



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

ELIMINACE ÚZKÝCH MÍST VE VÝROBĚ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ

BOTTLENECK ELIMINATION IN THE PRODUCTION OF ELECTRICAL DEVICES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Daniela Horníková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.

BRNO 2017

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav managementu
Studentka: **Bc. Daniela Horníková**
Studijní program: Ekonomika a management
Studijní obor: Řízení a ekonomika podniku
Vedoucí práce: **Ing. Vladimír Bartošek, Ph.D.**
Akademický rok: 2016/17

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

Eliminace úzkých míst ve výrobě elektrických zařízení

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Hlavním cílem diplomové práce je identifikace úzkých míst ve výrobě elektrických zařízení a návrh opatření, která povedou k jejich odstranění.

Základní literární prameny:

GEORGE, M. Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity. Brno: SC&C Partner, 2010. ISBN 978-80-904099-2-7.

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

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

ROTHER, M. a J. SHOOK. Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA. Massachusetts: Brookline, Lean Enterprise Institute, 1999. ISBN-13: 978-0966784305.

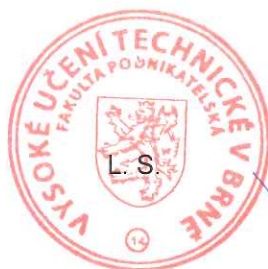
SVOZILOVÁ, A. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 28. 2. 2017



doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel



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

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá eliminací úzkých míst ve výrobě elektrických zařízení se zaměřením zejména na výrobní linku. Analyzuje současnou situaci a za použití mapování hodnotového toku pro vybraný produkt identifikuje úzká místa výrobního procesu. Dále navrhuje opatření ke zlepšení současné situace.

Abstract

This diploma thesis deals with eliminating of bottlenecks in a production of electrical devices, focusing mainly on the production line. It analyzes the current situation and using value stream mapping for a selected product it identifies bottlenecks of the production process. Further it proposes remedial measures to improve current situation.

Klíčová slova

zlepšování podnikových procesů, štíhlá výroba, ABC analýza, hodnota, mapování hodnotového toku

Key words

Business Process Improvement, Lean Production, ABC Analysis, Value, Value Stream Mapping

Bibliografická citace

HORNÍKOVÁ, D. *Eliminace úzkých míst ve výrobě elektrických zařízení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2017. 76 s. Vedoucí diplomové práce
Ing. Vladimír Bartošek, Ph. D.

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 26.5.2017

.....

Poděkování

Chtěla bych poděkovat panu Ing. Vladimíru Bartoškovi, Ph. D. za veškerou poskytnutou pomoc, cenné rady a připomínky. Dále zaměstnancům společnosti za vstřícný přístup a poskytnutí všech informací a podkladů potřebných k napsání této diplomové práce.

Ráda bych také poděkovala své rodině a přátelům za podporu v průběhu celého studia.

OBSAH

Úvod	10
Cíle práce, metody a postupy zpracování	12
1. Teoretická východiska práce	13
1.1. Štíhlá výroba	13
1.2. Štíhlý podnik	14
1.3. Prvky štíhlého podniku	17
1.3.1. Management úzkých míst	17
1.3.2. Mapování hodnotového toku	21
1.4. Diferencované řízení materiálových toků	26
1.4.1. ABC analýza	28
2. Analýza současného stavu	30
2.1. Představení společnosti	30
2.1.1. Mateřská společnost	30
2.1.2. Výrobní společnost v České republice	30
2.2. Představení současné situace ve společnosti	33
2.2.1. Používané metody zlepšování	33
2.2.2. Výroba a výrobkové portfolio	33
2.2.3. Fyzický layout výroby	34
2.2.4. Technologický postup	35
2.3. Mapování hodnotového toku	36
2.3.1. Stanovení rodiny výrobků	37
2.3.2. Mapa současného hodnotového toku	40
2.4. Interpretace mapy současného hodnotového toku	44
2.5. Detailní dílčí analýzy vybraných pracovišť	52
2.5.1. Pracoviště 1	52
2.5.2. Pracoviště 10	56
2.6. Identifikace úzkých míst výrobního procesu	56

2.7. Shrnutí analýz a zjištěných problémů	57
3. Vlastní návrhy řešení	59
3.1. Změny v oblasti řízení materiálového toku	59
3.1.1. Zavedení FIFO	59
3.1.2. Zavedení supermarketu	59
3.2. Změny v oblasti řízení zásob	60
3.3. Změny v oblasti manipulace s polotovary	62
3.4. Změny v oblasti komunikace	63
3.5. Mapa budoucího hodnotového toku	64
3.6. Akční plán	66
3.7. Efekty plynoucí z navrženého budoucího stavu	67
Závěr	70
Seznam použitých zdrojů	71
Seznam použitých zkratk	74
Seznam obrázků, grafů a tabulek	75
Seznam obrázků	75
Seznam tabulek	75
Seznam grafů	76

ÚVOD

V současné době je prostředí na trhu velice proměnlivé, někdy je označováno až za turbulentní. Dochází k neustálému rozvoji na poli technologického vývoje a inovací, v souvislosti s tím se neustále zvyšují požadavky a očekávání zákazníků a současně roste i počet konkurentů každé společnosti. Aby obstály v konkurenčním boji, musí se společnosti zaměřovat na přesné a včasné uspokojení veškerých potřeb a požadavků zákazníků a zároveň vyrábět rychleji, kvalitněji a levněji než jejich konkurenti. Z toho důvodu je v současné době nezbytností průběžně analyzovat všechny podnikové procesy a odstraňovat veškeré činnosti, které výslednému nabízenému produktu nepřinášejí žádnou hodnotu.

Jedním z nástrojů, který pomáhá identifikovat a následně odstranit činnosti nepřinášející hodnotu produktu, je metoda mapování hodnotových toků. Jedná se o nástroj aplikace principů štíhlé výroby, který, soudě podle minima literárních zdrojů na toto téma na českém knižním trhu, není v České republice příliš rozšířený. Jeho aplikací je však možné dosáhnout skvělých výsledků zejména v oblastech odstraňování úzkých míst a zdrojů plýtvání ve výrobních i dalších podnikových procesech.

Tato diplomová práce se zabývá identifikací a následnou eliminací úzkých míst ve výrobě elektrických zařízení ve vybrané výrobní společnosti, a to právě za využití metody mapování hodnotového toku. Tato společnost si nepřála být v práci konkrétně jmenována z důvodu zachování důvěrnosti informací a ochrany know-how, proto je v celé práci označována výhradně jako *výrobní společnost*. Tato výrobní společnost je významným hráčem v oblasti energetiky, elektrotechniky, robotiky a automatizace a v České republice působí již 25 let. Závod výrobní společnosti analyzovaný v této práci se zaměřuje na výrobu různých typů elektrických zařízení.

V roce 2014 prošel analyzovaný výrobní proces významnou změnu, byla zde vybudována softwarem řízená výrobní linka s cílem snížení doby průchodu polotovaru výrobou a usnadnění manipulace s polotovary. Právě na materiálové a informační toky související s touto výrobní linkou se tato práce soustředí.

V první části práce jsou shrnuty teoretické poznatky z oblastí štíhlé výroby, metod řízení materiálového toku a odstraňování plýtvání a úzkých míst, včetně podrobného popisu postupu mapování hodnotového toku. Druhá část, analýza současného stavu,

nejdříve blíže představuje výrobní společnost. Dále jsou zde zpracována data poskytnutá společností a za pomoci metody mapování hodnotového toku i dalších analytických nástrojů jsou identifikována úzká místa výrobního procesu. Třetí část práce je pak zaměřena na navržení takových opatření, která zmírní či úplně eliminují zjištěné problémy.

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Hlavním cílem této diplomové práce je identifikace úzkých míst ve výrobě elektrických zařízení se zaměřením zejména na výrobní linku. Pro vybraná pracoviště budou navržena opatření, která by měla zmírnit či úplně odstranit nežádoucí nedostatky.

Mezi dílčí cíle této práce je možné zařadit:

- použití ABC analýzy pro určení výrobku, který prochází výrobním procesem nejčastěji
- použití metody VSM pro vytvoření mapy hodnotového toku vybrané části výrobního procesu
- analýza současného stavu, identifikace úzkých míst a návrh opatření ke zlepšení současného stavu

Prvním krokem při zpracovávání diplomové práce je shromáždění všech potřebných dat a informací. Pro zpracování teoretické části práce jsou využity publikace odborné literatury i relevantní internetové zdroje. V dalších částech práce jsou použita data a informace přímo ze společnosti, pro jejich získání bylo využito zejména metod pozorování, dotazování a měření. Některé poznatky byly načerpány v průběhu praxe i dalších návštěv společnosti skrze rozhovory se zaměstnanci, další informace byly poskytnuty ve formě různých interních dokumentů, předpisů apod.

S využitím poskytnutých dat a informací lze provést ABC analýzu, která pomůže identifikovat vhodného reprezentanta celého výrobního procesu. Pro tohoto reprezentanta je dále za použití metody VSM vytvořena mapa hodnotového toku, která je základem pro analýzu současné situace a identifikaci úzkých míst výrobního procesu i zdrojů plýtvání.

Na základě syntézy všech získaných poznatků je poté vytvořen návrh nápravných opatření eliminujících zjištěné nedostatky. Závěrem jsou navrhovaná opatření zhodnocena srovnáním současného stavu s budoucím a jsou představeny jejich očekávané efekty.

1. TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

1.1. Štíhlá výroba

"Štíhlá výroba je paradigma a způsob myšlení o výrobě. Je to filozofie, která zkracuje průběžný čas eliminací plýtvání, aby byly včas dodávány výrobky vysoké kvality při nízkých nákladech." (Rother, 1999)

Pojem štíhlá výroba (anglicky Lean Manufacturing) je spojen s japonskou automobilkou Toyota a zejména se systémem Toyota Production System (TPS). Tento systém vznikl v 50. letech 20. století v reakci prostředí vyžadující vyšší flexibilitu i produktivitu a zároveň ovlivněné nedostatkem investičních peněz. Duchovními otci této metodiky jsou Taichi Ohno a Shingeo Shingo. Tento přístup k výrobě usiluje o zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem, je zaměřený na systematickou identifikaci a eliminaci všech forem plýtvání a maximální zeštíhlení procesů – procesy obsahují jen to, co je ochotný zákazník zaplatit. Ekonomicky je základní myšlenka vyjádřena změnou rovnice zisku. Podle Imaie (2004) se rovnice zisku mění následovně:

$$\text{NÁKLADY} + \text{ZISK} = \text{CENA} \rightarrow \text{CENA} - \text{NÁKLADY} = \text{ZISK}$$

Toyota Production System ale navazuje na mnohé předcházející odborné práce a studie managementu. Základní myšlenky pocházejí již od Frederika Winslowa Taylora, jehož díky jeho studiím o formalizaci čau a pohybu s cílem minimalizovat procesní časy dnes považujeme za otce vědeckého managementu. Na jeho práci navazoval například Frank Bunker Gilbreth, který procesy rozdělával na elementární časové úseky a pak eliminací časových úseků nepřinášejících hodnotu dosáhl efektivního pracovního postupu. Poznatky z těchto studií využil později i Henry Ford při projektování výrobní linky pro výrobu slavného automobilu Ford Model T (Bartošek, Šunka, Varjan, 2014).

Základními pilíři Toyota Production System jsou dvě metody - Just In Time a Jidoka.

Systém Just In Time (JIT, česky právě včas) je filozofie managementu, která vyzývá k produkci toho, co zákazník chce, v požadovaném čase a množství, s dodávkou na požadované místo bez toho, aby se hotové výrobky zdržely ve skladových zásobách. To znamená, že namísto budování velkých skladových zásob by měl podnik vyrábět jen to, co zákazník žádá, v okamžiku, kdy to žádá. Každý proces tedy vyrábí přesně to, co potřebuje proces následující (Lean Manufacturing Tools, 2016).

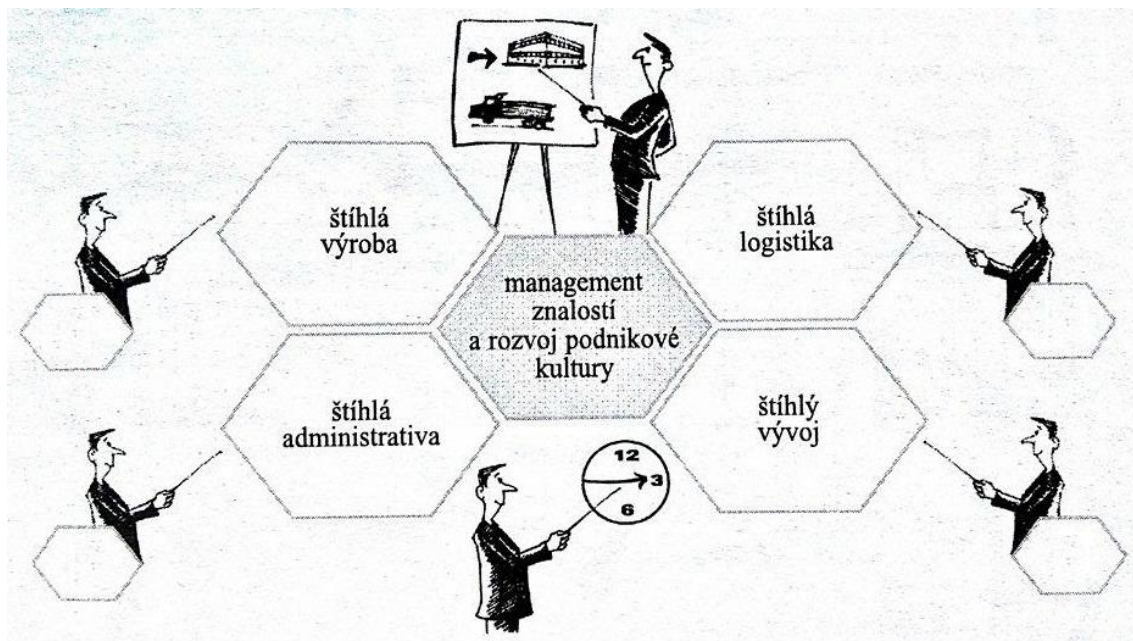
Pro realizaci výrobního systému JIT je potřeba opakovaně provádět aktivity kaizen (což znamená kontinuální zdokonalování podnikových procesů a pracovních postupů) a odstranit tak všechnu práci nepřidávající hodnotu. Podnik musí nejdříve dosáhnout nejvyšší možné efektivity svých procesů, aby následně mohl těžit z výhod přesných a včasných dodávek. Někdy se o systému JIT mluví jako o systému bez zásob, avšak není vždy možné udržet zásoby úplně na nule. I přesto je systém JIT skvělým způsobem, jak snížit náklady a zároveň splnit požadavky zákazníků (Imai, 2004).

Jidoka je často opomíjeným pilířem TPS a štíhlé výroby, přitom se jedná o jeden z nejdůležitějších principů štíhlosti. Prvním impulzem byl vynález Sakichi Toyody, který sestrojil jednoduché zařízení zastavující člunek automatického tkalcovského stavu, když došlo k přetržení nitě. Tak bylo zabráněno nejen vzniku zmetků, ale zároveň byl operátor výroby upozorněn na problém a mohl jej začít okamžitě řešit. Díky tomu mohl operátor obsluhovat více strojů naráz a ne jen sledovat jeden pro případ, že by se něco pokazilo. Tento princip, známý také jako autonematizace, případně automatizace s lidským dotekem, byl později rozšířen i pro další výrobní zařízení (Lean Manufacturing Tools, 2016).

1.2. Štíhlý podnik

Jako štíhlý podnik označíme takový podnik, kde se věnují jen potřebným činnostem, dělají je správně hned napoprvé a dělají je rychleji a přitom levněji než ostatní. Štíhlost podniku však nespočívá pouze ve zvyšování výkonnosti podniku tím, že vyprodukuje víc, s vyšší přidanou hodnotou a spotřebuje na to méně času a nákladů než konkurenti. Skutečně štíhlý podnik také vyrábí přesně to, co zákazník požaduje, a to s minimem činností nezvyšujících hodnotu výrobku (Košturiak, Frolík a kol., 2006).

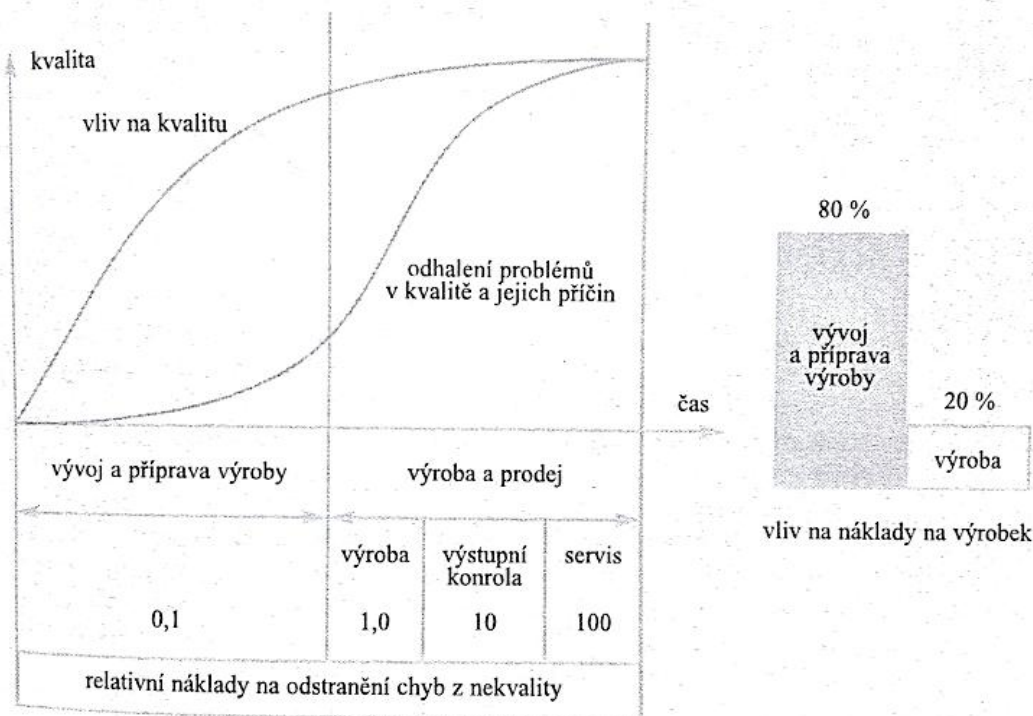
Struktura štíhlého podniku je znázorněna na Obr. 1.



Obr. 1: Struktura štlhlého podniku (Zdroj: Košturiak, Frolík a kol., 2006, s. 45)

Srdcem štlhlého podniku a hlavní silou, která podniku zajišťuje dlouhodobou konkurenceschopnost, je propracovaný management znalostí. Znalost není jen samotná informace, znalost je způsob, jakým danou informaci použijeme k nějaké akci. Veškeré zdroje podniku jsou k ničemu, pokud nejsou k dispozici i použitelné znalosti a pokud nejsou informace správně transformovány v činy (Zelený, 2005).

Dalším prvkem štlhlého podniku je štlhlý vývoj. Vliv předvýrobních etap na celkové náklady je znázorněn na Obr. 2. Je zřejmé, že cesta ke štlhlému podniku začíná už v etapách vývoje a technické přípravy výroby, tyto etapy ovlivňují náklady na hotový výrobek z 80 %, kdežto samotná výroba už se na nich podílí pouze z 20 %. To je způsobeno tím, že konstruktéři a technologové rozhodují o způsobu výroby a právě oni mají možnost do ní zabudovat různé prvky štlhlé výroby. Nedokonalé předvýrobní etapy pak ve výrobě způsobují mnohé problémy, které se nepříznivě podepisují na nákladech i kvalitě hotového výrobku (Košturiak, Frolík a kol., 2006). Bartes (2006) říká, že výsledná kvalita výrobku je ovlivněna procesem s nejnižší úrovní jakosti. Do výsledné jakosti se zároveň promítají nedostatky ze všech procesů, které se na jejím vzniku podílejí. Má-li být výsledná jakost výrobku na vysoké úrovni, musí být na této vysoké úrovni zajištěny všechny činnosti všech procesů. Vždy každý následující proces se na zajištění výsledné úrovně kvality podílí menší a menší měrou.



Obr. 2: Vliv vývoje a přípravy výroby na kvalitu a náklady (Zdroj: Košturiak, Frolík a kol., 2006, s. 53)

Štíhlá logistika je nedílnou součástí štíhlého podniku. Košturiak, Frolík a kol. (2006) říkají, že manipulace, přeprava a skladování v podniku zaměstnává až 25 % pracovníků a tvoří až 87% času, který materiál v podniku stráví. Největší trendy současné doby, mezi něž patří např. mass customization (tzv. hromadná výroba na zakázku) a růst popularity e-shopů, způsobují, že logistika a zejména štíhlé logistické procesy se stávají významným konkurenčním faktorem.

Podle průzkumů tvoří administrativní činnosti více než 50 % průběžné doby zakázky. Hlavním cílem štíhlé administrativy je tedy dosažení co nejkratších průběžných dob zakázek, a to zejména za pomoci nastavení přehledných, bezchybných a vysoce efektivních administrativních procesů (Košturiak, Frolík a kol., 2006).

Štíhlá výroba je tématem velmi komplexním a proto bude podrobněji popsána v následujících kapitolách.

Podniky se v praxi obvykle snaží zavádět hlavně prvky štíhlé výroby, protože ta se z velké části podílí na tvorbě přidané hodnoty pro zákazníka. Neuvědomující si však,

že na ziskovosti podniku se významně podílí i další oblasti (viz výše - vývoj, logistika, administrativa). Štíhlý podnik ale ve výsledku netvoří pouze metody a postupy odstraňující plýtvání, tvoří jej především lidé a jejich znalosti, postoje a motivace k práci (Košturiak, Frolík a kol., 2006).

1.3. Prvky štíhlého podniku

V této kapitole budou představeny vybrané metody, které napomáhají podniku zajistit štíhlost výroby i všech ostatních podnikových procesů.

1.3.1. Management úzkých míst

Každý systém má alespoň jedno místo, kde mu určitá omezení nedovolí dosáhnout vyšší výkonnosti, to platí i pro podniky. Omezujícím prvkem podniku může být cokoli v oblastech řízení, výrobních zdrojů, marketingu, postojů zaměstnanců, i celkem jednoduše čas. Obecně lze omezení rozdělit do tří skupin - fyzická omezení, manažerská omezení a paradigmat.

Zatímco fyzická omezení (nedostatky strojů, zařízení či jiných hmotných zdrojů) se dají snadno identifikovat a následně i odstranit, manažerská omezení se identifikují i odstraňují obtížněji. Nejčastěji se jedná o chybná manažerská rozhodnutí, například ohledně výběru dodavatelů, investic či nastavení pravidel, jejichž výsledkem je vznik omezení fyzických. Řešení omezující situace pak komplikuje fakt, že pro ošetření fyzického omezení je potřeba dalšího manažerského rozhodnutí, které nemusí být vždy správné. Co se týká paradigmat, tedy omezení v chování lidí, ta v podstatě způsobují manažerská omezení. Velmi často právě mylné domněnky, přesvědčení nebo předpoklady způsobí špatné manažerské rozhodnutí, případně brání jejich identifikaci a řešení (Košturiak, Frolík a kol., 2006).

Teorie omezení (v angličtině TOC, Theory of Constraints), často označovaná také jako management úzkých míst, nás podle Košturiaka, Boledoviče, Krišťáka a Marka (2010, s. 38) učí, že *"pokud chceme zlepšit fungování procesního řetězce, musíme posilnit jeho nejslabší článek. Výsledkem je zvyšování průtoku, tj. přidané hodnoty v procesu za jednotku času."*

Sedm druhů plýtvání

Pro filozofii štíhlého podniku je klíčový pojem plýtvání.

"Plýtvání je všechno, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby bez toho, aby zvyšovalo jeho hodnotu." (Košturiak, Frolík, 2006, s. 19)

Podle Bauera a kol. (2012) lze definovat 7 základních druhů plýtvání (někdy dle terminologie kaizen též označovaných jako MUDA):

- čekání
- chyby ve výrobě
- nadprodukce
- transport
- zásoby
- zbytečné pohyby
- zmetky

Každý z těchto problémů má nepřímo úměrný vztah k produktivitě - čím více k plýtvání ve výrobě dochází, tím méně je celý výrobní proces produktivní. Plýtvání nikdy nelze zcela eliminovat, je však možné jej průběžně minimalizovat (Bauer a kol., 2012).

Metody pro identifikaci plýtvání

Tyto metody slouží zejména k představení a analýze aktuálního stavu výrobního procesu. Zlepšení lze dosáhnout jen pokud bude řádně pochopeno současné fungování procesů a identifikovány všechny problematické oblasti, resp. oblasti, kde nejvíce dochází k plýtvání.

Nejlepším prvním krokem, který je potřeba provést pro snadnější identifikaci problematických míst, je vizualizace celého výrobního procesu. Poté je jednodušší odhalit, na kterých místech něco nesedí, a provést jejich další, detailnější analýzy. Na základě těchto zjištění je pak možné aplikovat vhodné metody, které povedou ke zlepšení současné situace a minimalizaci plýtvání.

Mezi nejčastěji využívané metody vizualizace výrobních procesů a procesů obecně patří následující:

- grafy činností
- mapování hodnotového toku
- procesní mapování a modelování
- snímkování pracovní činnosti

Grafy činností je možné vytvářet různými způsoby, obvykle se využívá Ganttových diagramů nebo síťové analýzy. Tyto metody slouží výhradně k zachycení jednotlivých činností a jejich návazností a je možné je použít jak pro zobrazování výrobních procesů, tak i procesů administrativních či jiných. Často jsou využívány také v projektovém řízení.

Mapování hodnotového toku, jak již název napovídá, slouží k zakreslení průběhu vytváření hodnoty v procesu. Cílem této metody je kromě samotné vizualizace i identifikace míst, která přidávají hodnotu a která ji nepřidávají. Tato metoda bude podrobněji popsána i dále.

Procesní mapování a modelování je komplexní metoda, která se původně využívala zejména pro vizualizaci jednotlivých procesů pro snadnější návrh vhodného informačního systému pro jejich řízení.

Snímkování pracovní činnosti se nevěnuje celému výrobnímu procesu, ale pouze jeho částem - jednotlivým pracovištím. Zde pomocí opakovaných měření odhaluje, které operace přidávají, případně nepřidávají hodnotu. Tuto metodu je vhodné použít po použití některé z výše zmíněných metod a zaměřit se jen na místa, kde již byl identifikován nějaký problém (Bartošek, Šunka, Varjan, 2014).

Metody pro snižování plýtvání

I metod pro snižování plýtvání je mnoho, proto zde budou vybrány nejznámější z nich. Mezi ně patří následující:

- 5S
- JIT - Just In Time; právě včas
- Kanban
- SMED - Single Minute Exchange of Die; rychlá změna

- TPM - Total Productive Maintenance; totálně produktivní údržba

5S má za úkol odstranit plýtvání způsobené zejména špatnou ergonomií a organizací pracoviště. Jednotlivá S pocházejí z japonských slov seiri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuke, což v překladu znamená vyříd'-uspořádej-čisti-standardizuj-dodržuj (Mašín, Vytlačil, 2000). Některé podniky zavádějí dokonce 6S, což je 5S doplněných o další krok - bezpečnost, což znamená zaměření na bezpečnostní aspekty a zajištění, aby nebyly přehlédnuty žádné potenciální hrozby (Lean Manufacturing Tools, 2016).

JIT, případně obdobná metoda JIS (Just In Sequence; právě v pořadí), jsou metody, jejichž cílem je odstranit plýtvání způsobené zejména zásobami a čekáním. Základem těchto metod je mít správné jednotky ve správném množství a správné kvalitě (případně správném pořadí) na správném místě ve správný čas. Správné využití těchto metod vede ke zvýšení kvality, produktivity i efektivnosti a zároveň snížení nákladů i plýtvání (Cheng, Podolsky, Jarvis, 1996). Tato metoda však má i svá negativa, mezi která patří například velká závislost na dodavatelích, riziko cenového tlaku či ohrožení selháním některého z článků dodavatelského řetězce (Bartošek, Šunka, Varjan, 2014).

Kanban je svým způsobem rozpracování systému JIT pro specifické podmínky. Funguje tak, že se mezi jednotlivými pracovišti předávají dávky rozpracovaných výrobků, protože však každé pracoviště pracuje jiným tempem, dávka není předána na následující pracoviště, dokud si o ni toto pracoviště nezažádá právě použitím tzv. kanbanové karty. Jakmile pracovník dokončí svůj úkol, předá kanbanovou kartu svému předchůdci a ten mu na základě toho předá další práci. Tento způsob se též nazývá tažný (oproti obvyklému tlačnému způsobu). Tuto metodu lze také použít pro zásobování jednotlivých pracovišť požadovaným materiálem (Váchal, Vochozka, 2013).

SMED je metoda, která se snaží o zkrácení času přetytování jednotlivých výrobních zařízení a tím odstranění čekání. Časem přetytování se označuje čas přípravy pracoviště mezi opracováním po sobě následujících odlišných typů výrobku, například čas potřebný k výměně formy, seřízení obráběcího stroje apod. Tato metoda se využívá zejména na pracovištích, které jsou úzkými místy výrobního procesu z důvodu častého přetytování a tím způsobených ztrát (Kormanec, 2007).

TPM je souborem pravidel, která vedou k zajištění optimálních podmínek pro provoz výrobních zařízení. Zahrnuje nejen preventivní a průběžnou údržbu výrobních zařízení,

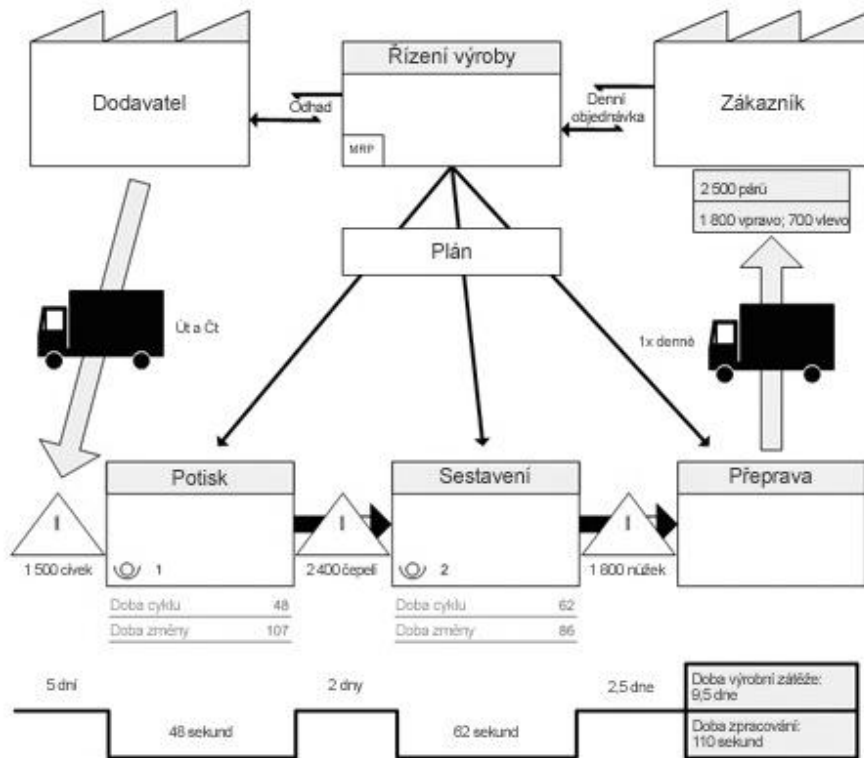
ale i snahu o efektivní využívání všech prostředků veškerými pracovníky (Bartošek, Šunka, Varjan, 2014).

1.3.2. Mapování hodnotového toku

Hodnotový tok je souhrnem všech aktivit v procesech, které umožňují přeměnu vstupního materiálu na zboží, které má hodnotu pro zákazníka. Mezi tyto aktivity patří jak ty, které výslednému výrobku přidávají hodnotu, tak i ty, které hodnotu výrobku nepřidávají.

Mapování hodnotového toku, v angličtině označované jako Value Stream Mapping (zkráceně VSM), je jednou z běžně používaných metod štíhlé výroby. Tato metoda slouží k popsání celého procesu od začátku do konce včetně všech aktivit přidávajících i nepřidávajících hodnotu ve výrobních, servisních i administrativních strukturách a umožňuje vidět procesy očima zákazníka a definovat možný potenciál pro zlepšování (Stöhr, 2016).

Hlavním úkolem VSM je sledování cesty nejen materiálového toku, ale i toku informačního, a jejich zakreslení do tzv. mapy hodnotového toku. Následně jsou vyznačeny oblasti, kde dochází k nějakému druhu neefektivnosti či plýtvání; v podstatě jsou veškeré procesy rozděleny do tří skupin - přidávající hodnotu, nepřidávající hodnotu (avšak nezbytné) a plýtvání. Následně je vytvořena mapa budoucího stavu - ideálního stavu toho, jak by materiálové a informační toky mohly probíhat v budoucnosti. Nedílnou součástí je i vytvoření akčního plánu, na základě kterého bude budoucího stavu dosaženo a budou eliminovány problémy odhalené díky mapě hodnotového toku v současnosti. Výsledkem VSM je ucelený a komplexní pohled na všechny výrobní a nevýrobní operace zvoleného typu výrobku nebo služby (Kučerák, 2007).



Obr. 3: Příklad mapy hodnotového toku (Zdroj: Microsoft, 2016)

VSM lze využít jako vstupní analýzu pro optimalizaci toku výroby, simulaci, změnu organizace práce, snížení zásob a rozpracované výroby, změnu systému řízení apod.

Mapování toku hodnot je vhodné použít:

- u výrobku, jehož výroba se bude zavádět
- u výrobku, u kterého se plánují změny
- při návrhu nových výrobních procesů
- při novém způsobu rozvrhování výroby

Mapování procesů můžeme však použít i při obyčejné analýze současného stavu (kde jsme), bez plánování změn. Tento nástroj nám pomůže odhalit skryté rezervy ve formě úzkých míst a plýtvání, které jsme dosud jen tušili (Kučerák, 2007).

Postup při mapování toku hodnot

Mapování hodnotového toku se skládá ze čtyř základních kroků, jak je možné vidět na Ob. 4.



Obr. 4: Postup mapování hodnotového toku (Zdroj: Stöhr, 2016)

Je důležité si uvědomit, že mapování hodnotových toků a vytváření map současných i budoucích stavů je neustálý proces, neboť v důsledku neustálých změn ve výrobě je potřeba mapy hodnotových toků neustále aktualizovat.

Stanovení rodiny výrobků

Prvním krokem při vytváření mapy hodnotového toku je stanovení rodiny výrobků, které si přejeme mapovat. V podniku s širokým portfoliem výrobků je potřeba identifikovat, který výrobek (či skupina výrobků) je nejdůležitější, ať už z pohledu největšího objemu výroby či hodnoty v současnosti, nebo ze strategické úvahy, se kterými výrobky nejspíše budeme nejvíce obchodovat v budoucnu (Lean Manufacturing Tools, 2016). Jako reprezentanta je také možné zvolit výrobek, který prochází největším počtem operací a zároveň už je ve výrobě zaběhlý, případně volit zástupce na základě podobnosti výrobních postupů. Další možností je využití Paretova pravidla, například při ABC analýze (Stöhr, 2016).

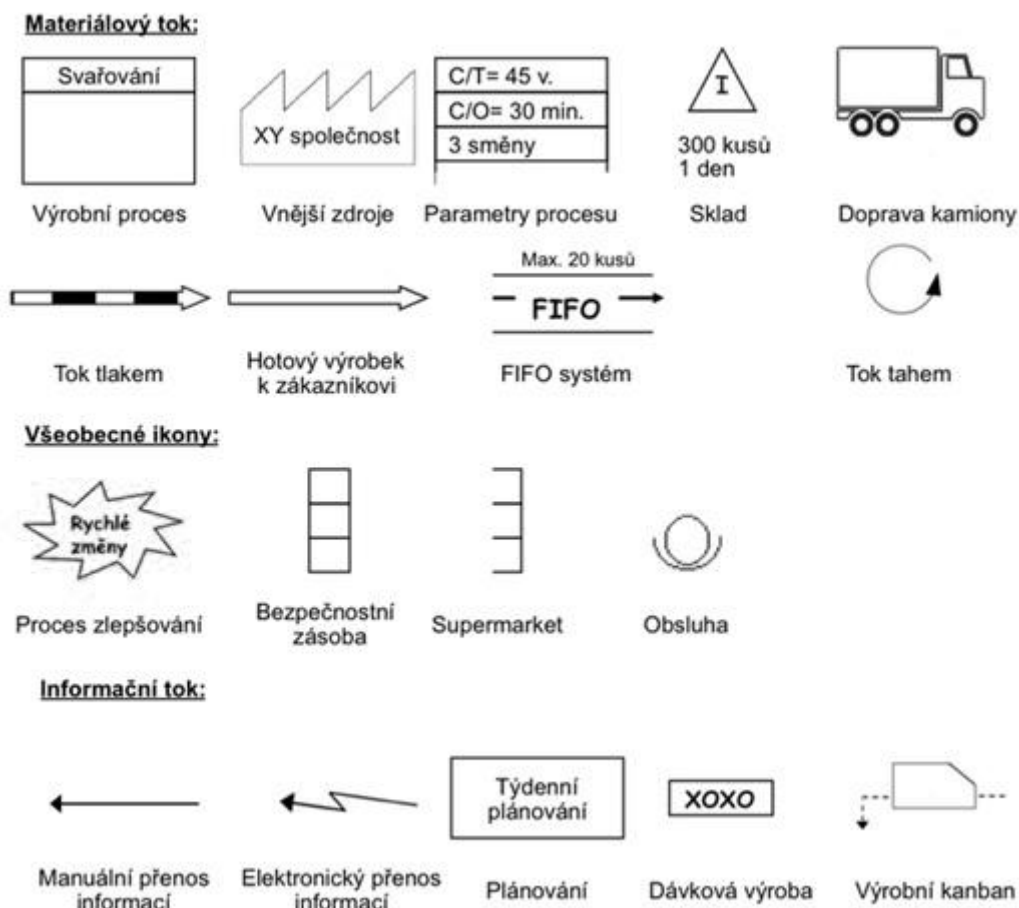
Mapa současného hodnotového toku

Klíčem k vytvoření mapy hodnotového toku je dokumentovat přesně to, co vidíme. Nejdříve je tedy potřeba projít výrobní proces od začátku do konce, abychom pochopili celkový tok. Dále je potřeba stanovit si začátek a konec procesu, který chceme mapovat. Nejlepší je vytvářet mapu přímo za pochodu, za pomoci tužky a papíru, a teprve finální verzi mapy poté převést do elektronické podoby za pomoci softwaru.

Jako první se do pravého horního rohu zakresluje symbol pro zákazníka a uvádí se všechny potřebné informace (měsíční, příp. denní poptávka, vypočítaný čas taktu, počet směn apod.). Dále se soustředíme na tok materiálu, zakreslujeme jak symbol pro dodavatele včetně informací o četnosti a způsobu dodávek, tak symboly jednotlivých procesů a jejich parametrů (tzv. data boxy; pracovní čas, cyklový čas, čas přetypování, počet operátorů a další). Mezi jednotlivé procesy vkládáme symboly skladů a uvádíme denní zásobu rozpracované výroby. Pomocí šipek lze znázornit tok výroby, nejčastěji se jedná o tok tlakem. Důležité je i zakreslení toku informací; to zahrnuje zakreslení oddělení plánování (řízení) výroby a šipek znázorňujících tok informací od oddělení plánování k jednotlivým procesům, včetně způsobu a četnosti předávání informací. Dalším krokem je přidání časové osy, na které jsou uvedeny jak časy přidávající hodnotu (cyklové časy), tak i časy nepřidávající hodnotu (výše zásob přečtená na dny). Součet těchto časů udává *VA time* - celkový čas přidávající hodnotu a *NVA time* - celkový čas nepřidávající hodnotu.

Dalšími údaji, které je potřeba pro vytvoření mapy současného hodnotového toku vypočítat, jsou údaje PLT a VA index. PLT značí tzv. *production lead time*, průběžnou dobu výroby, kterou lze zjistit součtem časů VA a NVA. VA index neboli index přidané hodnoty pak značí poměr časů VA a PLT a určuje, kolik % průběžné doby tvoří plýtvání a kolik práce přidávající hodnotu výrobku (Pereira, 2008). V závislosti na konkrétní podmínkách v podniku se tato hodnota pohybuje kolem 1 %, v ideálních případech dosahuje až 5 % (Dlabač, 2014).

Na Obr. 5 je možné vidět přehled nejčastěji používaných symbolů pro mapování hodnotového toku.



Obr. 5: Přehled nejčastěji používaných symbolů VSM (Zdroj: Stöhr, 2016)

Protože data boxy i časová osa obsahují mnoho informací o mapovaném procesu, můžeme nyní v jednom dokumentu vidět všechny problémové oblasti, jakými mohou být například nadbytečné zásoby, dlouhé cyklové časy nebo časy přetypování, špatná kvalita apod. Všechna tato problémová místa se do vytvořené mapy současného hodnotového toku vyznačí za pomoci tzv. Kaizen Blitz (na Obr. 5 označené jako Proces zlepšování), které zároveň představují možné návrhy na zlepšení. Zaznačení těchto problémových míst pak pomůže při tvorbě mapy budoucího hodnotového toku (Lean Manufacturing Tools, 2016).

Mapa budoucího hodnotového toku

Problémy odhalené mapou hodnotového toku je možné řešit jeden po druhém, lepší je ale stanovit vizi, čeho chceme dosáhnout, abychom se mohli zaměřit na dosažení požadovaného ideálního stavu. Tým odborníků by měl představit mapu ideálního stavu

toku hodnot a představit nejlepší postup, jak tohoto cíle dosáhnout. To by mělo být výstupem celého procesu mapování toku hodnot a schváleno vrcholovým vedením společnosti.

Jakmile existuje vize ideálního stavu, je možné naplánovat například řadu zlepšení, která postupně budou odstraňovat jednotlivé nedostatky a pomocí průběžného mapování toku hodnot bude posuzováno, zda se ideálního stavu daří dosáhnout (Lean Manufacturing Tools, 2016).

Při tvorbě mapy budoucího toku hodnot je potřeba brát v úvahu zejména požadavky zákazníka, cílem by měl být stabilní výrobní proces bez nadbytečných zásob a s maximální produktivitou. Mapa budoucího toku je pak hlavně způsobem grafického znázornění změn, které by se měly udělat (Bizbodz.com, 2016).

Akční plán

Za pomoci mapy budoucího toku hodnot je potřeba vytvořit tzv. akční plán, který bude následně implementován za účelem změny současného procesu do požadovaného budoucího stavu. To je možné udělat hned několika způsoby. Je možné řešit problémy postupně, po malých částech, tento způsob je vhodné využít, pokud je potřeba zavést několik jednoduchých změn, ovšem s okamžitým účinkem. Další metodou je přístup tzv. velkého třesku. To znamená, že se vedení společnosti rozhodne například na několik dnů výrobu úplně zastavit a všechny potřebné změny provést naráz, následně se spustí výrobní proces úplně nový.

Nějakou dobu po implementaci všech změn by mělo být provedeno zhodnocení toho, zda bylo dosaženo ideálního stavu a všech očekávaných přínosů (Bizbodz.com, 2016).

1.4. Diferencované řízení materiálových toků

Nedílnou součástí aplikace principů štíhlého podniku je i jejich aplikace v oblasti řízení zásob. Kombinací požadavků na minimalizaci zásob a zároveň odstraňování plynutí vznikl přístup diferencované řízení zásob. Tento přístup k řízení zásob pracuje hlavně s rozsáhlým množstvím informací, které každý podnik o svých zásobách ukládá. Pro každou skladovou položku mohou být v informačním systému podniku zaznamenávány následující informace:

- základní údaje (číselné značení, název, způsob pořízení, měrná jednotka,...)

- obecné údaje (objednací či výrobní doba, umístění, minimální zásoba,...)
- technologické údaje (kusovník, technologické postupy,...)
- skladové údaje (skladová cena, množství, datum posledního příjmu,...)
- ekonomické a obchodní údaje (kalkulace, prodejní cena, výše přírážky, DPH,...)

Diferencované řízení zásob se analýzou těchto informací snaží identifikovat, které skladové položky jsou pro podnik důležité. K tomu existuje množství různě komplexních metod, které lze vidět v Tab. 1. Kromě přehledu jednotlivých metod obsahuje tabulka i přehled principů a způsobů klasifikace zásob, kterých jednotlivé metody využívají, a také přehled autorů, kteří se daným metodám dále věnují (Jurová a kol., 2016).

Pro potřeby této práce bude dále detailněji rozebrána zejména ABC analýza.

Tab. 1: Přehled metod analýz diferencovaného řízení zásob (Zdroj: Jurová a kol., 2016)

Analýza	Principy a způsoby klasifikace	Autoři
ABC (Kumulovaná hodnota)	Méně než 80 % (A) Více než 80 % a méně než 95 % (B) Více než 95 % až 100 % (C)	Bose (2006), Chandra (2011), Fleseriu and Fleseriu (2010), Känel (2008), Maciejczak (2010), Ng (2007), Rushton, Croucher and Baker (2010) Vrat (2014), Wannewetsch (2007), Wildemann (1988)
FSN (Obrátkovost)	Rychle obrátkové (F – <i>Fastmoving</i>) Pomalou obrátkové (S – <i>Slowmoving</i>) Neměnné (N – <i>Non</i>)	Bose (2006), Cavalieri et al. (2008), Chandra (2011), Vrat (2014)
GMK (Množství)	Velké množství (G – <i>Grossvolumige</i>) Střední množství (M – <i>Mittelvolumige</i>) Malé množství (K – <i>Kleinvolumige</i>)	Wannewetsch (2007)
GOLF (Zdroj)	Vládní (G – <i>Government</i>) Běžný (O – <i>Ordinary</i>) Lokální (L – <i>Local</i>) Zahraniční (F – <i>Foreign</i>)	Bose (2006)
HML (Hodnota)	Vysoká (H) vyšší než 1000 Střední (M) vyšší než 100 menší než 1000 Nízká (L) menší než 100	Bose (2006)
SDE (Průběžná doba výroby)	Kategorie vzácných položek s průběžnou dobou výroby delší než 6 měsíců (S – <i>Scarce Class</i>) Kategorie obtížně zjistitelných položek s průběžnou dobou výroby delší než 2 týdny, ale kratší než 6 měsíců (D – <i>Difficult Class</i>) Kategorie jednoduše dostupných položek s průběžnou dobou kratší než 2 týdny (E – <i>Easily Available Class</i>)	Bose (2006), Vrat (2014)
SOS (Sezónnost)	Sezonní (S) Mimosezonní (OS)	Bose (2006)
VED (Důležitost)	Nezbytné (V – <i>Vital</i>) Základní (E – <i>Essential</i>) Vhodné (D – <i>Desirable</i>)	Vrat (2014)
XYZ (Variační koeficient)	Více než 80 % (X) Více než 80 % a méně než 95 % (Y) Více než 95 % a méně než 100 % (Z)	Alicke (2005), Buzacott et al. (2012), Grochla (1978), Känel (2008), Maciejczak (2010), Tempelmeier (2006), Vrat (2014), Wannewetsch (2007)

1.4.1. ABC analýza

ABC analýzu lze využít jako nástroj klasifikace položek či aktivit podle jejich důležitosti, slouží tedy k diferenciaci a stanovení významu. Tato metoda vychází z předpokladu, že některé produkty (případně zákazníci, činnosti, výkony atp.) přinášejí podniku větší užitek než jiné (Cempírek, Kampf a Široký, 2009). Tento předpoklad je založen na tzv. Paretově pravidle, které odděluje důležitou menšinu od nepodstatné většiny, a to v poměru 80/20. Příkladem může být 20% výrobků, ze kterých podnik získává 80% svých tržeb, Paretovo pravidlo je však možné uplatnit v mnoha různých

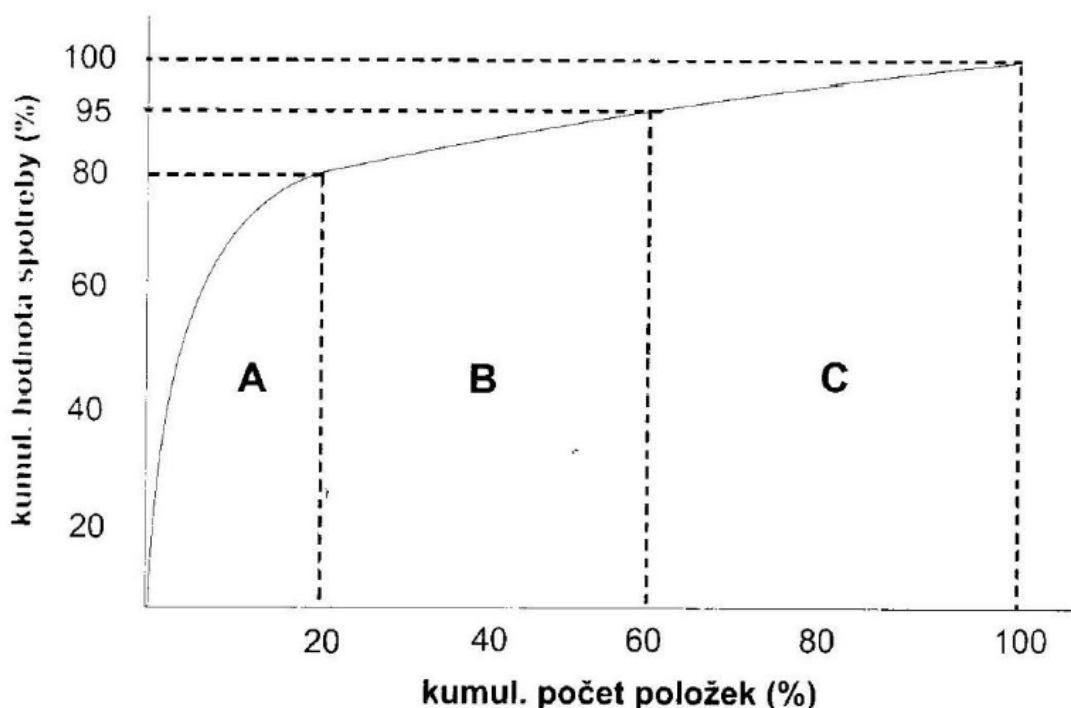
oblastech. Výsledné údaje pak mohou pomoci se správným rozdělováním zdrojů podniku (McGrath, Bates, 2013).

ABC analýza je tvořena dvěma kroky:

- Identifikace položek a stanovení výše poptávky, jak pro každou položku zvlášť, tak celkově. Pro každou položku se vypočítá její podíl na celkové průměrné poptávce a položky jsou poté seřazeny sestupně podle velikosti podílu.
- Rozdělení položek do skupin podle zvolených kritérií. Podíly jednotlivých skupin na celkové poptávce se uvádí buď přesně, nebo intervalově (Jirsák, Mervart a Vinš, 2012).

Skupina A reprezentuje malé množství velmi důležitých položek, které tvoří zhruba 80% hodnoty spotřeby. Tyto položky je třeba neustále sledovat. Skupina B reprezentuje větší množství středně důležitých položek, které znamenají zhruba 15% celkové hodnoty spotřeby. Skupina C reprezentuje velké množství málo důležitých položek, které zahrnují zhruba 5% hodnoty spotřeby (Sixta, Žižka, 2009).

Stupeň spotřeby jednotlivých položek znázorňuje tzv. Lorenzova křivka na Grafu 1.



Graf 1: Lorenzova křivka (Zdroj: Sixta, Žižka, 2009, s. 67)

2. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

2.1. Představení společnosti

V následujících kapitolách bude představena výrobní společnost a pro zpracování dále uvedených analýz budou využita data poskytnutá právě touto společností. Tato výrobní společnost si však nepřála být v práci jmenována či konkrétně identifikována z důvodu zachování důvěrnosti informací, ochrany know-how a obchodního tajemství. Z toho důvodu bude v této práci nadále označována výhradně jako "výrobní společnost" či krátce "společnost", její mateřská společnost jako "mateřská společnost", vyráběné produkty jako "elektrická zařízení" a pod.

2.1.1. Mateřská společnost

Mateřská společnost vznikla před téměř 125 lety sloučením dvou zahraničních dlouhodobě zavedených subjektů. V současnosti je významnou společností působící v oblasti energetiky, elektrotechniky, robotiky a automatizace. Její pobočky se nacházejí v zemích celého světa a zaměstnáno je zde přes 130 000 lidí. Celosvětově se společnost dělí do čtyř divizí, z nichž každá se zaměřuje na určitou oblast výroby. Každý den je zákazníkům z celého světa dodáno více než 1 000 000 výrobků.

Úspěch společnosti vychází ze silného zaměření na výzkum a vývoj, vysokou kvalitu a efektivnost nabízených produktů i zájem o snižování dopadu na životní prostředí (Výrobní společnost, 2016a).

2.1.2. Výrobní společnost v České republice

V České republice tato výrobní společnost působí již 25 let. Její výrobní závody i výzkumná centra se nacházejí na několika místech po celé republice a pracuje zde téměř 3 500 zaměstnanců (Výrobní společnost, 2016b).

Informace z obchodního rejstříku

Podle údajů dostupných z Veřejného rejstříku a sbírky listin (Ministerstvo spravedlnosti České republiky, 2016) je právní forma podnikání společnost s ručením omezeným (s.r.o.). Základní kapitál společnosti je kompletně splacen a jediným společníkem se 100% obchodním podílem je právě výše představená mateřská společnost.

Podle klasifikace ekonomických činností CZ-NACE se společnost věnuje následujícím činnostem:

- Elektrické instalace
- Přenos elektřiny
- Velkoobchod s chemickými výrobky
- Výroba elektrických rozvodných a kontrolních zařízení
- Výroba jiných základních anorganických chemických látek

Strategie, podniková kultura a odpovědnost podnikání

V rámci své podnikové strategie se společnost zaměřuje zejména na růst, zvyšování kvalifikace a rychlou tvorbu udržitelného zisku. Svou strategií tedy cílí hlavně na oblasti růstu zisku, kontinuálního zvyšování produktivity, pro-zákaznický přístup a cílené alokace kapitálu.

Co se týká podnikové kultury, společnost usiluje zejména o dodržování zásad etiky podnikání. Z toho důvodu zde byl vytvořen tzv. etický kodex chování, jehož dodržování je prosazováno ve všech podnikových procesech a je zde také nulová tolerance jeho porušování. Dále je zde podporována kultura otevřenosti. Celosvětové působení společnosti přispívá k jejímu multikulturnímu charakteru a tak je důležité, aby podniková kultura byla pružná a otevřená různým lidem. To také napomáhá k získávání a udržení těch nejlepších pracovníků. Kromě toho se tato společnost aktivně zajímá o životní podmínky ve svém okolí a pomáhá například prostřednictvím dobrovolnictví nebo sponzoringu neziskových organizací.

Vzhledem k tomu, že základem úspěchu společnosti je zaměření na výzkum a vývoj, nedílnou součástí jejího působení je také snaha o zvýšení zájmu o vědu a techniku a podpora souvisejících studijních oborů. Podporuje proto různé vědecko-technické projekty a soutěže pro studenty a spolupracuje s různými základními, středními i vysokými školami (Výrobní společnost. 2016b).

Výrobky a služby

Portfolio společnosti zahrnuje širokou nabídku z oblasti technologií pro energetiku, elektrotechniku, robotiku a automatizaci. Z důvodu velmi specifického výrobního

programu analyzované společnosti však budou tyto výrobky v práci nadále označovány obecně jako "elektrická zařízení".

Cílem společnosti je poskytování komplexního řešení pro zajištění spokojenosti zákazníků v průběhu celého životního cyklu výrobku. Proto je zákazníkům k dispozici technická podpora a servis nejvyšší kvality jak pro nové, tak i pro starší výrobky. Servisní střediska kladou velký důraz na rychlý a profesionální přístup k zákazníkovi a využívají přitom zkušenosti a znalosti svých důkladně proškolených pracovníků (Výrobní společnost, 2016b).

Zákazníci

Stejně jako spektrum činností výrobní společnosti je celkem široké, široký je i okruh jejích zákazníků. Mezi zákazníky společnosti lze řadit výrobce, výrobce z komponentů třetích stran (tzv. OEM nebo subdodavatele) i koncové uživatele nabízených produktů z různých odvětví:

- Alternativní výroba elektrické energie
- Automotive
- Biochemie a chemie
- Distribuce elektrické energie
- Doprava a železnice
- Energetika a efektivní využití energií
- Námořní průmysl
- Procesní automatizace a robotizace
- Stavební průmysl
- Těžební průmysl
- Zpracovatelský průmysl

Téměř tři čtvrtiny produkce jsou navíc exportovány z ČR do zahraničí, což jen potvrzuje vysokou úroveň kvality vyráběných produktů. Nejdůležitější cílové oblasti dodávek jsou v zemích západní Evropy, SAE a JAR (Výrobní společnost, 2015).

Certifikace

V profilu společnosti (Výrobní společnost, 2015) nechybí ani informace o certifikátech, které společnost v průběhu let získala. Jsou jimi:

- ISO 9001 (Systém managementu kvality)
- ISO 14001 (Systémy environmentálního managementu)
- OHSAS 18001 (Management bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)

2.2. Představení současné situace ve společnosti

Tato práce se nadále zabývá analýzou současného stavu ve výše představené výrobní společnosti, přesněji se zaměřuje na vybrané procesy probíhající v jednom z jejich výrobních závodů. Budou představeny a analyzovány procesy související s výrobou elektrických zařízení se zaměřením zejména na výrobní linku. Pro zvolený výrobní proces bude provedena analýza identifikující jeho úzká místa, v návrhové části práce pak budou pro nalezená úzká místa navržena opatření vedoucí k jejich odstranění.

2.2.1. Používané metody zlepšování

Úvodem je potřeba představit úroveň zavedení principů štíhlé výroby a metod zlepšování do skutečných výrobních procesů. V průběhu posledních let zde docházelo k postupnému zavádění různých metod zlepšování a jejich podpoře a zároveň řízení materiálového a informačního toku pomocí informačních systémů SAP, MES a APS. Z nástrojů, které se ve společnosti v současnosti využívají, lze představit například následující:

- 5S pro zvyšování efektivity pracovišť
- Kaizen pro průběžné zlepšování podnikových procesů
- Kanban pro řízení dodávek materiálu a regulaci rozpracovanosti výroby
- Sdělování důležitých informací pomocí vizualizace
- Standardizace procesů a procesní řízení
- Systém managementu kvality
- Využití teorie omezení k managementu úzkých míst

2.2.2. Výroba a výrobní portfolio

Výrobní portfolio společnosti je velmi široké. Vyrábí se zde souběžně 3 varianty elektrického zařízení, pro každou z těchto variant lze však identifikovat 8 hlavních typů a pro každý z nich i množství podtypů, které se liší parametry a nastavením. Z toho důvodu zde výroba probíhá na zakázku - zákazník předem určí, o jaký typ výrobku má zájem a jaké parametry by měl hotový výrobek splňovat. Pro zjednodušení budou další

části práce analyzovat výrobní proces pouze jediné ze 3 hlavních variant hotového výrobku, a to v úseku nově vybudované výrobní linky.

2.2.3. Fyzický layout výroby

Na níže uvedeném Obr. 6 je možné vidět fyzické rozložení jednotlivých pracovišť výrobního procesu vybraného pro analýzu. Celkem je zde vyznačeno 11 pracovišť, jejichž číselná označení zároveň určují pořadí, v jakém prochází polotovary výrobou. Pracoviště s označením X přísluší výrobním operacím dalších variant vyráběných zařízení, proto se jím další analýzy nebudou zabývat. Kromě toho jsou v layoutu zaneseny i sklady materiálu a polotovarů. Neoznačené oblasti znázorňují uličky mezi pracovišti.



Obr. 6: Schéma layoutu výrobní haly (Zdroj: vlastní zpracování)

Za pozornost stojí značná vzdálenost pracoviště 1 od všech ostatních pracovišť; je umístěno v oblasti skladů. To je způsobeno nedostatkem místa v samotné výrobní hale, která byla původně vybudována pro mnohem nižší objem výroby, než jakého společnost dosahuje v současnosti. Rozložení pracovišť v samotné výrobní hale je pak ovlivněno zejména tím, že jsou pracoviště 2 - 11 propojena výrobní linkou. Jedná se o řízený systém pásových dopravníků, které na speciálních paletách převáží rozpracovanou výrobu mezi pracovišti, díky čemuž odpadá nadměrná manipulace s polotovary.

Pro překonání větší vzdálenosti a přemístění palet s polotovary mezi pracovišti 8 a 10 se navíc používá automatický vozík. Tato výrobní linka byla vybudována v roce 2014 a umožnila snížit dobu průchodu polotovaru z původních 5 - 6 dní na 2 - 3 dny, čímž značně urychlila celý výrobní proces. Jak lze také vidět na Obr. 6, mezi pracovišti 4 a 5 je vybudován automatický zakladač. Jeho kapacita je až 252 palet a každou hodinu dokáže zaskladnit nebo vyskladnit 60 ks palet.

2.2.4. Technologický postup

Z důvodu zachování důvěrnosti informací a ochrany know-how nelze technologický postup a činnost jednotlivých pracovišť popsat zcela detailně, dále proto budou uvedeny pouze základní informace a přibliženo fungování výše zmíněné výrobní linky.

Pracoviště 1 - 8 pracují současně na polotovarech pro všechny 3 varianty hotového výrobku, pracoviště 9 - 11 jsou zaměřena na výrobní operace pro vybranou výslednou variantu.

Na pracovišti 1 je zpracováván základní materiál a připravován do formy polotovarů, které se využívají v další výrobě. Polotovary zde vytvořené se obvykle ukládají do skladu a teprve podle výrobního plánu určeného pořadím zakázek se tyto polotovary vyskladňují a posílají na další pracoviště.

Při vyskladnění jsou polotovary umístěny spolu s průvodní dokumentací na speciální paletu v počtu 1 - 4 ks (množství je určeno požadavkem zakázky) a odeslány po pásovém dopravníku výrobní linky. Tento dopravník je řízený softwarem a na každém pracovišti je umístěn počítač a čtečka. Pracovník příslušného pracoviště při přijetí palety načte kód z průvodní dokumentace, aby signalizoval zahájení výrobní operace; po skončení práce znovu načte kód, aby signalizoval ukončení operace a odeslání palety dále. V momentě odeslání palety z pracoviště pásový dopravník sám přiveze na dané pracoviště další paletu.

Pracoviště 2 - 4 zpracovávají polotovary po paletách, tedy každou dávku v jiném množství kusů. Pracoviště 4 pak odesílá palety do automatického zakladače, kde se tvoří jejich zásoba. Kromě plných palet jsou však v zakladači uloženy i palety prázdné, které se sem vrací zpětně z jiných pracovišť (viz dále).

Na pracovišti 5 jsou polotovary přesunuty na jiný druh speciálních palet a na všech dalších pracovištích se již pracuje se vždy pouze s jedním kusem na paletě. Mezi pracovišti 6 a 7 je tok materiálu přerušen technologickou přestávkou. Na pracovišti 6 je totiž na polotovary nanesen materiál, který pak musí čekat až 45 minut na zatvrdnutí.

Z pracoviště 8 pak polotovary putují na různá pracoviště v závislosti na tom, jakou výslednou variantu je potřeba vyrobit. Z důvodu větší vzdálenosti mezi pracovišti 8 a 10 jsou palety převáženy na automatickém vozíku. Tento vozík nejenže převáží plné palety z pracoviště 8 na pracoviště 10, ale také odebírá prázdné palety z pracoviště 11 a odesílá je zpět do automatického zakladače.

Mezi pracovišti 9, 10 a 11 funguje pásový dopravník stejně jako mezi pracovišti 2 - 4. Výrobní operace zde definují variantu hotového výrobku. Na pracovišti 11 jsou pak polotovary přesunuty ze speciální palety do formy, ve které jsou odeslány na další pracoviště. Z důvodu komplexnosti celého výrobního procesu však budou následující analýzy zaměřeny pouze na dosud popsanou výrobní linku a další pracoviště budou považována za odběratele vyrobených polotovarů.

Pro detailnější analýzu popsaného výrobního procesu pak byla zvolena metoda, která umožňuje vizualizaci výrobního procesu jak z hlediska materiálových toků, tak i z hlediska toků informačních - metoda mapování hodnotového toku (VSM).

2.3. Mapování hodnotového toku

Jak již bylo nastíněno v teoretické části práce, tato metoda se skládá ze čtyř základních kroků:

- Stanovení rodiny výrobků
- Mapa současného hodnotového toku
- Mapa budoucího hodnotového toku
- Akční plán

Analytická část práce se zaměří na první dva kroky tohoto postupu, dalším dvěma krokům se bude věnovat návrhová část práce.

2.3.1. Stanovení rodiny výrobků

Portfolio výrobků společnosti je široké a proto je nejdříve potřeba určit, který typ výrobku je pro společnost nejdůležitější, buď z hlediska aktuálního či předpokládaného objemu výroby a odbytu, nebo z hlediska složitosti výroby (výběr takového reprezentanta, který prochází největším množstvím pracovišť a operací). Pro tento výrobek má smysl vytvořit mapu hodnotového toku, optimalizace tohoto toku totiž bude mít největší dopad na celkové výsledky.

Pro výběr tzv. reprezentanta byla zvolena ABC analýza. Data poskytnutá společností zahrnovala přehled všech vyrobených produktů a jejich množství za období leden až září 2016. Z důvodu zachování důvěrnosti informací byla vyráběná množství zkrácena koeficientem.

Pro zvolenou variantu hotového výrobku je zde vyráběno celkem 8 základních typů elektrických zařízení, pro některé typy však existuje i množství podtypů, které se liší různými parametry a nastavením. Pro zjednodušení byly podobné typy sloučeny do skupin a jejich vyráběná množství sečtena. Vzniklo tak celkem 30 skupin výrobků, z nichž bude vybraná jediná – ta, která má největší podíl na průměrné měsíční výrobě.

Rozřazení výrobkových skupin do skupin ABC analýzy, tedy do skupin A, B, C, bylo provedeno s využitím Paretova pravidla. Položky byly nejdříve seřazeny sestupně podle podílu na průměrné měsíční výrobě a dále rozděleny podle kumulativního podílu na celkovém počtu položek.

Rozdělení položek je následující:

- Skupinu A tvoří 20 % položek
- Skupinu B tvoří dalších 30 % položek
- Skupinu C tvoří zbývajících 50 % položek

Zpracovaná data a výsledky ABC analýzy lze vidět v níže uvedené Tab. 2.

Tab. 2: ABC analýza vybraných výrobních skupin (Zdroj: vlastní zpracování)

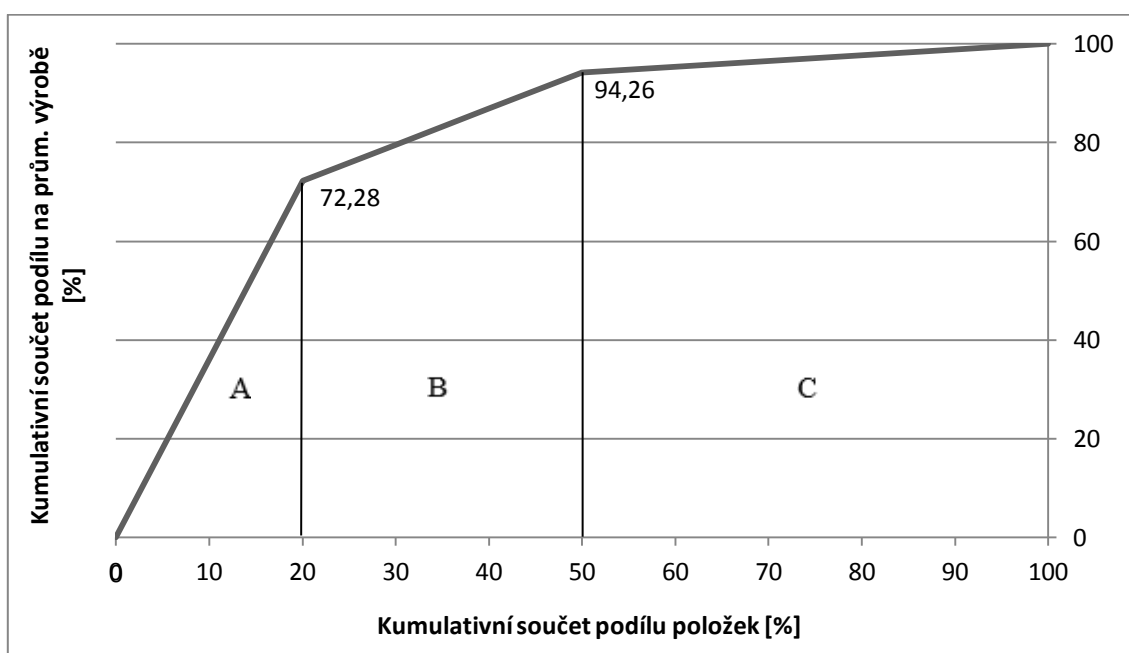
	Výrobní skupina	Vyrobeno celkem [ks] 1.1.2016 - 30.9.2016	Vyrobeno v průměru za měsíc [ks]	Podíl na průměrné výrobě [%]	Kumulativní součet podílu na průměrné výrobě [%]	Podíl položek [%]	Kumulativní součet podílu položek [%]	Skupina A, B, C
1	81AXXX	13917	1546	29.1486	29.1486	3.3333	3.3333	A
2	83AXXX	7909	879	16.5651	45.7137	3.3333	6.6667	
3	81BXXX	4673	519	9.7874	55.5011	3.3333	10.0000	
4	82AXXX	2901	322	6.0760	61.5771	3.3333	13.3333	
5	84EXXX	2594	288	5.4330	67.0102	3.3333	16.6667	
6	84AXXX	2518	280	5.2739	72.2840	3.3333	20.0000	
7	81CXXX	2342	260	4.9052	77.1892	3.3333	23.3333	B
8	82BXXX	1634	182	3.4223	80.6116	3.3333	26.6667	
9	82CXXX	1585	176	3.3197	83.9313	3.3333	30.0000	
10	81DXXX	1186	132	2.4840	86.4153	3.3333	33.3333	
11	45HXXX	1184	132	2.4798	88.8952	3.3333	36.6667	
12	84BXXX	1052	117	2.2034	91.0985	3.3333	40.0000	
13	81EXXX	611	68	1.2797	92.3783	3.3333	43.3333	
14	84CXXX	464	52	0.9718	93.3501	3.3333	46.6667	
15	25HXXX	434	48	0.9090	94.2591	3.3333	50.0000	C
16	65HXXX	407	45	0.8524	95.1115	3.3333	53.3333	
17	83DXXX	319	35	0.6681	95.7797	3.3333	56.6667	
18	83EXXX	294	33	0.6158	96.3954	3.3333	60.0000	
19	55HXXX	257	29	0.5383	96.9337	3.3333	63.3333	
20	35HXXX	225	25	0.4713	97.4050	3.3333	66.6667	
21	73HXXX	214	24	0.4482	97.8532	3.3333	70.0000	
22	82DXXX	211	23	0.4419	98.2951	3.3333	73.3333	
23	82EXXX	199	22	0.4168	98.7119	3.3333	76.6667	
24	15HXXX	163	18	0.3414	99.0533	3.3333	80.0000	
25	81FXXX	154	17	0.3225	99.3759	3.3333	83.3333	
26	81GXXX	136	15	0.2848	99.6607	3.3333	86.6667	
27	84DXXX	86	10	0.1801	99.8408	3.3333	90.0000	
28	83FXXX	54	6	0.1131	99.9539	3.3333	93.3333	
29	82FXXX	17	2	0.0356	99.9895	3.3333	96.6667	
30	82GXXX	5	1	0.0105	100.0000	3.3333	100.0000	
Suma		47745	5305	100.0000				

Do skupiny A bylo zařazeno 6 výrobních skupin s průměrnou měsíční výrobou 3 835 ks. Na celkové průměrné výrobě se tato skupina podílí z více než 70 %.

Skupina B obsahuje 9 výrobních skupin, ze kterých se měsíčně vyrobí v průměru 11 166 ks. To znamená podíl na celkové průměrné výrobě přibližně 22 %.

Skupinu C tvoří zbývajících 15 výrobních skupin. Ty se na celkové průměrné výrobě podílejí z necelých 6 % a vyrobí se průměrně 305 ks měsíčně.

Výsledné rozdělení do skupin ABC analýzy je zachyceno na Grafu 2.



Graf 2: Lorenzova křivka rozdělení do skupin ABC analýzy (Zdroj: vlastní zpracování)

S využitím ABC analýzy tedy bylo zjištěno, že největší podíl na celkové i průměrné měsíční výrobě má skupina výrobků s označením 81AXXX. Průměrná měsíční výroba tohoto typu je více než 1 500 ks, což znamená téměř 30% podíl na výrobě. Proto bude tato výrobní skupina zvolena jako reprezentant pro vytvoření mapy hodnotového toku výrobního procesu.

2.3.2. Mapa současného hodnotového toku

Po výběru vhodného reprezentanta výrobního procesu je důležitá jasná specifikace hodnoty výsledného produktu z pohledu koncového zákazníka. Vytváření mapy hodnotového toku tedy začíná určením následujících údajů:

- Efektivní časový fond směny
- Směnnost
- Denní požadavek zákazníka
- Čas taktu

Pro vybranou výrobovou skupinu s označením 81AXXX je jako koncový zákazník uvažováno interní pracoviště, které výrobek dále upravuje, než je expedován skutečnému koncovému zákazníkovi, tedy uživateli daného produktu. Z tohoto důvodu tedy bude zákazník mapovaného výrobního procesu dále označován jako odběratel. Výpočet potřebných hodnot lze vidět v Tab. 3.

Tab. 3: Výpočet efektivního časového fondu a času taktu (Zdroj: vlastní zpracování)

Efektivní časový fond		
Počet směn/den	3	směny
Počet hodin/směna	8	hod
Počet minut/směna	480	min
Přestávka/směna	30	min
Čistý čas práce/směna	450	min
Čistý čas práce/den	1350	min
Požadavek odběratele		
Požadavek odběratele/den	40	ks
Čas taktu	33,75	min

Z výpočtů je tedy zřejmé, že ve společnosti se pracuje na 3 směny po 8 hodinách a efektivní časový fond jednoho pracovního dne je 1 350 minut. Pro uspokojení denního požadavku odběratele ve výši 40 ks je pak potřeba, aby každých 33,75 minuty byl dokončen jeden výrobek.

Dalším krokem je zaměření na materiálový tok. Než je předán odběrateli, každý výrobek 81AXXX prochází celkem 11 různými procesy, které zároveň znázorňují i

jednotlivá pracoviště. Pro každý z těchto výrobních procesů je potřeba zjistit následující informace:

- Pracovní čas
- C/T - cyklový čas
- C/O - čas přetypování
- Počet pracovníků
- Zásoba rozpracované výroby

Tyto informace byly zjištěny jak z informačního systému výrobní společnosti (pracovní čas), tak i přímo na jednotlivých pracovištích (C/T, C/O, počet pracovníků, zásoba rozpracované výroby).

Měření cyklových časů a časů přetypování byla provedena v průběhu čtyř ranních směn, přičemž byl sledován jeden kus výrobku 81AXXX při svém postupu výrobním procesem. Trvání každé operace bylo změřeno stopkami s přesností na 2 desetinná místa a zaznamenáno. Přepis záznamového archu a naměřené hodnoty lze vidět v Tab. 4.

Tab. 4: Záznam měření cyklových časů a časů přetypování (Zdroj: vlastní zpracování)

Pracoviště	Datum	Měření	
		C/T [min]	C/O [min]
1	5.9.2016	14,33	2,00
2	6.9.2016	19,50	3,50
3		5,85	2,50
4		9,53	1,84
5	8.9.2016	11,33	2,52
6		3,53	1,45
7		4,17	0,33
8		6,52	1,00
9	9.9.2016	14,33	2,00
10		54,50	7,50
11		19,17	3,50













Dále byly vypočteny hodnoty VA a NVA časů, tedy časů přidávajících a nepřidávajících hodnotu, a to jako suma všech naměřených cyklových časů (VA) a

suma přepočtené výše zásob (NVA). Součet VA a NVA pak značí PLT, průběžnou dobu výroby. Posledním vypočteným údajem je VA index, což je poměr VA a PLT.

Pro mapovaný výrobní proces jsou zjištěné hodnoty následující:

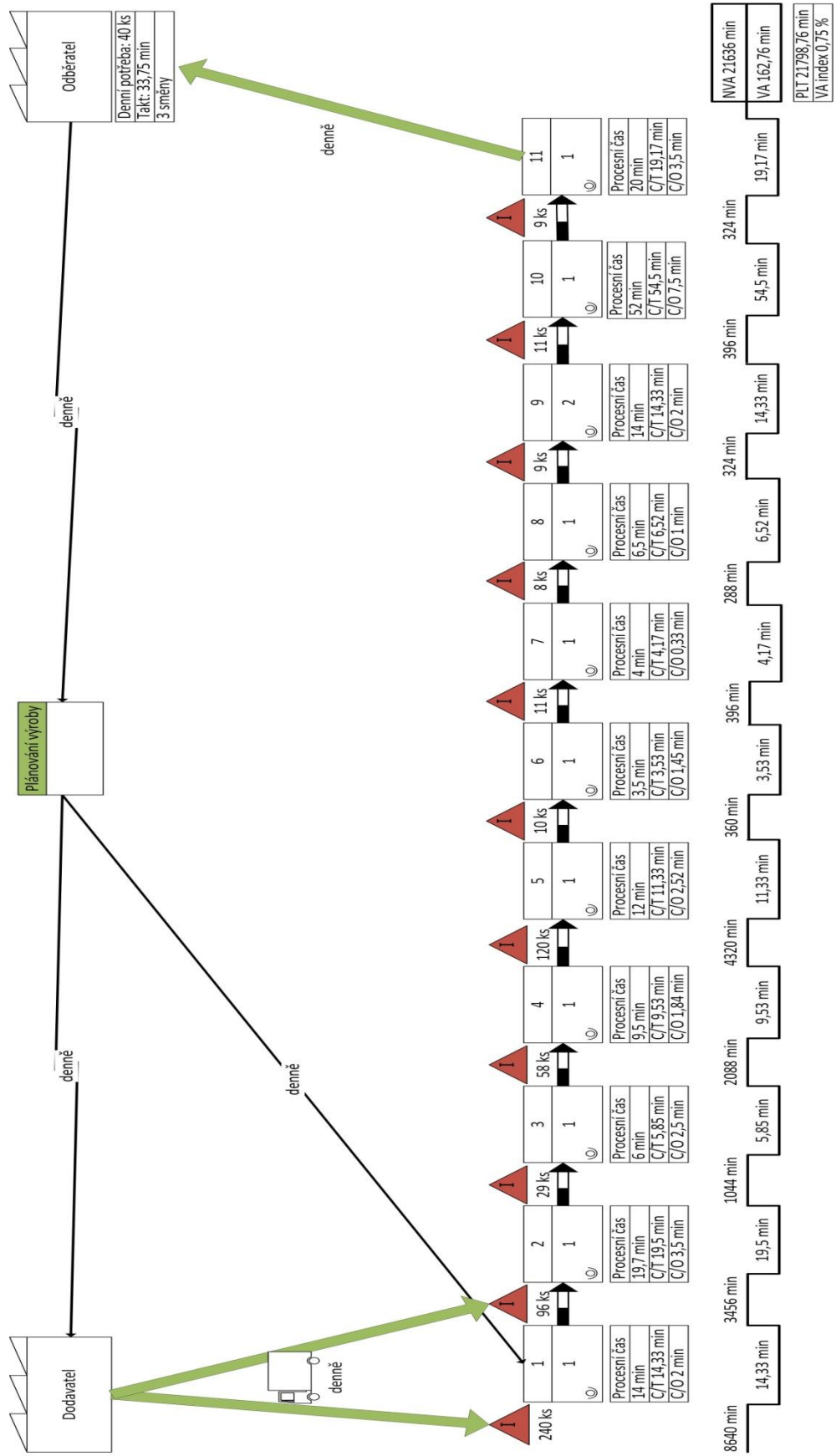
- VA - 162,76 min
- NVA - 21636 min
- PLT - 21798,76 min
- VA index - 0,75 %

Zjištěné údaje i všechny další důležité součásti mapovaného výrobního procesu pak byly za použití symbolů VSM zakresleny do mapy současného hodnotového toku. Symboly a zkratky použité pro vytvoření mapy lze vidět na Obr. 7.

LEGENDA				Použité zkratky	
Použité symboly				C/T	Čas cyklový
	Výrobní proces		Sklad	C/O	Čas přetypování
	Tok tlakem		Dodavatel/Zákazník	VA	Čas přidávající hodnotu výrobku
	Dodávka		Doprava	NVA	Čas nepřidávající hodnotu výrobku
	Řízení výroby		Manuální přenos informací	PLT	Průběžná doba výroby
	Elektronický přenos informací		Parametry procesu	VA index	Index přidané hodnoty
	Časová osa		Pracovník		

Obr. 7: Legenda vytvořené mapy současného hodnotového toku (Zdroj: vlastní zpracování)

Zpracovanou mapu současného hodnotového toku pak lze vidět na Obr. 8.



Obr. 8: Mapa současného hodnotového toku (Zdroj: vlastní zpracování)

2.4. Interpretace mapy současného hodnotového toku

Z mapy současného hodnotového toku je možné zjistit, ve kterých oblastech výrobního procesu se nacházejí jeho úzká místa, a implementací mapy budoucího hodnotového toku by měla být tato úzká místa odstraněna. Cílem je vybudování takového výrobního procesu, kde jsou jednotlivé procesy úzce spjaty s požadavky zákazníka a vyrábí se to, co je potřeba, a to pouze když je to potřeba.

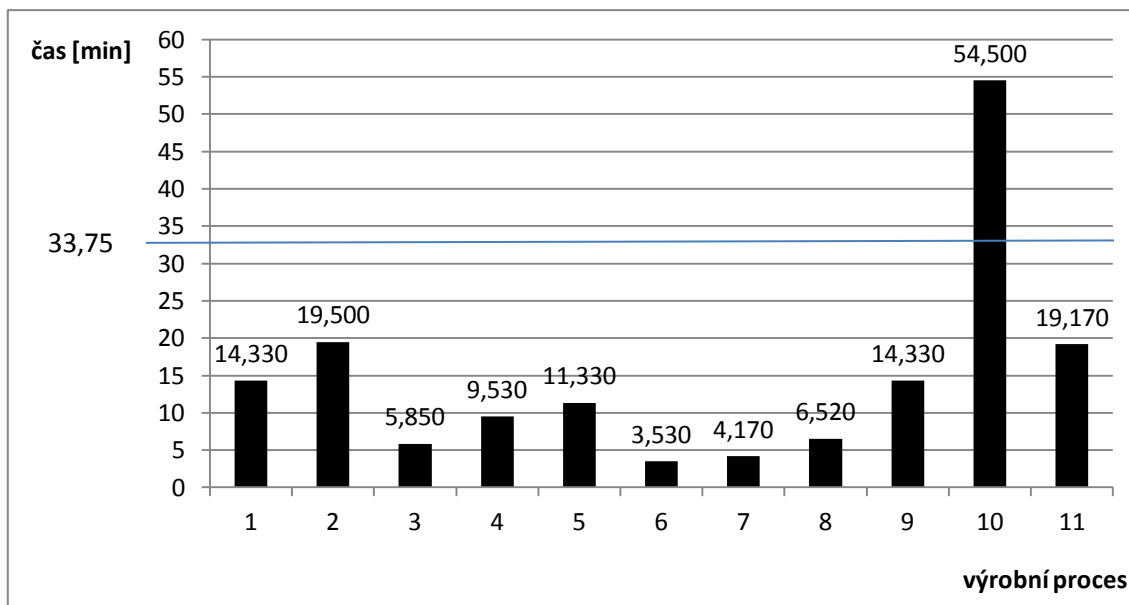
Pro vytvoření mapy budoucího hodnotového toku je však potřeba mapu současného hodnotového toku nejdříve vhodně interpretovat a vzít v úvahu i další faktory, které mají na výrobní proces vliv, avšak mapa je přímo nezachycuje. Jedná se o omezení například fyzickým layoutem výroby nebo technologickým postupem, které často není tak snadné změnit, a přitom se výrazně podílejí na efektivitě daného výrobního procesu.

Jak již bylo uvedeno výše, průběžná doba výroby mapovaného procesu je 21798,76 minuty, což znamená 15,14 dne, ale skutečná doba přidávání hodnoty výrobku je pouhých 162,76 minut. Výsledný VA index 0,75 % jasně značí, že je zde prostor pro zlepšení. Ačkoli ideálním řešením by bylo zavedení plynulého materiálového toku skrze všechny dílčí procesy mapovaného výrobního procesu, je zde limit daný zejména fyzickým layoutem výroby.

Pro vytvoření mapy budoucího hodnotového toku je možné použít mnoho různých metod, většina z nich ale spočívá v zodpovězení několika klíčových otázek. Jejich zodpovězení a případně další dílčí analýzy pomohou nalézt nejvhodnější návrhy zlepšení. Jejich zakreslením do mapy současného hodnotového toku pak vzniká mapa hodnotového toku s Kaizen Blitz, od které je možné odvodit i mapu budoucího hodnotového toku.

1. Jaký je čas taktu pro zvoleného reprezentanta?

Z dat zjištěných pro vytvoření mapy současného hodnotového toku lze vyčíst jak čas taktu, tak i jednotlivé cyklové časy každého procesu. Níže uvedený Graf 3 tyto časy jednoduchým způsobem porovnává a umožňuje tak určit, na které oblasti je potřeba se dále zaměřit.



Graf 3: Srovnání cyklových časů s časem taktu (Zdroj: vlastní zpracování)

Je zřejmé, že naprostá většina cyklových časů je nižší, než je vypočtený čas taktu 33,75 minut, což může znamenat úzká místa výrobního procesu, například čekání ve výrobě a nadbytečnou, nevyužitou kapacitu těchto jednotlivých procesů. Na druhou stranu, proces č. 10 značně přesahuje čas taktu, je tedy možné, že je zde potřeba využívat práce přesčas, aby mohly být požadavky zákazníka plněny v termínu. Jednotlivé procesy by měly být dále přezkoumány a provedeny dílčí analýzy, aby bylo možné identifikovat úzká místa výrobního procesu a navrhnout vhodná opatření k jejich eliminaci.

2. Jaká je strategie výroby hotových výrobků?

Dále je potřeba zvolit vhodný distribuční model, tedy rozhodnout o tom, zda hotové výrobky budou vyráběny na sklad, nebo budou doručovány přímo zákazníkovi.

Pro mapovaný výrobní proces platí, že odběratelem výrobků (respektive polotovarů) je další pracoviště ve společnosti, jehož denní požadavek 40 ks je relativně stabilní. Hotové výrobky jsou vyráběny na objednávku, proto i pro předávání výrobků z pohledu mapy hodnotového toku bude použita varianta přímého předávání výrobků odběrateli.

3. Kde je možné zavést plynulý materiálový tok?

Plynulý materiálový tok znamená, že jsou polotovary zpracovávány jeden po druhém a zároveň je mezi pracovišti zásoba maximálně jednoho rozpracovaného kusu při dodržování pevné sekvence. Jeho zavedení mohou ovlivnit různé proměnné, jako

například spolehlivost procesů, časy přetypování, průběžné doby nebo variantnost výroby, jejichž vliv na tok výroby je potřeba zvážit.

V současné době pracují jednotlivá pracoviště izolovaně a svým vlastním tempem; cílem zeštíhlení výroby ale je, aby všechny procesní časy byly co nejlíže času taktu. Jak je však zřejmé z Grafu 3 uvedeného výše, cyklové časy většiny procesů jsou nižší než čas taktu. Navíc pracoviště 1 - 8 slouží pro současnou výrobu i dalších typů hotových výrobků. Z toho důvodu by zavedení plynulého toku a zpomalení těchto procesů tak, aby se jejich cyklové časy času taktu blížily, nebylo praktické; naopak by mohlo znamenat, že pracoviště zůstanou nevyužitá, a také výroba dalších typů hotových výrobků by se značně zkomplikovala.

Jak již bylo zmíněno výše, dalším omezením zavedení plynulého výrobního toku je pro mapovaný výrobní proces i fyzická dispozice, layout výrobní haly není pro zavedení plynulého toku vhodný a jeho změna by z důvodu pevně umístěných součástí výrobní linky byla časově a hlavně finančně náročná. Významným limitem pro plynulý materiálový tok je také technologický postup výroby, který vyžaduje mezi pracovišti 6 a 7 přerušování plynulého toku z důvodu tvrdnutí použitého materiálu.

4. Kde je možné zavést FIFO?

V případě, že nelze zavést plynulý materiálový tok, je druhou nejlepší variantou zavedení tzv. sekvenčního toku, nejčastěji reprezentovaného FIFO (First In - First Out). Jedná se o způsob kontrolování zásoby mezi dvěma pracovišti, kdy je stanoveno maximální množství výrobků a jejich pevná sekvence ve smyslu, jak již název napovídá, první příchozí je i prvním odchozím ze zásobníku. Stanovené maximální množství zajistí, že při jeho dosažení se výroba zastaví a tím se předejde nadvýrobě, považované za jeden z nejvýznamnějších druhů plýtvání. FIFO lze využít například v případech, kdy jsou časy přetypování pracovišť nebo jejich fyzické vzdálenosti relativně vysoké, případně když je jeden z procesů úzkým místem celého výrobního procesu. V tomto případě je opět vhodné zvážit výrobu v dávkách, které je poté možné zachovat i při transportu mezi pracovišti. V zásadě platí, že všude tam, kde není důvod pro zavedení supermarketu (viz níže otázka 5), je vhodné zavést FIFO.

O zavedení FIFO by se tedy dalo uvažovat ve dvou vybraných úsecích výrobního procesu, a to mezi pracovišti 3 a 4 a dále pak mezi pracovišti 5, 6, 7 a 8. Pásový

dopravník, který je mezi těmito pracovišti instalován, je jednou z nejjednodušších metod implementace FIFO. Výrobky se po páse automaticky posouvají, jakmile je jeden z nich odebrán, a navíc je jednoduché dodržet sekvenci daných výrobků.

Mezi pracovišti 3 a 4 je v současné době zásoba rozpracované výroby relativně vysoká (58 ks). Vhodné maximální množství výrobků mezi pracovišti lze vypočítat například z poměru celkového času přetypování a času taktu, nebo lze snadno stanovit podle délky dopravníkového pásu. Pro tato dvě pracoviště by optimální zásoba měla být 30 ks, při dosažení tohoto množství v zásobníku (respektive na dopravníkovém páse) by pracoviště 3 mělo přestat vyrábět.

Co se týká úseku výrobního procesu mezi pracovišti 5, 6, 7 a 8, vliv zde má jak fyzický layout, tak i technologický postup. Zjištěná optimální zásoba mezi těmito pracovišti je 10 ks. Vzhledem k tomu, že cyklový čas procesu 5 je značně vyšší než cyklový čas procesu 6, na pracovišti 6 by bylo možné uvažovat o výrobě v dávkách právě 10 ks. Dále je důležité dodržení sekvence zejména mezi pracovišti 6 a 7. Na pracovišti 6 je na výrobky nanesen materiál, který následně musí čekat 45 minut na zatvrdnutí. Pracoviště 7 pak musí výrobky odebírat přesně v tom pořadí, v jakém odešly z pracoviště 6, aby bylo zajištěno dodržení tohoto technologického času. Samotný zásobník však není zárukou toho, že bude technologický čas skutečně dodržen. Vhodným řešením je proto například instalace časovače, který zajistí, že materiál skutečně zatvrdne, než bude dalším pracovištěm převzat.

5. Kde je možné zavést supermarket tahového způsobu řízení výroby?

Supermarket je dalším možným způsobem řízení materiálového toku. Klíčovým prvkem supermarketu je, že odebrání jakékoli součásti zároveň značí požadavek jejího doplnění; tak lze udržovat určitou předem stanovenou rezervu a zároveň zabránit nadprodukcí. Ve srovnání s FIFO je zavedení a udržování supermarketu složitější a často se spolu s ním využívá i systému kanban, a to právě k signalizaci doplnění chybějících součástí. Na rozdíl od FIFO u supermarketu však nemusí být dodržena pevná sekvence jednotlivých součástí.

Jak již bylo zmíněno výše, všude tam, kde není důvod pro zavedení supermarketu, by mělo být zavedeno FIFO. Nicméně je možné najít mnoho situací, kdy je zavedení

supermarketu mnohem vhodnější, proto při rozhodování o způsobu řízení materiálového toku lze vzít v úvahu následujících 10 pravidel.

Supermarket je vhodné použít:

- Pokud existují velké rozdíly ve velikosti výrobních dávek
- Před dodáním zákazníkovi
- Pokud se materiálový tok rozděluje různými směry
- Pokud existují velké rozdíly v cyklových časech
- Pokud existuje rozdíl ve směnnosti pracovišť
- Pokud jsou vyráběny různé varianty souběžně
- Pokud se materiálový tok spojuje z různých směrů
- Pokud je mezi pracovišti velká vzdálenost
- Pokud existuje požadavek na velkou flexibilitu pracoviště
- Pokud dochází ke změně zodpovědnosti

Mnoho z těchto situací lze nalézt i v mapovaném výrobním toku, proto budou tato pravidla postupně rozebrána a na jejich základě bude určeno, zda v daném místě výrobního procesu bude upřednostněno FIFO nebo supermarket.

Velké rozdíly ve velikosti výrobních dávek

V případě, že dvě sousední pracoviště zpracovávají značně rozdílné výrobní dávky, je vytvoření supermarketu nezbytné. Přesněji, problém rozdílné výrobní dávky nastává v případě, že výrobní dávka jednoho procesu není násobkem výrobní dávky procesu následujícího. V takovém případě budou vždy na jednom z pracovišť přebývat nebo naopak chybět kusy do obvyklé výrobní dávky. Výrobní dávka by tedy v ideálním případě měla být pro všechna pracoviště stejná, to však nelze zajistit vždy (například z důvodu rozdílných technologických dispozic).

Pro mapovaný výrobní proces tato situace nastává mezi pracovišti 4 a 5. Pracoviště 1 až 4 totiž zpracovávají polotovary po paletách, tedy po pásovém dopravníku je na pracoviště dopravena speciální paleta až se 4 ks polotovaru. Od pracoviště 5 dál jsou ale polotovary přesouvány na jiném druhu speciálních palet, a to vždy pouze po jednom kusu.

Mezi těmito dvěma pracovišti je v současné době vybudován automatický zakladač s kapacitou až 252 palet. Ukládají se sem jak palety plné, přesouvající se z pracoviště 4 na pracoviště 5, tak i palety prázdné, vracející se proti materiálovému toku z pracoviště 11, aby mohly být znovu použity. Právě tento zakladač by měl tedy fungovat jako supermarket, aby vyrovnal rozdíl ve velikosti výrobních dávek obou pracovišť, respektive obou částech výrobního procesu.

Dodání zákazníkovi

Obvykle platí, že za posledním procesem celého výrobního procesu, a tedy v bodě před dodáním zákazníkovi, by měl být supermarket udržující zásobu všech výrobků, které společnost poskytuje. V takovém případě si zákazník může objednat jakýkoli výrobek a existuje velká šance, že bude rovnou dostupný.

Toto pravidlo se však nevztahuje na výrobu přímo na zakázku, kdy je výrobek vždy uveden do výroby až po objednání a poté rovnou expedován. Tato výjimka se vztahuje i na mapovaný výrobní proces, proto za posledním pracovištěm 11 supermarket zaveden nebude.

Materiálový tok se rozděluje různými směry

O zavedení supermarketu je vhodné uvažovat v případě, že se materiálový tok dále vydává různými směry. Jak již bylo zmíněno výše, pracoviště 1 až 8 jsou společná pro 3 hlavní typy výrobků, poté se jejich výroba štěpí a slučuje se až na pracovišti 11.

Za pracovištěm 8 by tedy měl být zaveden supermarket, který zajistí, že některému z navazujících pracovišť nebude chybět materiál.

Velké rozdíly v cyklových časech

Zavedení supermarketu se také silně doporučuje mezi procesy s velkými rozdíly v cyklových časech. Kdyby mezi těmito pracovišti mělo být zavedeno FIFO, rychlejší pracoviště by musela čekat nejen na dodání součástí z těch pomalejších, ale i na uvolnění místa v zásobníku, pokud by pomalejší pracoviště následovalo.

Z Grafu 3 výše je zřejmé, že cyklové časy všech jednotlivých procesů jsou rozdílné, největší výkyvy lze najít mezi pracovišti 2 a 3, 9 a 10, 10 a 11. Fyzický layout však nedovoluje vybudování například regálového zakladače, jako je tomu mezi pracovišti 4 a 5. Pro tyto tři oblasti tedy může jako supermarket fungovat pásový dopravník výrobní

linky instalovaný mezi nimi. Když následující pracoviště (3, respektive 10 nebo 11) odebere z pásu paletu, je to signál pro pracoviště předchozí (2, 9 nebo 10), že má zpracovat další výrobní dávku.

Rozdíl ve směnnosti pracovišť

Toto pravidlo je podobné pravidlu zavedení supermarketu pro rozdílné cyklové časy.

Pro mapovaný výrobní proces ale platí, že všechna pracoviště fungují na 3 směny, proto zde toto pravidlo nebude využito.

Souběžná výroba více variant

Toto pravidlo v podstatě znamená, že v případě souběžné výroby více variant hotového výrobku by supermarket odboural potřebu předávání informace o dané variantě celým výrobním procesem a přitom by zvýšil flexibilitu daného pracoviště.

Ačkoli v mapovaném výrobním procesu souběžná výroba několika variant probíhá, samotné přizpůsobení konečné variantě probíhá pro každou variantu na jiném pracovišti (viz výše zmíněné rozdělení výrobního toku více směry). Vzhledem k tomu, že se vytvořená mapa hodnotového toku zaměřuje pouze na jednu z těchto variant, toto pravidlo se při rozhodování o způsobu řízení materiálového toku nevyužije.

Materiálový tok se spojuje z různých směrů

Pro spojování materiálových toků z různých směrů lze samozřejmě použít i FIFO. Problém je v tom, že ne vždy je možné sladit časy obou toků tak, aby se na pracovišti setkaly ve správný okamžik. Supermarket by tak zabránil riziku, že na pracovišti bude chybět materiál z některého z předcházejících procesů.

V mapovaném výrobním procesu tato situace nastává před pracovištěm 11. V kombinaci s tím, že předchozí pracoviště 10 má navíc výrazně odlišný cyklový čas, je vhodnost zavedení supermarketu v tomto místě více než zřejmá.

Velká vzdálenost mezi pracovišti

Čím větší je vzdálenost mezi procesy, tím těžší může být udržet sekvenci FIFO a hlavně s jistotou určit, jaké součásti jsou právě na řadě. Supermarket by mohl tento problém snadno odstranit.

Pro mapovaný výrobní proces by byl supermarket ideální mezi procesy 1 a 2. Vzdálenost mezi těmito pracovišti je přibližně 100 metrů, navíc jsou odděleny skladem a rolovacími vraty, tudíž je pohyb mezi těmito pracovišti značně komplikovaný. Jako supermarket by v tomto případě mohl fungovat samotný sklad, tedy by se součásti z pracoviště 1 ukládaly do skladu a z něj poté byly poslány dále na pracoviště 2.

Požadavek na velkou flexibilitu pracoviště

V případě, že je ve výrobním toku zaveden supermarket řízený kanbanem, vznikají tzv. kanbanové smyčky. Pokud je potřeba, aby byl výrobní proces schopen rychle reagovat na změnu, měly by být tyto kanbanové smyčky spíše kratší. To je důležité zejména v případě, že je výroba prováděna na objednávku.

Pro mapovaný výrobní proces jsou tedy vhodné spíše kratší kanbanové smyčky. Pokud by byly všude zavedeny supermarkety podle dosud představených pravidel, bylo by i toto pravidlo splněno.

Změna zodpovědnosti

Poslední situací, kdy je vhodné zavést supermarket, je změna zodpovědnosti. Tedy situace, kdy jsou jednotlivé procesy v kompetenci různých oddělení. V tomto případě nevychází požadavek zavedení supermarketu z čistě materiálových potřeb výrobního procesu, je to spíše způsob, jak více rozdělit zodpovědnost jednotlivých oddělení.

Ani tohoto pravidla nebude při rozhodování o způsobu řízení materiálového toku využito, všechny mapované procesy spadají do kompetence jediného oddělení.

6. Ve kterém bodě výrobního procesu bude rozvrhována výroba?

Základní myšlenkou je, že bude výroba rozvrhována pouze pro jediný proces, kterému poté bude umožněno "přitáhnout si" materiál ze všech předcházejících pracovišť. Místo odesílání informace o zakázce pomocí centralizovaného systému každému pracovišti je tak tato informace poslána pouze jedinému pracovišti, které pak zajistí výrobu požadovaného výrobku ve stanoveném termínu. Podmínkou je, že všechny procesy po něm následující budou plynout přímo k zákazníkovi. Z toho důvodu je tento vybraný proces obvykle spíše na konci materiálového toku.

V případě, že budou pro mapovaný výrobní proces zavedeny supermarkety podle pravidel představených v otázce 5, měl by procesem vybraným pro plánování výroby být proces 11, ze kterého jsou součásti předávány rovnou odběrateli.

7. Jaká zlepšení procesu musí být provedena, aby bylo možné splnit všechny předcházející návrhy v mapě budoucího hodnotového toku?

Poslední otázka se zabývá zlepšeními potřebnými k dosažení hodnotového toku definovaného mapou budoucího stavu. Pro jejich znázornění v mapě se využívá speciálního symbolu, tzv. Kaizen Blitz.

Ze shrnutí všech předcházejících bodů vyplývá, že je potřeba provést následující:

- Provést další analýzy pro vybraná pracoviště
- Identifikovat úzká místa výrobního procesu
- Zavést FIFO mezi pracovišti 3 - 4 a 5 - 6 - 7 - 8
- Zavést supermarket mezi pracovišti 1 - 2, 2 - 3, 4 - 5, 8 - 9, 9 - 10, 10 - 11

Co se týká dalších analýz potřebných pro identifikaci úzkých míst výrobního procesu, byla zvolena pracoviště 1 a 10. U pracoviště 1 bylo v průběhu sběru dat pro vytvoření mapy současného hodnotového toku zjištěno hned několik nedostatků, pracoviště 10 je potřeba prověřit zejména z důvodu vyššího cyklového času než je čas taktu. Následující kapitola se tedy bude zabývat analýzou právě těchto dvou pracovišť.

2.5. Detailní dílčí analýzy vybraných pracovišť

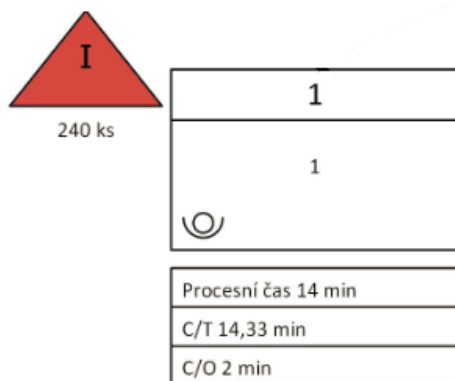
Pro detailní dílčí analýzy lze využít různé metody a nástroje s ohledem na zaměření analýzy i specifika jednotlivých pracovišť. Pro vybraná pracoviště 1 a 10 byly zvoleny takové metody, které nejlépe vizualizují zjištěné problémy a zároveň se stanou vhodným podkladem pro jejich zanesení do vytvářené mapy budoucího hodnotového toku.

2.5.1. Pracoviště 1

Při sbírání dat pro vytvoření mapy současného hodnotového toku bylo na pracovišti 1 zjištěno hned několik nedostatků. Jejich projevy nemusí být z vytvořené mapy na první pohled zřejmé, ale na celkové fungování pracoviště mají značný vliv. Právě proto bylo

rozhodnuto, že by tyto problémy měly být blíže analyzovány, aby bylo možné navrhnout potřebná opatření ke zlepšení současné situace.

Jedním z hlavních problémů pracoviště 1 je velká zásoba materiálu a rozpracované výroby. Na výňatku z mapy současného hodnotového toku na Obr. 9 níže lze vidět, že zjištěná zásoba na pracovišti byla 240 ks. Toto číslo zahrnuje nejen základní materiál potřebný pro výrobu polotovarů, ale i zásobu rozpracované výroby, která se na pracovišti může zdržet i několik dní.



Obr. 9: Pracoviště 1 - výňatek z mapy hodnotového toku (Zdroj: vlastní zpracování)

Vyšší zásoba rozpracované výroby je často způsobena tím, že je na pracoviště ze skladu dovezen materiál potřebný pro výrobu určité zakázky - avšak až na místě se zjistí, že potřebný materiál není kompletní, například několik kusů chybí a tak polotovary pro celou zakázku nemohou být dokončeny. Tento problém lze vyřešit dovezením dodatečného materiálu ze skladu, tím se výroba opozdí o několik minut, v horším případě až hodin. Někdy ovšem potřebný materiál není ani na skladě, a pak rozpracovaná zakázka na pracovišti čeká i několik dní, než je požadovaný materiál objednan a dovezen.

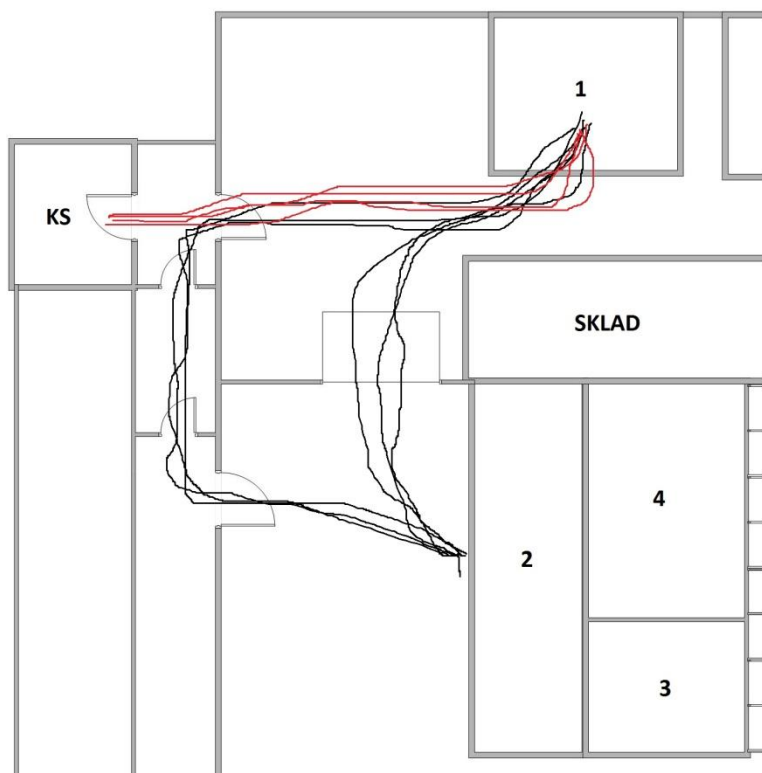
Řešení toho problému závisí zejména na součinnosti práce oddělení plánování a logistiky. Jednotlivé zakázky jsou do výroby uvolňovány podle posloupnosti termínu dodání, tedy zakázky s dřívějším termínem by měly být vyrobeny nejdříve. Přitom je potřeba brát v úvahu nejen kapacitu samotné výroby, ale také přítomnost potřebného materiálu na skladě. Pokud se stává, že množství na skladě není dostatečné, a zakázka je přesto uvolněna do výroby, je jasné, že problém je v komunikaci mezi skladem a

oddělením plánování, respektive oddělení plánování zřejmě nemá vždy aktuální informace o skutečném stavu zásob na skladě. Zde je tedy jasný potenciál pro zlepšení.

Souvisejícím problémem je zvýšený pohyb pracovníků a nadměrná manipulace s materiálem, případně polotovary. Jak již bylo zmíněno, potřebný základní materiál je dovezen ze skladu pracovníky logistiky. Je umístěn na vyhrazeném místě v blízkosti pracoviště, a to v bednách, kde je rozdělen podle příslušnosti k jednotlivým zakázkám. Pracovník pracoviště 1 si tento potřebný materiál přeskládá a převezne na své pracovní místo na speciálním vozíku. Pokud zjistí, že nějaký potřebný materiál chybí, musí dojít do kanceláře skladu s materiálovou návodkou dané zakázky a o tento materiál požádat některého z přítomných pracovníků logistiky. Poté se vrací zpět na pracoviště; celá zakázka je samozřejmě pozdržena, dokud není materiál dovezen. Jedná se tedy o další problém hlavně komunikace, která by mohla být značně zjednodušena.

Co se týká zvýšené manipulace a pohybu pracovníků, ten lze postřehnout i při odvádění polotovarů po provedení operace na další pracoviště. Po dokončení operace pracovník polotovary na vozíku doveze na vyhrazené místo, přeskládá je do bedny a označí, aby signalizoval pracovníkovi logistiky, že je může převézt do skladu. Někdy je však potřeba, aby byly polotovary rovnou převezeny na pracoviště 2; v takovém případě je převáží sám pracovník z pracoviště 1. Vzhledem ke značné vzdálenosti pracovišť a oddělení dvou částí výrobní haly rolovacími dveřmi se tento úkon může protáhnout až na několik minut.

Pro analýzu zmíněného pohybu pracovníka v prostoru mimo pracoviště a vzdálenosti, které při tomto pohybu musí urazit, byl vytvořen špagetový diagram. Tato metoda analýzy byla zvolena pro svou jednoduchost a současně velkou vypovídací hodnotu. Pohyb pracovníka byl zaznamenáván v průběhu jedné ranní směny, a to v pěti intervalech trvajících 15 minut. Celkem byla provedena tři měření cesty z pracoviště 1 na pracoviště 2 a zpět a dvě měření cesty do kanceláře skladu a zpět. Pro odlišení těchto tras byly použity rozdílné barvy. Červená znázorňuje pohyb do kanceláře skladu (KS) a zpět. Černá znázorňuje pohyb potřebný k převezení polotovarů na pracoviště 2. Výsledný záznam lze vidět na Obr. 10.



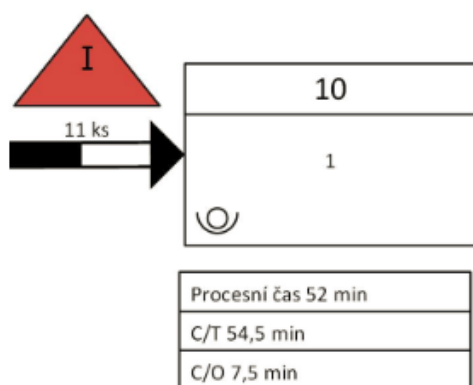
Obr. 10: Pracoviště 1 - špagetový diagram (Zdroj: vlastní zpracování)

Vzdálenost mezi pracovišti 1 a 2 je přibližně 95 metrů. Situaci navíc komplikuje fakt, že v oblasti skladu se běžně pohybují pracovníci logistiky s paletovými vozíky, a proto by se z důvodu bezpečnosti jiní pracovníci v této oblasti pohybovat neměli. Kratší cesty rolovacími dveřmi tak mohou využít pouze při cestě na pracoviště 2 s vozíkem. Zpět musí jít vedlejší chodbou, což znamená trasu delší o dalších přibližně 10 metrů. Celý úkon převozu polotovarů včetně jejich uložení do speciálního prostoru u pracoviště 2 pak zabere přibližně 7 minut. Tento úkon může pracovník provést několikrát za směnu, což znamená značné plýtvání časem, ve kterém se mohl věnovat práci na další zakázce.

Vzdálenost mezi pracovištěm 1 a kanceláří skladu je pak přibližně 20 metrů a cesta se při čekání na pracovníka logistiky může protáhnout až na 10 minut. Ačkoli k této situaci podle slov pracovníků nedochází tak často, i tak se jedná o cenné minuty, které snižují efektivní časový fond pracoviště.

2.5.2. Pracoviště 10

U pracoviště 10 je zřetelný významný skok cyklového času ve srovnání s ostatními pracovišti, navíc je zde cyklový čas téměř dvakrát vyšší než čas taktu, viz výňatek z mapy hodnotového toku na Obr. 11. Naměřený cyklový čas pracoviště 10 je 54,5 minut, zatímco čas taktu výrobního procesu je 33,75 minut.



Obr. 11: Pracoviště 10 - výňatek z mapy hodnotového toku (Zdroj: vlastní zpracování)

Výrazně vyšší cyklový čas je způsoben zejména náročností prováděné operace, kdy je polotovar obalován několika vrstvami materiálu, aby při dalších výrobních operacích ani později při samotném použití nedošlo k jeho poškození. Dále je cyklový čas prodlužován také potřebou provádění kontroly měření. Na kontrolním stanovišti mezi pracovišti 9 a 10 se měří, zda každý polotovar splňuje předepsané parametry, aby mohl být předán následujícímu pracovišti. Ke kontrolnímu stanovišti jsou jednotlivé polotovary převáženy pracovníkem na speciálním vozíku, podobně jako u pracoviště 1.

2.6. Identifikace úzkých míst výrobního procesu

Úzkými místy výrobního procesu jsou obvykle takové procesy, které ovlivňují dobu průchodu polotovaru výrobním procesem a tím i průběžnou dobu výroby. Tyto procesy lze identifikovat například pozorováním množství zásob rozpracované výroby mezi jednotlivými pracovišti. Pokud proces čeká na dokončení výrobních operací na předcházejícím pracovišti nebo je zásoba rozpracované výroby před ním spíše malá, je úzkým místem právě předcházející pracoviště. Naopak, pokud je blokováno odesílání polotovarů na následující pracoviště, protože je zásoba rozpracované výroby před ním spíše velká a zásobník plný, úzké místo je právě tento následující proces.

Při získávání dat pro vytvoření mapy současného hodnotového toku byla sledována i výše zásoby rozpracované výroby mezi jednotlivými pracovišti. Při zaměření na detaily signalizující úzké místo pak bylo zjištěno, že takovým úzkým místem je pracoviště 9, respektive celý úsek mezi pracovišti 9, 10 a 11. Často totiž dochází k situaci, že je pracoviště 8 blokováno a nemá kam odesílat zpracované polotovary. Automatický vozík mezi pracovišti se zastaví, dokud není na pásovém dopravníku u pracoviště 10 uvolněno místo.

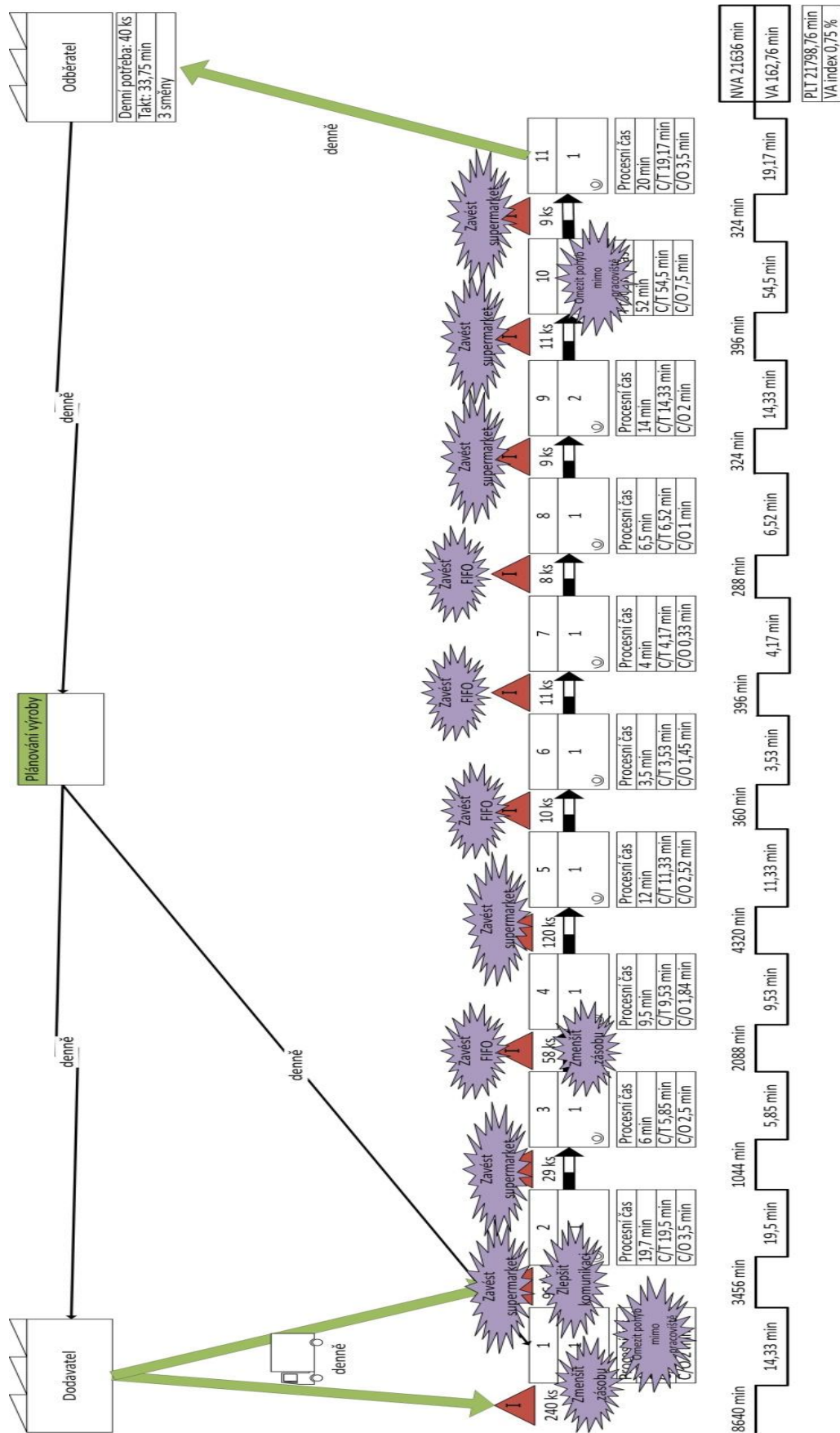
2.7. Shrnutí analýz a zjištěných problémů

Provedené analýzy pomohly poukázat na problematické oblasti výrobního procesu, identifikovat úzká místa tohoto procesu a zároveň nastínit možná řešení vedoucí k odstranění zjištěných problémů.

Pro shrnutí výsledků všech provedených analýz a naznačení možných opatření byly do vytvořené mapy současného hodnotového toku zaneseny tzv. Kaizen Blitz. Tato upravená mapa je pak podkladem pro vytvoření mapy budoucího hodnotového toku.

Z Obr. 12 níže je patrné, že je potřeba provést změny zejména v oblastech:

- řízení materiálového toku - zavést supermarket nebo FIFO mezi vybranými pracovišti
- řízení zásob - zaměřit se na vhodnou velikost zásoby mezi pracovišti
- manipulace s materiálem - omezit nadměrný pohyb pracovníků mimo pracoviště
- komunikace - zaměřit se na zlepšení komunikace mezi pracovištěm 1 a skladem



Obr. 12: Mapa současného hodnotového toku s Kaizen Blitz (Zdroj: vlastní zpracování)

3. VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

Tato část práce se zaměřuje na další dva body postupu mapování hodnotového toku, tedy na vytvoření mapy budoucího hodnotového toku a akčního plánu k jeho dosažení.

Cílem této části práce je navrhnout vhodná opatření, která povedou k eliminaci problémů a úzkých míst výrobního procesu zjištěných v předchozích kapitolách. Navrhovaná opatření byla částečně nastíněna v předchozí kapitole 2.4 *Interpretace mapy současného hodnotového toku* v otázce 7, dále budou tato opatření vycházet také z výsledků dalších provedených analýz a jejich shrnutí v mapě současného hodnotového toku s Kaizen Blitz, viz Obr. 12.

Podle navrhovaných opatření bude vytvořena mapa budoucího hodnotového toku a také bude vytvořen akční plán, kterým by mělo být tohoto navrhovaného stavu dosaženo.

3.1. Změny v oblasti řízení materiálového toku

Jak již bylo nastíněno při interpretaci mapy současného hodnotového toku, jedním z důležitých rozhodnutí je rozhodnutí o způsobu zavedení plynulého materiálového toku, respektive zajištění toku tahem. Pro mapovaný výrobní proces to znamená, že v některých úsecích by mělo být zavedeno buď FIFO, nebo supermarket. Důvody zavedení jedné nebo druhé varianty byly podrobně popsány již v analytické části práce, proto zde budou pouze shrnuty závěry provedených analýz.

3.1.1. Zavedení FIFO

Z mapy současného hodnotového toku s Kaizen Blitz na Obr. 12 výše vyplývá, že FIFO by mělo být zavedeno mezi pracovišti 3 a 4 a v úseku mezi pracovišti 5 až 8. Vzhledem k propojení pracovišť pásovým dopravníkem bude sekvence první dovnitř - první ven z pracoviště zajištěna pohybem polotovarů po páse. Dále je potřeba rozhodnout o maximální velikosti zásoby mezi pracovišti, tedy o maximálním množství polotovarů na páse. Tomuto tématu se blíže věnuje podkapitola 3.2.

3.1.2. Zavedení supermarketu

Jak lze opět vyčíst z mapy současného hodnotového toku s Kaizen Blitz výše, mezi všemi zbývajícimi pracovišti by měl být zaveden supermarket.

Pracoviště 1 ve většině případů vyrábí polotovary na sklad, který by v tomto případě měl fungovat jako supermarket. Tedy jakmile bude některý z polotovarů ze skladu odebrán a odeslán na pracoviště 2, je to signál pro pracoviště 1, že by mělo zásobu ve skladu doplnit. Pro signalizaci by zde měl fungovat systém kanban.

Mezi pracovišti 2 a 3 není možné vzhledem k propojení pásovým dopravníkem možné vybudování například regálového supermarketu, proto zde jako supermarket bude fungovat samotný dopravník. Obdobně jako při signalizaci ze skladu na pracoviště 1, jakmile pracoviště 3 odebere paletu z pásu, pracoviště 2 by mělo zahájit svou výrobní operaci. Signalizaci by v tomto případě měl zajistit software řídící výrobní linku.

Jako další supermarket by měl fungovat automatický zakladač mezi pracovišti 4 a 5. Ten je stejně jako pásový dopravník výrobní linky řízen softwarem, který by měl hlídat zásobu všech potřebných variant polotovarů.

Co se týká problematické oblasti mezi pracovišti 8 až 11, i zde by mezi jednotlivými pracovišti měl pásový dopravník fungovat jako supermarket. Avšak jak již bylo zmíněno, z pracoviště 8 k pracovištím 9 až 11 jsou polotovary odváděny na automatickém vozíku, který je ale často blokován kvůli nedostatečné kapacitě pásového dopravníku. Z toho důvodu by bylo vhodné u pracoviště 8 zavést navíc regálový supermarket, kam by bylo možné polotovary odkládat, než se místo na dopravníku uvolní.

I ve všech těchto oblastech je potřeba rozhodnout o maximální výši zásoby mezi pracovišti, viz následující kapitola.

3.2. Změny v oblasti řízení zásob

Nadprodukce a související nadměrná zásoba rozpracované výroby mezi pracovišti patří mezi 7 hlavních druhů plýtvání. Pro eliminaci tohoto plýtvání je potřeba určit maximální výši zásoby mezi pracovišti.

Na pracovišti 1 byla zjištěna zásoba 240 ks. Ačkoli množství odcházejících polotovarů je nižší (výrobní operace zde zahrnuje spojování několika kusů polotovaru do jednoho), i tak je toto množství ve srovnání s výši zásoby u jiných pracovišť několikanásobně vyšší. Část této zásoby je navíc způsobena tím, že zde materiál čeká například na několik chybějících kusů ze skladu, v horším případě dokonce od dodavatele.

Je zřejmé, že v tomto případě by v první řadě mělo dojít ke zlepšení kontroly skladových zásob, nesmí se stát, že do výroby bude vypuštěna zakázka, na kterou není k dispozici dostatečné množství materiálu. Dále je potřeba se zaměřit na kvalitu práce pracovníků skladu, kteří by měli pečlivěji kontrolovat, zda množství vyskladňovaného materiálu odpovídá průvodní dokumentaci. Doporučením pro toto pracoviště je udržování maximální zásoby ve výši 120 ks.

Na pásovém dopravníku mezi pracovišti 2 až 4 byla zjištěna zásoba 96 ks pro pracoviště 2, 29 ks pro pracoviště 3 a 58 ks pro pracoviště 4, což znamená přibližně 45 palet. Tyto palety na dopravníku rotují, dokud se neuvolní místo u příslušného pracoviště. Bohužel nadměrné množství palet způsobuje, že pracoviště někdy musí čekat, než potřebná paleta projede celý okruh. Doporučením pro tuto situaci je tedy snížení zásoby mezi pracovišti tak, aby maximální zásoba pro pracoviště 2 byla 50 ks, pro pracoviště 3 a 4 30 ks.

Co se týká zásoby v automatickém zakladači, zjištěná výše byla 120 ks. Vzhledem k tomu, že celková kapacita zakladače je až 252 palet, přičemž jsou zde uloženy i prázdné palety a palety s přípravky pro pracoviště 5, bylo rozhodnuto, že tato výše zásoby může být zachována.

V další oblasti propojené pásovým dopravníkem, a to mezi pracovišti 5 až 8 byla zjištěná zásoba vždy kolem 10 ks. Část dopravníku je vyhrazena pro čekání polotovarů na zatumnutí materiálu naneseného na pracovišti 6, zde může být uloženo právě kolem 10 ks. Z toho důvodu je doporučená maximální výše zásoby mezi těmito jednotlivými pracovišti právě 10 ks.

Poslední částí výrobního procesu úzce spojenou pásovým dopravníkem jsou pracoviště 9 až 11. I mezi těmito pracovišti je zásoba ve výši kolem 10 ks, proto by toto množství mělo být zachováno. Ovšem jak již bylo zmíněno, palety s polotovary jsou sem převáženy automatickým vozíkem, který se zablokuje, jakmile je na páse dosaženo maximální kapacity. Zásoba celkem 30 ks palet na páse zablokování vozíku sice nezpůsobí, ale delší cyklový čas výrobní operace na pracovišti 10 a současně mnohem kratší cyklové časy všech předcházejících operací mohou zapříčinit, že k zablokování stejně dojde a řetězovou reakcí by se musela zastavit výroba na všech těchto předcházejících pracovištích. Zejména pracoviště 8 by nemělo kam odvádět zpracované

polotovary. Doporučením je proto zavedení regálového supermarketu, kam by bylo možné zpracované polotovary dočasně odkládat, dokud se místo v oblasti navazujících pracovišť neuvolní.

3.3. Změny v oblasti manipulace s polotovary

Za pomoci špagetového diagramu vytvořeného pro pracoviště 1 bylo zjištěno, že zde dochází k nadměrné manipulaci s polotovary a s tím souvisejícímu pohybu pracovníků mimo pracoviště.

Pohyb pracovníků je způsoben tím, že některé polotovary nejsou odváděny do skladu, ale rovnou dále do výroby na pracoviště 2. V takovém případě ale polotovary nepřeváží zaměstnanci skladu, ale sami pracovníci pracoviště 1. Tím však přicházejí o cenné minuty, které mohli věnovat práci na dalším výrobním úkolu.

První variantou možného opatření je zajištění, aby výroba na pracovišti 1 probíhala vždy pouze na sklad. To znamená, že ve skladu by vždy mělo být dostatečné množství polotovarů pro různé varianty vyráběných elektrických zařízení. Při případném nedostatku, respektive při spotřebě daného typu polotovaru ze skladu by pak mělo být kanbanem signalizováno na pracoviště 1, kterou variantu polotovaru je potřeba začít vyrábět. Zavedení tohoto systému výroby však může být značně problematické, a to z důvodu velkého množství variant polotovarů a také z důvodu, že výroba probíhá na zakázku. Poptávka po jednotlivých variantách není vždy stabilní a ačkoli lze do určité míry provádět její prognózování, vždy se mohou vyskytnout nečekané výkyvy.

Druhou možnou variantou řešení je převedení zodpovědnosti za převoz polotovarů do výroby taktéž do kompetencí pracovníků skladu. To znamená, že veškeré polotovary zpracované na pracovišti 1 z něj budou odvážet pracovníci skladu, a to bez ohledu na to, zda tyto polotovary putují do skladu nebo přímo do výroby. V současné době se zpracované polotovary v bednách umístí na zvláštní stanoviště vedle pracoviště 1, odkud jsou poté odváženy. Při této navrhované variantě řešení by se na toto stanoviště odkládaly i polotovary putující do výroby. Dále by bylo možné zavést například systém barevného odlišení jednotlivých dávek, kdy by bedny s polotovary určenými na odvezení do skladu byly označeny zelenou barvou a bedny s polotovary určenými na odvezení do výroby by byly označeny modrou barvou. To by zvýšilo přehlednost a

usnadnilo práci skladníků, kteří by zpracované polotovary jednoduše převezli, kam je potřeba, bez nutnosti prohlížet průvodní dokumentaci jednotlivých dávek.

Další situace způsobující pohyb pracovníků mimo pracoviště 1 je způsobena špatným, případně chybějícím materiálem pro výrobu polotovarů. V takovém případě obvykle pracovník odnáší průvodní dokumentaci dané dávky do kanceláře skladu, kde o něj musí požádat, poté se vrací zpět na pracoviště, kde čeká na dovezení chybějícího materiálu ze skladu. I zde jsou dvě možná opatření, která by tuto nepříznivou situaci pomohla vyřešit. Zaprvé je to již zmíněná pečlivější kontrola vyskladňovaného materiálu přímo ve skladu. Druhým možným opatřením je zjednodušení komunikace mezi pracovištěm a skladem, tomuto tématu se blíže věnuje podkapitola 3.4.

Neméně důležitým problémem je v tomto případě i bezpečnost pracovníků. V oblasti skladu se běžně pohybují pracovníci skladu s paletovými vozíky, a proto by se zde z bezpečnostních důvodů pracovníci jiných pracovišť měli pohybovat jen minimálně. Při zavedení navrhovaných změn se pracovníci z pracoviště 1 do oblasti skladu nedostanou a tím se sníží riziko nežádoucího úrazu.

3.4. Změny v oblasti komunikace

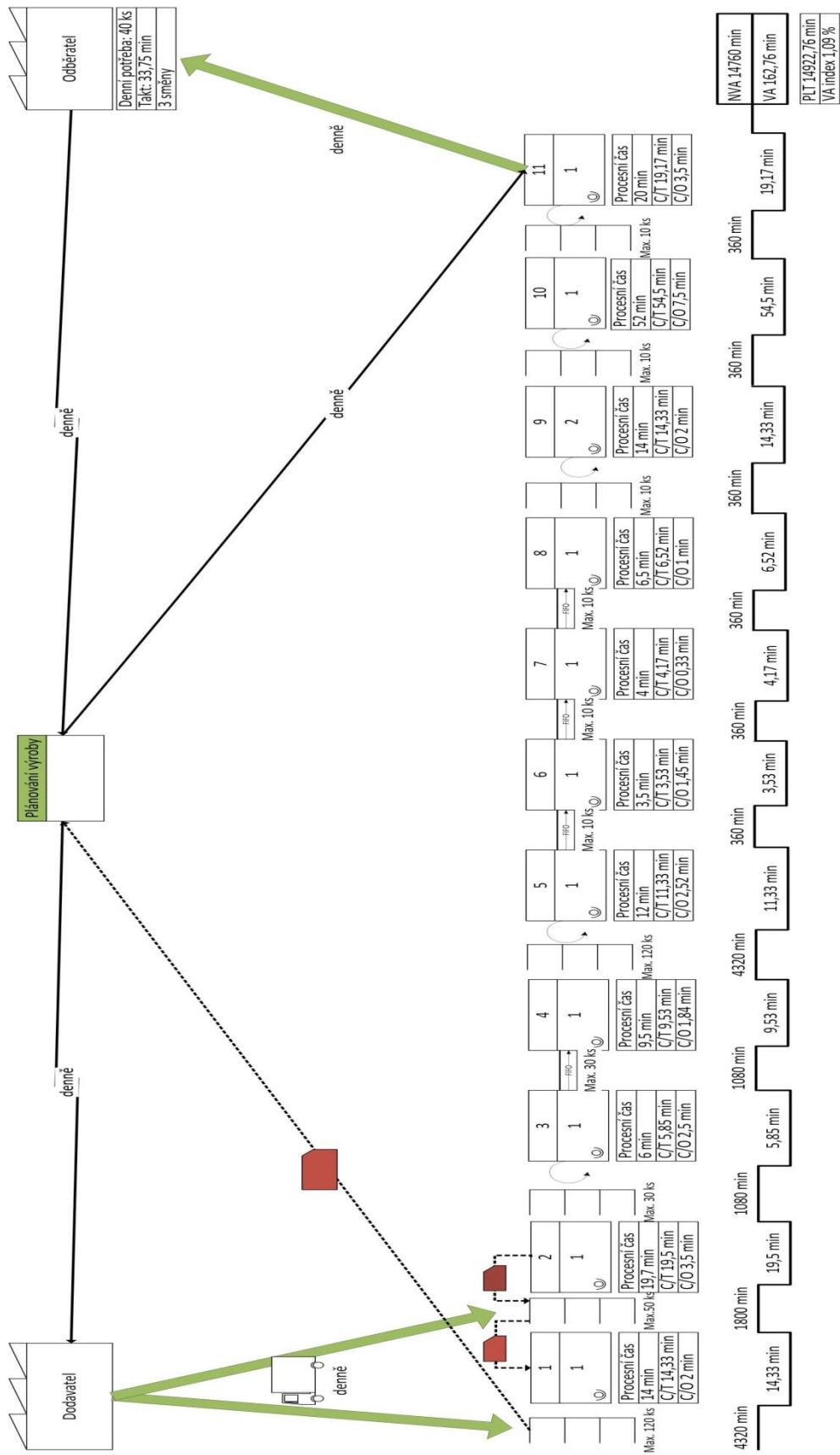
Komunikace je složitější zejména mezi pracovištěm 1 a skladem. V případě, že na pracovišti 1 chybí nějaký materiál, pracovník donese průvodní dokumentaci dané výrobní dávky do kanceláře skladu, kde si jej vyžádá a následně čeká na jeho dovezení ze skladu. V ideálním případě je to otázka několika minut, v horším případě, kdy se ukáže, že potřebný materiál není na skladě, to pak trvá i několik dní. Při pomnutí faktu, že by k těmto situacím vůbec nemělo docházet (viz navrhovaná opatření v předchozích kapitolách), je zřejmé, že je potřeba mezi pracovištěm a skladem zlepšit a zjednodušit komunikaci.

I zde je opět několik možností. První z nich je použití telefonu. Jednoduchým zavoláním do kanceláře skladu by si pracovník mohl "objednat" veškerý chybějící materiál. Nevýhodou tohoto řešení ale je, že materiál je značen číselnými čárovými kódy, jejichž diktování po telefonu by mohlo zabrat i více času, než samotné donesení průvodní dokumentace do skladu. Navíc je zde velký potenciál, že dojde k chybě při diktování nebo přepisování čísla a ze skladu bude donesen materiál nesprávný.

Tento problém by mohla odstranit druhá navrhovaná varianta řešení. Na pracovišti 1 se nachází počítač vybavený softwarem a čtečka čárových kódů, která se využívá pro zaznačení zahájení a ukončení výrobní operace. Tato čtečka by se mohla využít i pro signalizaci chybějícího materiálu do skladu, a to pouhým načtením příslušného kódu. Toto řešení se jeví jako velmi rychlé a efektivní, není zde takové riziko chyby jako při komunikace po telefonu a i toho opatření by odbouralo problém s nadměrným pohybem pracovníků mimo pracoviště.

3.5. Mapa budoucího hodnotového toku

Při respektování všech doporučení a provedení všech navrhovaných opatření by výrobní proces mohl fungovat tak, jak je znázorněno na mapě budoucího hodnotového toku na Obr. 13.



Obr. 13: Mapa budoucího hodnotového toku (Zdroj: vlastní zpracování)

Při porovnání s mapou současného hodnotového toku je zřejmé, že došlo ke změnám zejména v řízení materiálového toku - z toku tlakem byl změněn na tok tahem. Změnilo se také pracoviště, pro které je rozvrhována denní výroba. V současné době se výroba plánuje pro pracoviště 1 a odsud je tlačena dál výrobním procesem. V navrhovaném budoucím stavu bude denní výroba rozvrhována pro pracoviště 11, které si potřebné množství polotovarů přitáhne k sobě.

Dále došlo ke snížení zásob mezi pracovišti, které tak významně ovlivnilo hodnoty času nepřidávajícího hodnotu (NVA), průběžnou dobu výroby (PLT) i výsledný VA index. Srovnání těchto hodnot včetně procentuální změny lze vidět v následující Tab. 5.

Tab. 5: Srovnání současných a budoucích hodnot vybraných ukazatelů (Zdroj: vlastní zpracování)

	současný stav [min]	budoucí stav [min]	relativní rozdíl [%]
VA	162,76	162,76	-
NVA	21636	14760	-31,78
PLT	21798,76	14922,76	-31,54
VA index	0,75	1,09	45,33

Z Tab. 5 je zřejmé, došlo ke snížení času NVA o 31,78 % a tím i snížení průběžné doby výroby o 31,54 %, což znamená změnu průběžné doby výroby o téměř 5 dnů, z 15,14 dne na 10,36 dne. Výsledný VA index se pak změnil o více než 45 %. Nyní přesahuje hodnotu 1 % a tím odpovídá obvyklé hodnotě tohoto ukazatele.

3.6. Akční plán

Aby mohlo být dosaženo hodnotového toku nastaveného v mapě budoucího hodnotového toku, je potřeba provést množství změn. Pro přehlednost a snadnou orientaci v tom, jak postupné změny výrobního procesu probíhají, byl vytvořen tzv. Kaizen Newspaper, který lze vidět v Tab. 6. Tento dokument jednoduchým způsobem shrnuje aktuální problémy a opatření, která je potřeba provést k jejich odstranění. Dále je pro všechna opatření stanoven termín dokončení a nedílnou součástí je také možnost zaznačení aktuální rozpracovanosti daného úkolu. Tento dokument by měl být k dispozici všem pracovníkům například na nástěnce, kde se každý může podívat, k jakým změnám právě dochází, případně jaké změny jsou ještě v plánu.

Za provedení navrhovaných změn bude zodpovědný realizační tým, jehož vedení bude mít na starosti procesní manažer. Do realizace by se ale měli zapojit všichni pracovníci, kterých se dané změny dotýkají, tedy i mistři a pracovníci výroby. Důležitým bodem je bod 7, který říká, že by všichni pracovníci měli být proškoleni a poučeni o probíhajících změnách.

Pro realizaci veškerých opatření byl stanoven termín dokončení do konce měsíce června 2017, neboť možnost rychlého provedení změn a dosažení zlepšení je jedním z cílů a zároveň výhod metody mapování hodnotového toku.

Tab. 6: Kaizen Newspaper (Zdroj: vlastní zpracování)

	Problém	Opatření	Datum uskutečnění	Splněno %			
				25%	50%	75%	100%
1	materiálový tok tlakem	zavedení plynulejšího toku (FIFO, supermarket)	do 30/06/2017	25%	50%	75%	100%
2	nadměrná výše zásoby mezi pracovišti	snížení zásoby podle stanoveného plánu	do 30/06/2017	25%	50%	75%	100%
3	úzké místo mezi pracovišti 8 a 9 až 11	přidání regálu na odkládání polotovarů	do 30/06/2017	25%	50%	75%	100%
4	nesprávný/chybějící materiál na pracovišti 1	zvýšená kontrola při vyskladňování	do 30/06/2017	25%	50%	75%	100%
5	složitá komunikace mezi pracovištěm 1 a skladem	využití čtečky čárových kódů	do 30/06/2017	25%	50%	75%	100%
6	nadměrný pohyb pracovníků pracoviště 1 v oblasti skladu	veškeré převážení polotovarů do kompetence skladníků	do 30/06/2017	25%	50%	75%	100%
7	provádění množství změn v procesech	proškolení všech pracovníků	do 30/06/2017	25%	50%	75%	100%

3.7. Efekty plynoucí z navrženého budoucího stavu

Na závěr je možné shrnout očekávané efekty veškerých navrhovaných změn. Často je mezi nimi zřejmá provázanost, patří mezi ně následující:

- Odstranění úzkého místa - problematické úzké místo mezi pracovištěm 8 a oblastí pracovišť 9 až 11 je odstraněno změnou materiálového toku a velikosti zásob
- Omezení nadměrné manipulace s polotovary - změny materiálového toku a zefektivnění komunikace zajistí, že se již pracovníci pracoviště 1 nebudou muset pohybovat v oblasti skladu
- Snížení plýtvání - snížení výše zásob mezi pracovišti lze považovat za snížení plýtvání, navíc se příznivě projeví i snížením časů nepřidávajících hodnotu

- Snížení průběžné doby výroby - na snížení celkové průběžné doby výroby má vliv snížení zásob mezi pracovišti a z něj vyplývající snížení časů nepřidávajících hodnotu
- Zefektivnění komunikace - zejména mezi pracovištěm 1 a skladem, což se příznivě projeví i na snížení nutnosti pohybu pracovníků mimo pracoviště
- Zvýšení bezpečnosti práce - souvisí s omezením pohybu pracovníků ve skladu
- Zvýšení plynulosti materiálového toku - zavedením toku tahem (FIFO, případně supermarket) jakožto způsobu řízení zásob mezi pracovišti dojde ke zvýšení plynulosti materiálového toku

Ekonomické zhodnocení provedených změn a efektů je značně komplikované a názory na to, jak nejlépe ekonomicky vyjádřit jejich hodnotu, se různí. Možným způsobem zhodnocení je zaměření se na změny v následujících oblastech:

- zvýšení obratu zásoby
- snížení nákladů na držení zásoby rozpracované výroby
- zvýšení krycího příspěvku průběžné doby výroby

Zvýšení obratu zásoby vychází ze snížení zásoby rozpracované výroby; ta se podle porovnání map současného a budoucího hodnotového toku snížila o 31,78 %. Pro vyjádření počtu obrátek za rok byl použit poměr součtu pracovních dnů v roce (po odečtení všech odstavek celkem 235 dní) a průběžné doby výroby. V současné době je tedy obrat zásob rozpracované výroby 15,52 obrátek/rok. Po snížení zásob na množství stanovené mapou budoucího hodnotového toku se obrat zásob zvýší na 22,68 obrátek/rok, což znamená dodatečných 7,16 obrátek/rok.

V souvislosti se snížením zásoby rozpracované výroby se sníží i náklady na její držení. Obvykle se tyto náklady stanovují jako určité procento z celkové hodnoty zásoby. Podle informací poskytnutých ze společnosti je v současné době hodnota zásoby rozpracované výroby 1 mil. Kč a náklady na držení zásoby jsou 10 % z její hodnoty, tedy 100 000 Kč. Pokud by došlo ke snížení zásoby na množství stanovené mapou budoucího hodnotového toku, klesnou náklady na držení zásoby na 68 220 Kč, což znamená pokles o 31,78 % a úsporu 31 780 Kč.

Dále je možné promítnout efekty snížení zásoby rozpracované výroby do zvýšení krycího příspěvku průběžné doby výroby. Krycí příspěvek průběžné doby výroby lze

vypočítat jako poměr nákladů na vstupní zásoby a průběžné doby výroby. Náklady na vstupní zásoby jsou podle informací ze společnosti v současné době 6 mil. Kč, z čehož vyplývá, že krycí příspěvek průběžné doby výroby je 396 301,19 Kč. Vzhledem ke zvýšení obrátu zásoby o 7,16 obrátek/rok se pak krycí příspěvek průběžné doby výroby po změně zvýší o 2 837 516,52 Kč.

Je však důležité si uvědomit, že všechny tyto hodnoty se vztahují ke stavu výrobního procesu stanoveného mapou současného hodnotového toku, tedy že skutečné hodnoty se po zavedení navrhovaných změn mohou mírně lišit.

Co se týká nákladů na navrhované změny, ty budou pouze minimální. Většina navrhovaných změn znamená změnu zavedených postupů a procesů, nevyžaduje však větší investice. Nejvyšší nákladovou položkou je zavedení regálového supermarketu u pracoviště 8. Po prozkoumání obvyklých cen policových regálů o rozměrech cca 35x60x180 cm z kovu, případně kombinace kovu a dřevotřískových polic (4 - 5 polic podle typu) bylo zjištěno, že cena takového regálu se pohybuje od 485 Kč do 921 Kč.

Souhrnně lze tedy říci, že očekávané přínosy navrhovaných změn převyšují náklady na jejich realizaci.

Tímto ovšem proces mapování hodnotového toku nekončí. Naopak by po realizaci veškerých navrhovaných změn měla být provedena další analýza aktuálního stavu a vytvořena další mapa budoucího hodnotového toku. Tím bude zajištěno neustálé zlepšování výrobního procesu a průběžným odstraňováním činností nepřidávajících hodnotu výslednému produktu bude zvýšena také efektivita a s tím související potenciál společnosti pro úspěch v konkurenčním boji.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se věnovala problematice úzkých míst výrobního procesu vybrané společnosti zaměřené na výrobu elektrických zařízení. Cílem této práce bylo identifikovat a následně eliminovat úzká místa výrobního procesu, a to za použití metody mapování hodnotového toku.

Nejdříve byla provedena rešerše literatury v oblastech štihlé výroby a metod řízení materiálového toku a odstraňování plýtvání a úzkých míst. Poté byla provedena ABC analýza, která pomohla vybrat vhodného reprezentanta výrobního procesu a pro tento zvolený výrobek pak byla vytvořena mapa hodnotového toku. Interpretací této vytvořené mapy a dalšími dílčími analýzami byla identifikována úzká místa výrobního procesu. Největší problémy byly nalezeny v oblastech řízení materiálového toku a velikosti zásob, dále byla identifikována nadměrná manipulace s polotovary (přesněji nadměrný pohyb pracovníků mimo pracoviště) a problémy komunikace mezi pracovišti a skladem. Dále byla navržena opatření s cílem odstranění všech těchto nežádoucích nedostatků, jednalo se o zavedení co nejplynulejšího materiálového toku, snížení zásob mezi pracovišti a omezení pohybu pracovníků, zároveň byly představeny návrhy na zlepšení a urychlení komunikace. Nedílnou součástí řešení je i vytvoření akčního plánu, který pomůže dosáhnout stavu výrobního procesu zobrazeného mapou budoucího hodnotového toku.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

BARTES, F., 2006. *Nové směry v konkurenční strategii firmy*. In: *Nová teorie ekonomiky a managementu organizací*. Praha: Oeconomica, s. 63-70. ISBN: 80-245-1091- X.

BARTOŠEK, V., J. ŠUNKA a M. VARJAN, 2014. *Logistické řízení podniku v 21. století*. Brno: CERM. ISBN 978-80-7204-824-3.

BAUER, M. a kol., 2012. *KAIZEN - Cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.

BIZBODZ.COM, 2016. *Value Stream Mapping How to guide* [online]. [cit. 2016-07-22]. Dostupné z: <http://www.bizbodz.com/Business-Improvement/Lean/Value-Stream-Mapping-How-to-Guide-Part-1.asp>

CEMPÍREK, V., R. KAMPF a J. ŠIROKÝ, 2009. *Logistické a přepravní technologie*. Pardubice: Institut Jana Pernera. ISBN 978-80-86530-57-4.

DLABAČ, J., 2014. *Štíhlý materiálový a hodnotový tok* [online]. [cit. 2016-07-22]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/stihly-materialovy-a-hodnotovy-tok.html>

GEORGE, M., 2010. *Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity*. Brno: SC&C Partner. ISBN 978-80-904099-2-7.

CHENG, T. C. E., S. PODOLSKY a P. JARVIS, 1996. *Just-in-time manufacturing: an introduction*. New York: Chapman & Hall. ISBN 0412735407.

IMAI, M., 2004. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press. ISBN 80-251-0461-3.

JIRSÁK, P., M. MERVART a M. VINŠ, 2012. *Logistika pro ekonomy - vstupní logistika*. Praha: Wolters Kluwer Česká republika. ISBN 978-80-7357-958-6.

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

- KORMANEC, P., 2007. *IPA Slovník: SMED*. In: IPA Czech [online]. [cit. 2016-11-22]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/smed>
- KOŠTURIÁK, J., Ľ. BOLEDOVIČ, J. KRIŠŤAK a M. MAREK, 2010. *Kaizen - Osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press. ISBN 978- 80-251-2349-2.
- KOŠTURIÁK, J., Z. FROLÍK a kol., 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.
- KUČERÁK, D., 2007. *IPA Slovník: VSM*. In: IPA Czech [online]. [cit. 2016-07-22]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vsm>
- LEAN MANUFACTURING TOOLS, 2016. *Jidoka* [online]. [cit. 2016-10-12]. Dostupné z: <http://leanmanufacturingtools.org/489/jidoka/>
- LEAN MANUFACTURING TOOLS, 2016. *JIT* [online]. [cit. 2016-10-12]. Dostupné z: <http://leanmanufacturingtools.org/just-in-time-jit-production/>
- LEAN MANUFACTURING TOOLS, 2016. *Lean 6S; 5S + Safety* [online]. [cit. 2016-12-08]. Dostupné z: <http://leanmanufacturingtools.org/210/lean-6s-5s-safety/>
- LEAN MANUFACTURING TOOLS, 2016. *VSM Value Stream Mapping* [online]. [cit. 2016-07-22]. Dostupné z: <http://leanmanufacturingtools.org/549/vsm-value-stream-mapping/>
- LIKER, J. K., 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-173-7.
- MAŠÍN, I. a M. VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.
- MCGRATH, J. a B. BATES, 2013. *The little book of big management theories .. and how to use them*. Harlow, England: Pearson. ISBN 9780273785262.
- MICROSOFT, 2016. *Create a value stream map* [online]. [cit. 2016-07-22]. Dostupné z: <https://support.office.com/en-ie/article/Create-a-value-stream-map-35a09801-999e-4beb-ad4a-3235b3f0eaa3?ui=en-US&rs=en-IE&ad=IE>

- MINISTERSTVO SPRAVEDLNOSTI ČESKÉ REPUBLIKY, 2016. *Veřejný rejstřík a sbírka listin* [online]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik>
- PEREIRA, R., 2008. *Let's Create a Current State Value Stream Map*. In: Gemba Academy [online]. [cit. 2016-07-22]. Dostupné z: <https://blog.gembaacademy.com/2008/02/24/lets-create-a-current-state-value-stream-map/>
- ROTHER, M. a J. SHOOK, 1999. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. Massachusetts: Brookline, Lean Enterprise Institute. ISBN-13: 978-0966784305.
- ROSER, Ch. a M. NAKANO, 2015. *Guidelines for the Selection of FIFO Lanes and Supermarkets for Kanban-Based Pull Systems – When to Use a FIFO and When to Use a Supermarket*. In: Proceedings of the International Conference on the Advances in Production Management System. Tokio, Japonsko.
- SIXTA, J. a M. ŽIŽKA, 2009. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2563-2.
- STÖHR, T., 2016. *Mapování toku hodnot*. In: Escare [online]. [cit. 2016-07-22]. Dostupné z: <http://www.escare.cz/lean-healthcare/metodika/metodika-just-in-time/mapovani-toku-hodnot>
- SVOZILOVÁ, A., 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3938-0.
- VÁCHAL, J. a M. VOCHOZKA, 2013. *Podnikové řízení*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4642-5.
- VÝROBNÍ SPOLEČNOST, 2015. *Výrobní společnost v České republice 2015*. Praha: Výrobní společnost.
- VÝROBNÍ SPOLEČNOST, 2016a. *Základní údaje*. Praha: Výrobní společnost.
- VÝROBNÍ SPOLEČNOST, 2016b. *Profil společnosti*. Praha: Výrobní společnost.
- ZELENÝ, M., 2005. *Cesty k úspěchu - Trvalé hodnoty soustavy Baťa. Kratochvilka: Čintámani*. ISBN 80-239-8233-8.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

C/O	Changeover Time (čas přetypování)
C/T	Cycle Time (cyklový čas)
FIFO	First In - First Out (první dovnitř - první ven)
NVA	Non-Value Added Time (čas nepřidávající hodnotu)
PLT	Production Lead Time (průběžná doba výroby)
VA index	Value Added Index (index přidané hodnoty)
VA	Value Added Time (čas přidávající hodnotu)
VSM	Value Stream Mapping (mapování hodnotového toku)

SEZNAM OBRÁZKŮ, GRAFŮ A TABULEK

Seznam obrázků

Obr. 1: Struktura štíhlého podniku (Zdroj: Košturiak, Frolík a kol., 2006, s. 45)	15
Obr. 2: Vliv vývoje a přípravy výroby na kvalitu a náklady (Zdroj: Košturiak, Frolík a kol., 2006, s. 53).....	16
Obr. 3: Příklad mapy hodnotového toku (Zdroj: Microsoft, 2016).....	22
Obr. 4: Postup mapování hodnotového toku (Zdroj: Stöhr, 2016)	23
Obr. 5: Přehled nejčastěji používaných symbolů VSM (Zdroj: Stöhr, 2016)	25
Obr. 6: Schéma layoutu výrobní haly (Zdroj: vlastní zpracování).....	34
Obr. 7: Legenda vytvořené mapy současného hodnotového toku (Zdroj: vlastní zpracování).....	42
Obr. 8: Mapa současného hodnotového toku (Zdroj: vlastní zpracování)	43
Obr. 9: Pracoviště 1 - výňatek z mapy hodnotového toku (Zdroj: vlastní zpracování) ..	53
Obr. 10: Pracoviště 1 - špagetový diagram (Zdroj: vlastní zpracování)	55
Obr. 11: Pracoviště 10 - výňatek z mapy hodnotového toku (Zdroj: vlastní zpracování)	56
Obr. 12: Mapa současného hodnotového toku s Kaizen Blitz (Zdroj: vlastní zpracování)	58
Obr. 13: Mapa budoucího hodnotového toku (Zdroj: vlastní zpracování)	65

Seznam tabulek

Tab. 1: Přehled metod analýz diferencovaného řízení zásob (Zdroj: Jurová a kol., 2016)	28
Tab. 2: ABC analýza vybraných výrobních skupin (Zdroj: vlastní zpracování)	38
Tab. 3: Výpočet efektivního časového fondu a času taktu (Zdroj: vlastní zpracování) ..	40
Tab. 4: Záznam měření cyklových časů a časů přetypování (Zdroj: vlastní zpracování)	41
Tab. 5: Srovnání současných a budoucích hodnot vybraných ukazatelů (Zdroj: vlastní zpracování).....	66
Tab. 6: Kaizen Newspaper (Zdroj: vlastní zpracování)	67

Seznam grafů

Graf 1: Lorenzova křivka (Zdroj: Sixta, Žižka, 2009, s. 67)	29
Graf 2: Lorenzova křivka rozdělení do skupin ABC analýzy (Zdroj: vlastní zpracování)	39
Graf 3: Srovnání cyklových časů s časem taktu (Zdroj: vlastní zpracování)	45