Chování lidí velmi často brání v identifikaci manažerských omezení, a tudíž i omezení fyzických. [1]

Podnik bude chtít omezení, která brání v dosahování vyšší výkonnosti odhalit a odstranit. Je proto důležité správně určit omezení, které se má řešit. Důležitá je také znalost metodického postupu, dle kterého dané úzké místo odhalíme. Systém managementu úzkých míst tvoří následující kroky:

1. **identifikace úzkého místa/omezení** – obsahuje analýzu systému, ve kterém hledáme omezení. Je nutné zjistit, o jaký druh omezení se jedná (manažerské, fyzické),
2. **rozhodnutí o využití úzkého místa** – snažíme se o co nejefektivnější využití úzkého místa a odstranění všech ztrát v omezení,
3. **podřízení danému omezení** – veškeré úsilí je soustředěno na zlepšení výkonnosti prostřednictvím podřízení všech prvků systému omezení,
4. **odstranění** – snažíme se o nalezení vhodného způsobu eliminace omezení nebo jeho odstranění. Odstranění je provázeno téměř vždy vynaložením nemalých investic peněz, času a dalších zdrojů (nová investice, modifikace systému),
5. **další akce** – po odstranění omezení se vracíme zpět k prvnímu bodu. První bod je základem pro neustálé zlepšování. Nesmíme dovolit, aby naše nečinnost vedla k základním omezením. [1]

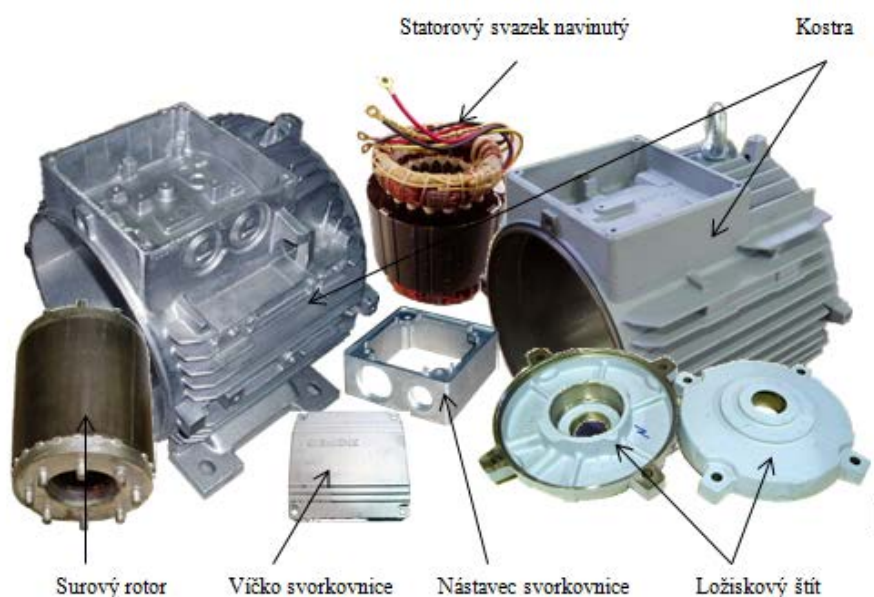
## 4. Mapování hodnotových toků jednotlivých výrobků

### 4.1. Stručný popis výroby asynchronního elektromotoru

Základem elektromotoru je tzv. magnetický obvod, který je tvořen státorem a rotorem. Stator elektromotoru tvoří statorový paket s drážkami, do něhož se vkládá statorové vinutí. Mezi vinutím a statorovým paketem je izolační materiál (izolační fólie). Vinutí je tvořeno cívkami z měděného smaltovaného vodiče. Tyto cívky jsou do drážek paketu vloženy a pospojovány vhodným způsobem. Jejich konce jsou vyvedeny tzv. přívodními vodiči. Celý svazek je impregnován izolačním lakem. Rotor je tvořen rotorovým paketem, do jehož drážek je zastříknut roztavený hliník. Ten po vychladnutí tvoří kompaktní celek, tzv. surový rotor, do něhož se lisuje hřídel. Tyto dva základní komponenty jsou na montážní lince základem pro celý elektromotor.

Stator je nalisován do kostry, přívodní vodiče jsou připevněny na svorkovou desku. Na hřídel rotoru se nalisují ložiska. Na jedno z ložisek se nasune ložiskový štít, tento celek se vsune do statoru s kostrou a štít se ke kostře přišroubuje. Z druhé strany elektromotoru se nasune na ložisko druhý ložiskový štít a přišroubuje se ke kostře. Dále se motor opatří ventilátorem a jeho krytem. Na závěr je motor vyzkoušen připojením na elektrickou síť, opatřen výkonnostním štítkem, nalakován a zabalen k expedici. [19]

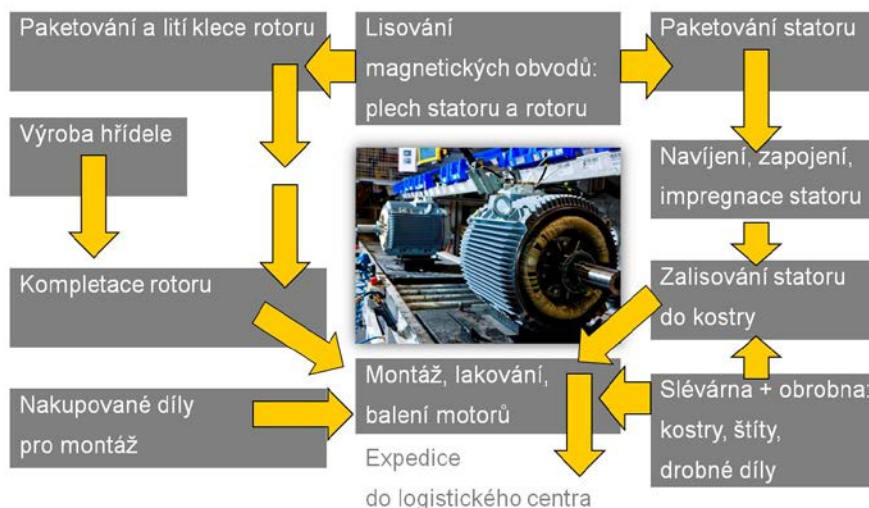
Obr. 4.1 Komponenty elektromotoru [19]



## 4.2. Průběh výroby elektromotoru

V této kapitole bude stručně popsána výroba jednotlivých částí elektromotoru na pracovištích, která jsou výchozí pro následné mapování toku hodnot ve výrobě.

Obr. 4.2 Proces výroby elektromotoru [19]



### 4.2.1. Lisovna, obrobna, tlakové lití rotorů

#### Lisovna

Prvním krokem je dělení dynamoplechu na svitky o konkrétní šířce, ze kterých se na postupových nástrojích dále lisují rotorové i statorové plechy (vždy současně). Plechy statoru se svazkují dle požadované délky statorového svazku a po stranách se zajistí plechovými sponami v paketačních strojích.

Obr. 4.3 Lis pro výrobu statorových a rotorových plechů [19]





## Tlakové lití rotorů

Plechý rotorů jsou obdobně jako plechy statoru připraveny do svazků a naraženy na trn. Plechy ale nejsou zajištěny sponou. Poté jsou vloženy do tlakového licího stroje, který proleje drážky v rotoru elektrotechnickým hliníkem a na čelech rotoru vytvoří zkratové kruhy. Tímto je vyroben tzv. surový rotor.

Obr. 4.4 Lití hliníkem rotorové klece [19]



## Obrobna

Hřídele se vyrábějí také v Mohelnici, nebo se nakupují externě od dodavatelů. Nadělením ocelových tyčí a zarovnáním jejich čel vznikne přířez, který je dále obráběn na CNC soustruzích. Hřídel je následně zalisována do surového rotorového svazku, axiálně rovnána, soustruží se povrch rotoru, obrousí se místa, na která budou zalisována ložiska a nakonec je rotor i s hřídelí dynamicky vyvážen, aby u něj při vyšších otáčkách nedocházelo k vibracím. Takto připravený rotor je přemístěn k finální montáži motoru.

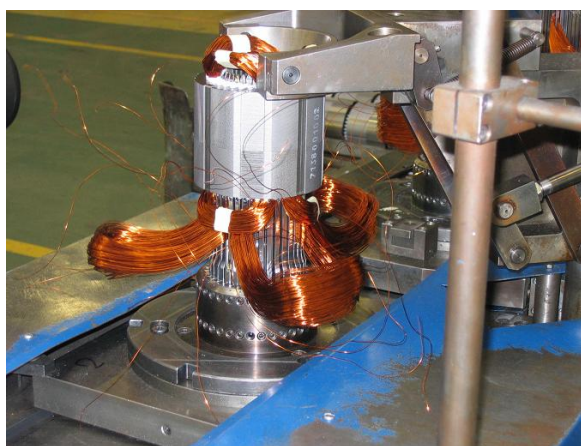
Obr. 4.5 Lisování hřídele do surového rotorového svazku [19]



#### 4.2.2. Navijárna

V navijárně se pracuje se statorovým svazkem. Zde se svazek opatří izolací (stator zaizolovaný), poté je do drážek svazku vkládáno vinutí (ručně či strojně), mezi jednotlivé soustavy cívek se vkládají mezifázové izolace. Další operací je dokompletace navinutých svazků – srovnání velikosti čel statorového svazku, kontrola mezifázových izolací, apod. Při zapojování se cívky jedné fáze se vzájemně propojují, letují se přívodní vodiče, popřípadě se vkládají další speciální vestavné prvky. Velmi důležité je následné elektrické zkoušení svazku vysokým napětím. Poté je svazek naimpregnován a připraven k lisování do kostry.

Obr. 4.6 Strojní zatahování statorového vinutí [19]



#### 4.2.3. Slévárna

Na tomto provozu probíhá výroba koster a slitin, vyráběných zpravidla ze slitin hliníkových/AlSi (u menších motorů), nebo z šedé litiny.

*Kostra elektromotoru* – plní zpravidla následující funkce:

- mechanicky ukotvuje motor při aplikaci,
- odvádí teplo ze statorového svazku,
- jsou k ní přimontovány ložiskové štíty,
- jsou k ní přimontovány další díly (svorková deska, kryt ventilátoru a další).

Velmi důležitým parametrem po odlití kostry je její vnitřní průměr. U hliníkových koster je odlit přímo bez opracování, u litinových koster se vnitřní průměr obrábí.

*Ložiskové štíty* – zabezpečují uložení rotoru tak, aby se motor mohl otáčet. V rámci pracoviště jsou obráběny (vytváří se uložení pro ložisko a osazení k připevnění ke kostře). Obrábění musí být provedeno co nejpřesněji, proto se často využívá externích služeb a obrábění se provádí mimo podnik.

#### 4.2.4. Montáž

Na pracovišti probíhají následující činnosti: předmontáž, zalisování navinutých svazků do kostry, obrábění kostry a následně se svazek přesouvá k finální montáži. Na montážních pasech je postupně stator zapojen do desky svorkovnice, vložen rotor s jedním ložiskovým štítem, provedena montáž druhého ložiskového štítu, ventilátoru a krytu ventilátoru. Důležité je provedení funkčního odzkoušení motoru a ověření jeho tzv. „směrných hodnot“, tedy že motor odpovídá vzorovému provedení elektromotoru.

Obr. 4.7 Montážní pás elektromotorů [19]



Ve většině případů jsou elektromotory povrchově upravovány – lakovány, barveny. Nastříkaný motor je následně přemístěn a vysušen. Po usušení se kontroluje kvalita nástřiku a motor je připraven k balení.

### 4.3. Analýza současného stavu

V současné době probíhá v rámci Odštěpného závodu elektromotory Mohelnice projekt zvaný „Mohelnice 2015“. V posledních několika letech došlo k významné změně portfolia motorů vyráběných v tomto závodu. Také byl zaznamenán výrazný úbytek zakázek o 30-40 %. Došlo ale i ke změně struktury vyráběných elektromotorů od provedení jednodušších k náročnějším, tzv. zákaznickým provedením s vyšší přidanou hodnotou. Tato provedení jsou specifická větší náročností montáže, speciální povrchovou úpravou nebo použitými komponenty.

Se změnou vyráběného portfolia je nutné prověřit veškeré stávající i podpůrné procesy, zda odpovídají nové situaci, ve které se závod nachází. Cílem projektu je sladit výrobní kapacity, technologii a procesy tak, aby závod v této nové situaci obstál na výbornou. Mapy toku hodnot se vytvořily pro cca 50 představitelů všech osových výšek. Sloužit budou jako podklad pro analytickou část projektu, zejména pro část zabývající se zkrácením dodacích lhůt.

Pro účely bakalářské práce byli vybráni 2 konkrétní představitelé:

#### 1) AH 100

- je významným představitelem menších osových výšek, příbuzné motory (AH 80, AH 90, AH 112),
- dalším kritériem, dle kterého byl motor vybrán, je jeho četnost výroby – v současné době je to jeden z nejčtetněji vyráběných elektromotorů,
- představitel navíc dobře popisuje jednotlivé technologie.

#### 2) AH 160

- je významným představitelem velkých osových výšek,
- očekává se nárůst poptávky po těchto motorech,
- motor má vysokou přidanou hodnotu,
- vysoké kapacitní vytížení montážních linek u této osově výšky.

Tab. 4.1 Podíl jednotlivých osových výšek na denním obratu

| Počet kusů | Představitel  | Odhad denního obratu   | % podíl představitel na denním obratu |
|------------|---------------|------------------------|---------------------------------------|
| 373        | AH 63         | 494 490,00 Kč          | 2 %                                   |
| 594        | AH 71         | 898 349,38 Kč          | 3 %                                   |
| 556        | AH 80         | 1 164 924,75 Kč        | 4 %                                   |
| 671        | AH 90         | 1 859 362,50 Kč        | 7 %                                   |
| <b>573</b> | <b>AH 100</b> | <b>2 197 455,00 Kč</b> | <b>8 %</b>                            |
| 433        | AH 112        | 2 099 580,75 Kč        | 8 %                                   |
| 754        | AH 132        | 4 843 248,00 Kč        | 18 %                                  |
| <b>499</b> | <b>AH 160</b> | <b>6 807 937,50 Kč</b> | <b>25 %</b>                           |
| 133        | AH 180        | 3 032 575,00 Kč        | 11 %                                  |
| 116        | AH 200        | 3 433 916,67 Kč        | 13 %                                  |

Zdroj: (vlastní zpracování na základě [19])

V tabulce č. 4.1 jsou zobrazeny údaje týkající se denního obratu připadající na každou osovou výšku. Jak můžeme vidět, osová výška 100 mm představuje 8 % podíl z denního obratu. Tím se stává významným představitelem menších osových výšek. Představitelem větších osových výšek je potom osová výška 160 mm, jejíž podíl na denním obratu činí 25 %.

#### Hlavní cíl:

Zjištění a zmapování současného stavu procesu výroby, materiálového toku od dodavatele k zákazníkovi. Vyhodnocení zjištěných hodnot a následný návrh doporučení.

#### Dílčí cíle:

- zjištění aktuálních procesních časů, časů seřízení, počet operátorů, směn apod.,
- zpracování mapy pro vybrané představitele,
- zmapování velikosti rozpracované výroby a stavu zásob mezi jednotlivými procesy k určitému datu.

#### Sběr informací

Sběr dat byl prováděn průběžně v měsících prosinec 2013 až duben 2014 v areálu odštěpného závodu Siemens, s.r.o., Elektromotory Mohelnice.

Již na první schůzce byly řešeny technické informace a požadavky pro zpracování daného tématu – struktura práce, očekávané výstupy a jejich forma.

V rámci druhé schůzky bylo provedeno mapování procesu výroby elektromotoru za přítomnosti technologů, kteří se mapování aktivně účastnili. Byla vytvořena první vzorová mapa toku hodnot pro osovou výšku AH 63-90. Ukázka, jakým způsobem mapování probíhalo a jeho následný výstup, je k vidění v příloze č. 2.

Následně bylo nutné zjistit a připravit rozpad představitelů na jednotlivé komponenty.

### **Příprava map**

Náplní dalšího setkání byla příprava map pro osové výšky AH 100-132, poté AH 160-200. Takto připravené mapy byly opět předány technologům pro kontrolu a následně byly provedeny určité úpravy. V rámci tvorby map toku hodnot jsem si pro vybrané reprezentanty nastudovala technologický postup výroby, což mi umožnilo lepší orientaci v celém výrobním procesu.

Jednotlivé mapy jsou vytvořeny v programu MS Excel, dle předem stanovených kritérií a zásad pro vypracování dle publikace od Mašina. Práce se zabývá kompletní výrobou elektromotorů, proto jsou vytvořeny celkové VSM mapy výroby elektromotoru. Pro přehlednost jsou mapy rozděleny do 4 oblastí dle jednotlivých výrobních provozů, které jsou barevně rozlišeny.

Nejprve se do map zanáší požadavek zákazníka, celkové výrobní možnosti a také jednotlivé procesy, které jsou nutné k výrobě produktu (slévání, obrábění, montáž, navíjení, balení, expedice). U některých činností je možná kooperace, provádí externě mimo firmu, což je důležité mít na paměti a věnovat tak určitou pozornost činnostem, kterých se tato forma spolupráce týká. Tyto alternativy jsou do map také zapracovány.

V dalším kroku byla potřeba do připravených map doplnit následující data:

- počet pracovišť,
- směnnost,
- počet pracovníků obsluhující daný proces,
- čas cyklu,
- čas seřízení.

Výše zmíněné údaje jako počet pracovišť, směnnost, počet pracovníků, byli technologové schopni poskytnout přímo. Údaje týkající se cyklových časů a časů seřízení potom byly zjišťovány pomocí podnikového informačního systému SAP. Zbylé informace ohledně stavu zásob mezi jednotlivými procesy se získávaly přímo měřením ve výrobě. Následně se do mapy připojí dodavatel pro dané produkty zahrnující počty dávek denně. V neposlední řadě se zanáší také výrobní management, který přijímá objednávky od zákazníků a odesílá je dodavatelům, sestavuje týdenní plán, příkazy týkající se denního vyskladňování zboží ze skladu k zákazníkovi. Nakonec se pod celou mapu vytvoří prostor pro doplnění časových údajů. Času potřebného pro jednotlivé kroky, tedy procesního času a průběžného času výroby. Procesní časy by se pro co nejvyšší přesnost měly měřit přímo ve výrobě za pomoci stopek a pozorování. Z důvodu obrovské časové náročnosti byly tyto údaje získány pomocí informačního systému SAP, jak již bylo uvedeno v textu výše. Zjištěním těchto časů potom můžeme vyvodit a určit místa, ve kterých má výroba slabiny a kde je určitý prostor pro změnu.

Dalším krokem bylo vytvoření tabulek pro výpočet průběžné doby výroby dle druhu motoru. Tabulka zobrazuje procesy zachycené v mapě, jejich procesní čas a množství zásob zvláště pro každý provoz. Takto získáme přehled o celkovém čase výroby elektromotoru, tak i o dílčích časech v rámci jednotlivých provozů.

Mapy toku hodnot jsou komplexní, obsahují veškeré možné kombinace „průtoku“ vybraných představitelů výrobou, v rámci dané osové výšky. V každé mapě toku hodnot je pro ukázkou vyznačena jedna cesta pro konkrétního představitele.

### **Sběr dat na provozech**

Samotné mapování na provoze bylo další, nezbytnou součástí sběru dat, které byly potřeba pro úplnost map toku hodnot. Nejprve bylo stanoveno datum pro provedení mapování, byly vytvořeny a zkoordinovány týmy, které bylo nutné podrobit podrobnému školení týkající se dané problematiky. Následně bylo v průběhu několika týdnů provedeno samotné mapování v rámci jednotlivých provozů. Zde posloužily předem připravené mapy toku hodnot, do kterých byla přímo zanášena zjišťovaná data a to od konce procesu postupně k předcházejícím činnostem. Zároveň byla ověřena shoda vytvořené mapy toku hodnot se skutečností. Objevily se drobné nesrovnalosti, tudíž byly nezbytné další úpravy.

#### 4.4. VSM pro AH 160

Jako první se budeme věnovat vybranému představiteli AH 160, zástupci větších osových výšek (160 mm). Konkrétně se jedná o základní provedení elektromotoru 1LE10011DB434FA4, který patří mezi představitele nové výrobní řady.

V tabulce 4.2 jsou zaznamenány informace týkající se požadavků zákazníka a zákaznického taktu. Požadavek zákazníka je v tomto případě 500 ks/den. Výroba probíhá v rámci 2 směnného provozu, tudíž disponibilní čas činí 900 minut. Tyto informace jsou výchozí pro výpočet časové náročnosti na výrobu jednoho kusu, která činí 1,8 minuty.

Tab. 4.2 Požadavek zákazníka, zákaznický takt

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| <b>Zákaznický takt</b>              | <b>108 s/ks</b> |
| <b>Časová náročnost výroby 1 ks</b> | 1,8 min/ks      |
| <b>Požadavek zákazníka</b>          | 500 ks          |
| <b>2 směny</b>                      | 900 min.        |

Zdroj: (vlastní zpracování)

##### 4.4.1. Analýza dat

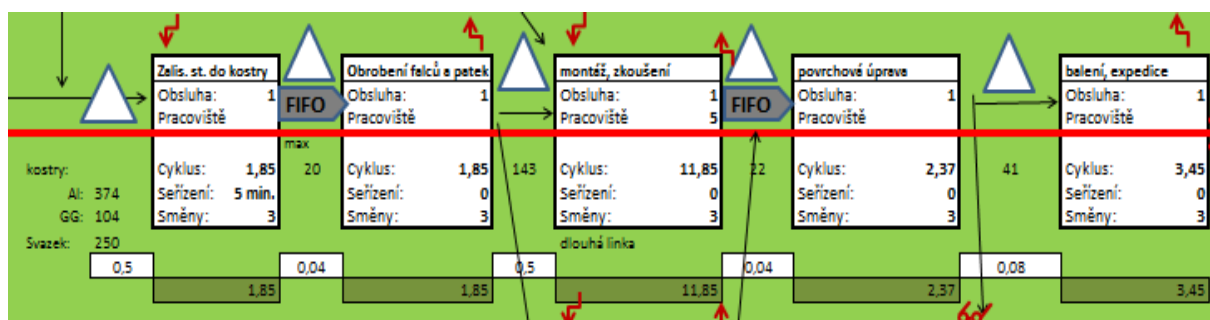
Data získaná v rámci mapování toku hodnot na jednotlivých provozech je potřeba dále analyzovat. Konkrétně se jedná o rozbor časů přidávajících a nepřidávajících hodnot. Analýza je vždy provedena jako první na ukázkovém provozu, následně jsou uvedeny údaje za celou mapu toku hodnot pro daného představitele. Tento postup platí pro obě osově výšky. Za osovou výšku 160 mm je vybrán provoz montáž.

##### **Montáž**

Na obrázku 4.8 je zobrazena část z celkové mapy toku hodnot v rámci výrobního provozu montáž. Pod procesy jsou tmavě zeleně vyznačeny činnosti přidávající hodnotu a bíle činnosti hodnotu nepřidávající. Mezi jednotlivými procesy je zaznamenán stav zásob k 26. 3. 2014.



Obr. 4.8 VSM montáž



Zdroj: (vlastní zpracování)

Analýza časů přidávajících hodnotu:

$$VA = 1,85 + 1,85 + 11,85 + 2,37 + 3,45 = \mathbf{21,37 \text{ minut.}}$$

Tento čas se vypočetl sečtením časů trvání činností zobrazených v tabulce 4.3. V případě tohoto představitele je čas přidávající hodnotu za provoz montáž 21,37 minut.

Tab. 4.3 Přehled činností přidávajících hodnotu

| Činnost                      | čas cyklu (min.) |
|------------------------------|------------------|
| zalisování statoru do kostry | 1,85             |
| obrobení falců a patek       | 1,85             |
| montáž, zkoušení             | 11,85            |
| povrchová úprava             | 2,37             |
| balení, expedice             | 3,45             |

Zdroj: (vlastní zpracování)

Analýza časů nepřidávající hodnotu:

$$NVA = 0,5 + 0,04 + 0,5 + 0,04 + 0,08 = \mathbf{1,17 \text{ dne} = 1053 \text{ minut.}}$$

Tento čas byl vypočten následovně:

Mezi jednotlivými procesy byla na provozu za pomoci mapování toku hodnot zjištěna určitá výše zásoby. Objem zásoby byl přepočten na dny, po které je schopen výrobu pokrýt. Pro potřeby tohoto výpočtu je tento čas nutné přepočítat na minuty.

### Výpočet VA indexu:

Tab. 4.4 Přehled výsledných hodnot

| <b>Představitel pro AH160</b> |                  |
|-------------------------------|------------------|
| <b>VA time (min.)</b>         | 21,37            |
| <b>NVA time (dny)</b>         | 1,17             |
| <b>NVA time (min.)</b>        | 1053             |
| <b>VA index</b>               | <b>0,0202944</b> |

Zdroj: (vlastní zpracování)

V případě tohoto výrobního provozu je čas přidávající hodnotu výrobku (VA) 21,37 minut, oproti 1,17 dnům, kdy hodnota přidávána není (NVA). Hodnota VA indexu vypočtena dle vzorce (3.6) činí **2,03 %**.

### **Údaje za celkovou mapu toku hodnot**

Z důvodu velkého množství procesů, které se podílejí na výrobě elektromotoru, jsou uvedena celková data za jednotlivé provozy.

Tab. 4.5 Přehled časů přidávajících a nepřidávajících hodnotu

| <b>Provoz</b>             | <b>Lisovna</b> | <b>Navijárna</b> | <b>Montáž</b> | <b>Celkem</b>    |
|---------------------------|----------------|------------------|---------------|------------------|
| <b>Suma VA za provoz</b>  | 10,6 min.      | 39,0 min.        | 21,4 min.     | <b>71,0 min.</b> |
| <b>Suma NVA za provoz</b> | 13,1 dne       | 6,6 dnů          | 1,2 dny       | <b>20,9 dnů</b>  |
| <b>Suma VAi za provoz</b> | 0,09 %         | 0,65 %           | 2,03 %        | <b>0,38 %</b>    |

Zdroj: (vlastní zpracování)

Hodnoty VA indexů za jednotlivé provozy jsou uvedeny pro nejdelší cestu. V celkové mapě toku hodnot je tato cesta vyznačena červenou barvou. Index přidané hodnoty %VAi je v tomto případě roven hodnotě **0,38 %**. Jak lze vidět v tabulce 4.5 hodnoty časů přidávajících hodnotu danému výrobku činí 71 minut. Čas, po který je přidávaná nulová hodnota, je výrazně vyšší, a to téměř 21 dnů. U tohoto představitele jsou pro výpočet zahrnuty pouze výše uvedené tři provozy, protože právě tyto tvoří nejdelší možnou cestu. Provoz slévárna je zobrazen v celkových mapách v přílohách.

#### 4.5. VSM pro AH 100

Dalším analyzovaným výrobkem je elektromotor menší osově výšky (100 mm). Konkrétně se jedná o základní provedení elektromotoru 1LE10011AB522AA4, představitele nové výrobkové řady.

V tabulce 4.6 jsou zaznamenány informace týkající se požadavků zákazníka. V tomto případě zákazník požaduje 570 ks/den. Výroba probíhá v rámci 2 směnného provozu, tudíž disponibilní čas činí 900 minut. Na základě informace o disponibilním čase a požadavku zákazníka zjistíme časovou náročnost na výrobu jednoho kusu, která je 1,58 min.

Tab. 4.6 Požadavky zákazníka, zákaznický takt

|                                     |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| <b>Zákaznický takt</b>              | <b>94,74 s/ks</b>  |
| <b>Časová náročnost výroby 1 ks</b> | <b>1,58 min/ks</b> |
| <b>Požadavek zákazníka</b>          | <b>570 ks/den</b>  |
| <b>2 směny</b>                      | <b>900 min.</b>    |

Zdroj: (vlastní zpracování)

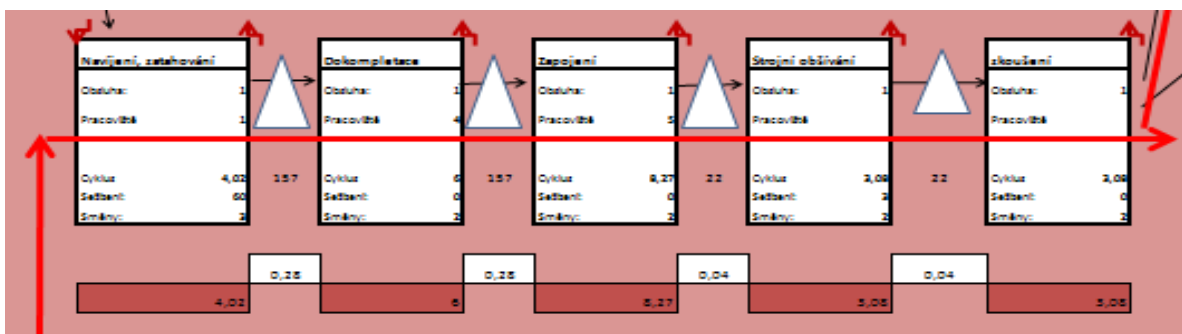
##### 4.5.1. Analýza sesbíraných dat

Pro osovou výšku 100 mm je jako vzorový vybrán provoz navijárna.

##### Navijárna

Na obrázku 4.9 je zobrazena část z celkové mapy toku hodnot v rámci výrobního provozu navijárna. Pod procesy jsou tmavě růžově vyznačeny činnosti přidávající hodnotu a bíle činnosti hodnotu nepřidávající. Mezi jednotlivými procesy je zaznamenán stav zásob k 26. 3. 2014.

Obr. 4.9 VSM navijárna



Zdroj: (vlastní zpracování)

Analýza časů přidávajících hodnotu:

$$VA = 0,67 + 4,02 + 6 + 8,27 + 3,08 + 3,08 + 0 + 1,01 + 0 = \mathbf{26,13 \text{ min.}}$$

Výsledný čas vznikl sečtením činností přidávající hodnotu výrobku, během jeho toku výrobou na tomto provozu. Zahrnuje následující činnosti:

Tab. 4.7 Přehled činností přidávajících hodnotu

| Činnost                    | Čas cyklu (min) |
|----------------------------|-----------------|
| Izolování statoru          | 0,67            |
| Navíjení, zatahování       | 4,02            |
| Dokompletace               | 6               |
| Zapojení                   | 8,27            |
| Strojní obšívání           | 3,08            |
| Zkoušení                   | 3,08            |
| Zkouška TE a rázovou vlnou | 0               |
| Impregnace                 | 1,01            |
| Čištění po impregnaci      | 0               |

Zdroj: (vlastní zpracování)

Analýza časů nepřidávajících hodnotu:

$$NVA = 2,5 + 0,28 + 0,28 + 0,04 + 0,04 + 0,11 + 0,02 + 1,34 = \mathbf{4,61 \text{ dní} = 4149 \text{ minut.}}$$

Hodnota těchto časů byla vypočtena stejným způsobem jako u předešlého představitele (přepočtem velikosti zásob na dny). Čas, po který není tvořena hodnota pro zákazníka, je v tomto případě 4,61 dní.

### Výpočet VA indexu:

Tab. 4.8 Přehled časů

| <b>Představitel AH 100</b> |                 |
|----------------------------|-----------------|
| <b>VA time (min.)</b>      | 26,13           |
| <b>NVA time (dny)</b>      | 4,61            |
| <b>NVA time /min.)</b>     | 4149            |
| <b>VA index</b>            | <b>0,006297</b> |

Zdroj: (vlastní zpracování)

Výsledná hodnota indexu přidané hodnoty vypočtené dle vzorce (3.6) je 0,63 %. Čas, po který je výrobku přidávána hodnota činí pouze 26 minut, oproti době výroby, která trvá přibližně 4,6 dne. Rozdíl mezi těmito časy je vysoký.

### **Údaje za celkovou mapu toku hodnot**

Zobrazení údajů a výpočtu pro osovou výšku 100 mm je provedeno obdobně, jako u předchozího představitele, a to za jednotlivé výrobní provozy.

Tab. 4.9 Zobrazení časů přidávajících a nepřidávajících hodnotu

| <b>Provoz</b>             | <b>Lisovna</b> | <b>Navijárna</b> | <b>Montáž</b> | <b>Celkem</b>    |
|---------------------------|----------------|------------------|---------------|------------------|
| <b>Suma VA za provoz</b>  | 6,4 min.       | 26,1 min.        | 18,0 min.     | <b>50,5 min.</b> |
| <b>Suma NVA za provoz</b> | 21,9 dne       | 4,6 dne          | 1 den         | <b>27,5 dne</b>  |
| <b>Suma VAI za provoz</b> | 0,03 %         | 0,63 %           | 1,97 %        | <b>0,20 %</b>    |

Zdroj: (vlastní zpracování)

Hodnoty v tabulce jsou opět uvedeny pro nejdelsí cestu. Hodnota VA indexu je v případě tohoto představitele **0,20 %**. Srovnáním vypočtených časů zjistíme, že čas, po který je přidávána hodnota výrobku činí přibližně 50 minut. 27,5 dne je čas, který nevytváří žádnou hodnotu pro zákazníka.

Pokud porovnáme výsledky zjištěných časů pro AH 160 a AH 100, potom je patrné, že index přidané hodnoty pro osovou výšku 160 mm je téměř o dvě desetiny procenta vyšší, než je tomu u osové výšky 100 mm. Především mezi časy VA a NVA je jasně viditelný. U AH 160 je celková suma hodnototvorných časů výrazně vyšší a zároveň výsledná suma nehodnototvorných časů je poměrně nižší, nežli je tomu u AH 100.

Stejně i u této osově výšky jsou pro výpočet zahrnuty výše uvedené tři provozy. Provoz slévárna opět není součástí nejdelší možné cesty, proto není do výpočtu zahrnut.

## 5. Vyhodnocení hodnotových toků

Společnost Siemens, s.r.o., odštěpný závod Elektromotory Mohelnice se snaží průběžně optimalizovat své procesy za pomoci aplikace některých nástrojů štíhlé výroby. Například v roce 2012 proběhla změna v uspořádání pracovišť (layoutu), kdy byly jednotlivé buňky přestavěny do tvaru U-buněk. Mapování toku hodnot, které proběhlo v době realizace této bakalářské práce, také není ničím výjimečným. Podobné mapy se již vytvářely několik let zpět, ne však v takovém rozsahu jako tentokrát.

V této práci je použit právě jeden nástroj, který se pro potřeby podniku jevil jako nejvhodnější. Nástroj, který kombinuje informační a materiálový tok a zároveň poskytuje informace o parametrech operací.

Index přidané hodnoty vypočtený jako podíl času přidávajících hodnotu (času operací) a celkového času výroby je u prvního reprezentanta (AH 160) roven hodnotě **0,38 %**. Hodnota indexu přidané hodnoty u druhého představitele (AH 100) je **0,20 %**. Z důvodu nízkých výsledných hodnot jsou navržena opatření, která povedou ke zvýšení VA indexu. Zásadní tedy bude snížení časů nehodnototvorných činností.

### AH 160

Činnosti bezprostředně se podílející na výrobě elektromotoru trvají 71 minut. Oproti tomu doba, při které dochází ke skutečné realizaci celkové zakázky, je téměř 21 dní. Pokud tento čas dále analyzujeme, zjistíme, že největší časovou oblast zabírají úkony, v rámci provozu lisovna, jejichž hodnota přesahuje 13 dní. Tento fakt je zapříčiněn existencí poměrně vysoké zásoby mezi procesy lisování plechů statoru, rotoru a rovnáním, svazkováním. Takto vysoká zásoba je způsobena tím, že výroba je anonymní až do doby, kdy dochází k rovnání a svazkování, poté se teprve mění na výrobu zakázkovou.

### AH 100

V tomto případě je čas, po který je výrobku přidávána hodnota 50,5 minut. Celková doba realizace zakázky je 27,5 dne. Nejvyšší časovou náročnost opět nalezneme v lisovně. Hodnota se blíží 22 dnům. Důvod je obdobný jako u AH 160, kdy se mezi procesy hromadí velké množství zásob čekající na další zpracování.

## Doporučení

Z map toku hodnot uvedených v přílohách lze jasně vyčíst, že na některých zařízeních jako např. dělička dynamoplechu, obráběcí stroje, stroje pro navíjení apod. je doba seřízení delší, než je nezbytně nutné. Vhodnou metodou pro redukci těchto časů je metoda SMED, která pomáhá snížit dobu přestavovacích časů. Efektivní bude využití SMED především u operací, které jsou zároveň úzkým místem, jako je tomu u obráběcích strojů na montáži.

Během mapování toku hodnot na provozech bylo zjištěno, že firma se zaměřuje především na sledování poruchovosti zařízení, avšak ne na celkovou efektivitu výrobních zařízení. Přitom potenciál tohoto ukazatele je vysoký. Sledováním tohoto ukazatele by firma získala přehled o skutečném využití daného stroje (v %) a na základě dalších zjištěných údajů (o kvalitě, rychlosti, prostojích) bude schopna plánovat změny, které povedou ke zvýšení efektivity zařízení. Primárně by se dal tento ukazatel aplikovat na úzká místa, na tzv. „Áčkové“ stroje (klíčové stroje pro výrobu) a tam, kde časy seřízení jsou dlouhé. Těchto klíčových strojů je ve firmě přibližně 300. Pokud vezmeme v úvahu náklady na snímací zařízení (cca 3 000 Kč), které se připevní na jednotlivé stroje a připojí např. do stávající ethernetové sítě, a cenu software, který tato data zpracovává a vizualizuje (cca 1.000.000,-Kč) dostaneme se přibližně na částku 2 000 000 Kč. Úspora vzniklá tímto opatřením by však byla mnohonásobně vyšší. Na základě odborného odhadu pracovníka společnosti Siemens byla odhadnuta úspora až 50 000 000 Kč v souvislosti se zvýšením produktivity o 5-10 %.

Dalším způsobem, jak se dá snížit celková doba výroby je změna v monitorování stavu zásob mezi procesy. Existence velkých zásob by se tak mohla redukovat například stanovením maximální přípustné výše zásoby (v kusech či jiných jednotkách) a její přesnou skladbou pro každý výrobní provoz zvlášť. Nedochozí by tak k přesouvání zakázek, nebo slučování výroby rozplánované na více dní do jednoho. Plánovači by byli seznámeni s požadavky vedení ohledně stavu zásob nebo rozmezí, ve kterém je žádoucí se udržet. Určení výše zásoby či její rozmezí by vyžadovalo podrobnější analýzu.

Konkrétně u AH 160 nastává problém u montážních linek, na strojích obrábějících stator v kostře, které jsou velmi vytížené, a pracovníci nestíhají kusy obrábět dle potřeby. Zde se nachází úzké místo, způsobené časovou náročností výroby. Vyřešit by se dalo zakoupením nového zařízení, to je ale finančně velmi nákladná alternativa, jelikož by se



jednalo o investici v řádech desítek milionů. Další úzké místo se nachází v lakovně. Zde je jeho existence způsobena tím, že u některých elektromotorů je vyžadováno více nástřiků, což je časově náročné. Není tak možné provádět lakování zároveň u dalších elektromotorů, tudíž se motory hromadí.

## 6. Závěr

Předmětem bakalářské práce bylo provedení mapování toku hodnot ve společnosti Siemens, s.r.o., odštěpný závod elektromotory Mohelnice. Analýza byla provedena na základě stejnojmenné metody. Mapy toku hodnot se vytvářely v rámci projektu Mohelnice 2015, jehož účelem je na základě vytvořených map zanalyzovat dobu výroby jednotlivých elektromotorů a rozhodnout tak o budoucím průběhu výroby.

V teoretické části byla věnována pozornost vybraným nástrojům štíhlé výroby, detailnímu popisu metody mapování toku hodnot, časovému rozboru jednotlivých částí výrobního procesu, které se staly východiskem pro zpracování grafické analýzy v praktické části bakalářské práce.

Praktická část se zaměřuje na postup výroby elektromotorů ve výrobním procesu, který je rozdělen do 4 hlavních částí - lisovna, navijárna, montáž a slévárna. Pro výpočet celkové doby výroby a VA indexu byly vybrány vždy nejdelší možné cesty, slévárna tudíž nebyla do výpočtu zahrnuta, není pro daná provedení relevantní. K náhledu je k dispozici v přílohách. Mapy toku hodnot byly připraveny pro všechny varianty menší osové výšky (100 mm) a větší osové výšky (160 mm). Následně byli vybráni konkrétní představitelé, pro které byly vytvořeny kompletní časové rozborů výroby motoru. Údaje byly zpracovány v tabulkovém editoru Excel a za použití vzorců jsou připraveny pro další úpravy.

Cíle práce, jako vytvoření map toků hodnot, provedení analýzy a vyhodnocení dat spolu s následnými doporučeními, byly splněny.

Na základě dat získaných měření ve výrobních provozech byly vytvořeny mapy současného stavu, které byly početně vyhodnoceny pomocí VA indexu. Pro představitel AH 160 je výše indexu rovna **0,38 %** a pro AH 100 činí **0,20 %**. Výsledné hodnoty jsou u obou reprezentantů velmi nízké, z důvodu nepřiměřené doby výroby elektromotoru v poměru s procesními časy, které výrobku přidávají hodnotu.

Z důvodu nízkých výsledných hodnot byla navržena určitá opatření k redukci časů, které negativně ovlivňují čas celkové doby výroby. Využitím metody SMED pro zkrácení nastavovacích časů na minimum, bude firma schopna seřizovat stroje rychleji, čímž se zrychlí proces výroby. Pokud se firma přestane zaměřovat pouze na poruchovost zařízení, ale začne sledovat i ukazatel OEE pro zlepšení celkové efektivity výrobních zařízení, může viditelně zvýšit efektivitu u většiny klíčových strojů o cca 5-10%, čemuž by

odpovídala úspora až 50 000 000 Kč. Zlepšením monitorování stavu zásob a jeho efektivnějším plánováním tak, aby nevznikaly mezi jednotlivými procesy zbytečné zásoby a nedocházelo ke slučování výroby a přesouvání zakázek, získá firma přehled a kontrolu nad zásobami, což bude mít opět za následek snížení doby výroby a také úsporu kapitálu vázaného v zásobách. Byla odhalena existence úzkého místa na montážních linkách u osové výšky 160 mm. Jejich odstranění by ovšem vyžadovalo investici pohybující se řádově v milionech.

## Seznam použité literatury

### Knižní zdroje:

- [1] KOŠTURIÁK, Ján a Zdeněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [2] LIKER, Jeffrey. K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [3] MASAÁKI, Imai. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer press, 2005. 324 s. ISBN 80-251-0850-3.
- [4] MAŠÍN, Ivan. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2003. 77 s. ISBN 80-902235-9-1.
- [5] PERNICA, Petr a kol. *Arts logistics*. Praha: Nakladatelství Oeconomica, 2008. 426 s. ISBN 978-80-245-1412-3.
- [6] ROTHER, Mike a John SHOOK. *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute, 2003. 102 s. ISBN 0-9667843-0-8.
- [7] STEHLÍK, Antonín a Josef KAPOUN. *Logistika pro manažery* Praha: Ekopress s.r.o., 2008. 266 s. ISBN 978-80-86929-37-9.
- [8] STORBACKA, Jak a Jarmo LEHTINEN. *Řízení vztahů se zákazníky*. Praha: Grada Publishing, 2002. 167 s. ISBN 80-7169-813-X.
- [9] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing, 2011. 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.
- [10] WANDEL S. a kol. *Nové logistické technologie. (Dopravní a sociálně ekonomické důsledky)* Laxenburg: International Institute for Applied System Analysis, 1988.

### Internetové zdroje:

- [11] HŘEBÍČEK, Vladimír. *Businessinfo.cz. Lean management ve výrobě* [online]. 2010 [cit. 2014-01-12]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/lean-management-ve-vyrobe-2824.html>

[12] E-api. *Průmyslové inženýrství* [online]. 2005 [cit. 2014-01-12]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/101/>

[13] ČERNÝ, RNDr. Josef. *Logistika štihlého podniku* [online]. 2007 [cit. 2014-02-14]. Dostupné z: [http://www.logisticnews.cz/pdf/05\\_2007/34\\_logistika.pdf](http://www.logisticnews.cz/pdf/05_2007/34_logistika.pdf)

[14] HÁNYŠ, Rostislav. *Hala 2* [online]. 2012 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: [http://olomouc.idnes.cz/siemens-otevrel-v-mohelnici-novou-vyrobni-halu-f5c-/olomouc-zpravy.aspx?c=A120511\\_1776492\\_olomouc-zpravy\\_stk](http://olomouc.idnes.cz/siemens-otevrel-v-mohelnici-novou-vyrobni-halu-f5c-/olomouc-zpravy.aspx?c=A120511_1776492_olomouc-zpravy_stk)

[15] Siemens. *O společnosti* [online]. 2014 [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: [https://www.cee.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/o\\_nas/Pages/profil\\_spolecnosti.aspx](https://www.cee.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/o_nas/Pages/profil_spolecnosti.aspx)

[16] SEDLÁČEK, Petr. *Hala 57* [online]. 2008 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: [http://www.siemens.cz/press/cz/archiv/press\\_releases-siemens\\_rozsiruje\\_vyrobu\\_v\\_mohelnici\\_a.html](http://www.siemens.cz/press/cz/archiv/press_releases-siemens_rozsiruje_vyrobu_v_mohelnici_a.html)

[17] ŽILKA, Vlado. *Štihlé nástroje* [online]. 2014 [cit. 2014-02-03]. Dostupné z: [stihlemysleni.sk](http://www.stihlemysleni.sk) <http://www.stihlemyslenie.sk/sk/stihle-nastroje/3/mapovanie-toku-hodnoty-vsm.html?all=2#2>

[18] Svět produktivity. *Slovník* [online]. 2014 [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>

#### **Ostatní zdroje:**

[19] SIEMENS S.R.O. *Interní informace*. Mohelnice, 2014.

## Seznam zkratek

|          |                             |
|----------|-----------------------------|
| AH 160   | osová výška 160 mm          |
| AH 100   | osová výšky 100 mm          |
| C/O      | čas seřízení                |
| C/T      | čas cyklu operace           |
| L/T      | průběžný čas výroby         |
| VA time  | čas přidávající hodnotu     |
| NVA time | čas nepřidávající hodnotu   |
| VSM      | mapování toku hodnot        |
| TPS      | výrobní systém firmy Toyota |

## Prohlášení o využití výsledků bakalářské práce

Prohlašuji, že

- jsem byl(a) seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou (bakalářskou) práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 9.5.2014.....

*Kalena Štábová*  
.....  
jméno a příjmení studenta

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Organizační struktura podniku

Příloha č. 2 – Průběh mapování toku hodnot

Příloha č. 3 – Přehled zmapovaných hodnot

Příloha č. 4 – Zjednodušené schéma výroby

Příloha č. 5 – Celková mapa toku hodnot pro AH 100

Příloha č. 6 – Celková mapa toku hodnot pro AH 160