

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STROJNÍ
ÚSTAV ŘÍZENÍ A EKONOMIKY PODNIKU



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**ANALÝZA A NÁVRH RACIONALIZACE VÝROBNÍCH PROCESŮ V
PRŮMYSLOVÉM PODNIKU**

**ANALYSIS AND DESIGN OF PRODUCTION PROCESSES
RATIONALIZATION OF AN INDUSTRIAL COMPANY**

AUTOR: Bc. Arkadii Makhmatov

STUDIJNÍ PROGRAM: Strojní inženýrství

VEDOUCÍ PRÁCE: prof. Ing. František Freiberg, CSc.

PRAHA 2021

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Makhmatov** Jméno: **Arkadii** Osobní číslo: **439329**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**
Studijní program: **Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Řízení a ekonomika podniku**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Analýza a návrh racionalizace výrobních procesů v průmyslovém podniku

Název diplomové práce anglicky:

Analysis and design of production processes rationalization of an industrial company

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod – stanovení cílů práce a zdůvodnění zadání.
2. Teoretická část: nástroje a metody řízení výrobních procesů, racionalizační přístupy a nástroje, metriky výkonnosti.
3. Praktická část: představení společnosti, analýza výrobních procesů v průmyslové společnosti.
4. Návrhová část: návrh racionalizačních opatření výrobních procesů a návrh metodiky pro zvýšení efektivity na základě zvolených výkonnostních metrik.
5. Závěr: vyhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené literatury:

JUROVÁ, Marie, 2016. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.
VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902-2353-2
ZELENKA, Antonín a Vratislav PRECLÍK, 2004. Racionalizace výroby. V Praze: Vydavatelství ČVUT. ISBN 80-010-2870-4.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

prof. Ing. František Freiberg, CSc., ústav řízení a ekonomiky podniku FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Ing. Václav Michalec, ústav řízení a ekonomiky podniku FS

Datum zadání diplomové práce: **30.04.2021** Termín odevzdání diplomové práce: **23.07.2021**

Platnost zadání diplomové práce: **28.02.2022**

prof. Ing. František Freiberg, CSc.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. Miroslav Žilka, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v příloženém seznamu literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne:

Podpis:

Abstrakt

Předmětem diplomové práce je aplikace racionalizačních přístupů, metod a nástrojů na výrobní systémy a procesy průmyslového podniku. Práce je rozdělená na teoretickou a praktickou část. Teoretická část je koncipovaná tak, aby poskytla dostatek teoretických poznatků v oblasti racionalizace výroby. V praktické části provádíme analýzu současného stavu a návrh racionalizačních opatření v průmyslovém podniku. V závěru práce jsou shrnuté dosažené výsledky.

Klíčová slova

Racionalizace, výroba, štíhlé řízení, VSM, kanban, metoda 5S.

Abstract

The subject of the diploma thesis is the application of rationalization approaches, methods and tools to production systems and processes of an industrial company. The work is divided into theoretical and practical part. The theoretical part is designed to provide sufficient theoretical knowledge in the field of production rationalization. In the practical part we analyze the current state and propose rationalization measures in an industrial company. At the end of the work are summarized the achieved results.

Key words

Racionalization, production, lean management, VSM, Kanban, 5S method.

Motto

„Literatura celého světa nepomůže strojíku zvednouti do svěráku dílec, který jest těžší, než kolik může uzvednouti, když chybí v dílně zvedací zařízení. To jest problém jeho práce a musí vynaléztí způsob, jak jej rozřešiti.“

Tomáš Baťa

Poděkování

Rád bych poděkoval všem, kteří se spolupodíleli na tvorbě této diplomové práce. V první řadě vedoucímu prof. Ing. Františku Freibergovi, CSc. a konzultantovi Ing. Václavu Michalcovi za jejich odborné rady a čas, který mi věnovali.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat firmě Meva a.s. za možnost spolupráce na projektu, který byl pro mě výzvou, ale hlavně dobrou zkušeností v oblasti, ve které bych se chtěl uplatnit i po ukončení magisterského studia.

Obsah

ÚVOD.....	8
TEORETICKÁ ČÁST	9
1 <i>Prosperita podniku v konkurenčním prostředí a výroba</i>	9
1.1 Pojetí výroby	10
2 <i>Nástroje a metody řízení výrobních procesů</i>	16
2.1 Názvosloví podnikových změn	16
2.2 Inovace	17
2.3 Racionalizace	17
3 <i>Racionalizační přístupy a nástroje.....</i>	20
3.1 Podstata TOC	21
3.2 Podstata Lean.....	27
3.3 Podstata Six Sigma	35
3.4 Kombinace nástrojů.....	39
4 <i>Metriky výkonnosti</i>	40
4.1 Metriky Lean a Six Sigma	42
4.2 Metriky TOC	45
PRAKTICKÁ ČÁST	48
5 <i>O společnosti.....</i>	48
5.1 Historie podniku	48
5.2 Charakteristika podniku a současný stav výroby	50
6 <i>Definice problému</i>	53
6.2 Vymezení skupin výrobků a určení rozsahu racionalizace	55
6.3 Určení nejvíc vytížených středisek a pracovišť	56
7 <i>Měření.....</i>	57
8 <i>Analýza.....</i>	57
8.1 Hala N.....	57
8.2 Svařovna H5	64
8.3 Zhodnocení současného stavu	66
NÁVRHOVÁ ČÁST	67
9 <i>Racionalizace.....</i>	67
9.1 Racionalizace layoutu	67
9.2 Zavedení metody KANBAN	73
9.3 5S opatření.....	78
10 <i>Kontrola a řízení</i>	81
ZÁVĚR.....	82
BIBLIOGRAFIE.....	84
SEZNAM OBRAZKŮ.....	88
SEZNAM TABULEK.....	90
PŘÍLOHY	91

ÚVOD

Každý podnik je organizován svým vlastním způsobem pro to, aby mohl prosperovat. Často se však stává, že i při dostatku schopných lidí a použití moderních technologií, nejsou dosaženy očekávané výsledky – neustále dochází ke vzniku chyb, zákazníci nejsou spokojeni s produktem anebo jsou plánované náklady podniku překročeny. Zkrátka, existuje hodně důvodů na to, aby podniky neustále hledali způsoby zlepšení svého současného stavu. Proto i trh na oplátku nabízí hodně způsobů, jak tohoto zlepšení dosahovat. Není ale zaručeno, že způsob, který se v jedné firmě osvědčil, bude vhodný i pro druhou. Dosažení prosperity a efektivnosti fungování podnikových systémů, je možné na základě zavádění určité změny, která bude racionálně přizpůsobená zkoumanému podniku.

Předmět, kterým se zabýváme v dané práci, je racionalizace výrobních systémů a procesů. Jeho řešení si v podnicích vyžaduje komplexní přístup. V práci budeme využívat pojem racionalizace, protože nejlépe odpovídá našim záměrům a očekáváním vedení společnosti. Zaměření se na racionalizaci, nám dává možnost prozkoumat problém efektivnosti a výkonnosti výrobního systému z různých pohledů a kombinovat poznatky z různých oblastí. Na význam racionalizace se detailně soustředíme v teoretické části.

V této práci jsme stanovili dva hlavní cíle. V souvislosti s racionalizací výroby, jde primárně o zvýšení efektivity výrobního systému ve vybraném výrobním podniku. Kromě toho chceme poskytnout odlišný a nezávislý pohled na současný stav výrobního prostředí. Pro dosažení těchto cílů provádíme analýzu výrobního procesu, kde určujeme problematická místa a následně navrhujeme jejich řešení. Racionalizační návrh je zaměřený jen na část výrobního systému. V něm se věnujeme změnám současného uspořádání výrobní haly a metodám řízení. Už při zavedení malých změn, lze v podniku dosáhnout významné výsledky.

Pro splnění vytyčených cílů, je práce rozdělena na teoretickou, praktickou a návrhovou část. Teoretická část je zaměřená na popis základních pojmů a principů, na kterých je založená praktická část. Konkrétně v ní je zdůvodněna vhodnost racionalizačního přístupu, společně s pojmy a taky metodami, které umožní dosažení stanovených cílů. Praktická část je věnována analýze výrobního systému s použitím přístupů, metod a nástrojů, popsaných v teoretické části. Výsledkem práce jsou tři různé návrhy racionalizace výroby.

TEORETICKÁ ČÁST

Pokud bereme v úvahu ten fakt, že neexistují dva stejné podniky¹ a každý se něčím liší, pak zvýšení efektivnosti² a výkonnosti³ podniku, předpokládá kreativní přístup k řešení problému racionalizace často i nalezení odlišné a originální cesty odstranění nedostatků.

Jedním z univerzálních nástrojů, který lze použít na počátku, je otázka. Položení správných otázek pomáhá sledovat myšlenkový pochod a zaměřit se na to nejdůležitější. Pomocí správných otázek lze taky najít prvotní příčinu určitého problému.

Za jakým účelem je důležité zavádět změny v podniku a vylepšovat procesy? Na první pohled se naše otázka může zdát triviální, ale odpověď na ní tak jednoduchá není. Zlepšení podnikové efektivnosti vyžaduje využití odborných znalostí a komplexní pochopení problematiky, proto je teoretická část zaměřená na vysvětlení základních principů nutných pro její dosažení. Začínáme tím, že provádíme paralelu mezi podnikovou prosperitou a výrobním systémem. Dále na to navazujeme způsoby dosažení efektivnosti výroby, zejména rešerši metod, přístupů a nástrojů zlepšení. Dané téma uzavíráme uvedením způsobů vyhodnocení výkonnosti pomocí příslušných metrik.

1 Prosperita podniku v konkurenčním prostředí a výroba

Na rozdíl od minulosti, je dnešní trh⁴ zaměřen víc na poptávku než na nabídku. Při řízení podniku je kladen důraz spíše na marketingovou strategii firmy a výrobně-technologický pohled se často zanedbává.

Když zákazník nedostal to, co žádal, má možnost obrátit se ke konkurenci – na trhu tím vzniká konkurenční prostředí. Aby v tomto prostředí mohl podnik prosperovat, musí splňovat potřeby zákazníka a být lepší než konkurence. Procesní pohled je jednou z možností, jak dosáhnout vyšší míry spokojenosti zákazníka a zároveň zvýšit podnikovou konkurenceschopnost. Jeho podstatou je zlepšování podnikových procesů, co je nezbytné pro udržení firmy na trhu. (Řepa, 2006) (Tomek, 2014)

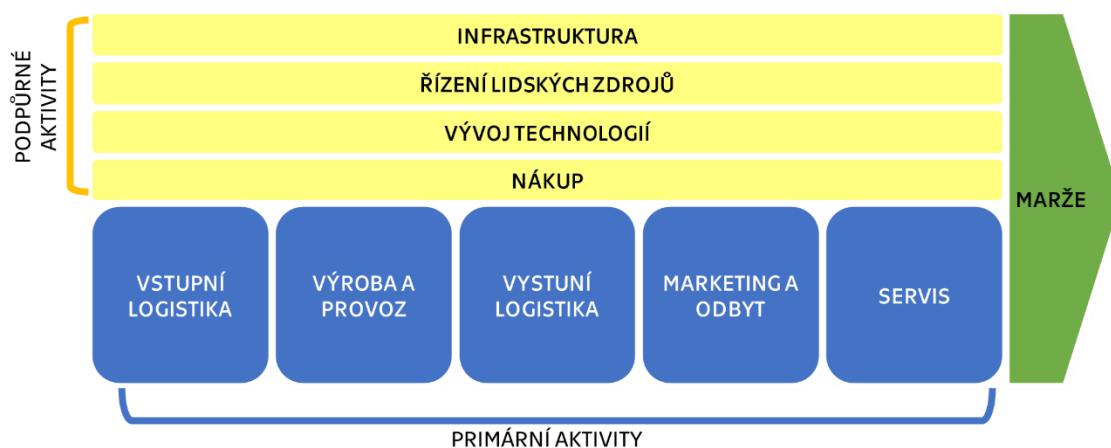
¹ Def. Podnik – tržní subjekt zpravidla zakládaný a provozovaný podnikatelem za účelem dosahování zisku, resp. zvýšení hodnoty majetku, což je cílem podnikání. Zdroj: ekonomický slovník (Hindls, 2003)

² Def. Efektivnost – poměr vstupů a výstupů; ve výrobě měřený za určitý časový interval. Zdroj: ekonomický slovník (Hindls, 2003)

³ Def. Výkonnost podniku – schopnost podniku zhodnocovat vložený kapitál. Zdroj: ekonomický slovník (Hindls, 2003)

⁴ Def. Trh – v tržní ekonomice je to místo, kde dochází ke střetnutí prodávajícího s nabídkou a kupujícího s poptávkou. Zdroj: ekonomický slovník (Hindls, 2003)

Světově známý profesor ekonomiky Michael E. Porter, ve svých výzkumech vychází z tzv. modelu hodnotového řetězce (viz obrázek 1), který umožňuje firmám porozumět procesu tvorby hodnoty pro zákazníka z pohledu činností, které do daného procesu vstupují. Cílem tohoto konceptu je dosažení větší hodnoty produktu nebo služby a tím i vyššího zisku. Základním principem hodnotového řetězce, je nalezení potenciálu významných podnikových činností a identifikace konkurenční výhody v podniku. (Porter, 1993)



Obrázek 1 - Hodnotový řetězec. Zdroj: autor na základě (Porter, 1993)

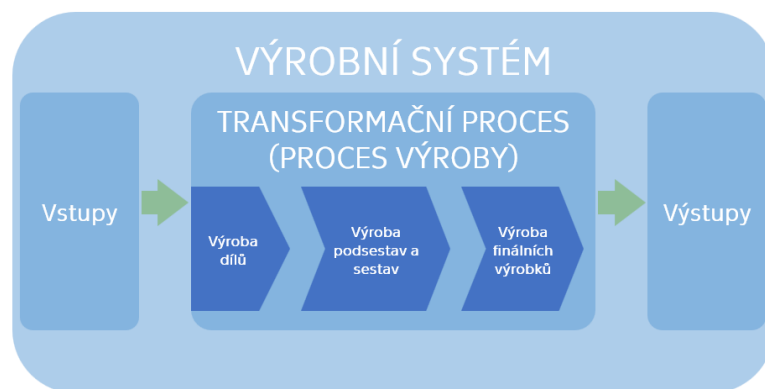
V konceptu jde o zajištění konkurenceschopnosti podniku prostřednictvím zlevnění hlavních podnikových aktivit a zároveň zvýšení užitku zákazníka. Tvorbou hodnoty pro zákazníka v modelu rozumíme činnost, na které se podílí celá firma. (Kotler, 2007)

Protože výroba patří mezi primární aktivity hodnotového řetězce, tvorbou věcných statků a služeb přímo přispívá uspokojení potřeb zákazníka. A bez efektivního fungování výroby firma nebude schopná zajišťovat svoji konkurenční výhodu. Abychom se mohli zaměřit přímo na způsoby dosažení efektivity, musíme definovat co vlastně výroba je.

1.1 Pojetí výroby

Jak již bylo zmíněno, efektivita výroby hraje velkou roli při naplnění potřeb zákazníka. Proto problematika řízení výroby je stále aktuální tím, že kombinace správně vybraných metod a přístupů řízení umožní zvýšit efektivitu podniku.

V běžné řeči se pojmy výroba, výrobní systém a výrobní proces často uvádí jako synonyma. Je mezi nimi ale znatelný rozdíl. G. Tomek a V. Vávrová ve svém díle *Integrované řízení výroby* charakterizují výrobní proces jako výsledek cílevědomého lidského chování, kde se transformaci vstupních faktorů zajišťuje co nejhodnotnější výstup. Tento transformační proces je zobrazen na obrázku 2. Mezi jeho parciální úrovně patří: výroba dílů, výroba podsestav a sestav a výroba finálních výrobků. (Tomek, 2014)



Obrázek 2 - Výrobní systém. Zdroj: autor na základě (Tomek, 2014)

To, jakým způsobem dochází k transformaci vstupů na výstupy, určuje výrobní systém. Je to souhrn technických prostředků, které jsou řízeny lidmi na základě metod, postupů a principů. Příkladem vstupů může být energie, materiál, informace, lidské zdroje, dovednosti, stroje apod. Výsledkem neboli výstupem, jsou pak výrobky, služby, dokumenty, taky emise a odpad. Každá proměnná výrobního systému má svůj význam a podílí se taky na jeho výsledku. Celková efektivita je závislá na tom, jak je systém uspořádán. Ve výsledku se to odráží v nákladech a konkurenceschopnosti celé organizace. (Tomek, 2014) (Kvs.tul.cz)

Z ekonomického hlediska, je výroba prostředkem transformace výrobních faktorů (půda, práce, kapitál, informace) do ekonomických statků a služeb. Ekonomické statky dále mohou být spotřebovány nebo směňovány za účelem uspokojení potřeb a přispění k ekonomickému blahobytu. (Keřkovský, 2009)

Na základě hodnotového řetězce Portera (viz obrázek 1), rozlišujeme hlavní a podpůrné činnosti. Výroba patří mezi její hlavní činnosti a obsahuje následující klíčové aktivity (Učeň, 2008):

- Plánování výroby
- Žízení výrobních zakázek
- Dílenské zařízení a evidence výroby
- Řízení kooperací
- Řízení mezioperačních kontrol

Mezi podpůrné činnosti tykající se výroby patří:

- Technická příprava výroby, která se dále dělí na: konstrukční přípravu výroby (KPV), technologickou přípravu výroby (TPV), normativní základnu, řízení vývoje prototypů, ekonomiku projektu, tvorbu produktové dokumentace a výběr strategických subdodavatelů.
- Údržba výrobních technologií je složena z: plánování proaktivní údržby, evidence proaktivní údržby, evidence reaktivní údržby, externí služby – řízení, plánování výroby přípravků, výroba přípravků a zadání práce údržby.

- Interní logistika, která obsahuje: řízení skladů, řízení stavu zásob, balení expedovaných výrobků, řízení vnitrodopravy a manipulace s materiálem a řízení dodávek.

1.1.1 Struktura výrobního procesu

Výrobní proces lze chápat jako harmonickou součást výrobního systému. Pohlížíme na něj z věcného, časového a prostorového hlediska. Každé hledisko obsahuje pojmy, které jsou součástí téměř každého procesu výroby. (Keřkovský, 2009)

Věcné hledisko

Věcné hledisko obsahuje následující důležité pojmy:

- Výrobní profil – souhrn výrobních kapacit, které se promítá do výrobních možností
- Výrobní program (též výrobkové portfolio) – souhrn vlastních výrobků, které podnik nabízí.

Časové hledisko

Základem časového hlediska slouží:

- Časové uspořádání – časově omezená posloupnost operací jednotlivých pracovišť.
- Výrobní dávka – skupina součástí, které společně vstupují do výroby.
- Průběžná doba výroby – čas plánovaný (nebo potřebný) pro realizaci určité části nebo celého výrobního procesu.
- Směnnost – množství směn pracovního dne.

Prostorové hledisko

Tvorba věcných statků má vždy určitou posloupnost výrobních operací, které jsou uváděny ve výrobním postupu. Každá operace v něm se musí provádět na pracovišti⁵. Fyzickým přesunem materiálu, rozpracované výroby nebo hotových výrobků vzniká mezi pracovišti materiálový tok. Tuto aktivitu nazýváme manipulace.

Z toho vyplývají dva nejdůležitější pojmy prostorového hlediska:

- Uspořádání pracovišť – způsoby rozmístění pracovišť ve výrobě.
- Materiálový tok – průchod a zaznamenávání přesunu materiálu celým výrobním procesem. Detailněji se na to soustředíme v kapitole 2.3.1.

⁵ Pozn. Pracovištěm je část pracovního prostoru, kde pracovník vykonává své pracovní úkoly.

Uspořádání pracovišť ve výrobních prostorech (výrobní hale), se schematicky zobrazuje v plánu, který se nazývá layout⁶. Existují 4 základní skupiny uspořádání výrobních prostorů (Hlavenka, 2005):

- Volné – náhodné seřazení strojů a pracovišť. Tento způsob je typický pro malé začínající podniky a je nevyhovující pro podniky větší. Toky, stejně jako i uspořádání jsou náhodné a nelze je přesně určit a optimalizovat.
- Technologické uspořádání – seřazení podle technologického postupu, výrobky jsou přemísťovány mezi pracovišti, čím se tvoří Hmotné toky.
- Buňkové uspořádání – pracoviště jsou seskupeny za účelem ukončení části výrobního procesu na jednom místě.
- Předmětné uspořádání – účelové seřazení pracovišť dle potřeb výrobního postupu.
- Modulární uspořádání – seskupení do stejných technických bloků, zaměřených na plnění více technologických funkcí.
- S pevným umístěním výrobku – případ, při kterém transformace vstupů výrobního procesu se provádí bez jejích přemístění v prostoru.

Každý typ uspořádání má své výhody a nevýhody. Dle Keřkovského (2009) uvedeme porovnání typů uspořádání pro střední a větší podniky (viz tabulka 1) z pohledu pružnosti výrobního procesu, rychlosti a průchodu výrobou, pracovních podmínek atd.

Tabulka 1 - Výhody a nevýhody jednotlivých druhů uspořádání. Zdroj: (Keřkovský, 2009)

	Pevné	Technologické	Buňkové	Předmětné	Modulární
Výhody	Velmi vysoká výrobová flexibilita, odpadá manipulace s výrobkem	Vysoká výrobová flexibilita, Snadná kontrola výroby.	Rychlý průchod, dobré podmínky pro personál, minimální manipulace s materiálem.	Nízké jednotkové náklady, specializace zařízení a personálu, vysoká produktivita.	Vysoká produktivita práce, relativně krátká průběžná doba výroby, zkrácení operačních časů.
Nevýhody	Vysoké jednotkové náklady, Může být obtížné plánování operací.	Nižší využití výrobních zdrojů, Vysoká úroveň rozpracované výroby, komplikované materiálové toky.	Vyšší potřeba prostoru, složitější TPV, nákladné při zavádění změn.	Nepružné, malá odolnost vůči poruchám, neatraktivní charakter práce.	Vyšší potřeba prostoru, složitější TPV, vysoké náklady na stroje.

⁶ Pozn. Layout – pojem převzatý z angličtiny a znamenající rozvržení, prostorové uspořádání. Zdroj: anglicko-český hospodářský slovník (Straková, 2000)

V praxi se můžeme setkat s kombinací jednotlivých typů uspořádání, které nastává z důvodu zavádění změn layoutu nebo v případě přizpůsobení se konkrétnímu výrobku. Častým příkladem je kombinace technologického a předmětného uspořádání, kde je cílem maximalizace výhod obou způsobů a zmenšení vlivu nevýhod.

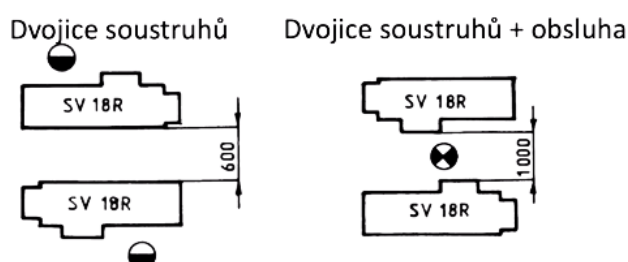
Volba správného způsobu uspořádání je důležitá, ale nese se sebou i určitá rizika. Je časově náročná a pokud se jedná o rozsáhlou výrobu, vyvolává významné investice. Změna uspořádání má velký vliv na náklady, například v záběhovém období. Při rozhodování o změně způsobu uspořádání je důležité vycházet ze současné podnikové situace, zvolené strategie, rizik a připravenosti personálu.

Zásady při návrhu layoutu

Při návrhu se taky nesmí zapomenout na zásady rozmístování jednotlivých strojů z hlediska bezpečnosti a hygieny práce. Často jsou tyto zásady dány podnikovými zvyklostmi nebo normami. Cílem je takové rozmístění, které zabere co nejmenší plochu, při dodržení základních norem a interních zvyků.

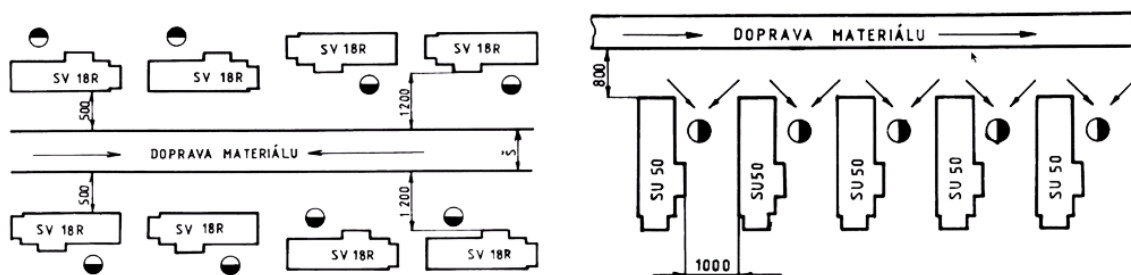
Normy uvádějí zejména vzdálenosti mezi jednotlivými zařízeními. Při jejich zakreslování, je nutné vycházet ze zákonných limitů prostorů. V dispozičním řešení jsou zpravidla uváděny maximální krajní rozměry zařízení, včetně vyznačení krajních poloh pohybujících se součástí. V případě pracovišť vybavených svařovacím robotem, se taky uvádí obálka pohybu ramena robota. Při tvorbě layoutu musí být zohledněno umístění veškerého potřebného příslušenství (pomůcky, vybavení, regály, odkládací prostory, prostor pro dělníka). (Kyncl, 2021)

Vzdálenost mezi stroji má být minimálně 600 mm v případě, kdy stroje jsou otočeny od sebe. V opačném případě je minimální vzdálenost 1000 mm (viz obrázek 3).



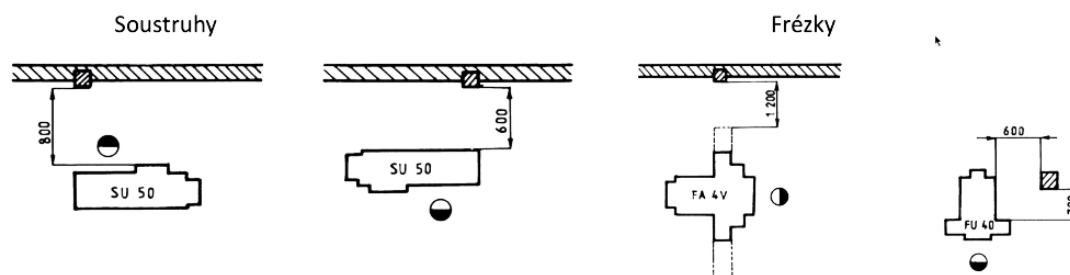
Obrázek 3 - Doporučená vzdálenost mezi stroji. Zdroj: (Hlavenka, 2005)

Vzdálenost od dopravních cest by měla být 1200 mm v případě, že se pracovník pohybuje ze strany cesty. Pokud ale pracovník se pohybuje dál od cesty, vzdálenost by měla být 800 mm (viz obrázek 4).



Obrázek 4 - Doporučená vzdálenost od dopravní cesty. Zdroj: (Hlavenka, 2005)

Vzdálenost umístění zařízení od stěn a sloupů je zase závislá na tom, na jaké straně od stroje se pracovník pohybuje. Minimální vzdálenost však by měla být nejméně 600 mm (viz obrázek 5).



Obrázek 5 - Doporučená vzdálenost od stěn a sloupů výrobní haly. Zdroj: (Hlavenka, 2005)

Postup tvorby layoutu

Proces tvorby layoutu je založený na postupném propracování začínající většími celky a končí znázorněním dílčích částí. Lze ho dělit na čtyři základní fáze, kde na konci každé, se provádí posouzení a určení dalších možností (Kyncl, 2021):

1. Definice základních vstupních proměnných
 - a. Určení cílů projektů, plánu, výrobního programu a rámcových podmínek.
 - b. Popis možností tvorby layoutu podniku s ohledem do budoucnosti.
 - c. Definování logistiky nakupovaných materiálů a komponentů.
 - d. Zohlednění infrastruktury a kritérií prostoru.
 - e. Vyhodnocení.
2. Uvedení konceptů
 - a. Definování prvků layoutu (vyráběné dílce, operace, zařízení).
 - b. Určení vzájemných propojení, manipulace a toků.
 - c. Tvorba blokového layoutu a vyhodnocení.
3. Tvorba detailního layoutu
 - a. Návrh layoutu jednotlivých bloků s ohledem na manipulaci a fungování procesů.
 - b. Návrh plánů implementace a schválení projektu.
4. Další možnosti
 - a. Optimalizace prostřednictvím simulace, vizualizace.
 - b. Zlepšení ergonomie, časové analýzy, standardizace.

Daný postup nemusí být povinně dodržován. Může sloužit jen pro orientaci při tvorbě layoutu. Jsou v něm shrnuté důležité body pro zpracování kvalitní dokumentace.

2 Nástroje a metody řízení výrobních procesů

2.1 Názvosloví podnikových změn

V literatuře se můžeme setkat s různými pojmy, zaměřenými na zavedení změn v podniku, mezi které patří zlepšení, inovace, racionalizace, optimalizace, procesní řízení, výrobní logistika, reinženýring a další. Ve všech se jedná o částečné nebo radikální změny, které se můžou vztahovat jak na celý podnik, tak i na jeho dílčí aktivity. Pro vyjasnění cesty za podnikovou efektivitou je potřebné objasnit si odpovědě na další otázky: co mají tyto pojmy společné a jaký mezi nimi rozdíl? A jak se na sebe zavazují?

Důležitost odpovědě na ně nespočívá v popisu drobných rozdílů daných pojmů, ale v správné volbě nástrojů a metod, které se za těmito pojmy stojí a na kterých závisí dosažení výsledků racionalizace.

Hlavním společným znakem všech zmíněných pojmů je, že vyjadřují změnu, která je v podniku potřebná. Lze ji rozdělit na dvě základní skupiny – zlepšení a inovace. Ve své knize „Process Innovation“ Davenport (1993) uvádí porovnání charakteristik těchto dvou skupin (viz tabulka 2).

Tabulka 2 - Zlepšení versus inovace. Zdroj: (Davenport, 1993), český překlad (Řepa, 2006)

	Zlepšení	Inovace
Úroveň změny	Postupná	Radikální
Počáteční bod	Existující proces	Zelená louka
Frekvence změn	Jednorázová	Jednorázová
Potřebný čas	Krátký	Dlouhý
Participace	Zdola-nahoru	Shora dolu
Typický rozsah	Omezený, v rámci jedné funkční oblasti	Široký, mezifunkční
Rizikovitost	Střední	Vysoká
Primární nástroj	Klasické – statistické řízení	Informační technologie
Typ změny	Kulturní	Kulturní/strukturní

Z tabulky je patrné, že v situaci, která vyžaduje zavedení radikální změny, je vyšší rizikovitost projektu. Rizikovitost naopak je menší, když se projektem zabývá stále stejný tým lidí. Na základě volby druhů primárního nástroje se mění finanční a časová náročnost projektu. Například implementace vybraného IT nástroje vyžaduje i účast zkušeného odborníka – programátora, hledání kterého může trvat delší dobu. Projekt ze skupiny zlepšení, založený na klasických nástrojích, umožní vycházet z disponibilních firemních zdrojů a tím pádem z nižší nákladovosti.

2.2 Inovace

Definice inovace stanovené světovými průkopníky v dané oblasti J. Schumpeterem a P. Druckerem, je založena na poznatcích z ekonomie a podnikového řízení. (Schumpeter, 2003) Inovace Schumpeter vyměřil jako prosazování nových kombinací výrobních faktorů s nahrazením původních. Nutným předpokladem inovace, je existence určitého výrobku, procesu nebo organizačního uspořádání. Podle Druckera, jde o tvorbu hodnoty a přispění něčím novým. (Drucker, 1993) Důležitost inovací Drucker zdůraznil taky názorem: "Pokud se nevyznáte v inovacích, tak se nevyznáte v podnikání." (Edersheim, 2008) Mezi inovace patří reinženýring a redesign procesů. Jedná se o radikální přístupy odstranění neefektivnosti v podniku, které jsou rizikovější, protože se v nich procesy tvoří od nuly.

2.2.1 Reinženýring

Dobou, kdy reinženýring považovali za všespasitelné řešení, byli osemdesáté roky minulého století. Charakteristickým znakem daného přístupu je komplexní přehodnocení starých a návrh úplně nových podnikových procesů. V této době, se začali aktivně zavádět informační technologie do výrobní sféry, co významně podpořilo dané aktivity. Vůdčí role ve filozofii tohoto přístupu zaujímá M. Hammer, který se zabýval řízením komplexních procesů. Doba reinženýringu přinesla změnu v orientaci podniků. Místo soustředění se na jednotlivé úkony, se podniky začali víc orientovat na komplexní hodnoty, jako splnění zákaznických potřeb, včasná dodávka či poskytnutí vyšší kvality produktu. (Svozilová, 2011)

2.3 Racionalizace

Opakem návrhu „změn od nuly“, jsou zlepšení již existujících systémů a procesů. Na rozdíl od reinženýringového přístupu, racionalizace si vyžaduje poměrně krátký čas, ve kterém je důležitá účast a spolupráce všech vrstev organizační struktury podniku.

S prvopočáteční formulací racionalizace přišel F.W.Taylor, kterým byla daná oblast definovaná na základě čtyřech základních charakteristik (Taylor, 1911):

- rozdělení práce na co nejjednodušší kroky;
- dosažení maximálních výdělků při minimální námaze;
- zlepšení pracovních podmínek;
- pracovník je vykonavatel příkazů;

Ovšem v nich, se Taylor zaměřuje jenom na odhalení příčin časových ztrát způsobených lidskou činností a zanedbává potenciál pracovníků. Definice daného

pojmu byla rozšířena na Mezinárodní ekonomické konferenci⁷, která byla formulovaná následovně: „racionalizace zahrnuje metody technologie a organizace, jejichž cílem je snížit ztráty práce i materiálu na minimum“. (Pemberton, 2002)

Profesor A. Zelenka pojem racionalizace dále konkretizuje a definuje ji jako nauku o metodách racionálního⁸ řešení úkolů různého charakteru, která zahrnuje cílevědomou a systematickou činnost. Mezi její hlavní úkoly patří výzkum, třídění, posuzování a kritické hodnocení veškerých proměnných vstupujících do hodnotového řetězce podniku. Výsledkem je řešení, které zvyšuje technicko-organizační úroveň vybraného podnikového útvaru. Rozsah racionalizačních projektů v dnešní době není omezen jenom výrobním systémem, naopak jsou do něho zahrnuté (v rámci logistického řetězce) i další proměnné jako dodavatel a zákazník. (Zelenka, 2004)

Racionalizační projekty obsahují širokou škálu metod a nástrojů umožňující komplexní a systémový přístup. Racionalizace výroby je možná na základě zavedení moderních nástrojů lean a six sigma, kterým se věnujeme v této práci. Pokud dané nástroje budou napojeny i na produkčně plánovací systém (např. MRP⁹ a APS¹⁰ systémů), racionalizační projekt lze posunout na další úroveň přesnosti.

2.3.1 Podnikové toky

Toky vznikající v podniku lze rozdělit na dvě základní skupiny – hmotné a nehmotné. Řízením těchto toků se převážně zabývá oblast průmyslové logistiky. Podle Evropské logistické asociace lze obecný pojem logistiky definovat následovně: „*Logistika představuje organizaci, plánování, řízení a realizaci toku zboží vývojem a nákupem počínaje, výrobou a distribucí podle objednávky finálního zákazníka konče tak, aby byli splněny všechny požadavky trhu při minimálních nákladech a minimálních kapitálových výdajích*“. (Terminology in Logistics, 1991)

Definice je aplikovatelná i v oboru průmyslové logistiky, součásti které jsou tři oblasti: vstupní (zásobování), výrobní a výstupní (distribuce). Vzhledem k cílům a rozsahu dané práce, se dále v textu soustředíme na oblast výrobní logistiky.

Hmotné toky

Hmotný tok je základem výrobních logistických procesů. Vzniká postupným přesunem materiálu mezi pracovišti. Na jeho počátku jsou suroviny dovezené dodavatelem a jeho konci je dodej finálního výrobku zákazníkovi. M. Jurová ve svém

⁷ Pozn. Mezinárodní konference 4-23 května 1927 roku v Ženevě (PEMBERTON, 2002), (Report and Proceedings of the World Economic Conference, 1927)

⁸ Pozn. Ratio – z lat. Rozum, rozumový důvod, rozvaha, rozmysl. Zdroj: latinsko-český slovník (Kábrt, 2016)

⁹ Pozn. MRP – z angl. Material Requirements Planning, Plánování potřeby materiálu

¹⁰ Pozn. APS – z angl. Advanced planning and scheduling, Pokročilé plánování

díle *Výrobní a logistické procesy v podnikání* definuje materiálový tok jako řízený pohyb objektů výrobní logistiky. Hmotný tok charakterizuje dynamiku výroby v prostoru a čase, kterou lze sledovat na základě intenzity, směru a frekvenci materiálových toků. (Jurová, 2016)

Řízení materiálových (hmotných) toků, je základem výrobní logistiky, která je založená na sběru dat, jejich analýze a návrhu zlepšení procesu. Pro realizaci analýzy toků je nezbytné nasbírat a zpracovat informace, které by měli obsahovat údaje o množství pohybu sledované jednotky a taky časy trvání operací, kterými sledovaná jednotka prochází. Sledovanými jednotky jsou myšleny výrobní logistické objekty: materiál pro výrobu, pomocné a provozní materiály, náhradní díly, subdodávky, obchodní zboží, polotovary a hotové výrobky. (Pernica, 2005) (Preclík, 2002)

Nehmotné toky

Mezi nehmotné toky lze vztahovat toky informační a finanční. Informační jsou vyjádřeny sdílením informací, potřebných pro fungování výrobního procesu. Mezi hlavní účely sledování hmotných toků patří řízení, plánování, organizace a kontrola podnikových procesů na úrovni vrcholového managementu.

Sdílení informací v podniku může probíhat ve směru vertikálním (mezi jednotlivými vrstvami) a horizontálním (zajištění plynulého toku materiálu celou výrobou). Ve výrobě v horizontálním směru, se informace většinou předávají jednosměrně (od vstupu materiálu k jeho výstupu), ve vertikálním vzniká nehmotný tok shora-dolu nebo zdola-nahoru. Shora-dolu je případ ve kterém vrcholový management zadává pokyny pro výrobu (pro stroje, linky atd.). Zdola-nahoru se posílají např. informace o rozpracované výrobě, které dále se převádí do peněžní podoby. (Světlík, 2002)

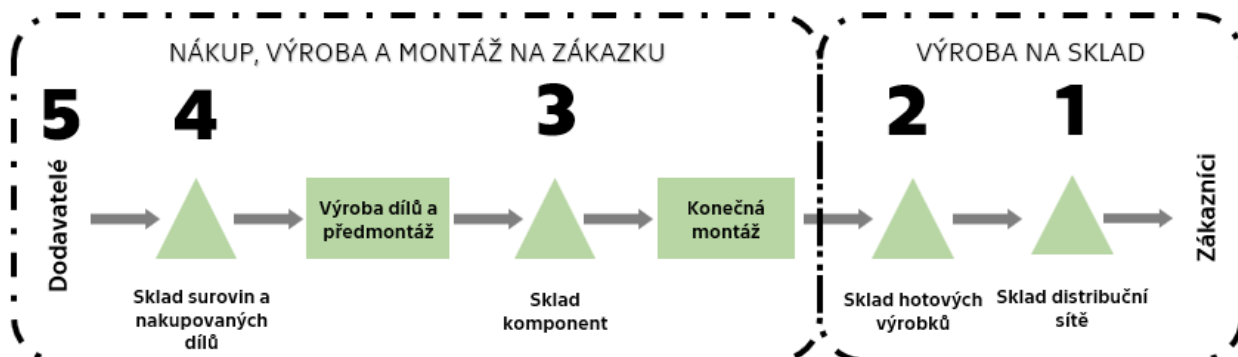
Bod rozpojení

Racionalizační projekty zaměřené na zlepšení výroby většinou předpokládají zpřehlednění, zpřímení a navýšení míry pružnosti výroby. Je to nutné pro to, aby mohl podnik lépe reagovat na požadavky zákazníka. Racionalizace výroby středního nebo velkého podniku, bude pravděpodobně obsahovat hodně výrobních činností a tím může být přizpůsobení materiálového toku požadavkům zákazníka obtížné. V danom případě se problém řeší postupně.

Pro dosažení výše zmíněných vlastností výrobního procesu, lze materiálový tok rozdělit na dvě části. V první části se intenzita a frekvence materiálového toku určuje na základě předpovědi poptávky. Druhá část je dána objednávkou zákazníka. Místo, ve kterém se tyto dvě části spojují, se jmenuje bod rozpojení¹¹. Poloha bodu rozpojení je důležitá pro dosažení potřebné úrovně pružnosti v podniku

¹¹ Pozn. Používá se taky anglický decoupling point nebo německý Endkopplungspunt.

a minimalizaci zásob. Polohu bodu rozpojení významně ovlivňuje standardizace výrobků. Pružnost a flexibilita podniku je přímo závislá na tom, jak je bod rozpojení vzdálen od objednávky zákazníka. Čím je bod rozpojení dál, tím jsou menší finanční prostředky vázané v zásobách a taky je menší velikost skladů. Základní body rozpojení jsou zobrazeny na obrázku 6.



Obrázek 6 - Bod rozpojení materiálového toku. Zdroj: vlastní zpracování na základě (Zelenka, 2004)

Polohy základních bodů rozpojení jsou navázány na logistický řetězec počínající dodavatelem a končící zákazníkem. Jeho poloha se určuje na základě výsledného skladu (příp. meziskladu), kde se plynulý průchod výrobním procesem přerušuje. Postupně popíšeme body rozpojení uvedené na obrázku 6 od nejvíc, po nejméně flexibilní stav výrobního procesu.

Pátý bod je neflexibilnější, protože je vyjádřen skladem dodavatele. S tímto případem se můžeme nejčastěji setkat v podnicích s vysokou mírou štíhlosti. Body čtyři a tři jsou podnikové sklady. Tato úroveň pružnosti je typická pro podniky vyrábějící nebo montujících na zakázku. Druhým bodem jsou sklady hotových výrobků, čekající na expedici. Poloha prvního bodu rozpojení je definována skladem distribučních výrobků. Podnik fungující na tomto principu vyrábí a následně expeduje výrobky na sklad distribuční sítě.

3 Racionalizační přístupy a nástroje

V této kapitole se zaměříme na nejpoužívanější nástroje umožňující racionalizaci podnikových systémů a zároveň na metody vztahující se k problematice zkoumaného průmyslového podniku. Mezi ně řadíme Theory of constraints, Lean a Six Sigma přístup.

Uvedené přístupy mají společné charakteristické znaky (Svozilová, 2011):

- Každý z přístupů prošel vývojem od aplikace jednotlivých nástrojů ke komplexnímu systému řízení.

- Každá z popsaných metod je zaměřená na dosažení co nejvyšší míry spokojenosti zákazníka, maximalizaci a udržování dosaženého výkonu podnikových systémů prostřednictvím „trvalého zlepšení“¹².
- Přístupy poskytují řešení pro řízení zlepšovateľských procesů pomocí analytických, statistických a grafických nástrojů.

Každý z přístupů nabízí širokou řadu nástrojů, které umožňují zefektivnění nejen výroby, ale i jiných podnikových procesů. Management nemusí být vázán k určité metodologii, stačí aby byla nastavená správná kombinace nástrojů pro komplexní pochopení procesů zkoumaného podniku, eliminaci plýtvání, vyřešení problematických míst a dosažení přínosů jak pro zákazníka, tak i pro samotný podnik.

3.1 Podstata TOC

Problematickými místy materiálového toku výroby jsou tzv. úzká místa pro které v praxi se používá anglický název bottleneck. Problematikou vlivu úzkých míst na podnikový systém se zabýval Eliyahu M. Goldratt, kterou poprvé zmínil ve své knize *The goal* (1983) a dále rozvinul v *Theory of Constraints* (1999).

Teorie omezení (TOC¹³) byla představena v roce 1983 a vyvolala velký zájem veřejnosti. Našla využití ve všech oblastech podnikového řízení. Základním principem teorie omezení je, že každý tok¹⁴ vznikající v podniku (hmotný nebo nehmotný), je vždy omezen pouze jedním úzkým místem. Teorie omezení se některými vědci prosazuje jako mechanismus propojení operativních a globálních podnikových cílů.

V pěti krocích popíšeme postup, který se aplikuje pro řešení omezení v rámci TOC. V prvním kroku se hledá omezení. Poté, když je omezení nalezeno je důležité určit způsob, jakým se bude maximalizovat využití potenciálu při řešení úzkého místa. Tomuto kroku se říká „rozhodnutí“. Třetí krok je tzv. „podřízení“, při kterém je důležité, aby okolnosti řešení určitého omezení, byly přizpůsobeny předchozímu kroku. Již po třetím kroku pořízení celého systému, ve kterém je omezení nalezeno, lze očekávat nárůst potenciálu podniku pro jeho následné zlepšení. V čtvrtém kroku se vyžaduje zvýšení kapacity omezení nalezením řešení. Po posílnění systému se daný přístup opakuje pro další nalezená úzká místa. Opakované hledání a zlepšení neshod v podnikových systémech je klíčový pro proces neustálého zlepšování v podniku.

¹² Pozn. Za trvalé zlepšení považujeme opakovatelné a průběžné zlepšování procesů.

¹³ Pozn. Zkratka z angl. Theory of constraints. Zkratka TOC se běžně využívá pro označení teorie omezení.

¹⁴ Pozn. V rámci teorie TOC je označován jako průtok neboli anglický throughput.

3.1.1 Metody analýzy toků v podnicích

Pro odhalení problematických míst se využívají různé metody, přístupy a nástroje (některé slouží i pro nalezení bodů rozpojení).

V případech, kdy je potřebné komplexní představení informací, týkajících se analýzy materiálových toků, je tabulka s velkým množstvím dat méně přehledným nástrojem než grafické zobrazení ve formě diagramu. Proto existuje řada způsobů, které umožňují názornou vizualizaci. Mezi nejrozšířenější z nich patří: Sankeyův diagram, Spagehetti diagram, Postupový diagram a metoda Value Stream Mapping, která je pokročilým nástrojem pro analýzu toku hodnot.

Sankeyův diagram

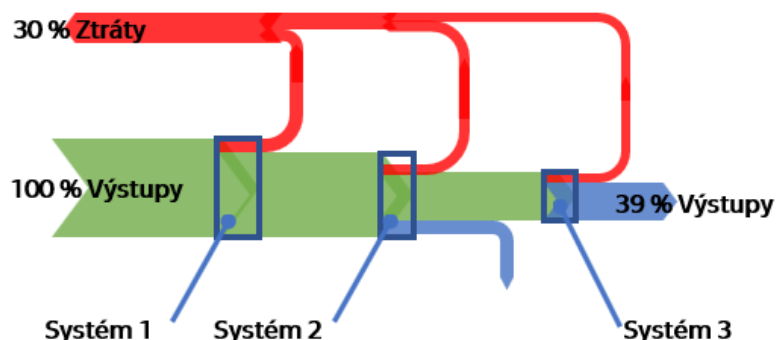
Autorem diagramu je Matthew Henry Phineas Riall Sankey, který v roce 1898 graficky znázornil účinnost parního stroje. Tento nástroj našel využití i ve sledování toků podnikových procesů. Sankeyův diagram umožňuje zobrazení klíčových kroků, intenzity a směru toků určitého procesu. Ve výrobě se pomocí Sankeyova diagramu sleduje například účinnost zařízení a pohyb hmotných či nehmotných toků. (Jurová, 2016)

Grafické znázornění není nějak složité. Diagram obsahuje pásy různých barev a šířek. Šířka těchto pásů je závislá na objemu vstupů a síle průtoku v jednotlivých úsecích: čím víc pasů vstupuje do toku, tím je větší hodnota a tím je širší pas. Na diagramu lze znázornit uzly v místě protnutí pásů.

Postup tvorby diagramu Sankey se skládá ze čtyř kroků:

1. Získání dat;
2. Volba sledované jednotky;
3. Třídění dat podle operací, kterými sledovaná jednotka prochází;
4. Zadání informací do vizualizačního softwaru;

Sankeyového diagram se ve výrobě využívá pro znázornění úbytku materiálu, při průchodu jednotlivými procesy. Výsledkem je přehledné zobrazení hmotného toku, které může sloužit pro jeho následnou racionalizaci. Úzkým místem na diagramu je to, ve kterém se spojuje více pásů. (Jurová, 2016)



Obrázek 7 – Příklad diagramu Sankey. Zdroj: autor

Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je nejjednodušším grafickým znázorněním hmotného toku. Pomocí něj lze v rámci výrobního systému zaznamenávat fyzický přesun výrobních a logistických objektů (materiály, díly, atd). V nevýrobní oblasti může to být například pohyb dokumentů nebo lidí.

Tvorba diagramu spočívá v znázornění trasy, po které se přemísťuje sledovaný objekt. Získané informace lze pak využít při návrhu layoutu nebo při optimalizaci pohybu. (Jurová, 2016)

Postup tvorby Spaghetti diagramu se skládá ze třech bodů:

- Příprava layoutu prostoru, na kterém se plánuje sledování trasy objektu – výrobní hala, kancelářské prostory apod.
- Označení na layoutu konkrétních míst, mezi kterými se objekty přemísťují – pracoviště, stroje atd.
- Znázornění tras, po kterých se sledovaný objekt přemísťuje mezi označenými místy – lze vyznačit tužkou na vytištěném layoutu nebo pomocí příslušného vizualizačního softwaru.

Při analýze diagramu můžeme považovat za problematická místa ty, ve kterých se opakovaně shromažďuje větší počet vyznačených tras. Místo spojení více tras je barevně nejvýraznější na podnikovém layoutu.













Vývojové diagramy

Vývojové diagramy¹⁵ jsou grafickým jazykem, který slouží základně pro zobrazení algoritmů informačních systémů. Další široké využití našli vývojové diagramy ve výrobě a logistice, kde slouží primárně jako nástroj managementu kvality. Pomocí něj, se například uvádějí posloupnosti operací v procesech. Pro sestavení diagramu se používají symboly, kde každý má svůj význam (sémantiku) a které jsou řízeny určitými pravidly (syntax). Tyto symboly jsou představeny jednoduchými obrázky s krátkým popisem, vztaženým ke konkrétnímu kroku procesu. V tabulce 3 jsou uvedeny základní symboly vývojových diagramů a jejich význam. (Janíček, 2013)

Postupový diagram je jedním z typů vývojových diagramů pro aplikaci ve výrobě. Jsou v něm zachovány stejné symboly, ale jejich význam je konkretizován vzhledem k účelu. Liší se hlavně svou jednoduchostí, v porovnání se standardním vývojovým diagramem požíveném v informatice. Tento typ diagramu patří mezi základní diagramy používané v managementu jakosti spolu s diagramem příčin a následků, Paretovým, bodovým a regulačním.

¹⁵ Pozn. Také se využívá název Flowchart (angl.)

Tabulka 3 - Základní symboly vývojových diagramů. Zdroj: autor na základě (Janíček, 2013)

Symbol	Základní význam	Význam v postupovém diagramu	Popis
	Počátek / konec	Počátek / konec	Omezení diagramu
	Dílčí krok	Dílčí krok postupu	Zpracovní, proces činnost
	Podprogram		Skupina několika kroků
	Vstup/výstup		Zobrazení vstupu nebo výstupu dat do systému
	Ručně zadaváný vstup		Zobrazení ručně zadávaného vstupu
	Dokument	Dokumentace, záznam	Výrobní / vývojová dokumentace
	Spojení více toků	Technologická operace	Činnost nebo aktivita
	Tok řízení	Doprava	Fyzický přesun určitého objektu.
	Selekce	Kontrola kvality	Ověření kvality sledovaného objektu
		Skladování	Uložení na určitém místě.
		Čekání	Stav klidu, ve kterém se neprovádí žádná operace nad objektem
		Kontrola množství	Ověření správného množství sledovaného výrobku

K tvorbě vývojového a postupového diagramu lze přistupovat následujícím způsobem:

- V prvním kroku se určuje počátek a konec popisovaného procesu. Jednoduché procesy se znázorňují celé, ale v případě složitého procesu ho lze rozdělit na dílčí procesy.
- Dále se identifikují a zaznamenávají činnosti procesu. Pro zjednodušení tohoto kroku se používají kartičky, na kterých se uvádí činnosti. Postupným uspořádáním těchto kartiček lze najít správnou posloupnost jednotlivých činností.
- Po nalezení optimální posloupnosti, lze začít tvorbou vývojového diagramu. Pomocí vybraných symbolů uvedených v tabulce 3 lze zpracovat vývojové diagramy v příslušném softwaru nebo na papíře.
- Ověření správnosti vývojového diagramu by mělo proběhnout pomocí pracovníků spolupodílejících se na realizaci projektu.

- Implementace a porovnání skutečnosti s vytvořeným diagramem. V případě existujícího procesu, je vhodným způsobem ověření správnosti vývojového diagramu jeho konfrontace se skutečným průběhem procesu.

Výše popsaný přístup je univerzální a lze ho aplikovat i pro tvorbu ostatních druhů diagramů.

Value-stream mapping

V překladě do češtiny, pojem value-stream mapping můžeme volně přeložit jako mapování hodnotových toků. V praxi se využívá taky zkratka VSM. Metoda mapování hodnotových toků umožňuje vizualizaci toku hodnot celého logistického řetězce nebo taky jenom jeho dílčí části. Standardně se mapuje přesun materiálu mezi pracovišti, při kterém se sledují metriky VSM. Pomocí VSM lze taky sledovat tvorbu hodnoty pro zákazníka v procesech nehmotných. Jedná se zejména o případ vývoje výrobku nebo informačního systému.

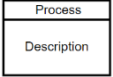

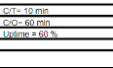

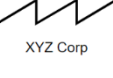




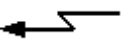


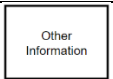


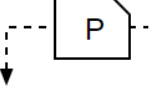
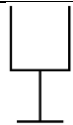
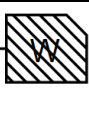
Metoda umožňuje průběžné sledování procesů, analýzu stavu a dosažení větší míry efektivity výroby. VSM přispívá i k shromáždění firemních znalostí pro „trvalé zlepšení“ procesů. Mezi další přínosy metody řadíme taky (Rother, 1998):

- Eliminace tvorby některých druhů plýtvání;
- Metoda poskytuje standardizovaný způsobem popisu výrobních procesů;
- VSM je unikátní metodou ukazující propojení mezi informačním a materiálovým tokem;
- Výrobní procesy se stávají transparentnější a zjednodušují určení způsobů jejich vylepšení;
- Slouží jako základ pro formulaci plánu implementace;

Základní symboly, které se využívají ve VSM, jsou uvedeny v následující tabulce 4.

Existuje i řada dalších symbolů umožňujících detailnější propracování mapy toku hodnot. Jde například o sadu symbolů, příslušných různým druhům kanban karet nebo symbolů upřesňujících vstup materiálu na pracoviště. Tyto symboly nejsou celosvětově standardizované, proto se mohou lišit od podniku k podniku. V každém případě by měli být srozumitelné hlavně pro tým, který pracuje na projektu. Proto je možné ho libovolně upravovat a doplňovat, na základě individuálních potřeb.

Tabulka 4 - Nej používanější symboly metody VSM. Zdroj: (Roser, 2017)

Symbol	Význam	Symbol	Význam
	Proces		Rozpracovaná výroba, zásoba, sklad
	Data o procesu		Leveling, vyrovnávání časů
	Vnější zdroj		Operátor
	Pohyb materiálu tlakem		Časová osa pod tokem hodnot
	Fyzický tok informace		Elektronický tok informace
	Doprava		Označení pracovní buňky
	Oznáčení informace		Označení FIFO fronty
	Označení problematických míst a kaizen aktivit		Označení oběhu karet výrobního kanban systému
	Kanban tabule		Označení oběhu karet odběrového kanban systému

BPMN

BPMN (Business Process Model and Notation) je soubor grafických objektů sloužících k tvorbě modelů podnikových procesů¹⁶. Jeho výhodou je intuitivní porozumění modelům, které je dosažené vývojem a spoluprací podnikatelů a analytiků.

Zkratka BPMN obsahuje část *BPM*, která v sobě zahrnuje dva významy – *Business Process Modelling* (modelování podnikových procesů), a zároveň *Business Process Management*. Základním cílem metody je tvorba modelů podnikových systémů, kde důležitou součástí je grafický jazyk označovaný jako notace BPMN. (Kinziabulatov, 2017)

V rámci této diplomové práce se nebudeme věnovat podrobnému vývoji BPMN. V krátkosti jenom zmíníme, že první verze této metody byla vydaná v roce 2004 a po četných úpravách byla rozvinuta do verze BPMN 2.0.2. Aktualizace našla využití v různých oblastech včetně průmyslu. Notace BPMN je využitelná v podnicích

¹⁶ Pozn. BPMN slouží výhradně pro popis předmětné části reálných podnikových systémů.

různých velikostí a změření. Pomocí ní lze ušetřit čas při vysvětlení určitého nápadu anebo taky názorně ukázat úzké místo v procesu.

Notace obsahuje velký počet prvků. My se zaměříme na ty nejzákladnější, které uvádíme v tabulce níže.

Tabulka 5 - Základní prvky BPMN. Zdroj: (Kinziabulatov, 2017)

Symbol	Význam	Popis
	Event (událost)	Udalost, která je v popisu procesu
	Activity (aktivita)	Úkoly, které musejí být splněny v určité fázi procesu
	Gateway (brána)	Úzel, který vzniká při větvení procesu
	Flow (tok)	Propojení mezi prvky modelu, vždy udává směr toku.
	Swimlane („plavecké dráhy“)	Seskupení prvků procesu. Swimline se vždy nachází v tzv. „bazenu“ (angl. pool)
	Date (data)	Zobrazuje, jaké data jsou potřebné pro jednotlivý krok procesu
	Message (zpráva)	Prvek nutný pro zobrazení komunikace mezi účastníky procesu

Pro tvorbu jednoduchého modelu lze vycházet z obecného postupu tvorby vývojového diagramu. Důležité je však zmínit i některé pravidla, které pomohou eliminovat chyby při jeho tvorbě:

- Proces musí obsahovat počátek a konec;
- Model procesu se nejlíp sestavuje postupně od počátku;
- Menší počet větví znamená přehlednější model;
- Terminologie a názvy použité v modelu mají být stručné a informativní;

Pro většinu případů modelování průmyslových procesů by měli stačit prvky uvedené v tabulce. Při zvýšení počtu parametrů a komplexnosti modelu se vyžaduje pokročilá znalost jeho prvků a objektů Business analýzy. V opačném případě může být model nevyužitelný.

3.2 Podstata Lean

Lean je často uváděná nejen jako metodika, ale i jako filozofie podnikového řízení. Zásady lean jsou aplikovatelné pro všechny podnikové oblasti. Zároveň obsahuje širokou řadu nástrojů, které jsou uváděny v původním (japonském) znění.

Pojem Lean production se z angličtiny překládá jako štíhlá výroba. Původní název v japonštině byl přímá výroba, protože její metodika předpokládá zpřímení cesty od dodavatele k zákazníkovi. Tento koncept vznikl na začátku dvacátého století a dále byl popularizován a rozšířen institutem MIT (Massachusetts Institut of technology). (Jirásek, 1998)

James P. Womack a Daniel T. Jones definují lean přístup jako metodiku založenou na principu eliminaci plýtvání v podniku. To znamená, že mají být odstraněny veškeré činnosti, které nepřinášejí hodnotu pro zákazníka. (Womack, 2003)

3.2.1 Ztráty a plýtvání

Za správně nastavený výrobní proces lze považovat ten, kde vynaložení zdrojů je opodstatněné a odpovídá reálné spotřebě. Pokud je situace opačná, jedná se o plýtvání. Jak jsme již zmínili, základem racionalizačních projektů často slouží metodika štíhlé výroby, kde hlavním cílem je eliminace plýtvání. Tak se lze setkat s tvrzením „*Plýtvání je vše, za co NENÍ zákazník ochoten zaplatit.*“ (Kyncl, 2021)

Pokud je výrobní proces z nějakých důvodů narušen plýtváním nebo jinými vlivy, vzniká ztráta. Ztráty mají vliv na produktivitu a efektivitu výrobního procesu, čím omezují celkovou podnikovou prosperitu a konkurenceschopnost.

Jurová M. (2016) uvádí sedm základních druhů plýtvání: nadprodukce, čekání, zásoby, zmetky, pohyb, přeprava a nadpráce. Podle jiných autorů mohou být tyto druhy plýtvání rozšířeny ještě o jeden – nevyužitý potenciál pracovníků. V následující části se jim věnujeme podrobněji.

Nadprodukce

Jedním z druhů plýtvání je nadprodukce, která znamená výrobu většího počtu produktů, než zákazník požaduje. Jednou z častých příčin vzniku nadprodukce může být snaha o maximální využití výrobní kapacity strojů. Plýtvání se v tomto případě vyjadřuje jako výroba velkého počtu produktů na sklad. (Jurová, 2016)

Další příčinou nadprodukce může být vědomá či nevědomá kompenzace nedokonalosti výrobního procesu, kterou lze v praxi najít například jako:

- Výroba na sklad v souladu s plánem;
- Výroba na sklad pro kritické případy (např. porucha stroje);
- Vznik nadprodukce z důvodu dlouhého času přetypování (čas potřebný na přípravu stroje pro výrobu dalšího druhu výrobku);

Čekání

Čekání (neboli prostoj) je případ, při kterém dochází k zastavení výrobního procesu. Čekání může být způsobeno nedostatkem určitých zdrojů (informace, lidi, materiál, suroviny apod.) Často se lze setkat s čekáním na díl, operaci, kontrolu, informaci, pokyn, opravu atd. (Jurová, 2016)

Zásoby

Plýtvání způsobené nadbytečným skladováním je ve filozofii štíhlé výroby zásadní. Zásoby mohou tvořit materiály, náhradní díly a nedokončené či dokončené výrobky. Na základě tohoto druhu plýtvání vznikají zbytečné náklady na skladování, protože výrobky zaujímají zbytečnou výrobní plochu, kterou lze využít k výrobě. Z finančního pohledu se k zásobám váže velká část kapitálu, který by bylo možné účelněji využít jinde. (Jurová, 2016)

Zmetky

Tvorba zmetků je daná chybami ve výrobním procesu, které se potom promítají do potřeby oprav výrobků, chybějících částí, defektů a vzniku zbytků. Na opravu těchto chyb je věnován čas, který mohly pracovníky využít pro tvorbu hodnoty pro zákazníka. Cílem ideálně nastaveného lean managementu je nulová zmetkovitost. (Jurová, 2016)

Pohyb

Tento druh plýtvání je zaměřen na pohyby pracovníka, které nemají v průběhu výrobního procesu opodstatnění. Jde například o třídění materiálu při výrobě, chůzi pro nářadí, přemísťování beden, či hledání součástek a nářadí. Do této kategorie patří například i opakování práce víckrát kvůli nevhodnosti technologického nebo pracovního postupu. Mezi další důvody lze zařadit tvorbu zbytečné dokumentace. (E-api.cz)

Přeprava

Podobně jako při pohybu, může plýtvání vznikat i při externí nebo interní dopravě. Ideálním případem pro externí proces přepravy, je dovoz surovin od dodavatele do podniku a odvoz hotových výrobků zákazníkovi. V praxi to tak ale často není a výrobky se převáží mezi sklady nebo podnikovými divizemi. Interní (neboli vnitropodniková) doprava zajišťuje materiálový tok v provozu. Běžně se při ní používají vysokozdvizné a paletové vozíky, dopravní pásy, které jsou znatelnými výdaji včetně nákupu, údržby a opravy. (E-api.cz)

Nadpráce

Tento druh plýtvání vzniká, když výrobek nebo proces je zbytečně složitý a obsahuje činnosti za které zákazník není ochoten zaplatit. Nadpráci lze rozpoznat v přípravě zbytečné dokumentace, nevhodném technologickém nebo pracovním postupu, stejné práci prováděné vícekrát, ve velkých rozdílech mezi vstupními zdroji a výstupem procesu. (E-api.cz)

Nevyužitý potenciál pracovníků

Tento druh plýtvání vzniká, když schopnosti pracovníků nepřinášejí žádnou hodnotu anebo v případě, kdy nejsou dodržovaná stanovená pravidla a předpisy. Při příliš velkém soustředění na výrobu a logistiku mohou být schopnosti spolupracovníků zanedbány. Otázku nevyužitého potenciálu by měl řešit obor řízení lidských zdrojů. Hranici mezi jednotlivými druhy plýtvání je složité přesně určit. Jeden druh může navazovat a být příčinou dalších druhů plýtvání. Důležitým úkolem managementu je určit prioritní oblasti vyžadující vyřešení. (Jurová, 2016)

3MU

3MU je zkratka třech japonských slov – muda, muri, mura. Tyto slova označují nedostatky vznikající ve výrobě. „Muda“ znamená plýtvání spojené s různými podnikovými činnostmi. Management podniků se často zaměřuje jenom na odstranění plýtvání a zanedbává ostatní nedostatky které mohou ve výrobě vzniknout. Soustředění jenom na „muda“ omezuje podniky v dosažení plného potenciálu. (Do, 2017)

„Mura“ znamená nejednotnost, nerovnost, nevybilancovanost procesů, které vzniká v případě nepředvidatelnosti poptávky, výkyvu v zásobách, nepravidelném pracovním rytmu apod. „Mura“ je častým zdrojem plýtvání. Typickým příkladem ve výrobě slouží nerovnoměrné vytížení různých strojů. Když se kapacita jednoho pracoviště nebo stroje výrazně liší, vzniká hromadění materiálu, které je jedním z druhů plýtvání (nadprodukce). Nevybilancovanosti procesů se lze vyhnout prostřednictvím systému Jidoka, Kanban Just-in-time. (Do, 2017)

„Muri“ znamená přetěžování způsobené obtížností nějakého procesu. „Muri“ je často způsobeno nevybilancovaností nebo nadměrným odstráněním plýtvání. Tento druh výrobního nedostatku lze vidět při více než 100 % využití strojů a lidí. Po určitou dobu následkem může být nepřítomnost zaměstnanců, nemoci, poruchy strojů. Zabránit tomu pomůže standardizace a návrh vyrovnaných procesů (leveling). (Do, 2017)

3.2.2 Jidoka

Jidoka (jap. 自動化) znamená základně automatizaci, ale po úpravě prostředního symbolu (upravené 自動化 lze interpretovat jako autonematizace) se význam mění na „automatizaci s lidským dotykem“. (The (true) Difference between Push and Pull)

Neurčitý a zvláštní význam slova „autonematizace“ způsobil zmatek i v definici tohoto pojmu. Její podstata vyjadřuje proces, který se může automaticky zastavit při vzniku poruchy, s následnou eliminací důvodu její zastavení (pokud je to možné). Příčiny zastavení mohou být následující:

- Problémy s kvalitou;
- Problémy ve výrobním procesu;
- Problémy s dodávkou materiálu;

Po zastavení infarmece se přidává odpovědným osobám, které se snáží odhalit původ příčiny zastavení. Tato metoda je běžná pro obor automotive, protože je levnější zastavit výrobu a hned odhalit její příčinu než v budoucnu vrátit výrobky kvůli poruše ztratit na tom nejen peníze, ale i dobré jméno. Dalšími pomocnými nástroji jsou: Ishikawův diagram, 5xProč, Brainstorming a další.

3.2.3 PDCA, SDCA, Demingův cyklus

PDCA označuje zkratku, ve které jsou uvedeny počáteční písmena činností Plan Do Check Act (plánuj, udělej, zkontroluj, uskutečni). Cyklickým opakováním tohoto postupu při řešení jakéhokoliv problému lze strukturovat a systematizovat průběh zlepšení. (Imai, 2004)

Na podobných principech je založen SDCA cyklus. Zkratka SDCA se liší prvním písmenem, které označuje Standardize (standartizuj). SDCA cyklus se používá v případě, kdy například management rozhodne o standardizaci před aplikací PDCA cyklu.

3.2.4 Princip tlaku a tahu

Na základě principu tahu a tlaku lze přistupovat k organizaci a řízení výroby. Jejich označení je často zavádějící a v literatuře se můžeme sekat s jejich nejednotnou definicí, která říká, že při v principu tlaku podnik vyrábí na sklad do zásob a v principu tahu vyrábí podnik přímo zákazníkovi. Ve skutečnosti může podnik i při aplikaci principu tahu vytvářet zásoby. Podle článku „To Pull or Not to Pull: What Is the Question?“, je tento omyl způsoben chybně zvoleným názvem. Jeho autory Hopp a Spearman uvádí, že dokonce i společnost Toyota se často neřídí pravidlem zákaznických požadavků a vytváří zásobu populárních modelů pro „náhodného zákazníka“. (The (true) Difference between Push and Pull)

Řízení tahem může být zavedeno jak na strategické, tak i na taktické úrovni. Ze strategického pohledu je klíčové stanovení taktového času pro nastavení výstupu procesu výroby. Volatilita tržního prostředí je vysoká a nelze přesně říct jaká bude poptávka po určitém druhu výrobků. Proto i při aplikaci systému řízení tahem jsou potřebné sklady. Jejich účelem je změnšení rizika, že podnik nebude schopný připravit zakázku včas. Z pohledu taktického řízení taky existuje určitá míra volatility, ale ze strany dodavatele. Systém řízení tahem umožňuje efektivní řízení rozpracované výroby v podniku.

3.2.5 KANBAN

Kanban je výrobní komunikační nástroj, který se běžně používá při aplikaci principu tahu. V překladu z japonského jazyka kanban, znamená oznamovací kartu (neboli štítek), která označuje dodávku určitého množství pro určitý výrobní úsek. Název kanban se taky využívá pro celý systém řízení výroby, ve kterém se využívají označovací karty kanban. (Imai, 2004)

Kanban je jednou z možností pro přechod na řízení výroby tahem, kde cílem je snížení výrobních dávek, pro umožnění pružnější reakce na potřeby zákazníka. Kanban karty definují horní limit rozpracované výroby, která se reguluje počtem vydaných karet.

Existují různé typy kanbanu, v závislosti na procesu, pro který je nástroj zaveden. Kanban karty se mohou využívat externě pro komunikaci například s dodavatelem nebo distribučním centrem, a taky interně pro výrobní, skladové a logistické procesy uvnitř firmy. Základními typy jsou: výrobní, odběrový a dodavatelský kanban.

Výrobní kanban karta běžně obsahuje klíčové informace o objednávce:

- Číslo dílu a jeho popis;
- Zdroj, odkud karta je přemístěná;
- Množství dílů v balení;

Při použití čarových kódů nebo QR kódů, může mít karta uložené interní informace v systému. V tomto případě odpadá nutnost jejich vypisování přímo na kartu. Příklad kanban karty určené pro výrobní účely, je uveden na obrázku 8.

VÝROBNÍ KANBAN			
Další proces	Název součásti	Označení	Předchozí proces
Broušení	Tělo nádoby	XX	Lisování
Skladovatelnost	Náhled	Kanban ID	Lead time
XX			Cycle time
Umístění na skladě			
XX			
Množství na paletě			
1			

Obrázek 8 - Příklad kanban karty. Zdroj: autor

Další výhodou tohoto nástroje, je snížení požadavků na prostor ve výrobě a na skladech. Pomocnou metodou, umožňující správnou funkci „kanbanu“, je supermarket. Jedná se o prostor, ve kterém jsou připraveny součástky k okamžité spotřebě. (Kanbanový Systém a kontrola Tahem)

Existuje několik pravidel, které je nutné dodržovat při zavedeném kanban plánování:

1. Místo určení nemá požadovat víc materiálu, než je nutné nebo v předstihu.
2. Místo výroby nemá vyrábět víc dílů, než bylo objednané nebo odesílat chybné díly.
3. Řízení výroby se má starat o rovnoměrné kapacitní zatížení v jednotlivých výrobních stupních a zadávat tolik kanban karet kolik je nutné.

3.2.6 Kaizen

Základem filozofie výroby Toyota je Kaizen. V překladu do češtiny to znamená změnu (kai) k lepšímu/dobrému (zen). Mezi základní části kaizen patří: týmová práce, osobní disciplína, vysoká morálka, kroužky kvality, kultura zaměřená na zlepšení. Jedná se v podstatě o propracovaný a dokonalý systém organizace práce. Mezi základní zásady například patří (Imai, 2004):

- Participovat na zlepšení může každý pracovník;
- Pozornost je věnovaná každému zlepšení, včetně málo významných;
- Tvorba standardů pro udržení trvalého zlepšení;
- Silná podpora ze strany vedení a další;

Klasickým nástrojem Kaizen je gemba. Základní význam je spojen se řízením kvality v místech, kde vzniká hodnota. Nástroj je důležitý pro tvorbu propojení a určení zlepšovacích aktivit na základě reálného stavu. Příkladem slouží Gemba walk kdy management se může projít pracovištěm pro odhalení problémů a příležitostí ke zlepšení přímo na místě. (Imai, 2004)

3.2.7 Metoda 5S

Metodu 5S lze definovat jako systematický přístup k organizaci pracoviště s cílem zvýšení produktivity. Těchto cílů lze v rámci metody dosahovat prostřednictvím zamezení plýtvání. 5S, jako ostatní nástroje, vznikla v souladu s metodologií lean a představuje první krok při její zavádění. Pro dosažení zmíněného cíle má metoda pět kroků: separace (jap. Seiri), systematizace (jap. Seiton), stále čištění (jap. Seiso), standardizace (jap. Seiketsu), sebedisciplína (jap. Shitsuke). (Bejčková, 2016)

Pro úspěšné zavedení metody 5S je důležité si uvědomit, že nepořádek na pracovišti je zdrojem plýtvání. Buď člověk ztrácí čas při hledání potřebné věci nebo můžou vznikat prostoje kvůli nedostatečně definovanému prostoru. Metoda 5S umožňuje předejít plýtvání které se nedá všimnout na první pohled a tím přispět ke zvýšení produktivity práce. Výsledkem správné aplikace metody je přehledné pracovní prostředí, zlepšení kvality a bezpečnosti práce. Dalším přínosem je možnost zapojení pracovníků do procesu zlepšení, kde každý může přispět svým nápadem pro zlepšení pracovního prostředí.

Názvy jednotlivých kroků metody se můžou lišit v závislosti na firemní kultuře, jazykových odlišnostech a podmínkách ve kterých se zavádí. V České republice se může objevovat v podobě 5U (utřídit; udržovat pořádek; určit pravidla; upevňovat a zlepšovat). Tak či onak, podstata jednotlivých kroků a jejich sled se neliší.

Prvním krokem metody 5S je separace a třídění věcí na pracovišti. Může se jednat například o:

- Separaci odpadu;
- Třídění na využitou funkční a nevyužitou, nefunkční manipulační techniku, nářadí, stroje, zařízení;
- Třídění materiálů a obalů na nevyužité a využitě;
- Separaci zastaralých a nevyužitých informací.

Druhým krokem je systematizace, kde se využívá například princip 3F. Ten říká, že každá určitá věc (fixní předmět) musí mít fixní polohu a fixní množství. Dále v rámci systematizace se lze věnovat evidenci a označení všech strojů a zařízení, výrobních linek. Součástí systematizace může být taky vizualizace a vizuální management. Základní myšlenkou je uspořádat a označit pracoviště tak, aby důležité informace byly rychle sdíleny pouhým prohlednutím.

Třetím krokem metody je stálé čištění. Jedná se o zavedení principu pro trvalé udržení čistoty na pracovištích. V rámci tohoto kroku všechny věci na pracovišti musejí být vyčištěny a připraveny k použití. Odpovědná osoba musí vědět co se čistí, jakým způsobem, kde jsou umístěny pomůcky a prostředky k tomu, jak často a jak dlouho.

Standardizace je zaměřená na trvalé udržení zavedených principů. Jde hlavně o tvorbu standardizovaných postupů a stanovení odpovědností s cílem určení stejného způsobu provádění určité 5S aktivity, se stejným trváním a stejným výsledkem.

Posledním a závěrečným krokem je sebedisciplína. Aktivity tohoto kroku jsou zaměřeny na dodržování stanovených standardů. Každý pracovník by měl vědět kde může informace dohledat.

Efektivním způsobem pro odhalení plýtvání na pracovišti je 5S audit. Na základě otázek a hodnocení pomocí předem určené stupnice lze stanovit, jaké kroky metody 5S nejsou dodrženy. Pro provedení 5S auditu se určuje odpovědná osoba, která má za úkol zpracování příslušného dotazníku, jeho hodnocení a pořízení fotodokumentace nalezených neshod. V některých případech lze přehlídnout určité nedostatky, proto pro doplňující informace lze oslovit pracovníka na příslušném pracovním místě. Základně lze 5S audity dělit na vstupní (jednorazový) a pravidelný. Frekvence 5S auditu zaleží na místě kde se provádí. Ve výrobě je vhodné kontrolovat stav pravidelně každý den, v kancelářích například jednou za týden.

3.2.8 Poka-Yoke

Poka-Yoke je způsob zabránění vzniku chyb pro zmenšení plýtvání ve výrobě. Funguje na principu, že produkt nebo proces má být navržen tak, aby účel jednotlivých částí byl jasný bez složitých vysvětlení a pokynů. Hlavní myšlenka Poka-Yoke je navrhnout design předmětu takovým způsobem, aby nebylo možné jeho nesprávné použití. Dobrým příkladem je vložení elektrické vidlice do zásuvky. (Imai, 2004)

3.2.9 TPM

Metoda TPM (Total Productive Maintenance) je souhrn činností, které pomohou uvést stroje do optimálních podmínek. (E-api.cz)

Program údržby TPM se skládá ze sedmi kroků:

1. Počáteční čištění;
2. Eliminace zdrojů znečištění;
3. Normy čištění a mazání;
4. Všeobecná kontrola;
5. Autonomní kontrola;
6. Organizace a pořádek;
7. Rozvoj autonomní údržby;

Výsledkem je predikce nebo možnost včasného určení zdrojů problémů, která umožní eliminovat poruchu a zastavení chodu výroby. Metoda SMED (Single minute exchange of die) může být součástí TPM nebo jako samostatná metoda. Jejím cílem je dosažení maximálně možného zkrácení času přetypování výrobních zařízení.

3.2.10 Heijunka – vyrovnávání výroby

Heijunka (平準化), se do češtiny předpokládá jako vyrovnávání (bilancování) výroby, v praxi se taky používá anglický pojem leveling. Vyrovnávání je potřebné, protože v podniku neustále dochází k odchylkám od počátečního plánu – stroje se mohou porouchat, poptávka se může měnit a materiál může chybět. Jedná se o tři základní zdroje volatility – zákazník, dodavatel a vlastní dílna. Tato metoda je úzce spjatá se systémem Kanban a její cílem minimalizovat dopad těchto vykyvů. (Imai, 2004)

3.3 Podstata Six Sigma

Mezi další účinné moderní nástroje zlepšování výroby, patří metoda Six Sigma. Metodu zavedla společnost Motorola v druhé polovině osmdesátých let. Jejím základním cílem bylo pomoci detailní statistické analýzy, omezit výskyt chyb, ve výrobním systému a tím výrazně přispět kvalitě při stejných nákladech.

Podle Pande P. je „metoda Six Sigma flexibilní a úplný systém dosahování, udržování a maximalizace obchodního úspěchu. Je založena na porozumění a očekávání zákazníků, správném používání dat, faktů a na detailní statistické analýze a na základě pečlivého přístupu k řízení, zlepšování a vytváření nových výrobních, obchodních a obslužných procesů.“ (Pande, 2002)

Metodologie Six Sigma je zaměřená na minimalizaci příčin vzniku závad, kde je výsledkem významné zlepšení kvality výrobků. Tento cíl se dosahuje

prostřednictvím nástrojů zaměřených na minimalizaci závad a plýtvání. Nastavením plynulého procesního toku lze taky dosahovat zrychlení výrobního procesu.

Název konceptu Six Sigma označuje úroveň efektivity procesu, která je vyjádřena procentem shodných výrobků. Toto číslo je 97,9997 % a znamená, že počet defektů z jednoho milionu příležitosti nesmí být vyšší než 3,4.

3.3.1 DMAIC

Řízení projektů Six Sigma probíhá na základě strukturovaného přístupu, označovaného zkratkou DMAIC, kde písmena znamenají jednotlivé fáze průběhu projektu: D-definovat (angl. Define), M-měřit (angl. Measure), A-analyzovat (angl. Analyze), I-zlepšovat (angl. Improve) a C-řídit (angl. Control). Řízení projektu podle dané struktury umožňuje sledování jeho průběhu a zvyšuje i jeho proveditelnost.

První fáze projektu „definování“, se vždy začíná získáváním potřebných informací, dále popisem současného stavu a stanovením cílů. V této fázi se využívají poznatky z projektového řízení, kde je výsledkem plán s rozsahem, počátkem, koncem a definovaným množstvím vstupů a výstupů. (Střelec, 2012)

Pomocí fáze „měření“ se získávají reálné informace nutné pro odlišení odhadu a skutečnosti. Díky získání reálných hodnot lze stanovit metriky pro sledování změn ve výkonnosti zkoumaného procesu nebo změny ve spokojenosti zákazníků. (Střelec, 2012)

Ve třetí fázi se získaná data analyzují a na jejich základě se určuje potenciál pro zlepšení. Hledají se příčiny problémů a nedostatků, lze taky ověřit, jestli je již v minulosti implementované řešení stále vyhovující. (Střelec, 2012)

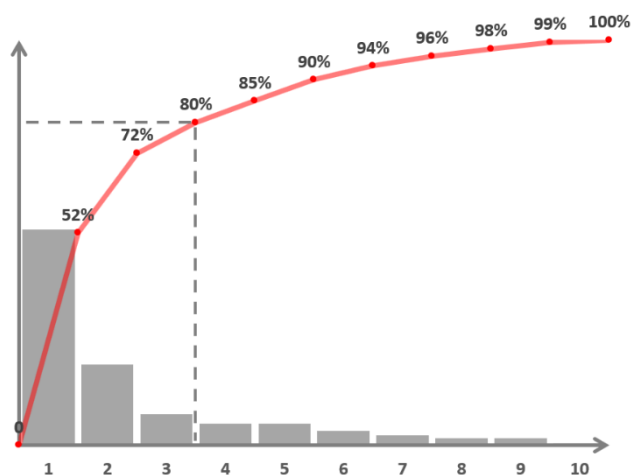
Fáze „zlepšení“ je zaměřená na návrh nových parametrů procesu a hledání jeho optimálního stavu. Zavedené změny jsou sledovány na základě určených metrik v druhé fázi. Součástí čtvrté fáze může být sledování změn v nákladech a přínosech pro zákazníka. Pomocí moderních podnikových informačních systémů a modelovacích softwarů, lze návrh otestovat a ověřit si tím jeho přínosy. (Střelec, 2012)

Poslední, pátá fáze je „řízení“, ve které lze ověřit úspěšnost návrhu v čase a taky dodržení plánu zavádění změn a průběžné sledování změn stanovených metrik. (Střelec, 2012)

3.3.2 Paterova analýza

Paretova analýza patří mezi nejpoužívanější nástroje řízení jakosti a přístupu SixSigma. Jednoduchý a zároveň velice efektivní princip Paretove analýzy vyjadřuje nerovnoměrnost rozdělení příčin a následků různých jevů. (Vytlačil, 1999)

Název principu je podle jména Italského ekonoma a sociologa Vilfreda Pareta, který se zabýval rozdělením společnosti a vyjádřil ho jako poměr 80/20. Využití si tento princip našel i v průmyslu. V praxi se často můžeme setkat s příkladem z oblasti řízení kvality, který říká, že 20 % příčin způsobuje 80 % všech vad. Ten vysvětluje i účel Paretove analýzy, že případně vyřešení nejvýznamnější příčiny vad, lze značně snížit celkovou míru zmetkovitosti. (Dvorzhak, 2020)



Obrázek 9 - Příklad Paretova diagramu. Zdroj: autor

Paretův diagram složí jako grafické znázornění Paretova principu. Sestavuje se obzvláště ze sloupců, které jsou umístěny od největšího k nejmenšímu.

Každý z nich představuje vybranou skupinu dat. Dalším vizuálním prvkem, který pomáhá přesněji určit poměr, je Lorenzova kumulativní křivka. Vzniká vyznačením na grafu bodů kumulativního sečtení zkoumaných dat.

Tvorba Paretova diagramu se skládá z několika dílčích částí. V prvním kroku je nutné nasbírat data a roztřídit je. Poté mají být hodnoty seřazeny od největšího k nejmenšímu. Třetím a posledním krokem je sestavení diagramu s příslušnou kumulační Lorenzovou křivkou. Pro tyto účely lze použít libovolný tabulkový procesor (MS excel apod.).

Poměr 80/20 není vždy pevně daný a v některých případech se může lišit. Méně často se vyskytuje jako poměr 90/10 nebo 70/30, ale i v těchto případech lze stále vyčlenit nejvýznamnější skupinu. Omezení vzniká v případech, kdy naopak nelze vyjádřit nejčtenější skupinu. Pro tento případ se v angličtině používá pojem „Paretova paralýza“. (Rother, 2017)

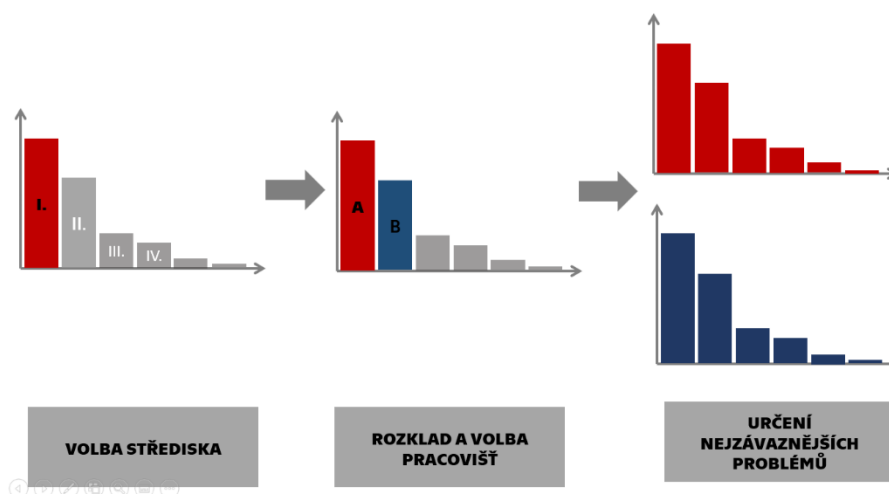
Paretova paralýza může nastat v případech, kdy při seskupení dat byla vytvořena kategorie „ostatní“ a počet jevů v dané skupině převyšuje počet jevů v nejčtenějších skupinách zkoumaného statistického souboru. Do sloupce „ostatní“, se na diagramu většinou vztahují nejméně významné kategorie¹⁷. Tento způsob zjednodušuje diagram a zdůrazňuje jeho nejvýznamnější případy. Jak již bylo poznamenáno, sloupec ostatní by měl být výrazně menší než nejčtenější skupiny, v opačném případě dochází při rozhodování k „Paretove paralýze“.

¹⁷ Pozn. Do nejméně významných kategorií může patřit několik kategorií obsahujících nízký počet výskytu nebo kategorie nedostatečně odpovídající stanoveným kritériím.

Hlavní výhodou Paretova diagramu je možnost rychlého určení priorit roztříděného souboru dat a jejíž názorné zobrazení na jednom grafu. Ale pro jeho správné použití, je nutné dodržení následujících podmínek při určení statistického souboru a při vyhodnocení výsledků (Dvorzhak, 2020):

- Zkoumaný proces nebo jev by měl být stabilní. V opačném případě bude velikost skupin totožná.
- Při sběru dat musí být správně zvolen časový horizont. To znamená, že data musí být aktuální, jinak dojde ke zkreslení výsledků.
- Velikost sbírané skupiny by měla být dostačující a relevantní.
- Při tvorbě Paretova diagramu je důležité nezapomenout na to, že v některých případech nemusí být nejčetnější skupina nejvýznamnější. To znamená, že jedná z méně četných skupin má příznak s vyšší prioritou než nejčetnější skupina z daného souboru dat. Tato podmínka nám říká o tom, že pokud nejvýznamnější příčina je známá, použití Paretova principu je méně významné.

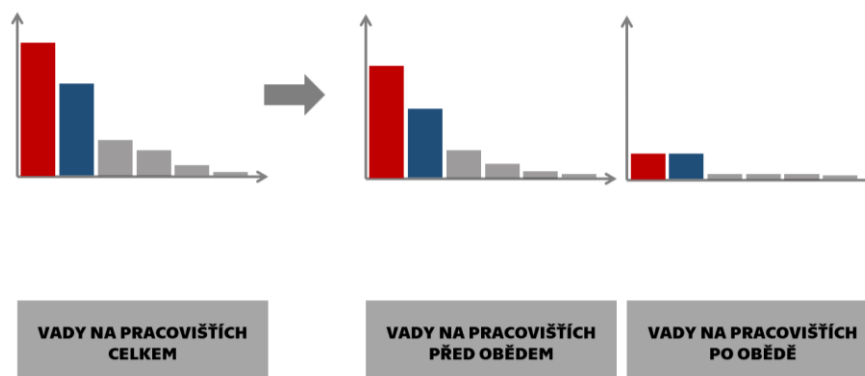
V textu výše jsme uvedli základní použití Paretova principu, ale na jeho základě fungují i pokročilejší metody analýzy. V rámci konceptu SixSigma se často používá víceúrovňová Paretova analýza. Její podstatou je rozklad větších celků a postupná tvorba diagramů vyšších úrovní. Pokud například sledujeme prostoje strojů, lze je roztřídit podle základních operací. Pokud na základě těchto údajů bude sestaven jeden Pareto diagram, výsledky nebudou relevantní, protože každý prostoj má odlišný důvod. Proto k analýze problémů daného typu lze přistupovat pomocí rozdělení informací na úrovně (viz obrázek 10).



Obrázek 10 - Kroky víceúrovňové Pareto analýzy. Zdroj: autor na základě McNeese (2020)

Variabilní Pareto diagramy, na rozdíl od základních, umožňují najít místo vzniku problému v určitém časovém horizontu. Na rozdíl od základního diagramu, jednotlivé sloupce ve variabilním nejsou seřazeny od největšího k nejmenšímu. Avšak priorita každého variabilního diagramu stále odpovídá základnímu.

Pro vysvětlení daného principu uvedeme příklad (viz obrázek 11), kdy v průběhu pracovní směny vznikají vady výrobků. Jednotlivé sloupce ukazují počet vad v průběhu celé pracovní směny. Dále se pro každý z nejčtetnějších sloupců vytvoří variabilní diagram pro část pracovní směny před obědem a pod obědě. Podle toho lze určit úsek pracovní směny s největším počtem výskytů vad a zaměřit se přímo na něj. (McNeese, 2020)



Obrázek 11 - Kroky variabilní Pareto analýzy. Zdroj: autor na základě McNeese (2020)

3.4 Kombinace nástrojů

Každý podnik se liší. Proto je nutné vždy individuálně přistupovat k volbě správných cílů a přizpůsobení se určité situaci. Na vybraných cílech pak záleží volba vhodných metod a nástrojů. Proces volby orientace a cílů je jedním z nejdůležitějších podnikových úkolů. (Svozilová, 2011)

Lean přístup je zaměřen na mapování, měření a optimalizaci procesních toků. Přístup Six Sigma je zaměřen na měření výskytů příčin a důsledků snížení kvality. Lean přístup je silnější v oblasti zkoumání procesů s následným zprůchodňováním procesních toků. Six Sigma se soustředí na zlepšení úzkých míst. Svozilová (2011) zohledňuje tyto kritéria a v tabulce uvedené níže, stručně a výstižně porovnává přístupy Lean a Six Sigma na základě základních úvah daných principů.

V tabulce 6 vidíme, že podstata záměru, organizace cyklu projektu a týmů jsou podobné u obou přístupů. Lean je zaměřen na maximální splnění požadavků zákazníka a Six Sigma se orientuje na kvantifikovatelné cíle prostřednictvím odstranění úzkých míst.

Tabulka 6 - Porovnání Lean a Six Sigma. Zdroj: (Svozilová, 2011)

	Lean	Six Sigma
Záměr	Zefektivnění procesu tvorby hodnoty na základě požadavků zákazníka	Zajištění vyšší míry kvality vymezené požadavkem zákazníka
Způsob dosažení	Odstranění plýtvání	Snížení variability
Předmět zkoumání	Horizontální pohled na provázanost procesních toků	Vertikální pohled na nalezení a odstranění úzkých míst procesů
Základní předpoklady	Odstraněním plýtvání lze ovlivnit celkovou výkonnost procesů Opakovaná malá zlepšení jsou úspěšnější a méně rizikovější	Odstraněním variability lze ovlivnit celkovou kvalitu výstupů Poznání vycházející z faktů jsou obrovskou hodnotou
Organizace cyklu projektu	Cyklický, iterativní (PDCA/PDSA)	Přímý (DMAIC)
Organizace týmů	Integrované zlepšovateľské týmy	Integrované zlepšovateľské týmy s doporučenou strukturou rolí
Klíčové metody	Mapování a měření procesních toků Optimalizace procesních toků	Měření vyskytů a četností Analýzy příčin a následků
Nejvýraznější přínos	Zkrácení doby trvání procesu	Zvýšení uniformity procesu

Pro to, aby aplikované přístupy a nástroje měli strategický dopad, je nutné nejen slepé sledování filozofie ale i podpora kultury podniku zaměřené na trvalé zlepšování. Sloučením nástrojů Lean, Six Sigma a TOC do jednoho portfolia na základě požadavků podniku, lze dosahovat synergie a tím pádem dosahovat vyšších pozitivních výsledků.

4 Metriky výkonnosti

Hodnocení podnikové výkonnosti probíhá na základě informací, které se získávají při zavádění a použití racionalizačních metod a přístupů. V souvislosti s tím se používá pojem metrika, který se pro účely této diplomové práce vztahuje i ke hodnocení plánované racionalizace výroby. Záměr tohoto hodnocení může být spojen se stanovenými cíli, kritickými faktory úspěchu, procesy, aktivitami, výkonnostními zdroji a lidmi. Z důvodu této rozmanitosti, se pojem metrika definuje různě. Nejzákladnější definice jsou (Učeň, 2008):

- Metrika je měření prováděné podle přesně definované metody a rozsahu;
- Metrika je měřitelný ukazatel z hlediska hodnocené oblasti (kvalita, kvantita, finance, čas);
- Metrika je indikátor splnění stanovených cílů;

Obecně řečeno je metrika kritérium, umožňující hodnocení fungování určitého celku, kterým může být podnik, systém, proces, projekt apod. Pro práci s metrikou lze stanovovat cíle, kterých chceme dosáhnout a dále je měřit v určitém časovém horizontu. Aby hodnocení obsahovalo všechno a objektivní, je často nutné správné seskupení metrik. Daným seskupením se říká „portfolio metrik“.

Metriky jsou běžně využívány v IT oblasti¹⁸, a proto jsou často definovány pomocí pojmů atributů. Základním atributem každé metriky je název nebo jeho identifikace, který je nutný pro snazší vyhledávání. Další základní charakteristikou je vzorec, algoritmus, nebo slovní popis. Doplnujícími atributy pro metriky jsou: vlastník; rozsah a jednotka; zdroj informací; způsob a postup provedení měření a následné kontroly. (Učeň, 2008)

Lze rozlišovat tvrdé a měkké metriky. Tvrdé znamenají objektivní měření na základě stanovených horních a dolních mezí. Naopak základem měkkých metrik je subjektivní hodnocení, které znamená, že měřenou veličinu nelze vyjádřit početně. (Učeň, 2008)

Podle D. Parmentera lze metriky výkonnosti dělit do tří skupin. První skupinu tvoří klíčové ukazatele výsledku (KRI), které se využívají pro celkové zhodnocení. Pomocí KRI se nejčastěji měří hodnoty, které jsou výsledkem mnoha činností. Pak jsou ukazatele výkonnosti (PI), kde účelem je správně určit další aktivity, pro dosažení očekávaného výsledku. Třetí skupina je tvořena klíčovými ukazateli výkonnosti, ze kterých lze zjistit, jaké aktivity jsou nejpřínosnější. Základní vlastnost KPI je jejich nefinanční opodstatnění a neustále sledování. (Parmenter, 2008)

Existuje celá řada možností, jak seskupit metriky, například Balanced scorecard, metriky lean a six sigma nebo pohledy na tvorbu metrik v rámci Teorie omezení. V praktické části budeme vycházet především z Lean a Six Sigma metrik. Ostatní metriky jsou uvedené pro širší přehled, v návaznosti na přístupy popsané v předchozích kapitolách.

Balanced Scorecard

Jak již bylo zmíněno, metriky je možné seskupovat podle stanovených cílů, například strategických nebo operativních. Strategické cíle jsou založené na misi a vizi podniku a pro jejich převod do metrik se využívá metoda Balanced Scorecard (dále BSC). Metoda je založena na holistickém přístupu, kde se zkoumaný systém posuzuje komplexně.

Ve mnoha podnicích existuje problém vybilancovaného převodu strategických cílů na cíle operativní. Jde o případ, kdy strategické záměry nebyly dotaženy do praxe, čím způsobili ztráty. Autoři metody BSC Robert S. Kaplan a David P. Norton tvrdí, že

¹⁸ Pozn. Běžným příkladem využití v informatice je oblast hodnocení efektivnosti vývoje SW.

jedna z nejčastějších příčin, je řízení na základě finančních ukazatelů, které nedává celkový obraz podniku, ale charakterizuje podnik jenom z finančního úhlu pohledu (Kaplan, 2000).

BSC strukturuje cíle a metriky podle čtyř základních perspektiv podnikového řízení: finance, zákazníci, interní procesy, učení se a růst. Metoda BSC je těsně vázaná na principy stanovené M. Portrem. Podle něj by měli být podnikové finanční cíle rozděleny a provázány s ostatními zmíněnými perspektivy. My se především v této práci zaměříme na metriky spojené s výkonností výrobního procesu. (Učeň, 2008)

Návrh metrik v rámci BSC se provádí na základě cílů a potřeb podniku. Běžným příkladem KPI ve výrobní oblasti je: počet vyráběných kusů za den, náklady na jeden kus výrobku, čas výroby jednoho kusu, poměr reklamovaných výrobků ku celkovému počtu vyrobených a další.

4.1 Metriky Lean a Six Sigma

Každý nástroj Lean a Six Sigma se má vyhodnocovat na základě příslušných metrik. Nejčastěji jsou sledované metriky založené na potřebách zákazníka. (Svozilová, 2011)

V této části jsou krátce popsány metriky používané v rámci Lean a Six Sigma, které blízko souvisí s problematikou, kterou se zabýváme v této práci.

VA index

$$VA\ index = \frac{\text{Value added}}{\text{Non Value added}}$$

Nejvíce sledovanou metrikou v rámci metody Value stream mapping (VSM), je Value added time (VA). Hodnotu získáme při tvorbě mapy toku hodnot jako poměr časů přidávajících hodnotu k časům, které hodnotu nepřidávají.

Cycle time (C/T)

Pojem Cycle time (neboli Doba cyklu) znamená skutečný čas potřebný pro přípravu jednoho výrobku od počátku do jeho konce. Jinými slovy, jak často součást nebo produkt ukončí výrobní proces v průběhu pozorování. (Rother, 1998)

Tato metrika patří mezi jedny z nepoužívanějších v rámci lean a její výpočet je následující:

$$C/T = \frac{\text{Celková doba výroby}}{\text{Počet vyrobených kusů}}$$

Lead time (L/T)

Lead time, neboli průběžná doba výroby, je vyjádřena souhrnem časů potřebných pro celý proces výroby od přijetí zakázky do obdržení platby za ni. Používají se zkratky *L/T* a *PLT* (Process lead time). (Rother, 1998)

$$L/T = \sum \text{časů všech činností} = \sum C/T$$

Obvykle mezi value crating time, cycle time a lead time platí následující vztah:

$$VCT < C/T < L/T$$

Existuje i jiný vzorec, který se zaměřuje na to, kolik bude trvat, než výrobek projde celým systémem. Process Lead time (PLT) lze vypočítat pomocí Littlova zákona. Vzorec je tvořen dvěma proměnnými – rozpracovaností výroby *WIP*, vyjádřené v kusech a propustností systému (throughput), vyjádřené v kusech za určitý čas.

$$PLC = \frac{WIP}{TROUGHPUT}$$

Takt Time (T/T)

Takt Time (nebo Doba taktu) vyjadřuje tempo procesu výroby. Tato metrika umožňuje optimalizovat kapacitu pro splnění požadavku s co nejmenším použitím zásob. (Rother, 1998)

Pro výpočet doby taktu můžeme do čitatele dosadit celkovou dobu výroby zakázky nebo disponibilní časový fond pro určité období. Jmenovatelem bude v tomto případě počet vyrobených produktů, kapacita nebo celkové požadavky zákazníka za relativně krátké časové období (den, týden, měsíc, rok). (Myška, 2018)

Volba tvaru vzorce zaleží na východiscích určité situace. Hodnota ukazatele je teoretická.

$$T/T = Takt = \frac{\text{Disponibilní časový fond}}{\text{Kapacita}} = \frac{\text{Čistý dostupný pracovní čas}}{\text{Celkový požadávek zakazníka}}$$

Měření „taktu“ se využívá pro nalezení průměrného časového intervalu mezi počátkem výroby jednoho kusu a počátkem výroby dalšího kusu, za předpokladu postupné výroby.

Pro metriky *C/T* a *T/T* platí následující závislost: *Cycle Time* ≤ *Takt Time*. Pokud cyklový čas je méně času taktu znamená to, že se vyrábí víc, než se požaduje zákazníkem – vyrábí se na sklad. Lze to taky interpretovat jako druh plýtvání – nadvýroba. V případě, kdy se metriky rovnají, poptávka zákazníka se naplňuje přesně a bez tvorby zásob. (Wilson, 2010)

Changeover time

Changeover time je čas potřebný pro přetypování stroje nebo výrobní linky. Nejčastěji se měří trvání změny přípravku, nastavování stroje a změna programu atd. Na VSM mapě čas přetypování se značí jako changeover a uvádí se v sekundách, minutách nebo hodinách. (Rother, 2017)

Celková efektivnost zařízení (OEE)

Celková efektivnost zařízení neboli OEE, patří mezi klíčové metriky měření produktivity výrobního procesu. Umožňuje určit procento výrobního času, které je skutečně efektivní. Tato metrika slouží hlavně pro zjištění nevyužité kapacity strojů.

Vzorec OEE je vyjádřen součinem třech faktorů: dostupnost, výkon a kvalita. Ideální hodnota (100 %) znamená, že nevznikají žádné zmetky – výrobní proces probíhá maximální rychlostí a bez zastavení. (OEE, 2015)

$$OEE = \text{DOSTUPNOST} \times \text{VÝKON} \times \text{KVALITA} \times (100\%)$$

$$\text{DOSTUPNOST} = \frac{\text{SKUTEČNÝ ČAS VÝROBY}}{\text{PLÁNOVANÝ ČAS VÝROBY}}$$

$$\text{VÝKON} = \frac{\text{SKUTEČNĚ VÝROBENÉ MNOŽSTVÍ}}{\text{TEORETICKÉ VÝROBENÉ NORMOVANÉ MNOŽSTVÍ}}$$

$$\text{KVALITA} = \frac{\text{SCELKOVÉ MNOŽSTVÍ SHODNÝCH VÝROBKŮ}}{\text{CELKOVÉ MNOŽSTVÍ VŠECH VÝROBKŮ}}$$

Zdrojem informací pro výpočet tohoto ukazatele může být: plán kapacit strojů a docházka pracovníků pro zjištění dostupnosti; normované časy na jednotlivých zakázkách pro zjištění plánovaného času; provedení měření přímo na místě pro určení skutečného času.

Availiability (dostupnost)

Ukazatel avaiability znamená dostupnost zařízení a využívá se nejen v rámci výpočtu OEE. Dostupnost je vyjádřena jako procento času za určité období (obvykle rok). Daný ukazatel je důležitý pro sledování prostojů jako jednoho z druhů plýtvání. Dostupnost v rámci VSM je často označena jako Avail. Jeho hodnotu lze určit ex post. Pro orientaci v tabulce níže uvádíme dostupnosti za rok (Managementmania.com, 2016).

Tabulka 7 - Orientační hodnoty dostupnosti. Zdroj: (Managementmania.com, 2016)

Dostupnost	Suma trvání všech výpadků za rok
90 %	36,5 dne
95 %	18,25 dne
99,9 %	8,76 hodin (používá se zkratka „tři devitky“)
99,99 %	52,6 minut (používá se zkratka „čtyři devitky“)
99,999%	5,26 minut (používá se zkratka „pět devitek“)
99,9999%	31,5 sekunnd (používá se zkratka „šest devitek“)

Kritické hodnoty úspěchu CTx

Další skupinou metrik výkonnosti jsou Kritické hodnoty úspěchu, které jsou nejčastěji uváděny v kontextu přístupů Lean a Six Sigma. Zkratkou CTx (Critical to x) je většinou označena zkoumaná kritická oblast, která má dopad na zákazníka a proměnnou x je reprezentována libovolná zkoumaná veličina. Základními pohledy pro tvorbu metriky CTx může vystupovat kvalita, náklady, očekávání zákazníků, proces, bezpečnost, čas, cena a další. Pro řízení projektu lze určovat libovolný počet CTx. (Svozilová, 2011)

Jak již bylo zmíněno, vstupem pro tvorbu CTx slouží požadavek zákazníka nejčastěji řečený nebo popsáný. Dále mají být požadavky správně interpretovány a má být určen jejich kritická hodnota. Příklady některých kritických hodnot a jejich přiřazení k jednotlivým projektům uvádíme v tabulce níže.

Tabulka 8 - Příklad zaměření kritických hodnot. Zdroj: (Svozilová, 2011)

Kritické hodnoty úspěchu CTx	Příklad zaměření zlepšování
Kvalita (Critical to Quality)	Zjednodušení konstrukce výrobku Sladění charakteristik výrobku s požadavky zákazníků Splnění aktuální úrovně kvality na trhu Převyšení současné úrovně kvality na trhu
Proces (Critical to Process)	Navrh produktů se snažší montáží Snížení mezioperačních zásob Odstránění plýtvání Zrychlení procesu Maximalizace množství výstupů
Náklady (Critical to Cost)	Snížení nákladů na skladování zásob Snížení komicí Snížení nákladů na dopravu

4.2 Metriky TOC

V literatuře se lze setkat s funkčním (neboli matematickým) přístupem k řešení omezení. Existují dvě kategorie výkonnostních metrik: založené na PIP (Performance in Processing) a citlivosti určitých parametrů výroby. Tyto metriky se používají hlavně při návrhu podpůrných informačních systémů.

V rámci teorii omezení (TOC), podniky za účelem maximalizaci zisku využívají tzv. ukazatel průtoku (angl. Through put). Nahlížení na úzká místa výrobního systému je možné na základě času. Dále uvádíme jejich základní charakteristiky

4.2.1 Metriky založené na PIP

Průměrný čekací čas (Waiting time)

Mezi základní přístupy založené na PIP, lze vztahovat měření průměrného čekacího času (waiting time).

$$B = \{i | W_i = \max(W_1, W_2, \dots, W_n)\}$$

kde W_i je označován průměrný čas čekání

Metoda je aplikovatelné v moment analýzy a hledání úzkého místa systému, zejména hledání zařízení, které nejdéle čeká na výrobek. Důvody čekání mohou být rozličné: čekání způsobené tím, že výrobek nedorazí nebo tím, že další zařízení je plné. Metoda je vhodná pro systémy s dostatečnými zásobníky. Její výhodou je možnost zařazení měření průměrné délky fronty.

Průměrné využití (Utilization)

Další metodou založenou na PIP je měření průměrného využití zařízení. V rámci metody se používá metrika zaměřená na to, jak jsou jednotlivé stroje nebo pracoviště využívány. V tomto případě úzkým místem je stroj s největším využitím.

$$B = \{i | \rho_i = \max(\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n)\}$$

$$\rho_i = \lambda_i / \mu_i$$

kde ρ_i je využití i -tého stroje, λ_i je množství vstupů (do pracoviště / stroje) za jednotku času, μ_i – množství produktů, které je možné obsloužit za jednotku času na daném pracovišti nebo stroji.

Metoda dává nejednoznačné výsledky pro velký počet již vybilancovaných pracovišť, protože jejich vytížení je v tomhle případě podobné. V tomhle případě je vhodné využít předchozí metodu měření čekacího času. (Kyncl, 2021)

4.2.2 Metriky založené na citlivosti

Jedná se zejména o definice založené na citlivosti¹⁹, ve kterých je úzkým místem je nejvíc citlivé pracoviště nebo stroj, tzn. to, které omezuje průtok celým systémem. Metrika je v tomhle případě vyhází z citlivosti systémového výkonu v závislosti na perturbaci²⁰ strojních parametrů. Zkoumá se odezva systému na změnu určitých parametrů zařízení.

$$\frac{\partial \overline{PR}(p_1, \dots, p_m, N_1, \dots, N_m)}{\partial p_i} > \frac{\partial \overline{PR}(p_1, \dots, p_m, N_1, \dots, N_m)}{\partial p_j}, \forall i \neq j$$

kde \overline{PR} je průměrný počet dílů vyrobený na posledním stroji; N_i je velikost zásobníků; p_i je míra produkce na i -tém stroji; p_j je míra produkce na jiném stroji; $\frac{\partial \overline{PR}}{\partial p_i}$ je index citlivosti systémového výkonu. Největší hodnota indexu citlivosti je příslušná úzkému místu tohoto systému.

Využití metrik založených na citlivosti by mělo být podporováno pokročilými simulačními softwary, které jsou pro podniky často příliš finančně náročné. Zavádění

¹⁹ Pozn. Anglicky Sensitivity Based Definitions

²⁰ Odchylka

těchto metod taky vyžaduje nalezení zkušeného programátora. I když doba zavádění je dlouhá a náklady jsou značné, pro větší podniky pak tento krok přinese hodně úspor v dlouhodobém horizontu.

Na závěr této kapitoly je důležité zdůraznit, že rozmanitost metrik je široká a návrh metrik probíhá vždy pro určitý proces. Pro sledování změn a odchylek v metrikách se určuje osoba (vlastník procesu). Při návrhu je taky důležité zachovat přehlednost, protože sledování metrik, které nemají význam nepřinese zvýšení efektivity, ale naopak bude překážkou při rozhodování.

PRAKTICKÁ ČÁST

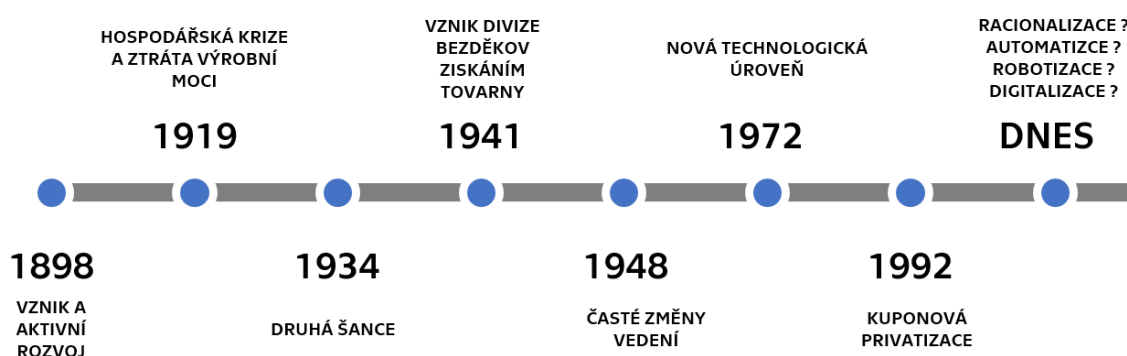
Na začátku praktické části se věnujeme společnosti Meva – historii podniku a její hlavním současným charakteristikám. Poté je praktická část strukturována na základě metody DMAIC. Tento přístup umožní praktické využití dané metody pro náš případ. Jejimi základními kroky jsou: definovat problém, provést měření, analyzovat příčiny, navrhnout zlepšení a řídit čili udržovat dosažený stav. Na teoretickou podstatu DMAIC jsme se detailněji zaměřili v kapitole 3.3.1.

5 O společnosti

Počátky společnosti Meva se začali už v dobách první republiky. Na současné hodnoty firmy mají přímý vliv události, které se v dějinách firmy staly, a proto pokládáme za důležité je v textu uvést. Podrobný popis dějin, sestavených na základě archivních dokumentů, byl zveřejněn ke svému 100. a 110. výročí.

5.1 Historie podniku

Historie Meva a.s. lze rozdělit na 3 časové úseky: první od vzniku v roce 1898, do znárodnění v roce 1948; druhé v období socialismu až do roku 1989 a třetí od roku 1989, kdy společnost začala fungovat po změně režimu až do současnosti. Na časové přímce jsme znázornili vývoj společnosti od jeho počátku po současnost. (Čižmář, 2008)



Obrázek 12 - Časová osy významných bodů v dějinách firmy Meva. Zdroj: autor

Vznik Meva se datuje na konec 19. století. Podle nalezených archivních dokumentů byla společnost registrována 21. října 1898 v Praze s obchodním jménem *Akciová společnost pro průmysl zboží kovovým*. V letech 1898 až 1919 se firma aktivně vyvíjela a její působení se v té době rozšířilo na současné území Německa a Rakouska. První zmínky obchodního názvu firmy se objevují ve výpisu z obchodního

rejstříku dne 3.01.1918, který byl uveden jako MEWA. Od roku 1921 je zaveden a udržován současný obchodní název Meva a.s. a od této doby firma používá i vlastní logo (viz obrázek 13). (ALMANACH 1898 - 1998, 1998)



Obrázek 13 - Značka MEVA a.s.
Zdroj: (Úřad průmyslového
vlastnictví)

V letech 1919–1934 se společnost dostala do finančních problémů. Úpadek byl způsoben rozpadem Rakousko-Uherska a vzniklou hospodářskou krizí. Většina závodů Meva a.s. byla postupně rozprodána a společnosti hrozila úplná likvidace. Závod v Roudnici nad Labem se zachoval díky vybranému prokuristovi, kterému se podařilo najít zákazníky a dát podniku druhou šanci. (Čižmář, 2008)

Analýza a návrh racionalizace výroby, kterou se zabýváme v této práci, se provádí pro divizi Bezděkov. Její vznik lze připsat úspěšnému (z hospodářského hlediska) předválečnému roku 1941. V daném období byla pro potřeby rozšíření společnosti získána rozestavená továrna „Krausovna“²¹ na okraji města Roudnice nad Labem. (Čižmář, 2008)

Období socialismu se vyznačovalo častými změnami ve vedení a začleněním podniku do výrobních kooperativů. V tomto období došlo k významným výrobním a technologickým změnám. Důležitý byl rok 1972, kdy se podnik dostal na novou technologickou úroveň díky rozšíření výrobního sortimentu řadou produktů odlišujících se svou vývojovou a konstrukční složitostí. (ALMANACH 1898 - 1998, 1998)

Počátek další fáze rozvoje společnosti je spojený s kuponovou privatizací a pokračuje až do současnosti. V posledním desetiletí lze sledovat trend postupné automatizace výroby. Prvním krokem v tomto směru je zavedení robotizovaných svařovacích pracovišť.

Protože se v práci zaměřujeme na divizi Bezděkov, uvedeme významné body tykající se jejího rozvoje. K výraznému posunu došlo v osmdesátých letech, kdy byl výrobní profil rozšířen řadou větších kontejnerů na odpad (objemu 1,1 m³). Za další důležitý pokrokový bod lze považovat spouštění sériové výroby a modernizace závodu, kde se postavili nové budovy – plynová kotelna, administrativní budova a prášková lakovací linka. V roce 2006 byl zakoupen CNC vysekávací lis a pracoviště svaření bylo robotizováno.

²¹ „Krausovna“ – název továrny firmy Orel, která byla získána privatizací a poskytnuta firmě Meva v pronájem v roce 1940. (Zdroj: Zeno Čižmář, Meva – příběh značky, 2008, str. 13)

5.2 Charakteristika podniku a současný stav výroby

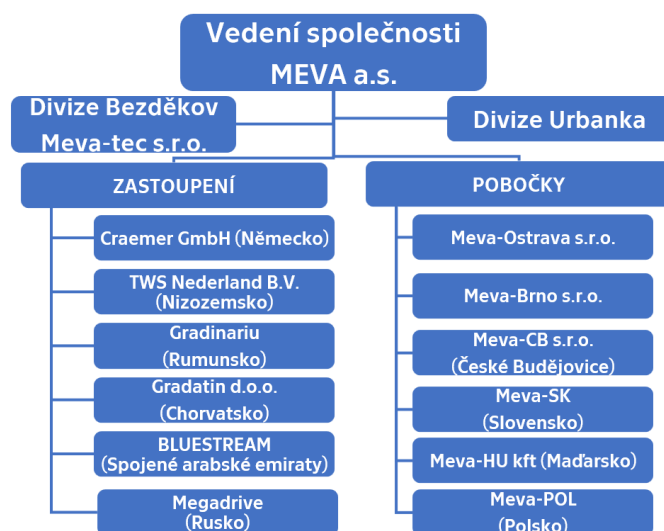
5.2.1 Organizační struktura

V roce 1993 byly poradenskou společností Ernst & Yung navrhnuté opatření v rámci tvorby strategického plánu rozvoje společnosti, kde se doporučovalo i nové organizační uspořádání. Ve výsledku byl podnik v Roudnici nad Labem rozdělen na tři samostatné jednotky – divize Urbanka, divize Bezděkov a firemní vedení, kde odpovědnosti jsou rozděleny následujícím způsobem:

- Divize mají rozdílné výrobky, zákazníky, dodavatele, umístění a každá divize má svého ředitele a vlastní organizační strukturu.
- Každá divize zodpovídá za činnost spojenou se zásobováním, výrobou obchodem a spoluprací s další divizí.
- Jednotka vedení se zabývá účetnictvím, plánováním, finančním řízením, personalistikou dalšími činnostmi spojenými se spoluprací s dceřinými společnostmi a obchodními zástupci.

Meva a.s. má několik dceřiných společností a taky zastoupení v jiných státech. Na obrázku 14 je uvedena struktura společnosti.

Podle údajů uvedených na webové stránce společnosti, je ve firmě zaměstnáno přibližně 350 lidí. V divizi Bezděkov se počet zaměstnanců pohybuje kolem 40. Jedná se převážně o management a výrobní personál. V případě, že se vyžaduje zvýšení množství vyrobených kusů nebo zvýšení rychlosti výroby, najímají se externí pracovníci navíc. Tento způsob umožňuje firmě dosahovat větší míry flexibility.



Obrázek 14 - Struktura společnosti, zastoupení a poboček. Zdroj: vlastní zpracování na základě Meva.eu

5.2.2 Produkty a služby

V průběhu svých dějin, nabízela firma rozmanité spektrum výrobků, mezi které patří například petrolejové lampy, kovové výrobky do domácnosti, váleční zbraně, sudy, nářadí, hrubé obaly, plynové nádrže atd. Divize Bezděkov je v současnosti zaměřená na výrobu kontejneru na odpad a sudů. Firma se snaží maximálně vyhovět požadavkům zákazníka, proto je výrobové portfolio velmi rozmanité. Za účelem využití volné kapacity strojů společnost poskytuje služby lisování, obrábění, kovotlačení, lakování a dělení.

Pro provedení analýzy jsme společnost požádali o výběr několika produktů, které se liší počtem objednávaných kusů, větší sériovostí objednávek nebo větším podílem na tržbách. Úplný seznam výrobků předložený k analýze a jejich parametry jsou uvedeny v příloze 1.

Z poskytnutých údajů o výrobcích jsme zjistili, že se výrobky představené k analýze v roce 2020 dané výrobky vyznačují větším počtem objednávaných kusů. Na základě podobnosti svého technologického postupu, výrobky reprezentují určitou rodinu výrobků. Konkrétně jde o 17 různých typů kontejnerů na odpad s různým objemem a konstrukcí. Pro popis jejich charakteristik je dále dělíme na 4 skupiny.

První skupina výrobků obsahuje kontejnery do 1100 litrů, které se převážně využívají na sběr komunálního a tříděného odpadu v domácnosti nebo průmyslu. Jejich hlavní výhodou je jednoduchá manipulace díky otočným kolečkům. Typickým představitelem této skupiny je „Stohovatelný kontejner na odpad“, na který vlastní Meva a.s. patent. Rozšířeným standardem tohoto výrobku je EN-840. (Úřad průmyslového vlastnictví)

Další skupina obsahuje kontejnery s objemem větším než 1100 litrů. Častým využitím daného typu kontejnerů je sběr odpadu v nákupních centrech. Některé výrobky z dané skupiny spadají do standardu EN-12574 (DIN 30738).

Ve třetí skupině jsou kontejnery na zpětný odběr elektroodpadu, oděvu nebo kovu. Daná skupina se vyznačuje vyšší úrovní bezpečnosti. Na rozdíl od ostatních skupin je konstrukce těchto kontejnerů odolná proti vniknutí a zabezpečená proti převrácení.

Do čtvrté skupiny jsme zařadili průmyslové záchytné vany a náhradní části výrobků. Na obrázcích vpravo jsou znázorněny vybrané výrobky z těchto skupin.



Obrázek 15 -
Stohovatelný kontejner
na odpad. Zdroj:
meva.eu



Obrázek 16 -
Kontejner Pedersen
standard EN-12574-1
FUB. Zdroj: Meva.eu



Obrázek 17 -
Kontejner na
zpětný odběr
elektrozařízení
Zdroj: Meva.eu

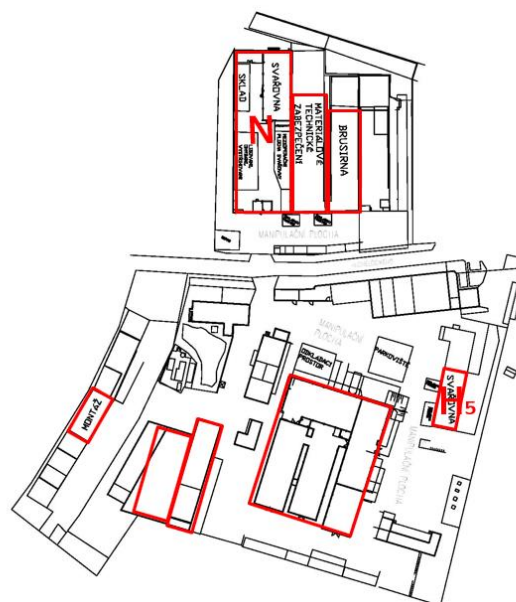
5.2.3 Zákazníci

Firma se zaměřuje jak na B2B trhy, tak i na B2C. Výrobky divize Bezděkov se distribuují po celé Evropě a Asii. Společnost realizuje své výrobky prostřednictvím dceřiných společností a zástupců ve více než 25 státech. V České republice patří mezi hlavní zákazníky města a obce.

5.2.4 Proces výroby a provozu

Tak jak to v průmyslových podnicích bývá, proces výroby a provozu v Meva a.s. je poskládán z velkého počtu entit. Mezi ně patří stroje, lidi, materiály, toky vniklé interakcemi a další. Každá z nich hraje svou důležitou roli. Proto je pro reprezentativní popis a spolehlivou analýzu procesů vhodné vytvořit celkový obraz o současném stavu výroby.

Areál divizi Bezděkov se skládá z větších a menších středisek, ve kterých je provoz rozdělen na dvě pracovní směny. Střediska nacházející se v horní části layoutu (viz obrázek 18) jsou zaměřeny na výrobu velkoobjemových kontejnerů a některých typů kontejnerů velikosti nad 1000 litrů. Tyto kontejnery jsou dále přemísťovány do dolní části uvedeného layoutu, kde dále probíhají povrchové úpravy, montáž, skladování a expedice. V dolní části layoutu se vyrábějí stohovatelné kontejnery rozšířené v ČR a taky ostatní typy sběrných kontejnerů.



Obrázek 18 - Layout areálu divize Bezděkov.
Zdroj: autor na základě podnikových plánů

Celý technologický proces vybrané výrobné řady se dělí na 3 úseky:

1. Úsek výroby dílů – řezání, vysekávání, vypalování, lisování a ohýbání;
2. Úsek výroby podsestav – svařování, broušení a povrchové úpravy;
3. Úsek výroby finálních výrobků – montáž, kontrola a dokončovací operace;

Pomocí základních operací se z nakoupeného materiálu v prvním úseku postupně připravují díly (dno kontejneru, pláště a trubky). Z těchto dílů se dále skládají podsestavy (tělo, víko a madla), které jsou pak povrchově upravovány. Pokud se jedná o úpravu formou lakování, výrobky pokračují na podnikovou lakovací linku. V případě, že se vyžaduje žárové zinkování, se úprava provádí u externího dodavatele

služeb nacházejícího 100 metrů od areálu společnosti. Po těchto procesech se výrobek musí očistit a projít celkovou kontrolou. Před expedicí jsou kontejnery zabaleny a po určitou dobu skladovány.

6 Definice problému

Jak jsme již zmínili, při prvotním jednání s podnikovým vedením jsme zjistili informace potřebné pro definování problému. Podnik sám nepřišel s konkrétním problémem, který by potřeboval vyřešit. To bylo pro nás bylo na jedné straně výhodné, protože nám tak ponechal volný prostor pro volbu zaměření. Na druhé straně jsme museli sami pochopit, jak funguje podnikový výrobní systém, hledat nedostatky, určit rozsah a vlastní cestu k jejich vyřešení.

Strategické rozhodnutí se vždy odrážejí na fungování podnikových systémů a výroba není výjimkou. Proto je důležité brát do úvahy možné globální organizační a provozní změny. Jednou z takových změn je sloučení dvou firemních divizí do jedné, s umístěním v prostorech závodu Bezděkov. Jedná se o globální projekt, který vyžaduje maximální připravenost firemních prostorů a procesů v nich probíhajících. I nezkušeným okem lze zpozorovat, že výrobní prostory jsou přetíženy rozpracovanými a hotovými výrobky, co překáží realizaci daného záměru.

Další důležitý faktor ovlivňující rozhodování o procesních změnách je silnice rozdělující podnik na dvě části. Z důvodu objednávání povrchových úprav u externího dodavatele, je proces přizpůsoben tak, že výrobky jsou převáženy přes silnici, která negativně ovlivňuje výsledný vzhled a kvalitu výrobků.

Vstupy pro měření a analýzu

Při rozhodování je důležité vycházet z aktuálních dat, stanovit reálné cíle a veškeré předpoklady ověřovat. Pro tvorbu vlastní racionalizační cesty jsme vycházeli z přístupu DMAIC, kde jako vstupy slouží informace poskytnuté vedením společnosti, zejména:

- Výrobní postupy²²
- Pozorování a měření ve výrobě
- Mikropohybové studie
- Prostorové studie
- Informace zjištěné z rozhovorů

Výrobní postupy se vyznačují velkým počtem pracovišť, kde je každé označené vlastním číslem²³. Popis operací prováděných na pracovištích nejsou přesně

²² Pozn. Podnikovým vedením byli popsány jako „strukturované kusovníky“.

²³ Pozn. V podnikovém informačním systému tyto čísla pracovišť jsou přiřazeny inventárním číslům strojů.

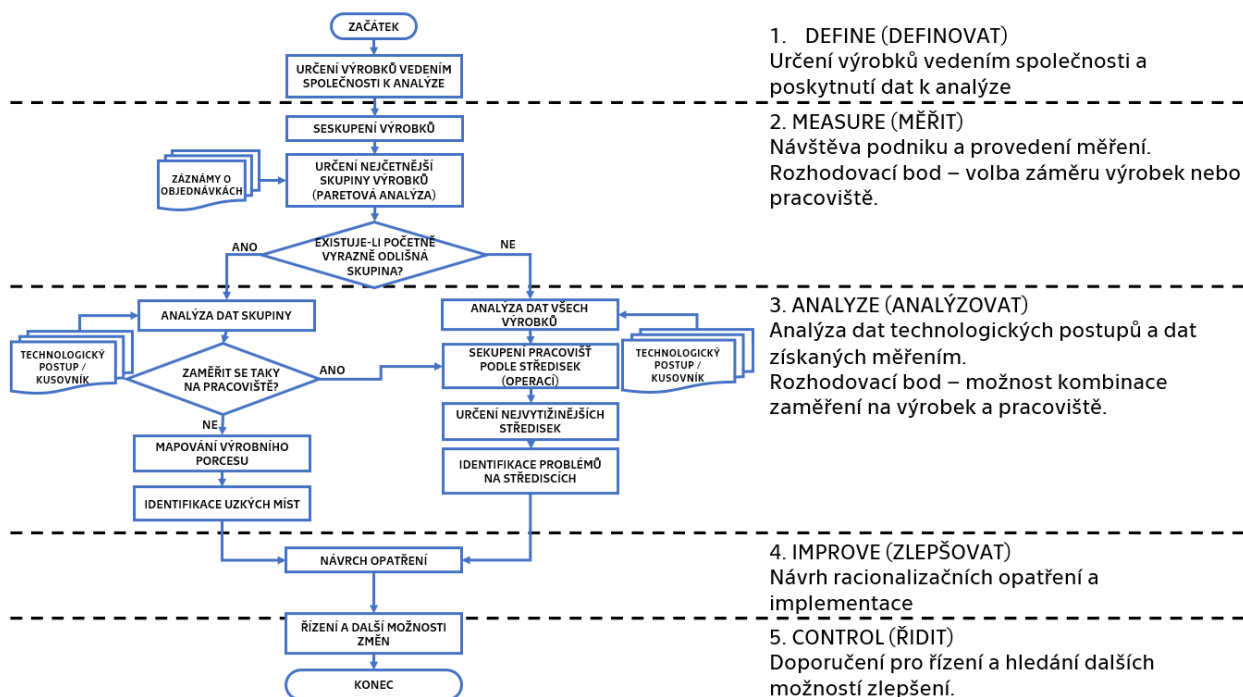
definovány a liší se u různých druhů výrobků, proto pro získání potřebných výsledků vzniká nutnost transformace dat. Pro tyto účely byl použitý tabulkový procesor MS Excel, kde byli pomocí kontingenčních tabulek odfiltrovány potřebné údaje.

6.1.1 Metodika identifikace problémů

V rámci jedné diplomové práce není v našich možnostech vyřešit všechny problémy v podniku a racionalizovat v něm každý proces. Proto jsme se zaměřovali na návrh metodiky, která nám pomůže zaměřit se na té nejdůležitější nedostatky a navrhnout řešení. Při volbě zaměření racionalizace jsme si vybírali mezi třemi možnými přístupy, na jejichž základě lze komplexně pochopit organizační strukturu výroby a zvolit způsob jakým provést analýzu a následný návrh.

První přístup je zaměřen na pracoviště a výrobní středisko, kterými prochází vybrané výrobky. Pro tento případ je vhodné roztřídit všechna pracoviště na skupiny na základě dvou kritérií: podle operací, které se na nich provádí a podle střediska, kde se dané pracoviště nachází. Dále je jsme se zaměřili na určení nejvytíženější z nich a zaměřit se na odhalení jejích problematických míst, optimalizovat toky materiálů a pohyby uvnitř střediska, a tím přispět ke zlepšení pracovních podmínek a zkrácení průběžné doby výroby.

Druhý přístup pohlíží na racionalizaci na základě jednoho vybraného výrobku (příp. rodiny výrobků). Realizace daného záměru je možné na základě určení nejčastěji vyráběného výrobku, zmapování a optimalizace jeho toků procházejících celým podnikem.



Obrázek 19 - Metodika racionalizace na základě DMAIC cyklu. Zdroj: autor

Třetí přístup kombinuje myšlenky z dvou předchozích záměrů. Na jednu stranu je to nejrozsáhlejší způsob, ale na stranu druhou, právě ten pomůže pojmout výrobní systém nejdříve. Pro soustředění se na nejproblematictější místa tohoto systému využíváme Paretovou analýzu. A pro lepší pochopení našeho procesu rozhodování jsme vytvořili postupový diagram, který znázorněn na obrázku 19. V jeho jednotlivých krocích jsou taky znázorněny požité informační vstupy.

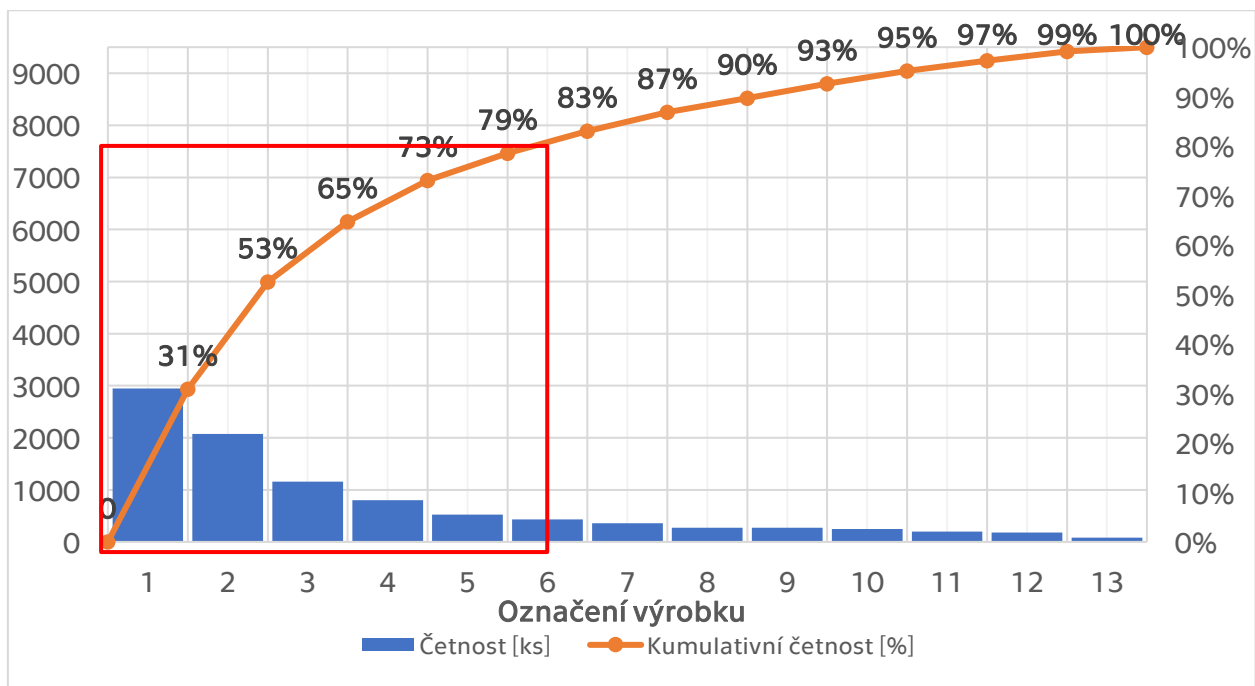
6.2 Vymezení skupin výrobků a určení rozsahu racionalizace

Po představení výrobků poskytnutých vedením společnosti v kapitole 5.2.2 můžeme postoupit k dalšímu kroku – k jejich seskupení. Z výrobních postupů nelze přesně určit k jaké rodině výrobku se vytahuje jeden nebo druhý výrobek, proto jsme je pro vyhodnocení širší produktové řady museli seskupit. Společnými charakteristickými znaky, které byly vybrány pro seskupení je sled výrobních činností a mezinárodní standardy EN 840-2, EN 840-3 a EN 12574, EN 12574-1 (FUB). Výsledné seskupení uvádíme v tabulce 9.

Tabulka 9 - Vymezené skupiny výrobků. Zdroj: autor

Označení skupiny	Hlavní výrobní středisko	Výrobky v skupině	Název skupiny
1	2820	1132E01R1-1; 1136E	EN 840-3
2	2840	1282	1282
3	2840	1332	1332
4	2820	1152	1152
5	2820	1232X	1232X
6	2840	1173KXZ5; 127302;	EN 12574-1
7	2840	110132	110132
8	2840	1100 O; 1107H2AVPJ	EN 840-2
9	2820	5200	5200
10	2820	15209	15209
11	2820	1190SAE-1; 1190	EN 12574-2
12	2840	1380/I	EN 12574-1 - FUB
13	2820	16271-1,0	16271-1,0

Dále jsme odfiltrovali a vymezili prioritní skupiny podle stanoveného kritéria. V našem případě, to bylo množství kusů v plánu výroby a objednávek. Byla použita víceúrovňová Paretova analýza a sestavené Paretové diagramy s příslušnou Lorenzovou křivkou. Jednotlivé sloupce tohoto diagramu zobrazují množství výrobků a kumulativní četnosti daného množství jsou základem pro sestavení Lorenzove křivka.



Obrázek 20 - Paretův diagram množství výrobků v jednotlivých skupinách. Zdroj: autor

Z Paretového diagramu je patrné, že 80 % všech zkoumaných skupin tvoří skupiny²⁴ 1, 2, 3, 4, 5, 6. Tyto skupiny jsou početně nejvýznamnější, zaměřením se na zlepšení výroby v daných skupinách lze dosáhnout výrazného celkového zlepšení.

6.3 Určení nejvíc vytížených středisek a pracovišť

Další krok Paretové analýzy je zaměřen na určení nejvytíženějších středisek a pracovišť, kterými procházejí skupiny výrobků z předchozí části. Dále jsme se zaměřili na jednotlivá pracoviště a snažili jsme se odhalit jejich problematická místa a určit plýtvání.

Vytížení středisek jsme vyhodnotili na základě dvou metrik – a to času a množství kusů. Byla použita víceúrovňová Paretova analýza, grafy jsou uvedeny v příloze 2, v textu uvádíme jenom její výsledky:

- Mezi všemi středisky z hlediska času vystupují střediska 2820 a 2840. Počet kusů vyráběných v nich tvoří 80 % všech výrobků.
- Pokud se zaměříme na středisko 2820, z hlediska počtu kusů jsou nejvytíženější následující pracoviště: lisování, ohýbání, vystřihávání, kontrola, svařování, řezání a odmašťování.
- Z hlediska kusů 80 % všech výrobků ve středisku 2840 prochází přes halu N procesem vypalování, ohýbání, řezání, svařování, očišťování a vrtání.

²⁴ Pozn. Skupiny byly seřazeny a označeny sestupně podle počtu výrobků.

- Z hlediska času je středisko 2840 výrazně vytíženější než všechny ostatní střediska. V něm nejdéle výrobky prochází přes halu N procesem svařování, ohýbání a čištění.
- Co se týká střediska 2820, druhého nejvytíženějšího střediska z hlediska času, nejdéle se v něm výrobky nachází v úseku svařování, ohýbání, vrtání a lisování.

Optimalizací procesních toků a výrobních prostorů lze ušetřit místo ve výše uvedených střediscích. V rámci návrhu lze například propojit tyto dva svařovací úseky a tím přispět k iniciativě spojené se sjednocením divizí nacházejících v různých místech.

7 Měření

Výsledky Paretové analýzy byly přestaveny a prodiskutovány s vedením podniku. Bylo rozhodnuto se zaměřit na svařovací úsek, který se nachází ve velké hale s označením N a svařovnu v hale H5 na druhé straně podniku. Naším dalším krokem v rámci DMAIC bylo měření.

V rámci tohoto kroku jsme ve zkoumaných střediscích provedli měření času a vzdáleností, které uvádíme v příloze 3. V průběhu pozorování jsme si všimli i některé druhy plýtvání. Nejčastější z nich jsou: plýtvání při přesunech, pohybu, hledání a plýtvání v zásobách. Popis plýtvání na jednotlivých pracovištích uvádíme dále v textu.

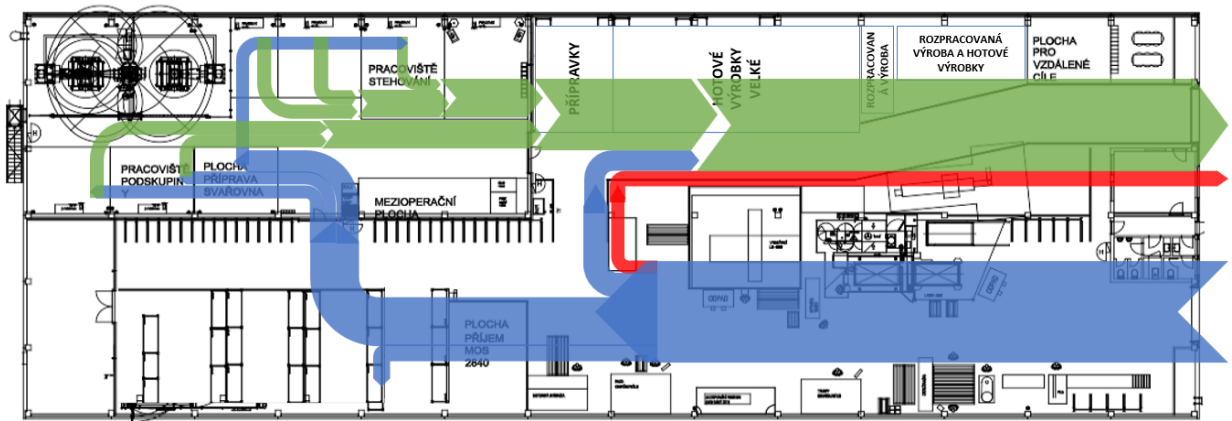
8 Analýza

V analýze se soustředíme na určení problémů výrobního systému na základě detailní analýzy současného stavu střediska a pracovišť.

8.1 Hala N

Halou N prochází většina nejpočetnějších skupin definovaných v předchozí části, zejména skupiny 2, 3, 4, 5 a 6. Hala má technologicko-předmětné uspořádání. Zařízení v hale jsou umístěna podle typů, s ohledem na posloupnost výrobních operací produktů přes ni procházejících.

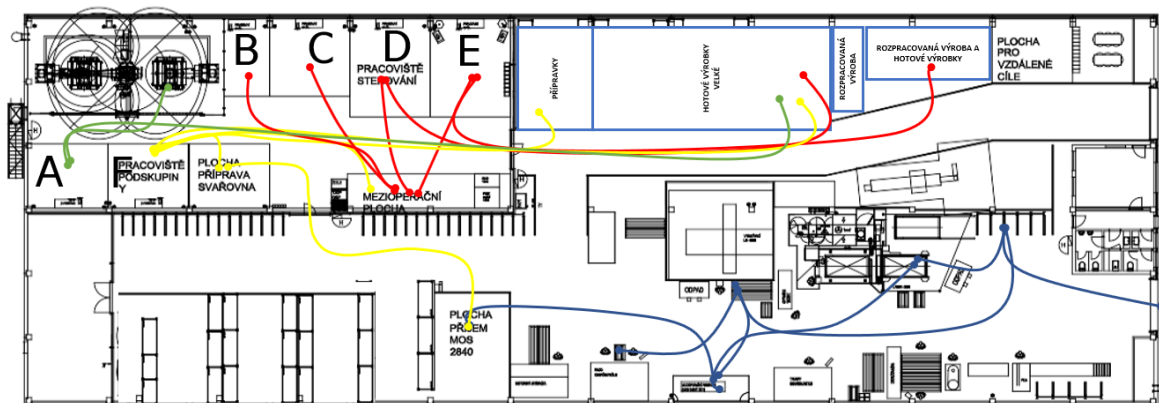
Hmotný tok je v celé hale uspořádán do tvaru písmena U. Dále pomocí Sankeyova diagramu uvádíme jeho grafické znázornění. Šířka pasů ukazuje množství materiálu procházejícího halou. Na diagramu jsme modrou barvou znázornili přípravu částí vstupujících do svaření, zelenou svařené díly a červenou odpad vzniklý v průběhu zpracování.



Obrázek 21 - Sankeyův diagram hmotného toku v hale N (Zdroj: autor na základě poskytnutých podkladů)

Dále se soustředíme na svařovací středisko umístěné v zadní části haly. Středisko se skládá ze sedmi svařovacích pracovišť. Jedno pracoviště je robotické, ale vyžaduje manuální stehování do přípravku a taky dovaření dílčích částí na vedlejším pracovišti, po ukončení svaření robotem. Na ostatních pracovištích se kontejnery vyrábí ručně, proto se na každém pracovišti nachází minimálně jeden svářeč. Při stehovém svařování pracují často dva lidi na jednom pracovišti z důvodů pomoci pro zachování správné geometrie výrobku.

Pohyb uvnitř haly je znázorněn na Spaghetti diagramu níže. Modrou barvou je vyznačen vstup a průchod lisovacím úsekem. Žlutá ukazuje pohyb pracovníka pracoviště podskupiny. Červená znázorňuje pohyb pracovníků ručního svařování. Zelená barva ukazuje pohyb obsluhy svařovacího robota.



Obrázek 22 – Vizualizace pohybů ve výrobní hale N. Zdroj: autor na základě poskytnutých podkladů

Plýtvání v hale N

Ve výrobních procesech byli sledovány zdroje plýtvání na pracovištích a pohyby pracovníků. Naměřené časové hodnoty na pracovištích byli porovnány s daty výrobních postupů.

Jedním z nejdůležitějších faktorů efektivního fungování výrobní haly je vhodné uspořádání.

Při prohlídnutí výrobní haly jsme si všimli následujících nedostatků:

- Pracovníci manipulovali s materiálem na regálu nesprávným způsobem, při kterém může dojít ke zranění. Vedoucí je upozornil, že existuje vysokozdvizný vozík. To svědčí o tom, že manipulační technika se nachází buď daleko nebo neumožňuje rychlé vyřešení problému. Proto museli pracovníci řešit danou situaci nevhodným způsobem.
- Mezi laserem a ohraňovacím litem triumph je málo místa na manipulaci s materiálem a hotovými výrobky. Při otáčení manipulační techniky může dojít ke zranění blízko stojících operátorů nebo poškození stroje.
- Tři stroje ve výrobní hale nejsou využité, a tak zbytečně zabírají místo.

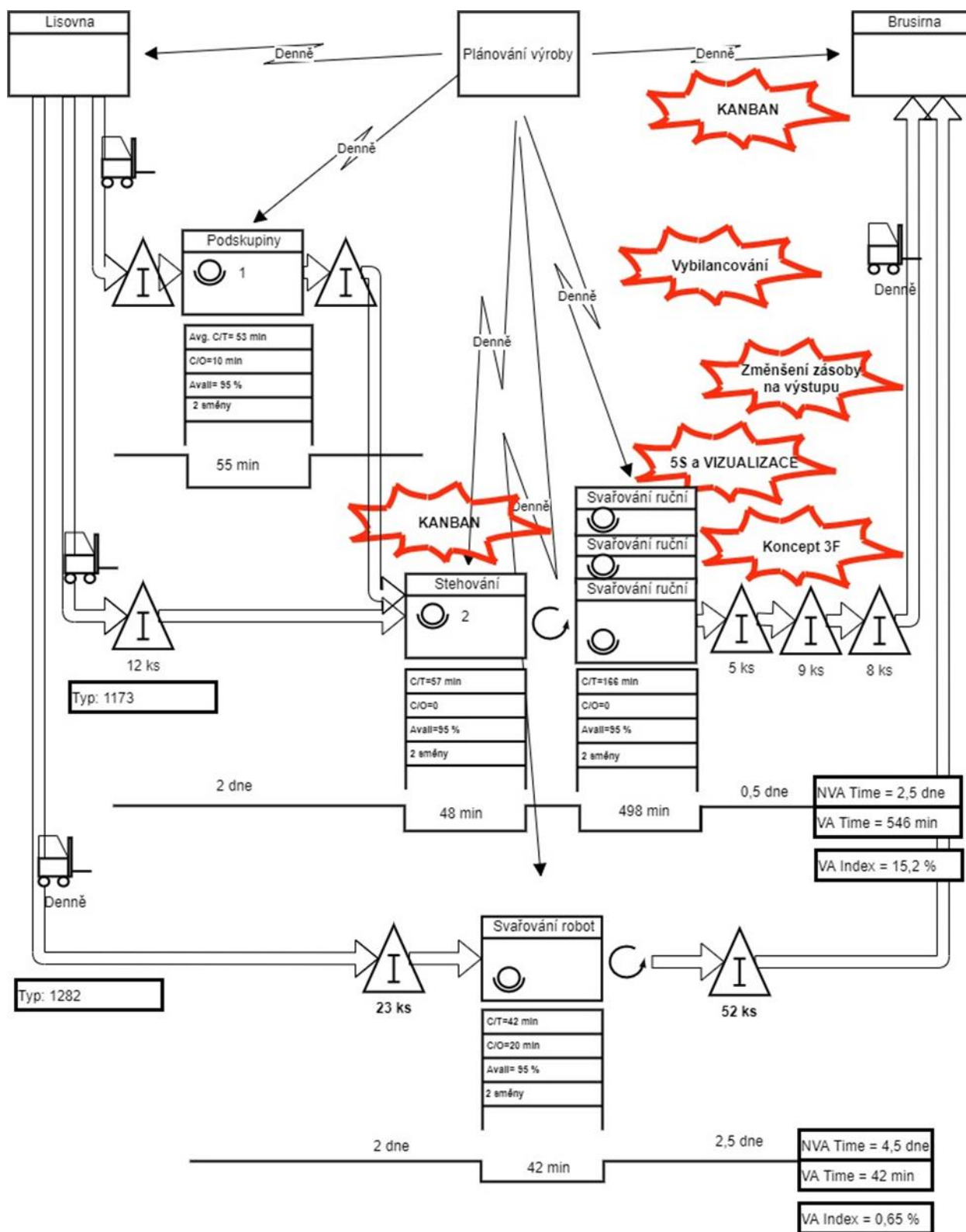
Nedostatky popsané výše lze považovat za potenciál pro zlepšení výrobního prostředí z pohledu BOZP a maximálního využití výrobních prostorů. Zapracovali jsme je proto i do návrhové části.

VSM současný stav

Mapování hodnotových toků je zaměřeno na svařovací středisko v hale N. Tvorba VSM mapy (viz obrázek 23) probíhala na základě měření 20.04.2021 a poskytnutých dat. V momentě provedení měření se vyráběl kontejner typu 1282 (Verwo) a kontejner typu 1173. Také se v hale skladovali kontejnery typu 1380 (Pedersen) a 1273. Kontejnery typu 1282 procházejí robotickým svařovacím pracovištěm. Ostatní kontejnery procházejí stehováním a ručním svařením.

Průchod materiálu střediskem se začíná jeho dovezením operátorem na pracoviště. Jedná se o díly z přechozího úseku. Dále materiál prochází stehováním a svařováním. Pod každým procesem jsme uvedli:

- Dobu cyklu (C/A), která je určena na základě měření.
- Čas přetypování (C/O). U robotického pracoviště je C/O určen ze slovního popisu výrobního mistra.
- Hodnota disponibility zařízení (Avail.), která je určena odhadem z tabulky orientačních dostupností (viz tabulka 7).
- Směnnost jednotlivých pracovišť, která je určena ze slovního popisu výrobního mistra



Obrázek 23 - VSM současný stav. Zdroj: autor

Na základě množství rozpracované výroby a hodnot doby cyklu jsme vypočítali přibližnou dobu uložení. Tyto hodnoty v podniku nejsou sledovány a mění se v závislosti na objednávce.

Výsledky jsou uvedeny pro každou sekvenci výrobních činností. Na základě času přidávajících hodnotu (VA Time) a času nepřidávajících hodnotu (NVA Time)

jsme vypočítali hodnotu VA Indexu, která vyšla 15,2 % pro kontejnery procházející ručním pracovištěm a 0,65 % pro kontejnery procházející robotickým pracovištěm.

Za úzké místo tohoto procesu považujeme velké množství rozpracované výroby. Početně se zdá množství zásob nevýznamné, ale jedná se o rozměrné a těžké výrobky, kde jedná nádoba kontejneru zabírá od 2 m² do 6 m². Po svaření jsou nádoby kontejneru buď převáženy na další výrobní úsek nebo část z nich může být skladována (často i bez zastřešení). Obě činnosti hrají velkou roli ve výsledné kvalitě výrobků. V prvním případě občas dochází k deformaci při přepravě a v druhém výrobky oxidují a vzniká koroze. Červenými obrázky ve tvaru výbuchu jsou označeny Kaizen aktivity, které by bylo vhodné aplikovat v jednotlivých místech procesu.

V tabulce níže je uvedena stanovená průběžná doba výroby (Lead time) pro jednotlivé výrobky procházející svařovnou v moment měření.

Tabulka 10 - Výpočet průběžné doby výroby. Zdroj: autor

Název výrobku	WIP [ks]	Throughput [ks/den]	Process Lead time [dní]
1282	75	22	3,3
1173	34	6	5,7

8.1.1 Robotické pracoviště

Pracoviště označené písmenem A na layoutu (viz obrázek 22), je jako jediné v této svařovně vybaveno svařovacím robotem značky IGM. Pracoviště je vždy obsluhováno jedním operátorem, jeho úkolem je poskládat dílčí části do přípravku, zachytit části mezi sebou stehovými svary, spustit robota a po celkovém svaření manuálně dovařit dílčí části kontejneru a očistit svary. Výstupem z tohoto pracoviště je svařená nádoba připravená k broušení a žárovému zinkování.

Pracoviště je rozděleno na dvě části – pracovní prostor robota a prostor určený na ruční dovařování. V každém z těchto prostorů je místo na materiál



Obrázek 24 - Pracoviště robotického svařování. Stehování nádoby v přípravku. Zdroj: autor



Obrázek 25 Pracoviště robotického svařování. Dovařování nádoby. Zdroj: autor

a předpřipravené díly. Operátor se pohybuje mezi těmito částmi pracovišť a v okamžik, kdy mu docházejí díly, je dováží z umístění v druhé části výrobní haly. Při dovozu prochází celkem 100 m.

Na pracovišti jsme sledovali pracovních činnosti s příslušným měřením času, a vzdáleností při přesunech. Poté bylo provedeno vyhodnocení, při kterém se zjišťoval souhrnný čas činností přidávajících hodnotu (označený v tabulce VA) a souhrnný čas činností nepřidávajících hodnotu (označený v tabulce NVA). Pohybové studie jsou představeny v příloze 3.

Z analýzy taky vyplývá, že pracoviště robotického svařování vykazuje plýtvání spojené s přebytečným pohybem, čekáním a hledáním. A jak je známo, zákazník není ochoten platit za činnosti, které nepřidávají hodnotu výrobku, které můžou v našem případě dosahovat až 1032 hodin za rok, co odpovídá 129 pracovním směnám. Proto je důležitým úkolem tyto hodnoty mít co nejmenší.

8.1.2 Pracoviště stehování

Pracoviště stehování slouží jako mezikrok před úplným svařením nádoby kontejneru a běžně na něm pracují dva lidi. Jeden svářeč a jeden pomocník stehovým svařením zachycují dílčí části nádoby kontejneru. Úkolem pomocníka je nastavit a udržet správnou polohu nádoby při zachycení a pomoci s manipulací v případě potřeby. Pracoviště je standardně vybaveno stolem, svařovací technikou, prostorem pro umístění vstupního materiálu.

Mezi činnosti prováděné na pracovišti patří: převezení dílců, ruční manipulace, stehové svařování, čištění od strusky, kontrola a odložení dílce do mezioperačního prostoru. Mezi činnosti nepřidávající hodnotu patří náročná manipulace, protože hmotnost nádoby dosahuje 200 kg a víc.

8.1.3 Pracoviště ručního svařování

Z pracoviště stehování výrobek pokračuje na pracoviště ručního svařování. Výbava je stejná jako na předchozím pracovišti: stůl, svářecí technika, nářadí, místo na vstupní materiál. Velikost pracovní plochy umožňuje zvýšení kapacity pracoviště navýšením počtu lidí.

Z hlediska činnosti se zde provádí úplné svaření nádoby. Svářeč musí stehovanou nádobu dovézt z mezioperační plochy, která se od pracoviště nachází pět metrů. Poté každý spojení se musí důkladně provařit a očistit od strusky. Po ukončení svaření se nádoba odváží paletovým vozíkem na volný mezioperační prostor (viz obrázek 18)

Za nedostatek neboli plýtvání lze považovat zbytečné přemísťování mezi pracovištěm stehování a pracovištěm svařování. Rozpracovaný díl se nachází

nějakou dobu na odkládacím prostoru, než ho vyzvedne další svářeč. Tato hodnota se pohybuje v řadu hodin.

8.1.4 Pracoviště podskupiny

Dané pracoviště je zaměřeno na přípravu dílčích částí kontejnerů. Většina z nich pak pokračuje na pracoviště stehování. Podle potřeby dochází svářeč pro přípravek.

Pracoviště je vybaveno pracovním stolem, stolem na náhradní díly, svářecím materiálem, plynovou svářecí technikou připojena na zdroj a prostorem na vstupní materiál a odkládání dílů.



Plýtvání je tady vyjádřeno zbytečným přemístováním, kde musí pracovník docházet pro přípravek umístěný ve vzdálenosti 30 metrů od pracoviště. Z výsledků pohybových studií lze vypočítat, že ročně to způsobuje časové ztráty ve velikosti 104 hodin, což odpovídá 13 pracovním směnám.

Obrázek 26 - Uspořádání pracoviště podskupiny. Zdroj: autor

8.1.5 5S Audit haly N

Vhodným nástrojem pro sledování současného stavu výroby z pohledu vizuálního managementu a dodržení standardů 5S v pracovních prostorech, slouží 5S audit. Cílem je vyznačit potenciál zlepšení na jednotlivých pracovištích a systému řízení.

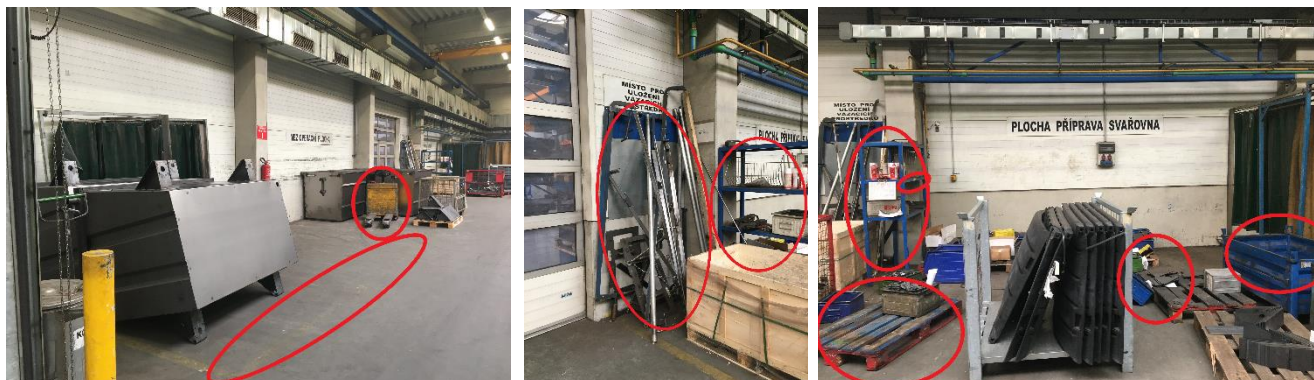
V prostorech výrobní haly N jsou použité drobné grafické označení a tabule, které svědčí o dřívější aplikaci metody 5S. Často jsou ale tyto označení zastaralé, nedostatečně definované nebo se příslušné místo využívá na jiný účel, než se plánovalo na začátku.

Sestavený dotazník 5S auditu má jednoduchou strukturu, který obsahuje otázky příslušné jednotlivým krokům metody 5S s uvedením příkladů, bodováním a výsledným hodnocením, které pomůže odhalit slabé místa. Jednotlivé oblasti jsme pak vyhodnotili na základě průměru získaných bodů. Ve výsledku může hodnocená oblast získat maximálně 100 %.

Hodnotící dotazník je uveden v příloze 4. Z jeho výsledků vyplývá, že všechny oblasti vykazují plnění nižší než 80 %, ale nejslabšími z nich jsou oblast čištění a

standardizace. Celkové plnění kritérií konceptu 5S ve výrobní hale je na úrovni 40 %, co je nedostačující a je nutné zavést opravné opatření.

Na obrázcích dolu jsou zvýrazněny červeně některé nedostatky, které komplikují výrobní proces a jsou zdrojem plýtvání.



Obrázek 27 - Nedodržení zásad 5S. (a) umístění; (b) třídění; (c) systematizace; Zdroj: autor

8.2 Svařovna H5

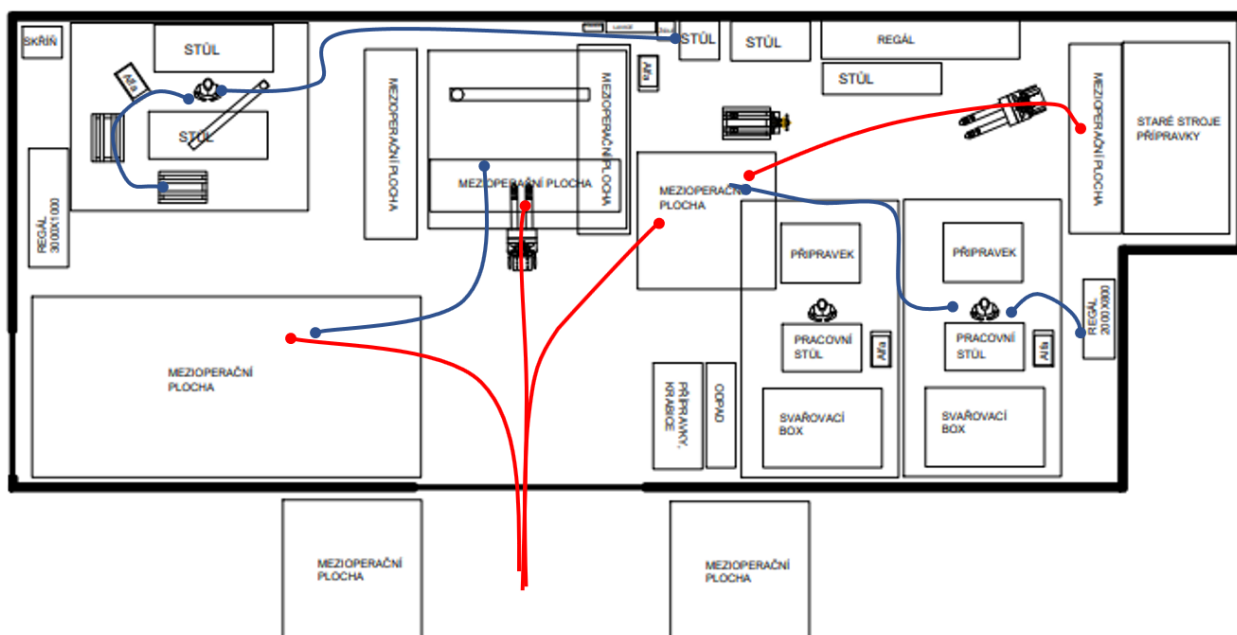
Menší svařovací středisko se nachází ve druhé části podniku a je složeno ze čtyř pracovišť, na kterých se svařují dílčí části kontejnerů (např. víka) a další typy kontejneru (např. výklopné kontejnery).

Provoz v hale probíhá následujícím způsobem. Výrobky dovezené ke zpracování se umísťují na mezioperační plochy. Jedná plocha se nachází uprostřed haly, a to co se do haly nevejde leží na obou stranách před vstupem do haly. Množství dovezených dílců a nedostatek plochy pro jejich umístění vyvolává potřebu venkovního umístění, co způsobuje oxidaci a zhoršení kvality výrobků.

Halu analyzujeme jako celek, protože její vytížení v moment sledování provozu, bylo na 50 % (2 svářeče na 4 pracovištích). Na jednom pracovišti se připravovali drobné součásti a na druhém držadla na kontejner. Čas přípravy jednoho dílce se liší v závislosti na zkušenostech svářeče a složitosti konstrukce. Daná svařovna funguje na podobném principu jako svařovna předchozí – vytížení se odvíjí od naléhavosti objednávky.

Mezi povinné vybavení jednotlivých pracovišť patří: pracovní stůl, svářecí technika, náradí a ochranné pomůcky. Dvě pracoviště jsou navíc vybaveny jeřáby a dvě mají svařovací boxy s ventilačním systémem.

Pohyby pracovníků a uspořádání výroby ve svařovně H5 není dostatečně optimalizované. Hotové součásti jsou masivní a odnášejí se na stojan, který se nachází ve vzdálenosti 5 metrů od pracoviště. Při tomto pohybu může dojít k úrazu jak pracovníka samotného, tak i kolegy na vedlejším pracovišti.



Obrázek 28 - Vizualizace provozu svařovny. Zdroj: autor

Jeden výklopný kontejner každou půlhodinu byl dovezen a umístěn na volnou mezioperační plochu. V průběhu pozorování přibyli dva kontejnery a ani jeden nebyl zpracován. Celá mezioperační plocha byla zaplněná a manipulát musel vyhledat volný prostor venku před výrobní halou.

Zdroje plýtvání H5

Ve zkoumané svařovně byli zjištěny následující druhy plýtvání:

- Čekání na pracovníka – prostoj způsobený absencí pracovníků na dvou pracovištích. Příčinou může být nedostatečná využitelnost pracovníka.
- Čekání na operaci – velký objem rozpracované výroby. Příčinou může sloužit nevybilancované pracoviště a systém tlaku.
- Zásoby – ve výrobních prostorech se nachází materiál a díly přesahující minimum pro splnění výrobních úloh. Možnou příčinou může být dlouhé přetypování strojů na předcházejících etapách.
- Pohyb a činnost nepřidávající hodnotu například chůze a hledání náradí nebo dílů a třídění materiálu. Problémy jsou způsobeny nedostatečně organizovaným a nedostatečně systematizovaným pracovištěm.

8.2.1 5S Audit haly H5

Hodnotící dotazník, uvedený v příloze 4, vypovídá o tom, že v hale nejsou aplikovány principy metody 5S. To znamená, že v rámci návrhu je nutné uvést opatření v rámci jednotlivých oblastí metody 5S.

8.3 Zhodnocení současného stavu

V analýze jsme se soustředili na proces svařování, který byl zvolen na základě Paretove analýzy a rozhodnutím vedení společnosti. Z analýzy jsme si určili a popsali zdroje plýtvání na pracovištích. Za největší problém považujeme objem rozpracované výroby, velké vzdálenosti pohybu pracovníků, velkou dobu výroby a skladování rozpracované výroby.

NÁVRHOVÁ ČÁST

9 Racionalizace

V návrhové části dodržujeme dále strukturu konceptu DMAIC a zaměřujeme se na jeho další krok, konkrétně racionalizaci. Cílem je pomocí racionalizačních přístupů, metod a nástrojů, navrhnout způsoby odstranění plýtvání, které bude podnik schopný implementovat do svého výrobního systému.

Z analýzy je patrné, že výrobní systém podniku má velký potenciál pro zlepšení. Při tom jsme se rozhodli zabývat postupného zlepšení jeho dílčích částí. Jsme se zaměřili je přezkoumání možností nového uspořádání, zavedení metody Kanban a 5S v hale N. Změny se tykají jak střediska svaření, tak i jeho okolí, protože předchozí a následující výrobní úseky mají přímý vliv na plynulost toku materiálu. Zavedením změn bychom chtěli docílit:

- Zvýšení produktivity z hlediska času
- Zkrácení průběžné doby výroby
- Snížení zásob materiálu
- Snížení rozpracované výroby
- Uvolnění prostorů
- Zkrácení přepravné vzdálenosti mezi pracoviště
- Zvýšení traceability materiálu

9.1 Racionalizace layoutu

Racionalizace layoutu je založená na postupu uvedeném v kapitole 1.1.1.

9.1.1 Definice základních vstupních proměnných

Určení cílů projektů, plánu, výrobního programu a rámcových podmínek

Racionalizace layoutu je zaměřená na výrobní halu N, kde je primárním cílem eliminace plýtvání při dopravě. Mezi dílčí cíle jsme zařadili zpřímení hmotných toků a ušetření výrobních ploch. V návrzích vycházíme ze současných pracovních postupů, ale s ohledem na potřebu vyrovnávání cyklových časů na jednotlivých pracovištích.

Popis možností tvorby layoutu podniku s ohledem do budoucnosti

Výrobní hala N, bude v budoucnu podstoupená velkým modernizačním změnám. V plánech vedení je nákup moderních strojů pro automatizaci procesu výroby. Z tohoto důvodu jsme navrhli několik řešení, které umožní tuto modernizaci provést. Po představení návrhu podnikovému managementu lze vybrat nejvhodnější možnost.

Definování logistiky nakupovaných materiálů a komponentů

Skład nakupovaných dílů je ve stejné výrobní hale a zabírá přibližně 20 % výrobní plochy. Umístění skladu hraje velkou roli v pohybu halou. Proto byla zohledněna možnost jeho přemístění.

Přesun skladu může uvolnit místo pro umístění dalších pracovišť, zkrácení přepravních vzdáleností a přizpůsobit hmotné toky pro budoucí modernizaci.

Na obrázku 29(a) a 29(b) jsme zobrazili přemístění skladu na současný prostor pro umístění nádob před broušením. Obrázek 29(c) znázorňuje přemístění skladu do vedlejší haly.

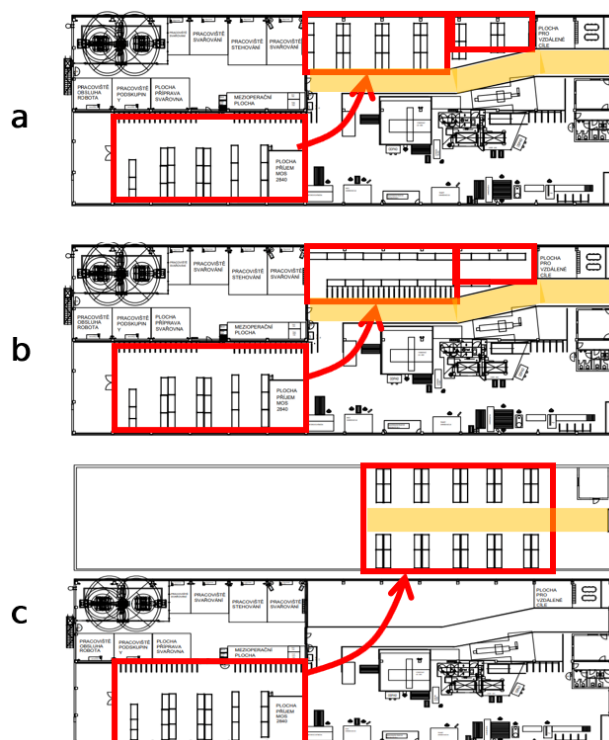
V rámci nových umístění existují dvě možnosti uspořádání – příčné a podélné, kde každá má svoje výhody a nevýhody. Příčné je lepší z pohledu přístupu ke jednotlivým regálům. Naopak podélné umístění mezi nimi umožní přímočarejší a rychlejší posun. Obě řešení pomohou zkrátit vzdálenost a zjednodušit skladovací a logistické procesy. Dalším důvodem pro přesun je umístění v blízkosti vstupní brány. Ve výsledku pohyb při vyložení materiálu neovlivní ostatní pracoviště a samotná manipulace bude efektivní z pohledu rychlosti.

V současné době tvoří prostor pro rozpracovanou výrobu podle našich hrubých výpočtů 312 m². Pro porovnání, sklad zabírá plochu 267 m² včetně manipulačních cest mezi regály. Plochu hlavní cesty na skladu (85 m²) jsme odečetli z toho důvodu, že v návrhu může jako její náhrada sloužit hlavní pohybová cesta, která je na layoutu označena žlutou barvou.

V případě, že se nahrazuje plocha pro rozpracovanou výrobu, vzniká otázka, kde budou umístěny hotové svařené nádoby. Realizace těchto nápadů vyžaduje změny v řízení provozu výrobní haly. Řešením je zavedení metody Kanban, která umožní zmenšit množství rozpracované výroby a aplikovat princip tahu mezi výrobními úseky.

Zohlednění infrastruktury a kritérií prostoru

Podnik je rozdělen dopravní cestou, která brání nepřetržitému přesunu mezi jeho dílčími částmi. Tuto překážku nemůžeme odstranit, a proto je důležité s ní počítat.



Obrázek 29 - Možnosti uspořádání skladu. (a) – příčné umístění; (b) – podélné umístění; (c) – přesun do vedlejší haly. Zdroj: autor na základě firemních podkladů

9.1.2 Uvedení konceptů

V uvedených návrzích vycházíme z nutných požadavků na šířku dopravních cest a umístění výrobních zařízení. Současné velikosti pracovišť jsou v návrhu zachovány zachovány.

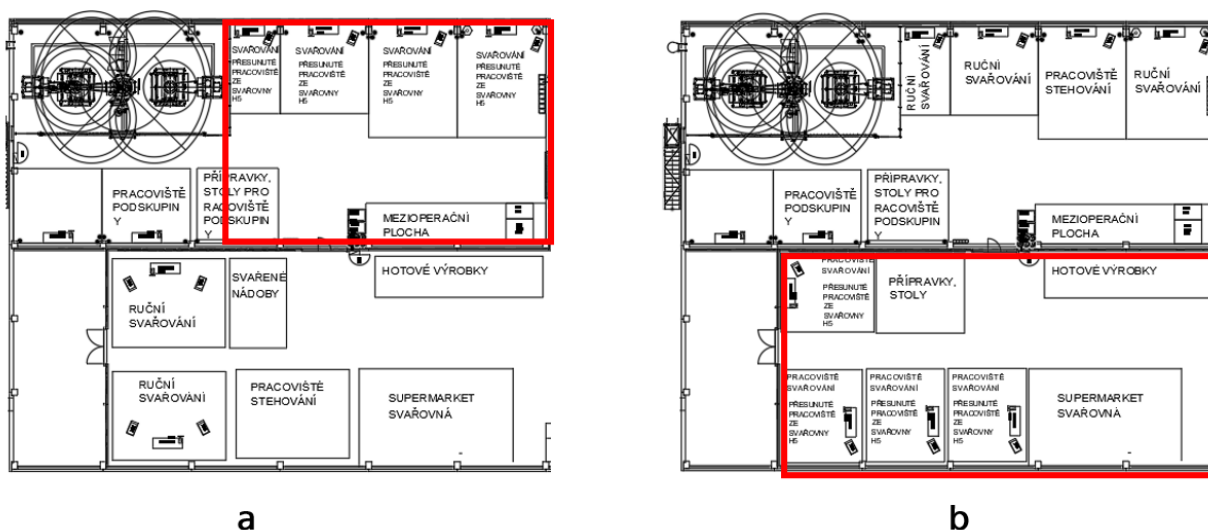
Sloučení svařoven H5

Sloučení svařovny ve výrobní hale N se svařovnou H5, je jednou z možností pro zvýšení výrobních kapacit a zjednodušení přepravy v hale. Přesun čtyř svařovacích pracovišť do haly N je realizovatelný s podmínkou uvolnění prostorů současného umístění skladu. Sjednocení svařoven umožní zkrácení přepravních cest, protože se díly připravené na zinkování můžou převážet společně z jednoho místa. Přepravní technika nebude odchylovat do jiné části podniku a pojedí přímo do zinkovny.

Některé výrobky procházející svařovnou H5 jsou částečně vyráběny v prostorech haly označené H11, proto tato změna vyžaduje přehodnocení současného výrobního postupu. Tím, že celý proces výroby by mohl probíhat v hale H5 může ovlivnit vytížení výrobního úseku před svařením.

Výsledné možnosti uspořádání zaleží na budoucích plánech automatizace úseku svaření. Od počátku lze přizpůsobit uspořádání toku materiálu. V našem případě uvádíme dvě možnosti uspořádání pracovišť.

Na obrázku 30a jsme znázornili umístění svařovny H5 v prostorech pracovišť stehování a svaření. Toto umístění umožňuje rychlý přístup k těmto pracovištím. Pracoviště stehování spolu se dvěma pracovišti ručního svaření v jsou přemístěny do současných prostorů skladů. Ve výsledku bude zjednodušena manipulace s materiálem z předchozí výrobní oblasti.



Obrázek 30 – Možnosti uspořádání svařovny. (a) – současné uspořádání není zachováno; (b) - současné uspořádání je zachováno. Zdroj: autor na základě podkladů.

Vzhledem k tomu, že v obou případech se počítá s větší plochou vstupního materiálu do svařovny, vznikne volný prostor u pracoviště podskupin. Tento volný prostor lze použít, například pro bližší umístění přípravků a stolů (které zároveň mohou být použité i na pracovištích přemístěné svařovny H5).

V návrhu označeném písmenem b (viz obrázek 30), je zachováno současné uspořádání svařovny. Nové umístění svařovny H5 je v současných prostorech skladu.

Přesun brusírny

Dalším návrhem na změnu uspořádání výrobní haly N, je přesun brusírny. Tato možnost je velmi přínosná z pohledu zkrácení dopravních vzdáleností, díky kterým nebude materiál procházející přes svařovnu ležet a čekat na broušení, ale může být rovnou zpracován a připraven ke zinkování. Na obrázku 31 jsou představeny dvě možnosti umístění brusírny v prostorech výrobní haly N.

Při realizaci dané změny v uspořádání, je nutné počítat s tím, že při procesu broušení vzniká prach. Aby vysoká prašnost neovlivnila funkčnost umístěných strojů v hale, je nutné omezit její šíření pomocí odsávacího zařízení (např. průmyslová digestoř) a adekvátně přizpůsobit prostory (např. výstavba nové místnosti nebo použití lamelových clon).

Omezujícím faktorem tohoto řešení je odstranění rozpracované výroby po sváření. Realizace je možná při zavedení principu tahu pomocí metody kanban a odstranění plýtvání pomocí metody 5S. Racionalizační opatření týkající se těchto metod jsou uvedeny v dalších kapitolách.



Obrázek 31 – Možnosti uspořádání brusírny. (a) - umístění v prostorech u brány; (b) - propojení se svařovnou. Zdroj: autor

Kapacita brusírny je omezená určitým počtem kontejnerů. Na obrázku 31 (a) jsme znázornili maximální počtem současně připravovaných kontejnerů 4. Brusírna na obrázku 31(b) může zpracovávat po jednom kontejneru na každém pracovišti. Při rozhodnutí pro uspořádání znázorněné na obrázku 31 (b) je nutná změna uspořádání

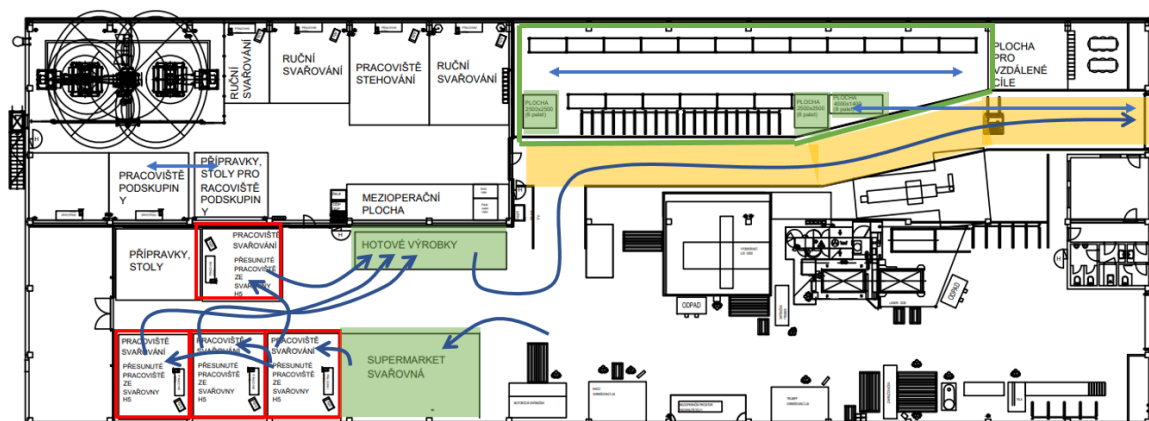
svařovny, kde pracoviště stehování a ručního svařování mají být přemístěny například na místo skladu.

9.1.3 Tvorba detailního layoutu

Na základě přestavených kombinací představených byly sestaveny tři komplexní návrhy nového uspořádání v hale N. Na obrázku 32 a obrázku 33 jsou červenou barvou označena pracoviště, které byly vystaveny změnám. Zelenou barvou jsme označili místa pro uložení vstupního materiálu a výrobků připravených k zinkování a skladové plochy. Žlutou barvou je znázorněná pohybová cesta ve skladu.

Návrh 1 - sloučení svařoven N a H5

V prvním návrhu jsme znázornili sloučení svařoven a přemístění skladu. Změnu vzdaleností jednoho úkonu uvádíme v tabulce 11.



Obrázek 32 – Návrh layoutu č.1. Zdroj: autor na základě podkladů

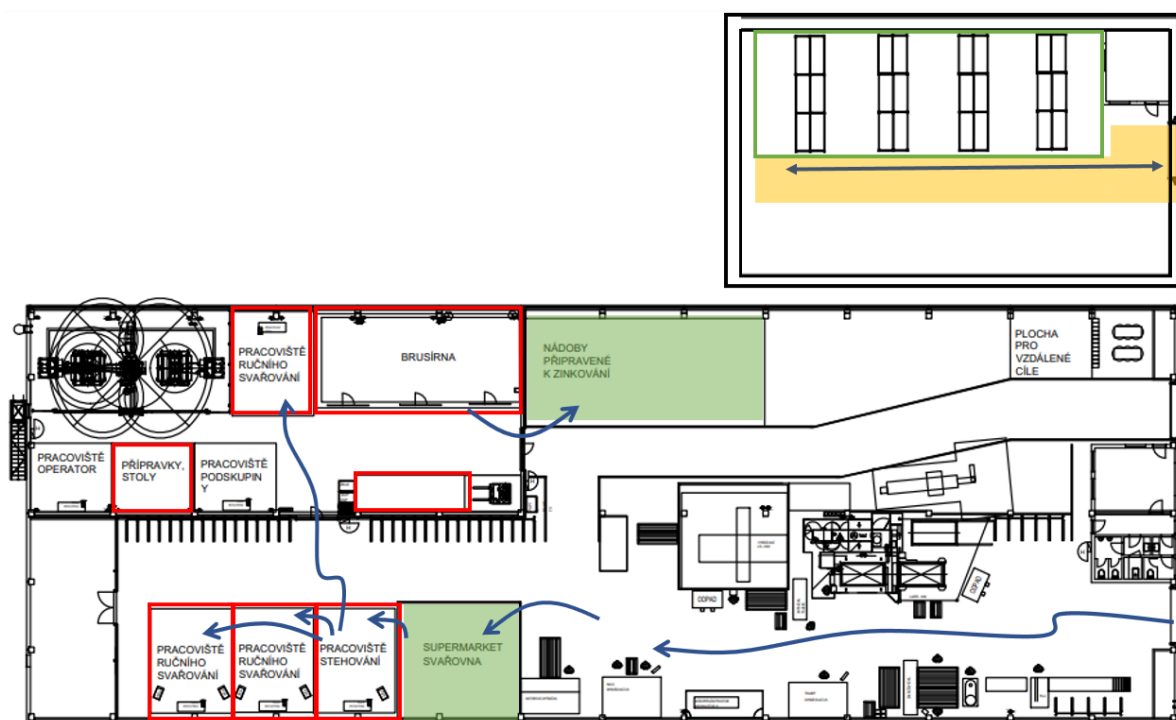
Tabulka 11 - Změny přepravních vzdáleností návrhu č.1. Zdroj: autor

Pracoviště - manipulace	Před [m]	Po [m]	Změna [%]
Pracoviště podskupin – dovezení přípravků	27	6	- 78 %
Vylisované díly – přesun do vstupní plochy svařovny	20	4	- 80 %
Sklad – manipulace s materiálem	50	20	- 60 %

9.1.4 Návrh 2 - sloučení svařovny a brusírny

Podobně jako v předchozím návrhu, v druhém jsme se zaměřili na změnu uspořádání svařovny, umístění skladu a brusírny. Hlavním přínosem tohoto uspořádání je maximalizace průchodu výrobů halou. Materiál procházející halou

může být zpracován bez zbytečného čekání ve stavu rozpracovanosti. Regály ponecháné ve výrobní hale by měli mít připravený jen ten materiál, který pokryje potřebu bezpečnostní zásoby. Provoz a řízení vyžaduje aplikace systému výrobního a odběrového kanbanu.



Obrázek 33 - Návrh layoutu č. 2. Zdroj: autor na základě firemních podkladů

Tabulka 12 - Změna přepravních vzdáleností návrhu layoutu č.2. Zdroj: autor

Pracoviště - manipulace	Před [m]	Po [m]	Změna vzdálenosti [%]
Pracoviště podskupiny - dovezení přípravků	30	2	-93 %
Stehování - dovezení materiálu	10	2	-80 %
Svařovna - brusírna	50	22	-56 %

Manipulace uvedené v tabulce v průběhu směn se opakují víckrát v závislosti na zakázce, proto i přínos těchto zkrácení je násobně větší.

Mezi další přínosy tohoto uspořádání patří:

- Obroušené nádoby čekající na zinkování uvnitř haly. Nebudou tak náchylné na korozi, co ve výsledku přinese vyšší kvalitu výrobků;
- Přemístěním skladu a brusírny se ušetří plocha 144 m²;

Náklady na zavedení změn layoutu

Náklady na změny uspořádání výroby jsou přímo závislé na rozsáhlosti projektu. Čím rozsáhlejší bude projekt vybrán, tím bude vyžadovat více přesunů

a tím déle může být výroba zastavená. Prostoje sice vyvolají ztráty, ale z dlouhodobého hlediska se to vyplácí.

9.2 Zavedení metody KANBAN

V rámci tohoto bodu zlepšení jsou cílem časové, prostorové a nákladové úspory. Tento záměr lze uskutečnit pomocí zavedení metody výrobního a logistického kanbanu. Jedná se o opakující se sekvence činností probíhající v rámci střediska nebo výrobního úseku. Zavedením této metody do výroby chceme dosáhnout:

- Snížení výrobní dávky a zvýšení flexibility výrobního systému vůči požadavkům zákazníka;
- Přejít od systému řízení tlakem na efektivnější systém řízení tahem;
- Snížení požadavků na prostor;

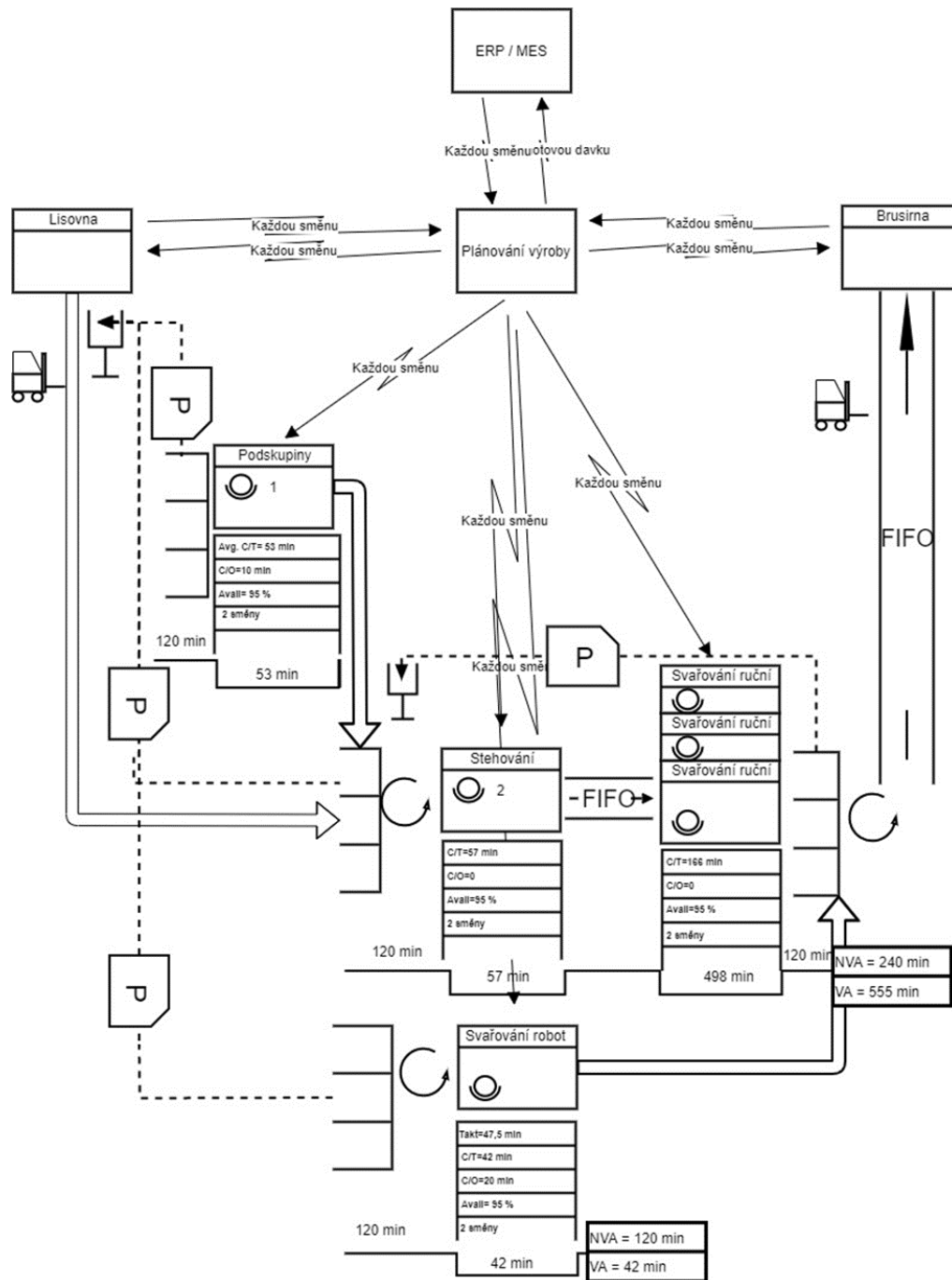
Na základě plánu výrobního procesu lze vyčlenit následující kanbanové okruhy:

1. Vysekávání, lisování;
2. Svařování;
3. Broušení;
4. Povrchové úpravy;
5. Čištění;

V případě přijetí změn layoutu je možné sloučení okruhů svařování a broušení. Návrhu se soustředí na svařovnu. Výrobní operace tohoto úseku jsme uvedli v rámci analýzy pracovišť (viz kapitola 8). V budoucnu lze návrh rozšířit na celou halu, středisko a podnik.

Výrobní tok se ve zkoumaném svařovacím úseku začíná převzetím materiálu z místa umístění připravených dílů z předchozího kroku. Pravděpodobně bude vstupní materiál umístěn na paletě nebo přepravním kontejneru v místě, které lze označit jako material pool (nebo supermarket). Pomocí VSM jsme vymodelovali budoucí stav haly N se zavedenou metodou kanban.

Ideální cílový stav znázorněný na VSM mapě (viz obrázek 34) vykazuje velkou změnu hodnoty VA indexu, která odpovídá hodnotě 231 % v případě kontejneru 1173 a hodnotě 35 % v případě výroby kontejneru 1282. Těchto výsledků lze dosáhnout kontinuálním průchodem výrobků svařovnou a tím maximálním zmenšením hodnoty NVA činností. Pomocnými nástroji jsou kanbanová karta, kanbanová tabule (neboli box) a supermarket.



Obrázek 34 - VSM ideální cílový stav. Zdroj: autor

Kanban karta

Kanban karta slouží pro sdílení informací o materiálu nebo dílech. Tuto kartu použijeme pro označení přepravních jednotek (kontejner, sada plechů atd.), kde každé kartě přiřazeno vlastní identifikační číslo nebo kód. Návrh kanban karty může mít následující podobu (viz obrázek 35).

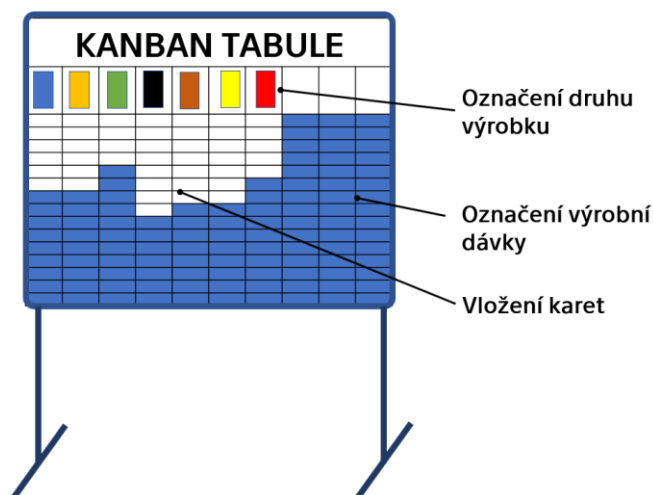
VÝROBNÍ KANBAN			
Další proces	Název součásti	Označení	Předchozí proces
Broušení	Tělo nádoby	XX	Lisování
Skladovatelnost	Náhled	Kanban ID	Lead time
XX			960 min
Umístění na skladě			Cycle time
XX			57 min
Množství			
4			

Obrázek 35 - Příklad kanban karty. Zdroj: autor

Kanban tabule

Při dovezení vstupního materiálu na pracoviště musí být kanban karta sundána a vložena do příslušné přihrádky kanbanového boxu nebo na tabuli. V okamžik, kdy počet karet dosáhne přesně stanovené množství dílů, může výrobek postoupit dále.

Pokud je podnik připraven investovat do moderních nástrojů řízení kanban, lze zavést elektronický řídicí systém včetně obrazovek nahrazujících kanban tabule.



Obrázek 36 - Příklad kanban tabule. Zdroj: autor

Supermarket

V rámci implementaci metody taky vzniká potřeba zřízení supermarketů. Supermarket je místo, které slouží na uskladnění materiálu v průběhu výroby. Tímto místem může být regál, přesně definována plocha nebo automatický skladovací systém. Velikost supermarketu se určuje na základě velikosti přepravních jednotek a frekvenci spotřeby.

Informace o tom, kolik materiálu jednotlivá svařovací pracoviště spotřebují za směnu, je důležitá pro určení velikosti supermarketu. Tento údaj lze zjistit a plánovat na základě informací o konstrukci vyráběných dílů. Většina kontejnerů standardně vyžaduje prostor pro umístění pěti palet na spodní a boční díly a čtyř beden na drobné díly a horní rám nádoby.

Pro sledování dostatečného množství dílů lze zavést podobu systému Milk Run. Pověřený pracovník pro zajištění plynulosti běhu může obcházet a doplňovat potřebné množství materiálů a dílů v supermarketech.

Systém kanban ve svařovně bude vyžadovat zvedení dvou supermarketů – vstupního a výstupního. Vstupní supermarket by měl být doplňován díly z lisovny nutnými ke svaření nádob kontejnerů. Pro každou přepravní jednotku (paleta nebo bedna) by se mělo definovat přesné umístění. V případě výstupního supermarketu se jedná rozměrné díly, proto považujeme za přepravní jednotku jeden kus výrobku. Množství pozic v supermarketech je dán počtem kanban karet v oběhu, kde každá kanban karta označuje jednu přepravní jednotku. Pro každý výrobní úsek se definují různé kanban karty.

9.2.1 Počet kanban karet

Na začátku je důležité otestovat nový kanban systém a naučit se s ním pracovat. Stanovení přesného počtu kanban karet pro současný stav procesů ztrácí význam, protože zavedení kanbanu v širším okolí změny i samotný průběh výrobních procesů. Proto v rámci pilotní verze daný systém aplikujeme jen pro okruh svařování.

Nejednodušším způsobem omezení množství rozpracované výroby a odzkoušení nového systému je zavedení dvou nebo tří úrovně principu skladování. Pro každou rodinu výrobků lze vyhradit místo pro materiál postačující pro svaření dvou nebo třech nádob. Jakmile se jedno místo uvolní, vzniká požadavek na jeho doplnění. Množství materiálů (nebo dílů) v supermarketu musí být takové, aby byla pokryta doba jejich doplnění.

Základní zorec je použitelný jak pro výrobní, tak i pro odběrový kanban. Proměnné v tomto vzorci lze upravovat dle požadávek výrobního systému, ve kterém se kanban systém zavádí.

$$N = \frac{D \cdot PLT + \alpha}{C}$$

kde D je požadavek určité časové období, PLT Process lead time je doba doplnění supermarketu (včetně doby čekání na vyzvědnutí karty a doby přepravy), α je bezpečnostní koeficient určující množství v jednotkách materiálu, které se nychází v zásobách pro pokrytí volatility, C je velikost výrobní dávky (počet jednotek materiálu v jedné pozici). (Dvorzhak, 2021)

Dále určíme počet kanban karet v oběhu na základě zákaznického taktu. Vypočtené hodnoty množství kanban karet v oběhu jsou orientační a sestaveny pro kontejnery typu 1282 a 1173.

Do návrhů nevstupuje hodnota fluktuaci poptávky zákazníka a fluktuace doplňování materiálů. To znamená, že suroviny v daném systému kanban jsou vždy dostupné a poptávka po produktu je stejná. Tyto odchylky zohledňujeme

v bezpečnostním koeficientu. Jeho hodnotu lze určit na základě provděpodobnoctních modelů nebo na základě předešlých zkušeností.

Doba taktu

Pro určení orientačního zákaznického taktu jsme zvolili dobu jednoho měsíce. Dále jsme při výpočtech vycházeli z osmi hodinového dvousměnného provozu s 20 pracovními dny v měsíci. Z toho vyplývá, že disponibilní pracovní čas je 320 hodin za měsíc. Průměrná poptávka byla zvolena na základě údajů o objednávkách pro první půlrok 2020. V tabulce níže jsou tyto hodnoty představeny pro typ kontejneru 1282 a 1173. Předpokládám je, že OEE pracovišť pro dané typy výrobků je 80 %.

Tabulka 13 – Výpočet doby taktu pro výrobky 1282 a 1173. Zdroj: autor

Typ kontejneru	Disponibilní pracovní čas [hod/měsíc]	Průměrná měsíční poptávka [ks]	Zákaznický Takt [hod/kus]	OEE plan	Výsledná doba taktu [hod/kus]
1282	320	196	1,63	80 %	1,3
1173	320	105	3	80 %	2,4

Na základě stanovení výsledné doby taktu lze najít počet kusů které je možné připravit v průběhu dvou směn. Pro kontejner typu 1282 tato hodnota je 12 a pro kontejner typu 1173 je 7. Tyto informace dále slouží vstupem pro výpočet celkového počtu kanban karet v oběhu.

Doba doplnění a bezpečnostní rezerva

V okamžiku, kdy byl vstupní materiál odebrán ze supermarketu, musí být uvolněná kanban karta a odeslána na začátek procesu, aby byla volná pozice doplněná. Doba doplnění je pak čas, který uběhne od okamžiku kdy díl opustil supermarket a do okamžiku doplnění dalším dílem. Tento čas je nutný pro určení počtu kanban karet v oběhu.

Do výpočtů doby doplnění supermarketu vstupuje:

- Průběžné doby výroby kusu či dávky (Process Lead Time) výrobního úseku před supermarketem;
- Doby čekání karty na vyzvednutí – občas není možné okamžité vyzvednutí. Tento čas považujeme za čas čekání v supermarketu;
- Doba dopravy materiálu do supermarketu z předchozího výrobního úseku;

Tabulka 14 - Výpočet PLT. Zdroj: autor

Výrobní úsek	Výrobek	Průběžná doba výroby [hod]	Maximální dovolená doba čekání karty na vyzvednutí [hod]	Doba dopravy materiálu do supermarketu [hod]	PLT [hod]
Lisovna	1282	0,3	0,25	0,1	0,65
Lisovna	1173	0,5	0,25	0,1	0,85
Svařovna	1282	0,7	0,25	0,1	1,05
Svařovna	1173	1	0,25	0,1	1,26

Tabulka 15 - Výpočet počtu kanban karet v oběhu pro kontejnery typu 1282 a 1173 výstupního supermarketu svařovny. Zdroj: autor

Supermarket	Typ kontejneru	D [ks]	PLT [hod]	α [ks]	C [ks]	N [ks]
Vstupní	1282	12	0,65	3	20	2
	1173	7	0,85	3	20	2
Výstupní	1282	12	1,05	1	1	12
	1173	7	1,26	1	1	7

V tabulce 15 jsme vypočítali počet kanban karet v oběhu pro vstupní a výstupní supermarket svařovny. Je patrné, že pro vstupní supermarket lze zavést dvouúrovňový systém doplnění – když jedná pozice je uvolněná vzniká požadavek na doplnění. Celkový počet kanban karet pro svařovnu a její výstupní supermarket je 19. To znamená, že v oběhu se může nacházet max. 19 kontejnerů. Tím pádem velikost rozpracované výroby bude menší o 73 %. Za dalšími přínosy lze považovat redukci potřebné podlahové plochy, zvýšení produktivity a zvýšení spolehlivosti dodavky.

Náklady

Naší snahou je dosáhnout největšího přínosu s co nejmenšími riziky a náklady. Proto v tomto návrhu nepočítáme s elektronickou verzí metody kanban. V případě úspěšného fungování fyzické verze kanban, lze v budoucnu daný systém digitalizovat.

Prvotními náklady v rámci implementace metody kanban je nákup a objednání manipulační techniky, regálů, beden, informačních tabulí a kanban karet. V našem případě v podniku chybí jenom informační tabule a kanban karty. Ceny za pojízdné kanban tabule jsou průměrně 20 000 Kč. Kanban karty lze vytisknout z tvrdšího papíru a zalaminovat pomocí běžných kancelářských přístrojů.

9.3 5S opatření

Podnikové vedení se už v minulosti snažilo o zavedení konceptu 5S, ale jeho principy a zásady nebyli občas dodrženy, proto i výsledky nejsou dostačující. Pro dosažení výsledku je nutné efektivní sdílení informací, aby každý pracující věděl, kde může informace dohledat a na koho se může obrátit v případě problémů nebo návrhu zlepšení. Nastavení správné komunikace je klíčové pro štíhlou výrobu s jejími nástroji

a metoda 5S není výjimkou. I pracovníci v dělnických pozicích se na zlepšování mohou spolupodílet. Nedostatečná komunikace se všemi pracovníky je podle nás v tomto případě plýtváním.

Pro určení potenciálu zlepšení jsme provedli 5S audit. Z jeho výsledků je patrné, že některé body podnik nespĺňuje a je nutné zavést racionalizační opatření, které umožní tvorbu udržitelného a organizovaného výrobního prostředí.

Pokud organizace podniku i nadále rozhodne zachovat současné uspořádání layoutu, je naprosto nezbytné aplikovat metódu 5S v prostorech svařovny H5. Výsledky 5S auditu vypovídají o absenci 5S aktivit v této výrobní hale. Body dosažené v 5S auditním dotazníku jsou získány na základě běžných organizačních prostředků.

Separace

První krok separace v rámci 5S auditu získal největší procentuální podíl, ale i přesto jsme si v tomto ohledě všimli několik nedostatků (ne všechno se dokonale třídí).

Doporučení v této oblasti zhrnujeme do několika bodů:

- Odstranění nefunkčních, nevyužitých strojů a materiálů uvolní prostory, které lze dále využít pro výrobu místo skladování;
- V blízkosti pracovišť umístit odpadkové koše pro drobný odpad;
- Roztřídit materiály v regálech;
- Zavést provedení denních 5S auditů. Odpovědnou osobou může být například výrobní mistr;

Systematizace

Celková úroveň systematizace v hale je na nízké úrovni. I když stroje a zařízení jsou evidovány, u většiny ostatních předmětů a jejich umístění označení chybí.

Mezi nápravné opatření jsme zařadili:

- Zavést a dodržovat kroky konceptu 3F (fixní věc, fixní umístění, fixní množství);
- Nastavit vizuální management;
- Sledovat stav rozpracovanosti pomocí systému kanban;
- Vyměnit skladovací balení v regálech;

Nedílnou součástí vylepšení v oblasti systematizace musí být i tvorba jasně definovaného vizuálního managementu. V rámci 5S musejí být označovány nejen cesty v podniku, ale i umístění regálů, materiálů, strojů, hotové výrobky, prázdný obaly, odpadkové koše a další. Každá z těchto položek má taky vždy přesně definované barvy, které mají být zadokumentovány. Pro označení stačí každé místo označit příslušnou barvou a štítkem.

Stálé čištění

Nelze podceňovat dodržení určité úrovně technické čistoty. Mezi hlavní důvody řadíme zlepšení pracovních podmínek, prodloužení životnosti zařízení a zvýšení bezpečnosti pracovního prostředí. Prostory haly jsou znečištěny prachem a nečistotami zavezenými přepravními prostředky pohybujícími se venkovními prostory. Této nečistoty zhoršili i viditelnost předchozích označení na podlaze.

Údržba a čištění by měla zahrnovat zajištění úklidu pracovišť a prostoru mezi nimi. Po každé směně musí pracovník vrátit veškeré předměty použité při práci na určené, označené a popsání místa. Zkrátka všechno, co by mohlo zhoršit přístup do pracovních prostorů v průběhu úklidu musí být na definovaném místě nebo odstráněno. Úklid taky musí být efektivní, proto se musí čisticí pomůcky nacházet v blízkosti pracoviště.

Standardizace

Podle 5S auditu jsou standardizační aktivity nejslabším článkem podniku, proto hlavním doporučením by mělo být přezkoumání současných metod standardizace. Je vhodné se zaměřit na obsah, jestli zavedené standardy obsahují vše potřebné: popis, pravidla pro umístění strojů nářadí, pomůcek, oblečení atd; standardy čištění včetně čisticího plánu; standardy jsou přehledné a obsahují názorný příklad ve formě fotografie; jsou určeny a uvedeny odpovědnosti.

Pomocnými nástroji mohou být školení, informační tabule, schůzky, gemba obchůzky nebo pravidelné 5S audity.

Sebedisciplína

Pro maximalizaci přínosu 5S je nutné dodržení jeho zásad a stanovených standardů napříč celé organizační struktury. Sebedisciplína zahrnuje nastavení systému řízení tak, aby byli dobružovány definovány standardy. Každý musí pochopit jak a proč se to dělá. Proto podniku navrhuje zavést:

- Vstupní a pravidelné audity pro zachycení stavu pracoviště. Příklad vstupního 5S auditu je zobrazen v příloze 4;
- Provedení školení zaměstnanců;
- Pravidelní gemba procházky, které umožní zvýšit angažovanost řídicího personálu a management bude mít větší přehled o stavu výroby. Představují taky další možnost komunikace s pracovníky;
- Možnost sdílení nápadů a problémů v rámci informačního systému;
- Podporovat aktivity pracovníků a motivovat ke zlepšení;
- Aplikovat principy PDCA nebo DMAIC pro dosahování trvalého zlepšení podnikových systémů;

10 Kontrola a řízení

Po předložení racionalizačních návrhů přichází fáze implementace, kontroly a řízení změn. Tyto činnosti jsou součástí posledního kroku cyklu DMAIC, ve kterém je hlavním cílem trvalé udržení zlepšeného stavu. Standardizace a kontrola dodržení nastavených standardů jsou zde klíčovými činnostmi. Fáze kontroly a řízení je rozvinutá v textu diplomové práce jen částečně, protože k fázi implementace dojde až v pozdějším časovém horizontu. Dále uvádíme důležité aspekty, se kterými je nutné počítat pro úspěšnou realizaci návrhů.

Základem pro proces nepřetržitého zlepšování ve firmě je metoda standardizace práce, která umožňuje dlouhodobě udržovat dosažení výsledky. Pomocí ní lze vytvořit podmínky pro maximálně efektivní, bezpečnou, výkonnou výrobu s minimálním plýtváním. Důležitou součástí metody je taky vybilancování výrobních časů.

Standardizační dokumentace SixSigma projektů většinou obsahuje:

- Výrobní návody – kde se strukturovaně popisuje sled výrobních činností, prováděných na pracovišti; taky se pořizuje fotodokumentace jednotlivých kroků.
- Standard work operating sheet (List operací standardů práce) – je složen z layoutu linky/střediska; symbolického označení pracovišť/zařízení/strojů; úzkého místa procesu; ergonomii na pracovištích; bezpečnosti; označení vstupního materiálu a rozpracované výroby; vyznačení pohybu s dílem a bez dílu šipkami atd.
- Standard work combination table – tabulka kombinací pracovních postupu včetně diagramu, na kterém se uvádí délka trvání jednotlivých kroků a splnění zákaznického taktu.
- Diagram cyklových času standardů práce.

Vstupem pro dokumentaci mohou být již vytvořené podklady předložené v této diplomové práci, zejména pohybové studie, provedené na pracovištích.

Jak jsme již zmínili, součástí kroku kontrola a řízení DMAIC projektu je implementace. Návrhy, které jsme představili jsou předány podnikovému vedení a mají být dále prodiskutovány s odborníky v oblasti výrobních technologií, logistiky kvality, normování a projektového managementu. Dalším postupem v rámci kaizen aktivit může být např. provedení workshopu. Ve výstupu se očekává identifikace dalších možných návrhů na zlepšení a stanovení časového plánu.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce je zaměřená na hledání racionalizačních možností výrobního systému v průmyslovém podniku Meva. V práci jsme vycházeli z metodologie a přístupu Lean, Six Sigma a Teorie omezení, které spolu s analytickými a grafickými nástroji tvoří její základ. Kvůli tomu, že podnik nepřišel s jasnou definicí problému, bylo nutné se kromě metod použitých v návrhu popsat i širší okruh jiných, ale inovativních racionalizačních přístupů. V případě zájmu by bylo možné je aplikovat i v analyzovaném podniku.

Struktura praktické části je založená na jednotlivých krocích přístupu DMAIC. To nám pomohlo vyřešit problém přesným, postupným a strukturovaným způsobem. Definování cílů a rozsahu racionalizace, bylo už pro vzpomínanou nejasnou definici problému jednou z nejsložitějších úloh v práci. Dalším důležitým úkolem pro nás bylo určení problematických a úzkých míst v podnikovém výrobním systému. Při hledání řešení bylo mnoho možností, jak k problému přistoupit. Pro určení rozsahu práce jsme použili vícestupňovou Paretovou analýzu. Další analytická metoda, kterou jsme využili pro identifikaci plýtvání, je 5S auditní dotazník. Pomocí něj, jsme zhodnotili stav výrobního prostoru z pohledu třídění, uspořádání, standardizace, čištění a sebediscipliny. Další druhy plýtvání byly určeny na základě pozorování procesů, měření a provedení pohybových studií.

Na základě analýzy jsme představili tři oblasti řešení, pomocí nichž chceme dosáhnout stanovených cílů. Prvním návrhem zaměřeným na zvýšení efektivity výrobního systému podniku Meva a.s. je racionalizace layoutu jednoho z výrobních středisek. Pomocí něj lze zjednodušit pohyb halou, dosáhnout zkrácení přepravních vzdáleností mezi výrobními úseky o více než 500 m za směnu, a tím padem zkrátit dobu průběžné výroby. Zavedení metody kanban a přechod na princip řízení výroby tahem jsme představili jako druhý praktický návrh na zlepšení. Jeho největšími přínosy je výrazné zmenšení množství rozpracované výroby až o 70 %.

Pro splnění druhého cíle byl současný stav výroby podrobně přezkoumán a dále vyhodnocen na základě 5S auditu. Výsledné doporučení jsou shrnuté ve třetím návrhu a jsou směřovány na tvorbu efektivního, přehledného a bezpečného pracovního prostředí pomocí metody 5S.

V posledním kroku cyklu DMAIC, jsme se věnovali krátkým doporučením zaměřeným na dosažení trvalého zlepšení. Jejich klíčovou myšlenkou, je nastavení politiky společnosti na tvorbu jednoduchých, jasných a dostupných standardů.

Tímto považujeme za splněné dva hlavní cíle uvedené na začátku práce, kde v prvním jsme se soustředili na zvýšení efektivity výrobního systému pomocí vybraných racionalizačních nástrojů. Druhým cílem bylo poskytnout odlišný a nezávislý pohled na současný stav výrobního prostředí.

Akciová společnost Meva prošla různými vývojovými fázemi v průběhu své dlouhé historie, kde se měnilo skoro všechno od vedení, po výrobní portfolio. To, co zůstalo beze změny, je úsilí vynaložené na držení kroku s předními strojírenskými společnostmi, s cílem poskytnutí kvalitních a moderních výrobků zákazníkovi. Pro dosažení těchto cílů, lze v dějinách podniku najít i doby, kdy se prováděl návrh vlastních jednoúčelových strojů, rekonstruovali se budovy pro zvýšení efektivity a prováděla se celopodniková analýza pro zjištění jeho potenciálu zlepšení. Důležitý je další krok ve vývoji, ve kterém jsme chtěli svou práci podniku dopomoci. Doufáme, že výsledky této práce podniku Meva a.s. přispějí ve vývoji jeho technicko-organizačního uspořádání.

BIBLIOGRAFIE

- ALMANACH 1898 - 1998: MEVA, 1998. In: *Meva.eu* [online]. Roudnice nad Labem [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: https://www.meva.eu/upload/editor/files/Almanach_MEVA_1998-min.pdf
- BEJČKOVÁ, Jana, 2016. Začněte s námi: metoda 5S – předpoklad pro další zlepšování. In: *E-api.cz* [online]. Slaný: API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [cit. 2021-06-20]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25814n-zacnete-s-nami-metoda-5s-predpoklad-pro-dalsi-zlepsovani>
- ČIŽMÁŘ, Zeno, 2008. Meva - příběh značky: který začal na pražském Smíchově 21. října 1898. In: *Meva.eu* [online]. Roudnice nad Labem: Meva a.s [cit. 2021-01-31]. Dostupné z: https://www.meva.eu/upload/editor/files/Pribeh_Meva-min.pdf
- DAVENPORT, Thomas H., 1993. *Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology*. 5th edition. Boston: Harvard Business Review Press, 352 s. ISBN 0875843662.
- DO, Doanh, 2017. What is Muda, Mura, and Muri?. In: *Theleanway.net* [online]. [cit. 2021-07-17]. Dostupné z: <https://theleanway.net/muda-mura-muri>
- DRUCKER, Peter Ferdinand, 1993. *Inovace a podnikavost: Praxe a principy*. Praha: Management Press. ISBN 80-856-0329-2.
- DVORZHAK, Konstantyn, 2020. Paretův diagram: určení, tvorba, analýza, použití. In: *Sixsigmaonline* [online]. [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: <http://sixsigmaonline.ru/baza-znaniy/diagramma-pareto-opredelenie-postroenie-analiz-primenenie>
- DVORZHAK, Konstantyn, 2021. Kak raschitat neobkhodimoe kollichestvo kanbanov?. In: *Sixsigmaonline.ru* [online]. [cit. 2021-07-17]. Dostupné z: <http://sixsigmaonline.ru/baza-znaniy/kak-rasschitat-neobhodimoe-kollichestvo-kanbanov>
- E-api.cz: Jednotlivé metody a nástroje (Q - Z). In: *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24888-jednotlive-metody-a-nastroje-q-z/>
- EDERSHEIM, Elizabeth Haas, 2008. *Management podle Druckera: odkaz zakladatele moderního managementu*. Praha: Management Press. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-181-2.
- HINDLS, Richard, Stanislava HRONOVÁ a Robert HOLMAN, 2003. *Ekonomický slovník*. Praha: C.H. Beck. Beckovy odborné slovníky. ISBN 80-717-9819-3.
- HLAVENKA, Bohumil, 2005. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 80-214-2871-6.

- IMAI, Masaaki, 2004. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0461-3.
- JANÍČEK, Přemysl a Jiří MAREK, 2013. *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4127-7.
- JIRÁSEK, Jaroslav, 1998. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada. ISBN 80-716-9394-4.
- JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
- KÁBRT, Jan, Pavel KUCHARSKÝ, Rudolf SCHAMS, Čestmír VRÁNEK, Drahomíra WITTICHOVÁ a Vojtěch ZELINKA, 2016. *Latinsko-český slovník*. Druhé vydání. Praha: Leda. ISBN 978-80-7335-376-6.
- Kanbanový Systém a kontrola Tahem. In: *Manufactus: Manufacturing solutions* [online]. Starnberg, Německo [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: <https://www.kanban-system.com/cs/kanbanovy-system-a-kontrola-tahem/>
- KAPLAN, Robert a David NORTON, 2000. *Balanced scorecard: strategický systém měření výkonnosti podniku*. Praha: Management Press. ISBN 80-726-1032-5.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.
- KINZIABULATOV, Ramil, 2017. Krátký popis BPMN s příkladem. In: <https://habr.com/> [online]. [cit. 2021-06-01]. Dostupné z: <https://habr.com/ru/company/trinion/blog/331254/>
- KOTLER, Philip, 2007. *Moderní marketing: 4. evropské vydání*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1545-2.
- Kvs.tul.cz: Co jsou Výrobní systémy. In: *KVS: Katedra výrobních systémů* [online]. [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: <http://www.kvs.tul.cz/co-je-vyrobní-system>
- KYNCL, Jiří, 2021. *Přednášky z předmětu Modelování výrobních procesů a systémů*. Praha.
- MCNEESE, Bill, 2020. Variable and Two-Level Pareto Diagrams. In: *Spcforexcel* [online]. [cit. 2021-04-02]. Dostupné z: <https://www.spcforexcel.com/knowledge/bar-charts/variable-and-two-level-pareto-diagrams>
- MYŠKA, Jakub, 2018. Value Stream Mapping. In: *E-api.cz* [online]. [cit. 2021-04-19]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/wcd/docs/vzdelavani/cespi-xvii/blokix/cespivsmteorie_2018-03-09_tisk.pdf
- PANDE, Peter, Robert NEUMAN a Roland CAVANAGH, 2002. *Zavádíme metodu Six Sigma, aneb, Jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti*. Brno: TwinsCom. ISBN 80-238-9289-4.

- PARMENTER, David, 2008. *Klíčové ukazatele výkonnosti: rozvíjení, implementování a využívání vítězných klíčových ukazatelů výkonnosti (KPI)*. Praha: Česká společnost pro jakost. ISBN 978-80-02-02083-7.
- PEMBERTON, JO-ANNE, 2002. New worlds for old the League of Nations in the age of electricity. *Review of International Studies* [online]. **28**(2), 311-336 [cit. 2021-01-31]. ISSN 0260-2105. Dostupné z: doi:10.1017/S026021050200311X
- PERNICA, Petr, 2005. *Logistika pro 21. století: (Supply chain management)*. Praha: Radix. ISBN 80-860-3159-4.
- PORTER, Michael E., 1993. *Konkurenční výhoda: (Jak vytvořit a udržet si nadprůměrný výkon)*. Praha: Victoria Publishing. ISBN 80-856-0512-0.
- PRECLÍK, Vratislav, 2002. *Průmyslová logistika*. Vyd. 2. přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT. ISBN 80-010-2556-X.
- ŘEPA, Václav, 2006. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. Praha: Grada. Management v informační společnosti. ISBN 80-247-1281-4.
- Report and Proceedings of the World Economic Conference, 1927.*
- ROSER, Christoph, 2017. Mapování hodnotových toků: 2. část: Přehled symbolů pro mapování. In: *Prumysloveinzenyrstvi.cz* [online]. [cit. 2021-07-15]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/mapovani-hodnotovych-toku-2-cast-prehled-symbolu-mapovani/>
- ROTHER, Mike, 2017. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0435-2.
- ROTHER, Mike a John SHOOK, 1998. *Learning to see Value-stream mapping to create value and eliminate muda*. 1. Shingo Prize. ISBN 978-0966784305.
- SCHUMPETER, Joseph a Ursula BACKHAUS, 2003. *The theory of economic development*.
- STRAKOVÁ, Marcela, 2000. *Anglicko-český hospodářský slovník*. Plzeň: Fraus. Speciál. ISBN 80-723-8046-X.
- STŘELEČEK, Jiří, 2012. Kvalita, procesní řízení: DMAIC. In: *Vlastnicesta.cz* [online]. Brno [cit. 2021-04-27]. Dostupné z: <https://www.vlastnicesta.cz/metody/dmaic-metoda-1/>
- SVĚTLÍK, Vladimír, 2002. Systémy pro efektivní operativní řízení výroby. In: *Systemonline.cz: Časopis IT Systems* [online]. [cit. 2021-02-10]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/systemy-pro-efektivni-operativni-rizeni-vyroby.htm>
- SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

TAYLOR, Frederick Winslow, 1911. *The Principles of Scientific Management*. Harper & Brothers, 144 s.

Terminology in Logistics: Multilingual Vocabulary, 1991. Darmstadt: Technische Uni Darmstadt Inst. f. BWL, 337 s. ISBN 978-3980458306.

The (true) Difference between Push and Pull. In: *AllAboutLean.com: Organize your Industry* [online]. [cit. 2021-01-06]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/push-pull/>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

UČEŇ, Pavel, 2008. *Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2472-0.

Úřad průmyslového vlastnictví [online]. In: . [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://upv.gov.cz/>

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902-2353-2.

WILSON, Lonnie, 2010. *How to implement lean manufacturing*. New York: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-162507-4.

WOMACK, James P., 2003. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. 2003. Free Press. ISBN 978-0743249270.

ZELENKA, Antonín a Vratislav PRECLÍK, 2004. *Racionalizace výroby*. V Praze: Vydavatelství ČVUT. ISBN 80-010-2870-4.

SEZNAM OBRAZKŮ

Obrázek 1 - Hodnotový řetězec. Zdroj: autor na základě (Porter, 1993)	10
Obrázek 2 - Výrobní systém. Zdroj: autor na základě (Tomek, 2014).....	11
Obrázek 3 - Doporučená vzdálenost mezi stroji. Zdroj: (Hlavenka, 2005)	14
Obrázek 4 - Doporučená vzdálenost od dopravní cesty. Zdroj: (Hlavenka, 2005)	15
Obrázek 5 - Doporučená vzdálenost od stěn a sloupů výrobní haly. Zdroj: (Hlavenka, 2005).....	15
Obrázek 6 - Bod rozpojení materiálového toku. Zdroj: vlastní zpracování na základě (Zelenka, 2004).....	20
Obrázek 7 – Příklad diagramu Sankey. Zdroj: autor	22
Obrázek 8 - Příklad kanban karty. Zdroj: autor	32
Obrázek 9 - Příklad Paretova diagramu. Zdroj: autor	37
Obrázek 10 - Kroky víceúrovňové Pretove analýzy. Zdroj: autor na základě McNeese (2020)	38
Obrázek 11 - Kroky variabilní Pretove analýzy. Zdroj: autor na základě McNeese (2020)	39
Obrázek 12 - Časová osy významných bodů v dějinách firmy Meva. Zdroj: autor	48
Obrázek 13 - Značka MEVA a.s. Zdroj: (Úřad průmyslového vlastnictví)	49
Obrázek 14 - Struktura společnosti, zastoupení a poboček. Zdroj: vlastní zpracování na základě Meva.eu	50
Obrázek 15 - Stohovatelný kontejner na odpad. Zdroj: meva.eu	51
Obrázek 16 - Kontejner Pedersen standard EN-12574-1 FUB. Zdroj: Meva.eu	51
Obrázek 17 - Kontejner na zpětný odběr elektrozařízení Zdroj: Meva.eu	51
Obrázek 18 - Layout areálu divize Bezděkov. Zdroj: autor na základě podnikových plánů.....	52
Obrázek 19 - Metodika racionalizace na základě DMAIC cyklu. Zdroj: autor	54
Obrázek 20 - Paretův diagram množství výrobků v jednotlivých skupinách. Zdroj: autor	56
Obrázek 21 - Sankeyův diagram hmotného toku v hale N (Zdroj: autor na základě poskytnutých podkladů)	58
Obrázek 22 – Vizualizace pohybů ve výrobní hale N. Zdroj: autor na základě poskytnutých podkladů	58
Obrázek 23 - VSM současný stav. Zdroj: autor	60





Obrázek 24 - Pracoviště robotického svařování. Stehování nádoby v přípravku. Zdroj: autor	61
Obrázek 25 Pracoviště robotického svařování. Dovařování nádoby. Zdroj: autor	61
Obrázek 26 - Uspořádání pracoviště podskupiny. Zdroj: autor.....	63
Obrázek 27 - Nedodržení zásad 5S. (a) umístění; (b) třídění; (c) systematizace; Zdroj: autor	64
Obrázek 28 - Vizualizace provozu svařovny. Zdroj: autor	65
Obrázek 29 - Možnosti uspořádání skaldu. (a) – příčné umístění; (b) – podélné umístění; (c) – přesun do vedlejší haly. Zdroj: autor na základě firemních podkladů	68
Obrázek 30 – Možnosti uspořádání svařovny. (a) – současné uspořádání není zachováno; (b) - současné uspořádání je zachováno. Zdroj: autor na základě podkladů.....	69
Obrázek 31 – Možnosti uspořádání brusírny. (a) - umístění v prostorech u brány; (b) - propojení se svařovnou. Zdroj: autor	70
Obrázek 32 – Návrh layoutu č.1. Zdroj: autor na základě podkladů	71
Obrázek 33 - Návrh layoutu č. 2. Zdroj: autor na základě firemních podkladů.....	72
Obrázek 34 - VSM ideální cílový stav. Zdroj: autor	74
Obrázek 35 - Příklad kanban karty. Zdroj: autor	75
Obrázek 36 - Příklad kanban tabule. Zdroj: autor	75








SEZNAM TABULEK






Tabulka 1 - Výhody a nevýhody jednotlivých druhů uspořádání. Zdroj: (Keřkovský, 2009).....	13
Tabulka 2 - Zlepšení versus inovace. Zdroj: (Davenport, 1993), český překlad (Řepa, 2006).....	16
Tabulka 3 - Základní symboly vývojových diagramů. Zdroj: autor na základě (Janíček, 2013).....	24
Tabulka 4 - Nej používanější symboly metody VSM. Zdroj: (Roser, 2017)	26
Tabulka 5 - Základní prvky BPMN. Zdroj: (Kinziabulatov, 2017)	27
Tabulka 6 - Porovnání Lean a Six Sigma. Zdroj: (Svozilová, 2011)	40
Tabulka 7 - Orientační hodnoty dostupnosti. Zdroj: (Managementmania.com, 2016)	44
Tabulka 8 - Příklad zaměření kritických hodnot. Zdroj: (Svozilová, 2011)	45
Tabulka 9 - Vymezené skupiny výrobků. Zdroj: autor	55
Tabulka 10 - Výpočet průběžné doby výroby. Zdroj: autor	61
Tabulka 11 - Změny přepravních vzdáleností návrhu č.1. Zdroj: autor	71
Tabulka 12 - Změna přepravních vzdáleností návrhu layoutu č.2. Zdroj: autor	72
Tabulka 13 – Výpočet doby taktu pro výrobky 1282 a 1173. Zdroj: autor	77
Tabulka 14 - Výpočet PLT. Zdroj: autor	78
Tabulka 15 - Výpočet počtu kanban karet v oběhu pro kontejnery typu 1282 a 1173 výstupního supermarketu svařovny. Zdroj: autor	78

PŘÍLOHY

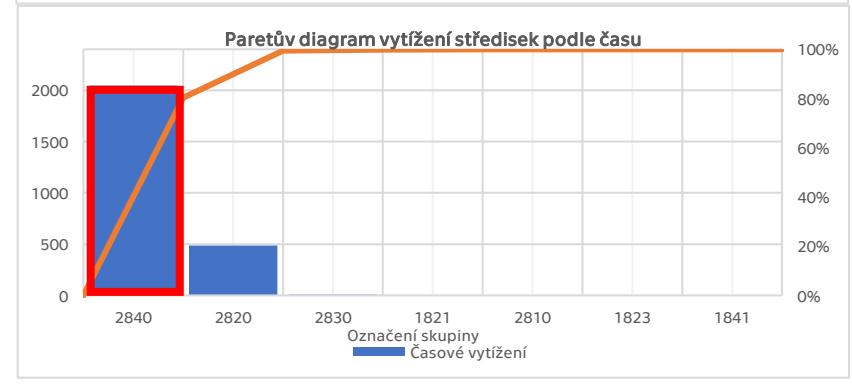
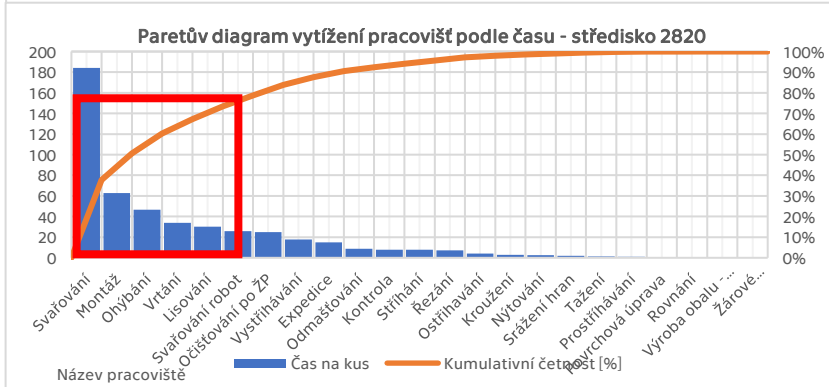
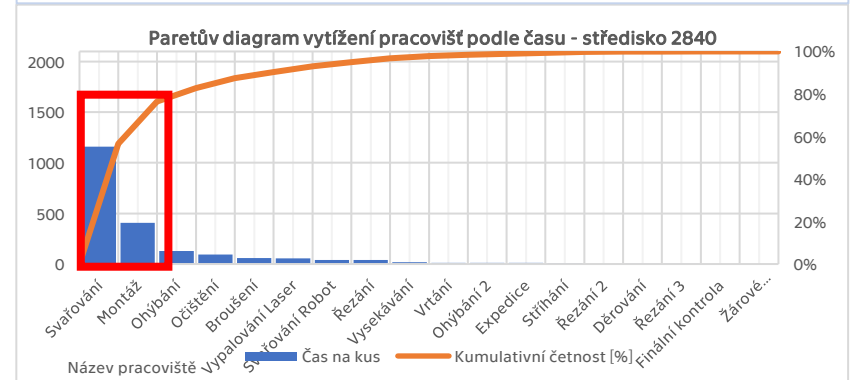
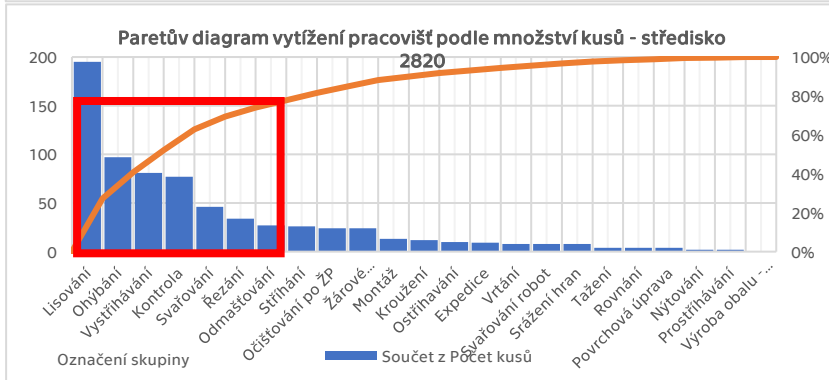
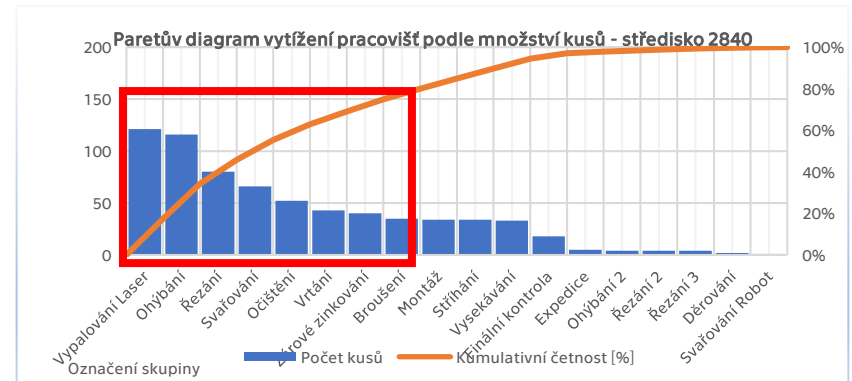
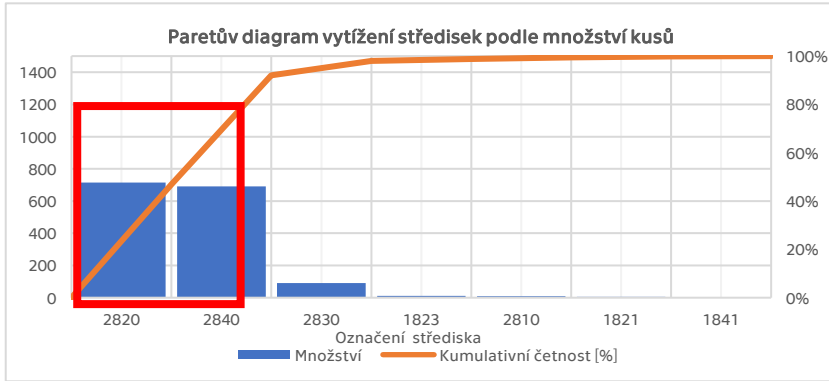
Příloha 1 - Seznam výrobků poskytnutých podnikovým vedením k analýze (Zdroj: Vlastní zpracování na základě MEVA.eu)

NÁZEV	PARAMETRY								NÁHLED
	Objem [L]	Délka	Šířka	Výška	Max. hmotnost [kg]	Standard	Nosnost	Povrchová úprava	
Kontejner 1100Lt. EN 840-2	1100	1370	1080	1310	130	EN 840-2	440	ŽP dle EN ISO 1461	
Kontejner 770 Lt. EN 840-2	770	1370	750	1315	85	EN 840-2	320	ŽP dle EN ISO 1462	
Kontejner 1100 Lt.	1100	1360	1001	1430	135	EN 840-3	440	ŽP dle EN ISO 1463	
Kontejner 1100 Lt.	1100	1360	1001	1430	135	EN 840-3	440	ŽP dle EN ISO 1464	

Kontejner 2,5 Cbm (1173)	2500	2250	1250	1470	250	EN ISO 12574-1	1200	ŽP dle EN ISO 1464	
Rolcontainer 2.5m3 (1273)	2500	2245	1330	1673	250				
Kontejner (1190)	2500	2040	1370	1570	390	EN ISO 12574-2	625	ŽP dle EN ISO 1464	
Kontejner 8,0 Cbm „Petersen“	2500	2040	1370	1570	390	EN ISO 12574-2	625	ŽP dle EN ISO 1464	
Sítovaný kontejner	8000				400			RAL 5017	
Kontejner 800 Lt. (1282)	2000	1665	1071	1640	60		100		
Kontejner GEESINK	800	1250	855	1195	100		320	ŽP dle EN ISO 1464	

Záchytná vana s roštem	1000							ŽP dle EN ISO 1464	
Kontejner na elektroodpad	220	1200	1200	160	50			ŽP / RAL	
Kontejner 2,5 na oděv nebo kov								ŽP / RAL	
Kontejner na odpad 1100I	2500	1145	1210	2200	350		200	ŽP / RAL	
Adaptér ŽP na kontejner UNITAINER boční	1100								

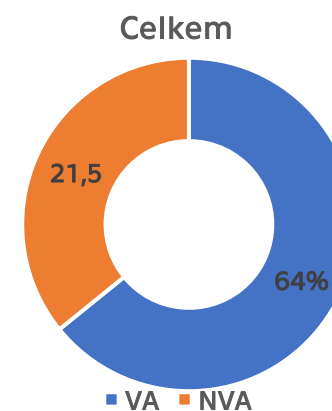
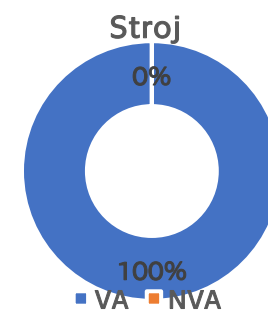
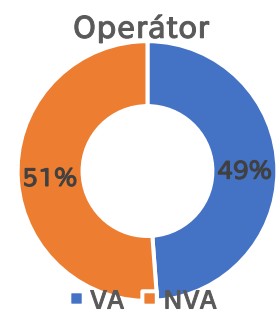
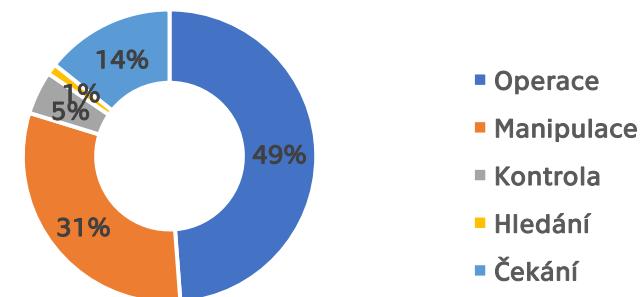
Příloha 2 - Víceúrovňová Paretova analýza



Příloha 3 - Pohybové studie pracovišť

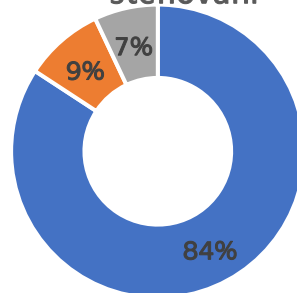
Pracoviště:	Svařování ROBOT	Výrobek:	1282					
Datum:	20.04.2021							
Činnosti	Operátor					Stroj		
	Operace [min]	Manipulace [min]	Kontrola [min]	Hledání [min]	Čekání [min]	Práce stroje [min]	Vzdálenost [m]	Počet pracovníků
Příprava materiálu		5				3		1
Poskládání materiálu do přípravku	4					1		
Stehování dílce 1	6					1		
Spouštění robotu	0,5					3		
Čekání					6	6		
Čištění hotového dílce 2	4					4		
Dovařování jedné strany dílce 2	0					0		
Kontrola svarů dílce 2			1			1		
Ruční manipulace dílce 2		1				1		
Čištění dílce 2	4					4		
Dovařování druhé strany dílce 2	0					0		
Kontrola svarů dílce 2			1			1		
Ruční manipulace dílce 2		1				1		
Vyložení svařeného dílce 1	2					3		
Chůze pro materiál		3				50		
Hledání materiálu				0,5				
Dovezení materiálu		3				50		
Suma	20,5	13	2	0,5	6	18	111	1
					Operátor	Stroj	Celkem	
Práce					35,5	18	53,5	min
Prostoj					6,5	24	30,5	min
Celkem					42	42		min
VA					20,5	18	38,5	min
NVA					21,5	0	21,5	min
VAI					0,953			

Dekompozice činností na pracovišti



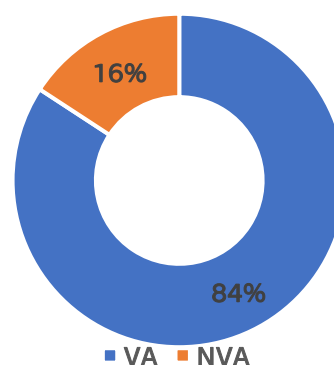
Pracoviště:	Stehování	Výrobek:	1173		
Datum:	20.04.2021	Dřelec:	Nádoba		
	Operátor				
	Operace [min]	Manipulace [min]	Kontrola [min]	Vzdálenost [m]	Počet pracovníků
Přivezení dílce		2		5	1
Ruční manipulace	2				2
Stehovat nádobu	48				2
Kontrola rozměrů			4		1
Odvezení dílce		5			1
Suma	48	5	4	0	4
Vyhodnocení					
	Operátor				
Práce	57				
Prostoj	0				
Celkem	57				
VA	48				
NVA	9				

Dekompozice činností na pr. stehování



■ Operace ■ Manipulace ■ Kontrola

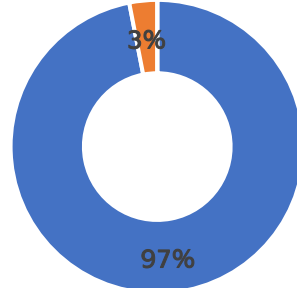
VA / NVA



■ VA ■ NVA

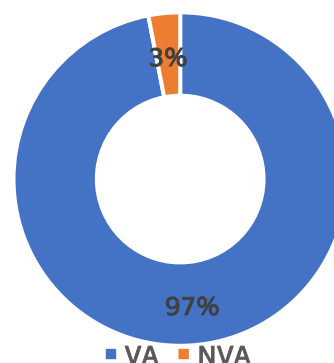
Pracoviště:	Svařování ruční	Výrobek:	1173		
Datum:	20.04.2021	Dřelec:	Nádoba		
	Operátor				
	Operace [min]	Manipulace [min]	Kontrola [min]	Vzdálenost [m]	Počet pracovníků
Přivezení dílce		2		5	1
Ruční manipulace	2				1
Svažení dílce	158				1
Odvezení dílce		5			1
Suma	158	5	0	0	
Vyhodnocení					
	Operátor				
Práce	163				
Prostoj	0				
Celkem	163				
VA	158				
NVA	5				

Dekompozice činností na pr. svařování ruční



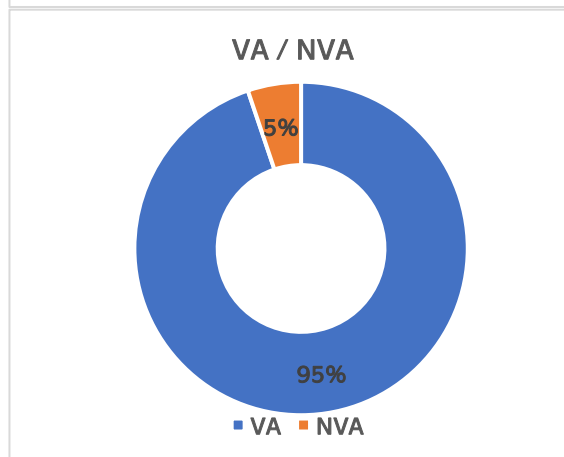
■ Operace ■ Manipulace ■ Kontrola

VA / NVA



■ VA ■ NVA

Pracoviště:	Pracoviště podskupiny	Výrobek:		
Dílec:	20.04.2021	Dílec:		
	Operátor			
	Operace [min]	Manipulace [min]	Vzdálenost [m]	Počet pracovníků
Dovezení přípravku		10	30	1
Dovezení materiálu		2	3	
Vkládání materiálu do přípravku		2		
Stehování	13			
Svaření	40			
Odložení dílce		1	2	
Odvezení dílce		2	15	
Suma	53	17	50	
Vyhodnocení				
	Operátor			
Práce	58			
Prostoj	0			
Celkem	58			
VA	53			
NVA	3			



Příloha 4 - 5S audit svařovacích středisek

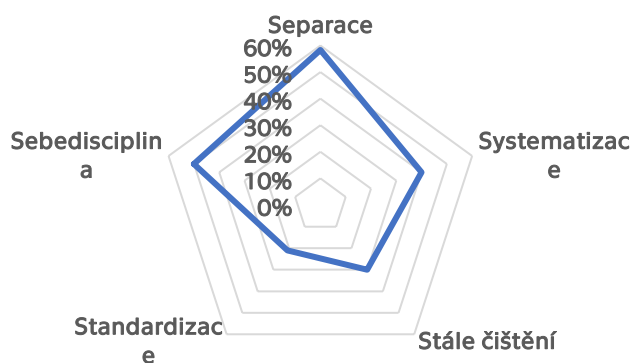
5S AUDIT			Hodnocení střediska	
Oblast	Příklad	Bodování	Hala N	Hala H5
1.S Separace			58%	8%
Jsou ve pracovních prostorech nepotřebné, neaktuální nebo poškozené materiály a informace?	Nástěnky, cedule, pracovní pokyny apod.	0 - v pracovních prostorech jsou nepotřebné, zastaralé a poškozené materiály; 5 - v pracovních prostorech je několik nepotřebných, neaktuálních nebo poškozených materiálů a informací; 10 - v pracovních prostorech nejsou nepotřebné, neaktuální nebo poškozené materiály a informace	5	0
Jsou ve pracovních prostorech nevyužité, nefunkční nebo	Stroje, manipulační technika apod.	0 - v pracovních prostorech je hodně nevyužitých, nefunkčních nebo nepotřebných zařízení nebo strojů; 5 - v pracovních prostorech se nachází několik nevyužitých, nefunkčních nebo nepotřebných zařízení nebo	5	0

	nepotřebné zařízení nebo stroje?		strojů; 10 - v pracovních prostorech nejsou nevyužitá, nefunkční nebo nepotřebná zařízení		
	Jsou ve pracovních prostorech nevyužitá, nefunkční nebo nepotřebná materiály?	Bedny, palety, obaly, provozní materiály apod.	0 - hodně; 5 - několik; 10 - žádné	5	0
	Je v pracovních prostorech nevyužitý, nefunkční nebo nepotřebný nábytek?	Skříně, židle, stoly apod.	0 - hodně; 5 - několik; 10 - žádný	10	0
	Nacházejí se v pracovních prostorech nevyužitá, nepotřebná nebo poškozená věcí?	Oblečení, ochranné pomůcky	0 - hodně; 5 - několik; 10 - žádné	5	0
	Jsou ve pracovních prostorech nevyužitá, nefunkční nebo nepotřebná materiály?	Nářadí, měřicí přístroje, pomůcky, přípravky	0 - hodně; 5 - několik; 10 - žádné	5	5
2.5	Systematizace			40%	20%
	Jsou stroje, nářadí, měřicí technika označovány a evidovány?		0 - zmíněné předměty nejsou označovány a evidovány; 5 - zmíněné předměty jsou částečně označovány a evidovány; 10 - veškeré zmíněné předměty jsou označeny a evidovány	5	5
	Je umístění strojů, nářadí, pomůcek fixně určeno a umístění je označené?		0 - zmíněné předměty nejsou označovány a evidovány; 5 - zmíněné předměty jsou částečně označovány a evidovány; 10 - veškeré zmíněné předměty jsou označeny a evidovány	0	5
	Je kontrolováno množství nedokončené výroby a materiálu?	Sledování stavu zpracování; zavedený kanban systém a další.	0 - není kontrolováno; 5 - částečně; 10 - množství nedokončené výroby a materiálů je kontrolováno	5	0
	Je zaveden vizuální management ve výrobních prostorech?	Umístění pracovišť, místa na odpad, místa na manipulační techniku	0 - není zaveden; 5 - vizuální management je zaveden, ale není dodržován; 10 - vizuální management je zaveden a dodržován	5	0
	Jsou cesty a skladovací plochy označovány v pracovních prostorech a layoutech společnosti?	Cesty, vstupní materiál, místa s omezeným pohybem apod.	0 - nejsou označovány; 5 - jsou označovány částečně; 10 - jsou označovány	5	0
3.5	Stále čištění			30%	0%

	Jsou předměty na pracovišti udržovány v čistotě?	Zbytky materiálu, odpad, prach, mastnoty (na zařízeních, strojích, náradí atd.)	0 - nejsou udržovány; 5 - částečně udržovány; 10 - jsou udržovány	5	0
	Jsou pracovní prostory udržovány v čistotě?	Podlahy, nábytek, povrchy atd.	0 - nejsou udržovány; 5 - částečně udržovány; 10 - jsou udržovány	0	0
	Je stále čištění možné bez omezení?	Složité přístupy k místu úklidu, rozložené věci, kabely atd.	0 - není umožněno; 5 - není vždy umožněno; 10 - je vždy možné	5	0
	Je čištění specifikováno?	Kdo čistí, co, jak a čím?	0 - není specifikováno; 5 - částečně je specifikováno; 10 - je úplně specifikováno	0	0
	Jsou čisticí prostředky dostupné a připravené k použití?	Košťe, hadry atd.	0 - nejsou dostupné; 5 - občas nejsou dostupné; 10 - jsou dostupné vždy	5	0
4.S	Standardizace			21%	0
	Jsou pokyny, pracovní postupy a 5S standardizovány?	Pravidla, odpovědnost apod.	0 - nejsou standardizovány; 5 - jsou standardizovány částečně; 10 - jsou standardizovány	5	0
	Jsou informace v pracovních prostorech předávány strukturovaně a systematicky uspořádány?	Gemba, strukturované tabule, týmové schůzky	0 - nejsou strukturovány a systematicky uspořádány; 5 - jsou částečně strukturovány a systematicky uspořádány; 10 - jsou strukturovány a systematicky uspořádány	5	0
	Jsou standardy, pokyny a pracovní postupy jednoduché, jasné a dostupné?	Digitální podoba (informační systém), papírová podoba (brožury)	0 - nejsou dostupné; 5 - částečně; 10 - jsou jednoduché, jasné a dostupné	0	0
	Jsou metriky pro hodnocení efektivity 5S sledovány?	KPI, Dodržování standardů apod.	0 - nejsou sledovány; 5 - jsou sledovány částečně; 10 - jsou sledovány	0	0
5.S	Sebedisciplína			50%	0
	Jsou standardy dodržovány?		0 - nejsou zavedeny; 5 - jsou zavedeny ale nejsou dodržovány; 10 - jsou zavedeny a dodržovány	5	0
	Jsou sledovány odchylky v potřebách a standardy zmiňovány a zlepšovány?	Gemba, příklady nejlepších	0 - nejsou sledovány; 5 - jsou sledovány částečně; 10 - jsou sledovány	0	0

	Jsou určeny odpovědnosti?	Odpovědné osoby za divizi, středisko, pracoviště	0 - nejsou určeny; 10 - jsou určeny a jsou jasné	10	0
	Jak často se provádějí 5s audity?	Na denní, týdenní, měsíční bázi	0 - neprovádějí se; 5 - provádějí se zřídka; 10 regulérně	5	0
	Existuje možnost sdílení a rozvíjení nápadů a iniciativy zaměstnanců?	Firemní informační systém	0 - nejsou možnosti; 5 - jsou možnosti sdílení, ale nejsou možnosti rozvíjení; 10 - jsou možnosti	5	0
	Jsou aktivity a iniciativy podporovány?	Bonusy, podpora apod.	0 - nejsou podporovány; 5 - jsou podporovány zřídka; 10 - jsou podporovány vždy	5	0
	Jsou prováděny pravidelné školení zaměstnanců zaměřené na znalost obsahu a standardů 5S?	Evidence účastníků	0 - nejsou prováděny; 5 - jsou prováděny zřídka; 10 - jsou prováděny	0	0
			Středisko	2840	2820
			Výsledek	40%	6%

Paprskový diagram výsledků 5S auditu haly N



Paprskový diagram výsledků 5S auditu haly N

