

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC TECHNOLOGY

MAPOVÁNÍ A OPTIMALIZACE HODNOTOVÉHO TOKU

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

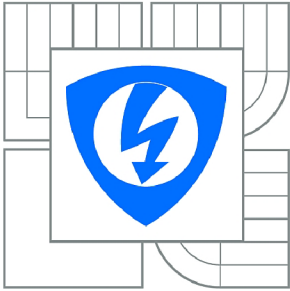
Bc. ANDREJ GAŠPIERIK

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV ELEKTROTECHNOLOGIE

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC
TECHNOLOGY

MAPOVÁNÍ A OPTIMALIZACE HODNOTOVÉHO TOKU

VALUE STREAM MAPPING AND OPTIMISATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

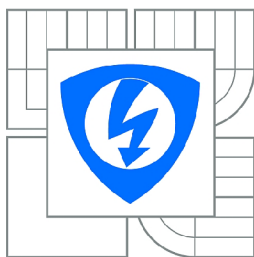
Bc. ANDREJ GAŠPIERIK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. RADOVAN NOVOTNÝ, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektrotechnologie

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Elektrotechnická výroba a management

Student: Bc. Andrej Gašpírik

ID: 136515

Ročník: 2

Akademický rok: 2014/2015

NÁZEV TÉMATU:

Mapování a optimalizace hodnotového toku

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s principy lean, zejména s metodou mapování výrobně-logistických toků (Value Stream Mapping, VSM). Shrňte ukazatele, které se zde používají. V návaznosti na stáž ve firmě Emerson a na výběr reprezentanta vyhodnoťte informačně-materiálový tok v montáži svářecích strojů. Tok analyzujte od přijetí objednávky až po expedici. Na základě měřitelných kritérií a časových propozic procesů vytipujte úzká místa, tato optimalizujte a navrhnete řešení. Zvolte priority pro uplatňování zásad lean production. Vypracujte a podle možností ověřte návrh opatření na dosažení cíle ve snížení ztrát a dopad na lead time.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 10.2.2015

Termín odevzdání: 28.5.2015

Vedoucí práce: Ing. Radovan Novotný, Ph.D.

Konzultanti diplomové práce:

doc. Ing. Petr Bača, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Cieľom diplomovej práce je zoznámiť sa s metódou mapovania hodnotového toku a jej použitie ako prostriedku k popisu a následnému zefektívneniu výroby vibračných zvaracích strojov v spoločnosti Emerson Industrial Automation, a.s. v Novom Meste nad Váhom. Práca obsahuje v prvej časti teoretický základ do problematiky štíhlej výroby. Praktická časť pojednáva hlavne o praktickom využití mapovania hodnotového toku v podniku, na základe ktorého boli objavené úzke miesta a plytvanie, následne boli tieto riešené a ich dopady vyhodnotené.

Kľúčové slová

Mapovanie hodnotového toku, proces, optimalizácia, lead time, cycle time, čas pridávajúci hodnotu, tlak, ťah, tok

Abstract

The aim of the thesis is to use the value stream mapping as an aids to describe and subsequent streamlining the production process of vibration welding machines in Emerson Industrial Automation in Nove Mesto nad Vahom. In the thesis, there is contained theoretical base of lean manufacturing problematics, primarily value stream mapping whereby were discovered bottlenecks. These were optimized and their influence on lead time evaluated.

Keywords

Value stream mapping, process, optimization, lead time, cycle time, value added time, pull, push, flow

Bibliografická citace:

GAŠPIERIK, A. *Mapování a optimalizace hodnotových toků*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2015. 82 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Radovan Novotný, Ph.D..

Prehlásenie

„Prehlasujem, že svoju diplomovú prácu na tému *a optimalizace hodnotových toků* som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho diplomovej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor uvedenej diplomové práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto diplomovej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a som si plne vedomý následkov porušenia ustanovení § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Zb., vrátane možných trestnoprávnych dôsledkov vyplývajúcich z ustanovení časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníku č. 40/2009 Zb.

V Brne dňa: **27. mája 2015**

.....

podpis autora

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu diplomovej práce Ing. Radovanovi Novotnému, Ph.D. za účinnú metodickú, pedagogickú a odbornú pomoc a hlavne za cenné rady pri spracovaní mojej diplomovej práce a odbornému konzultantovi – manažérovi plánovania v spoločnosti Emerson Ing. Patrikovi Horníkovi za jeho čas a trpezlivosť pri ozrejmovaní problematiky štíhlej výroby a tvorbe praktickej časti.

V Brne dňa: **27. mája 2015**

.....

podpis autora

Obsah

Úvod.....	10
1 Štíhla výroba.....	11
1.1 História štíhlej výroby.....	11
1.2 Výrobný proces.....	13
1.3 Hodnota pre zákazníka.....	13
1.4 Plytvanie, nerovnomernosť a preťaženie (3M).....	15
1.4.1 Činnosti bez pridanej hodnoty (MUDA).....	15
1.4.2 Preťažovanie ľudí a strojov (MURI).....	16
1.4.3 Nevyváženosť (MURA).....	16
2 Optimalizácia procesov a tokov.....	17
2.1 Štandardizácia a vizuálny manažment.....	18
2.2 5S ako metóda a program zvyšovania produktivity.....	18
2.3 Kaizen a neustále zlepšovanie.....	19
2.3.1 Demingov cyklus.....	20
2.4 Heijunka a znižovanie nerovnomernosti.....	21
2.4.1 Skracovanie doby pretypovania (SMED).....	22
2.5 Just-In-Time.....	22
2.6 Kanban ako nástroj ťahového systému.....	23
2.7 Mapovanie hodnotového toku (Value Stream Mapping).....	23
2.7.1 Ukazovatele pre hodnotenie procesov.....	25
2.7.2 Výber výrobkovej rodiny.....	28
2.7.3 Mapa súčasného stavu.....	29
2.7.4 Mapa budúceho stavu.....	32
2.7.5 Realizácia opatrení pre optimalizáciu hodnotového toku.....	34
2.8 JIDOKA.....	35
2.8.1 Riešenie problémov a odhaľovanie príčin problémov.....	35
2.9 Ďalšie metódy priemyslového inžinierstva.....	36
3 Situácia v podniku.....	38
3.1 Voľba produktového reprezentanta.....	39
3.2 Súčasný stav.....	40
3.2.1 Informačný tok.....	41
3.2.2 Materiálový tok.....	43

3.2.3	Analýza súčasného stavu	51
3.3	Vytipovanie úzkych miest.....	54
3.4	Návrh opatrení.....	58
3.4.1	Informačný tok.....	58
3.4.2	Materiálový tok.....	59
3.5	Mapa budúceho stavu.....	62
3.6	Zhodnotenie opatrení	65
4	Záver.....	68
ZOZNAM SKRATIEK.....		72
ZOZNAM PRÍLOH.....		73

ZOZNAM OBRÁZKOV

<i>Obr. 1: Významné mílniky v zvyšovaní produktivity.</i>	13
<i>Obr. 2: 3M podľa [8].</i>	15
<i>Obr. 3: Dom TPS podľa [12].</i>	17
<i>Obr. 4: Postup VSM.</i>	24
<i>Obr. 5: Rozdelenie spoločností podľa pomeru VA a NVA [26].</i>	26
<i>Obr. 6: Matica na zistenie výrobných rodín podľa [19].</i>	28
<i>Obr. 7: Zákazník / Dodávateľ.</i>	30
<i>Obr. 8: Process box.</i>	30
<i>Obr. 9: a) neelektronické, b) elektronické podanie informácií.</i>	31
<i>Obr. 10: Výstražný trojuholník.</i>	31
<i>Obr. 11: Push šípka.</i>	31
<i>Obr. 12: Časová os.</i>	32
<i>Obr. 13: Ikony používané pri tvorbe máp hodnotových tokov.</i>	32
<i>Obr. 14: Štruktúra praktickej časti práce.</i>	39
<i>Obr. 15: Grafické vyjadrenie produkcie vo firme Emerson Industrial Automation.</i>	40
<i>Obr. 16: Finálna montáž.</i>	41
<i>Obr. 17: Trvanie zákaziek v týždňoch.</i>	41
<i>Obr. 18: Vývojový diagram lakovania.</i>	44
<i>Obr. 19: Mapa súčasného stavu.</i>	53
<i>Obr. 20: Pohľad na mapu súčasného stavu s vyznačením úzkych miest.</i>	57
<i>Obr. 21: Materiál vychystaný na lakovanie.</i>	60
<i>Obr. 22: Mapa budúceho stavu.</i>	64
<i>Obr. 23: Mapa nového súčasného stavu.</i>	67
<i>Obr. 24: Emerson Logo.</i>	74
<i>Obr. 25: Areál Emerson v Novom Meste nad Váhom.</i>	75
<i>Obr. 26: Layout výrobnéj haly.</i>	75
<i>Obr. 27: Branson M-624 [39].</i>	77

ZOZNAM TABULIEK

<i>Tabuľka 1: Problémy toku a ich riešenie [19].....</i>	<i>33</i>
<i>Tabuľka 2: Produkcia spoločnosti Emerson za posledných 5 rokov.</i>	<i>40</i>
<i>Tabuľka 3: Skladba normohodín u Op2000.</i>	<i>46</i>
<i>Tabuľka 4: Skladba normohodín u Op3200.</i>	<i>47</i>
<i>Tabuľka 5: Skladba normohodín u Op3300.</i>	<i>47</i>
<i>Tabuľka 6: Skladba normohodín u Op3400.</i>	<i>48</i>
<i>Tabuľka 7: Skladba normohodín u Op3550.</i>	<i>48</i>
<i>Tabuľka 8: Skladba normohodín u Op2600.</i>	<i>48</i>
<i>Tabuľka 9: Skladba normohodín u Op3700.</i>	<i>49</i>
<i>Tabuľka 10: Skladba normohodín u Op7000.</i>	<i>50</i>
<i>Tabuľka 11: Skladba normohodín u Op9000.</i>	<i>50</i>
<i>Tabuľka 12: Prioritizácia problémov.</i>	<i>54</i>
<i>Tabuľka 13: Vzájomné porovnanie výsledkov.</i>	<i>66</i>
<i>Tabuľka 14: Vybrané parametre stoja M-624 [39].....</i>	<i>77</i>

ÚVOD

Otvorená globálna ekonomika, konkurencia, komunikačné technológie, efektívna logistika, nové technológie výroby... Tieto a ďalšie faktory prispievajú k tomu, že je dnes možné čokoľvek objednať, vyrobiť a dopraviť kvalitne, včas a rýchlo. Obstať v takto silnom konkurenčnom prostredí je nesmierne ťažké. Firmy doslova bojujú o zákazníka. Najdôležitejším faktorom tak už nie je len kvalita, rovnako dôležitými faktormi sú aj rýchlosť dodania a cena. Neustále zefektívňovanie výroby sa v priebehu desaťročí stalo neoddeliteľnou súčasťou riadenia a zlepšovania procesov. V dnešnom rýchlo sa vyvíjajúcom svete sa štíhle procesy už stali štandardom. Už žiadna firma si nemôže dovoliť *lean* (štíhly) prístup vynechať z procesu riadenia a zlepšovania, pokiaľ chce ostať konkurencieschopná a udržať si svoje postavenie na trhu. Preto firmy hľadajú spôsoby a techniky, ktoré im pomáhajú znižovať náklady na výrobu a zvyšovať kvalitu k spokojnosti zákazníka.

Je tu snaha o smerovanie k dokonalosti, kedy sa vyrába a prepravuje maximálne efektívne a kvalitne za minimálne náklady. Rôznymi technikami a metódami sa snažia firmy k pomyselnému etalónu dokonalosti neustále približovať a zároveň tieto metódy rozvíjať. Stáva sa, že jedna firma dokáže ponúknuť kvalitnejší, zároveň lacnejší produkt a dokáže ho dodať rýchlejšie než konkurenčný podnik. Bez zmien a inovácií firmami zákazníci, celkom logicky, zmenia dodávateľa. Takýto scenár znamená pre niekoho fatálne následky, pre iného zas zvýšenie ziskovosti. Bežnou praxou je vypisovanie obchodných súťaží a víťaznú ponuku môže podať aj firma z druhého konca zeme.

V súčasnosti je oblasť štíhleho prístupu k procesom veľmi prepracovaná. Existuje množstvo zdrojov, z ktorých je možné sa mu veľmi jednoducho naučiť, omnoho ťažšie však aplikovať. Na jeho zavádzanie a rozvíjanie vznikajú v spoločnostiach špecializované pracovné miesta – inžinier štíhlej výroby (*lean champion*), ale niekde je aj náplňou práce procesného inžiniera. A to nie len vo výrobe, ale aj v službách. Postupne sa udomácnil aj v strednej Európe a umožňuje nachádzať skryté rezervy v procesoch, ktorých odstránenie často ani nič nestojí.

Mapovanie hodnotového toku (*Value Stream Mapping, VSM*) je len jedna z mnohých metód zoštíhľovania procesov a zvyšovania kvality, pružnosti aj rýchlosti, patrí však medzi tie najzákladnejšie. Jedná sa o mocný vizualizačný nástroj ktorý dokáže odhaliť plytvanie a nedokonalosti procesov vďaka odsledovaniu si a zakresleniu všetkého toho, z čoho sa skladá tvorba hodnoty. Vo väzbe na to je možné zdefinovať si optimalizačné ciele.

Táto diplomová práca sa skladá z dvoch hlavných celkov. Teoretická časť vysvetľuje dôvody a pôvod štíhlej výroby a aj popis jednotlivých metód, najpodrobnejšie z nich metódu VSM. Praktická časť objasňuje situáciu v spoločnosti Emerson vyrábajúcej zvaracie stroje určené na zvaranie plastov. Snaží sa čo najlepšie poskytnúť obraz o podmienkach a prostredí v tomto podniku. Cieľ realizovaného mapovania a následnej optimalizácie bol znížiť čas potrebný od prijatia objednávky až po expedíciu stroja BRANSON M6 z 13 na maximálne 12 týždňov. Tohto sa dosiahlo zmapovaním hodnotového toku pri výrobe tohto stroja, ktoré odhalilo úzke miesta. Tieto boli následne optimalizované a vyhodnotené.

1 ŠTÍHLA VÝROBA

Štíhlosť znamená robiť len tie činnosti, ktoré sú potrebné a robiť ich správne hneď na prvýkrát. Zároveň to znamená robiť rýchlejšie než ostatní a míňať pri tom menej finančných prostriedkov. Štíhlosť však nie je len šetrenie a šetrenie ani nie je primárnym cieľom. Filozofia *lean* je o zvyšovaní výkonnosti podniku/firmy/organizácie tak, že dokáže s rovnakými zdrojmi vyprodukovať viac, rýchlejšie a kvalitnejšie. Štíhlosť je to, že podnik robí presne to, čo zákazník chce a potrebuje, a to s minimálnym počtom úkonov, ktoré hodnotu neprinášajú. A zákazník je predsa ochotný zaplatiť len za hodnotu a nie za transport výrobku po výrobných hale alebo opravy.

Ako už bolo spomenuté, štíhla výroba nie je len o znižovaní nákladov, ale hlavne o maximalizácii pridanej hodnoty pre zákazníka. Ale na to, aby celý tento stroj pracoval ako švajčiarske hodinky, je potrebné úzke prepojenie oddelení naprieč celým podnikom. To znamená spoluprácu výroby s oddeleniami vývoja, technickej prípravy výroby, logistikou a aj administratívou [7].

1.1 História štíhlej výroby

História novodobej štíhlej výroby sa datuje do 60. rokov minulého storočia. No jej počiatky siahajú minimálne až do roku 1574, kedy kráľ Henrich III. sledoval hodinovú produkciu lodí prostredníctvom priebežného spracovania výrobného toku [1]. Ďalším míľnikom bolo, keď Eli Whitney v roku 1799 predstavil systém vymeniteľných súčastí. Dovtedy sa všetky výrobky vyrábali jednotlivo ako unikáty. V prípade, že sa nejaká súčiastka vypovedala službu, bolo potrebné vytvoriť výrobok nanovo. Whitney svoj nový systém demonštroval dokonca aj pred americkým kongresom, kde rozložil 10 muškiet na diely, ktoré zamiešal. Následne z nich zložil 10 funkčných zbraní. Toto znamenalo doslova revolúciu vo financovaní americkej armády, kde sa dosiahli obrovské úspory.

Sakichi Toyoda, zakladateľ spoločnosti Toyota, zostrojil v roku 1902 taký tkáčsky stav, ktorý bol schopný zastaviť, keď zistil pretrhnuté vlákno. To znamenalo, že jeden pracovník dokázal obsluhovať hneď niekoľko stavov a zasahoval len výnimočne. Tento koncept, nazývaný Jidoka – nenáročná automatizácia schopná rozoznať normálny a chybný stav bez prítomnosti človeka, sa neskôr stal súčasťou obdivovaného výrobného systému Toyota. Toyota sa v tomto čase špecializovala na výrobu takýchto sofistikovaných tkáčskych strojov, ktoré mala dokonca patentované.

V roku 1910 Henry Ford presunul svoju výrobu do Highland parku, nazývaného aj miesto vzniku pásovej výroby. Pri výrobe prvého pásovo vyrábaného modelu Ford T určeného pre masu zaviedol nepretržitý tok dielov po celom závode. O rok neskôr – v roku 1911 prišiel Henryho Forda navštíviť Sakichi Toyoda, aby mohol naštudovať tento spôsob produkcie. Krátko na to začal Toyoda tvoriť vlastný, zdokonalený spôsob výroby.

Toyodov tretí syn – Kiichiro pracoval vo firme svojho otca a vďaka svojej práci precestoval celý svet. V Amerike zistil, že automobily sú tam pre ľudí veľmi dôležité a po návrate domov sa rodinný podnik zamerlal okrem tkáčskych strojov aj na výrobu spaľovacích motorov [3]. V roku 1935 vyrobila spoločnosť Toyota prvý automobil a v roku 1938 zaviedla Toyota koncept *Just-In-Time* (JIT). Jeho myšlienkou je vyrábať

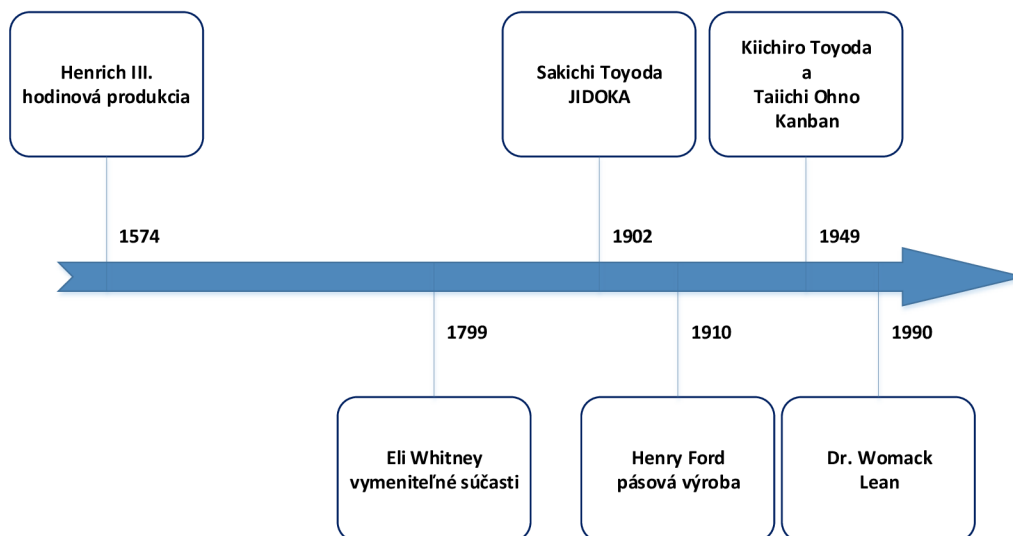
len to, čo je potrebné, kedy to je potrebné a len v potrebnom množstve. Jidoka spolu s Just-In-Time predstavujú základné piliere výrobného systému Toyota známeho ako *Toyota Production System* (TPS), obr. 2.

Už od začiatku sa Toyota zameriavala predovšetkým na efektívnosť a odstraňovanie plytvania. Presadzovali filozofiu 5xPrečo – pokiaľ sa vyskytne problém, ako prvé sa opýtajte 5xPrečo, a tak nájdete príčinu problému. Potom už len je treba zaviesť protiopatrenie. Ďalším dôležitým rokom v histórii zefektívňovania výroby bol rok 1949, kedy do Toyoty nastúpil Taiichi Ohno. Ten sa stal riaditeľom výroby a čoskoro aj jedným z hlavných architektov TPS. Prišiel s konceptom eliminácie plytvania a ako prvý zaviedol *Kanban*. Počas jeho pôsobenia vyslovil Kiichiro Toyoda pranie: „Dožeňme o 3 roky Ameriku.“ Ohnovu prácu doplnil v 50-tych a 60-tych rokoch Shingeo Shingo, ktorý v oblasti redukcie nastavovacích časov (SMED). Vďaka tomu bolo možné vyrábať v menších dávkach. Postupne sa poznatky zo štíhlej výroby dostali aj do ostatných japonských podnikov a podiel japonských vozidiel na celosvetovej produkcii sa postupne od roku 1965 do 1980 zvýšil z 8 na 29 % [4].

Aby sa celý svet mohol dozvedieť *know-how* TPS, bol tento systém v roku 1975 vydaný a preložený do anglického jazyka. Pojem *Lean manufacturing* (štíhla výroba) však nevznikol priamo v Toyote. V roku 1990 skupina výskumníkov vedených Dr. Jamesom Womackom cestovala po svete, aby študovala rôzne zaužívané spôsoby výroby. Zistili, že Toyota bola spomedzi všetkých fabrík a tovární zďaleka najefektívnejší automobilový závod na svete. Až po tomto zistení jeden z Womackových asistentov použil výraz “*Lean manufacturing*“ [1]. Jedná sa ale o synonymum k TPS a tento názov slúži len ako globálne pomenovanie. Uvedený historický súhrn je zobrazený v prehľadnej časovej osi na obr.1.

V súčasnosti je prístup *lean* používaný na elimináciu plytvania a nárast produktivity vo výrobnom prostredí po celom svete. Ale nevyužíva sa len tam. Hoci *lean* bol pôvodne predstavený v automobilovom priemysle, jej princípy boli v poslednej dobe rozšírené aj do ďalších odvetví. Používa sa napríklad na úradoch ku skráteniu času potrebného na vybavenie zákazníckych objednávok. Ďalej sa využíva v zdravotníctve, kde eliminácia rôznych chýb a nedostatkov a redukcia času má neskutočný význam. V neposlednom rade využíva tieto princípy armáda, konkrétne *lean* v kombinácii so Six Sigma a kuriérske služby, kde sa využíva hlavne mapovanie hodnotového toku [2].

Existuje celá rada spoločností, ktoré zažili výhody uplatnenie *lean* v oblasti výroby. Pre ilustráciu sú uvedené dva konkrétne príklady aj s dopadmi. V prvom prípade bola štíhla výroba zavedená u spoločnosti Boeing, a to za účelom odstránenie plytvania, aby jeho produkty boli viac konkurencieschopné. Po implementácii *lean*, Boeing úspešne znížil svoje náklady na opravy vád o 75 %, čo malo za následok úsporu nákladov vo výške asi 655.000 amerických dolárov za lietadlo. Ďalším príkladom je spoločnosť Dell, ktorá po uplatnení *lean* vo výrobnom systéme, znížila úroveň zásob až o 50% a čas potrebný na výrobu PC sa tiež znížil. Dnes už DELL môže zaručiť, že zákazníci dostanú svoje výrobky maximálne týždeň po ich objednaní. Tieto podniky sú významnými producentmi materiálnych výrobkov, a výsledky ich zlepšenia možno merať porovnaním nákladov výrobku pred a po realizácii [22].



Obr. 1: Významné míľniky v zvyšovaní produktivity.

1.2 Výrobný proces

Páni Toyoda, Ohno a Shingo si uvedomovali, že súdobá výroba nebola dokonale efektívna a videli priestor pre jej zlepšenie. Zamerali sa, okrem iného, aj na čo najväčšie využitie potenciálu ľudí aj strojov, a to v rámci procesov a aj medzi nimi. Proces ako taký je možné chápať vo viacerých súvislostiach. V prvom rade treba podotknúť, že proces je sled činností. Táto skupina činností nie je náhodná, práve naopak - jednotlivé činnosti sú navzájom prepojené a majú za úlohu dosiahnuť toho istého cieľa: produktu s úžitkovou hodnotou. Podľa [5] sú procesy až 99% plytváním a častokrát sú zložené aj z odstraňovania plytvania. Skladajú sa z:

- Činnosti, ktoré prispievajú k tvorbe hodnoty (*VA, Value Added*) – ich vykonanie teda prispieva k tvorbe hodnoty, ktorú zákazník požaduje.
- Činnosti, ktoré neprispievajú k tvorbe hodnoty, ale sú nevyhnutné (*BNVA, Business Non Value Added*) – ich vykonanie neprináša zákazníkovi hodnotu priamo, ale tieto činnosti zaisťujú potreby procesu v oblasti riadenia, finančnej stability podniku, bezpečnosti práce apod.
- Činnosti, ktoré vôbec neprispievajú k tvorbe hodnoty (*NVA, Non Value Added*) – činnosti, ktoré zákazníkovi neprinášajú žiadnu hodnotu a z hľadiska podniku nemajú význam. Jedná sa napríklad o transport tovaru po výrobnéj hale, odstraňovanie závad, vyššia kvalita než je požadovaná, vytváranie rezerv a iné [11].

Väčšina chýb pri výrobe nastáva práve kvôli nedostatočne optimalizovaným procesom. Ľudský faktor spôsobuje len malú časť chýb. Preto existuje snaha o to, aby podľa presne definovaných procesov vlastne ani nebolo možné chybovať [5].

1.3 Hodnota pre zákazníka

Z pohľadu zákazníka je pochopiteľné, že nechce priplácať za nedokonalé procesy dodávateľa. Že nechce platiť za činnosti, ktoré neprispievajú k tvorbe hodnoty jeho

produktu. To si radšej vyberie iného dodávateľa, ktorý vyrába efektívnejšie. Európske harmonizované normy vnímajú hodnotu pre zákazníka ako: „*vzťah medzi uspokojením potreby a zdrojmi použitými pre dosiahnutie tohto uspokojenia*“. Pričom potreba v tomto vzťahu je pocit nedostatku niečoho, čo je pre existenciu subjektu potrebné a nevyhnutné, čo je žiaduce a nutné k vykonávaniu určitej činnosti alebo k uspokojeniu určitého záujmu. Zdroje zas predstavujú všetky hmotné a nehmotné statky potrebné k uspokojeniu potrieb. Môžu mať špecifické podoby – nemusia to byť len peniaze a stroje alebo materiál. Pod zdrojmi je možné si predstaviť hmotnosť, ktorá má v leteckom priemysle veľký význam alebo poruchovosť, ktorá je v zdravotníctve neprípustná. Všetky zdroje majú však jedno spoločné, a síce, sú kvantifikovateľné. Vždy je možné nejakým spôsobom vypočítať ich hodnotu, a tak v nákladoch alebo v cene vyjadriť veľkosť zdrojov potrebných pre uspokojenie potrieb, či dosiahnutie určitého úžitku [6].

Slovo hodnota má relatívny význam. A to preto, že potreby a finančné možnosti zákazníkov sú rôzne. Zákazníci sú rôzni aj v nárokoch. Kým pre jedného môže určitý produkt presne uspokojovať jeho potreby, pre iného tento produkt nestačí. Druhý zákazník preto bude hľadať iného dodávateľa. Prirodzenou ekonomickou snahou každého zákazníka je to, aby za svoje peniaze dostal čo najväčšiu hodnotu. To znamená, aby ním požadovaný úžitok získal pri čo najmenších nákladoch. Čím vyššia je hodnota výrobku, tým je väčšia šanca, že sa predá. Za komerčne úspešný produkt je považovaný ten, ktorý si nájde na trhu užívateľa ochotného zaplatiť obojstranne prijateľnú tržnú cenu výhodnú jak pre zákazníka, tak aj pre výrobcu [6].

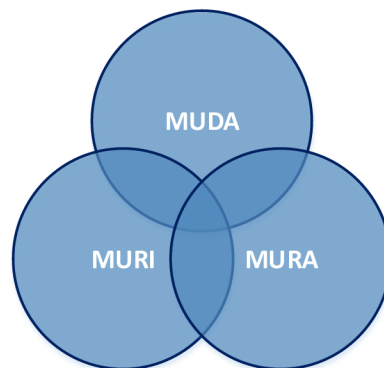
Súčasná globalizácia má za následok stále náročnejšieho zákazníka. Toho je pre firmy s jeho stále špecifickjšími a enormnými potrebami stále ťažšie uspokojiť. Rastúca náročnosť zákazníkov sa prejavuje hlavne v týchto požiadavkách:

- Komplexný úžitok predstavuje ponuku výrobkov a služieb nie len s požadovanými úžitkovými vlastnosťami, ale aj s ďalšími – pri objednaní, nákupe, užívaní, obsluhu, renovácii, údržbe, opravách aj recyklácii.
- Prispôbenie sa špecifickým potrebám a požiadavkám zákazníkov. Jedná sa o výrobky a služby „šité na mieru.“
- Rýchlosť, ktorá spočíva v skrátení dodacích lehôt, čo je stále viac a viac dôležitým faktorom pri výbere dodávateľa.
- Adaptabilita, ktorá predstavuje schopnosť rýchleho prispôbenia sa na rýchlo sa meniace požiadavky zákazníkov.
- Bezchybnosť a spoľahlivosť – jedným slovom kvalita výrobkov, ktorá dokáže vytvoriť dobrú povest' alebo ňou otriast'. Tento faktor je nesmierne dôležitý pre udržanie súčasných zákazníkov a aj pre prilákanie nových [6].

Zákazník je ochotný platiť len za činnosti pridávajúce hodnotu, a to priamo či aj nepriamo. V ďalšej časti práce budú činnosti nepridávajúce hodnotu - plytvania detailnejšie popísané a roztriedené. Následne sú popísané metodiky určené na ich odstraňovanie tak, aby sa náklady na plytvania čo najviac znížili.

1.4 Plytvanie, nerovnomernosť a preťaženie (3M)

Činnosti zvyšujúce cenu produktu, ktoré zákazník nechce platiť - činnosti nepridávajúce hodnotu v Toyote nazvali ako 3M. 3M symbolizuje 3 slová začínajúce na M, ktoré sú v podnikoch obrovským neduhom a ktoré je potrebné odstrániť. Symbolizujú dôvod, prečo vlastne TPS vznikol. Podľa japonského myslenia má byť všetko v rovnováhe a práve 3M jej bránia. Sú to: *Muda* – činnosti bez pridanej hodnoty, *Muri* – preťaženie výroby (strojov a ľudí) a *Mura* – nevyváženosť. Všetky tieto druhy plytvania spolu navzájom súvisia tak, ako je uvedené na obr. 2. 3M sa vyskytujú v každom podniku a nie je možné ich úplne odstrániť. Je ale úlohou každého manažmentu 3M neustále znižovať [8].



Obr. 2: 3M podľa [8].

1.4.1 Činnosti bez pridanej hodnoty (MUDA)

Slovo MUDA by sa z japončiny dalo voľne preložiť ako plytvanie. Taichi Ohno, už spomínaný výrobný riaditeľ Toyoty, rozdelil MUDU na 7 kategórií [10]:

MUDA nadprodukcie

Vzniká pri výrobe väčšieho množstva produktov, než zákazník požaduje. Veľké množstvo firiem vyrába tzv. na sklad. To znamená, že vyrábajú aj keď nie sú zákazky, len aby využili výrobné kapacity. Ospravedlňujú to tým, že aspoň budú zásoby pre prípad núdze. Zbytočne sa však sklady zahlcujú výrobkami, ktoré zatiaľ nemajú kupca a vznikajú aj prepravné a administratívne náklady.

MUDA zásob

Vzniká skladovaním náhradných dielov, nedokončených výrobkov, ale aj hotových výrobkov či nepotrebného materiálu. Všetky tieto tovary zaberajú miesto a na ich skladovanie a prepravu sú vynakladané finančné prostriedky. Aj preloženie z jedného miesta na druhé predsa niečo stojí – mzdu pre operátora vysokozdvížného vozíka, propán na pohon vozíka a aj čas, ktorý by mohol venovať iným činnostiam. Nehovoriac o tom, že tieto výrobky časom strácajú na hodnote.

MUDA opráv a zmätkov

V prípade, že vznikajú zmätky, znamená to rozhodenie výroby z tempa. Aj oprava vyžaduje čas a peniaze. Okrem toho, že nepodarky môžu spôsobiť poruchy výrobných

zariadení, v prípade, že by sa dostali až ku zákazníkovi, môže to mať neblahé následky na renomé spoločnosti.

MUDA pohybu

Každý pohyb pracovníka aj tovaru, ktorý nie je v priamom súvisi s pridávaním hodnoty, je opäť plytvaním. Typickým príkladom môže byť presun pracovníka do skladu a nazad alebo premiestňovanie komponentov po hale. Za to určite zákazník platiť nechce.

MUDA spracovania

Pod spracovaním sú myslené modifikácie produktov alebo informácií, ktoré sa posielajú do ďalšieho procesu, skrátka technologická stránka výroby. Jedná sa, napríklad, o situáciu, kedy sa telo telefónu montuje na jednej strane haly a slúchadlo časť na druhej. Aby sa slúchadlo pri transporte nepoškodilo, balí sa do ochrannej fólie. Lepšie by teda bolo, keby sa tieto diely vyrábali bezprostredne blízko pri sebe a odstránila by sa tak operácia balenie. Každý zbytočný úkon je plytvanie.

MUDA čakania

Dochádza k nemu vždy, keď niečo nepokračuje vo výrobnom procese a musí sa preto čakať. Patrí sem porucha stroja, nedostatok materiálu, nedostatok informácií alebo nerovnomerná výroba.

MUDA dopravy

Pohyb materiálov nepridáva hodnotu. Oddelené procesy ale vyžadujú dopravu. Podľa [10] je preto žiaduce všetky tzv. izolované ostrovy prepojiť priamo na výrobnú linku. Navyše, pri transporte môže dôjsť k poškodeniu výrobkov.

1.4.2 Pret'ažovanie ľudí a strojov (MURI)

Ďalším druhom plytvaní je MURI. Podstatou MURI je nadmerné zaťažovanie pracovníkov a strojov úlohami, ktoré sú mimo ich prirodzených hraníc zvládnutia. Zaťažovanie pracovníkov vedie k problémom s kvalitou a bezpečnosťou pracovísk, zaťažovanie strojov vedie k poruchám, prestojom a nekvalite. Toto môže byť spôsobené nedostatočným vyškolením zamestnancov, nedostatočnou štandardizáciou a aj nevyváženosťou výroby – MURA [8].

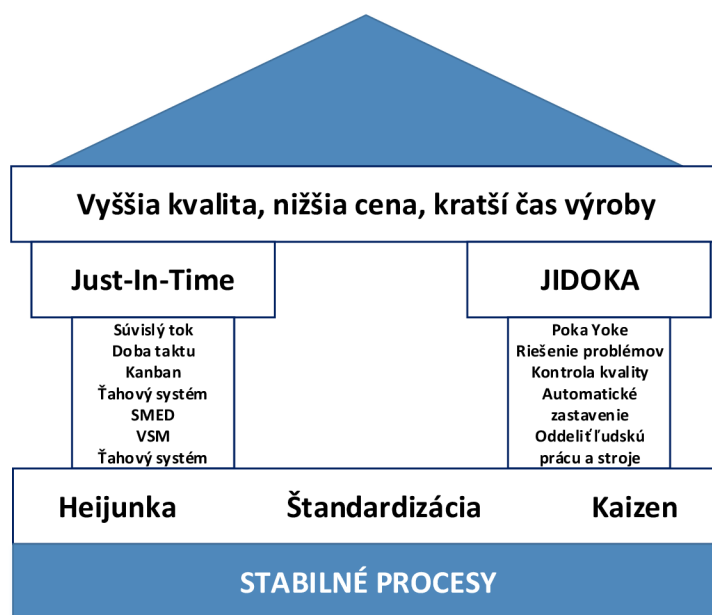
1.4.3 Nevyváženosť (MURA)

Posledné – tretie M sa nazýva *MURA*. Jedná sa o nerovnomernosť v operáciách. Je výsledkom predchádzajúcich dvoch M. Vzniká pri nepravidelnom pláne produkcie alebo kolísaní objemov výroby kvôli interným problémom ako sú prestoje či chýbajúci materiál alebo určitej sezónnosti či nepravidelnosti objednávok od zákazníkov. Nerovnomernosť znamená, že bude potrebné mať k dispozícii dostatok materiálu, strojov aj pracovníkov pre zabezpečenie produkcie najvyšších možných objemov, napriek tomu, že dopyt bude podstatne nižší. Pre elimináciu MURA je vhodné zapracovať metódu *heijunka* (rozplánovanie výroby a jej skladby na nejaké časové obdobie, kap. 2.4) [8].

2 OPTIMALIZÁCIA PROCESOV A TOKOV

Snaha o štihlosť je teda zameraná na odstránenie takých činností, ktoré zákazníkovi nepridávajú hodnotu – MUDA a zároveň na zvyšovanie produktivity a kvality. S tým, samozrejme, súvisia v predchádzajúcej časti prezentované preťažovanie (*MURI*) a nerovnomernosť (*MURA*). Pri aplikácii štihlej výroby a logistiky je preto nesmierne dôležité uvedomiť si a hlavne dodržiavať nasledujúce princípy *lean*:

- Porozumieť definícii hodnoty z pohľadu zákazníka – dôležité je to, čo považuje za hodnotu zákazník.
- Analyzovať tok hodnôt – správne definovať hodnotové toky. Je potrebné určiť, ktoré kroky hodnotu prinášajú a tie, ktoré hodnotu nie.
- Zaviesť plynulý tok materiálu – vyrábať bez zbytočných medziskladov.
- Aplikovať ťahový systém – aby podniky nevyrábali na sklad, ale ich produkcia bola závislá na objednávkach.
- Dokonalosť – po aplikácii predošlých krokov sú hľadané možnosti, ako priviesť proces k dokonalosti [5].



Obr. 3: Dom TPS podľa [12].

K naplneniu hore uvedených princípov *lean* slúži množstvo nástrojov. Na obr. 3 je uvedený tzv. dom TPS, ktorý symbolizuje hierarchiu a akési rozčlenenie nástrojov štihlej výroby. V kapitole 2.1 bolo spomenuté, že základnými piliermi TPS alebo teda princípu štihlej výroby, sú *Just-In-Time* a *JIDOKA*. Pre čo najvyšší efekt zo zavedenia štihleho prístupu do podniku, je potrebné začať zavádzať tieto princípy od základov. Ako prvý krok je teda potrebné nastaviť procesy tak, aby boli z pohľadu predchádzania chybám stabilné. Stabilita procesov teda znamená, že sa na ne dá spoľahnúť.

2.1 Štandardizácia a vizuálny manažment

Pokiaľ chce vedenie v rámci efektivity podnik niekam posunúť, úplne prvým krokom by malo byť štandardizovanie procesov. Pre štíhlu výrobu majú štandardy priam esenciálny charakter. V prvom rade stabilizujú pracovný postup, čím zabezpečujú opakovateľnosť. Aby to nedopadlo podľa hesla „Keď dvaja robia to isté - nie je to to isté,“ musí byť jednoznačne zadefinovaný požadovaný výsledok. A to tak, že nezáleží na tom, kto danú činnosť vykonal, a pri tom bola vykonaná v požadovanej kvalite. Tým pádom dochádza k definícii objektívneho cieľa a nie takého, ako si predstavujú jednotliví zamestnanci. Dôsledkom štandardizácie je aj zvýšenie produktivity a kvality. Príkladom štandardov sú rôzne smernice či inštrukcie.

So štandardizáciou ide ruka v ruke vizualizácia. Štandard má totiž v ideálnom prípade vizuálnu formu. Podľa kapitoly 1 sú informácie základným výrobným faktorom. A až 83 % informácií človek prijíma očami. Preto sa vo firmách hojne využíva zdieľanie informácií prostredníctvom vizuálnych techník. K vizuálnym technikám patrí: farebné kódovanie, obrázky, karty, čiary, nástenky apod.. Vizuálny manažment sa dá popísať ako súhrn grafických nástrojov, ktoré pomáhajú sprehľadniť celý proces tak, aby bol čo najjednoduchší na pochopenie. Takýto spôsob umožňuje zobrazovať to, čo je najdôležitejšie [9]. Jedná sa snáď o najefektívnejšiu metódu komunikácie, pri ktorej sa informácie predávajú jasne a zreteľne. Odpadá nutnosť informácie prenášať medzi pracovníkmi, ale tieto informácie sú dostupné všade tam, kde to je potrebné.

Vždy je totiž pre pracovníkov jednoduchšie sa riadiť podľa obrázka, než si prečítať smernicu alebo podobný dokument. Príkladom môže byť *layout* pracoviska, ktorý jasne dokumentuje želaný stav rozmiestnenia nábytku, strojov, ciest. Vizualizáciu je možné využívať samú o sebe alebo pri zavedení štíhlej výroby na vyššej úrovni je aj súčasťou 5S, Kanban alebo VSM, ktoré budú bližšie popísané v ďalších podkapitolách.

Dôvody zavedenia vizualizácie môžu byť rôzne, dajú sa však rozdeliť do niekoľkých hlavných bodov: upozornenie na abnormality, zjednodušovanie procesov, zabránenie vzniku chýb, zlepšenie komunikácie alebo riadenie podľa cieľov [16].

2.2 5S ako metóda a program zvyšovania produktivity

Ďalším krokom býva zavedenie 5S. Dá sa povedať, že 5S je istou formou štandardov. Jedná sa o základné činnosti nevyžadujúce žiadne veľké manažérske schopnosti, ktoré sú postavené čisto len na „zdravom sedliackom rozume.“ Dokážu tvoriť veľké výsledky za nulové, možno minimálne náklady. Cieľom 5S je vytvoriť pracovisko, na ktorom je dokonale efektívna produktivita [12]. Názov pochádza z japonských slov:

Seiri (Vytriediť)

Všetky veci na pracovisku sa dajú rozdeliť do 3 kategórií: nepotrebné, potrebné a potrebné občas. Nepotrebné veci (*MUDA* zásob) bývajú označené červenými štítkami a pokiaľ pracovník nepreukáže ich súvis s výkonom svojej činnosti, tieto sú úplne odstránené. Občas potrebné veci sa presunú na iné miesto (vzdialený sklad apod.) a potrebné veci zostávajú na dosah priamo na pracovisku. Dôsledkom prvého „S“ je menej vecí na pracovisku, úspora hľadania a všeobecný prehľad o tom, čo sa kde nachádza [10].

Seiton (Usporiadať a stanoviť umiestnenie)

Druhý krok hovorí o tom, že veci, ktoré zostali, sa usporiadajú tak, aby boli po ruke a nebolo potrebné ich hľadať. Každá položka dostane miesto, kam sa bude odkladať. Toto miesto môže byť vyznačené na zemi čiarami alebo na stene siluetou. O tejto polohe diskutujú ideálne všetci pracovníci. *Seiton* môže byť taktiež napríklad indikátorom nadvýroby, kedy sa počet nedokončených výrobkov nezmesť do čiar pre ne určených [9].

Seiso (Zaistiť čistenie a udržiavanie).

Čistota na pracovisku umožňuje ľahšie identifikovať poruchy. Poučka „*Seiso znamená kontrolu*“ vznikla práve na základe tejto skúsenosti. Na čistých prístrojoch je ľahšie si všimnúť únik oleja alebo trčiace káble. Navyše, v čistom prostredí sa lepšie pracuje a za čistotu pracoviska si väčšinou zamestnanci zodpovedajú sami [10].

Seiketsu (Štandardizovať)

Seiketsu má 2 významy. Prvý z nich je dodržiavať osobnú čistotu v tom zmysle, že zamestnanec má na sebe čistý a vhodný odev, okuliare, prípadne iné pracovné pomôcky a udržiava svoje pracovisko v čistote. Druhý význam hovorí o tom, aby sa navrhli štandardy pre pokračovanie predošlých troch krokov. 5S totiž nie je jednorazová akcia, ale vyžaduje určitú kontinuitu. Na tvorbe štandardov by sa mali podieľať pracovníci na daných stanovištiach, inak hrozia problémy. Štandardy sú zrozumiteľné a názorné prostriedky na dodržiavanie 5S. Najlepšie je, pokiaľ sa jedná o fotku alebo iný vizuálny prostriedok s popisom požadovaného stavu tak, ako bolo je uvedené v podkapitole 2.1 [9].

Shitsuke (Udržiavať)

Posledný bod značí sebadisciplínu. Dôležitá je kontrola a pravidelné audity pracovísk. 5S nie je niečo, čo sa zavedie a už bude naveky fungovať. Je potrebné tento stav neustále udržiavať a zveľaďovať. Vedenia mnohých firiem usporadúvajú súťaže o najlepšie a najhoršie pracovisko podľa 5S. Víťazi bývajú spravidla odmenení. Dôležitá je taktiež osвета v prijímaní tejto filozofie zamestnancami, pretože ľudia vo všeobecnosti nemajú radi zmeny a sú voči nim skeptickí. Pracovníci preto musia túto filozofiu prijať za svoju a uvedomiť si, že v takomto prostredí sa im bude pracovať lepšie [9].

Medzi prínosy 5S sa radí aj zlepšenie pracovnej morálky a motivácie zamestnancov. Taktiež môže 5S stáť za znížením pracovných úrazov. 5S možno označiť za program zlepšovania podnikovej produktivity. Z neho vyňaté vizualizácia a štandardizácia však môžu v podnikoch a organizáciách fungovať aj samostatne, bez nutnosti zavedenia celého 5S. Samé o sebe síce nebudú mať taký silný pozitívny dopad, určite je to ale krok k lepšiemu.

2.3 Kaizen a neustále zlepšovanie

Odstraňovanie nežiaducich javov z vykonávaných procesov nenastáva zo dňa na deň. Pokiaľ sa chce manažment podniku skutočne vydať cestou trvalého a kontinuálneho zlepšovania vo všetkých oblastiach a nie len aplikovať jednotlivé nástroje, príjme

niektorý/niektoré z programov zlepšovania procesov ako Six Sigma, Lean Six Sigma, 5S, TQM alebo napríklad program nulového počtu chýb. Dá sa povedať, že všetky tieto programy uznávajú filozofiu *kaizen*: *Kai* – zmeniť a *Zen* - lepší. Voľne môžeme slovo *kaizen* preložiť ako „zmena k lepšiemu.“ Základné prvky *kaizen*u tvoria 5S (dobré hospodárenie) spolu so štandardizáciou a odstraňovaním MUDA. Je to filozofia neustáleho zlepšovania procesov, činností, ľudí a ich spolupráce v podniku. Ak sa firma k tejto filozofii hlási, tak je do nej zapojený každý jeden zamestnanec. Od montážnika až po manažerov. V tomto sa od klasického manažmentu líši, pretože ten hlása, že v podniku sú 2 skupiny ľudí – tí, ktorí premýšľajú a tí, ktorí pracujú. A tí, ktorí pracujú, by nemali premýšľať o ničom inom než práci.

Pôvod *kaizen*u siaha na začiatok 50-tych rokov minulého storočia. Ako mnohé ďalšie princípy efektívnej a kvalitnej výroby tiež vznikol v spoločnosti Toyota. Stal sa jedným zo základov úspechu nie len Toyoty, ale celého japonského priemyslu. Základom tohto systému je neustála nespokojnosť a sústavné hľadanie príležitostí k odstraňovaniu plytvania. Problémy vidí ako príležitosti. *Kaizen* sa snaží vylepšovať po malých krôčikoch, deň za dňom [9].

Ale *kaizen* má hlbší zmysel. Stojí totiž, okrem iných, aj na dvoch hodnotových pilieroch – rešpektu k ľuďom a neustálom zlepšovaní procesov. Manažéri spoločnosti Toyota hovoria: „My nevytvárame autá, vytvárame ľudí. Ľudia k nám nechodia vyrábať autá, ale premýšľať, ako vyrábať autá čo najlepšie.“ Množstvo firiem, ktoré sa snažili implementovať *kaizen* do svojich procesov, nedosiahlo požadované výsledky. A to preto, že použili len technické nástroje a nevybudovali kultúru neustáleho zlepšovania. Nepodarilo sa im rozšíriť princípy *lean* na celopodnikový plynulý tok, a tak často vznikajú nezhody [10].

Kaizen má množstvo podôb – od individuálneho zlepšovania cez workshopy až po zlepšovanie projektové. Funguje na 2 úrovniach. *Kaizen* toku a procesný *kaizen*. Pre túto prácu je dôležitejší *kaizen* toku [9].

2.3.1 Demingov cyklus

Pri zavádzaní štandardov sa manažéri v rámci *kaizen* riadia cyklom SDCA – štandardizuj, vykonaj, skontroluj, uskutočni. Pri neustálom zlepšovaní nič neplatí naveky. Aj štandardy (inštrukcie, smernice) je potrebné prekontrolovať a modifikovať, pretože podmienky sú premenné a existuje potreba sa prispôbovať novým skutočnostiam. V prípade nekvality a odchýlok alebo aj len vplyvom postupom času, prichádza na rad úprava štandardov klasickým Demingovým cyklom (PDCA).

Demingov cyklus je nie len stavebným kameňom *kaizen*u, ale využiteľný je vo viacerých oblastiach. Taktiež je základom pre mnohé sofistikovanejšie *problem solving* metódy – pilier JIDOKA, ktorý je bližšie popísaný v podkapitole 2.6. Známy je aj pod skratkou PDCA podľa jeho 4 základných bodov [10]:

- Plan (Plánuj, Zbieraj dáta, Navrhni opatrenia).
- Do (Vykonaj).
- Check (Skontroluj).
- Act (Štandardizuj).

Napriek tomu, že Demingov cyklus je v prvom rade nástrojom kvality, slúži aj na kontrolu kvality a neustále zlepšovanie procesov a produktov. Taktiež je základom pre systém kvality podľa ISO9000 alebo sofistikovanejšej metodológie DMAIC (Definuj, Meraj, Analyzuj, Zlepši, Reguluj), ktorá je vlastne rozšíreným 5-krokovým PDCA cyklom používaným v programe Six Sigma [10].

Prijatie filozofie *kaizen* za svoju je významný krok k zmene firemnej kultúry k lepšiemu a naštartovaniu zlepšovacieho procesu. Sám o sebe nemá záber na všetky oblasti, v ktorých je možné sa zlepšovať. Preto existuje široká škála viac či menej špecifických nástrojov štíhlej výroby. Tie spolu často súvisia a sú previazané spoločnými myšlienkami a sledovanými cieľmi. Spolu potom (pri kvalitnej aplikácii) dokážu efektívne bojovať proti plytvaniu, nerovnomernosti a preťaženiu (3M) a dosahovať zásadných zlepšení.

2.4 Heijunka a znižovanie nerovnomernosti

V zákazkovej výrobe, ktorá sa snaží produkovať ťahovým systémom, dochádza počas fiškálneho roku ku kolísaniu zákaziek. V jednom období sa nestíha a sú potrebné nadčasy – preťažujú sa ľudia aj stroje. V inej fáze roka, kedy počet objednávok výrazne poklesne, nie je na čom pracovať a v horšom prípade to končí nútenými dovolenkami alebo dokonca prepúšťaním. Objednávky od zákazníkov prichádzajú nepredvídateľne, no aj tak je možné, sa do určitej miery, na ne pripraviť. Reakciou na takéto MURA aj MURI (kap. 1.4.2) je *heijunka*. Ako aj iné princípy *lean*, taktiež ona má svoje korene v spoločnosti Toyota [12].

Heijunka teda rieši MURI v čase nadmerného počtu zákaziek. Takýto problém môže nastať aj pri zavedení ťahového systému. *Heijunka* neberie do úvahy len súčasný dopyt, ale pozerá sa na potrebu produktov z daného časového hľadiska – napr. týždeň, mesiac, štvrťrok. Jej zámerom však nie je len rozvrhnutie množstva vyrobených produktov, ale aj rozvrhnutie výrobného mixu. To znamená, že 3 objednávky na produkt A a 3 objednávky na produkt B sa nevyrobia v poradí AAABBB, ale ich množstvo bude čo najviac vyrovnané – ABABAB. To je zase eliminácia MURA.

V niektorých zdrojoch sa dokonca uvádza *heijunka* ako súčasť JIT. Možno aj vďaka tomu, že výrazne napomáha skráteniu *lead time-u* pre produkt takého typu (napr. C), ktorý by prišiel na rad až na konci výrobného reťazca (AAABBBC) a hlavne použitím *heijunky* dokáže podnik pružnejšie reagovať na potreby zákazníkov. Podľa [12] patrí ešte k základom. Ďalšou výhodou je, že pokiaľ pri klasickom rozložení postupnosti výroby dôjde k chybe, chybná býva kompletná séria. Tú bude potrebné následne celú prerábať. Pri využití *heijunky* bude chybný len jeden kus/niekoľko málo kusov. Pri rozložení výroby na malé dávky nie je potrebné držať na sklade toľko materiálu a znižuje sa aj množstvo rozpracovanej výroby.

Zmena z výroby produktu A na výrobu produktu B so sebou môže niesť pretypovanie prístrojov, či nástrojov na iný typ. To by podľa všetkého prinieslo zdržanie v celkovej produkcii v porovnaní so situáciou, kedy sa vyrába v poradí AAABBB. K tomu slúži metóda SMED.

2.4.1 Skracovanie doby pretypovania (SMED)

SMED (Single Minute Exchange of Dies) je systematický proces vytvorený pre minimalizáciu prestojov pri pretypovaní zariadení z výroby jedného produktu na druhý. Môže sa jednať napríklad o pretypovanie obrábacieho stroja alebo výmenu formy v lise.

Na začiatku sa vykoná analýza pretypovania, a to priamo na pracovisku. Výrazné skrátenie pretypovania sa dosahuje postupným eliminovaním plytvania, zmenou organizácie, štandardizáciou, tréningom obsluhy, ale niekedy aj úpravami stroja. Uplatnenie má hlavne tam, kde je samotné pretypovanie tak zdĺhavé, že sa stáva úzkym miestom výroby [15].

Ako bolo spomenuté v podkapitole 2.4, výhodnejšie sú malé výrobné dávky. Pokiaľ ale chce podnik vyrábať malé dávky efektívne, musí zvládnuť pretypovanie stroja za čo najkratší čas. Na redukcii času pretypovania sa používa takýto postup:

- Oddeliť činnosti, ktoré musia byť vykonávané pri zapnutom zariadení (interné) a činnosti, ktoré je možné vykonávať aj pri vypnutom zariadení.
- Redukcia interného času tak, že sa viac činností vykonáva externe – pripraviť sa na pretypovanie dopredu.
- Ďalšie zlepšovanie – hlavne organizáciou pracoviska [14].

2.5 Just-In-Time

Hlavnou myšlienkou Just-In-Time (JIT, Práve včas) je docieľiť plynulého toku výroby bez zbytočných čakaní a prestojov. Úloha piliera JIT (obr. 2) je organizovať logistické toky tak, aby boli čo najviac minimalizované dopravné a skladovacie náklady. Výsledkom je to, že zákazník dostane to, čo potrebuje, kedy to potrebuje, kam to potrebuje a koľko toho potrebuje. Nemusí sa jednať len o typického platiaceho zákazníka, zákazníkom môže byť aj ďalší proces. Toto je možné dosiahnuť vďaka ťahovému systému (*pull výroba, pull flow*). JIT je prístup, kedy sú jednotlivé dodávky materiálu do výroby naplánované spôsobom, kedy sú k dispozícii presne v požadovanom momente. Takýto prístup si vyžaduje značné logistické zásahy, no prínosy v znižovaní skladových a dopravných nákladov bývajú významné [9]. Na to využíva viaceré princípy a techniky. Základom je porozumieť rozdielu medzi tlakovým a ťahovým systémom.

Tlakový systém (Push system)

Podľa princípu *push* sa materiál na jednotlivé pracoviská dodáva podľa rozpisu a nie podľa aktuálnej potreby. Materiál a rozpracovaná výroba je takto nútené výrobnými kapacitami a nie skutočnými objednávkami, čoho dôsledkom môže byť hromadenie materiálu na pracovisku a v jeho okolí. V tomto prípade sa zásoby tvoria všade [17].

Ťahový systém (Pull system)

Jedná sa o akýsi protipól k tlakovému systému. Pri ťahovom systéme sa požiadavky na výrobu tvoria od konca výrobného toku na jeho začiatok. Predchádzajúci proces vyrába len toľko, koľko požaduje proces nasledujúci. Takto možno regulovať zásoby na pracoviskách, množstvo rozpracovanej výroby, ktorá je jedným z najvýznamnejších

problémov vo výrobných spoločnostiach [9]. Tento systém funguje napríklad s predajniach McDonald's – zákazník dostáva len to, za čo si vopred zaplatí.

2.6 Kanban ako nástroj ťahového systému

S ťahovým systémom súvisí ďalšia metóda štíhlej výroby – *kanban*. *Kanban* v preklade znamená karta, štítok. Jedná sa o vizualizačný nástroj, ktorý figuruje vo výrobnologistickom reťazci ako nosič informácií o tom, že je potrebné doplniť zásoby presne podľa potrieb. Funguje tak vlastne ako objednávka. Môže to byť napríklad objednávka určitého typu materiálu, výroby určitého produktu alebo odoslania tovaru k zákazníkovi. Nemusí sa však jednáť len o kartu – *kanbanom* môže byť aj svetlo, ktoré sa rozsvieti, keď dochádza materiál alebo prepravka (systém dvoch bední), kedy sa prázdna z totožných prepraviek umiestni na *kanban* regál ako znak dochádzajúceho materiálu. Zodpovedný pracovník následne tieto pozbiera, doplní a vráti na pracovisko. *Kanban* karty cirkulujú spoločne s materiálom a ich pridávaním či odoberaním je možné jednoducho prispôbovať výrobný proces aktuálnym požiadavkám. Navyše, to všetko v snahe o plynulý tok materiálu [18].

Vďaka *kanbanu* je možné znižovať výrobné dávky, čo má súvis s *heijunkou*. Nič sa nedeje bez signálu, a tak sa zamedzuje vzniku nepotrebných zásob, čím sa aj znižujú požiadavky na sklad, a to vedie k úsporám. V oblasti informačných tokov je ďalším benefitom jednoduchšie plánovanie – jeden proces so sebou spustí aj všetky predošlé. U materiálových tokov je to zas riadenie pohybu materiálu v určitých medziach. Keď napríklad dochádza určitý druh materiálu, štítok z krabičky sa umiestni na *kanban* stojan, odkiaľ si zodpovedný pracovník pri pravidelnej obchádzke tieto štítky pozbiera a požadovaný materiál doplní [18]. *Kanban* ako nástroj nemusí byť vhodný pre všetky typy produktov a podnikov. Na zistenie, či sa *kanban* hodí, ale aj pre iné účely tvorby plynulého toku, slúži mapovanie hodnotového toku.

2.7 Mapovanie hodnotového toku (Value Stream Mapping)

Mapovanie hodnotového toku (*Value Stream Mapping*, *VSM*, často krát nazývané aj *Value Stream Analysis*) je jeden z najsilnejších analytických nástrojov patriacich do rodiny *lean*, ktorý umožňuje nachádzať bariéry plynulého toku. Slúži na grafické zobrazenie toku hodnoty a pomáha odhaľovať plytvania [20]. Pod tokom hodnoty je možné si predstaviť všetko to, čo sa deje s výrobkom od prijatia zákaznickej objednávky až po finálnu expedíciu. Je to jedna zo základných techník štíhlej výroby, ktorá sa používa na zmapovanie toku hodnôt v nie len výrobných, ale aj administratívnych procesoch. *VSM* sa osvedčilo podľa [20] dokonca aj v zdravotníctve pri poskytovaní zdravotnej starostlivosti pacientom. Tok hodnoty môže byť finančný, materiálový, informačný, prípadne iný. Vďaka tejto technike je možné lepšie pochopenie celého toku výrobných procesov skrz celou organizáciou v nadväznosti na systém riadenia, plánovania, či požiadavky zákazníka.

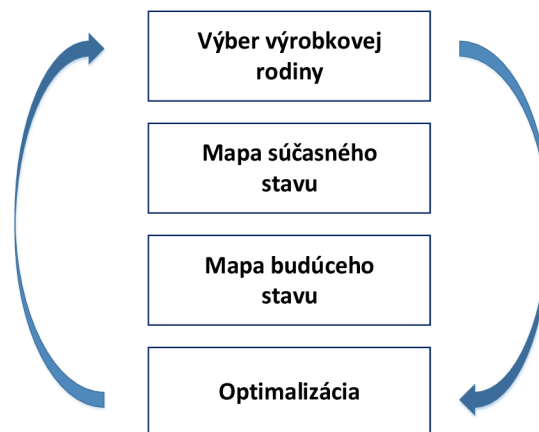
Mapovanie toku hodnôt je vhodné použiť:

- Pri výrobku, ktorého sa plánuje výroba alebo nejaké zmeny.
- Pri návrhu nových výrobných procesov.
- Pri novom spôsobe rozvrhovania výroby [21].

VSM je však možné použiť aj len ako analýzu súčasného stavu bez nutnosti plánovania zmien. Takto sa dajú nájsť skryté rezervy, ktoré všade sú, ale nikto o nich nevie. Sleduje sa celý proces a všetky kroky materiálového a informačného toku sú zakresľované do mapy. Unikátnosť VSM spočíva, okrem iného, aj v tom, že z mapy hodnotového toku sú zrejmé aj väzby medzi jednotlivými tokmi.

Mapovanie hodnotového toku pomáha vizualizovať tok procesov. Všetko, čo sa počas výroby deje, je na mape zakreslené. Na oboznámenie zamestnancov s VSM sa organizujú v podnikoch prednášky a školenia. Po takomto tréningu by mal byť každý jeden zainteresovaný zamestnanec schopný s mapou narábať a čítať ju. Koniec koncov – nejedná sa o nič zložité a ako bolo uvedené v kapitole 2.1, vizuálna forma predávania informácií eliminuje chyby spôsobené interpretáciou. Každému je z mapy jasné, ako proces prebieha, a teda môže sa zapojiť do diskusie o výsledkoch mapovania. Na základe mapy hodnotového toku je omnoho jednoduchšie nachádzať a presne definovať zdroje plytvania. Nech už sa jedná o ktorýkoľvek typ MUDA, mapa ho dokáže usvedčiť. Samotné odstraňovanie plytvania už ale nastáva použitím ďalších nástrojov štíhlej výroby, VSM môže byť napríklad spúšťačom zavedenia *kanbanu*. Na základe zistených skutočností je omnoho jednoduchšie tvoriť plynulý tok s využitím ťahového systému v rámci filozofie *Just-In-Time* [19].

Keďže sa u VSM jedná o metodiku, má určitý vopred stanovený postup. Vďaka tomu sa eliminuje riziko toho, že sa na niečo zabudne. Pred samotným mapovaním je žiaduce zvoliť jedného človeka, ktorý bude proces mapovania viesť a bude zaň zodpovedný. *Value stream manager* so svojim tímom zloženým z vlastníkov jednotlivých procesov musí uvažovať nie len materiálový, ale aj informačný tok. Mapovanie hodnotového toku sa podľa obr.4 skladá zo 4 základných krokov, ktoré budú priblížené v nasledujúcich podkapitolách [19].



Obr. 4: Postup VSM.

Je potrebné podotknúť, že tvorba súčasných a budúcich máp by nemala byť len jednorazová akcia, ale má to byť sústavný proces. Vo výrobe sa neustále niečo mení, a preto je potrebné tieto mapy aktualizovať. VSM je cyklus. Po realizácii nápravných opatrení je žiaduce vykonať nové mapovanie a zistiť, do akej miery sa podarilo mapu budúceho stavu pretransformovať do mapy súčasného stavu. VSM je taktiež projekt. Časová náročnosť od rozhodnutia o tom, že sa začne mapovanie až po dokončenie a zhodnotenie môže trvať niekoľko mesiacov a vtiahnuť do seba desiatky ľudí,

v závislosti od produktu a sektoru podnikania. Je preto potrebné mať zadané odkedy dokedy sa bude mapovať, kto bude zúčastnený a aké metriky budú sledované [20].

2.7.1 Ukazovatele pre hodnotenie procesov

Pred samotným mapovaním sa však treba zoznámiť s ukazovateľmi, vďaka ktorým bude možné objektívne hodnotiť zmeny. Aby bolo možné merať výrobu a jej zmeny, vzniklo vo filozofii *lean* množstvo ukazovateľov. Vďaka nim je možné vyčísliť prínosy po zavedení jednotlivých opatrení. V tejto podkapitole sú uvedené tie najdôležitejšie z nich a také, ktoré majú priamy súvis s VSM.

Takt time

Letecký priemysel v Nemecku v 30-tych rokoch 20. storočia prevzal myšlienku doby taktu (*Takt Time*) z hudby ako prostriedok zladenia montáže so zásobovaním lietadlovými trupmi. Jedná sa o akýsi metronóm, vďaka ktorému je možné zladiť priebeh výroby s dopytom. Udáva rýchlosť, akou sa majú vyrábať jednotlivé súčasti tak, aby sa splnila objednávka v požadovanom čase. Jej účelom je zladiť produkciu s dopytom. To všetko, samozrejme, v rámci plynulého toku. Jedná sa o jeden z najdôležitejších ukazovateľov, čo sa týka piliera JIT [23]. Počíta sa ako podiel dostupného času a požadovaného množstva. Pokiaľ sa bude vyrábať rýchlejšie než je požadované, vzniknú skladové zásoby (MUDA) a pokiaľ sa bude vyrábať pomalšie, nestihne sa vyrobiť koľko je potrebné [24].

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Dostupný výrobný čas}}{\text{Požadované množstvo produktov}} \text{ [s]} \quad (1)$$

Cycle time

Hodnota času, ktorý potrebuje každý operátor alebo stroj na dokončenie svojho úkonu/úkonov, je doba cyklu (*Cycle Time, CT*). Keďže celkový výstup z výrobných linkách závisí od najpomalšej operácie, je pri výrobných linkách dôležité, aby boli jednotlivé časy rozložené rovnomerne – ideálne rovnako. Vďaka tomuto vybalansovaniu cyklových časov, je výsledkom plynulý výrobný tok, kde nevznikajú medzioperačné zásoby a čakanie je minimálne [19].

Doba taktu je ale len teoretická hodnota. Reálne je proces spomaľovaný neefektívnosťou a plytvaním, ktoré nikdy nie je možné na 100 % odstrániť. V štitovej výrobe je preto potrebné, aby bola doba cyklu menšia než doba taktu [24].

Lead time

Doba od objednávky po dodanie (*Lead Time*) je ukazovateľ, ktorý zaujíma najmä zákazníka. Je to celkový čas, za aký zákazník od vyslovenia svojej potreby (objednávky) túto potrebu naplní (dostane produkt). Definuje ho kritická cesta.

$$\text{Lead time} = \text{CT} \times \text{WIP} \times \text{počet operácií} + \text{prestoje} \quad (2)$$

Prestoje medzi jednotlivými operáciami (*Queue Time*) spôsobené čakaním alebo transportom sú často najväčší prispievateľ do *Lead Time-u*. Zároveň predstavujú najjednoduchšiu príležitosť pre zrýchlenie výroby [19].

VA index

VA index je ukazovateľ, ktorý hodne napovie o plynulosti toku vo výrobnom procese. Udáva pomer medzi časom, ktorý pridáva hodnotu a celkovým časom potrebným na produkciu od prijatia objednávky až po expedíciu (*Lead Time*) [25].

$$VAindex = \frac{\text{Value added time}}{\text{Total lead time}} \quad (3)$$

Konzultantská firma Delta Partners (obr. 5), na základe svojich skúseností, vyjadřila výšku úspor oproti bežnej „chaotickej“ výrobe bez jasne zadefinovaných procesov, zodpovednosti apod..

Pomer činností prídávajúcich (VA) a neprídávajúcich hodnotu (NVA)		
NVA – 75 %	VA – 25 %	Bežná organizácia
NVA – 65 %	VA – 35 %	Úspory cca 10 % vďaka riadeniu procesov
NVA – 55 %	VA – 45 %	Plne zavedené procesné riadenie - šetrenie cca 20 %
NVA < 45 %	VA > 55 %	Svetová trieda > 30 %-né šetrenie

Obr. 5: Rozdelenie spoločností podľa pomeru VA a NVA [26].

Rozpracovaná výroba (*WIP, Work In Progress / Process*)

Ukazovateľ WIP označuje tovar, ktorý je v procese výroby. Už to nie je materiál zo skladu, ale ešte nie je ani hotovým výrobkom. Je to položka čakajúca na ďalšie spracovanie či dokončenie. Zároveň je to dôkaz, ktorý jednoznačne poukazuje na to, že sa nevyrába plynulým tokom. Štíhla výroba má za cieľ WIP čo najviac minimalizovať, ideálne úplne vylúčiť z výrobného procesu. Nedokončené výrobky totižto zaberajú priestor a môžu vznikáť fronty. Priestor je vo výrobe braný ako kapitál. Takto zabraný kapitál potom nie je k dispozícii pre investície a vzniká riziko predĺženia dátumu expedície. WIP sa udáva väčšinou v minútach a je typická pre tlakový systém [27].

Počet operátorov

Ďalším ukazovateľom je množstvo pracovníkov potrebných na výkon daného procesu. Toto číslo sa udáva do *process boxu* (obr. 5), prípadne môže byť aj pod ním v tabuľke ukazovateľov (*databox*). Počet operátorov závisí na dopyte a od taktového času. V prípade potreby sa dá vypočítať ako podiel Lead Time a doby taktu [24] :

$$\text{Počet operátorov} = \frac{\text{Lead Time}}{\text{Takt Time}} \quad (5)$$

Pokiaľ má proces prídelený čas napríklad 8 hodín a pracujú na ňom 2 operátori – celkový VA čas bude stále 8 hodiny. Zároveň na časovej ose zmeny, bude pri 8-hodinovej zmene hodnota len 0,5 zmeny, pretože každý operátor vykonával danú činnosť 4 hodiny [19].

Čas pretypovania (Changeover time, C/O)

Tento ukazovateľ hovorí o tom, koľko času zaberie premena stroja na výrobu iného produktu. Môže trvať od sekúnd až po desiatky minút. V rámci čo najplynulejšieho toku je dôležité využívať myšlienky *heijunka* aj SMED. Zvyčajne sa skladá z troch fáz [28]:

Clean-up - zahŕňa odstránenie predchádzajúcich produktov, materiálov a komponentov zo stroja. To môže byť napríklad od zmeny štítka z angličtiny do španielčiny až po veľké zásahy, ktoré vyžadujú kompletnú demontáž zariadení, čistenie, v prípade farmaceutických výrobkov aj sterilizáciu.

Set-up - je proces konverzie zariadenia. To môže byť dosiahnuté pomocou úpravy zariadenia, ktoré korešponduje s iným produktom alebo výmenou dielov. Typicky sa bude jednať o kombináciu oboch.

Start-up - je čas strávený doladením zariadenia potom, čo bolo reštartované. Charakteristickými príznakmi sú časté zastavenia, častý výskyt zmetkov a ďalšie problémy [28].

Využitie zariadenia (uptime)

Využitie zariadenia je pomer doby, kedy zariadenie je pripravené plniť svoju funkciu (väčšinou v minútach) a doby, počas ktorej ju skutočne plnilo. Udáva sa v percentách. Hovorí o tom, do akej miery je možné zariadenie využívať [29].

EPEI (*Every Part Every Interval*)

Veľkosť dávky (*Production batch size*) hovorí o tom, po akej dobe dochádza k zmene vyrábaného produktu. Podľa definície je to čas, za ktorý sa vyrobí každý druh vo výrobkovej rodine, a to vrátane časov potrebných na pretypovanie. Napríklad pokiaľ sa bežne vyrába variant pre ľavákov len každý 3 deň a zvyšok výroby je určený pre pravákov, bude v takomto prípade $EPEI = 3$ dni. S výrobnou dávkou je úzko spätý počet variácií, ktorý dokáže určovať veľkosť EPEI. Pre pripomenutie – podľa *heijunka* je najlepšie vyrábať v čo najmenších dávkach [30].

Počet variácií výrobku

Dôležité je taktiež si uvedomiť, koľko rôznych variant či modifikácií sa produkuje. Typickým príkladom použitým už aj pred tým môže byť pravo- a ľavostranné riadenie. Počet variácií výrobku súvisí hlavne s časom pretypovania, aby bolo možné brať do úvahy čas potrebný na pretypovanie stroja a taktiež aj s EPEI [19].

Scrap rate

Scrap rate je pomer zle dokončených výrobkov, zostáv alebo materiálov, ktoré nemožno opraviť ani obnoviť. Preto sú tieto produkty odsúdené na likvidáciu. Udáva sa v percentách. Môže mať súvis práve s veľkými dávkami, kedy pri nesprávnom nastavení stroja, prípadne inej chybe, dôjde k výrobe nevyhovujúcich výrobkov. Následné dorábanie je potom plytvaním [19].

Veľkosť balenia na expedíciu

Zákazník k objednávke bežne prikladá aj požiadavku, v akých veľkých baleniach chce, aby boli produkty balené. Napríklad: 30 krabíc na paletu, 10 palet týždenne. Výrobca

potom túto požiadavku dodržiava a následne expeduje v dohodnutých dávkach [19]. V tomto prípade hrá úlohu ukladanie výrobkov tak, aby sa šetrilo miesto.

Dostupný pracovný čas

Proces výroby môžu ovplyvniť rôzne nečakané situácie. Najideálnejšie je, pokiaľ sú procesy štandardizované tak kvalitne, že norma je rovná času potrebnému na výkon operácie. Na základe štandardov je preto nevyhnutné poznať čas potrebný na vykonanie operácií a zároveň čas dostupný počas každej zmeny. Dostupný čas sa väčšinou berie ako dĺžka jednej zmeny očistená od prestávok. Môže sa stať, že dostupný čas je vyšší ako potrebný čas na produkciu. V takom prípade sa zvyšný čas môže využiť na pretypovanie (typicky 10 % z dostupného času) alebo na iných pracoviskách. Čím je pretypovanie kratšie, tým viac sa môžu znižovať výrobné dávky [19].

Počet zmien

Do procesu výroby vstupuje aj počet zmien. Stáva sa, že jedna zmena výrobkov načne a druhá zmena ho dokončí. Toto nie je ideálne, pretože človek na ďalšej zmene musí zisťovať, čo je a čo nie je hotové. Tak dochádza k zdržaniu a naťahuje sa NVA time. Najviac sa ale tento ukazovateľ uplatňuje pravdepodobne u pásovej výroby a pri kratších cyklových časoch, kedy pracovník za zmenu vyrobí požadovaný počet kusov. Počet zmien znásobuje dostupný pracovný čas počas dňa.

2.7.2 Výber výrobkovej rodiny

Na počiatku sa zisťuje, aký postup výroby majú a s akými nástrojmi sa spracovávajú jednotlivé produkty. Tie, ktoré sa zhodujú vo väčšine krokov, nazývame výrobkovou rodinou. V prípade, že podnik má širšie portfólio produktov, je vhodné použiť maticu, ktorá má na riadkoch vyrábané produkty a v stĺpcoch jednotlivé operácie. Príklad takejto matice je na obr. 6. Do nej bude value stream manažér krok po kroku, operáciu po operácii zisťovať a zapisovať nadobudnuté informácie [19]. V tejto fáze je tiež dobré zistiť si, aké množstvá zákazníci požadujú a ako často. Pomocníkom v tejto fáze môže byť aj ABC analýza, vďaka ktorej je možné odhaliť modely prinášajúce najväčšie zisky.

		MONTÁŽNY POSTUP ZARIADENIA								VÝROBKOVÉ RODINY
		1	2	3	4	5	6	7	8	
VÝROBKY	A	X	X	X		X	X			1
	B	X	X	X	X	X	X			
	C	X	X	X		X	X	X		
	D		X	X	X			X	X	2
	E		X	X	X			X	X	
	F	X		X		X	X	X		3
	G	X		X		X	X	X		

Obr. 6: Matica na zistenie výrobkových rodín podľa [19].

ABC analýza pre prioritizáciu výrobných rodín

ABC analýza (PQ analýza, Paretova analýza) má za cieľ identifikovať skupinu prvkov, ktorá je kľúčová pre výsledok podniku. To znamená zistiť, ktoré výrobky prinášajú firme najviac peňazí alebo ktoré sa neoplatí vyrábať. Paretovo pravidlo 80/20 sa dá v tomto prípade aplikovať takto: 20 % výrobkov prináša 80 % tržieb, prípadne 20 % druhov výrobkov tvorí 80 % z predaných.

Metóda ABC sa používa tam, kde sa pracuje s veľkým súborom prvkov a je potrebné identifikovať malú skupinu prvkov, ktorá je čo do veľkosti triviálna, prináša však väčšinu príjmov a zároveň identifikovať majoritnú časť produkcie, ktorá má nepodstatný hospodársky význam.

ABC značí to, že výrobky sa rozdelia do 3 skupín podľa toho, koľko peňazí do firmy prinášajú. Ale nemusí sa jednať len o produkty, môžu to byť napríklad aj zákazníci.

Skupina A – obsahuje najvýznamnejšie produkty, tie, ktoré prinášajú 80 % tržieb

Skupina B – obsahuje produkty, ktoré prinášajú ďalších 10 – 15 % tržieb

Skupina C – obsahuje zvyšok, to znamená nevýznamné produkty

Prínosom ABC analýzy je prehľad o tom, ktoré položky najviac prispievajú k hospodárskemu výsledku firmy, a teda sú pre podnik najdôležitejšie. Práve im musí byť venovaná najväčšia pozornosť a pre ich riadenie musia byť použité najprecíznejšie systémy, respektíve prehľad o podiele jednotlivých položiek na celkovej zásobe [31].

2.7.3 Mapa súčasného stavu

Ešte pred samotným začatím mapovania je nevyhnutným bodom jasná a zreteľná špecifikácia hodnoty produktu v očiach zákazníka. Mapa súčasného stavu slúži na získanie pohľadu na kompletný proces, ktorým produkt prechádza. Na začiatok je dobré, aby si value stream manažér pre lepšiu predstavu narýchlo prešiel krok po kroku, čo sa s výrobkom deje a ako sa vyrába [20]. Následne sa už môže pustiť do samotného mapovania súčasného stavu. Odporúča sa vziať si skrátka len pero a papier a pustiť sa do toho od konca – od expedície hotového produktu. Na papier či tabuľu sa nakreslia základné procesy v informačnom aj materiálovom toku [19].

Každá mapa v rámci VSM má 3 časti:

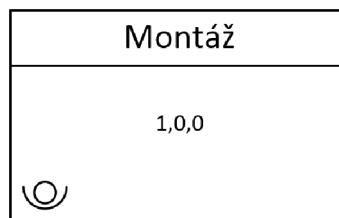
- Procesná mapa.
- Tok informácií.
- Časová os.

Kreslenie mapy toku hodnôt začína informačným tokom, ktorého počiatok je u zákazníka. Pre ilustráciu je na obr. 7 uvedená zaužívaná značka pre zákazníka. Ten v typovom príklade požaduje 5500 výrobkov mesačne v baleniach po 10 kusov. Ďalej sa píše informácie o počte zmien - tovareň má dvojzmennú prevádzku. Tieto prídavné informácie sú uvedené v data boxe, ktorý slúži na spresnenie informácií. Toto okienko sa kreslí na pravý horný okraj papiera.



Obr. 7: Zákazník / Dodávateľ.

Ďalšou úlohou je nakresliť základné procesy. Na to slúži process box. Ten symbolizuje proces, v ktorom je materiál v toku, avšak nekreslí sa pre každý proces zvlášť okienko. Každý process box končí až v okamihu, kedy je tok prerušený alebo zastavený. To môže znamenať viacero sústavných činností nasledujúcich tesne za sebou. Pri process boxe pre úplne každý proces by bola mapa neprehľadná. Prerúšením je myslené napríklad to, pokiaľ sa výrobky pred dokončením na nejakom mieste združujú, prípadne presúvajú alebo balia. Process boxy sa pri materiálovom toku kreslia sprava doľava a môže sa stať, že sa aj rozdeľujú a následne zlievajú viaceré vetvy. Príklad process boxu je zobrazený na obr. 8. Býva rozdelený na 2 časti – v prvej fáze sa hore napíše vykonávaný proces a nižšie bližšia špecifikácia. Tou môže byť počet pracovníkov na jednotlivých zmenách, pri lisovaní hmotnosť lisu, apod. Pod process boxy sa ešte umiestňuje tabuľka parametrov (data box). Táto tabuľka bližšie špecifikujú jednotlivé procesy. Pri prvom mapovaní môže byť ťažké odhadnúť, ktoré informácie sú podstatné pre zlepšovanie a ktoré nie.



Obr. 8: Process box.

Na to, aby bolo možnú tabuľku parametrov zostrojiť, musí value stream manažér zmerať časy jednotlivých operácií a sledovať, čo všetko sa deje. To kvôli tomu, že norma udáva stav, kedy všetko išlo hladko. V skutočnej prevádzke sa však objavujú rôzne komplikácie a aj s nimi je potrebné počítať pri mapovaní. Informačný tok väčšinou končí v ľavej hornej časti, kde sa zakreslí značka dodávateľa. Tá je totožná so značkou zákazníka. Od dodávateľa prichádza materiál buď na sklad, alebo v ideálnom prípade, priamo na pracovisko. Materiálový tok sa kreslí zľava doprava a používajú sa znova process a data boxy.

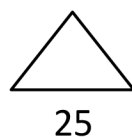
Doteraz uvedené piktogramy procesy a ich parametre. Informácie medzi procesmi je ale nutné nejakou cestou prenášať. Aby dodávateľ vedel, kedy a koľko materiálu má doviezť, aby montážnik vedel, na ktorom pracovisku a ako dlho bude montovať, apod.

Ďalším aspektom mapy súčasného stavu je teda prenos informácií. Ústna forma a rôzne cedule alebo tabuľky sa zobrazujú šípkou podľa obr. 9 a), informácie posielané elektronicky a majú značku podľa obr. 9 b). Elektronickou formou je možné rozumieť buď emaily, fax alebo vnútropodnikový plánovací systém, takzvaný MRP. V ňom sa združujú požiadavky od zákazníkov a obsahuje informácie o tom, čo a kedy sa bude vyrábať. Tieto šípky sa využívajú hlavne medzi process boxami v informačnom toku alebo v prípade, kedy proces z informačného toku posiela informáciu do materiálového toku.



Obr. 9: a) neelektronické, b) elektronické podanie informácií.

V materiálovom toku vznikajú medzi jednotlivými *process boxami* miesta zhromažďovania nedokončených výrobkov čakajúcich na ďalšie procesy pridávajúce hodnotu. Tieto miesta sa označujú výstražným trojuholníkom, ktorého podoba sa nachádza na obr. 10. Tieto kusy je potrebné spočítať a pod trojuholník uviesť ich počet. Môžu byť pri tom roztrúsené na viacerých miestach súčasne. Taktiež sa tieto kusy prevádzajú na denný dopyt. To znamená, že sa spočítané kusy podelia očakávanou dennou výrobou. Tak sa získa číslo, ktoré udáva, aká veľká časť dopytu „leží“ medzi pracoviskami a môže sa zapísať tiež pod výstražný trojuholník.



Obr. 10: Výstražný trojuholník.

Veľkým nebezpečenstvom pri výrobe je nadprodukcia tlačaná výrobcom a nie zákazníkom. Každé pracovisko vyrába podľa normy, prípadne aspoň koľko stíha, a to napriek tomu, že objednávka môže byť menšia. Tieto rozpracované produkty sa potom hromadia medzi pracoviskami. Prítom každé pracovisko si môže vyrábať po svojom a vznikajú problémy. V tejto situácii, kedy produkcia nekorešponduje s požiadavkami zákazníka, ale vyrába sa na sklad, používame šíпку Push, ktorá symbolizuje, že výroba sa tlačí dopredu (ťahový systém) [19]. Táto šípka (obr. 11) sa zakresľuje k výstražnému trojuholníku a spája jednotlivé procesné toky. Z hľadiska plynulého toku a aj efektivity výroby je vhodnejšie používať tlakový systém tak, ako bolo spomenuté v podkapitole 2.5.



Obr. 11: Push šípka.

Posledná vec, bez ktorej by mapa súčasného stavu nebola mapou súčasného stavu je časová línia, obr. 12. Tá sa kreslí pod rad process boxov (prípadne data boxov) a výstražných trojuholníkov v 2 úrovniach. Os má podobu binárneho signálu – horná poloha značí prestoje a dolná trvanie jednotlivých procesov. Na konci sa oba časy

sčítajú a vzniknú tak 2 ukazovatele – čas pridávajúci hodnotu a čas nepridávajúci hodnotu. Pomer týchto dvoch čísel určuje, koľko z celkovej doby výroby tvorí skutočná práca pridávajúca výrobku hodnotu a koľko tvorí plytvanie. Tento pomer býva často šokujúci [19]. Pri tvorbe máp hodnotového toku sa využíva omnoho viac symbolov, ich prehľad je uvedený na obr. 13.



Obr. 12: Časová os.

Po dokončení mapy súčasného stavu je žiaduce celú mapu zrevidovať a hľadať nadprodukciiu. Pod nadprodukciiou je možné si predstaviť všetko to, čo sa vyrába v predstihu alebo rýchlejšie, než je požadované nasledujúcim procesom. Všetky tieto hotové či ešte nehotové výrobky musia byť následne skladované a musí s nimi byť manipulované. To všetko sú náklady na operátorov, stroje a aj miesto. Pre zrozumiteľnejšie a aj reprezentatívne vyzerajúce mapy existuje množstvo softvérových nástrojov. Niektoré z nich sú bližšie popísané v prílohe B. Obrázky k VSM použité v práci pochádzajú z MS Visio Professional 2013.

Sumár ikon používaných pri mapovaní hodnotového toku					
 Zákazník /dodávateľ	 Proces	 Proces s tech. informáciou	 Parametre procesu (databox) <small>O/T = 45 sec C/O = 30 mins 3 Shifts 2% Scrap</small>	 Manuálny informačný tok	 Elektronický informačný tok
 Rozpracovaná výroba (WIP)	 Počítačová WIP	 WIP v informačnom toku (PIP)	 Dodávka /materiál	 Fyzický tok materiálu	 Fyzická spotreba
 Problém Nedostatok	 Riešenie problému	 Operátor	 Sekvenca toku Fist-In-First-Out <small>max 20 pieces</small>	 Plánovanie choď a pozri sa	 Sequenced-Pull Ball
 Supermarket	 Signál Kanban	 Kanban Schránka	 Materiálový kanban/odber	 Výrobný Kanban	 Kanban prichádzajúci v dávkach
 Plánovacia tabuľa	 Zásobník /poistná zásoba	 Týždenný plán Informácia	 Sekvenčné plánovanie	 Operácia	 Doprava

Obr. 13: Ikony používané pri tvorbe máp hodnotových tokov.

2.7.4 Mapa budúceho stavu

Mapa budúceho stavu je stav, do ktorého sa chce firma dostať. Úlohou value stream manažéra je v tejto fáze štandardizovať procesy do plynulého toku tak, aby

nedochádzalo k žiadnym prestojom. Zároveň musí byť výroba kvalitná kvôli vylúčeniu prerábania, dorábania alebo opravovania výrobkov. Pred samotným kreslením mapy budúceho stavu je potrebné opäť si uvedomiť, čo skutočne zákazník vyžaduje a čo nie. Koľko toho chce, kedy, ako často a dôležité je aj pochopiť, prečo to tak chce. Za čo je ochotný zaplatiť a za čo platiť nechce. Prvotné návrhy na zlepšovanie je žiaduce kresliť a vpisovať ešte do mapy súčasného stavu. Tvorba mapy budúceho stavu by mala byť skupinovú prácou zainteresovaných pracovníkov s využitím napr. brainstormingu. Členovia tímu podávajú návrhy a na konci sa tie najlepšie z nich pokúsia zakomponovať do mapy budúceho stavu. Pri samotnom brainstormingu sú nápady viazané k týmto základným kritickým otázkam [22]:

- Sú všetky tieto kroky potrebné?
- Ako je možné zabrániť/znížiť všetky tie prestoje a prerušenia toku práce?

Pre efektívne plnenie budúceho stavu je potrebné vytvoriť akčný plán, ktorý obsahuje, okrem samotnej mapy budúceho stavu, ešte aj detailné procesné mapy či layouts a value stream plán, a to napríklad pre celý fiškálny rok. Ďalej je v ňom uvedený zoznam úloh, ktoré treba vykonávať; ciele, ktoré sú merateľné a taktiež sú známe kontrolné dni, konečný termín, riešitelia a podobne. Výsledkom týchto opatrení je plynulejší tok výroby. Vytvoreniu plynulého toku vo všeobecnosti bránia mnohé faktory [19]. Niektoré z nich sú, spolu aj s možnosťami ich optimalizácie, uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Problémy toku a ich riešenie [19].

BARIÉRY TOKU	MOŽNÉ RIEŠENIE
Príliš mnoho rozpracovanej výroby	Skombinovať viac krokov na jedno pracovisko
Kolísanie požiadaviek (práca, dátumy,..)	Heijunka, prípadne oddeliť štandardné a špecifické procesy
Kolísanie tempa práce	Štandardizovať tempo práce
Dlhé čakanie na rozhodnutie, pričom výroba stojí	Informovať nadriadeného, ale pokračovať až do jeho rozhodnutia
Prestoje spôsobené dlhým pretypovaním stroja	SMED
Výpadky strojov	TPM, 5S
Opravy	Štandardizácia, Poka-Yoke
Nedostatočne definované požiadavky od zákazníka	Zhrnutie požiadaviek zákazníka a jeho spätná väzba

Tvorbe plynulého toku môžu popri vyššie spomenutých technikách pomôcť aj možno trochu jednoduchšie princípy. Ich význam je nespochybniteľný a už boli toľkokrát overené, že sa neoplatí o nich polemizovať. V prehľade sú uvedené aspoň 2 z nich.

Tok jedného kusu (One-Piece-Flow)

Je vhodný na situácie, kedy sa vyrába vo veľkých množstvách a zároveň je výrobný proces zložený z jednoduchých úkonov, na ktoré stačí aj jeden pracovník. Kúžlo je v tom, že pri výrobe na veľké dávky dochádza k veľkej rozpracovanosti medzi procesmi. Túto rozpracovanú výrobu (WIP) môže byť aj ťažko spočítať. Pridávajú sa elementy ako zastarávanie, opotrebenie alebo poškodenie. Takto rozpracovanú výrobu je neustále potrebné zhromažďovať, transportovať, či inak s ňou manipulovať. To vyžaduje čas, ktorý je plytvaním. S týmto prístupom sa chyba objaví už na prvom kuse pri ďalších operáciách a nie je zlá celá dávka – paralela pri heijunke s využitím SMED, ibaže pri činnostiach, ktoré sú procesne jednoduchšie. Dodacia lehota je kratšia, pretože sa šetrí plytvanie a taktiež to znamená aj nižšiu cenu pre zákazníka. Prvý proces so sebou stiahne aj všetky ostatné až po zákazníka, čo podstatne zvyšuje plynulosť toku a jednoduchým spôsobom prináša ťahový systém.

Prvý-Dnu-Prvý-Von (First-In-First-Out)

Prvý dnu - prvý von (*First-In-First-Out, FIFO*) je princíp, kedy sa nestane to, že rozpracovaný výrobok zostane vo výrobnom procese stáť a ďalší, ktorý sa začal vyrábať neskôr, ho obehne. Ako náhle sa objaví problém a rozpracovaný výrobok nemôže pokračovať vo v procese výroby, výrobný proces sa zastaví aj na predošlých operáciách, aby nevznikala rozpracovaná výroba. Vďaka tomuto opatreniu dochádza znovu k eliminácii WIP a možnosti znehodnotenia týchto nedokončených produktov [19]. FIFO je najlepšie aplikovateľné vo výrobe rovnakých produktov vyrábaných vo väčších množstvách.

2.7.5 Realizácia opatrení pre optimalizáciu hodnotového toku

Väčšinou sa budúci stav nezavádza na jedenkrát. Samotné zavádzanie je potrebné chápať v rovine procesu. Budúci stav je, samozrejme, možné ešte upravovať aj počas samotnej realizácie. V prípade veľkého množstva zmien, je vhodné si mapu rozdeliť do slučiek, ktoré udávajú krok výroby. Začína sa od konca a posledná slučka má vplyv na riadenie ostatných procesov [21]. Po samotnej realizácii opatrení je žiaduce vytvoriť znova mapu súčasného stavu, kde je možné overiť praktický dopad nápravných opatrení. Navyše, táto nová mapa súčasného stavu môže odhaliť ďalšie miesta hodné zlepšovania [20].

Do procesu mapovania je zapojených mnoho ľudí. Úlohou manažmentu je vytvoriť tím zo zamestnancov, ktorí majú k mapovaným procesom čo najbližšie. Potrebujú pri sebe akéhosi moderátora, ktorý má v oblasti *lean* výborné znalosti a ktorý všetkých zapojených zaškolí do problematiky. Esenciálnou zložkou každej kvalitnej tímovej práce je efektívna komunikácia. Všetko dôležité informácie treba zdieľať s ostatnými členmi tímu. Spätná väzba umožňuje inžinierovi štihlejšej výroby zistiť, do akej miery bol pochopený a taktiež dáva možnosť navrhovať riešenia, ktoré jeho samotného nenapadli. Musia byť dané jasné pravidlá, určené ukazovatele, ktoré sa budú sledovať. Ako vo výrobe, aj tu sa vyžaduje určitá štandardizácia s pridelením

zodpovedností. Skupina svoje úspechy oznamuje ostatným rámci spoločnosti, aby sa šírilo nadšenie a inšpirácia medzi úplne všetkých [20].

2.8 JIDOKA

Druhým pilierom TPS je JIDOKA. Ako bolo uvedené v kapitole 1, jedná sa o systém, kedy obsluha nemusí len pasívne sledovať stroj, ale stroj dokáže zastaviť svoju činnosť sám a upozorniť na chybu. Takto je vlastne prenesená kontrola z obsluhy na samotný stroj a obsluha dokáže obsluhovať hneď niekoľko strojov súčasne – oddelenie práce človeka a stroja. Vďaka JIDOKE odpadá nutnosť opravy, či dodatočného vyrábania nových produktov kvôli znehodnoteniu pôvodnej várky, čím nepochybne tiež prispieva k odstraňovaniu plytvania a aj k zvyšovaniu plynulého toku [32].

Andon

Andon (lampión) značí svetelné upozornenie na chybu v procese. Stroj je natoľko inteligentný, že dokáže zistiť problém a o tomto dá jasný signál. Väčšinou využíva 4 farby – zelená značí, že je všetko v poriadku, oranžová značí zmenu produkcie alebo výmenu nástroja, červená poruchu a biela odstávku, ktorá je nejakým spôsobom naplánovaná [33].

Poka-Yoke

Poka-Yoke (v preklade vyhnúť sa chybe) je spôsob eliminácie chýb spôsobených ľudským faktorom, kedy pracovník nemá inú možnosť, ako operáciu vykonať, než vykonať ju správne. S touto myšlienkou prišiel, podobne ako s kanbanom, Shingo Shingo. Využíva jednoduchých riešení, ako napríklad farebné označenie alebo mechanickú úpravu dielov tak, že do seba zapadnú len v správnom natočení [34]

2.8.1 Riešenie problémov a odhaľovanie príčin problémov

Pri optimalizácii výroby sa často objavujú problémy, ktoré nie je možné riešiť *lean* nástrojmi. Využívajú sa metódy a techniky, vďaka ktorým je možné riešiť rozsiahlejšie problémy. Riešenie problémov (*problem solving*) prichádza na rad najmä v čase, kedy zlyhávajú či už procesy alebo aj produkty. Ich výstupom je opatrenie, ktoré vedie k eliminácii chýb a zabráneniu ďalších zlyhaní. Ako už bolo spomenuté vyššie, približne 85% problémov je spôsobených chybami v procesoch.

Problem solving je dokonca možné aplikovať ako prevenciu, takže k problému nedôjde. Takýmto preventívnym opatrením je napríklad Analýza možného výskytu a vplyvu väd (*FMEA, Failure Mode and Effects Analysis*). FMEA však nebude v práci ďalej rozoberaná, pretože bude optimalizovaný súčasný stav s reálnymi problémami a ťažkosťami a nie potenciálne udalosti, ktoré môžu a nemusia nastať.

Takéto systematické riešenie problémov sa nazýva štruktúrované. Stalo sa neoddeliteľnou súčasťou mnohých nadnárodných koncernov za účelom zvyšovania kvality a spoľahlivosti – znižovanie nákladov na reklamáciách, opravách a podobne. Základom pri riešení problémov je správne si problém nadefinovať. Každý problém má dôležitú vlastnosť – je možné ho vyriešiť. Nastáva vtedy, keď nastane rozpor medzi reálnym a požadovaným stavom [35].

Nižšie uvedené 3 body sú základom snád' všetkých Problem solving metód. Z nich potom podľa individuálnych druhov problémov a prostredia vzniklo nespočetne mnoho variácií a modifikácií. Často sa totiž vo firmách stáva, že sa problémy neriešia a zamestnanci sa stavajú do role akýchsi obetí a čakajú, že situácia sa sama napraví. Avšak správny postup by mal vyzerat' minimálne nejako takto:

- Zistiť, čo je problém a snažiť sa ho priradiť k vlastníkovi procesu.
- Nájsť riešenie.
- Realizovať opatrenia [35].

5xPrečo

5xPrečo je na prvý pohľad veľmi jednoduchá metóda na odhaľovanie príčinne-následkových vzťahov. Jej účelom je nájsť dôvod vzniku problému. Začína sa otázkou „Prečo problém nastal?“ a na každú odpoveď nasleduje znovu ďalšia otázka „Prečo?“ tak dlho, až kým sa nedopracujeme k skutočnej príčine. Nie je teda nutné pýtať sa práve 5x. Číslo 5 skôr značí to, že vo väčšine prípadov na odhalenie príčiny to však bude stačiť. Výsledkom takejto analýzy je buď jedna alebo viacero príčin. Výhodou tejto techniky je hlavne to, že je veľmi jednoduchá na používanie. 5xPrečo patrí do JIDOKY.

Analýza príčin a následkov (Cause and Effect Analysis, CAE)

Túto metódu sformuloval Dr. Kaoru Ishikawa – japonský profesor, ktorý sa zaoberal štatistikou v kontrole kvality. Je to nástroj, ktorý pomáha nájsť, roztriediť a zobrazit' možné príčiny problémov. Podľa svojho tvaru sa nazýva aj diagram rybej kosti. Rozdeľuje potenciálne oblasti príčin do 5M na: materiál (material), stroj (machine), postup (method), človek (man) a okolie (environment). Toto sú len typické oblasti, podľa odvetvia môžu byť aj iné. Týchto 5 je ale typických pre výrobné prostredie. K tejto metóde siaha manažment v situáciách, kedy je potrebné skúmať všetky možné príčiny nedokonalosti procesu. Využíva brainstormingu a synergického efektu. Postup je nasledovný:

- Vytvorit' „kost'“.
- Identifikovať hlavnú príčinu.
- Identifikovať podpríčinu.
- Získať viac informácií.
- Identifikovať ďalšiu podpríčinu.
- Analyzovať.

Pri CAE smeruje energia na nájdenie príčiny/príčin problému a nie na nájdenie riešenia. To je už úlohou ďalších (napríklad aj *lean*) nástrojov.

2.9 Ďalšie metódy priemyslového inžinierstva

Štíhla výroba je veľmi obsiahla problematika, ktorá prekračuje možnosti diplomovej práce. Vyššie boli spomenuté tie, ktoré majú najbližší súvis s touto prácou. Štíhla výroba je prepojená mozaika, ktorá najlepšie funguje, keď sa jednotlivé metódy

dopĺňajú. Detailne popísať všetky z nich by ani nebolo možné. Ďalšie metódy a nástroje využívané pri skvalitňovaní procesov sú napríklad:

- Totálna produktívna údržba (*Total Productive Maintenance, TPM*)
- XYZ analýza
- SIPOC diagram
- Spaghetti diagram
- Material Requirement Planning
- Sledovanie Kľúčových indikátorov výkonnosti (takzvané KPI)
- 8D
- A3 reporty
- Teória obmedzení (*Theory Of Constraints, TOC*)
- Benchmarking
- ...a iné

Ďalšia časť práce je venovaná popisu praktickej časti, ktorá prebiehala v spoločnosti Emerson Industrial Automation. V nej sú aplikované nadobudnuté poznatky teoretickej časti práce, hlavne však z problematiky mapovania hodnotového toku.

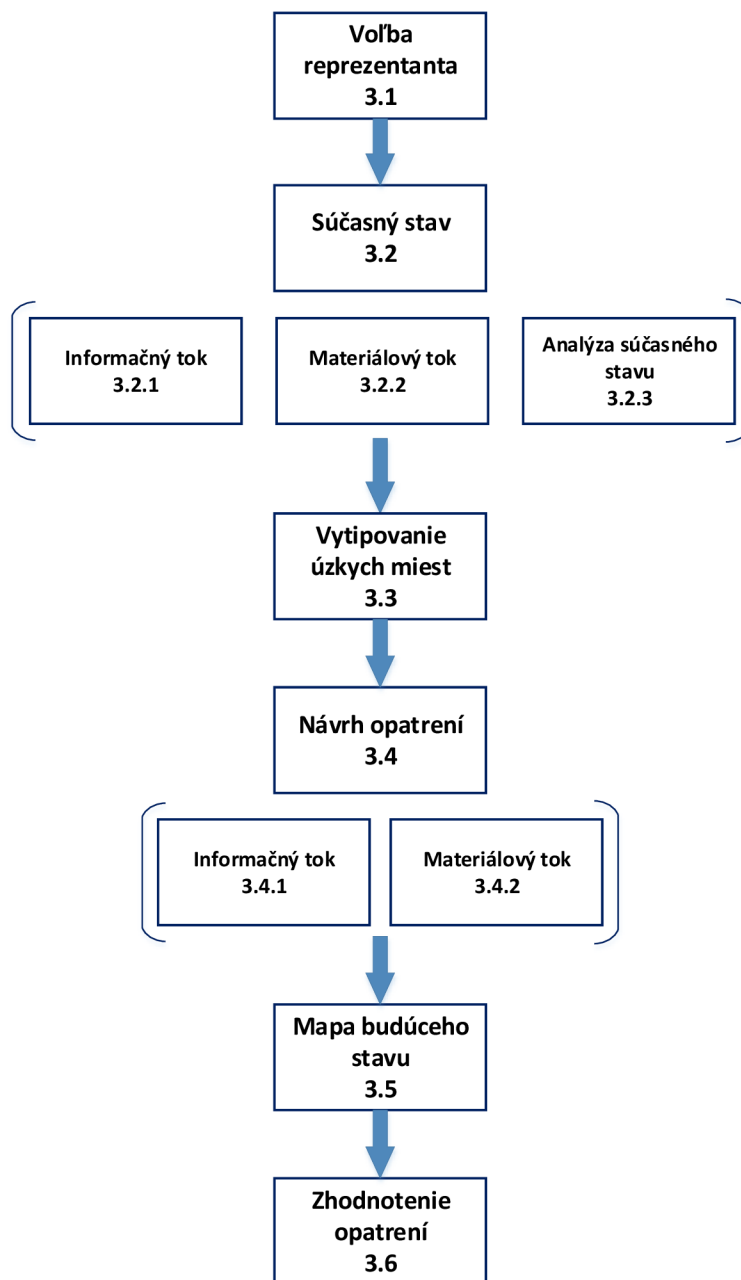
3 SITUÁCIA V PODNIKU

Úvod praktickej časti sa zaoberá situáciou v spoločnosti Emerson, v ktorej bola realizovaná praktická časť. Sú tu uvedené informácie o stave zavádzania štíhlej výroby, či výrobnom procese vybraného produktu. Ďalej je popísané mapovanie hodnotového toku, ktoré prebehlo, vrátane mapy súčasného toku a zistené nedostatky. Tieto boli optimalizované a zakreslené do mapy budúceho stavu a následne vyhodnotené. Čo sa týka úrovne zavedenia štíhlej výroby, závod Emersonu túto filozofiu rozvíja už od roku 2008 a mnohé nástroje *lean* a kvality už fungujú.

Využíva sa:

- Totálna produktívna údržba (*Total Productive Maintenance, TPM*) ako prostriedok preventívnej údržby a posilnenie spoľahlivosti strojového parku.
- Vyhodnocovanie celkovej efektívnosti zariadenia (*Overall Equipment Effectiveness, OEE*) ako kľúčový indikátor pre odhaľovanie skrytých kapacít výrobných zariadení.
- Procesné riadenie (pracovné inštrukcie, smernice) za účelom štandardizácie procesov.
- Vizualizácia ako prostriedok komunikácie pre zdieľovanie dôležitých informácií.
- 5S ako spôsob zvýšenia efektivity pracovísk.
- Kanban pre posilnenie ťahového systému výroby a regulovania rozpracovanosti.
- Mapovanie hodnotového toku pre odhaľovanie plytvaní.
- ABC analýzy pre delenie komponentov a výrobkov do kategórií.
- SMED pre rýchlejšie pretypovanie strojov.
- FMEA analýzy ako nástroj pre ošetrenie možných porúch výrobkov.
- 8D reporty ako nástroje na predchádzanie opakovaných problémov a reklamácií.
- A3 reporty ako jednotný jazyk pri riadení projektov.
- Systém manažerstva kvality pre zabezpečenie kvality.

Z vyššie uvedeného je zrejmé, že princípy *lean* sú už zapracované do firemnej filozofie. Štíhlosť podniku však nie je zakonzervovateľná, pretože sa nenachádza v nemennom prostredí. Vyvíjajú sa potreby zákazníkov a s nimi aj produkty. Neustále inovácie technologického lídra, akým Emerson bezpochyby je, vyžadujú veľké množstvo unikátnych činností, zmien a trendov. Aj pri takomto pomerne významnom zavedení štíhlej výroby a celkovo filozofie *kaizen*, stretáva sa spoločnosť Emerson s množstvom problémov – príležitostí pre zlepšenie. Aspoň niektoré z nich sa snaží táto práca odstrániť. Štruktúra praktickej časti práce je uvedená na obr. 14. V prehľadnej forme popisuje prehľad postupnosti tvorby jej obsahu.



Obr. 14: Štruktúra praktickej časti práce.

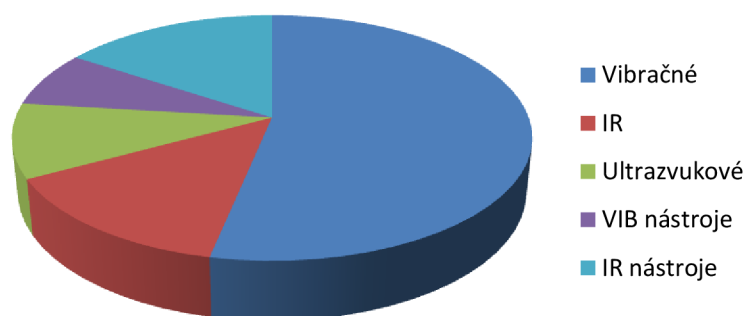
3.1 Voľba produktového reprezentanta

Výrobný program spoločnosti Emerson je značne široký. Preto je pri výbere reprezentanta na samotné mapovanie toku situáciu najskôr zanalyzovať. Na začiatok je potrebné uviesť, že v prípade zákazkovej výroby, ako je táto, by výsledkom ABC analýzy (podkapitola 3.6) bolo zistenie, že väčšina strojov sú vlastne položky typu D – 1 jedinečné kusy. A to hlavne z toho dôvodu, že zákazníci majú možnosť vyberať z viac než 150 opcí. Na základe toho sa dá skonštatovať, že výrobky sú šité doslova na mieru. Aj za takýchto podmienok je možné rozdeliť produkciu do kategórií uvedených v tabuľke 2.

Tabuľka 2: Produkcia spoločnosti Emerson za posledných 5 rokov.

PROJEKTY	FR 2011	FR 2012	FR 2013	FR 2014	FR 2015
Vibračné stroje	107	89	77	84	93
IR stroje	22	25	24	23	23
Ultrazvukové stroje	5	24	18	19	17
Nástroje pre vib. stroje	4	10	19	14	15
Nástroje pre IR stroje	45	23	23	22	20
SPOLU	183	171	160	162	168

Z tabuľky 2 a obr. 15 je vidieť, že najväčšiu časť z výroby Emerson Industrial Automation tvoria vibračné stroje. Vibračné zvaracie stroje sa za posledných 5 rokov podieľajú na projektoch Emersonu viac ako polovicou - 53,25 %. V roku 2014 bolo vyrobených celkovo 84 vibračných zvaracích strojov, z toho strojov M5 bolo vyrobených 28 a strojov M6 37 kusov v rôznych špecifikáciách a modifikáciách. Malé vibračné stroje M1, M2, M3 a M4 a veľké stroje M8 a M9 sa vyrábajú v počtoch jednotiek kusov. Preto sa vedenie spoločnosti rozhodlo vybrať zástupcu strednej – najpredávanejšej rady, a sice stroj M-624. Tento stroj patriaci do radu M6 je zároveň výrobkovou rodinou so strojmi radu M5, s ktorými zdieľajú operácie. Rozdiel je potom len vo veľkosti aplikácie.



Obr. 15: Grafické vyjadrenie produkcie vo firme Emerson Industrial Automation.

3.2 Súčasný stav

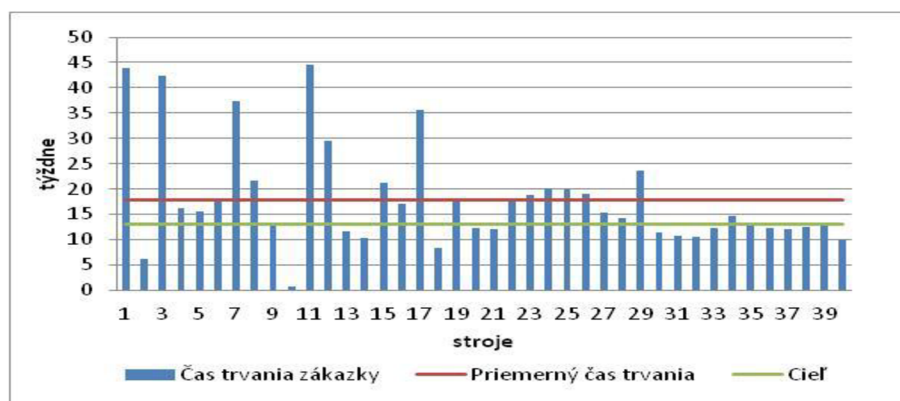
CIEĽ: Znížiť lead time výroby štandardnej M-624 z 13 na 12 týždňov

Samotné mapovanie prebiehalo za výraznej spolupráce manažéra plánovania a procesného inžiniera, ktorý pred tým zastával funkciu inžiniera štíhlej výroby. Nezastupiteľnú úlohu však hrali aj pracovníci na jednotlivých pozíciách vo výrobe a oddeleniach – technická príprava výroby, plánovanie, mechanická a elektrická konštrukcia, softvérové oddelenie a nákup.



Obr. 16: Finálna montáž.

Dôvodom snahy o zníženie času potrebného na výrobu vibračných strojov, je zvýšiť kapacitu haly, zvýšiť zisk a zároveň rýchlejšie uspokojiť potreby zákazníkov. Obr. 16 zobrazuje časť haly pre finálnu montáž. Je v nej miesto na 5 malých strojov, 10 stredne veľkých strojov a 1-2 veľké, v závislosti na počte stredne veľkých strojov. V letných mesiacoch, kedy je zákaziek najviac skrátka chýbajú ako ľudské, tak aj priestorové kapacity pre výrobu, a preto sa začne na nových objednávkach pracovať až keď na ne príde rad. Ako ukazuje obr. 17, priemerný lead time výroby vibračných strojov v spoločnosti Emerson od začiatku fiškálneho roka do konca kalendárneho roka (9. – 12. mesiac), je 18 týždňov. Aby spoločnosť dokázala okamžite pracovať na nových projektoch, potrebuje toto číslo znížiť na 14 týždňov. Táto analýza vznikla ešte pred tvorbou diplomovej práce.



Obr. 17: Trvanie zákaziek v týždňoch.

Mapovanie prebiehalo postupne po všetkých oddeleniach a týkalo sa stroja M-624 HRSi pre zákazníka Decoma. Výsledná mapa súčasného stavu je na obr. 19. Lead time bol u tejto konkrétnej objednávky nastavený na 91 kalendárnych dní - 13 týždňov.

3.2.1 Informačný tok

Vyrobiť zvarací stroj typu M6 je náročné nie len z finančného, ale aj z časového, technologického a personálneho pohľadu. Najprv musia spolu navzájom komunikovať

oddelenia tak, aby pripravili kvalitné podklady pre samotnú montáž. Proces montáže už by mal byť prichystaný tak, že pôjde hladko. Nebýva to však pravidlom. Rovnaký stroj síce, s najväčšou pravdepodobnosťou, už nikdy vyrobený nebude, spôsoby riešenia plytvani a zábran toku budú využité v úprave procesov a toku aj pri iných strojoch. V ďalšej časti práce je popísaný informačný a materiálový tok pri výrobe vybraného stroja.

Celé to začína ešte pred samotnou objednávkou. Zákazník spravidla kontaktuje obchodné oddelenie so žiadosťou o cenovú ponuku. Tú vytvoria supervízori elektrickej, mechanickej konštrukcie a v prípade individuálnych požiadaviek k ovládateľnosti aj supervízor softvéru. V tejto rannej fáze totiž ešte väčšinou nie sú známe koncové detailné požiadavky zákazníka, za to je vybraný druh zvaracej technológie a zároveň aj modelový rad. Žiaduca je osobná schôdzka, kde sa hľadá optimálne riešenie pre zákazníkove potreby. Na druhej strane sú aj takí zákazníci, ktorí odoberajú od spoločnosti Emerson niekoľko strojov ročne a vedia už sami špecifikovať, aký stroj potrebujú. Býva pravidlom, že počas informačného toku zákazník vstupuje do objednávky a mení projekt. Často krát aj už v procese samotnej montáže.

Prijatie objednávky

20.8. prišla objednávka od spoločnosti Decoma na výrobu stroja M-624HRSi. Na prijatie a spracovanie objednávky je pridelených 0,5 hodiny. Zákazník má podľa svojich požiadaviek vybraný produkt a už sú nadefinované hlavná funkcionality a parametre stroja. Administratívna pracovníčka sa po 2 hodinách dostala k objednávke a vytvorila hlavičku projektu (akési interné vin číslo), ktorá potom označuje a sprevádzala stroj počas celého procesu výroby. Hlavička mapovaného stroja je 2.G4990.A10. Ďalej sa elektronicky posunie objednávka na oddelenie Technickej prípravy výroby (ďalej len TPV).

Zadefinovanie do IS

Následne vytvoril supervízor TPV v informačnom systéme MOVEX takzvané APP. Toto je akési priečinok so štandardnou štruktúrou pre daný stroj. Informácia pokračuje na oddelenie plánovania. Na túto operáciu je pridelené 0,5 hod..

Plánovanie

Na oddelení plánovania sa vytvorili 3 dokumenty: dielenská objednávka (DO) pre finálnu montáž, elektrickú a mechanickej konštrukciu. Aj na túto operáciu je vyčlenené 0,5 hod.. Konštrukčné dokumenty potom plánovači posielajú na oddelenie mechanickej a elektrickej konštrukcie. Už v tomto momente putuje informácia na oddelenie nákupu a začína sa nakupovať taký materiál, ktorý bude s určitosťou použitý na daný typ stroja.

Konštrukcia

Elektrická a mechanickej konštrukcia prebiehajú paralelne. Väčšinou neexistuje žiadne obmedzenie, kedy by mali tieto oddelenia výraznejšie spolupracovať, ale v prípade požiadaviek zmien od zákazníka v štandarde, môže aj takýto prípad nastať. Konštruktéri upravili štandardné výkresy podľa požiadaviek zákazníka. Všetky výkresy umiestnili na serveri, aby boli dostupné pre ostatné oddelenia a všetkým tým, kto má prístup do informačného systému MOVEX. Navyše konštruktéri v tejto fáze ošetrili štruktúru z materiálového hľadiska. To znamená, že konštruktéri napísali, aké špeciálne diely

bude treba nakúpiť/vyrobiť. Čas pridelený na úpravu/tvorbu konštrukčných schém je 17 hodín. V tomto bode je už žiaduce, aby bol známy všetok materiál potrebný k výrobe stroja. V rámci konštrukcie sú aj vytvorené rizikové analýzy, kalkulácie, technická dokumentácia, kusovník, manuál a čo sa týka mechanickej konštrukcie, tak aj mazacie plány a plán údržby. Oddelenia mechanickej a elektrickej konštrukcie po dokončení práce následne oznámia oddeleniu plánovania, že dokončili svoje časti.

Plánovanie

Oddelenie plánovania poslali oddeleniu TPV informáciu o tom, že konštruktéri dokončili svoju prácu. Táto činnosť nemá pridelenú časovú dotáciu, jedná sa čisto len o poslanie informácie.

Doplnenie štruktúry

V tomto bode projektový manažér doplní ponuku opcí, v mapovanom projekte sa však jedná o štandardný stroj bez opcí. Takáto objednávka prichádza veľmi zriedkavo. TPV doplnilo do štruktúry všetky zmeny v štandarde, doplnilo rozpis hodín na jednotlivé operácie a vykoná FMEA analýzu. Takáto kompletná štruktúra putuje nazad na oddelenie plánovania. Taktiež v tomto bode ešte projektant vytvoril konečnú zákaznícku dokumentáciu a taktiež boli dokončené všetky schémy a vytvorené štítky.

Plánovanie DO

Oddelenie plánovania doplnilo dielenskú objednávku do konečnej podoby. Dielenská objednávka je dokument, ktorý obsahuje aký materiál má byť kedy a kde vyskladnený a kedy, kde a koľko pracovníkov bude pracovať na danom projekte v jeho jednotlivých fázach. To všetko v rámci voľných kapacít. Vodítkom pre plánovačov sú pridelené hodiny na operácie od TPV a simulácie, ktoré vykonajú.

Nákup

Nákup vyjednával s dodávateľmi materiál, celé diely ako napríklad rám stroja, či kooperatívne činnosti ako napríklad lakovanie. Doba dodania materiálu je stanovená na 4 týždne. Nakupuje sa 2 dni v týždni. Pokiaľ zákazník požaduje v tejto fáze zmenu v projekte, už to má za následok zdržanie a zvýšenie ceny. Takýto prípad nenastal.

3.2.2 Materiálový tok

Sklad

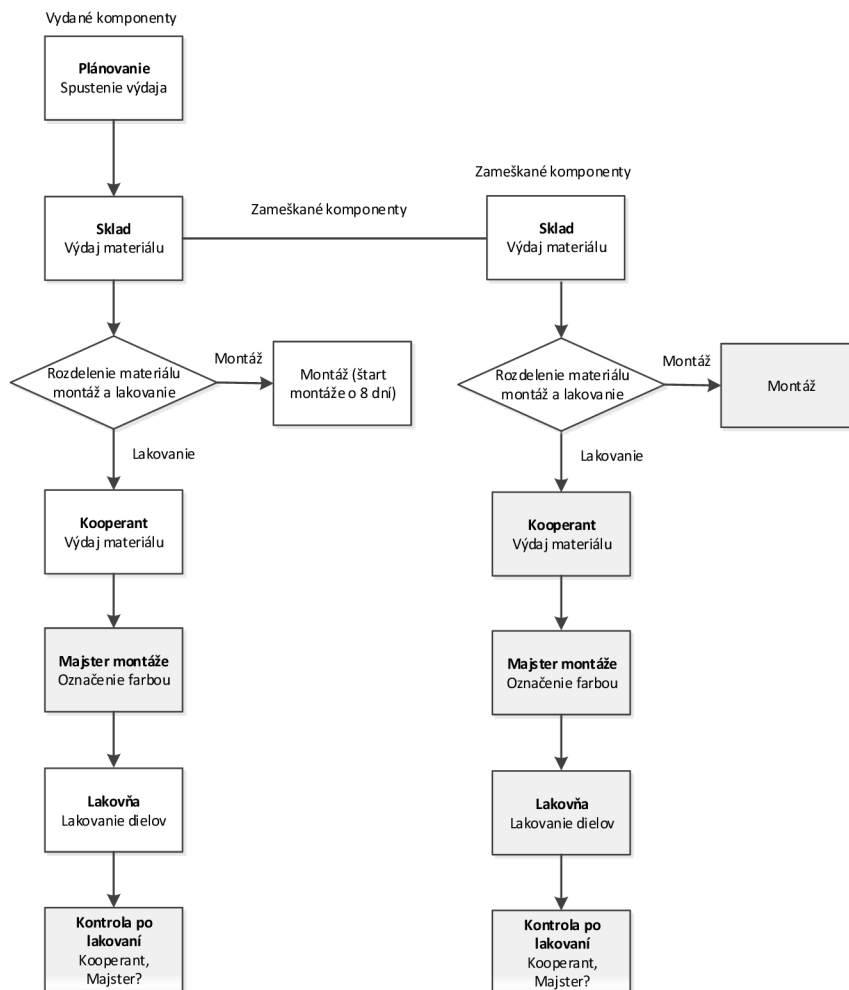
Po 4 týždňoch prišiel materiál a komponenty, ktoré boli označené identifikačnými číslami, tzv. EDP, pod ktorými vystupujú aj v informačnom systéme Movex. Potom ich skladník uložil na sklad. Vstupná kontrola dielov prebieha len na problematických komponentoch, netýka sa však všetkého prijatého materiálu či komponentov. Podľa idealistického prístupu Just-in-time by sklad mal byť úplne vypustený. V tomto prípade, kedy je veľké množstvo dielov unikátnych, nepripadá do úvahy. Materiál na jednu operáciu býva od viacerých dodávateľov, preto je bez skladu veľmi ťažko koordinovateľné prijímanie materiálu v presnom čase. V jednom čase vyskladňuje operátor na vysokozdvížnom vozíku len jeden kamión, Preto dodávka materiálu od viacerých ani nemôže nastať súčasne „presne na čas.“ Na vyskladnenie dáva príkaz

oddelenie plánovania. Operátor skladu má 24 hodín na to, aby vychystal požadovaný materiál na požadované miesto. Týmto spôsobom sa pracuje s položkami, ktoré sú na sklade.

Základom celého stroja je rám, ktorý má hneď po príchode priradené miesto v rámci časti haly označenej ako Finálna montáž, vid' obr 26. Tam sa celý stroj v ďalších týždňoch montuje. Rám prichádza už nalakovaný alebo, v prípade špeciálnych požiadaviek, ktoré dodávateľ nie je schopný splniť, príde nenalakovaný a následne sa posielajú do lakovne aj spolu s ďalšími dielmi.

Lakovanie

Lakovanie je špecifickou operáciou, ktorá má 2 formy. Prvou z nich, rovnako ako u rámu je, že dodávateľ dodá nalakované diely a táto operácia sa následne už nevykonáva. Druhou je to, kedy dodaný materiál prejde cez sklad a lakuje sa externe. V tomto prípade, teda pri výrobe M-624, šlo práve o druhý prípad, a síce lakovanie v rámci kooperácie. Kooperant dodal nalakované komponenty v požadovanom čase. K procesu lakovania bol nakreslený vývojový diagram (obr. 18). To z toho dôvodu, že niektoré komponenty sa na lakovanie nedošli v požadovanom čase. To môže byť spôsobené nekvalitou a následnou reklamáciou komponentov u dodávateľa alebo nepozornosťou skladníka. Na tomto projekte k takému prípadu nedošlo.



Obr. 18: Vývojový diagram lakovania.

Lakovanie je náročnejší proces, než by sa na prvý pohľad mohlo zdať. Vstupuje do neho hneď niekoľko oddelení a viacero pracovníkov: plánovanie, sklad, kooperant, majster, lakovňa a kontrolór kvality.

Začalo to ešte na oddelení plánovania, kde sa stanovil plán na výdaj materiálu na projekt v jeho jednotlivých fázach. Spustenie výdaja bolo až 11 dní pred štartom montáže. Výdaj závisí od dostupného miesta a dostupnosti komponentov na sklade, ale aj voľných výrobných kapacít – pracovníkov. Komponenty sú 7 dní v lakovni, z toho sa po vzájomnej dohode do mapy uvádza 1 deň ako čas pridávajúci hodnotu a 5 dní nepridávajúcich hodnotu pozostávajúci z transport, schnutia a podobne.

Po vydaní materiálu sa v sklade automaticky vytlačila výdajka, ktorú operátor skladu naskenovala a nakopíroval. Podľa výdajky skladník vychystal komponenty buď montáž alebo na lakovanie. Do bedne na lakovanie vložil položky lakované jednou farbou. Pokiaľ je potrebné nalakovať viac dielov, pošle sa aj vo viacerých bedniach. Všetky položky určené na lakovanie sú označené jedinečným EDP kódom - tým istým, ako po príchode od dodávateľa, a to buď priamo na svojom tele alebo na papierovej páske, ktorá je nalepená na komponente, prípadne na sťahovačke pripevnená o komponent.

Vždy sa od rána vybavujú žiadosti o výdaj z predchádzajúceho dňa. Takto vyskladnené komponenty putovali do zóny kooperácie, odkiaľ si ich vyzdvihol kooperant a odviezol ich do lakovne, kde sa nalakovali. Pokiaľ komponent mešká (pravá vetva obr. 18) a nie je v požadovanom čase na sklade, zvyčajne je označený ako „urgent“ a vloží sa do modrej krabice určenej pre meškajúce komponenty. Následne putuje do lakovne. A to hneď, ako je to možné. Musí sa dohrávať a zvyšok procesu pre neho platí rovnako ako pre komponenty dodané na čas.

Kooperant prichádza denne medzi 9:30 – 10:00 hodinou. Dovtedy majster označí jednotlivé komponenty farbou, akou majú byť podľa špecifikácie nalakované. V prípade pokiaľ sa jedná o prioritu, navyše je označený komponent aj červeným štítkom. To znamená, že sa má lakovať prednostne tak, aby sa vrátil na montáž v čo najskoršom možnom termíne. Kooperant si spočíta kusy v bedniach a vypíše podľa toho dodací list. Pre jednoduchšiu manipuláciu sú rozdelené komponenty na malé (s hranami do 20 cm) a veľké (nad 20 cm). Pri veľmi veľkých dieloch sa vpíše do dodacieho listu aj informácia o tom, ktoré časti sa majú lakovať a ktoré nie (biely krížik na mieste, ktoré sa nelakuje). Toto označovanie vykonáva majster sám a raz denne obíde a označí komponenty, ktoré na ďalší deň pôjdu na lakovanie. V prípade, že si nie je istý farbou, kontaktuje konštruktéra kvôli vysvetleniu. Na základe dodacieho listu vytvoril majster montáže objednávku. Ktorú poslal do lakovne. Pokiaľ lakovňa s obsahom objednávky nesúhlasí, vysvetlia si telefonicky v čom je problém.

Komponenty označené štítkami, odsúhlasené na lakovanie a vypísané v dodacom liste sú zväzované do lakovne. Malo by sa to stihnúť do 10:30, kedy majster odchádza na obed. V prípade komplikácií, nemusí takto kooperant čakať na majstrov návrat. V lakovni si vedúci skontroloval, či sedia kusy podľa dodacieho listu a pred lakovaním označil bedňu a aj stojan, na ktorom sa bude lakovať daný obsah bedne. Po samotnom lakovaní sa kusy spočítali a vrátili do bedne. Kooperant vyzdvihol nalakované komponenty spolu s dodacím listom a odviezol ich nazad do Emersonu. Táto bedňa sa už nezaskladňuje, len prejde vizuálnou kontrolou kvality a rovno končí na montáži.

Montáž

Montáž je rozdelená na 3 veľké celky: elektromontáž (pre projekt Decoma plánovaných 93,75 hodín), mechanickú montáž (plánovaných 85,75 hodín) a finálnu montáž (plánovaných 59,75 hodín). Na každú z nich je vytvorená zvlášť DO. Elektromontáž a mechanická montáž prebiehajú paralelne a finálna montáž potom pracuje už s dokončenou elektro- a mechanickou montážnou časťou. Revízia normohodín prebehla v júni 2014, preto sa práca nevenuje úprave noriem a plytvaniu v procesoch. V nasledujúcom popise súčasného stavu, sa pri každej operácii nachádza aj pracovný lístok s informáciou, aké činnosti obnášajú jednotlivé operácie.

Počas lakovania rámu a vybraných komponentov u externej firmy boli zároveň spustené 2 operácie – predmontáž stola (Op3100) a elektromontáž riadiacej skrine (Op2000). Predmontáž stola znamená montáž a ustavenie ložísk vodiacich tyčí na zdvíhací stôl. Na túto operáciu sú pričlenené 2 normohodiny, ktoré neboli dodržané a na operáciu bolo odpísané o pol hodiny navyše. U operácie 2000 bolo odpísaných až 56 hodín namiesto pridelených 39,75. Operácia elektromontáž riadiacej skrine obsahuje podoperácie uvedené v tabuľke 3.

Tabuľka 3: Skladba normohodín u Op2000.

Krok operácie MOVEX	ELEKTROMONTÁŽ RIADIACEJ SKRINE	Plánované hodiny [h] (1os/1ks) MOVEX
200001	ROZOBRATIE ELEKTROSKRINE	0,50
200002	VRTANIE DIER A MONTÁŽ ZÁKLADNEJ DOSKY ELEKTROSKRINE	5,00
200003	MONTÁŽ, INŠTALÁCIA A OZNAČENIE PRVKOV NA ZÁKLADNÚ DOSKU	5,00
200004	ZAPOJENIE SILNOPRÚDOVÝCH OBVODOV	5,25
200005	ZAPOJENIE RIADIACEJ ČASTI	8,50
200006	MONTÁŽ ELEKTROSKRINE	10,00
200007	ZAPOJENIE ELEKTROSKRINE	5,50
200008	KONTROLA MAJSTROM	0,00
200009	POZNÁMKY	0,00
2000	SPOLU	39,75

Montáž stroja (Op3200)

Ďalšou operáciou bola montáž stroja. Jedná sa znovu o komplikovanejšiu operáciu, ktorá obsahuje viacero podoperácií, ako je uvedené v tabuľke 4.

Tabuľka 4: Skladba normohodín u Op3200.

Krok operácie MOVEX	MONTÁŽ STROJA	Plánované hodiny [h] (1os/1ks) MOVEX
320001	MONTÁŽ DEKORU	2,50
320002	UMIESTNENIE RÁMU NA MONTÁŽNU POZÍCIU	0,75
320003	MONTÁŽ NÔH NA RÁM	0,50
320004	MONTÁŽ HYDRAULICKÉHO VALCA ZDVÍHACIEHO STOLA NA RÁM	0,50
320005	PREDMONTÁŽ UPÍNAČOV PRE ZDVÍHACÍ STÔL	0,25
320006	PREDMONTÁŽ VODIACICH TYČÍ PRE ZDVÍHACÍ STÔL	0,25
320007	PREDMONTÁŽ ZDVÍHACIEHO STOLA	1,50
320008	MONTÁŽ ZDVÍHACIEHO STOLA DO RÁMU	0,75
320009	USTAVENIE RÁMU A ZDVÍHACIEHO STOLA	4,50
320010	DOVŔTANIE A SKOLÍKOVANIE DRŽIAKOV VODIACICH TYČÍ PRE M5	1,75
320011	MONTÁŽ AGREGÁTU HYDRAULIKY	1,00
320012	MONTÁŽ OSTATNÝCH MONTÁŽNYCH PRVKOV NA RÁM	3,25
320013	MONTÁŽ PRVKOV POHONU ČELNÉHO OKNA NA RÁM	2,50
3200	SPOLU	20,00

Z op3200 v prvý deň montáže vykonali dvaja pracovníci len prvé 3 podoperácie. Ďalší dvaja pracovníci paralelne pracovali na Op2600 a odpísali 11 hodín práce (nadčas). Na ďalší deň odpracovali ďalšie 3 hodiny na operácii 3200. Nasledovala znova časť podoperácií v rámci elektroinštalácie stroj – 16 hodín práce (Op2600). Zvyšok elektroinštalácie stroja (Op2600) sa dokončil až pred oživovaním. V tejto fáze čas pridelený od TPV bol v súčte čiastkových časov dodržaný.

Montáž hydrauliky (Op3300)

Montáž hydrauliky bola znovu rozdelená. Prestriedala sa s montážou pneumatiky (Op3400). V prvej fáze boli odpísané 3 hodiny – prvá podoperácia a časť druhej, vid' tabuľka 5 a po nedokončenej montáži pneumatiky na ďalší deň zvyšné 3 hodiny. Norma je však len 5,50 hodiny. Došlo teda k prekročeniu potrebného času. To bolo spôsobené tým, že prvú časť montáže vykonával jeden operátor a druhú časť ďalší. Musel si teda osobne preveriť a zistiť, čo všetko je hotové a čo nie je, dôsledkom čoho došlo k prekročeniu normou stanoveného času.

Tabuľka 5: Skladba normohodín u Op3300.

Krok operácie MOVEX	MONTÁŽ HYDRAULIKY	Plánované hodiny [h] (1os/1ks) MOVEX
330001	MONTÁŽ POISTNÝCH VENTILOV, HYDRAULICKÉHO PIESTU A ROZVODOV	0,75
330002	MONTÁŽ PRVKOV HYDRAULIKY - KOMPLETNÉ ZAPOJENIE NA ZARIADENÍ	4,75
3300	SPOLU	5,50

Montáž pneumatiky (Op3400)

Montáž pneumatiky bola montážnou operáciou, ktorá prebehla podľa plánu bez problémov. Bol dodržaný pridelený čas a taktiež sa operácia dokončila komplet tak, že sa mohlo plnohodnotne pokračovať na ďalšiu operáciu. Z dôvodu nedokončenia montáže hydrauliky pred montážou pneumatiky sa ale pred ďalšou operáciou musela najskôr dokončiť inštalácia hydrauliky a z technologického hľadiska tiež aj montáž stroja.

Tabuľka 6: Skladba normohodín u Op3400.

Krok operácie MOVEX	MONTÁŽ PNEUMATIKY	Plánované hodiny [h] (1os/1ks) MOVEX
340001	MONTÁŽ ZÁKLADNEJ PNEUMATICKEJ DOSKY A VÁKUOVEJ PUMPY	4,25
340002	MONTÁŽ ZÁKLADNEJ PNEUMATICKEJ DOSKY DO ZARIADENIA	2,75
3400	SPOLU	7,00

Montáž vibračnej hlavy (Op3550)

Montáž vibračnej hlavy bolo odpracovaných 10 hodín (dvaja montážnici po 5 hodín), pri tom pridelený čas je len 9,25 normohodín. Dôvodom bolo zaúčanie nového montážnika.

Tabuľka 7: Skladba normohodín u Op3550.

Krok operácie MOVEX	MONTÁŽ VIBRAČNEJ HLAVY	Plánované hodiny [h] (1os/1ks) MOVEX
355001	MONTÁŽ VIBRAČNEJ HLAVY DO ZARIADENIA	2,50
355002	USTAVENIE VIBRAČNEJ HLAVY	6,75
3400	SPOLU	9,25

Elektroinštalácia stroja (Op2600)

Elektroinštalácia stroja sa dokončila pred oživovaním. Odpísaných bolo namiesto pridelených 49 hodín až 59 hodín. Dôvod je ten, že sa táto operácia dokončovala až po Op3700, kedy bolo potrebné niektoré súčasti stroja demontovať kvôli nemožnosti zapájať komponenty výhľadom k priestorovým obmedzeniam.

Tabuľka 8: Skladba normohodín u Op2600.

Krok operácie MOVEX	ELEKTROINŠTALÁCIA STROJA	Plánované hodiny [h] (1os/1ks) MOVEX
260001	PRÍPRAVA ELEKTROINŠTALÁCIE STROJA	6,50
260002	ZAPOJENIE UZEMNENIA	5,50
260003	PRÍPRAVA KÁBLOV A ELEKTROKOMPONENTOV	9,25
260004	MONTÁŽ ELEKTROPRVKOV NA ZARIADENIE, NAŤAHOVANIE KÁBLOV A ZAPOJENIE ELEKTROMOTOROV	10,75
260005	PRIPOJENIE ELEKTROSKRINE K STROJU	13,00
260006	ZAPOJENIE VIBRAČNEJ HLAVY, KABÍNY	4,00
260007	KONTROLA MAJSTROM	0,00
260008	POZNÁMKY	0,00
2600	SPOLU	49

Finálna montáž (Op3700)

Pri tejto operácii nastal zaujímavý prípad. Namiesto pridelených 45 hodín stačilo montážnikom len 43 normohodín. Treba však spomenúť, že sa jednalo o čisto štandardný stroj a TPV radšej pridelo viac času na prípadné očakávané opcie k tejto operácii. Tie však neprišli.

Tabuľka 9: Skladba normohodín u Op3700.

Krok operácie MOVEX	FINÁLNA MONTÁŽ	Plánované hodiny [h] (1os/1ks) MOVEX
370001	MANIPULÁCIA S DIEĽMI KABÍNY	1,50
370002	PREDMONTÁŽ OKNA	5,75
370003	PREDMONTÁŽ PREDNÉHO PANELU	7,00
370004	KONTROLA MEZDERY MEDZI OKNOM A PREDNÝM PANELOM	0,00
370005	PREDMONTÁŽ ZADNÉHO PANELU	4,25
370006	PREDMONTÁŽ BOČNÉHO PANELU OD ELEKTROSKRINE	4,25
370007	PREDMONTÁŽ BOČNÉHO PANELU	1,00
370008	PREDMONTÁŽ SERVISNÝCH DVERÍ	1,75
370009	PREDMONTÁŽ HORNÉHO PANELU	1,00
370010	PREDMONTÁŽ KABÍNY	3,25
370011	MONTÁŽ KABÍNY NA ZARIADENIE	3,50
370012	KOMPLETIZÁCIA ZARIADENIA PRED OŽIVOVANÍM	8,75
3700	SPOLU	45

Opcie (Op3600)

Opcie sú neštandardnými procesmi, preto im nebude venovaná pozornosť. V tomto konkrétnom prípade sa jednalo o štandardný stroj bez opcí. Opcie sa montujú spolu so štandardnými operáciami, v IS však fungujú ako extra operácie. Po montáži opcí sa končí elektrická a mechanická konštrukcia a DO pre el. a mech. montáž sú uzavreté. Poslednú časť montáže riadi DO Finál, ktorá začína operáciou oživovanie (Op8000).

Oživovanie

V tejto operácii sa zisťuje funkčnosť softvéru ovládacieho panelu, premeriavajú sa charakteristiky elektrických vlastností a zapojenia. Oživovanie nie je štandardizovaný proces, preto nebude detailnejšie popísané, z akých podoperácií sa skladá. Samozrejme, závisí na zložitosti stroja a skúsenostiach TPV na určení normohodín. Takýto stav však určite nie je vhodný. Na operáciu oživovanie bolo pričlenených 20 hodín a odpísaných bolo dokonca až 24 hodín práce.

Prebierka

Prebierka je vlastne operáciou výstupnej kontroly kvality. Počas prebierky sa vyplňa výstupný protokol, ktorý obsahuje informácie o bezpečnosti, kompletnosti, o zhode

stroja s technickou dokumentáciou a a vystavuje sa preberací protokol pre zákazníka o tom, že stroj v skutočnosti spĺňa navrhnuté riešenia, požiadavky a príslušné normy. Jedná sa znovu o neštandardizovaný proces a na jeho vykonanie bolo pridelených 23,5 hodiny, čo aj bolo dodržané.

Podpora pri oživovaní (Op7000)

Táto operácia prebehla bez problémov, postupne počas 2 dní a vykonala sa súvisle. Odpísaný čas bol dokonca nižší počet hodí, a síce o 0,5 hodiny menej oproti času pridelenému v informačnom systéme Movex.

Tabuľka 10: Skladba normohodín u Op7000.

Krok operácie MOVEX	Podpora pri oživovaní	Plánované hodiny [h] (1os/1ks) MOVEX
700001	INŠTALOVANIE VRCHNÉHO TESTOVACIEHO PRÍPRAVKU PRE OŽIVOVANIE	1,00
700003	INŠTALOVANIE SPODNEJ PLATNE + SPODNÉHO TESTOVACIEHO PRÍPRAVKU PRE OŽIVOVANIE	1,00
700004	INŠTALOVANIE PEVNÝCH DORAZOV VODIACICH TYČÍ	0,50
700005	ODINŠTALOVANIE PEVNÝCH DORAZOV VODIACICH TYČÍ	0,50
700006	NASTAVENIE SPOJOK	0,50
700007	ODINŠTALOVANIE VRCHNÉHO-SPODNÉHO TESTOVACIEHO PRÍPRAVKU PRE OŽIVOVANIE	2,00
700008	MERANIE PARALELITY STOLA VOČI VIB. HLAVE	2,00
700001	INŠTALOVANIE VRCHNÉHO TESTOVACIEHO PRÍPRAVKU PRE OŽIVOVANIE	1,00
700003	INŠTALOVANIE SPODNEJ PLATNE + SPODNÉHO TESTOVACIEHO PRÍPRAVKU PRE OŽIVOVANIE	1,00
700007	ODINŠTALOVANIE VRCHNÉHO-SPODNÉHO TESTOVACIEHO PRÍPRAVKU PRE OŽIVOVANIE	2,00
7000	SPOLU	11,50

Príprava k expedícii (Op9000)

Jedna z posledných operácií. Odpísaných bolo o 0,75 hodiny viac, než prideliť TPV (6 versus 5,25 hodiny). Pozostáva z týchto podoperácií uvedených v tabuľke 11.

Tabuľka 11: Skladba normohodín u Op9000.

Krok operácie MOVEX	Príprava k expedícii	Plánované hodiny [h] (1os/1ks) MOVEX
900001	KOMPLETNÉ VYČISTENIE STROJA	1,00
900002	DOTIAHNUTIE NÔH STOLA CEZ SERVISNÉ KRYTY	1,00
900003	ODČERPANIE HYDRAULICKÉHO OLEJA	0,50
900004	ODPOJENIE HYDRAULIKY OD STROJA	0,50
900005	KONZERVÁCIA STOLA	0,50
900006	NALOŽENIE STROJA NA PALETU	2,00
900007	UPRATANIE MONTÁŽNEHO PRACOVISKA	2,00
9000	SPOLU	5,25

Balenie

Poslednou operáciou v rámci Emersonu je balenie. Pri balení sa kladie dôraz na spôsob prepravy. Váhu stroja, druh stroj a podobne. Stroj sa žeriavom zaveseným na konštrukcii haly presunie čo najbližšie k východu, tam sa zafixujú posuvné diely a ošetrí všetky časti, ktoré by mohli byť prepravou poškodené.

Expedícia

Cyklus sa uzatvára expedíciou stroja k zákazníkovi. Dopravu má na starosti externá firma, ktorá si príde stroj v požadovanom čase vyzdvihnúť. Všetko je nachystané a pripravené k tomu, aby mohol byť stroj naložený pomocou žeriavu na kamión a odvezený z haly. Uvoľní sa tak miesto, na ktoré, v rámci toku, príde ďalší stroj určený na expedíciu. Expeduje sa približne 1 stroj denne, čo umožňuje pružne reagovať na nečakané, ale nie závažné problémy.

V tabuľkách boli uvedené normohodiny určené pre dané operácie na danom stroji. Z textu a z mapy na obr. 19 je ale zrejmé, že tieto časy často dodržiavané neboli. Z kapacitného hľadiska ani nebolo možné byť osobne prítomný pri celom, 189,5-hodinovom čase, kedy sa stroju pridávala hodnota (pracovalo sa na ňom). Konečné dáta poskytol finančný manažér v dokumente, kde sú zapísané odpracované operácie podľa dátumov a aj počet odpracovaných hodín.

3.2.3 Analýza súčasného stavu

Na mape súčasného stavu (obr. 19) je možné vidieť grafickú postupnosť výrobného procesu zvracieho stroja M-624 podľa podkapitoly 3.2. Z mapy vyplýva, že čo sa týka informačného toku, VA time dosiahol hodnoty 22,5 hodiny a NVA time 50 hodín. To znamená celkový čas informačného toku 72,5 hodiny. Čas pridávajúcí hodnotu tvoril 31,03 %.

$$VA_{\text{info index}} = \frac{t_{VA}}{t_{\text{info tok}}} \cdot 100 = \frac{22,5}{72,5} \cdot 100 = 0,3103 \cdot 100 = 31,03 \%$$

Od vyskladnenia materiálu až po zabalenie stroja bolo potrebných 175 hodín NVA času a 189,5 VA času, celkový čas materiálového toku vrátane oživovania, testovania a zabalenia činil 364,5 hodiny. Z toho vyplýva:

$$VA_{\text{mat index}} = \frac{t_{VA}}{t_{\text{mat tok}}} \cdot 100 = \frac{189,5}{364,5} \cdot 100 = 0,5199 \cdot 100 = 51,99 \%$$

Po pripočítaní 4 týždňov, kedy sa čakalo na príjem materiálu od dodávateľa sa zvýši NVA čas o 142,5 hodiny na 317,5 hodiny a VA index sa zníži na:

$$VA_{\text{mat celk index}} = \frac{t_{VA}}{t_{\text{mat tok}}} \cdot 100 = \frac{189,5}{364,5+142,5} \cdot 100 = 0,3737 \cdot 100 = 37,37 \%$$

Celkový lead time výroby stroja sa teda skladá z 3 častí: informačný tok – 72,5 hodiny, čakanie na materiál – 142,5 hodiny a samotná montážna časť – 364,5 hodiny = 579,5 hodiny, z čoho čas pridávajúcí hodnotu VA tvorí 212 hodín a čas nepridávajúcí hodnotu NVA tvorí 367,5 hodiny. Vyjadrenie celkového VA indexu:

$$VA_{\text{celk index}} = \frac{t_{VA}}{\text{lead time}} \cdot 100 = \frac{212}{579,5} \cdot 100 = 0,3658 \cdot 100 = 36,58 \%$$

Na prvý pohľad sa môže zdať, že VA_{index} na úrovni 36,58 % je nízke číslo. Podľa obr. 5 značí takáto úroveň VA_{indexu} hodnotu šetrenia oproti výrobe bez princípov

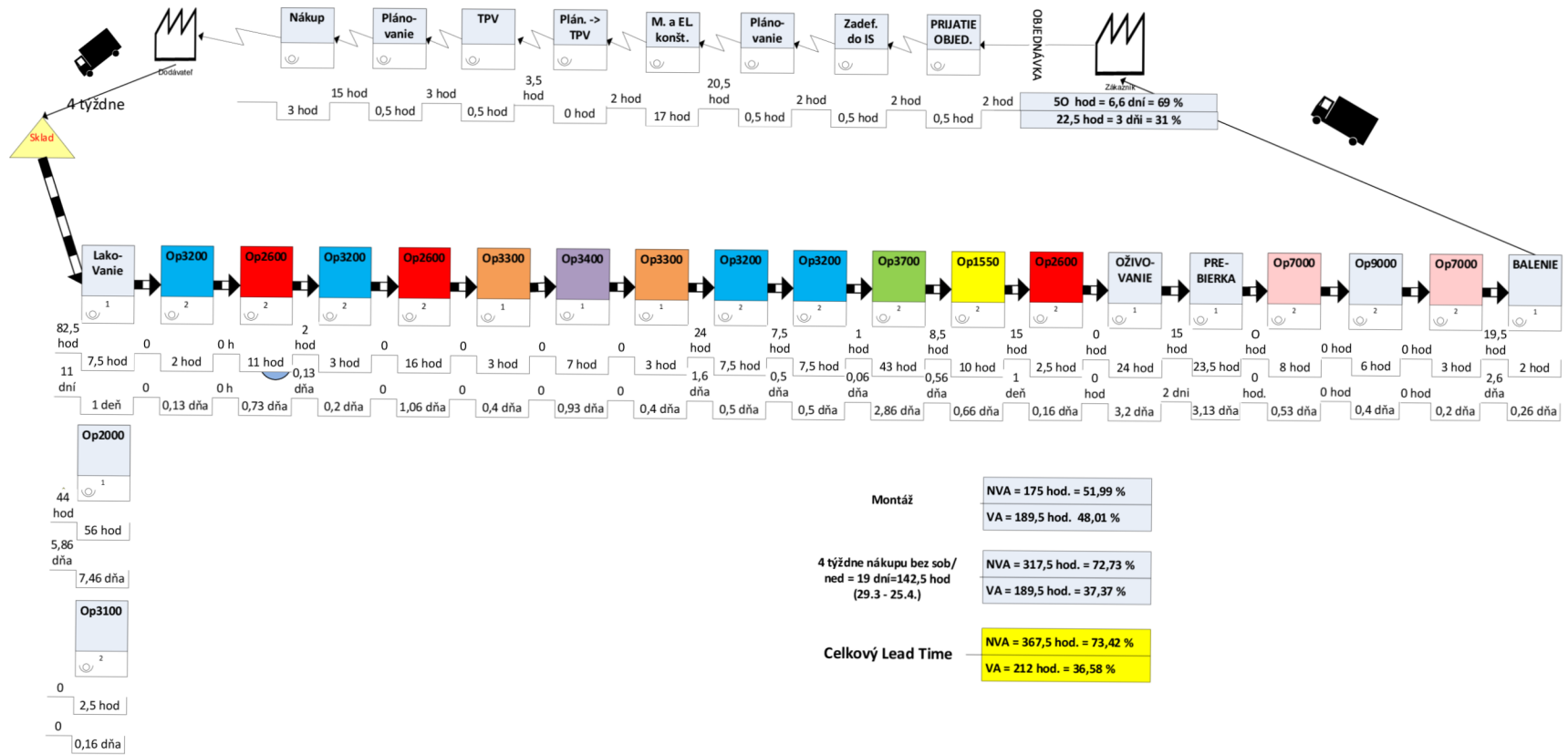
lean na úrovni cca 10 %. Vychádza však z pomeru času, kedy sa na stoji pracovalo a nepracovalo. Pokiaľ by boli skúmané aj samotné procesy, čas pridávajúcí hodnotu by sa ešte znížil.

Bežne sa podľa medzinárodných skúseností odborného konzultanta práce Ing. Patrika Horníka pohybuje reálne okolo 1 % a značí akúsi schopnosť podniku byť k sebe úprimný. Normy sú ale nastavené tak, aby vo výrobe a na montáži bol aj čas vyčlenený na prípravu sa na operáciu, sebakontrolovanie správneho vykonania a prípadné upratanie, či dokonca veľmi jednoduché prerábky a opravy. Normy počítajú aj s únavou počas dňa a fyziologickými potrebami pracovníkov. Do lead tímu vstupujú faktory ako napríklad to, že zamestnanci v prípade tesných noriem zostanú demotivovaní z toho, že sa im ich nedarí plniť, a preto hrozí ich odchod do iných spoločností, ktorých je v priemyselnom meste, akým je Nové Mesto nad Váhom a okolí, na desiatky. Prvá mapa súčasného stavu bola vytvorená na tabuli a je uvedená v prílohe A.6.

So zákazníkom bol dohodnutý čas na kompletne dokončenie stroja 13 týždňov. Celkový čas potrebný od prijatia objednávky až po expedíciu stroja trval presne 13 týždňov - 91 kalendárnych dní (20.8. – 18.11. 2014). To znamená, že objednávka sa stihla na čas. Z toho posledný víkend stroj už bol pripravený na expedíciu a len „čakal“ do 18.11. 2014 na odvoz externou firmou. Z celkových 91 dní tvorilo 20 dní dni pracovného pokoja (2) a víkendy (9 x 2=18). Na prácu teda zostalo $91 - 2 - 18 = 71$ dní. Po odpočítaní 4 týždňov (4x7=28) potrebných na dodanie materiálu to bolo dokonca len 43 dni.

Celkový lead time na výrobu bol 87,7 dňa, pričom naplánovaných bolo o deň menej – 86,7 dňa. V tomto momente sa dá skonštatovať, že spolupráca naprieč oddeleniami bola na dobrej úrovni, keďže sa stihol termín expedície. Treba ale poznamenať, že stroj bol vo výrobe o deň dlhšie, než bol plán, čo znamená určité náklady, ktoré zákazník nezaplatil a o ktoré sa znížil zisk firmy na zákazke.

Obr. 19: Mapa súčasného stavu.



3.3 Vytipovanie úzkych miest

Na tému mapovania M5/M6 sa konali pravidelné schôdzky s manažmentom podniku a zainteresovanými pracovníkmi. Prvá z nich priniesla popis objavených problémov a každý zo zainteresovaných – riaditeľ, vyšší a stredný manažment, projektoví manažéri, inžinieri štihlej výroby a supervízor montáže ohodnotili jednotlivé úzke miesta bodmi podľa subjektívnej dôležitosti (13 – najväčší problém, 1 – najmenší problém). Body sa sčítali a vyšlo poradie nedostatkov podľa závažnosti. Záznam z tohto workshopu je uvedený v tabuľke 11. Po ďalšom skúmaní a diskutovaní však výsledné poradie bolo nakoniec mierne upravené.

Tabuľka 12: Prioritizácia problémov.

Poradie	Názov nedostatku	Popis nedostatku	suma
1	Lakovanie	komplet lakovanie celého stroja (el. skriňa, kabína, stroj), sledovanie materiálu u nás (príchod z lakovania)	133
2	Spustenie montáže bez kompletného materiálu	spustenie nových operácií bez ukončenia predchádzajúcich operácií	122
3	Plánovanie	presúvanie materiálu, presun priorit	120
4	Reklamácie	nevidované v systéme movex, následne chýbajúce komponenty na montáži, ktoré sú v reklamácií	111
5	Dohrávky	narúšanie procesu montáže	96
6	Rozdelenie M5/M6 do skupín	Rozdelenie na základe špecifikácie daného stroja (rovnaké kritéria a delenie na oddeleniach)	NOVÉ
7	Odpis hodín	nekorešpondovanie pracovného lístka s denným odpisom hodín do systému movex, nefungujúci denný odpis hodín na montážne operácie a tiež v nevýrobných etapách	111
8	Počet pracovníkov na projekt	organizácia práce na montáži (17 pracovníkov na projekt), postup operácií, preskakovanie operácií	81
9	Kvalita	kontrola komponentov, nevidované komponenty v systéme (na kontrole, medzi skladom a montážou)	80
10	Dokumentácia	chýbajúca výrobná (montážna), zákaznícka	72
11	Neštandardizované nevýrobné etapy	nezmerané časy Oživovania, Konečná kontrola stroja, Projekcia, Balenie, ...	62
12	Informačný tok v nevýrobných etapách	vytvorenie štruktúry hlavičky (final, el. a mech. konštrukcia) robí TPV – nie je to náplň práce TPV	34
13	Nákup	nakupovanie len 2x do týždňa, čo spôsobuje oneskorenie nákupných objednávok cca o 2 dni	33
14	Podklady pre odvoz	chýbajúce alebo neúplne informácie, aká doprava, kam odviezť, následne ohrozenie vývozu v pôvodnom termíne	27

Lakovanie

Lakovanie prinášalo najviac problémov:

1. Prvým z nich je fakt, že materiál na montáž na rám sa vyskladnil 11 dní pred tým, než dorazili rám a komponenty z lakovne a vôbec sa mohlo začať montovať. Materiál takto „čaká“ a nič sa s ním nedeje.
2. Za týchto 11 dní došlo k strate niektorých vyskladnených dielov. Či boli použité na inom stroji alebo vyhodené alebo čo sa s nimi stalo, to už nikto nezistí.
3. Po návrate z lakovania neboli niektoré kusy identifikované. V lakovni chyba zistená nebola – problém je pri preberaní materiálu a jeho nedostatočnom označení – napr. umiestnenie do príslušnej bedne. Dôsledok tohto môže byť priradenie komponentu k nesprávnemu projektu.

4. Nalakované komponenty, ktoré prešli procesom posúdenia kvality, sú v bedniach vo veľkých počtoch. Nie je prehľad o tom, koľko komponentov reálne v bedniach je.
5. Pre lakovňu nie je určené poradie lakovania komponentov. Nie je požiadavka, kedy majú byť nalakované komponenty dodané.
6. Nastávali prestoje medzi výdajom materiálu na lakovanie a skutočným odoslaním do lakovne.

Reklamácie

Druhý najvyšší počet bodov dostal od manažmentu problém s reklamovanými položkami. Napriek tomu, že bola položka na reklamácií u dodávateľa, v informačnom systéme Movex figurovala ako dostupná na sklade. Toto spôsobí zmätky pri výdaji, kedy ani skladník nevie, prečo sa položka nenachádza/nachádza v menšom množstve. Dokonca ani plánovači, ktorí vydávajú položku, nemajú túto informáciu. Potom nie je možné vyskladniť všetok materiál na operáciu a pracuje sa len na tom, na čo je materiál dostupný. Z toho plynie ťažká kontrola toho, čo je a čo nie v rámci operácie dokončené.

Rozdelenie strojov do skupín

Stroje nie sú rozdelené na štandardné, štandardné so štandardnými opciami a na štandardné s neštandardnými opciami. Z tohto dôvodu sa lead time vlastne len odhaduje na základe minulých projektov a stáva sa, že stroj buď zbytočne čaká na expedíciu alebo sa nestíha pôvodný termín a musia sa presunúť kapacity. To znamená prácu nad čas, prácu v soboty, v krajnom prípade nedodržanie termínu a ponúknuté nadštandardné zákazníčkovi nadštandardné služby v oblasti servisu a údržby ako kompenzáciu, čo znamená zníženie ziskovosti na danom projekte.

Dohrávky

Dohrávky sú prípad, kedy sa do štruktúry stroja dohráva nový materiál. Dôvody môžu byť rôzne: dodatočná zákaznícka požiadavka, strata komponentu, nepozornosť projektanta, prípadne poškodenie komponentu. Priemerne sa dohráva pri vibračných strojoch približne 10 položiek.

Definícia produktu

Definíciu produktu (vytvorenie APP) vykonáva supervízor TPV. To je ale v tom momente všetko a posíela zákazku hneď ďalej. V prípade vyťaženia/nepřítomnosti supervízora TPV dochádza automaticky k prodlevám. Nie je určený nikto iný na jeho zastúpenie.

Spustenie montáže bez kompletného materiálu

V prípadoch, kedy nie je k dispozícii všetok potrebný materiál na danú operáciu, operácia sa začne s tým, že po príchode materiálu sa dokončí. Toto riešenie spôsobuje problémy pri zisťovaní aktuálneho stavu rozpracovanosti operácie – čo je a o nie je hotové. Tak isto je to zdržanie pre montážnika, pretože musí na začiatku skontrolovať, v akej fáze sa reálne operácia nachádza. A to hlavne v prípadoch, kedy operáciu

dokončuje iný montážnik. V určitých prípadoch nekompletný materiál súvisí práve s faktom, že je na reklamácií.

Privysoký počet pracovníkov

V rámci montáže pracovalo na projekte 17 ľudí, pri tom by stačilo 11.

Op1000 – 1, Op1100 + Op1550 + Op7000 – 2, Op1200 + Op1700 - 2, Op9000 – 2, Op1300 – 1, Op1400 – 1, Op1600 – 2 = 11

Výmena montážnikov znamená to, že sa nový montážnik musí na začiatku zoznámiť so situáciou a až následne potom začne pracovať.

Chýbajúca dokumentácia

Pri stroji sa nenachádzala výrobná dokumentácia – bola odnesená alebo stratená. Pri tom je potrebná na montáž a odovzdáva sa zákazníkovi. Znemožňuje bezprostredný štart montáže.

Neštandardizované výrobné etapy

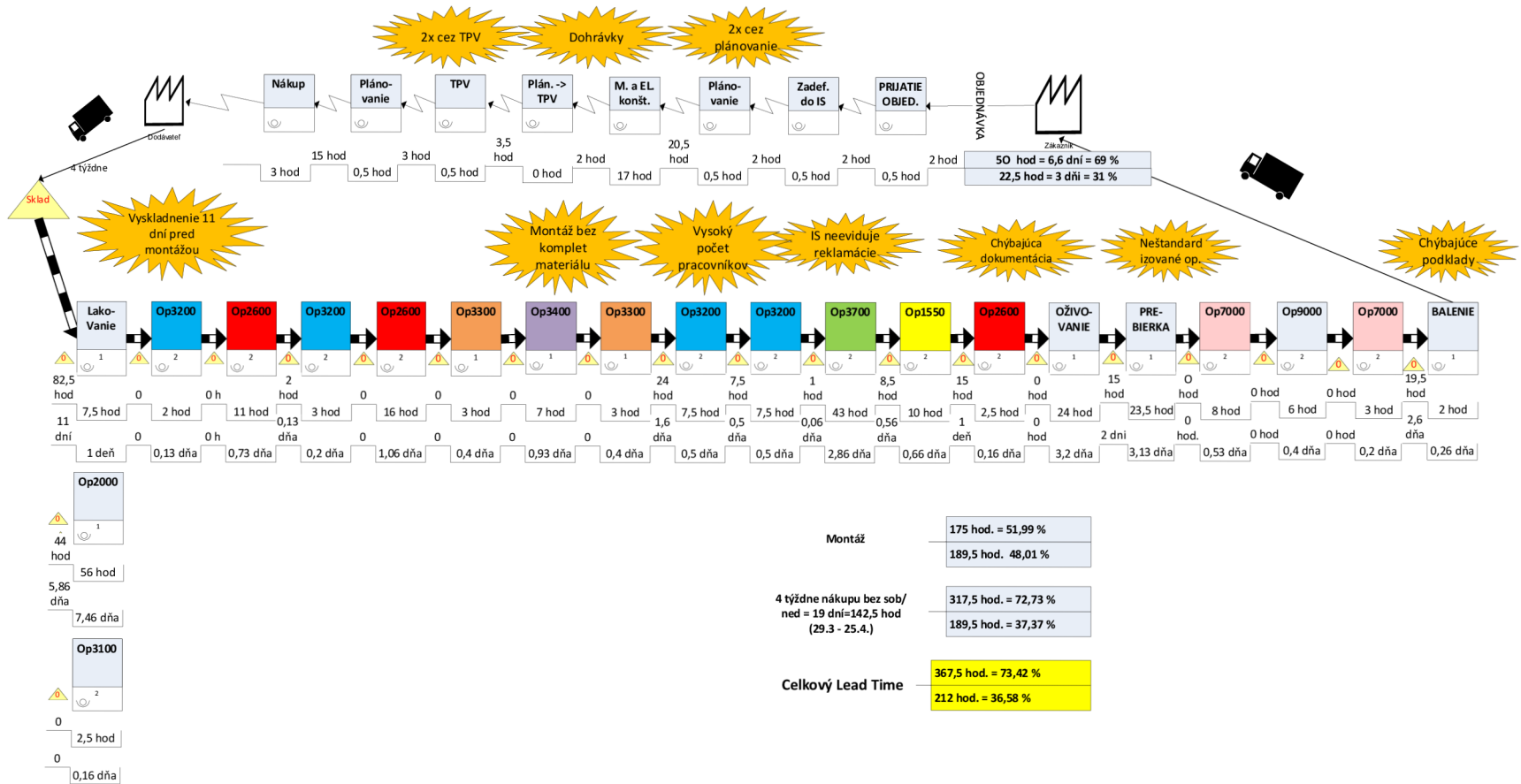
Operácie oživovanie, prebierka alebo balenie nie sú štandardizované. Normy na tieto úkony existujú, nie sú však rozdelené na menšie časti. Počas týchto operácií nie je možné skontrolovať, v ktorej fáze sa nachádzajú a ako dlho ešte pravdepodobne budú trvať. Dá sa len zistiť, či sú alebo nie sú dokončené.

Nejednoznačné podklady pre expedíciu

Po prípravení na expedíciu nebolo jednoznačné, kam a akým spôsobom má stroj odísť (externá firma, vlastná doprava,..). Môže sa stať, že adresa zákazníka nezodpovedá cieľovej destinácii stroja. Nastáva zbytočné ohrozenie vývozu v naplánovanom termíne.

Na obr. 20 sa nachádza mapa súčasného stavu doplnená o zistené úzke miesta. Voči nim budú v ďalšej časti navrhnuté protiopatrenia v zmysle zaistenia plynulého toku výroby podľa filozofie *lean*.

Obr. 20: Pohľad na mapu súčasného stavu s vyznačením úzkych miest.



3.4 Návrh opatrení

Na základe odhalených plytvaní, ale aj iných zistení, boli navrhnuté riešenia na splnenie cieľa – skrátiť *lead time* o jeden kalendárny týždeň. V tejto podkapitole sú tieto návrhy popísané a aj vyčíslené. Výpočty vychádzajú z hodinových sadziieb na zamestnanca, ktoré sú vo výrobe 26€/hod. a v kanceláriách 31€/hod. vrátane všetkých réžii.

3.4.1 Informačný tok

TPV

V informačnom toku sú navrhnuté zmeny ohľadom TPV. To po prijatí objednávky pôvodne len vytvorilo APP. Už v tomto momente však môže určiť časy potrebné na operácie, ktoré sa budú určite vykonávať. Pri kvalitnej definícii zákazníkových potrieb je už v tomto momente zrejmé, aké operácie sa budú vykonávať, z čoho vychádza aj pridelený počet hodín. Po vytvorení mechanickej a elektrickej konštrukcie už len si samo plánovanie doplní hodiny potrebné na opcie podľa interných štandardov. Takto sa preskočí krok, kedy muselo oddelenie plánovania informovať TPV ohľadom stavu štruktúry. V prípade zaneprázdnenosti plánovania zbytočne dochádzalo k zdržaniu a nárastu času nepridávajúceho hodnotu. Náklady na takúto zmenu sú nulové, prínosy však činia úsporu v tom, že oddelenie TPV sa nemusí k projektu vracieť a znova si ho naštudovať, čo je ušetrených cca 0,5 hodiny práce (15,50 €). Zároveň v tomto konkrétnom prípade by nedošlo k čakaniu 3,5 hodiny, ktoré projekt čakal, kým sa dostal na rad u TPV. Spolu ušetrené 4 hodiny informačného toku. Po pripočítaní času, ktorý čakalo oddelenie plánovania, kým sa dostalo k tomu, aby informovalo TPV o kompletnej konštrukčnej stránke, sa počet ušetrených hodín v informačnom toku zvýši na 7. A to je takmer jeden celý pracovný deň, ktorý by projekt nemusel stáť.

Konštrukcia

Čo sa týka informačného toku, najväčšie čakanie je na konštruktéroch, ktorí sú zavalení prácou. Trvalo im až 20,5 hodiny, kým dokončili starú prácu a dostali sa k novej objednávke. Ešte aj bolo zistené, že z plánovaných 14-tich hodín, potrebovalo oddelenie elektrickej konštrukcie len 11 hodín a oddelenie mechanickej konštrukcie odpísalo len 17 hodín z pridelených 24. Minimálne, čo sa týka, elektrickej konštrukcie, bol navrhnutý zámer vytvoriť elektroschému stroja v „plnej výbave,“ to znamená s vložením všetkých opcí a rozšírení. V prípade, že zákazník niečo nechce, konštruktér toto odmaže. Nestane sa však už, že na niečo zabudne a bude sa musieť tento komponent dodatočne dohrávať. Taktiež nemusí konštruktér pri každom novom stroji hľadať nové riešenia. Časová náročnosť takéhoto opatrenia bola vyčíslená na 15 hodín - 465€. Pri ročnom množstve 37 strojov M6 a očakávanej úspore preplánovania kvôli dohrávkam 2x preplánovanie = 1 hodina/stroj by čistá ročná úspora očistená od prvotných nákladov činila 682€. Samozrejme, dohrávky spôsobené zákazníkom by ostali, znížil by sa však počet vyrušení už bez tak zaneprázdnených plánovačov kvôli akútnym dohrávkam materiálu spôsobenými nepozornosťou projektantov. Ďalším benefitom by, bezpochyby, bolo skrátenie času čakania na vôbec začatie práce konštruktéroch, ktorí by postupom času zmazali manko, vytvorené v minulosti.

Reklamácie

Nepritomnosť informácie o tom, že je diel na reklamácií, má za následok rad komplikácií. Ako už bolo spomenuté, plánovač v dobrej viere vydá materiál na celú operáciu, ale niektorá položka v sklade chýba. Túto informáciu zistí až skladník pri výdaji a následne kontrole reklamačných protokolov. Tak vydá o komponent menej a nie je možné vykonať operáciu úplne. Montážnici vykonajú čo môžu a dodatočne sa zistí, že oneskorený komponent sa môže namontovať až po rozmontovaní už hotovej časti stroja.

Riešením je doplniť do informačného systému Movex k položke špeciálny status, či iný znak podľa ktorého bude jasné, že položka sa fyzicky nenachádza v sklade a vybavuje sa reklamácia. Tento doplnok, ktorý by zároveň zakázal vydať reklamovaný komponent, vrátane zaškolenia znamená výdavky vo výške 3 566 € bez DPH (4315 €). Statusy sú vhodné z toho dôvodu, že zabezpečia oboznámenie všetkých zamestnancov s touto informáciou a v takomto prípade by nebolo možné reklamovaný materiál vydať. Navyše, status nie je len akýsi znak pri položke, ale je prepojený skrz celým informačným systémom a pokiaľ je zaimplementovaný s funkcionalitou, umožňuje alebo dokonca znemožňuje narábať s daným dielom. Odhadované prínosy sú také, že by sa ušetrilo vďaka tomuto riešeniu na projekte Decoma 4 hodiny materiálového toku na Op3000, plánovač by ušetril polhodinu, ktorú by inak musel venovať dodatočnému preplánovaniu a majster montáže by ušetril do polhodinu, keďže by nemusel operatívne riešiť zmeny poradia vykonávaných operácií na rozpracovaných zákazkách. Toto znamená úsporu cca 5 hodín prerábok – 130 €. Náklady by sa mohli vrátiť po 28 projektoch stredne veľkých strojov, záber by však určite bol aj na ostatné. Pri cca 170 zákazkách ročne, by sa náklady vrátili už po 2 mesiacoch a od tretieho mesiaca by začalo šetrenie. Bezpochyby by sa ale k prínosom tohto riešenia nabalili aj ďalšie efekty a šetrenie by mohlo byť ešte výraznejšie.

3.4.2 Materiálový tok

Lakovanie

Pri lakovaní sa objavilo najviac ťažkostí. Jedná sa o komplexný problém, ktorý je potrebné riešiť sériou opatrení. S procesom lakovania súvisí plánovanie, sklad, práca a úlohy kooperanta, samotná lakovňa a kontrola po lakovaní.

Materiál sa vychystá tak, aby sa po návrate komponentov z lakovania mohlo ihneď montovať. Z dôvodu chýbajúceho materiálu je vhodné vychystať materiál na jednu až dve operácie dopredu, aby sa zistilo, či je materiál skutočne na sklade a v požadovanej kvalite. Keďže sa stroj montuje na jednom mieste po celý čas, môže byť toto riešenie v rámci plynulého toku veľmi vhodné.

Stáva sa aj to, že počet dielov v bedniach sa líši s počtom dielov vo výdajke pre lakovňu. Nikto tieto počty nekontroluje a pokiaľ sa skladník pomýli, môže poslať viac alebo menej, než je v skutočnosti potrebné. Potom je podľa dodacieho listu všetko v poriadku, ale na sklade sa nájdu diely, ktoré sú oficiálne na lakovaní alebo sa nenájdu iné. Riešením by bolo očipovať sáčky, v ktorých takéto komponenty putujú do lakovne, prípadne inak ich označiť kódom RFID a čítačkou RFID v spolupráci s IS kontrolovať počet dielov a kompletnosť zásielky. Náklady na takéto riešenie by boli vskutku vysoké. Treba brať do úvahy nie len čítačku samotnú, ale aj tlačiareň na RFID kód, ktorej cena

bola k 22.4.2014 podľa [36] 3610 € s DPH. Ďalšie priebežné náklady by boli na špeciálne RFID štítky, kde 1000 týchto štítkov stojí 104 €. Čítačka RFID kódov vyšla v sledovanom období na 3332 €. Celkovo to teda znamená náklady vo výške 7046 €. Od takto významnej investície by sa očakávali významné úspory. Ďalšie náklady by tvorilo spriahnuť RFID tlačiareň a čítačku s Movexom. Dá sa preto očakávať náklady o výške blížiacej sa k sume 10 000 €, čo dnes už znamená cenu osobného automobilu segmentu B. Vedenie spoločnosti preto toto riešenie zatiaľ odložilo na neurčito.



Obr. 21: Materiál vychystaný na lakovanie rozdelený podľa a) požadovanej farby, b) projektu.

Komponenty odchádzajú do lakovne podľa požadovanej farby a nie podľa projektov. Pri väčších projektoch sa na lakovanie materiál vkladá do viacerých bední. V takom prípade sa vráti jedna bedňa v jednom termíne a zvyšok v inom. Toto brzdi štart montáže. Riešením by bolo označovanie bední prídavným farebným štítkom podľa toho, kedy bedne odišli s tým, aby sa spolu aj vrátili a zároveň vkladať komponenty na jeden projekt do jednej bedne a preniesť ťarchu identifikácie dielov na lakovňu. Na obr. 21 je zobrazený rozdiel medzi delením komponentov podľa farby a podľa projektov. Vizualný rozdiel nie je tak výrazný, ako prínos pri identifikácii dielov po návrate z lakovania.

Keď majster označuje komponenty, akou farbou majú byť nastriekané, môže sa pomýliť. Tomu by sa zabránilo znovu RFID čítačkou. Prečítal by kód a overil si, aká farba je požadovaná. Takto sa musí spoľahnúť na skladníka, že boli vybrané správne kusy a taktiež si musí dávať pozor. V prípade s čítačkou by len načítal diel, ktorý by bol v systéme priradený k projektu a prečítal by si na mobilnej čítačke farbu, akou má byť nalakovaný.

Ďalšou a najzásadnejšou zmenou u lakovania je zmena priamo v štruktúre, kedy sa posúva mesačná čakacia lehota na materiál spreď op1500 lakovanie až na montáž - to znamená, že diely určené na montáž prídu jeden až dva dni pred štartom operácií 3100, 2500 s 2000. Materiál na lakovanie budú dodávatelia dovážať skôr o čas potrebný na lakovanie – o 8 dní. Dodávatelia toho sú schopní. Týmto samotným krokom sa skraca je čas nepridávajúci hodnotu o 7 dní (+1 deň na zaskladnenie), kedy lakovanie prebehne v čase, kým sa doteraz len čakalo na všetok materiál. Aby však materiál nezavadzal,

vždy sa na rannej porade dohodnú plánovač so supervízorom montáže o tom, či a o koľko operácii dopredu sa vyskladní.

Ďalší problém je, že jediná výdajku si berie kooperant s materiálom do lakovne. Pokiaľ sa stratí, nikto nevie, čo v bedni bolo. Preto je riešením, aby si skladník vytvoril kópiu, túto založil a podľa projektu vo výdajke bola aj označená bedňa s dielmi. Takto, po návrate bedne z lakovania bez výdajky, bude možné zistiť diely podľa kópie výdajky a označenia bedne. RFID čítačka by tiež znamenala posun v tejto oblasti. Ako už bolo spomenuté vyššie, riešením by mohlo byť vkladať diely do bední podľa projektov. Jeden projekt = jedna bedňa. Bedňa bude jasne označená a aj v prípade, že by nebolo možné okamžite identifikovať diel, podľa projektu a kusovníka projektu bude identifikácia podstatne jednoduchšia. Jedna bedňa vyjde v závislosti na nosnosti a rozmeroch na približne 52 €. Pri počte 170 projektov za rok a po odčítaní víkendov, sviatkov a celozávodnej dovolenky, vychádza približne 1 projekt každý deň do lakovne. V lakovni sa zdrží 7 kalendárnych dní. V tomto duchu by stačilo 5 bední, čo znamená náklady vo výške 260 €. Na základe zistení, že skladník potreboval dvadsaťpäť minút až jednu hodinu potrebnú na identifikáciu neoznačených komponentov na projekt, sa náklady vrátia najneskôr po desiatich projektoch. Taktiež by pri menších komponentoch mohli pomôcť sáčky s piktogramom (vyobrazený komponent) pre lakírnika, kam vloží nalakovaný komponent.

Omeškané diely by mohli odchádzať do lakovne v menších bedničkách označených načerveno – urgent. Takto sa zaistí prednostné lakovanie, nech nemešká montáž zbytočne dlho, ale len nevyhnutný čas. Tieto bedničky sú na expedícii dostupné, preto sa jedná z pohľadu nákladov o nulovú položku. U projektu Decoma sa takto stratili zbytočne 2 dni, počas ktorých mohla montáž už bežať. V číselnom vyjadrení to znamená 390 €.

Podobný problém ako s reklamáciami, je aj s lakovaním. V informačnom systéme nie je informácia o tom, že položky sú na lakovaní. Tak sa informácia pre plánovanie, ktoré nalakované diely kedy prídu, musí získavať priebežne medzi vedúcim montáže, skladom a lakovňou na jednej strane a plánovačmi a supervízorom montáže na strane druhej. Riešením by opäť mohlo byť doplnenie Movex. Tentokrát o informáciu, že sú diely na lakovaní s tým, že ihneď, ako sa vedúci montáže dozvie, kedy diely prídu, zaznačí túto informáciu do systému, aby bola prístupná hlavne plánovaniu. Náklady na toto opatrenie by boli, s najväčšou pravdepodobnosťou, o niečo nižšie ako u prípade riešenia problému nevidovania reklamácií.

Spustenie montáže bez komplet materiálu

Z mapy súčasného stavu je vidieť, že pokiaľ sa operácia rozkúskuje na časti alebo dokonca rotuje s inou operáciou bez jej kompletného dokončenia, dochádza k prekračovaniu normohodín. Taktiež môže dôjsť k zníženiu kvality montáže tým, že si montážnik nespomenie úplne presne, kde skončil a nejaký krok preskočí alebo keď iný montážnik zisťuje súčasný stav operácie a takto stráca pridelený čas na samotnú montáž. Tým sa dostáva pod tlak, prípadne potom môžu ďalšie operácie musieť čakať na dokončenie. Navrhovaným riešením je, pokiaľ nejaký materiál chýba, nespúšťať túto operáciu. Tým sa eliminujú ťažkosti jak s prekračovaním normohodín, tak s kvalitou montáže.

Aby však mohol supervízor montáže pružne reagovať a presunúť svoje pracovné kapacity na iné stroje, opäť sa vynára myšlienka na čítačku RFID kódu. Odpísané

hodiny zo strojov sa totiž nahadzujú do systému Movex až ráno na ďalší deň. Supervízor montáže tak musí v prípade nemožnosti pokračovať na danom stroji pracne zisťovať, v akej fáze rozpracovanosti sú ostatné stroje, aby mohol presunúť montážnikov k iným strojom. Kód nainštalovaný na každom stroji by majstrovi po jeho prečítaní ihneď povedal, v akom stave rozpracovanosti stroj je a mohol by sa takto pružne rozhodnúť, na čom sa bude pracovať namiesto pôvodného plánu. Tlačiareň na RFID kódy by stačila pre celú halu len jedna, čítačiek by bolo vhodné mať aspoň 2 kusy – na sklade a pre supervízora montáže.

Podpora pri oživovaní

Ďalej bolo zistené, že operácie podpora pri oživovaní môže byť vykonávaná paralelne s operáciami oživovanie a prebierka. Dochádzalo by tak ku kooperácii zúčastnených zamestnancov, tým pádom by sa nejednalo o osamotené operácie, kedy je potrebné neustále niečo konzultovať a vyrušovať druhú stranu pri práci na inom stroji.

Montáž stroja

Bolo zistené, že všetky diely určené na montáž stroja (Op3200) pochádzajú od jedného dodávateľa. Preto vznikla myšlienka, aby už sám dodávateľ dodával nie diely, ale celý hotový kit. Takto sa starosti s montážou a nekvalitou dielov presúvajú na dodávateľa.

Skráteniu výrobných časov pomôže aj paralelná montáž operácií, ktoré sú z technologického hľadiska samostatné a nevyžadujú vzájomnú kooperáciu. Oproti pôvodnému projektu sa takto presunula napríklad Op2600, ktorá sa v mape budúceho stavu vykonáva paralelne s mechanickou montážou a nepredlžuje tak dobu potrebnú na dokončenie stroja.

Všetky navrhnuté opatrenia vychádzajú z problémov u tejto danej zákazky a sú výstupom brainstormingu na početných workshopoch so zainteresovanými osobami.. Sú ale aplikovateľné aj na ďalšie projekty. Ich zhodnotenie pre projekt Decoma a ich teoretické prínosy pre rovnaký projekt sú uvedené v podkapitole 3.5. Jedná sa o akýsi optimálny stav, kedy by všetko išlo hladko. Uvedené prestoje sú čisto len z technologického hľadiska.

3.5 Mapa budúceho stavu

Mapa budúceho stavu vychádza z očakávaní od optimalizačných opatrení. Je v nej zakomponovaná zmena ohľadom TPV, kedy cez toto oddelenie prechádza projekt len jeden raz. Ďalej počíta mapa budúceho stavu s tým, že časom sa konštruktéri vďaka prijatiu opatrenia vytvorenia konštrukčných plánov strojov „v plnej výbave,“ vymania zo zahltienia prácou až do bodu, keď sa bude na nich čakať približne rovnako ako na ostatné oddelenia, než sa dostanú k najnovšiemu projektu. To znamená, že by bolo požadované, aby sa začali pracovať na novom projekte po prodleve maximálne 2 hodiny. Po týchto a aj budúcich opatreniach sa dá predpokladať, že sa zvýši kapacita výroby závodu, preto bude potrebné nakupovať viac materiálu na viac projektov. Zmenou by teda mal prejsť aj nákup a nakupovalo by sa až 3x do týždňa. To zníži čakanie na nákup o ďalší deň. Viac už informačný tok menený nebol, vychádza z aktuálnej situácie v podniku a množstva práce, ktoré vykryštalizovalo čakacie doby medzi jednotlivými oddeleniami.

Čas pridávajúci hodnotu by sa teda teoreticky za takýchto okolností zvýšil z 31 % na 55,70 %. Dôležitejšie ale je, že sa znižuje čas potrebný na informačný tok o 30 hodín, čo v percentuálnom hodnotení znamená skrátenie o 45,6 %.

$$VA_{\text{info}} \text{ index} = \frac{t_{VA}}{t_{\text{info tok}}} \cdot 100 = \frac{22}{39,5} \cdot 100 = 0,5570 \cdot 100 = 55,70 \%$$

V materiálovom toku je zahrnutá podstatná zmena, kedy materiál určený na lakovanie príde o 8 dní skôr než ten zvyšný. Takto sa ušetrí celý týždeň. Ďalej by, v ideálnom prípade, neboli medzi operáciami žiadne čakania a operácie by mohli nasledovať jedna za druhou v duchu plynulého toku. Informácia o stave nalakovaných dielov s určitým predstihom umožní pružne reagovať supervízorovi montáže a oddeleniu plánovania určiť plán výroby na nasledujúce dni. Technologické zdržanie nastáva, kedy sa Op3600 začne montovať až po vykonaní 3 dní Op2600.

U materiálového toku sa zmena prejavila na dĺžke lead time v skrátení o 97,25 hodiny. V tomto je zahrnuté hlavne skrátenie doby čakania na materiál o týždeň.

$$VA_{\text{mat}} \text{ index} = \frac{t_{VA}}{t_{\text{mat tok}}} \cdot 100 = \frac{157,25}{239,75} \cdot 100 = 0,7939 \cdot 100 = 65,59 \%$$

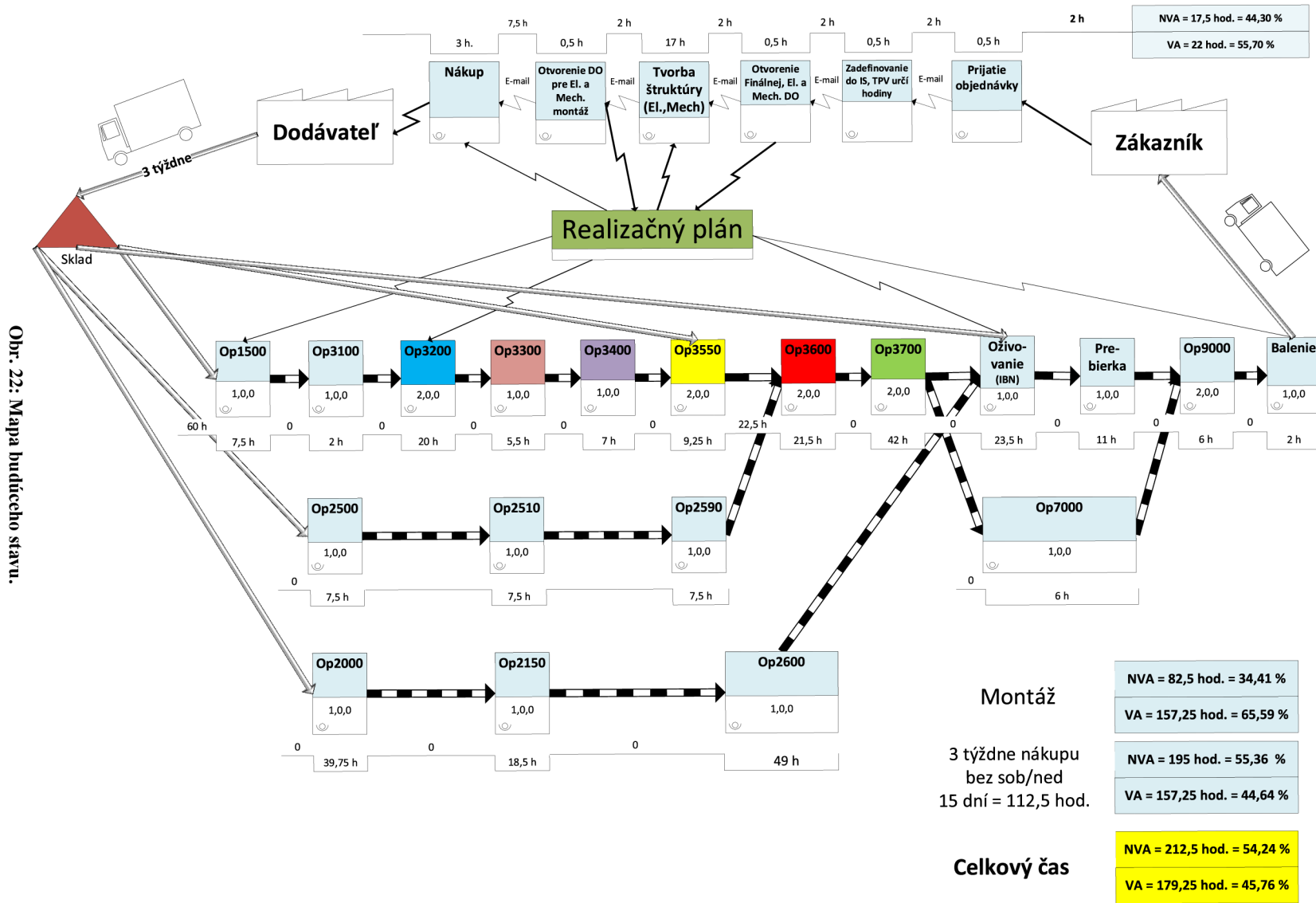
Po pričítaní už len 3 týždňov čakania na materiál, dôjde k zníženiu VA indexu na:

$$VA_{\text{mat celk}} \text{ index} = \frac{t_{VA}}{t_{\text{mat tok}}} \cdot 100 = \frac{157,25}{157,25+112,5} \cdot 100 = 0,4464 \cdot 100 = 44,64 \%$$

Celkový lead time stroja od prijatia objednávky po expedíciu by v trošku idealizovanom mohol mať VA index na úrovni:

$$VA_{\text{celk}} \text{ index} = \frac{t_{VA \text{ celk}}}{\text{lead time}} \cdot 100 = \frac{179,25}{391,75} \cdot 100 = 0,4576 \cdot 100 = 45,76 \%$$

VA index na hodnote 45,76 podľa obr. 5 už značí šetrenie vo výške 20 % oproti výrobe bez akýchkoľvek princípov lean. Z uvedeného je vidieť, že v prípade eliminácie plytvania by stroj mohol odísť z Emersonu o 187,75 hodiny skôr, než tomu bolo pri mapovanom stoji, čo znamená úsporu lead time vo výške 32,4 %. Treba však brať do úvahy aj fakt, že okrem montážnej činnosti, operácie informačného toku a operácie finálnej montáže sa ťažko premieňajú na dni. A to z toho dôvodu, že pracovníci na týchto pozíciách nemajú striktne danú pracovnú dobu od 6:00 do 14:00, ale môžu si niektorý deň nadpracovať a niektorý zas byť práci kratšie. Zamestnanecké benefity pružnej pracovnej doby preto eliminujú možnosť presne vyjadriť v hodinách či už súčasný lead time alebo aj ten budúci. Pokiaľ však 579,5 hodiny znamenalo 13 týždňový lead time, 391,75 hodín znamená 8,8 týždňa. V prípade ideálne plynulého aj informačného toku by sa VA index mohol posunúť dokonca na 47,89 % a lead time by sa tak skrátil až o 35,4 % na teoretických 8,4 týždňa. Vyrábať takto sofistikované stroje bez časového nárazníka a bez ohľadu na pracovnú neschopnosť zamestnancov, dovolenky alebo spoliehať sa na totálnu kvalitu dodaných komponentov, by bol príliš značný risk. Preto je dôležité určiť procesom normohodiny tak, aby neboli časovo príliš napäté a zároveň tak, aby neboli príliš voľné. To je už otázka na skúsených projektových manažéroch a oddelenie TPV. Mapa budúceho stavu je uvedená na obr. 22. Všetky kódy operácií sú prehľadne zoradené v prílohách.



Obr. 22: Mapa budúceho stavu.

3.6 Zhodnotenie opatrení

Pre zhodnotenie výsledkov prijatých opatrení bol vybraný stroj M5i2Hi pre zákazníka Magna. A to z toho dôvodu, že jeho plánovaný koniec bol čo najbližšie k termínu odovzdania diplomovej práce a zároveň bolo dost' času na zakomponovanie optimalizačných opatrení do výrobného procesu a aklimatizáciu pracovníkov na upravené podmienky.

Boli prijaté tieto opatrenia:

- Zmena štruktúry tak, aby cez oddelenie TPV prechádzala každá zákazka len raz.
- Pridanie modulu umožňujúceho vidieť, že diel je na reklamácii.
- Zmena termínov dodania materiálu tak, že materiál určený na lakovanie príde o 8 dní skôr, než zvyšný materiál a tvorba inštrukcie pre skladníka a kooperanta pre jasný popis toho, ako pripravený materiál odchádza a ako sa nalakovaný vracia späť.
- Odosielanie materiálu určeného na lakovanie podľa projektov a nie podľa farby.
- Prijaté rozhodnutie, že sa nezačne operácia až dotedy, kým na ňu nebude pripravený všetok materiál.
- Operácia 3200 sa za určitých okolností môže montovať už u dodávateľa a dodáva sa ako celý kit. Jediná nutná operácia v tomto prípade je ustavenie stola, čo bol práve tento prípad.

Veľký vplyv má aj obdobie počas roka, kedy sa mapovanie vykonáva. Projekt Decoma začínal na konci leta a pokračoval na začiatku fiškálneho roka. Tento projekt začal na jar (objednávka prišla 20.2.2015), kedy dopyt zo strany zákazníkov nie je tak veľký, preto hlavne čo sa týka informačného toku, sú zreteľné menšie prestoje medzi oddeleniami pri tvorbe projektu. Zároveň však zvolený projekt obsahoval veľké množstvo opcí, ktoré boli možnosťou na komplikácie. Na druhej strane zas narástol počet hodín potrebných na jednotlivé časti informačného toku oproti štandardnému stroju. Celá mapa nového súčasného stavu sa nachádza na obr. 23.

Informačný tok trval od 20.2. do 2.3.2015. VAindex vyšiel nasledovne:

$$VA_{\text{info index}} = \frac{t_{VA}}{t_{\text{info tok}}} \cdot 100 = \frac{31,5}{54,5} \cdot 100 = 0,5780 \cdot 100 = 57,80 \%$$

Samotná montáž dosiahla takýto výsledok:

$$VA_{\text{mat index}} = \frac{t_{VA}}{t_{\text{mat tok}}} \cdot 100 = \frac{99,5}{151,5} \cdot 100 = 0,6570 \cdot 100 = 65,70 \%$$

Po pripočítaní 3 týždňov na dodanie materiálu:

$$VA_{\text{mat celk. index}} = \frac{t_{VA}}{t_{\text{mat celk tok}}} \cdot 100 = \frac{212}{151,5} \cdot 100 = 1,3993 \cdot 100 = 139,93 \%$$

Celkový informačný a materiálový tok dosiahli:

$$VA_{\text{celk index}} = \frac{t_{VA}}{t_{\text{info+mat celk tok}}} \cdot 100 = \frac{235}{183} \cdot 100 = 1,2841 \cdot 100 = 128,41 \%$$

Informačný tok dosiahol ešte lepšieho VAindexu než optimalizovaný stav v v podkapitole 3.5. Významne sa pod tento fakt podpísala, z pohľadu zákaziek, menej vyťažená časť roka. Montáž bola na začiatku poznačená horiacimi termínmi predošlých projektov, tak sa prvé dni pracovalo len na Op2000, ktorá mala prebiehať paralelne s mechanickou montážou (Op3300, Op3400, Op3550). Od 7.4. sa ale montáž hýbala

relatívne plynule aj s ohľadom na to, aby termíny všetkých ostatných zákaziek v tom čase boli dodržané. V prípade paralelných operácií, sú na časovej osi uvedené vždy len časy tých dlhších operácií (kritická cesta). Ešte je potrebné poznamenať, že dĺžka prestojov sa počítala na základe toho, koľko operátorov malo ďalšiu operáciu vykonávať. Pokiaľ teda bol prestoj medzi 23.4 a 24.4. uvedený ako 9 hodín a 24.4. na operácii pracovali 2 pracovníci, tak skutočný čas prestoja bol 4,5 hodiny, ale násobil sa x2 z dôvodu, že na ďalšej operácii už mali pracovať 2 pracovníci, ale nepracovali, prestoj sa teda zdvojnásobil. Prípadne mohol pracovať jeden, ale pracoval by 2x tak dlho. Potešil aj počet dohrávkov. Pri takomto významnom množstve opcí bola len jedna. Do určitej miery zavážil pravdepodobne aj fakt, kedy práce je menej, a tak bolo možné sa lepšie sústrediť na prácu bez nepresností.

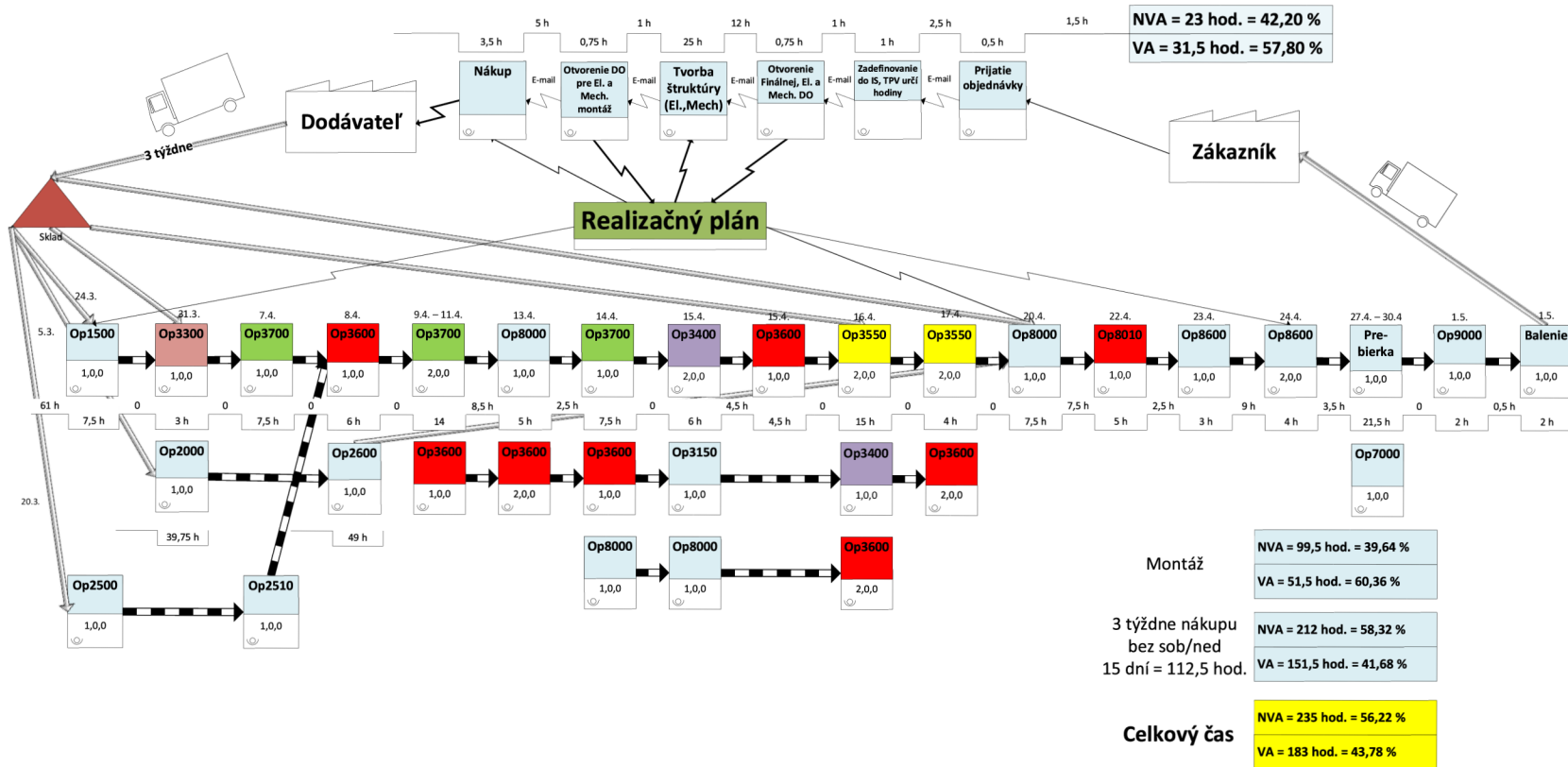
Čo je najpodstatnejšie, tak v porovnaní s projektom Decoma došlo k nárastu VA indexu vo všetkých skúmaných kategóriách. Pre lepšie sprehľadnenie vznikla tabuľka 12, kde je uvedené porovnanie jednotlivých pomerov. Z nej vyplýva, že ukazovateľ VA index narástol o 7,2 %, čo určite nie je nezanedbateľné a priblížil sa k idealizovanému budúcemu stavu projektu Decoma na 2 %. Ďalšou dôležitou informáciou vyplývajúcej z tabuľky je fakt, že podstatne zložitejší stroj sa vyrobil za kratší čas (znížený celkový VA aj NVA čas), za čo sa dá poďakovať hlavne zmene štruktúry pri lakovaní (skoršie dodanie materiálu do lakovne než zvyšného) a viac práce v paralelnom režime. Od 20.2 do 1.5 tvorilo celkový lead time len 70 dní (10 týždňov). Pre pripomenutie lead time u projektu Decoma trval 91 dní. Pri hľadaní obdobných projektov v záznamoch z predošlých mesiacov sa zistilo, že podobné stroje s podobným množstvom opcí a porovnateľnými aj ostatnými parametrami mali lead time v dĺžke 13-15 týždňov v závislosti od obdobia počas roka. Dá sa teda skonštatovať, že prijaté opatrenia mali zásadný vplyv na lead time strojom M5/M6

Ku zvýšeniu kapacity haly pomôže aj zmena umiestnenia skladu tak, ako je ukázané na obr. 26 v prílohe A2. Podľa montážnych pozícií je tam miesto na ďalších 8 strojov typu M5/M6, ktoré so znížením celkového času potrebného na výrobu, budú montované rýchlejšie, čím skôr uvoľnia svoje miesto ďalšiemu projektu a zvýši sa tak výrobná kapacita haly.

Tabuľka 13: Vzájomné porovnanie výsledkov.

	DECOMA	BUDÚCI STAV	MAGNA
NVAindex info [%]	68,97	44,30	42,20
VAindex info [%]	31,03	44,70	57,80
NVAindex mat [%]	51,99	34,41	39,64
VAindex mat [%]	48,01	65,59	60,36
NVAindex mat celk [%]	72,73	55,36	58,32
VAindex mat celk [%]	39,37	44,64	41,68
NVAindex celk [%]	73,42	54,24	56,22
VAindex celk [%]	36,58	45,76	43,78
NVA čas celk [h]	367,5	212,5	235
VA čas celk [h]	212	179,5	183
Čas celkom	579,5	392	418

Obr. 23: Mapa nového súčasného stavu.



4 ZÁVER

Diplomová práca sa zameriava na problematiku štíhlej výroby, hlavne však na metódu mapovania hodnotového toku. Kvôli lepšiemu pochopeniu problematiky je na začiatku práce popísaná výroba ako taká a následne jej smerovanie k štíhlosti. Čitateľ sa dozvie o vybraných *lean* nástrojoch. Najdôležitejšia podkapitola teoretickej časti je venovaná samotnému mapovaniu hodnotového toku. Je rozobratý postup mapovania hodnotového toku vrátane ukazovateľov, ktoré sa na hodnotenie procesov používajú. Týmto spôsobom dokážu podniky odhaľovať plytvania v toku, a tým pádom následne vyrábať rýchlejšie a efektívnejšie.

V praktickej časti, ktorá bola tvorená v spoločnosti Emerson, je čitateľ oboznámený so situáciou v spoločnosti a jej produktovým portfóliom. Ďalej sú uvedené dôvody výberu výrobného reprezentanta, na ktorom bolo praktikované samotné mapovanie hodnotového toku. Sledovalo sa všetko to, čo sa dialo od prijatia objednávky až po expedíciu hotového produktu. Kvôli lepšiemu vytipovaniu úzkych miest, veľká časť práce bola venovaná zoznámeniu sa s výrobným procesom zvraciacich strojov typu M5/M6, ktoré tvoria výrobnú rodinu. Výstupom tejto fázy bolo vytvorenie mapy súčasného stavu a jej analýza. Počas mapovania boli nájdené viaceré úzke miesta, ktoré mali potenciál na optimalizáciu. V rámci diplomovej práce boli navrhnuté spôsoby optimalizácie týchto úzkych miest a vytvorená idealizovaná mapa budúceho stavu zobrazujúca, ako by sa mohol vyrábať rovnaký stroj v budúcnosti. Niektoré z opatrení aj boli aplikované vo výrobnom procese na ďalších strojoch. V spoločnosti Emerson je ale každý stroj unikát, preto boli dopady opatrení vyhodnotené pri podobnom stroji v rámci výrobkovej rodiny.

Bol zefektívnený informačný tok tak, že je menej práce potrebné na jeho vykonanie a zároveň sa znížil počet oddelení, ktorými putuje. Tým pádom aj bolo odstránených niekoľko miest, kde mohli vznikať prestoje – čas nepridávajúci hodnotu. Ďalej bola upravená štruktúra v rámci lakovania, kedy materiál odchádzajúci na lakovanie dodá dodávateľ o 8 dní skôr, ako tomu bolo doteraz a zvyšný materiál dorazí v štandardnej dobe. Posledným zásadným opatrením je zvýšiť počet paralelne vykonávaných operácií. Práca obsahuje aj iné návrhy, ktorými sa vedenie spoločnosti zaoberá, neboli však zatiaľ implementované. Celkovo sa dosiahlo zvýšeniu VA indexu o 7 % na hodnotu 43,78 % a skráteniu lead time s porovnateľnými strojmi z minulosti o cca 4 týždne.

Na základe porovnania prvého a druhého mapovania možno usúdiť, že prijaté opatrenia mali vplyv na celkový lead time výroby, čo znamená možnosť pre zvýšenie výrobnéj kapacity závodu hlavne v najpreťaženejšej časti roka – letných mesiacoch.

Zoznam použitej literatúry

- [1] LEANMANUFACTURINGTOOLS. *History of lean manufacturing* [online]. 2012 [cit. 2014-11-11]. Dostupné z <http://leanmanufacturingtools.org/49/history-of-lean-manufacturing/>
- [2] KAČMÁR, J. *Six Sigma a jej vplyv na produktivitu firmy: bakalárska práca*. Bratislava: FMFI UK v Bratislave, 2007. 60s.
- [3] UHRÍKOVÁ, D. *Sakichi & Kiichiro Toyoda (TOYOTA)* [online]. 2013 [cit. 2015-10-3]. Dostupné z <http://www.podnikajte.sk/inspiracia/c/909/category/zahranicne-pribehy/article/sakichi-kiichiro-toyoda-toyota.xhtml>
- [4] BORDÁS, R. *Historie Lean* [online]. 2006 [cit. 2015-20-3]. Dostupné z: <http://www.leancompany.cz/historie.html>
- [5] KOŠTURIÁK, J., BOLEDOVIČ, L., KRIŠŤAK, J., MAREK, M. *Kaizen: Osvädená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2349-2
- [6] VLČEK, R. *Hodnota pro zákazníka*. Praha: Management Press, 2002. ISBN 80-7261-068-6
- [7] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9
- [8] KÁDÁROVÁ, J. *Plytvanie v priemyselnom podniku* [online]. 2012 [cit. 2014-10-11]. Dostupné z: <https://www.sjf.tuke.sk/kpam/TaIPvPP/2012/index.files/clanky/46%20Jaroslava%20KAdArova%20Plytvanie.pdf>
- [9] BAUER, M. a kol., *Kaizen – Cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2
- [10] IMAI, M. *Gemba Kaizen: Řízení a zlepšování kvality na pracovišti*. Brno: Computer Press, 2005. ISBN 80-251-0850-3
- [11] SVOZILOVÁ, A. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0
- [12] IKVALITA: *Metoda 5S* [online]. 2014 [cit.2014-13-12]. Dostupné z: <http://http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=128>
- [13] ABILLA, P. *What is Heijunka?* [online]. 2015 [cit. 2015-5-2]. Dostupné z: <http://www.shmula.com/about-peter-abilla/what-is-heijunka/>
- [14] Svět Produktivity. *SMED*. [online]. 2012 [cit. 2015-5-2]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>
- [15] KORMANEC, P. *SMED*. [online]. 2007 [cit. 2015-5-2]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/smed>

- [16] Debnár, P. *Základy vizuálneho manažmentu* [online]. 2010 [cit. 2015-5-2]. Dostupné z <http://e-api.cz/article/69925.zaklady-vizualneho-manazmentu/>
- [17] FEDORČÁKOVÁ, M.; ŠEBO, D. *Logistické plánovanie a riadenie výroby* [online]. 2008 [cit. 2015-5-2]. Dostupné z: https://www.sjf.tuke.sk/kpnam/TaIPvPP/2008/index.files/Priemyselne_inzinierstvo/fedorcakova-sebo.pdf
- [18] KUČERÁK, D. *Kanban*. [online]. 2007 [cit. 2015-20-3]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/kanban>
- [19] WOMACK, J., JONES, D. *Learning to see*. Brooklyne, MA: Lean Enterprise Institute, 1999. ISBN 978-0966784305
- [20] GILL, P. *Application of Value Stream Mapping to Eliminate Waste in an Emergency Room* [online]. 2012 [cit. 2014-11-11]. Dostupné z: http://globaljournals.org/GJMR_Volume12/8-Application-of-Value-Stream-Mapping.pdf
- [21] KUČERÁK, D. *VSM*. [online]. 2007 [cit. 2015-20-3]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/vsm>
- [22] CHEN, J., COX, R. *Value Stream Management for Lean Office a A Case Study* [online]. 2012 [cit. 2014-14-12]. Dostupné z http://file.scirp.org/Html/1-2120012_18838.htm
- [23] ISIXSIGMA, *What is Takt Time?* [online]. 2012 [cit. 2014-12-12]. Dostupné z: <http://www.isixsigma.com/dictionary/takt-time/>
- [24] SYSTEMS2WIN, *Lean Glossary of Terms* [online]. 2011 [cit. 2014-12-12]. Dostupné z http://www.systems2win.com/c/time_definitions.htm#TaktImage
- [25] Academy of Productivity and Innovations, *VSM* [online]. 2005 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68265.vsm/>
- [26] <http://www.deltapartners.ca/blog/budget-cuts-cut-your-headcount-or-improve-your-processes/>
- [27] Wikipedia, the free encyclopedia. *Work in process* [online]. Júl 2014 [cit. 2014-30-11]. Dostupné z http://en.wikipedia.org/wiki/Work_in_process
- [28] Wikipedia, the free encyclopedia. *Changeover* [online]. Január 2014 [cit. 2014-11-12]. Dostupné z <http://en.wikipedia.org/wiki/Changeover>
- [29] DANILIUC, L. *2 Approaches on Uptime Calculation* [online]. Február 2012 [cit. 2014-12-12]. Dostupné z <http://monitive.com/blog/2012/02/2-approaches-on-uptime-calculation/#sthash.AzFqAxZb.dpbs>
- [30] MCACONNECTED. *Every Part Every Interval - Part I* [online]. 2010 [cit. 2014-12-12]. Dostupné z <http://www.mcaconnect.net/every-part-every-interval-part-1/>

- [31] UHROVÁ, M. *ABC analýza* [online]. 2007 [cit. 2014-10-12]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/abc-analyza>
- [32] KRIŠŤAK, J. *JIDOKA* [online]. 2007 [cit. 2014-11-11]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/jidoka>
- [33] Wikipedia, the free encyclopedia. *Andon* [online]. 2015 [cit. 2015-2-2]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Andon>
- [34] KRIŠŤAK, J. *POKA YOKE* [online]. 2007 [cit. 2014-11-11]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/poka-yoke>
- [35] LEANEA. *Rýchle a efektívne riešenie problémov v automobilovom priemysle* [online]. 2012 [cit.2015-25-3] <http://lean-ea.blogspot.sk/2012/11/rychle-efektivne-riesenie-problemov-v.html>
- [36] BARCODESINC. *Motorola MC3190–Z RFID Reader* [online]. 2015 [cit. 2015-3-2]. Dostupné z: <http://www.barcodesinc.com/motorola/mc3190-z.htm>
- [37] EMERSONINDUSTRIAL. *About us* [online]. 2014 [cit. 2014-13-12]. Dostupné z: <http://www.emersonindustrial.com/en-US/aboutus/Pages/aboutus.aspx>
- [38] EMERSON. *Branson – Division Profile* [online]. 2014 [cit. 2014-13-12]. Dostupné z http://www.emerson.sk/?page_id=36&lang=en
- [39] EMERSON. *Clean Vibration Technology* [online]. 2012 [cit.2014-12-12]. Dostupné z: <http://www.emersonindustrial.com/en-US/documentcenter/BransonUltrasonics/Plastic%20Joining/Non-Ultrasonics/Clean-Vibration-Welding-Technology-Overview.pdf>
- [40] SMARTDRAW. *Absolutely easiest way to create charts and diagrams* [online]. 2014 [cit. 2014-13-12]. Dostupné z http://www.smartdraw.com/specials/ppc/smartdraw.htm?id=104640&gclid=Cj0KEQiA8MSkBRCP5LaRlcOAusMBEiQAiqldkocRNbTIEivIZyVtWx_IQssKEVfbZaF4_d2ptAHIKfgaAg7w8P8HAQ
- [41] TEMPLATESTAFF. *Value Stream Map Template for Microsoft Excel* [online]. April 2014 [cit. 2014-13-12]. Dostupné z <http://templatetestaff.com/value-stream-map-template-for-microsoft-excel/>
- [42] EVSM. *Welcome to eVSM.* [online]. 2014 [cit. 2014-13-12]. Dostupné z: <https://evsm.com/>
- [45] BIZAGI. *A complete Business Process Management Suite* [online]. 2014 [cit. 2014-10-1]. Dostupné z: <http://www.bizagi.com/en/bpm-suite>

ZOZNAM SKRATIEK

3M	Plytvanie, Preťaženie, Nevyváženosť (MUDA, MURI, MURA)
8D	Nástroj na štruktúrované riešenie problémov hlavne v kvalite
A3	Nástroj na štruktúrované riešenie problémov a riadenie projektov
APP	Advanced Production Planner
CO	Čas pretypovania (Changeover Time)
CT	Cyklový čas (Cycle Time)
DO	Dielenská Objednávka
FIFO	Prvý-Dnu-Prvý-Von (First-In-First-Out)
FR	Fiškálny Rok
h, hod.	Hodina
IR	Infračervený (Infrared)
IS	Informačný Systém
JIT	Práve včas (Just-In-Time)
LT	Doba od prijatia objednávky po expedíciu (Lead Time)
MS	Microsoft
NVA	Čas nepridávajúci hodnotu (Non Value Added)
RFID	Rádiofrekvenčná identifikácia (Radio Frequency Identification)
TPS	Výrobný systém Toyota (Toyota Production System)
TQM	Total Quality Management
VA	Čas pridávajúci hodnotu (Value Added)
VSM	Mapovanie hodnotového toku (Value Stream Mapping)
WIP	Rozpracovaná výroba (Work In Progress/Process)

ZOZNAM PRÍLOH

A	Emerson	74
A.1	Emerson Industrial Automation	74
A.2	Výrobné priestory.....	75
A.3	BRANSON M6	77
A.4	Údaje o odpísaných hodinách od finančného manažéra	78
A.5	Zoznam operácii pre M5/M6 podľa pracovného lístka.....	79
A.6	Tvorba mapy súčasného stavu na tabuľu	79
B	Softvérová podpora k VSM	80

A EMERSON

Emerson je nadnárodná globálna výrobná a technologická spoločnosť so 125-ročnou históriou. Ponúka širokú škálu produktov a služieb na priemyselnom, obchodnom a spotrebiteľskom trhu prostredníctvom divízií *Process Management*, *Industrial Automation*, *Network Power*, *Climate Technologies* a obchodných aktivít zameraných na biznis a poskytovanie riešení. Celosvetovo má približne 120 000 zamestnancov a 220 prevádzok. Jeho akcie sa obchodujú na NYSE (*New York Stockage Exchange*, Newyorská burza). Logo je zobrazené na obr. 24.



Obr. 24: Emerson Logo.

A.1 Emerson Industrial Automation

Emerson Industrial Automation je jednou zo základných 4 divízií matky Emerson. Spadá pod ňu ďalších 13 značiek. Značky spadajúce do portfólia Emerson Industrial Automation sú celosvetovo preslávené pre invenciu a kvalitu. Hrajú dôležitú úlohu v každom priemyselnom odbore.

Pôsobí v oblasti automotive, potravinárskeho priemyslu, spracovania kovov, ropného a plynárenského priemyslu, papierenského a baliarskeho priemyslu, solárnej energie, generátorov pre veterné elektrárne, ale aj v iných odvetviach. Jednou zo značiek Emerson Industrial Automation je Branson [37].

Branson

Branson je lídrom v oblasti dizajnu, vývoja, výroby zariadení na trhu spájania plastov, ďalej vyrába zariadenia na precízne čistenie, ultrazvukové spracovanie a ultrazvukové zváranie kovov. Ponúka zákazníkovi riešenia na mieru. So svojou globálnou organizáciou dokáže poskytovať služby a podporu po celom svete. Branson má svoju technológiu a výrobné závody v Connecticute, Michigan, New York, Mexiku, Nemecku, Slovensku, Číne, Hong-Kongu, Japonsku a Kórei.

Branson pôsobí v Novom Meste nad Váhom od roku 1994 a je najstaršou divíziou Emersonu v tomto výrobnom areáli. Svoje pôsobenie začal po privatizácii štátneho podniku VUMA. V roku 2001 sa presťahovala do novej výrobnéj haly, kde pôsobí doteraz. Špecializuje sa na ultrazvukové a vibračné zvaracie zariadenia určené pre zváranie plastov, ultrazvukové prístroje a príslušenstvo, ktoré sa používajú najmä v automobilovom priemysle. V súčasnosti sa však už snaží znížiť podiel automotive na svojej produkcii v rámci diverzifikácie svojho portfólia ako prostriedok zníženia rizika v prípade krízy. Celý výrobný komplex má rozlohu 14 800 m², z ktorého približne ¾ zaberá montáž a pracuje tu cez 200 ľudí. [38]. Spoločnosť je držiteľom certifikátu ISO 9001. V súčasnosti sa postupne stáva európskym vývojovým centrom a v spolupráci s nemeckou pobočkou v Dietzenbachu vyvíja najnovšie globálne prototypy vibračných zvaracích strojov určených pre výrobu aj v ostatných výrobných závodoch Bransonu po

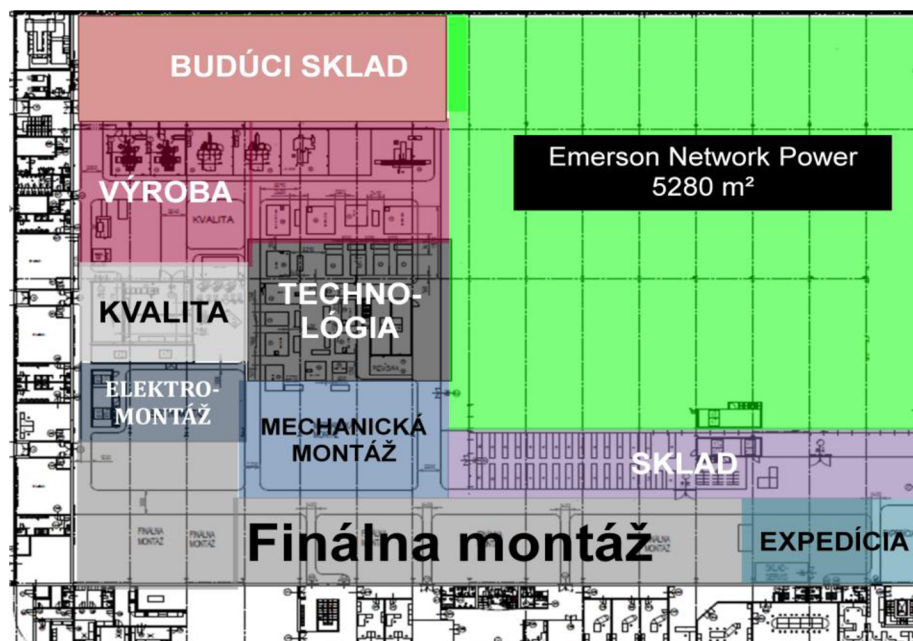
celom svete. V areáli Emersonu sa nachádzajú 4 divízie - Branson, Network Power, Energy Systems a Asco Numatics, vid' obr. 25.



Obr. 25: Areál Emerson v Novom Meste nad Váhom.

A.2 Výrobné priestory

Spoločnosť Emerson sídli spolu s divíziou Network Power v jednej výrobnjej hale s rozlohou 13608 m². Z tejto plochy jej patrí 9264 m² (obr. 26).



Obr. 26: Layout výrobnjej haly.

Rozloženie plochy je takéto:

- výrobná hala zaberá plochu 5928 m²
- sklad 576 m²
- kancelárie 1536 m²
- ostatné priestory 1224 m²

V spoločnosti Emerson sa jedná o zákazkovú výrobu. Nikdy nie sú 2 vyrobené stroje úplne rovnaké. Určovanie výrobkovej rodiny je preto veľmi ťažké. Portfólio

výroby tvorí výroba celých zvaracích strojov a výroba nástrojov pre nové produkty do už existujúcich strojov. Je teda možné toto rozdelenie:

- Kompletné stroje
- Nástroje

Kompletné stroje je možné rozdeliť do týchto kategórií:

- Vibračné stroje
 - Veľké: M8, M9
 - S hydraulickým pohonom
 - So servo pohonom
 - Malé: M1 – M6
 - S hydraulickým pohonom
 - S pneumatickým pohonom
 - So servo pohonom
- Infračervený predohrev
 - Špeciály
 - Stroje s viacerými vibračnými hlavami
- IR stroje
 - Malé
 - Stredné
 - Veľké
 - So servopohonom
 - S otočným stolom
- Ultrazvukové stroje
 - Malé
 - S otočným stolom
 - Stredné
 - S otočným stolom
 - S posuvným stolom
 - Kazetové systémy

Nástroje:

- Vibračné
- Vibračné/IR
- IR
- Ultrazvukové

A.3 BRANSON M6

Jedná sa o vibračné stroje strednej veľkosti, ktoré sú technologicky totožné so strojmi M5, iba že ponúkajú väčšiu plochu aplikácie. Zvárajú tým spôsobom, že vákuové ramená prisajú k sebe 2 plastové diely, priložia ich k sebe a vibračným pohybom v jednej ose zatavia tieto diely frekvenciou 200 alebo 240 Hz do seba. Štandardný stroj bez opcí váži 5 893 kg, bežne ale osciluje okolo hranice 6 000 kg. Podoba stroja je uvedená na obr. 27.



Obr. 27: Branson M-624 [39].

Tabuľka 14: Vybrané parametre stroja M-624 [39].

Parametre	M-624
<i>Rozmery</i>	2743 x 2235 x 2210 mm
<i>Napájacie požiadavky</i>	480 VAC, 50 A, 50/60 Hz, 3-fázová sieť
<i>Pohon zváracej hlavy</i>	30 kW
<i>Pracovný rozsah</i>	0 - 40 °C
<i>Šírka zváratej plochy</i>	1 - 1,8 mm
<i>Hlučnosť</i>	85 dBA
<i>Doba zvaru</i>	12 s

Každý stroj M6 sa skladá z týchto hlavných častí:

Rám stroja

Jedná sa o masívnu konštrukciu zvarenú z ocelových profilov, na ktorú/do ktorej sa montujú všetky časti stroja. Je vybavený výškovo nastaviteľnými patkami, ktoré tlmia vibrácie.

Kabína

Kabína pozostáva z plechových krytov, ktoré obklopujú pracovný priestor. Je namontovaná na rám a zabraňuje možnosti prístupu dnu do stroja počas procesu zvárania. Prístup je možný len servisnými dverami, ktoré sú istené bezpečnostným spínačom. Ten v prípade aktivácie zastaví zváranie. Z prednej strany môže byť okno

istené svetelnou závorou (opcia), takže to sa zavrie jedine v prípade, kedy nič nenarušuje manipulačný priestor.

Pneumatický systém

Táto jednotka pre úpravu stlačeného vzduchu je vstavaná do pravej časti rámu stroja. Obsahuje odlučovač vody. Celý systém má tieto súčasti: upnutie hornej časti nástroja, blokovanie hornej časti nástroja, vertikálny stôl, indexovanie, upínáky spodnej dosky nástroja, zváraciu jednotku a pridržovače.

Nakladacia a vykladacia stanica

Nachádza sa v prednej časti stola a je chránená svetelnou závorou. Tu sa do upínacieho prípravku vkladajú diely určené k zváraniu a taktiež sa vyberajú zvarené diely. Vždy je potrebné ručne vložiť diely a po zvarení tento produkt vybrať a vložiť ďalšie diely.

Stôl

Je poháňaný hydraulickým systémom a jeho účelom je posúvať spodný nástroj s dielom určeným na zváranie z nakladacej stanice do zvárackej stanice. V pracovných polohách je indexovaný pneumatickým valcom.

Hydraulický systém

Úlohou hydrauliky je zdvihnúť stôl s dolným nástrojom do pracovnej polohy tak, aby bolo možné zvárať. Nachádza sa v ľavej časti stroja.

Nástroje

Nástroje sú dva: horný a dolný. Dolný je upnutý na stôl a horný na vibračnú hlavu. Každý z nich si vďaka pneumatickému systému vákuovo prisaje jeden diel a priblížia sa k sebe do pracovných polôh.

Vibračná hlava

Celý princíp zvárania je postavený práve na nej. Horný a spodný nástroj sa nastaví do pracovnej polohy a následne sa vibračná hlava rozkmitá požadovanou frekvenciou na požadovaný čas a po uplynutí ustaľovacej fázy sa otvorí okno, odkiaľ môže operátor vybrať zvarovaný produkt a vložiť ďalšie diely.

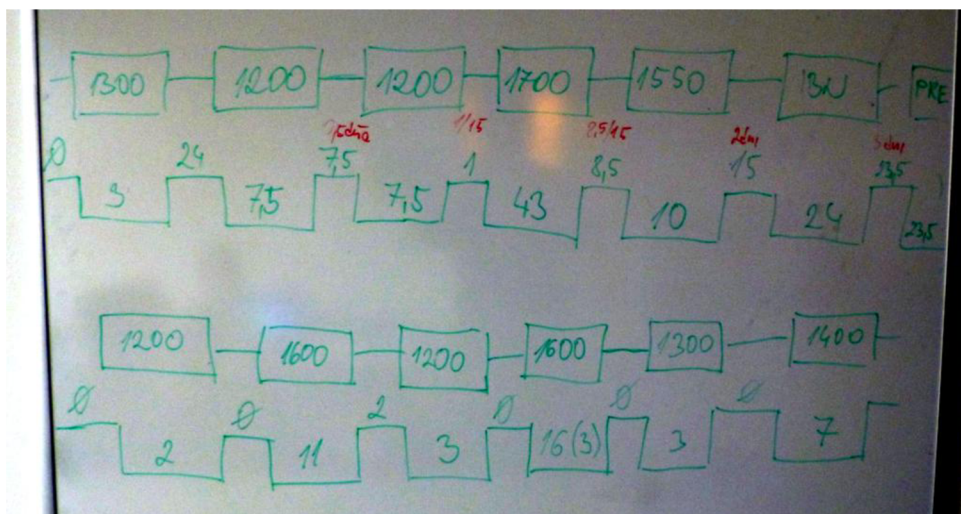
A.4 Údaje o odpísaných hodinách od finančného manažéra

Menovky ri:	31.3.2015	7.4.2015	8.4.2015	9.4.2015	#####	11.4.2015	13.4.2015	14.4.2015	15.4.2015	16.4.2015	17.4.2015	Celkový súčet	
⊕ 3150										1		1	
⊕ 3300		3										3	
⊕ 3400									6	2		8	
⊕ 3550										8,25	1	9,25	
⊕ 3600				6	7,5	7,5	6,5	2	9,5	4,5	14	2	59,5
⊕ 3700			11,5	-1	7,5	7,5	6,5		10				42
Celkový súčet	3	11,5	5	15	15	13	2	19,5	11,5	24,25	3	122,75	

A.5 Zoznam operácií pre M5/M6 podľa pracovného lístka

Krok operácie MOVEK	Názov operácie
	ELEKTROMONTÁŽ
2000	ELEKTROMONTÁŽ RIA DIAČEJ SKRINE
2150	OPCIE - EL. INŠTALÁCIA + EL. MONTÁŽ
2500	PLNENIE KABÍN ZVUKOVOU IZOLÁCIOU
2510	PLNENIE KABÍN - ÚPRAVY
2590	LA KOVŇA - NÁTER KRYTOV
2600	ELEKTROINŠTALÁCIA STROJA
	MECHANICKÁ MONTÁŽ
3100	PREDMONTÁŽ STOLA
3150	USTAVENIE STROJA NA POZÍCIU
3200	MONTÁŽ STROJA
3300	MONTÁŽ HYDRAULIKY
3400	MONTÁŽ PNEUMATIKY
3550	MONTÁŽ VIBRAČNEJ HLAVY
3700	FINÁLNA MONTÁŽ
	FINÁLNA MONTÁŽ
7000	MECHANICKÁ MONTÁŽ - PODPORA PRI OŽIVOVANÍ
8000	OŽIVOVANIE STROJA
8010	OPCIE - OŽIVOVANIE STROJA
8510	VÝSTUPNÁ KONTROLA STROJA
8600	SW PODPORA OŽIVOV. STROJA
9000	MECHANICKÁ MONTÁŽ - PRÍPRAVA K EXPEDÍCII

A.6 Tvorba mapy súčasného stavu na tabuľu



B SOFTVÉROVÁ PODPORA K VSM

Najlepším spôsobom, ako mapovať hodnotový tok, je s ceruzkou, gumou a papierom. Toto platí. Ceruzka a papier poskytujú dokonalú možnosť ako postupne získavané informácie hneď zapisovať bez potreby rozmyšľania nad používaním počítača. Zároveň gumou sa dá takáto mapa v priebehu času a zrovnávania si jednotlivých dát neustále a jednoducho upravovať. Sú však situácie, kedy je mapu potrebné poslať elektronickou formou. A pri takýchto prípadoch sa vyžaduje aj grafická úprava dokumentu. Najmä na to slúžia rôzne programy, ktoré neobišli ani oblasť mapovania hodnotového toku.

V tejto kapitole budú popísané a porovnané tie najpoužívanejšie softvéry. Existuje ich množstvo, a preto by ani nebolo možné popísať ich tu všetky. Niektoré sú určené čisto len na tvorbu máp, iné dokážu mapy aj analyzovať alebo dokonca oživiť. Tieto prepracovanejšie a zložitejšie programy taktiež umožňujú vzdialený prístup niekoľkých užívateľov. To ocenia hlavne podniky, kde sa o mapovanie stará väčší tíl pracovníkov. Sú aj také, ktoré fungujú na báze *cloudu*. To znamená, že nie je potrebné nič inštalovať a všetko je uložené na serveroch zabezpečených výrobcom softwaru.

Na jednej strane je množstvo funkcií výhodou, na tej druhej však každá funkcia navyše niečo stojí a so zvyšujúcou sa komplikovanosťou sa zvyšuje aj cena. Pre firmy je, samozrejme, ideálnym riešením taký software, ktorý je čo najlacnejší a nevyžaduje čas na zaúčanie zamestnancov.

Microsoft Excel

Napriek tomu, že MS Excel nie je software primárne určený na zakresľovanie máp pri VSM, môže však veľmi dobre poslúžiť. Mapovanie hodnotového toku predsa len nie je činnosť, ktorá sa vykonáva často a firmy preto nevidia dôvod platiť za licencie na špecializované programy. Rovnakú službu dokáže poskytnúť aj táto súčasť balíka Office, ktorý je dnes snáď v každej firme. Na internete je dostupné množstvo šablón a makier, ktoré spravia z Excelu profesionálny nástroj pre VSM.

V prospech Excelu jasne hovorí to, že každý s ním vie pracovať. Jednotlivé boxy sú tvorené formou orámovaných tabuliek plniach požadované významové funkcie. Tvorba máp v Exceli je jednoduchá a dokáže plnohodnotne zastúpiť špecializované programy. Problémom môže byť časová náročnosť takéhoto riešenia, preto pri častejšom mapovaní sa môže drahý špecializovaný softvér vyplatiť [41].

Microsoft Visio Professional 2013

Visio je ďalší produkt od Microsoftu, ktorým je možné tvoriť mapy hodnotového toku. Cena za jednu licenciu je 622,70 € s DPH bez obmedzenia platnosti. Jedná sa o komplexný nástroj na kreslenie všetkých možných diagramov. Nespornou výhodou je kompatibilita s ostatnými programami od MS, najmä s balíkom Office. Jeho nevýhodou je však vysoká cena. Je ale pravda, že takýchto licencií stačí vo firme niekoľko a nemusí byť nainštalovaný na úplne každom počítači.

eVSM

Ďalším popísaným programom určeným na mapovanie je eVSM. V súčasnosti sa pýši titulom „Najpoužívanejší VSM software“ s tým, že ho používa cez 14 000 ľudí

zaoberajúcich sa štíhrou výrobou. EVSM stojí vrátane technickej podpory a aktualizácií 448 amerických dolárov. Je optimalizovaný pre rôzne typy máp: montážne, kancelárske a transakčné, logistické, ale aj mapy pre potravinársky a zdravotnícky priemysel.

Proces tvorby mapy je veľmi jednoduchý. Systém umožňuje nahráť fotku „klasickú“ nakreslenú mapu či nástenu a následne na ňu umiestňovať jednotlivé značky (boxy). Šípky znázorňujúce informačné toky dokáže program automaticky rozpoznať a doplniť ich. Dokonca vie rozlíšiť elektronické a neelektronické zdieľanie informácií podľa obr. 10.

Pre analýzu je potrebné doplniť hodnoty zistené pri mapovaní súčasného stavu. Z nich je potom možné kliknutím na tlačidlo „Solve“ vypočítať rôzne parametre. Napríklad sa jedná o: *Takt time*, *Lead time*, *Value added time* a podobne. Ďalej je možné prezrieť si úzke miesta a straty v prehľadných grafoch. To isté platí aj pre parametre.

V poslednej fáze eVSM umožňuje vylepšovať hodnotový tok. Mapa je, samozrejme, upraviteľná, vďaka čomu môže value stream manažér meniť jednotlivé hodnoty, prípadne meniť počet pracovníkov, preorganizovať pracoviská v prospech optimalizácie a následne odsledovať ich dopady.

EVSM je veľmi sofistikovaný software, ktorý dokáže automaticky vykonávať množstvo funkcií namiesto operátora. Jeho hlavnou nevýhodou je však vysoká cena, ktorá je ale do určitej miery vyvážená technickou podporou a zabezpečením aktualizácií. Spoločnosť, ktorá si takýto software zaobstará sa musí mapovaním svojich procesov zaoberať často a ideálne by mala mať už mieru zavedenia *lean* na vysokej úrovni. Vtedy dokáže eVSM pomôcť pri ďalšom hľadaní možností pri optimalizácii a tvorbe toku. Medzi zákazníkov patria spoločnosti ABB, Airbus, Motorola, Nike alebo Siemens [42].

SmartDraw

SmartDraw je software nie len pre tvorbu procesných máp, ale aj kadejakých diagramov a vektorovej grafiky. Obsahuje obrovské množstvo nástrojov rozdelených do celkovo 31 kategórií. Nástroj LEAN zvláda okrem VSM aj 5S, 5x prečo, A3 reporty, PDCA cyklus, Spaghetti diagram či SIPOC analýzu. Ďalšou zaujímavou službou, ktorú SmartDraw poskytuje, je SharePoint. Táto funkcia umožňuje spoluprácu viacerých používateľov na jednej mape v reálnom čase.

SmartDraw je veľmi využiteľný software ponúkajúci snád všetky druhy diagramov. Veľká väčšina z nich je možná aj v Exceli, v dnešnej dobe však môže zákazníka zaujať práve to, že diagramy vyzerajú inak než je zvyknutý práve z Excelu. Výrobca ponúka 3 verzie: Standard, Business a Enterprise s cenami 197 až 497 amerických dolárov za licenciu. Taktiež poskytuje technickú podporu a množstvo tutoriálov. Ovládanie je užívateľsky prívetivé. Dokonca dokáže vytvoriť HTML výstup, ten je však len ako obrázok, teda nie je možné ho nijak upravovať. SmartDraw je schopný spolupracovať s MS Office vrátane MS Project či Visio [40].

Bizagi

Software Bizagi je potrebné rozdeliť do troch častí: Bizagi Modeler, Bizagi Studio a Bizagi BPM Suite. Bizagi Modeler je produkt na tvorbu a dokumentáciu biznis procesov. Ale nie len biznis procesov, je použiteľný na všetky typy procesov

a procesných máp. Vo veľmi jednoduchom prostredí dokáže vygenerovať dokumentáciu v súboroch DOC, PDF aj HTML. Pri tvorbe dokumentov môže spolupracovať viac účastníkov, a to stále v rámci bezplatnej verzie. Každý môže zanechať poznámku s tým, čo zmenil alebo upravil a ostatní si ju vedie prečítať.

Bizagi Studio sa používa k implementácii zmien procesov do reálnej výroby. Platí preň všetko to, čo aj pre Modeler. Obi dva softvéry sú zdarma a umožňujú prepojenie až dvadsiatich počítačov.

Bizagi BPM Suite je platená časť slúžiaca na automatizovanie procesov a ich ďalším analýzám. Dokáže pomáhať pri optimalizácii hodnotového reťazca, tým pádom pri znižovaní nákladov [45].

Zhrnutie

Existuje veľké množstvo VSM softvérov a nie je jednoduché si medzi nimi vybrať. V tejto kapitole boli uvedené len niektoré z nich. Na začiatok sa javí ako najideálnejšie riešenie Bizagi Modeler a Studio. Sú zdarma a dokážu veľmi jednoducho a rýchlo vytvoriť mapy toku, na ktorých sa môže podieľať až do 20 odborníkov a výstup môže byť dokonca v upraviteľnom HTML formáte. Ale čo sa týka sofistikovanosti, kráľom medzi nimi je eVSM. No jeho tvorcovia si nechajú za licenciu patrične zaplatiť. Ďalšími dostupnými softvérmi pre tvorbu procesných máp sú napríklad: Edraw, FlowBreeze, LEANPILOT, ProcessMaker, Lucidchart, yEd a iné. Autor práce využíval počas tvorby máp študentskú verziu MS Visio Professional 2013.