



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta mechatroniky, informatiky
a mezioborových studií ■

Zvýšení hospodárnosti produkčního procesu

Bakalářská práce

Studijní program: B2612 – Elektrotechnika a informatika

Studijní obor: 1802R022 – Informatika a logistika

Autor práce: **Petr Horáček**

Vedoucí práce: Ing. Věra Pelantová, Ph.D.





Zadání bakalářské práce

Zvýšení hospodárnosti produkčního procesu

Jméno a příjmení: **Petr Horáček**
Osobní číslo: M16000009
Studijní program: B2612 Elektrotechnika a informatika
Studijní obor: Informatika a logistika
Zadávající katedra: Ústav mechatroniky a technické informatiky
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

1. Vytvořte úvod do problematiky racionalizace produkčního procesu.
2. Charakterizujte vybranou organizaci vzhledem ke stávajícímu stavu produkčního procesu.
3. Vyhodnoťte získané výsledky vzhledem k procesnímu přístupu, možným rizikům, plýtvání a dalším trendům.
4. Stanovte základní znaky racionalizovaného produkčního procesu.
5. Stanovte doporučení pro racionalizaci produkčních procesů organizací.

Rozsah grafických prací: dle potřeby dokumentace
Rozsah pracovní zprávy: 30–40 stran
Forma zpracování práce: tištěná/elektronická



Seznam odborné literatury:

- [1] Hamel, G. – Breen, B.: Budoucnost managementu. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-188-1.
- [2] Pelantová, V. – Havlíček, J.: Integrace a systémy managementu. Monografie. Liberec: Technická univerzita v Liberci, FM, 2014. ISBN 978-80-7494-164-1.
- [3] Jurová, M. a kol.: Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.
- [4] Řepa, V. Procesně řízená organizace. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4128-4.
- [5] Svozilová, A.: Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.

Vedoucí práce: Ing. Věra Pelantová, Ph.D.
Ústav mechatroniky a technické informatiky
Konzultant práce: Ing. Jan Kamenický, Ph.D.
Ústav mechatroniky a technické informatiky
Datum zadání práce: 10. října 2018
Předpokládaný termín odevzdání: 30. dubna 2019

L. S.

prof. Ing. Zdeněk Plíva, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Milan Kolář, CSc.
vedoucí ústavu

V Liberci 10. října 2018

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

29. 4. 2019

Petr Horáček

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou zvyšování hospodárnosti výrobního procesu. V úvodu jsou uvedeny metody a nástroje používané ke zlepšování. V dalších kapitolách je zaměřeno na konkrétní organizaci a nástroje, které jsou zavedené v úvodu, jsou aplikovány na onu organizaci. Aplikace nástrojů k analyzování výrobního procesu vede k návrhům, jakým by mohla být výroba v organizaci zlepšena. Součástí návrhů je také porovnání hodnot, které byly uvnitř firmy měřeny (rychlost výroby, časy pohybu, náklady,..) s hodnotami zlepšenými. Navrhnutím úprav výrobního procesu jsou některé z těchto hodnot ve finále sníženy.

Abstract

The bachelor thesis deals with the problem of increasing the economy of production process. Methods and tools used for improvement are described in the introductory chapter. The following chapters are focused on a particular organization. Methods and tools, mentioned in the introductory chapter, are applied on the production process of the stated company and help analysing it. Application of said tools leads to suggestions, that could improve the company's production. Along with the suggestions, a comparison of measured production values (production speed, movement time and costs) and improved production values is included. With the suggested improvements of the production process, some these values are decreased.

Klíčová slova

Výrobní proces, hospodárnost, zlepšení, procesní přístup, Lean, rizika

Keywords

Production process, economy, improvement, process approach, Lean, risks

Poděkování

Chtěl bych poděkovat především vedoucí práce, Ing. Věře Pelantové, za pomoc při vytváření bakalářské práce, důkladné průběžné kontroly a užitečné připomínky. Dále také patří mé díky panu Ing. Musilovi, ale i ostatním pracovníkům firmy, kteří byli ochotní poskytnout informace k vypracování práce potřebné.

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Zvyšování hospodárnosti výrobního procesu.....	12
2.1. Výrobní proces.....	12
2.2. Hospodárnost.....	17
2.3. Efektivita.....	19
2.4. Rizika.....	23
2.5. Trendy a problémy ve zlepšování výroby.....	26
3. Charakterizace podniku a stavu produkčního procesu.....	28
3.1. Představení zkoumané firmy.....	28
3.2. Popis výroby v hale 2.....	28
4. Metodologická analýza výrobního procesu.....	42
4.1. Výroba v hale 2 z hlediska procesního přístupu.....	42
4.2. Analýza plýtvání.....	47
4.3. Analýza z pohledu Lean.....	49
4.4. Analýza rizik.....	53
5. Znaky racionalizovaného výrobního procesu.....	57
6. Doporučení pro racionalizaci výrobních procesů.....	58
7. Závěr.....	65

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozdíl mezi hierarchickou (vlevo) a heterarchickou (vpravo) organizační strukturou (vlastní obrázek).....	13
Obrázek 2: Diagram obecného výrobního procesu (vlastní obrázek).....	15
Obrázek 3: Ukázka kompletního stromu poruchových stavů (autor: David Vališ [33]).....	25
Obrázek 4: Předstěnový rám BIS VARIO®WC Basic 10, výrobce Walraven (https://www.walraven.com/cz/vyrobky/bis-vario-wc-basic-10/).....	29
Obrázek 5: Plán konstrukce předstěnového rámu BIS VARIO®WC Basic 10, autor Walraven (www.walraven.com).....	29
Obrázek 6: Přibližný layout výrobní haly (vlastní obrázek).....	30
Obrázek 7: Skladiště materiálu v hale 2 firmy Walraven (vlastní obrázek).....	31
Obrázek 8: Svařovna v hale 2 firmy Walraven (vlastní obrázek).....	34
Obrázek 9: Položka nastavovacího listu laseru udávající čas řezání dílu (autor: Walraven).....	36
Obrázek 10: Výpočet ceny pracovních sil za hodinu (vlastní obrázek).....	38
Obrázek 11: Plán rozmístění částí rámu putujících do svařovny (autor: Walraven).....	40
Obrázek 12: Způsob rovnání dílů na vozík (autor: Walraven).....	41
Obrázek 13: Vývojový diagram výrobního procesu haly 2 (vlastní obrázek).....	43
Obrázek 14: Ukázka z Quality protocolu (vlastní obrázek, autor: Walraven).....	45
Obrázek 15: Informační tok VSM (vlastní obrázek).....	49
Obrázek 16: Produkční tok VSM (vlastní obrázek).....	50
Obrázek 17: Časová osa VSM (vlastní obrázek).....	51
Obrázek 18: Ukázka materiálových karet v hale 2 (vlastní obrázek, autor karty: Walraven).....	52
Obrázek 19: Návrh kanbanové karty (vlastní obrázek).....	52
Obrázek 20: Ukázka FMECA analýzy (vlastní obrázek).....	54
Obrázek 21: Ukázka vytvořené FTA (vlastní obrázek).....	55
Obrázek 22: Návrh prodloužení dopravníku (vlastní obrázek).....	59
Obrázek 23: Změna trasy dopravníku (modrá - původní trasa, červená - nová trasa) (vlastní obrázek).....	60
Obrázek 24: Vozík na palety [43].....	61
Obrázek 25: Modifikace meziskladu dílů před svařovnou (vlastní obrázek, původní autor: Walraven).....	63
Obrázek 26: Umístění pásu (vlastní obrázek).....	63

Seznam tabulek

Tabulka 1: Hlediska procesního přístupu (autor: [6]).....	14
Tabulka 2: Časová délka činností výrobního procesu (suma = 10939/11059s) (vlastní tabulka).....	35
Tabulka 3: Časová délka logistických činností výrobního procesu (suma = 360/390s) (vlastní tabulka).....	35
Tabulka 4: Ceny materiálu, práce, energie (suma = 1941,41 Kč) (vlastní tabulka).....	39
Tabulka 5: Výrobní tabulka pro určitou objednávku.....	39
Tabulka 6: Porovnání hledisek procesního přístupu a výroby v hale 2 (vlastní tabulka).....	46
Tabulka 7: Souhrn položek, kterými je plýtváno (vlastní tabulka).....	48
Tabulka 8: Typy rizik ve výrobě (vlastní tabulka).....	55
Tabulka 9: Znaky racionalizovaného výrobního procesu.....	57

Seznam zkratek

CAFIN – Česká asociace pro finanční řízení

JIT – Just In Time

PDCA – Plan, Do, Act, Control

TOC – Theory of Constraints

VSM – Value Stream Mapping

DMAIC – Define, Measure, Analyze, Improve, Control

MTBF - Mean Time Between Failures

MTTR - Mean Time To Repair

FTA - Fault Tree Analysis

FMECA - Failure mode, effects and criticality analysis

WCM – World Class Manufacturing

WCP – World Class Performance

LEAD – Lean Enterprise Across Disciplines

1. Úvod

Zlepšování procesů firem, především těch výrobních, je diskutovanou problematikou již od dob průmyslové revoluce, kdy začaly být zaváděny první manufakturní výroby a továrny. Hlavním cílem organizací a jejich vlastníků byla vždy minimalizace nákladů a s tím spojená maximalizace zisků, přičemž k této problematice mohlo být přistupováno různými cestami.

Od 20. století zlepšování získalo dále na své důležitosti vzhledem k narůstajícímu počtu organizací. Firmy se snaží navýšit svoji konkurenceschopnost různými způsoby tak, aby uspokojily finální a nejdůležitější článek procesů – svého zákazníka. Proto jsou vytvářeny a navrhovány stále nové metody, kterými by se mohla firma od jiných odlišit, zvýšit úroveň vlastních procesů a zároveň mít procesy plně pod kontrolou.

Tato práce se bude zabývat procesy výrobními, které jsou pro velké množství organizací nejpodstatnější částí pro jejich fungování. V rešeršní části budou uvedeny důležité pojmy a vysvětleny metody, které jsou pro zlepšování a zvyšování hospodárnosti aplikovány. V praktické části bude poté úkolem zaměřit se na konkrétní organizaci, charakterizovat stávající výrobní proces a naléznout v něm místa, na která by mohlo být zlepšení aplikováno. V závěru poté budou vytvořeny návrhy na úpravu těchto míst pomocí rozličných úprav, které by měly docílit zvýšení hospodárnosti.

2. Zvyšování hospodárnosti výrobního procesu

Esenciálním cílem všech organizací, vytvářejících určité produkty – ať už jde o produkty hmotné či nehmotné, je jejich výsledná ziskovost. Tato práce se bude především zabývat firmami, jež generují zisk výrobou a následným prodejem výrobků, které samy vyrobí.

Výrobu lze podle M. Keřkovského [1] (str. 1) definovat jako „transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků či služeb“. J. Váchal a kol. [19](str. 459) výrobu také definuje jako „souhrn veškerých výrobních procesů, které ve firmě probíhají“.

Pro tuto práci budou relevantní především organizace produkující statky, v ekonomii označované jako fyzické komodity – produkty vyráběné pro spotřebu či směnu. Podle Keřkovského [1](str. 1) se v ekonomii rozlišují 3 hlavní typy výrobních faktorů – zdrojů, jež jsou v procesu výroby využívány. Mezi tyto faktory patří:

- **přírodní zdroje (půda)** – přírodní zdroje, lesy, nerostné bohatství, ...
- **práce** – lidské zdroje, jenž jsou ve výrobě uplatňovány
- **kapitál** – hospodářský výsledek výrobní činnosti organizace

Práce a půda jsou takzvanými původními výrobními faktory, zatímco kapitál je faktorem odvozeným.

Různými autory jsou ovšem definovány i další výrobní faktory. V publikaci Podniková ekonomika od M. Synka [2] (str. 34) je zmíněn autor A. Thomson [3], který uvádí mezi výrobní faktory mimo půdy, práce a kapitálu také **suroviny (materiál)** a **technologické znalosti** – know how. P. Drucker ve své publikaci [5] (str. 42) mezi tyto faktory začleňuje také znalosti a **informace**, neboť díky nim se v dnešní době šíří znalosti „hbitě“ po celém světě.

M. Synek se ve své jiné knize, Manažerská ekonomika [8] (str. 252), dále stanovuje, že výroba je rozhodujícím faktorem v míře efektivnosti a organizace a konkurenceschopnosti jejich produktu.

2.1. Výrobní proces

2.1.1. Proces

Obecně, **proces** je podle A. Svozilové [9] (str. 14) „série logicky souvisejících činností či úkolů, jejichž prostřednictvím má být vytvořen předem definovaný soubor výsledků“.

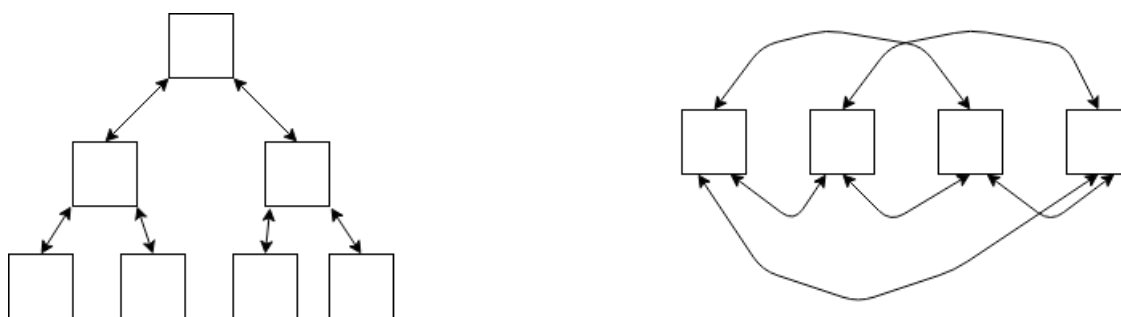
Podle V. Pelantové a J. Havlíčka [6] (str. 49) se pod pojmem proces rozumí „soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, které přeměňují vstupy na výstupy“.

Lze vidět, že definice procesu jsou napříč publikacemi více či méně totožné. V čem se shoduje publikace V. Pelantové a J. Havlíčka [6] a článek od autora Z. Kocourka [14], je fakt, že hlavním cílem procesu v organizaci je vytvoření přidané hodnoty pro zákazníka.

2.1.2. Procesní přístup

V rámci této práce nemůže být vynechána problematika procesního přístupu k řízení organizací. Při zvyšující se konkurenci na trhu by měla být pro podniky stále důležitější zpětná vazba zákazníků a snaha o hledání způsobů, jak co největšímu množství zákazníků vyhovět. Při řešení těchto problémů se nabízí zavedení procesního přístupu, což je podle článku M. Tůmy [11] model způsobu organizace, který je zaměřený na sdružování činností podniku do smysluplných procesů. Tento přístup je odklonem od tradičního přístupu k dělbě práce, při které se činnosti rozdělují na úkony.

Jak již bylo řečeno, hlavním cílem zavádění procesního přístupu je schopnost hbitě reagovat na požadavky zákazníka, což je realizováno změnou na heterarchickou organizační strukturu podniku [6] (str. 46). Z toho lze pochopit, že hlavním zaměřením procesního přístupu je realizace pružných procesů, ze kterých vystupují kvalitní produkty.



Obrázek 1: Rozdíl mezi hierarchickou (vlevo) a heterarchickou (vpravo) organizační strukturou (vlastní obrázek)

Změna struktury (Obrázek 1) umožňuje organizaci rychleji reagovat na změny na trhu, lépe komunikovat v rámci podniku a rychleji nalézat neshody.

Publikace od V. Pelantové a J. Havlíčka [6] (str. 49) dále vytyčuje hlediska procesního přístupu a jejich charakteristiku, příklady budou uvedeny v následující tabulce (Tabulka 1):

Hlediska	Charakteristika hlediska v procesním přístupu
Spolupráce	Probíhá napříč celou organizací mezi každým článkem procesu
Komunikace	Rychlá, skrze celý proces/organizaci
Samostatnost	Klade se důraz na samostatnost, pracovníci jsou školeni, prosazuje se iniciativa pracovníků a jejich sebedisciplína
Řešení problémů	Probírají se různé návrhy řešení, ústup od specializace
Jednotlivec	Na každém pracovníkovi záleží a měl by se najít jeho přínos pro organizaci, jednotlivec má větší volnost a tím pádem i větší zodpovědnost

Tabulka 1: Hlediska procesního přístupu (autor: [6])

Při zavádění procesního přístupu v organizaci závisí především na podpoře nadřazených orgánů a dobře koordinovaném vedení, jak tvrdí M. Grasseová [10] (str. 58).

Vedení musí, jak je stanoveno v normě ČSN EN ISO 9001 [31] (str. 19), určit procesy v organizaci, způsoby jejich aplikace a dále také:

- a) specifikovat vstupy a výstupy procesů
- b) určit vazby mezi vytvořenými procesy a zajistit jejich posloupnost
- c) stanovovat (a dále i aplikovat) kritéria a způsoby, jak zajistit efektivní funkcionalitu procesů
- d) zajistit potřebné zdroje pro charakterizované procesy
- e) přidělovat procesům odpovědnost a náležitá pravomoci
- f) najít způsoby řešení rizik, které by mohly v rámci procesů nastat
- g) procesy sledovat a vyhodnocovat, zda-li dosahují požadovaných výsledků
- h) snažit se procesy neustále zlepšovat [31]

O důležitosti vymezení charakteristiky procesu se lze dočíst i v publikaci V. Pelantové a J. Havlíčka [6] (str. 50), kteří jako hlavní charakteristiky vytyčují:

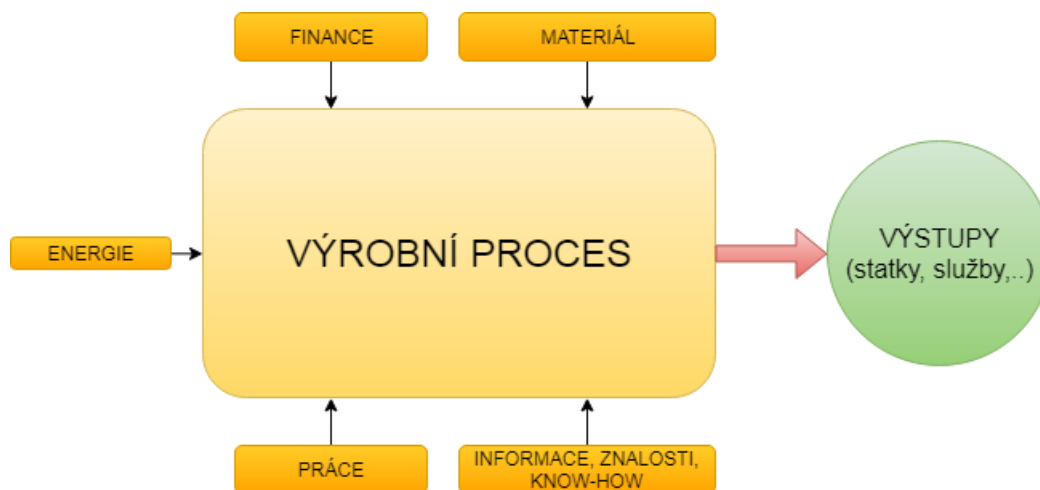
- vstupy a výstupy procesu
- popis procesu
- přidaná hodnota – jež je určována především zákaznickými požadavky
- znak – určitá charakteristika, jež slouží jako metrika procesu; měla by nabývat požadovaných hodnot
- vlastník – osoba, která za proces odpovídá a je v její snaze, aby bylo dosahováno požadovaných hodnot znaků

Pro charakteristiku procesů se dá uplatnit např. „Želví diagram“ [31].

Ačkoliv je popsání procesů částí nezbytnou a neodmyslitelnou při aplikaci přístupu, je to pouhým začátkem zavádění. Je dále třeba vytyčit způsoby, jak procesy řídit, zlepšovat, zbavovat rizika, monitorovat atd.

2.1.3. Výrobní proces

V knize „Podnikové řízení“ od J. Váchala a kol. [19] (str. 165) je výrobní proces (Obrázek 2) definován jako „posloupnost operací, při nichž dochází k propojení všech výrobních faktorů s cílem uspokojit finálního zákazníka“. Ve výrobním procesu dochází k transformaci vstupů na výstupy, které mají podobu statků či služeb.



Obrázek 2: Diagram obecného výrobního procesu (vlastní obrázek)

Obdobně popisuje výrobní proces i M. Jurová – ta jej vysvětluje jako „proces, který přidává v průběhu transformace ke vstupním zdrojům přidanou hodnotu, čímž vytváří požadované produkty, výrobky či služby“ [7] (str. 93).

Výrobní proces podle M. Synka [8] (str. 253) zahrnuje:

1. Hlavní výrobu – výsledné výrobky hlavní výroby tvoří hlavní náplň výroby
2. Vedlejší výrobu – zahrnuje produkci polotovarů či náhradních dílů
3. Doplňkovou výrobu – stará se o odpad vytvořený hlavní a vedlejší výrobou
4. Přidruženou výrobu – přidružená, liší se svým charakterem od výše zmíněných výrob

Typy výrobních procesů

V podnicích se výrobní proces podle M. Jurové [7] (str. 110) elementárně dělí na:

- *Technologické procesy* – výrobní procesy, ve kterých se přeměňuje materiál na finální výrobek, podle technických dokumentací pro danou výrobu
- *Netechnologické procesy* – tyto procesy zajišťují plynulý materiálový tok výrobou – souvisí s dopravou, skladováním materiálu, údržbou, kontrolou kvality...

J. Váchal a kol. [19] (str. 459) tyto dva typy procesů dále doplňuje o tzv. **pracovní proces**, který je také součástí výrobního procesu. Týká se aktivního zapojení pracovníků ve výrobním procesu. Pracovníci jsou důležití a jejich vynecháním by výrobní proces nemohl fungovat. Pracovní procesy se dělí na **technologické operace** – těmi se myslí např. sváření, lakování, montáž,... Toto rozdělení je hlavní v řízení výroby pomocí funkčního přístupu. Dále tyto operace lze ještě dělit na **pracovní úkony** – např. pracovní operace „montáž“ by se dala dělit na úkony, jako je navrtání šroubů, upnutí součástky aj.

Z hlediska dělení jsou ovšem „zajímavější“ technologické procesy.

Technologické výrobní procesy lze rozlišovat podle různých hledisek [7] (str. 110):

a) podle úrovně plynulosti výrobního procesu, kde se výroba rozlišuje na:

- *plynulou výrobu* – výroba probíhá neustále a není úmyslně přerušována
- *přerušovanou výrobu* – výroba je přerušovaná a to kvůli náležitostem, které jsou pro výrobu nezbytné (doprava materiálu, změna nástrojů, ...)

b) podle technologického charakteru, kde se výroba rozlišuje na:

- *mechanickou výrobu* – nemění se látkové vlastnosti materiálů a polotovarů, ale naopak se mění jejich tvar (např. strojírenství)
- *chemická výroba* – mění se vlastnosti látkové podstaty materiálů
- *biologická/biochemická výroba* – ve výrobě jsou využívány přírodní procesy (např. kvašení) a také se mění látková podstata materiálů

c) podle typu výroby, kde se výroba rozlišuje podle počtu druhů vyprodukovaných výrobků

- *kusová výroba* – je vyráběno velké množství druhů výrobků v malém množství
- *sériová výroba* – stejný druh výrobku se vyrábí v opakovaných sériích (výroba se ještě rozděluje podle velikosti – malo-/středně-/velkosériová)
- *hromadná výroba* – produkuje se velká kvantita jednoho či nízkého počtu druhů výrobků

d) podle způsobu organizace výrobního procesu, kde se rozděluje:

- *proudová výroba* – obsahuje výrobní linky a produkuje jeden/málo druhů podobných produktů
- *skupinová výroba* – je produkován větší počet produktů v menší kvantitě, výroba neprobíhá na lince
- *fázová výroba* – je produkována řada produktů v malém množství pro každý druh produktu

Z názvu bakalářské práce vyplývá, že budou dále zkoumány způsoby, jak z výrobního procesu „vytěžit maximum“ - tedy, jak mít z výroby produktu co nejvyšší zisk. Proto bude v následující části zkoumána ekonomická podstata tématu.

2.2. Hospodárnost

Základním stavebním kamenem výrobního procesu (a pochopitelně i efektivního fungování celého podniku) je úroveň jeho hospodárnosti.

V zákoně č. 320/2001 [4] - „Zákon o finanční kontrole ve veřejné správě a o změně některých zákonů“ se hospodárnost definuje jako: „použití veřejných prostředků k zajištění stanovených úkolů s co nejnižším vynaložením těchto prostředků, a to při dodržení odpovídající kvality plněných úkolů“. Tento zákon se vztahuje, jak je z názvu jasné, na veřejnou správu, nicméně z definice lze získat myšlenku, že hospodárnost je možné chápat jako minimální využívání prostředků k zajištění požadovaných cílů, s udržením odpovídající kvality.

Podle J. Šubrtové [21], hospodárnost je formulována jako „minimalizace výdajů při respektování cílů projektu“. V kontextu produkčního procesu se cíl projektu dá chápat jako úspěšná realizace tvorby výstupu.

Důležitost vymezení cíle projektu zmiňuje i M. Jurová [7] (str. 108), která jako jeden z cílů výroby považuje hodnotový cíl – cílem výrobního procesu je dosažení žádaného ekonomického výsledku.

Česká asociace pro finanční řízení (CAFIN) ve svém slovníku [25] definuje hospodárnost jako „získávání zdrojů příslušné kvality za minimální cenu“.

Hospodárnost se podle tohoto slovníku [25] prosazuje dvěma základními cestami, jimiž jsou:

- **Úspornost** (absolutní úspora) – úspornosti je dosahováno tak, že požadované výkony podniku (procesu) jsou zajištěny s co nejnižším vynaložením ekonomických zdrojů → s co nejnižšími náklady
 - lze tedy chápat jako vytváření přijatelného množství výstupů minimálním vstupem
- **Výtěžnost** (relativní úspora) - výtěžnost je zaměřena na to, aby byl maximalizován objem provedených výkonů při konstantním vynaložení ekonomických zdrojů; vynaložené náklady tedy zůstávají stejné, ale mění se (zvyšuje se) objem vytvořených výkonů
 - lze tedy chápat jako maximalizace výstupu při vynaložení stejného množství vstupů

Způsob, jakým bude organizace přistupovat ke zlepšování vlastní hospodárnosti je pak na rozhodnutí vedení.

Hospodárnost je dále podle M. Jurové [7] (str. 109) hlavním ukazatelem v rámci hodnotových cílů výroby a lze ji vyjádřit následujícím vzorcem:

$$E = \frac{T}{C} \quad (1)$$

Kde:

- **E** = hospodárnost (economy)
- **T** = tržba, vyjádřená v penězích

- **C** = náklady, vyjádřené v penězích

V závěru poté závisí na podniku, jak bude k výrobě přistupovat, aby byl ekonomický výsledek co nejpozitivnější. Existuje několik způsobů, jak k takovému výsledku může organizace dojít. V rámci výroby lze např. sledovat **výrobní kapacity** a pokusit se je navyšovat. M. Synek [8] (str. 259) výrobní kapacitu definuje jako: „maximální objem výroby, kterou dokáže výrobní jednotka (čímž se rozumí podnik, stroj, dílna,...) vyrobit za určitou dobu“. Kapacita je poté určena především technickou úrovní výrobních strojů, dobou provozu, způsobem organizování výroby aj.

Při analýze výrobních kapacit je důležité určit výkonnost výrobního zařízení, aby bylo dále možné sledovat, jestli toto zařízení „strádá“ či pracuje v přijatelných mezích. Výkonem vyr. zařízení se myslí jeho maximální výrobnost za čas. Výkon výrobního zařízení je stanovován podle norem kapacitní výrobnosti – ty určují maximální množství produktů, jež mohou být na daném zařízení vyrobeny za určitý čas. Pro každé výrobní zařízení je také stanoven jeho časový fond, tedy plánovaný čas, kdy bude v činnosti za rok [8] (str. 260).

Pro evaluaci výrobních kapacit pak lze využít následující vzorce [8]:

$$Q_p = T_p * V_p \quad (2)$$

Kde:

- Q_p = výrobní kapacita v naturálních jednotkách
- T_p = časový fond, který je využitelný (čistý čas výroby, po odečtení prostojů) [h]
- V_p = norma kapacitní výrobnosti (v naturálních jednotkách)

$$k_c = \frac{Q_s}{Q_p} \quad (3)$$

Kde:

- k_c = koeficient celkového využití výrobních kapacit (bude nabývat hodnot $<0;1>$)
- Q_s = reálný výrobní objem
- Q_p = kapacitní objem výroby

Pomocí těchto ukazatelů se může vedení rozhodovat, jak dále postupovat. Využití výrobních kapacit lze navýšit např. vyšším počtem směn a pracovníků v nich nebo zlepšováním organizování práce – což také souvisí se zaváděním procesního přístupu [8].

Lze tedy vyvodit, že ke zlepšování hospodárnosti by se organizace měly při výrobě (výrobním procesu) zaměřovat na efektivní přístup k nakládání s materiály, výrobními stroji, lidskou pracovní silou atp.

2.3. Efektivita

V Macmillanově slovníku moderní ekonomie od autora D. Pearce [12] (str. 86) se efektivita definuje jako „schopnost pracovat optimálním způsobem a produkovat výsledky s co možná nejúčinnějším využitím dostupného času, peněz a vstupů“.

H. Fialová [15] (str. 34) ve své publikaci efektivitu (resp. efektivnost) ve své nejobecnější podobě popisuje jako: „vztah mezi účinkem (efektem), který sledovaný systém poskytuje, a náklady potřebnými pro jeho dosažení“.

V rámci výroby, M. Synek [8] (str. 267) dále vymezuje pojem **produktivita**, což je podle něho efektivnost využívání produkčních faktorů ve výrobním procesu (nebo zkrátka obecně ve výrobě). Úroveň produktivity je dalším důležitým prvkem k analýze – sleduje poměr produkce výrobků k velikosti objemu vstupů, což potvrzuje M. Jurová [7] (str. 109), která staví produktivitu vedle hospodárnosti jako druhý hodnotový cíl výroby.

Obecně lze produktivitu vyjádřit vzorcem:

$$P = \frac{O}{I} \quad (4)$$

Kde:

- P = produktivita
- O = výstup (output)
- I = vstup (input)

Při počítání produktivity výroby lze pak uvažovat, že do proměnné O bude dosazen výnos z výroby a do proměnné I náklady spojené s výrobou.

L. Andrášek [17] stanovuje (a zároveň to také vyplývá ze vzorce), že produktivitu lze např. zvýšit snížením vstupů a současně zachováním velikosti výstupů. Snižování vstupů lze pak podle něho realizovat efektivnějším nakládáním s materiály, vyšším využitím výrobních strojů a obecně – snížením plýtvání.

Nejblíže k tématu práce nejspíše bude deskripce efektivity podle M. Keřkovského [1] (str. 2), podle něhož je efektivita „vyloučení plýtvání s omezenými výrobními zdroji (což zahrnuje i jejich nevyužívání, pokud jsou disponibilní) a jejich využití takovým způsobem, který se nejvíce blíží cíli podnikání – tvorbě zisku“.

Plýtvání je v článku od M. Pavelky [18] popsáno jako „vše, co navyšuje náklady na určitý produkt bez toho, aby to přidávalo hodnotu pro zákazníka“.

Sedm základních typů plýtvání se zdroji bylo na konci 80. let 20. století vymezeno japonským inovátorem, pracujícím pro firmu Toyota, Taiichim Ohnem [9] (str. 34). Typy plýtvání dle něho jsou:

- **Transport** (přemísťování) – nadbytečný, zbytečný pohyb produktu po pracovišti
- **Inventory** (přezásobování) – více materiálu k výrobě, než je zužitkováno
- **Motion** (pohyb) – nadbytečný, zbytečný pohyb pracovníků po pracovišti
- **Waiting** (čekání) – zbytečné prostoje při výrobě
- **Over-production** (nadprodukce) – větší produkce, než je reálná poptávka zákazníka
- **Over-processing** (nepotřebné operace) – operace ve výrobě, které nepřidávají (nebo přidávají pouze minimální) hodnotu
- **Defects** (defekty) – produkce defektních výrobků

Dalšími typy plýtvání může být např. nevyužívání potenciálu svých pracovníků nebo tzv. *Intelekt* – ten stanovuje, že pokud existují nástroje, díky nimž zvládne určitou operaci i méně kvalifikovaný personál, je poté plýtváním si udržovat více kvalifikovaný personál [9].

Tyto typy plýtvání hrají důležitou roli ve zlepšovateľské metodologii **Lean**. Tato metodologie hraje důležitou roli v zavádění procesního přístupu, neboť je směřována na zdokonalování procesů organizace, jak potvrzuje např. A. Svozilová [9] (str. 32).

2.3.1. Lean

Lean je v publikaci A. Svozilové [9] (str. 32) definován jako „sdružení principů, které jsou zaměřovány na vyhledávání a eliminování činností, které při tvorbě nových produktů nebo služeb nepřinášejí žádnou hodnotu pro zákazníka. V češtině se Lean (Lean production) nazývá štíhlou výrobou.

V rámci Leanu by se měly využívat následující principy [9]:

- definování výrobku/služby podle požadavků zákazníka
- identifikování hlavních aktivit a činností, které na tvorbě produktu podílejí
- využití procesního přístupu a jeho aplikace
- řízení procesů podle potřeb a požadavků zákazníka
- neustálé snažení o zdokonalování

Poslední krok je v rámci Leanu nejdůležitější – cyklické zlepšování procesů je hlavní náplní této metodologie. Základem pro Lean je přistupovat k výrobě procesně a kompletně všechny výrobní procesy charakterizovat a popsat. Poté lze začít používat některý z nástrojů, které byly v rámci Leanu vytvořeny. Jednou ze základních pomůcek, používanou pro neustálé zlepšování, je nástroj s názvem PDCA [9] [24].

PDCA

Název tohoto zlepšovateľského prostředku se skládá z počátečních písmen slov **Plan**, **Do**, **Control**, **Act**. Tyto slova zároveň vymezují kroky zlepšování, které jsou popsány následovně:

- **P** (Plan/Plánovat) – zlepšovací cyklus je započat sběrem informací a deskripcí problému, který je třeba řešit → je vytvořen *plán*, jak k problému přistupovat
- **D** (Do/Dělat) – po prvním kroku se začnou naplánované činnosti, vedoucí k řešení, zavádět
- **C** (Check/Kontrolovat) – ve třetím kroku se srovnávají požadované, naplánované výsledky s těmi reálnými – je zjišťováno, jestli je opravdu problém řešen
- **A** (Act/Konat) – v případě, že se reálný výsledek negativně odchyluje od žádaného, je třeba začít hledat příčiny problému a dále v jeho hledání postupovat opět od prvního kroku. Pokud je problém vyřešen a odstraněn, je nutností změny standardizovat a zavést do procesu.

Metodika neustálého zlepšování, ve které PDCA hraje nepostradatelnou roli, je obecně známa jako Kaizen (z japonského „kai“ znamenající „změny“ a „zen“ znamenající „dobrý/k zlepšení“) [19] (str. 519).

Kroky zlepšování jsou vymezeny, dále ovšem nastává diskuze, jak v rámci Leanu problémy řešit s určitou efektivitou tak, aby byly výsledky pozitivní. V problematice výrobních procesů bude nejčastěji řešeno, jak zamezit plýtvání (typy plýtvání již byly definovány) s různými výrobními faktory. Pro řešení tudíž existuje spousta metod, které pomáhají navést vedení k nalezení kladného východiska. Některé z nich budou dále popsány:

VSM

Takzvaný Value Stream Mapping, neboli mapování hodnotového toku, je pro Lean a procesní přístup základním kamenem. Spočívá totiž v popisu a vizualizaci všech prvků procesu, materiálových (a informačních) toků, vztahů mezi jednotlivými prvky apod. A. Svozilová [9] (str. 37) stanovuje, že VSM pomáhá k poukázání, jak jednotlivé bloky procesu napomáhají k tvorbě hodnoty a také pomáhá nalézt tvůrce plýtvání.

Vizuální podoba VSM většinou bere podobu diagramu, ve kterém lze nalézt informace o výkonnosti bloků a jejich časovou náročnost.

Analýza procesního toku, např. materiálového, je jednou z nejdůležitějších v rámci plynulosti výroby. Snahou všech organizací je mít výrobní proces co nejrychlejší a nejplynulejší.

Kanban

Tato metoda využívá tzv. *principu tahu* – vyráběno je podle požadavků zákazníka (vnitřního/koncového), vyrábí se správný výrobek ve správný čas [19] (str. 475). Tím se liší od *principu tlaku*, ve kterém je vyráběno bez omezení množství výrobků (na rozdíl od *tahu*). [26] [27]

Kanban je dílenský systém řízení výroby. Název je složen z japonských slov „kan“ = karta a „ban“ = signál. Princip této metody tkví v poskytování potřebných komponent interním dodavatelem pouze, když jsou zapotřebí, aby nevznikaly přebytky mezisklady. Na výrobním pracovišti jsou definováni tzv. „prodávající“ a „nakupující“, kteří mají mezi sebou určeno, jak si budou dodávat a odebírat materiál či výrobní součástky. K informovanosti jednotlivých pracovišť slouží ony *karty* – informační štítky, které probíhají výrobním procesem [19] (str. 475).

Předávání kanbanových karet funguje následovně:

1. Dělník montuje součástku a k tomu si bere díly z podavače, ve kterém jich má konstantní množství.
2. V momentě, kdy jsou všechny díly spotřebovány, předá kanbanovou kartu svému předchůdci ve výrobě, což je signálem, že je připraven přijmout další dávku.
3. Proces se neustále opakuje, pokud na pracovišti není kanbanová karta, nemůže probíhat výroba/doprava.

TOC

Zkratka této metody/metodologie znamená „theory of constraints“ = teorie omezení. Zabývá se tzv. „**bottlenecky**“ = úzkými místy, které limitují proces výroby (prodeje, ...). Teorie omezení říká, že proces je tak silný, jak je silný jeho nejméně výkonný, nejslabší článek, proto je důležité soustředit se na nalezení bottlenecku a snažit se ho zlepšit. Bottleneck může být např. čas, jaký díl stráví na určitém pracovišti, chybovost, která na daném místě výroby nastává aj. [9] (str. 38) [19] (str. 95).

Pro vyhledávání úzkých míst lze použít již zmiňované mapování hodnotového toku.

5S

Metoda 5S slouží k zamezení plýtvání na pracovištích tím, že dojde k jejich lepšímu organizování podle 5 definovaných kroků [9] (str. 39) [23]:

- Seiri (Sort/Třídění) – prvně se musí na pracovišti eliminovat všechny nepotřebné součástky, pracovní úkony,...
- Seiton (Straighten/Umíst'ování) – naopak, všechny potřebné věci k práci na pracovišti musí být jasně umístěny; je třeba, aby byly pohodlně dostupné a přístupné a seřazené ve správném pořadí k zajištění hbitosti výroby
- Seiso (Sweep/Úklid) – pracoviště musí být uklizeno a udržováno v čistotě, aby bylo vše plně dostupné pracovníkovi, nebo aby nedocházelo ke zbytečným zraněním ze „zatoulaných“ dílů, které by na pracovišti být neměly
- Seiketsu (Standardize/Standardizovat) – zavedené postupy organizace a úklidu pracoviště by se měly standardizovat k zajištění stability procesu.
- Shitsuke (Sustain/Udržení) – poslední krok stanovuje, že všechny předešlé kroky by se měly udržovat a aktivně aplikovat; organizace by si měly zároveň dodržování daných pravidel kontrolovat

Podobných nástrojů pochopitelně existuje více, komplexita metodologie Lean je vysoká. Jak již ovšem bylo představeno, není jedinou procesní filozofií, kterou si může organizace „přivlastnit“ - mezi další patří např. Six Sigma.

2.4. Rizika

Riziko je podle normy ISO Guide 73:2009 – Risk Management: Vocabulary [29] definováno jako „účinek nejistoty na objekty“.

M. Tichý [30] (str. 15) ve své knize dále vysvětluje, že riziko je velice širokým pojmem, jenž se ve své definici liší s různými obory. Riziko tak definuje např. jako:

- *pravděpodobnost vzniku újmy*
- *možnost ztráty či naopak zisku v podnikání*
- *odchylka od očekávaných hodnot*
- *pravděpodobná hodnota ztráty vzniklé svému nositeli, kterou lze vyjádřit v peněžních jednotkách (nebo jiných – čas, ...) [30]*

V kontextu díla bude nejspíše nejrelevantnější poslední definice – riziko je tak možné porovnávat a analyzovat podle určitých jednotek. Důležitost analyzování rizika je potvrzena v normě [31], ve které se lze dočíst, že řešení rizik je základem pro dosažení lepších výsledků (např. výroby) a slouží k předejití negativním účinkům (např. prostoje). Sledování a vyhodnocování rizik dokáže dát vedení představu o tom, na která místa se zaměřovat nebo předcházet nevyužitým pracovním časům – pokud je např. vyhodnocena pravděpodobnost poruchy strojů, lze pak u toho s nejvyšší hodnotou objednat náhradní díl apod.

K takovému vyhodnocování slouží nástroje, přičemž některé z nich budou představeny. Pro získání výsledků z nástrojů je ale nejprve potřeba vymezit pojem *pohotovost* z teorie spolehlivosti.

Pohotovost

Pohotovost, nebo-li funkce okamžité pohotovosti, je pravděpodobnost, že objekt v daném okamžiku a daných podmínkách není schopen plnit svoji požadovanou funkci, jak stanovuje J. Kamenický [33].

Pohotovost se značí jako **A** (z angl. „Availability“), nabývá hodnot $<0;1>$ a lze ji získat následovně:

$$A = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} \quad (5)$$

Kde:

- MTBF = střední doba mezi poruchami
- MTTR = střední doba do opravy

Opakem pohotovosti je nepohotovost, značena písmenem **U**. Nepohotovost je komplementem pohotovosti [33].

$$U = 1 - A \quad (6)$$

Se znalostí tohoto pojmu si lze předvést nástroje ke sledování rizik. Budou jimi nástroje FTA a FMECA.

FTA

Zkratka FTA znamená Fault Tree Analysis, neboli analýza stromu poruchových stavů. Stromem poruchových stavů se rozumí grafický model, který znázorňuje vztahy mezi hlavní, *vrcholovou událostí* a jejími příčinami. Vrcholová událost je obvykle umístěna na „špičce“ stromu a je objektem zkoumání [32].

Základem FTA je nejprve určit zkoumanou vrcholovou událost. Takovou událostí bývá zpravidla určitý typ poruchy. Poté jsou dále zkoumány způsoby a příčiny, jak by mohlo k takové události dojít. Každá příčina je kvantifikována hodnotou pohotovosti či nepohotovosti – záleží na předmětu zkoumání.

Strom obsahuje specifické symboly, základními z nich jsou:



Základní událost: událost, která již není třeba/není možné dále rozvíjet

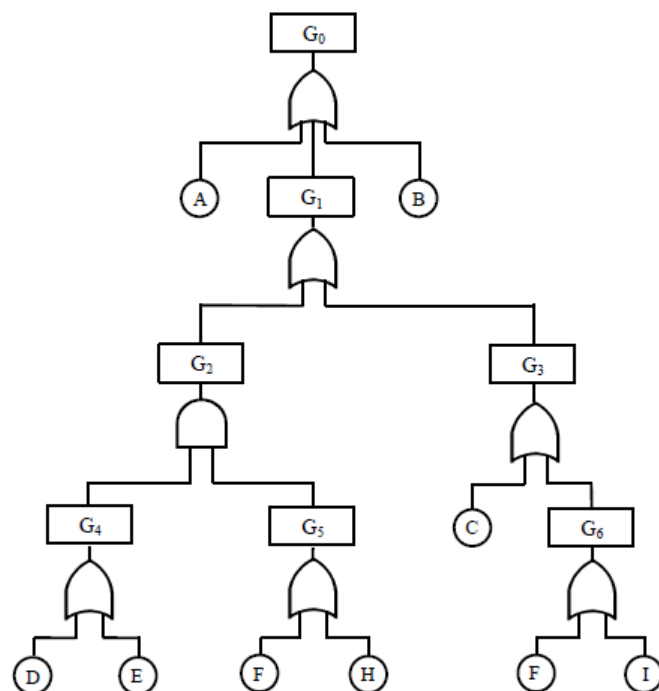


Hradlo AND: Výstup z hradla AND nastane, pokud se splní všechny vstupní podmínky



Hradlo OR: Výstup z hradla OR nastane, pokud se splní alespoň jedna vstupní podm.

Samotné znaky velkou představu o podobě stromu nevytvoří, zde je proto ukázka celého stromu:



Obrázek 3: Ukázka kompletního stromu poruchových stavů (autor: David Vališ [33])

Poslední nutnou informací k výpočtu jsou vzorce, podle kterých se zjistí pravděpodobnosti, že určitý jev/událost nastane.

V případě hradla AND lze zjistit hodnotu pravděpodobnosti vzorcem:

$$P(\text{událost}) = \prod_{i=1}^n P(\text{jev}_i) \quad (7)$$

A v případě hradla OR vzorcem:

$$P(\text{událost}) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P(\text{jev}_i)) \quad (8)$$

V případě, že je např. zkoumána vrcholová událost, že určitý stroj bude v poruše, za $P(\text{jev}_i)$ bude dosazována hodnota nepohotovosti. Díky FTA (Obrázek 3) je možné číselně (ale i nečíselně) analyzovat rizikovost různých nástrojů a způsobů, jak by se mohly porouchat [33]. Získat správné hodnoty pohotovosti nicméně není v praxi jednoduchou záležitostí. Druhým představeným nástrojem bude FMECA, která je zaměřena spíše na „slovní“ analýzu.

FMECA

Nástroj FMECA vychází ze své původní podoby, FMEA, což je analýza, sloužící k identifikování druhů poruch a zároveň jejich příčin a důsledků. FMECA je následně doplněna ještě o analýzu kritičnosti [34].

FMECA slouží ke komplexnímu popisu všech možných rizikových událostí. Takový popis pak lze využít např. k návrhu konstrukčních změn ve výrobě, vytvoření plánu údržby apod. Ačkoliv může být tato analýza pracná a časově náročná, dodává vedení silnou kontrolu nad procesy.

Postup analýzy FMECA je následovný:

- vymezení zkoumaného předmětu – vypsání názvu, funkce, ...
- nalezení a identifikace způsobů poruch
- definování příčin poruch a jejich následků
- vyhodnocení (semikvitatativně) pravděpodobnosti, odhalitelnosti a následků poruch
- vypočtení tzv. rizikového čísla = RPN – počítá se následovně [35]

$$RPN = P * O * N \quad (9)$$

Kde:

- P = pravděpodobnost
 - O = odhalitelnost
 - N = následky
- **P**, **O** a **N** většinou nabývají hodnot na škále od 1 do 10 (zde záleží na určení vedoucího analýzy)
- Získané rizikové číslo se dále vyhodnocuje na základě vybraných stupnic
- Co výsledek znamená pak lze určit např. maticí rizik

Do položek tabulky FMECA lze dále zahrnout i další parametry, jejich zapsání do analýzy je pak ovlivněno problémem, který je pomocí metody řešen.

2.5. Trendy a problémy ve zlepšování výroby

Zlepšování v posledních letech tkví hlavně v uplatňování metodologií, které vedou k co nejvyšší kvalitě, nízkým nákladům a nízkým výrobním časům. Mezi tyto metodologie patří již probíraný Lean, ale dále také Six Sigma, TQM či EFQM. Všechny tyto metodologie jsou zahrnuty pod tzv. WCM, neboli World Class Manufacturing [7] (str. 58). S těmito nástroji je dále spojeno tzv. WCP, neboli World Class Performance, které vyzdvihuje dosahování kritérií, která dále navyšují konkurenceschopnost organizací. Mezi tyto kritéria patří např. inovace, kvalita, flexibilita apod.

Dosažení WCP lze např. pomocí strategie vyvinuté společností Cortland, která nese název LEAD – Lean Enterprise Across Disciplines [7] (str. 60).

V posledních letech (od roku 2011) je v podvědomí organizací také myšlenka tzv. Průmyslu 4.0, která je primárně zaměřena na komputelizaci průmyslu. Základním „hnacím prvkem“ této strategie

je Internet věcí (IoT). Hlavními cíli Průmyslu 4.0 je standardizace, bezpečnost, promyšlená a fungující infrastruktura, efektivnost nakládání se zdroji apod.

Problematickou těchto nástrojů je především jejich zavedení. V každé organizaci tyto postupy vyžadují odlišný přístup – příčinou jsou rozdílné podmínky práce, velikosti výrobních prostor, finanční možnosti apod.

To potvrzuje i T. Stohr v rozhovoru J. Kratochvíla [50], který říká, že hlavním problémem je v organizacích pochopení důležitých principů metodologií – v rámci Lean je tímto principem např. zaměření na zákazníka. Dále také vyzdvihuje, že pokud chce organizace zavést některé ze zlepšovateľských principů, v základu je pro ni především důležité chtít, aby metody fungovaly – vedení by mělo být aktivně zapojeno, školit své zaměstnance, hledat návrhy řešení problémů apod.

Tímto byl vytvořen základ pro praktickou analýzu v rámci zlepšování hospodárnosti. Rešerší literárních zdrojů bylo vytyčeno, že základem je přistupovat k výrobě z pohledu procesního přístupu a zajišťovat náležitosti této problematiky. Je důležité soustředit se zejména na efektivitu výrobního procesu, čehož lze např. dosáhnout uvedenými metodologiemi a nástroji. V neposlední řadě je nutné brát ohled na rizika, která mohou být uvnitř procesu vytvořena a hlídat je pomocí zavedených pomůcek.

3. Charakterizace podniku a stavu produkčního procesu

3.1. Představení zkoumané firmy

Firma Walraven působí na trhu s instalačním materiálem již od roku 1942, kdy byla založena holandským instalatérem Janem van Walravenem. Od té doby se z firmy Walraven stala celosvětová společnost, zaměřující se na výrobu a návrh instalatérských produktů a služeb a zaměstnává přes 1000 pracovníků.

Hlavním zaměřením firmy Walraven je spokojenost zákazníka a snaha o neustálou inovaci. Zaměřuje se na to být tržně orientovaná, inovativní a poskytovat spotřebitelům svými produkty co nejvyšší výkon. Organizace se také může chlubit certifikací RAL – značka kvality, označující technické vlastnosti a kvalitu potrubních objímek, montážních lišt apod.

Sortiment firmy je pestrý – vyrábí montážní systémy, upevnění pro potrubí, předstěnové systémy, tlumiče vibrací, protipožární systémy apod.

Na území České republiky má firma Walraven dva výrobní podniky, přičemž oba sídlí v Libereckém kraji. Výrobu neprovozuje přímo Walraven, ale **Suchánek & Walraven** – firma zahrnutá pod skupinu Walraven, založena po Sametové revoluci. Její první sídlo bylo vybudováno ve vesnici Horka u Staré Paky. Druhé poté následovalo ve vedlejší vesnici, Čisté u Horek, ve které bude probíhat zkoumání v rámci práce. V čístecké provozně se výroba zaměřuje především na objímky pro potrubí a předstěnové systémy – zejména výrobu rámců k těmto systémům.

Firma Walraven byla autorem oslovena a se zájmem odpověděla s nabídkou spolupráce na bakalářské práci. Od začátku roku 2019 ve výrobě probíhají aktivní změny a inovace, které se týkají zvyšování produktivity a hospodárnosti práce. Do výroby byly pořízeny nové nástroje a probíhá snaha o zvětšování pracovních ploch. Téma práce by podle vedoucího výroby v jedné z hal firmy, hale 2, ve které se vyrábějí zmíněné předstěnové systémy, mohlo být přínosné a přinést jiný pohled na problematiku zlepšování.

Informace, nashromážděné v rešeršní části práci, tedy budou aplikovány na výrobní proces ve firmě Walraven.

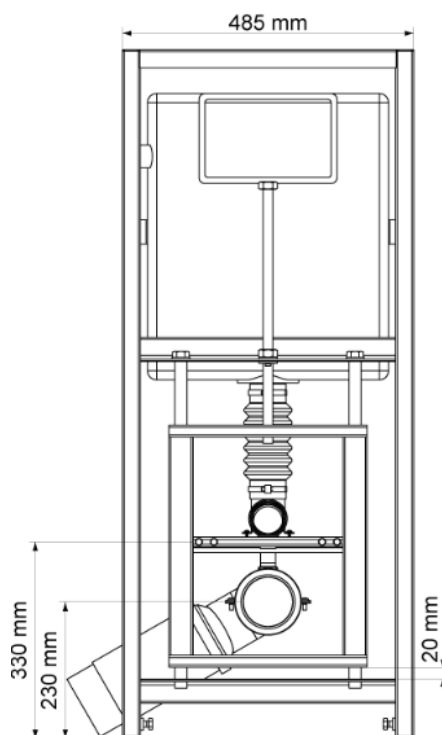
3.2. Popis výroby v hale 2

Prvním zásadním krokem k vytvoření optimalizačního návrhu je elementární popis samotné výroby. Jak již bylo řečeno, v hale 2 čístecké pobočky firmy Walraven se výroba zaměřuje na předstěnové systémy, především na předstěnové rámy, které jsou hlavní částí konstrukce takových systémů.

Kompletní předstěnový rám může mít následující podobu + konstrukce:



Obrázek 4: Předstěnový rám BIS VARIO®WC Basic 10, výrobce Walraven
(<https://www.walraven.com/cz/vyroby/bis-vario-wc-basic-10/>)

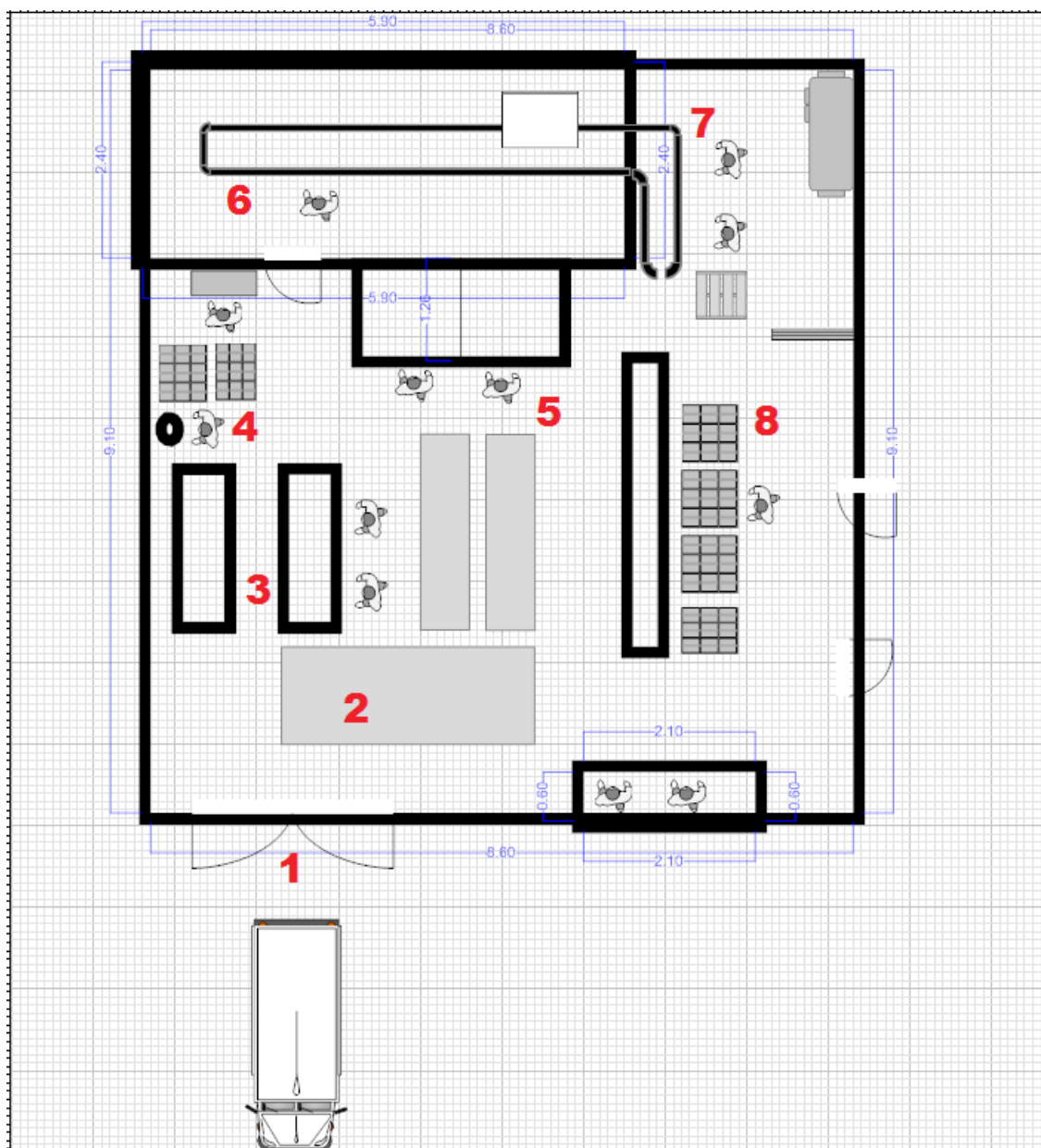


Obrázek 5: Plán konstrukce předstěnového rámu BIS VARIO®WC Basic 10, autor Walraven (www.walraven.com)

Hala 2 se především zaměřuje na výrobu hlavních, zelených ráků, (Obrázek 4) které jsou produkovány v několika variantách – na stránkách firmy je nabízeno 5 typů, nicméně firma vyrábí na základě objednávky zákazníka a výsledný rám mohou díky flexibilitě výrobních strojů upravit do mnoha podob. Funkce nabízených ráků je uchycení záchodových mís a splachovadel či umyvadel – především jako součást koupelen v nemocnicích, rehabilitačních centrech či pečovatelských domech. Výrobním materiálem pro tyto ráky je podle dokumentace ocel. Ráky jsou po vyrobení dále nalakovány epoxidovým nátěrem.

Prostory haly jsou plně přizpůsobeny výrobě zmíněných ráků. Probíhají zde veškeré činnosti výroby – do haly je externě dovážen materiál, zde je zpracován, použit na výrobu ráků a konečné výrobky jsou zde i zabaleny podle zavedené normy. Ačkoliv autorovi nebyly dodány materiály, které dokumentují „layout“ pracoviště, pomocí sledování a předchozí znalosti pracoviště lze, ačkoliv ne zcela přesně, vytvořit nákres výrobní haly.

Layout pracoviště byl vytvořen pomocí programu SmartDraw.



Obrázek 6: Přibližný layout výrobní haly (vlastní obrázek)

Grafické znázornění rozpoložení v obrázku není podle měřítka, nicméně jsou zde zahrnuty všechny důležité fáze výroby rámců.

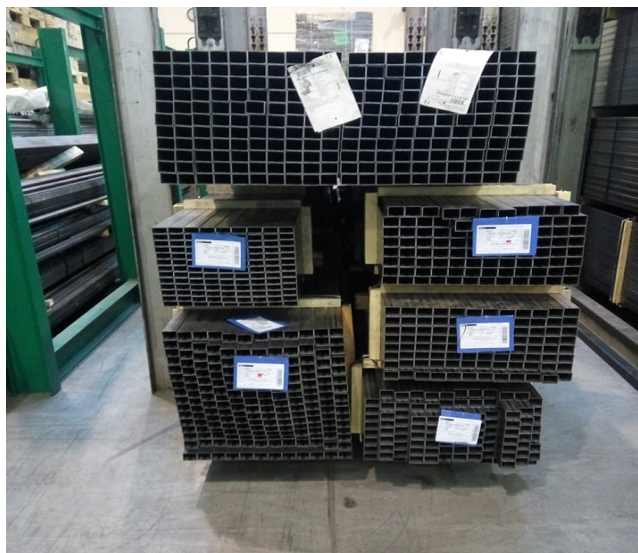
Vysvětlení nákresu (Obrázek 6) podle červeně zbarvených čísel:

1. Nájezdová rampa

Inicializační fáze celého výrobního procesu – v tomto místě začíná veškerá aktivita na pracovišti, na tomto místě vstupuje materiál do celé výroby. V konkrétním případě této práce jsou materiálem dlouhé tyče, vyrobené z několika druhů materiálů, které jsou dále zpracovány v dalších fázích procesu.

2. Hlavní skladiště materiálu

Materiál je přibližně v těchto prostorách uskladňován – tyče jsou navrstveny na sebe v určených zásobnících a dále odebírány pracovníky. Ačkoliv autorovi nebyl dodán celý list používaných materiálů, bylo mu řečeno, že ve výrobě figuruje velká škála různých druhů, mezi nimiž je např. ocel a nikl. Tyče, neboli tzv. jekly, mají v základu několik metrů, obvykle tvar kvádry a uvnitř jsou duté.



Obrázek 7: Skladiště materiálu v hale 2 firmy Walraven (vlastní obrázek)

3. Laserové řezače materiálu

Ze skladovacích prostor se tyče přesouvají do průmyslových laserů, ve kterých jsou zpracovány do potřebných tvarů. Do laserů se materiál dostává pomocí jeřábu, který jej dopravuje do míst, kde je laserem odebírán. Lasery jsou obsluhovány zaškoleným personálem. Délka řezání poté záleží na složitosti – pro určité rámy jsou potřeba po stranách pouze dva malé, kruhové otvory, pro jiné takové otvory naopak čtyři, společně ještě s dodatečnými řezy po stranách apod. Ve firmě jsou používány dva lasery vyrobené firmou Trumpf, model TruLaser Tube 5000 fiber.

Po rozhovoru s obsluhou laserových řezačů byl zjištěn fakt, že délka řezání je často proměnlivá – to je způsobeno právě různorodostí výstupů strojů.

4. Bodovací stanice

Od laseru se přesouvají vyřezané díly do tzv. bodovací stanice – v této části je na rámy manuálně přivařen malá ocelová „matice“, která slouží pro instalaci rámů (jsou do ní navrtány šroubky v dalších fázích výroby).

5. Svařovna

Další fází výrobního procesu závěsných rámu je svařovna. Skladovací prostory pro svařovnu jsou určeny v prostorech asi 2m od svařovny. Tato stanice má dvě pracoviště – dvě automatické svařovací jednotky. Obsluhou svařovny jsou ze skladovacích prostor odebrány přípravky pro výrobu právě vyráběného rámu (většinou se rám skládá asi z 4 - 5 přípravků). Rámy jsou následně umístěny do svařovacího stroje, který díly zvoleným způsobem svaří v jeden celistvý rám. Rozhovorem s pracovníky byla zjištěna průměrná délka svařování rámu, která činí 1 min. a 10 s.

6. Lakovna

Po ukončení svařovacího procesu se dále zhotovené rámy přesouvají do lakovací fáze. Hotové produkty ze svařovny se uskladňují na vozík s kolečky, díky čemuž mají pracovníci procesu lakování usnadněnou práci – dříve se ze svařovny rámy dávaly do dřevěných „ohrádek“, ze kterých se až následovně přemísťovaly rámy na vozíky, což bylo pro pracovníky náročné. Na tomto pracovišti jsou manuálně navěšovány rámy na dopravník. Dopravník se nepohybuje příliš velkou rychlostí – jeden samostatný rám putuje od navěšení až po svěšení po dopravníku několik hodin. To je kompenzováno množstvím zavěšených rámu. Rámy jsou zavěšovány na dva kovové háčky, které jsou také umístěny manuálně. Lakování poté probíhá automaticky, rámy v lakovací stanici získávají práškový epoxidový nátěr (bílý/modrý). Samotným nalakováním proces není hotov – barva potřebuje na rámu zůstat. To je zajištěno elektrickou vypalovací pecí, do které po dopravníku dále rámy putují. V peci se za vysokých teplot barva „přípeče“ k rámu a může následovat do dalšího stanoviště.

V lakovně ještě operuje pracovník, jehož prací je manuálně dostříkávat lak na rámy v případě, že by na některých místech chyběla barva.

7. Kompletační práce

V předposledním stanovišti výroby dochází k finálním dokončovacím pracím na rámu. Již značně vychladlé rámy jsou dopravníkem vyvezeny pryč z lakovacího stanoviště. Na jeho výstupu jsou připraveni pracovníci, přičemž jeden se stará o manuální navrtání kovových nožiček do rámu (díl, který je vyráběn v jiném výrobním procesu firmy) a minimálně další jeden pracovník pak tyto rámy svěšuje a dále umísťuje na paletu. Paleta má rozměry takové, aby se vedle sebe vešly dvě vrstvy rámu. Mezi oběma vrstvami jsou umístěny ploché dřevěné tyčky, které zabraňují poškození rámu. Na paletu se vejde 80 kusů rámu, tudíž 40 a 40 na každou polovinu palety.

8. Balicí fáze

Potom, co jsou rámy připraveny na paletě, jsou odvezeny na poslední článek výrobního procesu, což je balení. Na toto stanoviště jsou paletovým vozíkem palety manuálně navezeny a následně jsou na vrchní vrstvu umístěny lišty z tvrdého papíru, které zabraňují

poškození rámu další částí procesu balení – ovinováním polypropenovou páskou. Po ovinutí je konečně paleta zabalená do průhledné „stretch“ fólie (ještě předtím jsou na rohy navršených palet také umístěny papírové lišty). Vršek palety je zakryt čtvercovou deskou z tvrdého papíru, která je také zabalená fólií a konečná fáze výrobního procesu je tak dokončena. Paletovým vozíkem je hotová paleta navedena do prostor, ze kterých je možné odebírat palety k expedici k finálním zákazníkům.

Ve výrobním procesu rámu dále ještě operují dvě stanoviště, která nebyla v popiscích popsána. Prvním z nich je stanoviště kontrolora kvality. Ve výrobní hale je toto stanoviště umístěno vedle lakovny. Zde funguje jeden pracovník, jehož úkolem je pravidelně obcházet výrobní proces a kontrolovat, zda vše probíhá tak, jak má – zkouší tuhost utažení šroubků na rámech, vizuálně kontroluje, zda jsou rámy správně nalakovány a na některých se neodlupuje barva atp. Kontrolor má také za úkol zajišťovat, že rozměry nařezaných tyčí odpovídají předepsaným normám firmy. To je ve firmě Walraven řešeno pomocí tzv. *Quality protocolů*, které budou v práci podrobněji popsány později.

Druhé, nezmíněné stanoviště je poté kancelář výrobních techniků a vedoucích výroby, kteří přímo svojí činností tvoření výstupu neovlivňují, nicméně se starají, aby byla udržována produktivita práce, sledují výrobní časy, starají se o plánování objednávek pomocí zabudovaného ERP systému a také o neustálé zlepšování procesů.

Celkově působí přímo ve výrobě předstěnových rámu 14 lidí. Tito pracovníci jsou na pracovišti rozděleni následujícím způsobem:

- 2 pracovníci mají za úkol obsluhu laserů
- 2 pracovníci se starají o obsluhu svařovacích strojů
- 1 pracovník pracuje na bodovacím úseku
 - Tento úsek je ovšem v 95% času (podle vedoucího výroby) nevytížen, protože spousta rámu obodovat nepotřebuje. Tuto práci tudíž většinou zastává směnový mistr.
- 1 pracovník dodává/přiváží materiály do svařovny
- 1 pracovník zavěšuje rámy v lakovně
- 1 pracovník se stará o dokončení lakování rámu
- 3 pracovníci kompletují a skládají rámy na palety
- 1 pracovník balí palety a odváží je do expedičních prostor
- 1 směnový mistr
- 1 kontrolor kvality



Obrázek 8: Svařovna v hale 2 firmy Walraven (vlastní obrázek)

Výrobní proces je v rámci práce dále důležité sledovat z hlediska časového. Zrychlit průchod materiálu výrobou je pro vedoucí výroby základním elementem ve zvyšování hospodárnosti celého procesu a to pro firmu Walraven především nyní, neboť rok 2019 je pro firmu rokem expandování, tudíž produkuje snahu o zlepšování v mnoha ohledech.

V následující tabulce (Tabulka 2) bude vypsán čas, který je nutný pro výrobu jednoho rámu pro předstěnový systém. Do této tabulky nebude započítáván příjem materiálu do haly – tento proces není přímou součástí výroby, materiál je přivážen ve velkých dávkách a objednáván podle potřeby. Ve firmě mají vlastní zjištěnou dobu dodání materiálu a průměrnou denní spotřebu – plánovači v ERP systému tedy dokáží vykalkulovat, v jakém časovém okamžiku materiál znovu objednat. Jeden rám je ve sledovaném případě složen z 9 dílů, přičemž každý z nich má vlastní složitost, tudíž i různou délku výřezu. V hale 2 se pro sledovaný vyráběný rám ovšem vyrábí 5 částí – dvě „nohy“ rámu a 3 propojovací příčky. Zbytek je dodáván z vedlejších hal/výrobní haly, která sídlí na Horkách u Staré Paky.

V tabulce bude uveden čas, který je nutný pro vytvoření rámu. Čas laseru bude počítán pro výřez všech 5 částí, dále bude čas uveden pro celý rám (který vznikne svařením).

Činnost	Čas [s]
Zpracování materiálu na laserových řezačích	51
Bodování	120
Svaření rámu	70
Průjezd lakovnou	10800
Kompletace (přidání nožiček)	18

Tabulka 2: Časová délka činností výrobního procesu (suma = 10939/11059s) (vlastní tabulka)

Je vidět velký rozdíl v jedné z položek operací – v průjezdu lakovnou. Od navěšení po svěšení opravdu uplynou 3 hodiny, nicméně jak již bylo řečeno, tento čas je vykompenzován množstvím rámců na dopravníku – na pás jich lze, podle informací od mistra výroby, umístit 280, přičemž za hodinu je zkompletováno 70-80 kusů. Ve firmě funguje třísměnný provoz, tudíž se rozpracované dávce z noční směny chopí směna ranní atd. Rychlost celého výrobního procesu tudíž není lakovnou ovlivňována až tak, jak by se mohlo z tabulky zdát.

Do tabulky nebyly započítány logistické časy – doby trvání odběru z hlavního skladiště, meziskladišť, navěšování rámu, svěšení rámu a zabalení. Pro kompletní analýzu budou ovšem potřebné, tudíž budou dále uvedeny v následující tabulce.

Činnost	Čas [s]
Odběr materiálu do laseru	245
Odběr materiálu- laser → bodování/laser → svařovna	20/22
Odběr přípravků- bodování → svařovna	28
Odběr rámu- svařovna → lakovna	25
Navěšení rámu	45
Svěšení rámu	15
Umístění na paletu	10

Tabulka 3: Časová délka logistických činností výrobního procesu (suma = 360/390s) (vlastní tabulka)

Důležitým poznatkem je u těchto činností fakt, že materiál není odebírán přímo mezi jednotlivými stanovišti: po bodování/laseru jsou umístěny přípravky do meziskladu, ze kterého si dále dělníci části rámu odebírají sami. Podobně pak tomu je i u vztahu svařovna → lakovna: dělník svařovny hotový rám uloží na vozík s kolečky, který je přesunut do meziskladu lakovny. Jakmile je pracovník lakovny připraven, naveze vozík do lakovny a dále navěšuje.

Do tabulek nebyl započítán čas balení rámu – tato operace pochopitelně probíhá až po tom, co je paleta plně navršena. Samotné zabalení trvá zkušenému pracovníkovi zhruba 4 min., tedy 240 s. Časy byly naměřené stopkami.

Pomocí těchto časů lze následně sumou zjistit, jak dlouho trvá jednomu rámu dostat se napříč celým výrobním procesem. V praxi to tak jednoduše ovšem počítat nelze – takový způsob výpočtu by šlo využít pouze, pokud by měl být vyroben jeden rám a všichni pracovníci by se soustředili právě na jeho výrobu. V rámci práce ovšem bude výpočet proveden k následnému porovnání po aplikaci metod k zlepšení hospodárnosti. Sečtením hodnot v první tabulce je získána časová hodnota 11 059 s (nebo 10939 s) – to je bez započítání logistických časů. Nutno také podotknout, že časy uvedené zde nejsou naprosto přesné – např. ve svařovně byl autorovi čas sváření předán pouze přibližný, určen praktickým sledováním obsluhy svařovacích jednotek. Dále, u laserového řezače je uveden čas 51 s, který také není naprosto přesný – technici, obsluhující stroj, autorovi sice předali tzv. nastavovací plány, ve kterých je čas uveden viz Obrázek 9, nicméně tento čas je také zaokrouhlen a je do něho započítána asi vteřinová odchylka, rezerva. Ta je udávána z důvodu, že by v laseru nastala minoritní chyba, která by následně čas o něco prodloužila.

CELKOVÁ DOBA:	0 : 00 : 10 [h:min:s] (0 : 00 : 02 [h:min:s] obsekání; 0 : 00 : 05 [h:min:s] obrysy; 0 : 00 : 02 [h:min:s] oddělovací řez)
---------------	--

Obrázek 9: Položka nastavovacího listu laseru udávající čas řezání dílu (autor: Walraven)

Přesné časy řezání pak bylo možné vyčíst přímo ze softwaru, zabudovaného v samotném výrobním stroji. Z něho bylo vyčteno, že průměrné hrubé časy 5 vyráběných částí byly 10,307; 10,969; 9,895; 9,993; 10,008 s. (suma = 51,172 s)

Součtem hodnot z tabulky logistických časů je poté získán čas 360/390 s. Celkově tedy čas výroby činí 11299/11 449 s, tedy necelých 188/191 min. První číslo v dvojici vždy udává čas bez bodování, druhý je čas s bodováním. Důvodem je již zmíněná nízká vytiženost bodovací stanice, tudíž se s ní často počítat nemusí.

Kromě provozních časů by k dalším analýzám byly vhodné náklady na výrobu rámu. Do takového výpočtu by měly být zahrnuty ceny materiálu, práce a energií. Bohužel v tomto ohledu autorovi nemohly být poskytnuty informace, tudíž budou použity pouze přibližné ceny, zjištěné pomocí výrobců, udávajících informace na internetu.

a) Ceny materiálu

Materiálem, jsou ocelové profily - „jekly“. Do výroby firmy Walraven jsou naváženy ve velkém množství, tudíž uplatňují množstevní slevu a ceny se budou od uvedených lišit. Na webu prodejce jeklů Kondor [36] je udána cena za jeden kus ocelového profilu s rozměry 40x30x3cm (šířka, výška, průřez – tyto rozměry jsou používány pro výrobu sledovaného rámu) 538,45 Kč. Jeden kus má délku 6,05 m. Délka jedné vyrobené nohy rámu je 1020 mm, tedy 1,02 m. Z jednoho zakoupeného kusu by tak šlo vyrobit 5 noh, přičemž by ale ještě zbylo 950 mm materiálu. Vzhledem k tomu, že do výroby přivází materiál v takových rozměrech, aby byl odpad minimální (problematika odpadů z výroby bude uvedena v dalších částech práce), bude počítáno s tím, že z jednoho zakoupeného jeklu by bylo možné vyrobit 6 noh. Pro výrobu jednoho rámu jsou pochopitelně potřebné 2 nohy, cena za materiál bude činit 179, 48 Kč.

Dalším dílem rámu je kratší tyč, takzvaná „cross section“. Tato tyč má stejné rozměry šířky, výšky a průřezu a liší se pouze v délce – délka propojovací části je 460 mm. Z jednoho jeklu lze tedy vyrobit 13 propojovacích tyčí, přičemž k výrobě rámu jsou potřebné tři. Cena za 3 takové tyče by činila 124,30 Kč. Zbývající části rámu jsou dvě tzv. „U-section“ (mají tvar U, tedy rozpůlený jekl) a „L-part“ - tyto části ovšem nejsou vyráběny v hale 2, proto do ceny výroby započítány nebudou. Celková cena materiálu tedy činí **303,80 Kč**. Mimo kovové materiály je nutné do materiálových nákladů také započítat cenu za práškovou barvu na rámy. Dodávaná prášková barva je daná podle celosvětového standardu vzorníku barev RAL [42]. Cena za půl kg práškové barvy se pohybuje kolem 500 Kč, na jeden rám je podle výrobního mistra využito asi 100 g prášku. Cena za práškovou barvu tudíž bude činit **100 Kč** (přibližně).

b) Ceny práce

Jak již bylo zmíněno, na jedné směně se pohybuje po pracovišti 14 pracovníků – pracovník bodovací stanice ovšem nebude započítáván, vzhledem k tomu, že tuto práci většinou vykonává jeden z přítomných pracovníků. Bude tedy počítáno s 13 pracovníky. Průzkumem internetu byly nalezeny nabídky práce firmy, ze kterých bude čerpáno [37].

Na stránkách se mzdy vždy pohybují v rozmezí dvou hodnot. Pro práci bude počítáno s polovinou tohoto intervalu.

- Montážní dělník – na pracovišti operuje 6 dělníků; jejich hrubé mzdové ohodnocení za měsíc činí 14 200 Kč.
- Obsluha laseru – na pracovišti operují 2 operátoři laseru; jejich hrubé mzdové ohodnocení za měsíc činí 22 500 Kč.
- Svářeči – ve výrobním procesu fungují 2 operátoři svářecí jednotky; jejich hrubé mzdové ohodnocení za měsíc činí 18 000 Kč.
- Skladník – na pracovišti se pohybuje jeden skladník, jehož prací je balení hotových palet a jejich odvoz do expedice; hrubé mzdové ohodnocení skladníka činí za měsíc 17 500 Kč.
- Směnový mistr – na pracovišti operuje jeden směnový mistr; jeho hrubé mzdové ohodnocení za měsíc činí 30 200 Kč.
- Kontrolor kvality – na pracovišti operuje jeden kontrolor kvality; jeho hrubé mzdové ohodnocení za měsíc činí 21 000 Kč.

Výpočet ceny práce jednoho rámu je problémové (pracovníci nepracují neustále), proto bude vypočítána cena hodiny práce všech pracovníků. Při výpočtu bude počítáno s 22 pracovními dny za měsíc.

	A	B	C
1	Pozice	Mzda	Na hodinu
2	Dělník (6x)	85 200,00 Kč	484,09 Kč
3	Laser (2x)	45 000,00 Kč	255,68 Kč
4	Svářeč (2x)	36 000,00 Kč	204,55 Kč
5	Skladník (1x)	17 500,00 Kč	99,43 Kč
6	Mistr (1x)	30 200,00 Kč	171,59 Kč
7	Kvalita (1x)	21 000,00 Kč	119,32 Kč
8			
9		Celkem	1 334,66 Kč

Obrázek 10: Výpočet ceny pracovních sil za hodinu (vlastní obrázek)

Celková peněžní hodnota práce (kumulovaná hodnota hodinové mzdy všech pracovníků) je tedy **1334,66 Kč**, viz Obrázek 10. Tyto hodnoty jsou čisté, bez daňových odvodů.

c) Ceny energií

V poslední části finanční analýzy výroby budou částky nejvíce aproximovány a to především kvůli množství strojů, které se používají v procesu. Budou tedy uvedeny hlavně spotřeby zásadních výrobních prostředků (lasery, svařovna, lakovna) za hodinu výroby. Ve výrobě jsou používány 2 lasery typu TruLaser Tube 5000 fiber – podle výrobce je průměrný příkon ve výrobě 9 kW [38]. Svářecí jednotky pochází z produkce slovenské firmy Robotec. Tato firma navrhuje pro firmy jednotky podle toho, jak je chtějí mít umístěny ve výrobě, co budou svářet apod., tudíž je nalezení spotřeby nemožné. Ve výpočtu tedy bude vycházeno z informací od jiného výrobce takových svářecích buněk, firmy Arch [39]. Na jejich stránkách je uveden příkon celé buňky, který činí 4 kW.

Dalším velkým přístrojem ve výrobním procesu je umístěn v lakovně. Je jím stroj na automatické lakování rámu. Ve výrobě je používán systém od firmy Wagner, model PXE. Na stránkách firmy opět bohužel nelze najít přesné informace o spotřebě, proto bude vycházeno z přibližných hodnot, určených spotřebou jiného typu lakovacího stroje a to sice stroje od firmy ITW Gema. Jeho spotřeba činí 3,5 kW, tudíž s ní bude počítáno. Vysoký příkon má pak také druhá důležitá část lakovny, kterou je vypalovací pec – její příkon činí 12 kW.

Kromě velkých průmyslových strojů poté nesmí být opomenuty ceny energií za svícení, malé ruční nástroje (vrtačky), balící stroj,... Bude počítáno s hodinovým příkonem 8 kW.

Celkově je tedy aproximovaná spotřeba energií 49,5 kW. K výpočtu ceny energie za hodinu bude použita webová kalkulačka, kterou lze najít na stránkách www.vypocitejto.cz [41]. Na stránkách se počítá spotřeba za spotřebiče, tudíž bude výrobní hala brána jako jeden velký spotřebič. Cena za kilowatt hodinu je stanovena jako 4,10 Kč. Zadáním všech hodnot byl získán výsledek, který činí **202,95 Kč** za hodinu spotřebované energie.

Celkové výsledky ze všech tří částí analýzy (materiál, práce, energie) budou pro přehlednost uvedeny v následující tabulce:

Položka	Cena
Materiál	403,80 Kč
Práce	1 334,66 Kč
Energie	202,95 Kč

Tabulka 4: Ceny materiálu, práce, energie (suma = 1941,41 Kč) (vlastní tabulka)

Je nutné podotknout, že materiálová cena se vztahuje za jeden rám, zatímco práce a energie za hodinu fungování haly. Pokud by za hodinu bylo vyrobeno cca. 75 kusů (jak tvrdí mistr výroby), celková cena za materiál pro tyto rámy by činila $403,80 \cdot 75 = \mathbf{30\,285\,Kč}$.

V rámci popisu výrobního procesu jsou tímto zanalyzovány časy a přibližné náklady – hodnoty, které budou využity v následujících kapitolách práce. Poslední věcí, která bude v této kapitole popsána, je způsob, jakým se řídí zákaznické objednávky.

Jak již bylo řečeno, firma vyrábí širokou škálu výrobků, což je způsobeno tím, že vyrábí rámy k předstěnovým systémům na míru. Zákazníci si tak můžou zadat, jaké výřezy by nohy na rámech měly mít, jestli budou rámy „obodovány“ apod. - to vše je díky technologiím, které firma k výrobě používá, možné (pokud je např. potřeba udělat na rámu výřez navíc, stačí pouze softwarově upravit předem vytvořený počítačový model, přičemž tato operace není nijak obtížná – autorovi bylo dokonce nabídnuto, aby si to zkusil, ačkoliv s takovým softwarem předchozí zkušenosti neměl).

Pro dané objednávky poté existují tzv. artikly, které má u sebe mistr a pochopitelně i vedoucí výroby. V hlavičce dokumentu je stanoveno, kolik kusů se má pro danou objednávku vyrobit. Dále následuje tabulka s díly, potřebnými pro výrobu, místem výroby, počtem kusů apod.

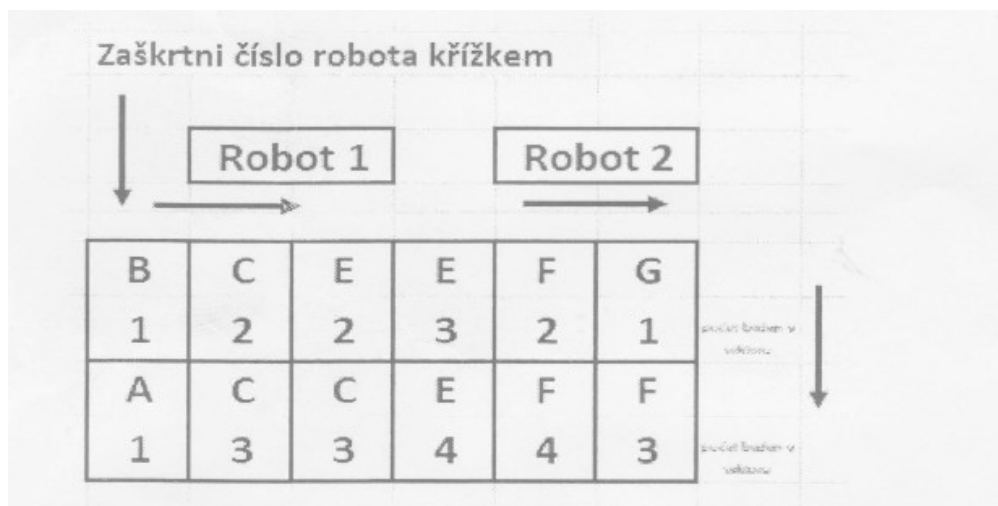
sektor	č. dílu	díl	výroba	Ks	Ks na VO	Ks/bedna	O/paleta	B/svař
A	935	U-section P	Čistá 2t	1	1760	1760	3	1
B	934	U-section L	Čistá 2t	1	1760	1760	3	1
C	933	C-Sec L369	laser	3	5280	740	2	8
D	-	-	-	-	-	-	-	-
E	931	Bočnice P	laser	1	1760	200	2	9
F	932	Bočnice L	laser	1	1760	200	2	9
G	622	L-part	Horka 1t	2	3520	4500	1	1

Tabulka 5: Výrobní tabulka pro určitou objednávku

Nutno podotknout, že Tabulka 5 se vztahuje především na část výrobního procesu mezi lasery a svařovnou. V prvním sloupci je udán sektor, což je respektive pouze písmenné označení daného dílu. V dalším sloupci následuje samotné výrobní číslo dílu a jeho název. Ve čtvrtém sloupci je pak stanoveno, odkud daný díl pochází – z tabulky si lze všimnout že, jak již bylo uvedeno v nákladových výpočtech, v hale 2 se vyrábí pouze 3 typy dílů, zbytek je dodáván z jiných hal. V pátém sloupci je uvedeno, kolik dílů je potřebných na jeden rám, v šestém poté kolik kusů je potřeba zajistit na splnění výrobní objednávky VO (v ukázkovém příkladu je objednávka na 1760

rámů). V sedmém sloupci je dále zmíněno, kolik dílů by mělo být uskladněno v bednách v meziskladu mezi lasery a svařovnou. Předposlední sloupec následně stanovuje, z kolika „ohrádek“ bude jedna bedna složena. Ohrádkami jsou označovány skládací paletové nástavce vyráběné ze dřeva, kterými lze ohradit paletu – to zvětšuje místo pro skladování, ale i např. bezpečnost (z palety nepadají části ven). V posledním sloupci je pak stanoveno, kolik beden je v meziskladu u svařovny umístěno.

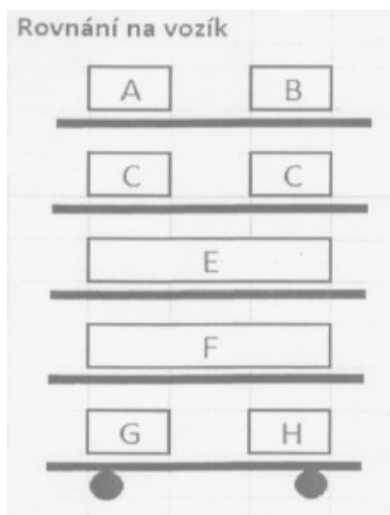
Pomocí této tabulky pak lze rozvrhnout, jak bude materiál před svařovnou umístěn. Obrázek 11 poskytuje představu, jak takový náskres rozvržení vypadá.



Obrázek 11: Plán rozmístění částí rámu putujících do svařovny (autor: Walraven)

Na obrázku lze vidět písmenné označení dílů z předchozí tabulky společně s počtem beden v určitém místě meziskladu. Podle výrobního mistra (a zároveň i sledování autora) je tento systém zatím ještě nedokonalý a např. počty dílů v bednách se často liší (místo 300 stanovených dílů je jich v bedně např. 280, někdy naopak o něco více – to ovšem plynulost výroby každopádně příliš neovlivňuje).

Toto rozložení je dále důležité pro pracovníky svařovny, kteří vědí, kam si pro jakou součástku jít a nemusí se příliš zabývat hledáním určitých dílů. Na konci dokumentu se nachází náskres, který znázorňuje rozmístění jednotlivých dílů na vozíky (Obrázek 12), které mají několik „polic“, na které jsou umísťovány jednotlivé díly. Na náskresu je pak určeno, který díl by měl být na jaké polici tak, aby byl přístup pro pracovníka svařovny co nejjednodušší.



Obrázek 12: Způsob rovnání dílů na vozík (autor: Walraven)

V praxi je takové ukládání praktikováno, nicméně po rozhovoru se obsluhou svařovacích jednotek bylo zjištěno, že občas si rozmístění také poupraví podle potřeby, takže je zřejmé, že praktiky nejsou dokonalé a jejich plnění by muselo být kontrolováno.

Všechny důležité části výrobního procesu rámců firmy Walraven byly prozatím pokryty. V další kapitole bude úkolem hodnotit výrobní proces z hlediska procesního přístupu a dalších metodologií, které byly stanoveny v úvodní, rešeršní kapitole. Pomocí uvedených nástrojů bude analyzován nynější stav výroby a budou vyhledávány způsoby, jakým by se mohla výrobní hospodárnost navýšit.

4. Metodologická analýza výrobního procesu

Z popisu z předchozí kapitoly je zřejmé, že výroba v hale 2 se do určité míry snaží přizpůsobovat moderním trendům řízení výroby. V případě změny požadavku zákazníka dokáže vedení rychle reagovat na změny, což je především způsobeno díky technologické úrovni používaných strojů, ale je zde několik oblastí, které by měly být pozměněné. Otázkou diskuze je ovšem do jaké míry se snaží vedení procesně výrobu řídit. Po diskuzi s vedoucím výroby bylo zjištěno, že se (celkově, jako firma) snaží o dosažení vysoké řídicí úrovně výroby, aby bylo dosahováno standardů, které mají špičkové firmy na trhu, nicméně postoj k používání některých teoretických metodologií je poněkud skeptický. To v závěru není tolik překvapivé, protože praktické uplatnění zlepšovacích nástrojů je mnohdy mnohem náročnější, než se může z teoretické deskripce takových nástrojů zdát. V rámci této práce mohou být ovšem alespoň vytvořeny návrhy, jak by se ony metody a nástroje daly aplikovat.

První metodologií, zmíněnou v rešeršní části a zároveň v úvodu této kapitoly, je **procesní přístup**. Procesní přístup je základem pro další zlepšovací nástroje, tudíž bude výroba nejprve analyzována z hlediska této skupiny metod.

4.1. Výroba v hale 2 z hlediska procesního přístupu

Základem zavedení procesního přístupu je řádná charakteristika procesu. Charakteristika se skládá z několika dílčích částí, které nyní budou pokryty:

Vstupy

Jako vstupy je obecně bráno vše, co je potřeba k vyrobení produktu.

Některé ze vstupů byly již popsány v předchozí kapitole, dále budou ovšem shrnuty i s ostatními. Základním vstupem výrobního procesu je pochopitelně materiál v podobě jeklů s různými rozměry, kromě těch se ovšem používají také součástky, které jsou „outsourcovány“ z jiných hal/výroben. Dalším materiálem je prášková barva, která je používána na lakování rámců. Vstup, který nesmí být opomenut, je energie přiváděná do celého procesu. Dalšími vstupy jsou pochopitelně také výrobní stroje, kterých lze na pracovišti naleznout velkou škálu – lasery, svařovny, vrtačky, lakovací pistole, ...

Jako vstup lze následně také považovat lidskou pracovní sílu – bez ní by nemohla transformace hmotných vstupů (materiálů) na výstupy fungovat (minimálně ve výrobě haly 2, která není plně automatizována). Dále lze jako vstupy brát také dokumentaci, která je ve výrobě využívána a aplikována. Ve výrobě se pochopitelně používají technické výkresy, určující správné rozměry. Kromě těchto výkresů se jako dokumentace aplikují následující normy:

- ČSN ISO 8015 – norma pro toleranci technických výkresů [48]
- ČSN EN ISO 13920 – norma pro svařování a toleranci pro svařované konstrukce [49]

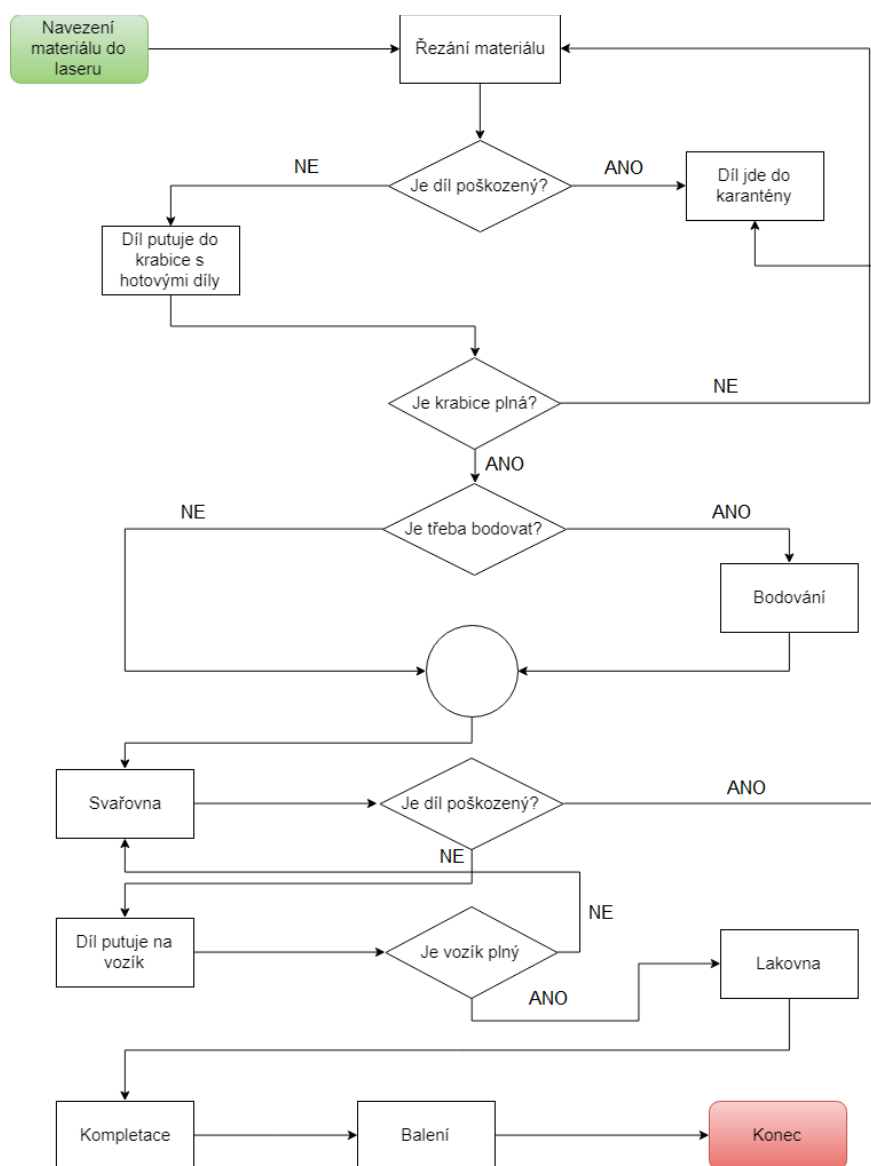
Popis procesu

V této části charakteristiky je za úkol logicky poskládat činnosti procesu tak, aby byl v závěru vytvářen produkt. Tato činnost může být popsána slovně, atraktivnější a vizuálně přehlednější je v tomto ohledu použití diagramu. K tomuto účelu dokonale poslouží např. **vývojový diagram**

Tento typ diagramu využívá několik typů znaků:

- zaoblený obdélník – začátek/konec
- obdélník – činnost
- kosočtverec – rozhodování
- kruh – propojovací prvek

Pro výrobu v hale 2 by takový diagram tedy mohl vypadat následovně:



Obrázek 13: Vývojový diagram výrobního procesu haly 2 (vlastní obrázek)

Výstup

Výstupem procesu výroby jsou rámy pro předstěnové systémy, které jsou vyráběny v mnoha variantách. To je hlavní výstup procesu. V rámci procesního přístupu se udávají také vedlejší výstupy – těmi se míní odpady z výroby.

Po rozhovoru s vedoucím výroby bylo zjištěno, že nově zakoupené řezací lasery již dokáží zpracovávat materiál téměř bez odpadů, pouze v případě několika tyčí – při jejich výrobě zůstane ± 10 cm materiálu. Tyto zbytky jsou následně prodávány do sběrných dvorů, kde jsou za 20% nákupní ceny materiálu vykupovány.

Přidaná hodnota

Přidaná hodnota pro zákazníka je v případě výroby Walravenu především schopnost přizpůsobit se jejich produktovým požadavkům z hlediska možností mnoha druhů výřezů. Do přidané hodnoty lze také započítat finální kvalitu produktu, kterou firma dokáže zajistit.

Znak

Jako metrika, která bude charakterizovat výrobní proces, by měla být především veličina, která se dá v určitých intervalech porovnávat. Znaky pro proces výroby v hale 2 by mohly být již zmiňované a kalkulované „logistické“ časy (kterými se myslí časy pohybů po pracovišti) a výrobní časy. Dalším znakem by dále mohly být počet vyrobených kusů výrobků, počet zmetkovitých kusů – peněžní ztráty či maximální doba odstávky výrobních strojů. Poslední zmíněný, časový znak lze pak následně vyladit např. pomocí analýzy rizik, která vychází z pravděpodobností poruch.

Metriky by měly být určeny podle výkonnosti výroby – nároky na proces budou s lepší výrobní technologií vyšší, než se zastaralými stroji. S ohledem na momentální stav výroby v hale 2 by se dalo počítat s těmito známými metrikami – znaky, které by měly být minimálně splněny:

- *Logistický čas* = 360-390 s/rám
- *Výrobní čas* = 10 939/11 059 s/rám
- *Počet vyrobených rámu* = 75 ks/h

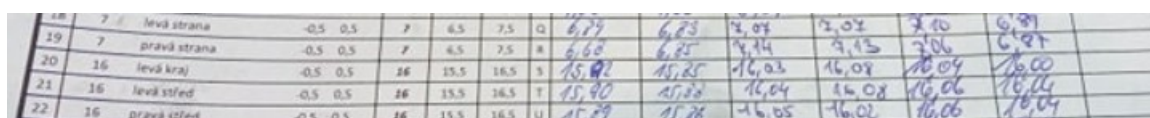
Počet zmetkovitých kusů zatím v práci určen nebyl – pokud je vyrobená část vadná (špatné seřiznutí, nepřesné zadání rozměrů do softwaru, ...), putuje do tzv. karantény. Karanténou se myslí paleta s ohrádkou, která je náležitě označena. Ve výrobě je pochopitelně požadováno, aby takových nepřesností vznikalo co nejméně – i tak jich je, jak bylo zjištěno při rozhovoru s mistrem směny, za osmihodinovou směnu vždy přibližně 25 vygenerováno. Při použití hrubých výpočetních dat materiálu (a s přihlédnutím k tomu, že vadné kusy budou pouze nohy rámu) je peněžní ztráta **2243,56 Kč**. Dala by se brát i peněžní ztráta za práci a spotřebu, ale tyto hodnoty jsou zanedbatelné. Znak „zmetkovitosti“ bude stanovena metrika s určitou rezervou:

- *Peněžní ztráta za zmetky* = 2 250 Kč/směna (jak již bylo řečeno, přibližně 25 dílů za směnu)

Vlastník

Vlastníkem se chápe osoba, která je odpovědná za kvalitu výrobků zkoumaného procesu [6]. V rámci haly 2 je jím kontrolorka kvality, která má za úkol sledovat výrobu, kontrolovat díly, tvořit statistiky úspěšnosti (= poměr dobrých dílů vůči špatným). V předchozí kapitole již bylo zmíněno, že kontrola dílů je především prováděna po výstupu z laserů a to pomocí „Quality protocolů“ (Obrázek 14).

V těchto protokolech jsou stanoveny předpisy pro jednotlivé díly, které jsou během směny vyráběny. Vedle slovního popisu je stanoven interval tolerance pro určitý díl, normovaná hodnota délky pro tento díl a hodnoty, jakých můžou délky minimálně/maximálně nabývat.



18	7	levá strana	-0.5	0.5	P	6.5	7.5	Q	6.77	6.73	7.07	7.07	7.10	6.91
19	7	pravá strana	-0.5	0.5	P	6.5	7.5	R	6.68	6.75	7.14	7.13	7.06	6.97
20	16	levá kraj	-0.5	0.5	26	15.5	16.5	S	15.92	15.85	16.03	16.07	16.04	16.00
21	16	levá střed	-0.5	0.5	26	15.5	16.5	T	15.90	15.88	16.04	16.08	16.06	16.04
22	16	pravá střed	-0.5	0.5	26	15.5	16.5	U	15.89	15.86	16.05	16.02	16.06	16.04

Obrázek 14: Ukázka z Quality protocolu (vlastní obrázek, autor: Walraven)

Údaje do protokolu jsou vyplňovány každou hodinu – do tabulky jsou obsluhou laseru zaznamenávány hodnoty ze softwaru laserů, které vypíší průměrnou délku vyrobených dílů. V případě výchyly je třeba změnit parametrické nastavení výrobních strojů.

Mistr výroby by také mohl být považován jako vlastník procesu, neboť dohlíží na celkovou produkci výrobků. Stejně tak činí také vedoucí výroby, i přesto, že není tak často přítomný přímo na pracovišti.

Regulační veličiny

Regulačními veličinami jsou chápány limity, které omezují proces [6]. Do regulačních veličin jsou zahrnovány faktory, které organizace nemůže ovlivnit – mezi takové se řadí normy (v rámci výroby haly 2 např. normy tolerance výkresů) či přírodní podmínky – vzhledem k tomu, že hala je uzavřená, tento faktor výrobu neovlivňuje.

Ovlivnitelnou veličinou jsou poté např. výrobní kapacity. Určení výrobních kapacit pak napomáhá k plnění metrik znaků. Výrobními kapacitami se zabývala podkapitola 2.1.3. Pro výpočet výrobní kapacity Q_p je potřeba znát využitelný časový fond T_p (v hodinách za rok) a normu kapacitní výrobnosti V_p (udávaná v kusech za hodinu). Hodnota V_p bude určena jako 75 rámců/hodinu. V hale probíhá během pracovních dnů výroba nepřetržitě, což znamená 120 h týdně. Od toho je třeba odečíst dobu přestávek – během jedné směny je jedna hlavní přestávka, která má 30 min a dvě desetiminutové. Za všechny tři směny to tedy odečte 150 min (2,5 h). V jednom týdnu je tedy vyráběno po dobu 107,5 h. Za rok (52 týdnů) je tedy vyráběno 5 590 h.

- $T_p = 5\,590$ h
- $V_p = 75$ rámců/h
- $Q_p = 75 * 5\,590 = 419\,250$ rámců

Druhý zmíněný vzorec se zabýval koeficientem celkového využití výrobních kapacit. Ten je počítán jako poměr reálného objemu výroby a kapacitního, požadovaného objemu výroby. Jako kapacitní je brána hodnota Q_p , do reálné pak budou započítány také časy, kdy nemohlo být vyráběno kvůli jiným vlivům – porucha strojů, možné zranění na pracovišti apod.

Pokud by se mělo rozlišit, zda je výroba hlavní nebo vedlejší proces, pochopitelně bude brán jako hlavní – je v něm vytvářena hodnota a přináší zisk.

Vytvoření popisu všech částí (vstup, výstup,...) je základem pro zavádění procesního přístupu.

V závěru této části bude porovnána výroba v hale 2 s některými hledisky procesního přístupu, které jsou stanovené v publikaci od V. Pelantové [6] (str. 49).

Hledisko	Procesní přístup	Hala 2
Spolupráce	Všechny pracoviště spolupracují napříč celým procesem	Spolupráce probíhá hlavně mezi dvěma, na sebe navazujícími pracovišti; pracoviště si dělají to, co potřebují
Komunikace	Komunikace je kvalitní skrze celý proces, rychlá, funguje vně i mimo proces	Komunikace je rychlá, ale probíhá hlavně vně procesu
Samostatnost	Zdůrazňuje se samostatnost pracovníků, snaha o navýšení sebedisciplíny a iniciativy pracovníků	Pracovníci plní jasně stanovené úkoly, od kterých nesmí být odkloněno; iniciativa pracovníků (např. návrhy zlepšení) je odměňována; jejich práce je kontrolována mistrem a kontrolorem kvality
Řešení problémů	Ustupuje se od specializace, problémy mají více řešení	Každé pracoviště je specializováno
Jednotlivec	Každý jednotlivec přináší něco do organizace a má svůj přínos, volnost pracovníka	Jednotliví pracovníci mají jasně danou funkci, hlavním přínosem je obsluha strojů a plnění funkcí
Zdroje	Přiřazovány pracovištím pružným způsobem	Tok materiálu a zdrojů je jasně daný, neměnný
Forma řízení	Spíše je kladen důraz na sebeřízení a sebekontrolu pracovníků	Výroba je řízena vedením, kteří přiřazují denní plány

Tabulka 6: Porovnání hledisek procesního přístupu a výroby v hale 2 (vlastní tabulka)

Je zřetelné, že řízení výroby v hale 2 se spíše přiklání k funkčnímu přístupu, než k procesnímu, ačkoliv se k němu v některých prvcích přibližuje. Otázkou je, jak by mohl být procesní přístup zaveden. Pokud by měla být výroba haly 2 přiblížena hlediskům procesního přístupu (Tabulka 6), dalo by se např. zaměřit na specializaci pracovníků – v případě, že došlo k problémům na jednom článku výrobního procesu (např. indispozice pracovníka), mohl by takový problém vyřešit

pracovník provádějící jinou činnost. K tomu by museli být pracovníci zaškoleni (k obsluze laseru, svařovny), ale vedlo by to ke zlepšení hlediska spolupráce a řešení problémů. Při rozhovoru s vedením výroby bylo také zjištěno, že je využíván zastaralý ERP systém. Jeho změnou za modernější by mohly být lépe přiřazovány zdroje – při objednání určitého množství materiálu by byl systémem vykalkulován počet rámců, které tak mohou být vytvořeny, s čímž souvisí i potřebný počet nožiček k navrtání při kompletaci či množství stretch fólie k zabalení. Zdroje by tak byly přiřazovány pružněji.

V rámci zlepšování hospodárnosti byla rešeršní část také zaměřena na efektivitu, která podle definice souvisela s minimalizací plýtvání.

4.2. Analýza plýtvání

Bylo definováno 7 hlavních typů plýtvání v procesech. V následující části byly hledány tyto typy ve výrobě v hale 2.

1. Přemísťování

Sledováním výroby se nedá říci, že produkt „provádí“ po pracovišti zbytečný pohyb. Výroba je přímočará a každý pracovník výroby má (ze sledování) svoji funkci.

2. Přezásobování

V rámci tohoto bodu je na tom hala 2 hůře a dalo by se diskutovat i tom, že tento bod plýtvání ovlivňuje i bod první. Ve výrobní hale totiž dochází k velkému přezásobování rozpracovaných částí. Vedoucí výroby tvrdí, že se v procesu snaží vyrábět tak, aby bylo vyráběno „tak akorát“ (princip tahu), ale zavádění je náročné – je třeba plně optimalizovat výrobní proces, do čehož musí být započítány rychlosti vyrábění, pohyby po pracovišti, ale i výkonnost pracovníků, kteří v plnění těchto cílů hrají svoji roli.

Z důvodu nerovnoměrných rychlostí na různých pracovištích je vyráběno více, než se stihá zpracovávat, což vede k zaplňování všech možných míst v hale – tudíž v některých případech omezuje plynulý pohyb a způsobuje obcházení těchto překážek, dochází ke zbytečnému pohybu. Přezásobování poté vede také k nepřehlednosti pracoviště a zvýšenému možnému riziku úrazu.

3. Pohyb

Po sledování výroby se nedá říci, že by někde probíhal zbytečný pohyb – každá „pohybová operace“ má na pracovišti své opodstatnění. Daly by se ovšem nalazet výhrady. Pokud by dopravníkový pás putoval přímo ze svařovny do lakovny, nebylo by nutné převážet svařené rámy do lakovny (nebo do meziskladu, který by rovněž nebyl potřeba). Dalším možným zlepšením by byl pás, který by vytvořené rámy automaticky dovezl do meziskladu svařovny, díky čemuž by tato aktivita nebyla prováděna dělníky. Každopádně, s ohledem na nynější stav výrobní haly se zbytečný pohyb nevykonává.

4. Nadprodukce

Výroba probíhá hlavně na základě objednávek zákazníků, tudíž by nemělo docházet k nadprodukcí (tento problém by mohl nastávat spíše při linkové výrobě). Vyrábí se přesné množství podle zakázky. Po jejím dokončení se přesouvá výroba k jiné. Plýtvání z nadprodukce se tudíž ve výrobně neuskutečňuje.

5. Čekání

Ke zbytečným prostojům také nedochází (za zbytečné prostoje autor považuje takové, které jsou např. způsobeny lidskou chybou, která může vést k poškození stroje). Jak již ovšem bylo zmíněno, je vyráběno na zakázku, tudíž je třeba dokončit aktuální výrobní objednávku, než se začne vyrábět jiný typ produktu. Než je dokončena, mohou ostatní čekat nebo začít výrobu (např. na laseru) jiných částí, což pak ale vede k přezásobování. Je znatelné, že v rozměrech zásobovacích prostor tkví největší problém haly 2.

6. Nepotřebné operace

Sledováním výroby nebyly nalezeny žádné operace, které by se daly považovat za nepotřebné, všechny mají svůj smysl.

7. Defekty

Ve výrobě nepravidelně dochází k vyrobení kusu, který má defekt – autor se ovšem domnívá, že v malé míře k takovým věcem dochází ve většině výrobních procesů. Tyto defekty jsou navíc tvořeny zejména lidskou chybou, nikoliv stroji samotnými – optimalizace je tedy v tomto směru obtížná, lidských chyb se dá vyvarovat pouze do určité úrovně. Většina defektů v hale 2 probíhá na pracovišti laserů a jsou způsobeny zejména špatnou softwarovou konfigurací strojů. Tyto defekty jsou ovšem způsobovány i mechanicky a to sice tzv. lunetami, které slouží k upevnění materiálu v laseru. Vzhledem k rozdílnému rozměru jeklů občas dochází k poškození materiálu právě uchopením lunetou.

Analýza plýtvání poskytla obecné shrnutí, ze kterého není obtížné zjistit, co je hlavním problémem výrobní haly 2 a kam by mělo vést zaměření ke zlepšování. Ze 7 bodů se jeví jako hlavní problém skladování, které ovlivňuje pohyb po pracovišti, plynulost výroby a z části také bezpečnost. Řešení tohoto problému by poté mohlo vedení vést k diskuzi, jak by bylo možné zavést ve výrobě metodologii, která byla zmíněna v rešeršní části a mohla by danou problematiku řešit – metodologií štíhlé výroby **Lean**.

Položka
Přezásobování rozpracovanými částmi
Nadbytečný pohyb na některých pracovištích
Přeplňování prostor skladiště

Tabulka 7: Souhrn položek, kterými je plýtváno (vlastní tabulka)

4.3. Analýza z pohledu Lean

Hlavním „prvkem“ této metodologie je již zmíněný princip tahu, podle kterého by mělo být vyráběno tak, že se nebudou tvořit sklady mezi pracovišti → bude docházet k plynulé výrobě, ve které jsou díly zpracovávány rovnoměrnou rychlostí.

V hale 2 dochází naopak spíše k tlakové výrobě, ve které není omezováno množství rozpracovaných dílů a zkrátka se vyrábí neustále, aby byl čas pracovníků plně využit. To vede k problematickému hromadění součástek.

Pokus o výrobu podle pravidel Lean se tedy zdá býti výhodné z následujících důvodů:

- plynulá výroba, ve které jsou pracovníci stále zaměstnáni, tudíž není plýtváno časem a penězi, které jsou vynaloženy na jejich mzdy
- výroba by byla rychlejší díky snadnějšímu pohybu po pracovišti a přístupu ke strojům
- prostory haly by mohly zůstat ve stavu, v jakém jsou a nebylo by je třeba zvětšovat, což by uspořilo znatelné množství aktiv
- zvýšená bezpečnost pracoviště

V rešeršní části práce byly uvedeny principy, které se v rámci Leanu využívají. Základním principem fungování Leanu je zavedení procesního přístupu – možné přistoupení k aplikování bylo nastíněno v předchozí části kapitoly. Základním stavebním kamenem by bylo následné použití nástroje VSM k popsání celého procesu.

4.3.1. Value Stream Map

Mapa hodnotových toků bude přínosná z důvodu „zmapování“ veškerých činností, které v procesu probíhají. V mapě jsou zahrnuty veškeré části procesu, které v rámci hodnotového toku hrají roli. Hlavními ukazateli VSM jsou dvě čísla: LT čas a VA čas. LT čas („lead time“) značí čas, jaký stráví výrobek v celém procesu, VA čas („value added“) je naopak čas, kdy je k danému výrobku přidávána hodnota.

VSM má 3 hlavní části:

- **informační tok** – znázorňuje, jak jsou procesem šířeny informace
- **produkční tok** - znázorňuje, jakými operacemi prochází v procesu výrobek
- **časová osa** – znázorňuje časy LT a VA

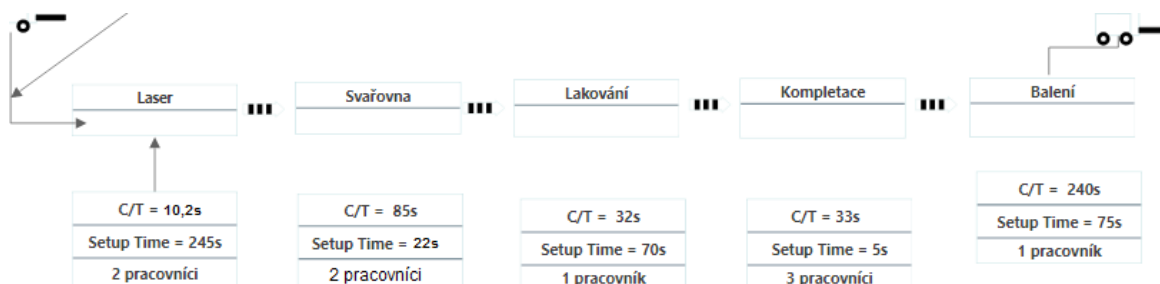
Nejprve bude vytvořena část informačního toku.



Obrázek 15: Informační tok VSM (vlastní obrázek)

Pro informační tok výroby (Obrázek 15) v hale 2 byly zahrnuty pouze tyto části. Zákazník provede objednávku, přičemž komunikuje s plánovači výroby (šipka ve tvaru blesku znázorňuje ve VSM diagramech informační tok). Plánovači dále objednávají potřebný materiál k výrobě (tyto 2 činnosti probíhají nezávisle – určitá zásoba materiálu by měla být vždy připravena, k čemuž slouží kalkulace ERP systémem) a také objednávku předají na začátek výroby – pracovníci podle toho upraví své stroje, aby mohla výroba začít.

Další částí je produkční tok:



Obrázek 16: Produkční tok VSM (vlastní obrázek)

Do produkčního toku (Obrázek 16) jsou zaznamenány všechny kroky výroby od příjmu materiálu po expedici. Mezi jednotlivými stanovišti je použita čárkovaná šipka, která vyznačuje tlačení materiálu do dalšího stanoviště. Nejdůležitější částí produkčního toku jsou tabulky připojené ke každému stanovišti, obsahující hodnoty C/T a S/T.

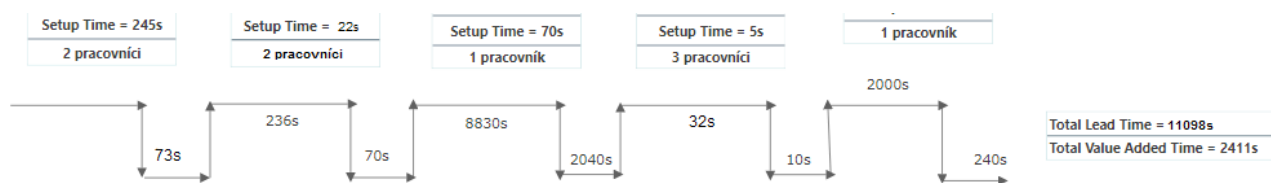
- **C/T = cycle time**; průměrný časový interval mezi každým novým hotovým dílem – tyto časy v některých částech liší o časy uvedených v Tabulka 2 a Tabulka 3 a to z následujících důvodů:
 - C/T laser = 10,2 s → na laseru je pro jeden z rámců vyrobeno 5 dílů, které dohromady trvají 51s na výřez ($51/5=10,2$)
 - C/T svařovna = 85 s → do toho času je započítán čas sváření (70s) a čas, který pracovník potřebuje k nastavení nových přípravků do svářečky (15s) – zjištěn pozorováním
 - C/T lakovna = 32 s → čas, který uplyne mezi příjezdy jednotlivých rámců do kompletační části – zjištěn pozorováním
 - C/T kompletace = 33 s → čas, který je požadován na navrtání nožiček (18s) a svěšení rámu (15s)
 - C/T balení = 240 s → čas k zabalení palety
- **S/T = setup time**; čas, potřebný k přípravě, aby mohl být díl dále zpracováván
 - S/T laser = 245 s → čas k naložení materiálu k laseru
 - S/T svařovna = 22 s → čas k navedení materiálu od laseru do svařovny

- S/T lakovna = 70 s → čas k navedení svařeného rámu ze svařovny do lakovny + navěšení
- S/T kompletace = 5 s → čas k odebrání nožiček k navrtání (zjištěno sledováním)
- S/T balení = 75 s → čas k přípravě k balení: nastavení balicího stroje, příprava nástrojů (páskovač, fólie) (zjištěno sledováním)

Do toho nákresu nebylo započítáno bodování, protože to není běžná operace výroby.

V tabulce jsou taktéž uvedené počty pracovníků.

Poslední částí je časová osa:



Obrázek 17: Časová osa VSM (vlastní obrázek)

V časové ose (Obrázek 17) jsou zaznamenány dva typy časových hodnot – zmíněný LT („lead time“) a VA („value added“). První hodnota **LT** je znázorněna hodnotami na „vyšší ose“ - čas, který výrobek stráví v procesu čekáním na zpracování. Nutno podotknout, že na začátku není tato hodnota uvedena – nebylo možné získat čas trvání, než je materiál zpracován (je proměnlivý). LT svařovny je odvozen ze součtu ST svařovny + CT laseru pro 6 dílů. U LT lakovny bylo sečten ST lakovny + čas, kdy je rám navěšen a putuje, nicméně s ním není nikterak manipulováno. Při kompletaci je hodnota LT čas, který uběhne, než se ke kompletační stanici dopraví díl, který následuje právě svěšený. Při balení je pak LT hodnota, než je vytvořena celá paleta.

Časy VA jsou poté jasné – jsou to časy, kdy se na výrobcích aktivně pracuje a je přidávána hodnota. Jde tedy o čas řezání, sváření, kompletace (navrtání nožiček). Do VA času lakovny je počítán čas, kdy je aktivně lakován (ze sledování zhruba 4 min) a kdy je barva aktivně spékána (cca. 30 min).

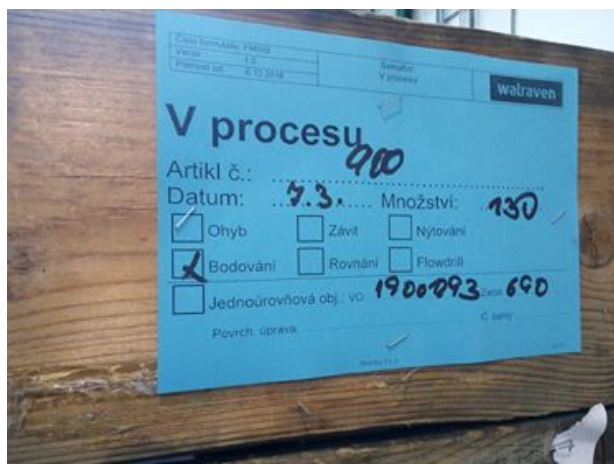
Závěrem lze vypočítat tzv. VA index = poměr VA/LT. Pro halu 2 činí hodnota VA indexu $2411/11098 = 0,21725$. Do LT ovšem není započítán čas, který materiál stráví ve skladu, což by hodnotu upravilo (negativně).

Z obrázku (Obrázek 17) je ovšem zřejmý jeden fakt. Rám stráví příliš dlouho v lakovně. Vzhledem k pomalé rychlosti se také před lakovnou hromadí rozpracované díly, protože je zpracovávání rychlostí nevyrovnané. To je také způsobeno faktem, že ve svařovně pracují zároveň dva stroje a tím, že z předchozích směn zůstávají pro další směny rozpracované díly. V rámci práce bude lakovna deklarována úzkým místem procesu, na který by měla být zaměřena pozornost.

VSM je vhodný pro účely hledání úzkých míst nebo plýtvání, ovšem prvotní zaměření bylo určeno na snížení meziskladů a zároveň zvětšení prostor k práci. K zavedení principu tahu by ve výrobě pomohl nástroj **kanban**, ke zvětšení pracovních prostor **5S**.

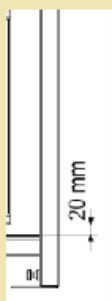
4.3.2. Použití kanban a 5S

V rámci haly 2 je systém používání karet používán, ale nelze ho považovat za řádný kanbanový systém. V oběhu haly (hlavně mezi lasery a svařovnou) jsou používány karty 3 barev – modrá (Obrázek 18), zelená a červená. Zelenou kartou jsou označovány palety, ve kterých jsou díly, které jsou připraveny k použití. Modrou pak díly, které je třeba poslat do stanoviště bodování. Červenými nakonec takové díly, které patří do karantény → jsou vadné.



Obrázek 18: Ukázka materiálových karet v hale 2 (vlastní obrázek, autor karty: Walraven)

Tyto karty napomáhají k přehlednosti pracoviště, nicméně v rámci zavádění principu tahu, a tím pádem metodologie Lean, nemají svůj účel. Kanbanové karty jsou předávány přímo mezi jednotlivými pracovišti. Karta kanbanu by poté mohla mít následující podobu:

Odkud: Laser	Položka: Bočnice L	Kam: Svařovna
	Číslo dílu: XX-95-297-12	
Oddělení: Hala 2	Balení: Paleta Množství: 200	Oddělení: Hala 2
Zodpovědná osoba: AV	Foto: 	Zodpovědná osoba: VR
Směna: noční	ČK: 	Směna: noční
Datum: 2. 4. 2019	ID číslo: 686420	Datum: 2. 4. 2019

Obrázek 19: Návrh kanbanové karty (vlastní obrázek)

V kartě (Obrázek 19) jsou vidět všechny důležité náležitosti, které by měla mít. Je zde vyznačen materiálový tok, požadovaný díl a množství, typ balení apod. Pokud by se firma rozhodla pro řešení problémů mezikladů, tento systém by byl určitě přínosný. Otázkou je do jaké míry by byl efektivní – tok informací pomocí kanbanu by totiž vedl pouze přes 3 pracoviště: laser – svařovna – lakovna. Tato pracoviště jsou navíc blízko u sebe, tudíž je možné tyto požadavky předávat verbálně – to je také forma kanbanu.. Karta by ovšem mohla pomoci ke sledování rychlosti a efektivnosti výroby – na návrh kanbanové karty byl umístěn čárový kód, který by se při předávce materiálu naskenoval, čímž by byl zaznamenán do systému.

Druhým nástrojem k použití by bylo 5S. Prvním krokem 5S je eliminace všech nepotřebných úkonů a součástek k práci. Podle autora je toto do určité míry plněno. Druhý krok 5S by měl být ovšem aplikován důkladněji. Obrázek 11 ukazuje jasný plán, jak by měly být palety se součástkami rozmístěny v prostoru pro to určeným. Kvůli často omezeným prostorům tomu tak ovšem není a palety tak bývají umístěny jinými způsoby. To však dále „probublává“ k problémům haly, které již byly nastíněny. 5S je celkově nástroj, určený především pro pracoviště ruční montáže (ve Walravenu jsou tak např. montování objímky na potrubí), kde je důležitý systematizovaný, uklizený prostor pro práci. Ruční montáž je v hale 2 využívána pouze při kompletaci – zde dělník montuje ocelové nožičky do rámců. Ty si podává ze zkosené ukládací bedny, kterou má v úrovni pasu, tudíž přístup k dílům není nijak omezován.

4.4. Analýza rizik

V rešeršní části byly předvedeny dva nástroje, které slouží k analýze rizik. Podle definic bylo riziko stanoveno jako pravděpodobná hodnota ztráty, nebo jako pravděpodobnost vzniku újmy. Hodnotu ztráty lze vyjádřit časově nebo peněžně (peněžní ztráta z časové vyplývá).

Ve firmě byla problematika rizik s vedoucím a mistrem výroby diskutována. Oba se shodli na tom, že nejrizikovější částí – částí, kde nastává nejvíce poruch – je pracoviště laserů. K tomu, aby laser fungoval tak, jak má, totiž musí fungovat spousta součástek: rameno nakládající materiál, trysky pro lasery, lunety apod. Pro tento stroj, respektive rizika, která u něho mohou nastat, tedy bude vytvořena FMECA analýza

4.4.1.FMECA laseru

Nejprve je třeba vymezit prvky laseru, u kterých budou sledovány možné poruchy. Společně s nimi je také třeba definovat jejich funkce.

Prvky a jejich funkce:

- nakládací jednotka – slouží k automatickému naložení materiálu do laseru
- CO2 laser – řezání materiálu
- otočné upínací lunety – otáčení materiálu, upnutí ve stálé poloze
- posuvník materiálu – posun materiálu do řezače
- nádoba s plyny – poskytuje plyn nutný k řezání

- ovládací jednotka – slouží k ovládání laseru – zapínání, nastavování, sledování časů, tvorba statistik, ...
- otočné rameno laseru – upravuje úhel řezání laseru
- vykládací pás – přemísťuje výstupy do krabice s hotovými díly
- zdroj – pohání laser

PRVEK	FUNKCE	ZPŮSOB PORUCHY	PŘÍČINA PORUCHY
Nakládací jednotka	automatické naložení materiálu do laseru	není nakládán materiál	porouchané automatické rameno
CO2 laser	řezání materiálu	nepřesné řezání	špatně namontovaná tryska laseru, ucpání trysky
Lunety	otáčení materiálu, upnutí ve stálé poloze	nedostatečné otočení lunety	chybně nastavené řezání, softwarová chyba
		uvolnění materiálu v laseru	nesprávná konfigurace lunety, chyba senzoru

Obrázek 20: Ukázka FMECA analýzy (vlastní obrázek)

V externím dokumentu byl nastíněn způsob, jak by mohla tato analýza pro stroj vypadat. Je k ní nutno dodat několik poznámek:

- Číslo RPN bylo počítáno z hodnot P, O, N, které byly usouzeny čistě z rozhovorů s operátory laserů.
- Podle kritického čísla by měla být především zaměřena pozornost na údržbu trysek, aby nedocházelo k nepřesnosti řezu. Další položka s nejvyšším kritickým číslem tkví v nedokonalém upevňování lunetami.

Tato analýza by dále mohla např. pomoci k plánování údržeb – je z nich jasně viditelné, které části stroje jsou nejrizikovější. Druhým nástrojem k řízení rizik je FTA. Tento nástroj je více zaměřen na kvantifikaci rizika, to ovšem není podmínkou – lze získat i kvalitativní výsledky. Lze ho zaměřit na jakoukoliv část procesu – hlavní je určení vrcholové události.

Pro halu 2 bude analyzována vrcholová událost „vyrobení zmetkového kusu“ - kusem se myslí celý rám. K analýze bude přistupováno kvalitativně, poněvadž nejsou známy přesné pravděpodobnosti údaje jednotlivých poruch. Výstupem takové analýzy budou minimální kritické řezy – minimální množina elementárních událostí, která vede k poruše.

Vzhledem k tomu, že ve vytvořeném stromu poruch nejsou použita hradla AND, je minimálním řezem poté každý elementární jev stromu. Při znalosti pravděpodobností výskytu jednotlivých jevů by vyhodnocení dodávalo mnohem konkrétnější výpovědní hodnotu – byla by hned vidět „slabá větev“ stromu. V analýze by také šlo postupovat do těch nejmenších detailů – k tomu je ovšem nutnost naprosté znalosti popisovaného systému.

Při vyhodnocování rizik je třeba zaměřit pozornost nejen na stroje, ale také na pracovníky a možná bezpečnostní rizika. K takovému vyhodnocování lze použít již zmíněné nástroje. Co se týká haly 2, jde o výrobní halu, tudíž zde budou existovat nebezpečí zranění, mírných až závažných. Z pozorování by zejména měla být dodržována tyto pravidla:

- při zajišťování transportu materiálu k laseru by měla být nošena bezpečnostní helma – existuje riziko uvolnění materiálu

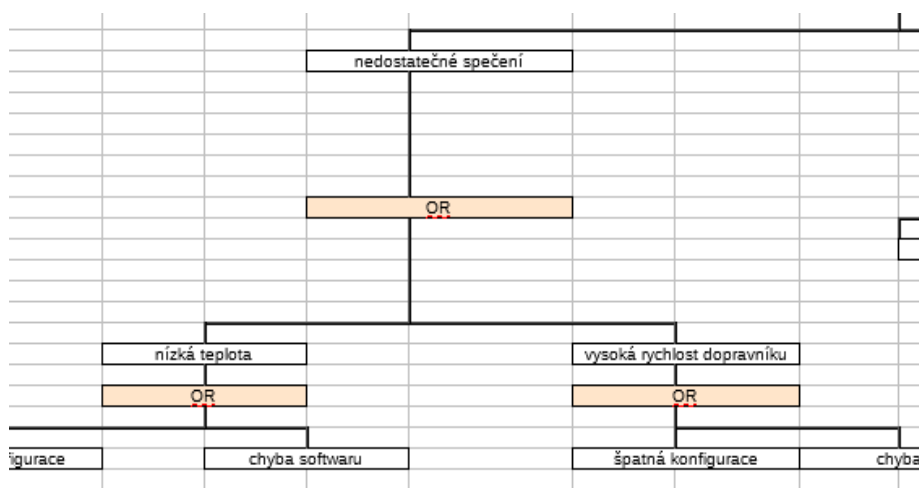
- dbát pozornosti na cestách předurčených pro vysokozdvizné vozíky
- nepřekračovat do prostor, která jsou ohrazena – takovým místem jsou např. určité prostory laseru
- používat ochranné pomůcky – rukavice, roušky v lakovně, brýle

Dobrou zprávou je, že podle vedoucích k úrazům nedochází, a když k tomu tak dojde, bývá to způsobeno lidskou chybou (např. i zanedbáním bezpečnostních pravidel zmíněných výše). I přesto by mělo být na rizika ohleduplně dohlíženo. K tomu můžou posloužit uvedené nástroje, ale i další: HAZOP, ETA apod.

Řízení rizik je rozsáhlým tématem a touto kapitolou nebyla pokryta všechna rizika, která by mohla nastat. V následující tabulce budou vypsány některé typy rizik:

Typ rizika	Příklad
Provozní riziko	Porucha komponenty v laseru, zaseknutí dopravníku v lakovně, výpadek zdroje pro svařovnu – tyto rizika ohrožují plynulou výrobu pracoviště
Technické riziko	Tyto rizika souvisí s novými technologiemi a zařízeními zavedenými do výroby – v poslední kapitole, která se bude zabývat návrhy, budou úpravy pracoviště zavedeny, tudíž s nimi technické riziko bude spojeno
Bezpečnostní rizika	Pád součástky z polic, zranění způsobeno přezásobováním haly (zakopnutí-pád), zranění při používání ručních nástrojů (vrtačka)
Investiční rizika	Při nákupu nových strojů, které budou použity ke zlepšení v poslední kapitole, budou investiční rizika spojena

Tabulka 8: Typy rizik ve výrobě (vlastní tabulka)



Obrázek 21: Ukázka vytvořené FTA(vlastní obrázek)

Vytvořené analýzy budou přiloženy v příloze práce.

V závěru této kapitoly je důležité uvést, jak si organizace v porovnání s uvedenými principy a metodologiemi stojí. Je znatelné, že se aktuální stav výrobního procesu zmíněným metodologiím nerovná. Místo procesního přístupu je ve výrobě využíván spíše přístup funkční – každé pracoviště má svoji funkci a jejich pracovníci si víceméně „hledí svého“. Organizace se ovšem dokáže zaměřit na zákazníka díky své přizpůsobitelnosti k zákaznické objednávce, což je dobrý základ pro zavádění.

Metodologie Lean také není aplikována – to je pochopitelné již díky předchozímu bodu, protože zavedení procesního přístupu je základní podmínkou pro fungování Leanu. Na rizika je v organizaci pohlíženo, nicméně to tak není realizováno pomocí uvedených nástrojů (FMECA, FTA, HAZOP,...) - pracovníci vedení nejsou s těmito nástroji obeznámeni.

5. Znaky racionalizovaného výrobního procesu

V následující části budou vytyčeny znaky, podle kterých by měl následně být měřen výrobní proces. Některé znaky byly již vymezeny v předchozí kapitole. Znaky jsou metriky, které slouží k jako hodnoty k porovnávání procesů a jejich výkonnosti, efektivitě apod.

Hlavními metrikami jsou výrobní a časy pohybu po pracovišti, které byly ve třetí kapitole práce vyměřeny. V racionalizovaném výrobním procesu poté bude porovnáváno, zda-li zlepšení tyto časy zkracují.

Dalším důležitým znakem budou pro práci náklady. Bude především pohlíženo na náklady práce a materiálů.

Metrika, se kterou by měl racionalizovaný výrobní proces dále počítat, bude počet vyrobených zmetkovitých dílů. V nejlepším případě by měl počet vyrobených defektních kusů vyhovovat požadavkům Six Sigma, to ovšem není ve většině případů realitou.

Další metrikou by měla být určitá rizikovost. V předchozí kapitole byla vytvořena analýza FTA, pomocí níž jde vyčíslit pravděpodobnost nastání vrcholové (většinou rizikové) události. Znakem by byla právě tato pravděpodobnost, která by mohla být snížena technickými úpravami výroby apod.

Znakem, u kterého poté lze diskutovat, je počet pracovníků. Pokud je možné vyrábět pomocí menšího počtu lidí, je neefektivní držet vyšší počty pracovníků. Diskutovat lze pak nad otázkou, zda-li je tento přístup z lidského hlediska správný, nicméně pokud je zaměřeno na zlepšování, tento znak by taky měl být zahrnut.

Shrnutí znaků, které by měly být v rámci racionalizovaného výrobního procesu sledovány:

Výrobní čas [s]
Čas pohybu po pracovišti [s]
Náklady výroby [Kč]
Zmetkovitost [ks]
Počet pracovníků
Pravděpodobnost rizika [%]

Tabulka 9: Znaky racionalizovaného výrobního procesu

Výrobní čas podle měření trvá přibližně 10939s (bez bodování) – cílová hodnota by tudíž měla být nižší. Stejně tomu tak je i u časů pohybu – naměřená přibližná hodnota je 360s (bez bodování), která by měla být úpravami redukována.

Tak tomu je i u dalších znaků – náklady by měly být nižší, než vykalkulované, nynější náklady (1941,41 Kč), počet zmetků by se měl snížit o hodnotu 25 ks/směna atd.

6. Doporučení pro racionalizaci výrobních procesů

V poslední kapitole bude úkolem vytyčit návrhy na racionalizaci výrobních procesů, které budou vést ke zlepšování znaků určených v předchozí části. Z popisu výrobního procesu haly 2 je zřejmé, že je možné nalézt místa, která by mohla být změněna k prospěchu

a) Aplikace zlepšovateľských metodologií a nástrojů

Prvním návrhem pro zlepšení, který je spíše teoretický, je zavedení metodologií, jako je např. Lean, přímo do výroby. Výroba tahem, která je hlavním principem štíhlé výroby Lean, by hale 2 prospěl z jasných důvodů. Výrobna se trápí nedostatečnými prostory, což je výsledkem velkých meziskladů dílů, které se nestíhají zpracovávat. Výroba tahem by při efektivní aplikaci tento problém odstranila.

Důležitou otázkou je poté, jak tuto metodologii aplikovat. Nejdůležitější roli v zavádění hraje pochopitelně vedení, které musí vytvořit jasný plán, jak zavedení docílit. Praktické v tomto případě bude vytvoření přesné mapy hodnotových toků (VSM), ze které se dají jednoznačně určit úzká místa, ve kterých dochází k plýtvání apod. (taková mapa byla vytvořena ve 4. kapitole → z ní bylo usouzeno, že úzkým místem je lakovna – tento závěr byl získán i pozorováním a diskuzí s vedením). Praktické by také bylo využívání nástroje kanban v podobě karet nebo jiných pomůcek.

Důležitým faktorem bude jednoznačně zavedení procesního přístupu, k čemuž je v inicializační fázi potřebná především kompletní charakteristika procesu a určení cílů. Bez fungujícího procesního přístupu nemůže být o Leanu uvažováno, tyto dvě metodologie na sebe navazují.

Velkou roli v zavádění Leanu (a zároveň proc. přístupu) budou také hrát samotní pracovníci výroby, jejichž úkolem by mělo být naprosté spolupracování a plnění podmínek, které budou vedením stanoveny. Bez toho nebude moci být aplikování metodologií nikdy provedeno.

Kritickým bodem bude ovšem vytvoření samotného plánu, jak Leanu docílit. Tento plán se pro každou organizaci liší a je ovlivněn např. layoutem, technologickou úrovní, finančními možnostmi apod. Autor se domnívá, že plán bude ve většině případů výrobních procesů obsahovat návrh na technologické úpravy výroben – pořízení dalších strojů, reorganizace výroby, zvětšení výrobních prostor apod. Konkrétní návrhy budou předloženy v dalších bodech.

V případě úspěšné aplikace je pak hlavním úkolem si stanovenou úroveň udržet a dále proces zlepšovat, v rámci Leanu poté především podle nástroje **PDCA**. Standardizace principů na pracovišti je v závěru nejdůležitější částí k fungování metodologií.

b) Technologické úpravy výroby

V předchozím bodě byla zmíněna nutnost technologických úprav, která vede ke zvyšování rychlosti produkce, ale i dále napomáhá ke změnám přístupu k výrobě. Z pozorování výroby v hale 2 byly vytvořeny následující návrhy úprav:

Prodloužení dopravníku (A)

První vylepšení se týká úseku výroby mezi svařovnou a lakovnou. V předchozích kapitolách byla lakovna deklarována jako úzké místo výroby a to především pro svařovnu, ve které jsou rámy svařeny rychleji, než se stíhají do lakovny odebírat. To je způsobeno především tím, že rámy navěšuje jeden člověk, zatímco rámy jsou svařovány dvěma stanicemi. Pokud bude vycházeno z naměřených časových hodnot, za 70 s jsou svařeny dva rámy (2 svařovny). Odběr ze svařovny do lakovny trvá přibližně 25 s, tudíž 50 s pro oba rámy. Navěšení poté trvá přibližně 45 s (nejprve musí pracovník přidělat na dopravník háčky k uchopení rámu, až poté se samotný rám navěšuje), pro dva rámy to je tedy 90 s, dohromady 140 s, což je dvojnásobný čas oproti svařovně. Pracovník lakovny pochopitelně nechodí pro každý svařený rám zvlášť, ale používá vozík, na který dokáže naskládat 20 ks. Dopravení takového vozíku trvá zhruba 55 s (sledování)

Zlepšení tedy tkví v prodloužení dopravníku. Lakovna se nachází přímo za stěnou svařovny. V případě odbourání části této stěny v prostoru mezi svařovacími jednotkami by šlo navázat dopravník od kompletační stanice dále ke svařovně, tím pádem by obíhal skrze všechna důležitá pracoviště.

Obrázek 22 znázorňuje, jakým směrem by takový dopravník putoval:

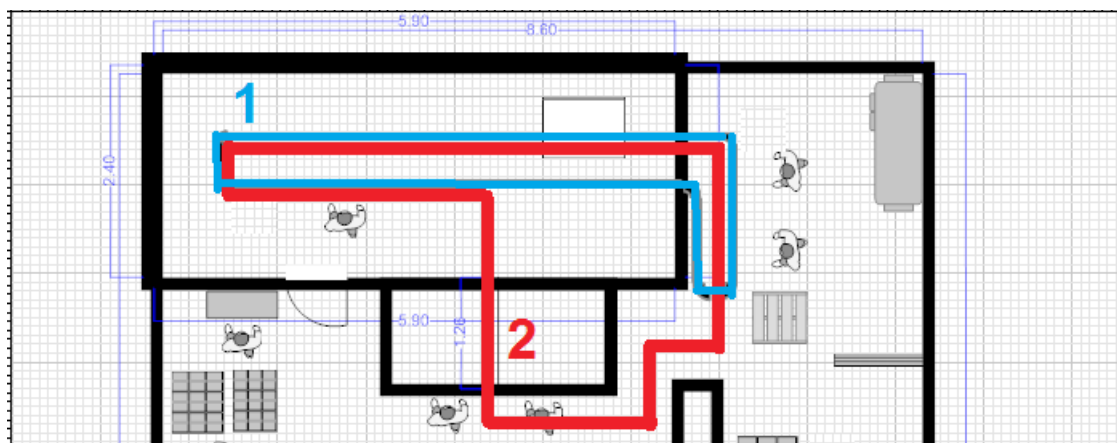


Obrázek 22: Návrh prodloužení dopravníku (vlastní obrázek)

Bod 1: Tímto směrem by dopravník putoval z kompletační stanice

Bod 2: Tímto směrem by dopravník putoval dále do lakovny. Zahýbal by se v prostorech mezi štítky R1 a R2 a dále by putoval do lakovny skrze vytvořenou díru ve stěně. V lakovně by se napojil na již instalovaný dopravník.

Lépe pochopitelný bude návrh trasy dopravníku ,viditelný zde (Obrázek 23):



Obrázek 23: Změna trasy dopravníku (modrá - původní trasa, červená - nová trasa) (vlastní obrázek)

Tato změna by odstranila pohyb pracovníka, při kterém odbírá díly ze svařovny do lakovny – rámy by byly navěšovány ihned po svaření. Nyní bude porovnáno toto zlepšení se stanovenými znaky racionalizovaného procesu.

- *Výrobní čas:* toto zlepšení by rychlost strojů neovlivnilo; dopravník by byl prodloužen, tudíž by průjezd lakovnou byl delší, nicméně při plném navěšení dopravníku rámy by na tomto faktu nezáleželo
- *Čas pohybu:* tento čas by byl snížen o 25 s (odstranění času odběru svařovna → lakovna). Navěšování obou rámu by tak stále trvalo 90 s, nicméně při navěšování by nyní mohli pomoci i pracovníci svařovny – při čekání na svaření nic nedělají.
- *Náklady výroby:* v tomto případě by se náklady mohly snížit úplným zrušením pracovníka lakovny – navěšování by obstarávali svářeči. Postupovali by v práci následovně:
 - Umístění přípravku do automatického svářeče, čekání na svaření (začátek směny)
 - Vyndání svařeného rámu, umístění přípravků do svářeče (15 s)
 - Při čekání na svaření by byl navěšen rám (časová rezerva přibližně 10 s)

Při tomto snížení počtu pracovníků o 1 dělníka by bylo ušetřeno 81 Kč/h. Zároveň by nevznikaly mezisklady mezi svařovnou a lakovnou. Pracovníci svařovny by tím ovšem byli více zatíženi.

- *Zmetkovitost:* počty zmetků by tímto ovlivněny nebyly

- *Počet pracovníků:* počet pracovníků by byl snížen o jednoho
- *Pravděpodobnost rizika:* ačkoliv autor nezná přesné hodnoty, bylo by sníženo bezpečnostní riziko tím, že by neprobíhalo tolik pohybu po pracovišti, tudíž by nedocházelo k zakopávání o různé objekty apod. (ačkoliv stát se může cokoliv).

Ceny těchto dopravníků se odvíjí od jejich délky, složitosti trasy a požadované nosnosti. Průzkumem internetových nabídek byla zjištěna cena takového dopravníku – činí zhruba 3000 Kč/m [45].

Vybudování dodatečných prostor (B)

V případě, že by firma nepřistoupila ke změně práce tak, aby se vyrábělo podle principů Lean, úpravou, která by řešila nedostatečné skladovací prostory, by byla výstavba skladu pro rozdělané díly. Tento sklad by sloužil čistě pro skladování rozdělaných částí (především ze svařovny).

Pracoviště by tudíž bylo čisté, nebyly by na něm žádné mezisklady. To by usnadňovalo pohyb a snižovalo riziko úrazů. Na druhou stranu by navýšily vzdálenosti pro navážení dílů pro zpracování. Pokud bude ovšem uvažováno s tím, že by některé mezisklady mohly být zachovány (již teď jsou pro ně v hale uvolněna místa), sklad pro nadbytek výroby by byl řešením.

Ze stanovených znaků by toto zlepšení podle autora zlepšilo hlavně pravděpodobnost rizika. Z pohledu plýtvání by toto rozšíření snížilo přezásobování, ovšem pouze v hale 2.

Důležitější otázkou by poté bylo, zda-li by se výstavba nových prostor vyplatila z hlediska nákladů, vzhledem k tomu, že by rychlost výroby nebo pohybů nesnížila.

Dále, pokud by se vedení snažilo o zavedení procesního přístupu, toto řešení by bylo nemyslitelné. Svůj účel v navyšování skladovacích prostor by ovšem splnilo.

Vylepšení způsobu skladování (C)

V hale 2 se skladují nehotové díly na palety s ohrádkami. Pro manipulaci s těmito paletami je potřeba obstarat paletový vozík, dovézt ho k paletě, naložit ji, odvézt na požadované místo a zase paletový vozík odvézt na místo pro ně určené. Převážení vozíku tam a zpět zabírá čas, který by mohl být použitím jiných technologií ušetřen.

K tomu by mohly sloužit např. vozíky na palety, na které je naložena paleta a dále je na ní nakládán materiál/díly běžným způsobem.



Obrázek 24: Vozík na palety [43]

Tyto vozíky by se nejlépe uplatnily v prostoru mezi svařovnou a lasery, ve kterém je s paletami s díly manipulováno nejvíce. Obrázek 11 ukazuje, jakým způsobem jsou rozmístěny palety s díly mezi těmito dvěma pracovišti. Pokud by každá z těchto palet byla doplněna o vozík, pomohlo by to např. manipulaci s prázdnými paletami, které by mohly být okamžitě navedeny do míst, kde jsou doplňovány apod.

Porovnání se znaky:

- *Výrobní čas*: neovlivněn touto změnou
- *Čas pohybu*: tento čas by byl zkrácen o dobu, jakou trvá navedení paletového vozíku a následné odvezení – paletové vozíky jsou v hale z pozorování zpravidla umístěny v prostorech, kde je také skladován materiál (Obrázek 6, bod 2). Vlastním autorovým experimentem byla autorem naměřen čas délky tohoto pohybu na 34 s. Do tohoto času dále hrají faktory jako rychlost pracovníka a proměnlivost umístění vozíku (ne vždy ho lze najít na stejném místě). Navrženou změnou by byl čas eliminován.
- *Náklady výroby*: neovlivněny touto změnou
- *Zmetkovitost*: neovlivněny touto změnou
- *Počet pracovníků*: neovlivněny touto změnou
- *Pravděpodobnost rizika*: z tohoto ohledu by mohlo být riziko naopak navýšeno – při používání paletového vozíku je paleta tažena za operátorem vozíku, při použití vozíku na palety (Obrázek 24) by byl vozík tlačěn dopředu operátorem, tudíž by neměl tak dobrý přehled o tom, co se před ním vyskytuje. Sníženo by naopak bylo právě z toho důvodu, že je minimalizován pohyb po pracovišti.

Cena za jeden paletový vozík činí 2 994 Kč [46].

Pásový dopravník od laseru (D)

Tento způsob zlepšení tkví v úpravě pracoviště laseru. Momentálně jsou vyrobené díly převáženy z tohoto pracoviště k svařovně pomocí paletových vozíků ve chvíli, kdy jich je naloženo potřebné množství. Vylepšení by eliminovalo tento pohyb, neboť nové díly by mohly být neustále dodávány ihned po vyřezání. To by mohlo napomoci k uplatnění principu tahu.

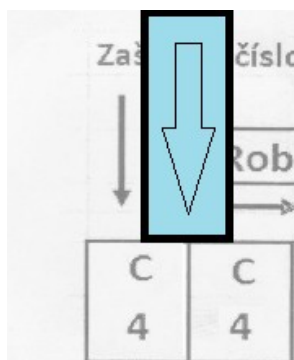
Pro takovou úpravu by nejprve bylo potřeba reorganizovat rozmístění palet s díly před svařovnou (Obrázek 11), do kterých by od laseru putovaly.



Obrázek 25: Modifikace mezikladu dílů před svařovnou (vlastní obrázek, původní autor: Walraven)

Obrázek 25 znázorňuje, jak by takové rozložení mohlo vypadat. Lze si všimnout, že díly C, E, F jsou umístěny v horní řadě palet – tyto díly jsou vyráběny na laseru. V původní plánu (Obrázek 11) je beden s některými díly více, v novém plánu jsou tyto bedny (pro díly C, E, F) odstraněny a u těch zbylých je navýšen počet ohrádek, tudíž je skladováno téměř stejné množství. Do těchto dvojic beden by tedy putovaly pásové dopravníky směrem od laseru. Obsluha laseru by pouze odebrala vyrobený díl a položila na pás, nebylo by potřeba dalších pohybů.

Pás by byl umístěn tak, aby byl přímo mezi bednami. Díly by tak mohly být umístěny na kraje pásu, čímž by se dostaly do požadované bedny, viz Obrázek 26.



Obrázek 26: Umístění pásu (vlastní obrázek)

Porovnání se znaky:

- *Výrobní čas*: změna nezasahuje do strojů, tudíž by byl čas nezměněn
- *Čas pohybu*: čas pohybu by byl zkrácen o dobu přesunu materiálu od laseru ke svařovně, který trvá 22 s. K tomuto času lze také přičíst dobu, kterou trvá navedení paletového vozíku – 34 s.

- *Náklady výroby*: nebyl by potřeba pracovník, dopravující materiál do svařovny, tudíž by byly náklady sníženy o 81 Kč/h.
- *Zmetkovitost*: nebyla by ovlivněna
- *Počet pracovníků*: byl by snížen o jednoho (pracovník, který dopravuje materiál od laseru ke svařovně)
- *Pravděpodobnost rizika*: pravděpodobnost by zde mohla být navýšena šancí, že díl bude dopadem do bedny poškozen – vzhledem k tomu, že jde ale o ocelové díly, pravděpodobnost by byla nízká

Cena jednoho takového dopravníku činí 6 740 Kč (konkrétní typ PS-609) [47].

Autor práce se domnívá, že tyto návrhy úprav by mohly kladně pozměnit výrobní proces haly 2 a přivést k řízení výroby podle metodologie Lean.

V rámci těchto návrhů nebyly plně řešeny náklady jednotlivých úprav (byly uvedeny ceny dopravníků a vozíku, ale již nebyly zkoumány náklady na úpravy pracoviště se zlepšením spojenými apod.), to ovšem nebylo záměrem – hlavní bylo nalezení způsobů, které by vedly k racionalizaci výrobního procesu, tedy ke zvýšení efektivity pozměněním některých činností či jejich eliminací.

7. Závěr

Autorem práce byly vytvořeny návrhy (A, B, C, D), které by při správné aplikaci měly vést k zlepšení hospodárnosti výrobního procesu firmy. Tyto návrhy především slouží jako podpůrné úpravy k zavedení metodologie Lean do popisované haly 2.

V první, řešeršní části práce byly pochopitelně zavedeny a představeny pojmy, které byly dále pro analýzu podstatné – efektivita, hospodárnost, plýtvání. Kromě pojmů byly také předvedeny nástroje, jako např. VSM či metodologie Lean.

V druhé části práce byla představena popisovaná organizace, Walraven. V ní konkrétně byla práce zaměřena na výrobu v hale 2, která slouží k produkci rámu pro předstěnové systémy. Organizace byla popsána z hlediska délek činností a pohybů a nákladů práce, materiálů, ... Dále byla organizace také porovnána s hledisky procesního přístupu, Lean a rizik, přičemž v rámci rizik byly také vytvořeny dvě analýzy částí výrobního procesu podle nástrojů FMECA a FTA. Závěrem této kapitoly bylo především zjištění, že se organizace uvedenými metodologiemi řídí jen do určité míry.

Předtím, než byly vytvořeny návrhy na zlepšení, byly určeny znaky, podle kterých by měl být (dle autora) racionalizovaný a neracionalizovaný výrobní proces porovnáván.

Konečně, v poslední části práce byly vytvořeny návrhy na úpravy výrobního procesu, především technologického rázu. Tyto úpravy se týkaly úpravy pracoviště či změn ve způsobech skladování.

Navržené technologické úpravy byly předvedeny vedoucímu výrobní haly a byly přijaty pozitivně – navržená úprava dopravníku tak, aby vedl skrze svařovnu, lakovnu a kompletační stanici je úprava, kterou zváží (úprava A). Pro takovou úpravu pracoviště by pochopitelně musela být vytvořena obsáhlejší analýza, ze které by bylo zjištěno, jaké by byly náklady úpravy, jak přesně by tato změna výrobu změnila apod.

Autorovi se zdá být změna v dlouhodobém rámci výhodná, především pokud by se také organizace zaměřila na zavedení metodologií, které byly v práci předvedeny, a to zejména Lean. Pro organizaci by se vyplatil obzvláště z důvodu organizovaného řízení procesů (např. díky Value Stream Mappingu).

Zda-li ovšem bude organizace tímto směru pokračovat, je otázkou. Dle názoru autora je v rámci problematiky racionalizace v dnešní době především důležité:

- zaměření na zákazníka
- snaha vedení o zavedení navržených změn
- promyšlené plánování dopředu
- zájem o řízení výroby pomocí moderních trendů
- přívětivý přístup k pracovníkovi, který za svoji iniciativu může být odměněn

A ačkoliv technologické změny mohou napomoci k racionalizaci výroby, hlavním „hnacím motorem“ zlepšování, jak lze vyvodit z uvedených bodů, je člověk.

Seznam zdrojů:

- [1] KEŘKOVSKÝ, M.: Moderní přístupy k řízení výroby. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009. C.H. Beck pro praxi. ISBN 80-740-0119-9.
- [2] SYNEK, M. a kol.: Podniková ekonomika. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2010. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-336-3.
- [3] THOMPSON, A.: Economics of the firm: theory and practice. 5th ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, c1989. ISBN 01-322-4270-2.
- [4] Zákon č. 320/2001 Sb.: Zákon o finanční kontrole ve veřejné správě a o změně některých zákonů (zákon o finanční kontrole). In: . 2001, ročník 2001, 122/2001. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-320#cast1>
- [5] DRUCKER, P.: Management: tasks, responsibilities, practices. [1st ed.]. New York, [1974]. ISBN 00-601-1092-9.
- [6] PELANTOVÁ, V., HAVLÍČEK, J.: Integrace a systémy managementu: [monografie]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2014. ISBN 978-807-4941-641.
- [7] JUROVÁ, M.: Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
- [8] SYNEK, M.: Manažerská ekonomika. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3494-1.
- [9] SVOZILOVÁ, A.: Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [10] GRASSEOVÁ, M. a kol.: Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1987-7.
- [11] TŮMA, M.: Procesní organizace a systémy managementu jakosti [online]. 12/2013 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/procesni-organizace-a-systemy-managementu-jakosti.htm>
- [12] PEARCE, D.: Macmillanův slovník moderní ekonomie. 4. vyd. Praha: Victoria Publishing, [1993]. ISBN 80-856-0542-2.
- [13] RÁLEK, P.: Metody užívané v logistice [online]. Technická univerzita v Liberci [cit. 2019-02-19].
- [14] KOCOUREK, Z.: Procesní řízení v organizaci [online]. 13. 12. 2007 [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <https://modernizeni.ihned.cz/c1-22611310-procesni-rizeni-v-organizaci>
- [15] FIALOVÁ, H.: Malý ekonomický výkladový slovník. 8., upr. vyd. Praha: A plus, 2007. ISBN 978-80-903804-0-0.
- [16] VALACH, J.: Finanční řízení podniku. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 1999. ISBN 80-861-1921-1.
- [17] ANDRÝSEK, L.: Jak dál při zvyšování produktivity [online]. 11. 8. 2006 [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <https://modernizeni.ihned.cz/c1-19058890-jak-dal-pri-zvysovani-produktivity>
- [18] PAVELKA, M.: Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání [online]. 29. 10. 2015 [cit. 2019-02-06]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25781n-naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani>
- [19] VÁCHAL, J. a kol.: Podnikové řízení. Praha: Grada, 2013. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.
- [20] UKAZATELE FINANČNÍ ANALÝZY - ZISKOVOST A RENTABILITA. FEBMAT [online]. 09.11.2016 [cit. 2019-01-11]. Dostupné z: <https://www.febmat.com/clanek-ukazatele-financni-analyzy-ziskovost-a-rentabilita/>
- [21] ŠUBRTOVÁ, J.: Způsobitelné výdaje v kontextu pravidel 3E [online]. In: . [cit. 2019-01-11]. Dostupné z: <https://www.dotaceeu.cz>
- [22] ZIKMUND, M.: Tržby, obrat, výnosy, příjmy a zisk – základní pojmy, které se pletou [online]. 2. 9. 2011 [cit. 2019-01-11]. Dostupné z: <http://www.businessvize.cz/financni-analyza/trzby-obrat-vynosy-prijmy-a-zisk-zakladni-pojmy-ktere-se-pletou>

- [23] STŘELEČ, J.: 5S - pořádek na pracovišti [online]. 23. 4. 2012 [cit. 2019-01-11]. ISSN www.vlastnicesta.cz. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/5s-poradek-na-pracovisti/>
- [24] STŘELEČ, J.: PDCA cyklus [online]. 23. 4. 2012 [cit. 2019-01-11]. ISSN www.vlastnicesta.cz. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/pdca-cyklus-1/>
- [25] Hospodárnost [online]. 2015, 21. 4. 2015 [cit. 2019-01-11]. Dostupné z: <http://news.cafin.cz/slovník/hospodarnost>
- [26] ROSER, Ch.: The (True) Difference Between Push and Pull [online]. 2. 6. 2015 [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/push-pull/>
- [27] ŠIMON, M. a kol.: Kanban – výroba tahem. IT Systems [online]. (4/2014) [cit. 2019-02-23]. ISSN 1802-615X. Dostupné z: <https://m.systemonline.cz/řízení-vyroby/kanban-vyroba-tahem.htm>
- [28] SHANKAR, R.: Process improvement using Six Sigma: a DMAIC guide. Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, c2009. ISBN 978-0-87389-752-5.
- [29] ISO Guide 73:2009: Risk management - Vocabulary. 13. 11. 2019. American National Standards Institute, 2009.
- [30] TICHÝ, M.: Ovládání rizika: analýza a management. V Praze: C.H. Beck, 2006. Beckova edice ekonomie. ISBN 80-717-9415-5.
- [31] HNÁTEK, J. a kol.: Komentované vydání normy ČSN EN ISO 9001:2016: systémy managementu kvality - Požadavky. Praha: Česká společnost pro jakost, 2016. ISBN 978-80-02-02642-6.
- [32] VALIŠ, D.: Hodnocení rizik - Metody HAZOP a FTA [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: www.elearning.tul.cz
- [33] KAMENICKÝ, J.: Ukazatele bezporuchovosti, pohotovosti a udržitelnosti [online]. Liberec: Oddělení spolehlivosti a rizik [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: www.elearning.tul.cz
- [34] VALIŠ, D.: Analýza druhů, důsledků a kritičnosti poruch (FMEA-FMECA) [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: www.elearning.tul.cz
- [35] KAMENICKÝ, J.: Analýza způsobů, důsledků (a kritičnosti) poruch - FME(C)A [online]. [cit. 2019-02-28]. Dostupné z: www.elearning.tul.cz
- [36] Jekly - Ocelové profily. Wwww.kondor.cz [online]. [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.kondor.cz/jekl/c-1423/>
- [37] Suchánek & Walraven, s.r.o. - Volná pracovní místa. Wwww.prace.kurzy.cz [online]. [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://prace.kurzy.cz/urad-prace/volna-mista/suchanek-walraven-sro-46696-firma/>
- [38] TruLaser Tube 5000 fiber. <https://www.trumpf.com> [online]. [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: https://www.trumpf.com/cs_CZ/produkty/stroje-systemy/stroje-pro-laserove-rezani-trubek/trulaser-tube-5000-fiber/
- [39] Svařovací buňky ARC-IN 250 M/2 a 250 E/2. Wwww.arc-h.cz [online]. [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://www.arc-h.cz/svarovaci-bunky.html>
- [40] PZ Powder center with Gematic control unit. In: Wwww.gemapowdercoating.com [online]. [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: https://www.gemapowdercoating.com/fileadmin/documents/User_Manuals/English/Powder_Management/Powder_Centers/PZ-en.pdf
- [41] Spotřeba elektřiny. Wwww.vypocitejto.cz [online]. [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://www.vypocitejto.cz/energie/spotreba-elektriny.html>
- [42] RAL COLOURS HISTORY. <https://www.ral-farben.de> [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://www.ral-farben.de/content/footer-navigation/footer-ueber-ral-farben/about-ral-colours/history.html>
- [43] Vozík na EUR palety. Wwww.b2bpartner.cz [online]. [cit. 2019-04-16]. Dostupné z: <https://www.b2bpartner.cz/vozik-na-eur-palety/?gclid=Cj0KCQjw->

[tXIBRDWARIsAGYQAmdphwccKB4fkFy8whiuM6cjaRYuSMJDeiyxaQhQd-gCUIiSVrJn6mkaAg2BEALw_wcB](https://www.betz.cz/bosch/pasove-dopravniky.html)

- [44] Pásové dopravníky - modulární systém pásových dopravníků. Www.betz.cz [online]. [cit. 2019-04-16]. Dostupné z: <https://www.betz.cz/bosch/pasove-dopravniky.html>
- [45] Powder Coating Wheels Overhead Assembly Line Conveyor Systems. https://www.alibaba.com/product-detail/Powder-Coating-Wheels-Overhead-Assembly-Line_60706090441.html?spm=a2700.details.maylikeexp.4.27c118c2b3XSZ5 [online]. [cit. 2019-04-23].
- [46] Vozík na EUR palety. https://www.b2bpartner.cz/vozik-na-eur-palety/?gclid=CjwKCAjw7_rlBRBaEiwAc23rhtoT__ZeXjOaqlZsFVEuS7GfXG4A6_mtEDc_F1hVqe8u6jdAHwLvzxoCeDIQAvD_BwE [online]. [cit. 2019-04-23].
- [47] PS-609 - VÁLEČKOVÁ DRÁHA [online]. [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: https://www.svarecky-obchod.cz/drevoobrabeci-stroje/operne-stojany/5140-ps-609-valeckova-draha.htm?gclid=CjwKCAjw7_rlBRBaEiwAc23rhndM3w5Hk9VrGM_EMTq_2yb2sLDEDGQgCSI6splaUirc4vF5HuA1rRoCAzsQAvD_BwE
- [48] ČSN ISO 8015 (014204) Technické výkresy. Základní pravidlo tolerování. ÚNMZ, 1994.
- [49] ČSN EN ISO 13920 (050205) Svařování - Všeobecné tolerance svařovaných konstrukcí - Délkové a úhlové rozměry - Tvar a poloha. ÚNMZ, 2003.
- [50] KRATOCHVÍL, J: Cesta k LEANu – klíč je v lidech [online]. [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <https://www.escare.cz/blog/cesta-k-leanu-klic-lidech/>

Přílohy

- Analýza FMECA (FMECA.ods)
- Analýza FTA (FTA.ods)