

Analýza procesu doplňování materiálu výrobní linky ve vybrané společnosti

Marek Vysloužil

Bakalářská práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Marek Vysloužil
Osobní číslo: M20335
Studijní program: B0413P050013 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Analýza procesu doplňování materiálu výrobní linky ve vybrané společnosti

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši vztahující se k problematice doplňování materiálu výrobních linek.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu doplňování materiálu výrobní linky ve vybrané společnosti.
- Vyhodnoťte výsledky provedené analýzy a navrhněte opatření vedoucí ke zlepšení současného stavu.
- Zpracujte ekonomické zhodnocení předložených návrhů.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016, 507 s. ISBN 978-80-7080-952-5.

CHRISTOPHER, Martin. *Logistics & Supply Chain Management*. 5th edition. New York: Pearson, 2016, 310 s. ISBN 978-1-292-08379-7.

JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016, 254 s. ISBN 978-80-2475-717-9.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Ondra**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **10. února 2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2023**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Marek Vysloužil

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na analýzu procesu doplňování materiálu výrobní linky ve vybrané společnosti. Cílem bakalářské práce je navrhnout opatření, na základě analýzy současného stavu doplňování materiálu výrobní linky ve vybrané společnosti, vedoucí ke zlepšení tohoto stavu. Analýza je vypracována za pomoci metod přímého pozorování procesů, rozhovorů s pracovníky, analyzování dat z informačního systému společnosti a interních dokumentů. V rámci analýzy jsou zjištěny 2 příležitosti ke zlepšení. Výsledkem práce je navržení nového systému objednávání materiálu na výrobní lince a jeho zhodnocení. Zavedením navrženého systému je možno snížit drženou hodnotu zásob a zefektivnit prostorové rozložení výrobní haly.

Klíčová slova: Výrobní logistika, štíhlá logistika, doplňování výrobního materiálu, materiálové požadavky výroby, optimalizace procesu.

ABSTRACT

The Bachelor's thesis is focused on analysing the material replenishment process at the production line in the selected company. The Bachelor's thesis aims to propose measures based on analysing the current state of material replenishment of the production line in the selected company, leading to the improvement of this state. The analysis uses direct observation of processes, interviews with employees, and analysing data from the company's information system and internal documents. Two opportunities for improvement are identified. The result of the thesis is the proposal of a new material ordering system for the production line and its evaluation. Implementing the proposed approach can reduce the value of held inventory and optimize the layout of the production hall.

Keywords: Manufacturing logistics, lean logistics, production material replenishment, material requirements for production, optimization process.

Chtěl bych vyjádřit své upřímné poděkování všem, kteří mi pomohli při psaní této bakalářské práce. Zejména bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Pavlu Ondrovi, za jeho odborné vedení, cenné rady a podnětné nápady, které mi pomohly rozšířit můj pohled na řešenou problematiku. Dále bych chtěl poděkovat vybrané společnosti a jejím zaměstnancům za jejich spolupráci při tvorbě této bakalářské práce.

"Failure is the seed of success."

Kaoru Ishikawa

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PODNIKOVÉ PROCESY	13
2 LOGISTIKA	14
2.1 PODNIKOVÁ LOGISTIKA	15
2.2 SKLADOVÁNÍ	19
2.2.1 Funkce skladů	19
2.2.2 Skladové operace	20
2.3 ŘÍZENÍ ZÁSOB	20
2.4 VÝROBNÍ LOGISTIKA	22
3 VÝROBNÍ SYSTÉMY	24
3.1 ČLENĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU	25
3.2 PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY	25
3.3 VÝROBNÍ LINKY	26
4 APLIKOVANÉ METODY PRŮMYSLUVÉHO INŽENÝRSTVÍ	29
4.1 PRINCIP ŠTÍHLÉHO MYŠLENÍ A JUST-IN-TIME	29
4.1.1 Princip štíhlého myšlení	29
4.1.2 Princip Just-In-Time (JIT)	30
4.2 SPAGHETTI DIAGRAM	31
4.3 ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)	32
4.4 ŘÍZENÍ RIZIK	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	36
5.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI	36
5.2 PRODUKTOVÉ PORTFOLIO A ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI	36
5.3 DIVIZE SPOLEČNOSTI	37
5.4 PŮSOBNÍ SPOLEČNOSTI V ČESKÉ REPUBLICE	38

6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU NA VÝROBNÍ LINCE LEPENÍ.....	39
6.1	POPIS VÝROBNÍ LINKY LEPENÍ SVĚTLOMETŮ	39
6.2	POPIS PROCESU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU NA VÝROBNÍ LINCE	43
6.2.1	Pohyby materiálu potřebného k výrobě	44
6.2.2	Skladování a přepravování materiálu pro výrobu na výrobní lince	46
6.2.3	Materiálové požadavky výrobní linky	49
6.2.4	Root Cause Analysis (RCA) pro přebytek roll containerů s materiálem	52
6.3	SHRnutí A VYHODNOCENÍ ANALÝZY SOUČASNÉHO STAVU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU NA VÝROBNÍ LINCE LEPENÍ.....	53
7	NÁVRH NA ZLEPŠENÍ STAVU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU VÝROBNÍ LINKY	55
7.1	PŘEDSTAVENÍ NÁVRHU NA ZLEPŠENÍ.....	55
7.2	ZHODNOCENÍ RIZIK NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ.....	58
7.3	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ NÁVRHU	60
7.3.1	Ušetřené místo.....	61
7.3.2	Hodnota prostoru vyjádřená cenou pronájmu	61
7.3.3	Využití uvolněného místa	61
7.3.4	Hodnota zásob	62
7.3.5	Školení.....	62
7.3.6	Analýza vytíženosti skladu	63
7.3.7	Vypracování nového systému odměňování zaměstnanců.....	64
7.3.8	Celkové náklady	64
7.3.9	Celkové ekonomické zhodnocení návrhu	64
	ZÁVĚR	65
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	66
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK.....	71
	SEZNAM PŘÍLOH.....	72

ÚVOD

V dnešní době je efektivita výrobních a logistických procesů klíčovým faktorem pro úspěch společnosti na vysoce kompetitivním trhu s automotive součástmi. Jedním z procesů, které mají významný vliv na celkovou efektivitu výroby je proces doplňování materiálu na výrobní lince. Zajištění dostupnosti materiálu v daném čase a potřebném množství, a také odstranění případného plýtvání umožňuje udržet kvalitu výroby i minimalizovat náklady na skladování a manipulaci s materiály. Vybraná výrobní linka se vyznačuje komplexitou vlastních procesů. Analýza procesu doplňování materiálu přináší cenné informace z hlediska logistických a výrobních procesů o tom, jak tyto procesy optimalizovat a zefektivnit. Optimalizace logistických a výrobních procesů tvoří podstatnou část oblasti průmyslového inženýrství.

Teoretická část práce zpracovaná formou literární rešerše tvoří přehled poznatků souvisejících s doplňováním materiálu výrobní linky. Teoretická část pojednává o podnikových procesech, roli logistiky v podniku, výrobní logistice a výrobních systémech. Dále je teoretická část zaměřena na různé druhy aplikovaných metod průmyslového inženýrství v praktické části.

Praktická část práce se pak zaměřuje na aplikaci teoretických poznatků a obsahuje samotnou analýzu procesu doplňování materiálu. V této části je také představena společnost, ve které je analýza prováděna. V rámci analýzy je popsána výrobní linka, proces skladování a přepravování materiálu, jsou zmapovány pohyby materiálu potřebného k výrobě a materiálové požadavky výrobní linky. Dále je provedeno vyhodnocení aktuálního stavu doplňování materiálu na výrobní lince.

Na základě analýzy je navrženo a představeno konkrétní řešení a doporučení pro zlepšení procesu doplňování materiálu. V rámci návrhu jsou také zhodnoceny případná rizika navrhovaného řešení. Výsledkem této části je ekonomické zhodnocení navrhovaného řešení včetně implementačních nákladů, možných úspor a zisků. Očekávaným přínosem práce je prohloubení znalostí o procesech spojených s doplňováním materiálu na vybrané výrobní lince a optimalizace těchto procesů.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je navržení opatření, na základě analýzy současného stavu doplňování materiálu výrobní linky ve vybrané společnosti, vedoucí ke zlepšení tohoto stavu.

V rámci teoretické části, literární rešerše vychází z analýzy literárních zdrojů odborné literatury, která se tematicky vztahuje k obsahu bakalářské práce a v ní využitým metodám. Teoretická část slouží jako podklad analytické části. Praktická část je zpracována formou analýzy. Popis výrobní linky a procesu doplňování materiálu je vypracován na základě přímého pozorování současného stavu a rozhovory s vedoucími pracovníky i pracovníky na výrobní lince. Layouty obsažené v praktické části jsou zpracovány ve firemním CAD programu DraftSight na základě reálných rozměrů měřených laserovým metrem. Určité informace zmíněné v teoretické části jsou zobrazeny v podobě tabulek a grafu z důvodu lepší přehlednosti. Informace v těchto grafech a tabulkách jsou založeny na datech z podnikového informačního systému společnosti a interní firemní dokumentace. Vizualizace toků materiálu je provedena pomocí spaghetti diagramu z důvodu jeho vysoké výpovědní hodnoty a jednoduchosti provedení. Výchozí data pro diagram byla získána přímým pozorováním pohybů materiálu. Přehled počtu měsíčně využitých přepravních jednotek byl z důvodu časové náročnosti získání dat přepočítán pomocí metody ekvivalenčního čísla. Skutečný stav objemu materiálu nacházejícího se na výrobní lince je zjištěn pomocí opakovaného měření se shodnou periodou. K identifikaci kořenové příčiny výskytu přebytku materiálu na výrobní lince je využita metoda Root Cause Analysis. Odstranění kořenové příčiny problému zamezí opakovanému výskytu problému. V rámci analýzy kořenové příčiny je použita metoda 5x proč z důvodu jednoduchosti a její široké možnosti využití. Kritickým hodnocením analýzy jsou zjištěny příležitosti ke zlepšení.

Výstupem práce je návrh na zlepšení současného stavu, který je založen na novém systému objednávání materiálu a pracuje se třemi modelovými situacemi. Systém vychází z charakteristik dodávaného materiálu. Rizika návrhu jsou identifikována pomocí metody Risk Assessment, což usnadní prevenci nebo případné korektivní opatření. Hodnoty a výpočty zmíněné v ekonomickém zhodnocení návrhu vycházejí z provedené analýzy, veřejně dostupných zdrojů, konzultací se zaměstnanci, informačního systému společnosti a interní firemní dokumentace.

Tato bakalářská práce přispěje k prohloubení porozumění procesu doplňování materiálu na vybrané výrobní lince. Na základě analýzy obsažené v práci lze provést nápravná opatření vedoucí ke zlepšení aktuálního stavu. Tato bakalářská práce může také dále sloužit jako podklad k provedení obdobných analýz a zavedení podobných procesů na jiných výrobních linkách v podniku nebo jiných společnostech.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PODNIKOVÉ PROCESY

Podnikové procesy jsou soubor navzájem propojených činností prováděných za účelem dosažení určitého cíle. V podstatě se jedná o všechny procesy zaručující fungování společnosti. V odborné literatuře existuje nespočet definic podnikových procesů. Například Řepa (2007, s. 15) definuje podnikový proces jako souhrn činností, které transformují souhrn vstupů do souhrnu výstupů, pro jiné lidi nebo procesy, používáním lidí či nástrojů. Zatímco Dubovec (2017, s. 34) říká, že podnikový proces je měřitelná množina činností specializující se na přeměnu vstupů tvořených výrobními faktory na výstupy, kterými jsou výrobky a služby. Obrázek 1 zobrazuje základní schéma podnikového procesu.



Obrázek 1 – Schéma podnikového procesu (Řepa, 2007)

Dubovec (2017, s. 34) dělí podnikové procesy v reálném podnikovém prostředí na:

- Řídící procesy,
- Transformační procesy,
- Obslužné procesy.

Obecně řečeno řídicí procesy slouží ke koordinaci celého podniku nebo jeho částí, jsou zaměřovány na plánování, rozhodování a kontrolu za účelem dosažení stanovených cílů. Transformační procesy jsou činnosti převádějící výrobní faktory (práce, půda a kapitál) na zboží nebo služby. Obslužné procesy jsou soubor podpůrných služeb, jehož cílem je zajistit fungování ostatních podnikových procesů společnosti. (Dubovec, 2017, s. 34)

Zlepšování podnikových procesů tvoří základ konkurenceschopnosti a udržení společnosti na trhu. Potřeba zlepšování podnikových procesů vychází z neustále se měnícího prostředí trhu, který je ovlivňován například novými technologiemi a globalizací. Zlepšování podnikových procesů umožňuje společnostem v ekonomicky obtížných časech zefektivnit své procesy, čímž dojde k úspoře peněz a na druhé straně, v dobách ekonomické prosperity, zlepšit své produkty a služby za účelem zisku nových zákazníků. Zlepšováním a řízením podnikových procesů se zabývá Business Process Management (BPM). (Harmon, 2014, s. 17-19)

2 LOGISTIKA

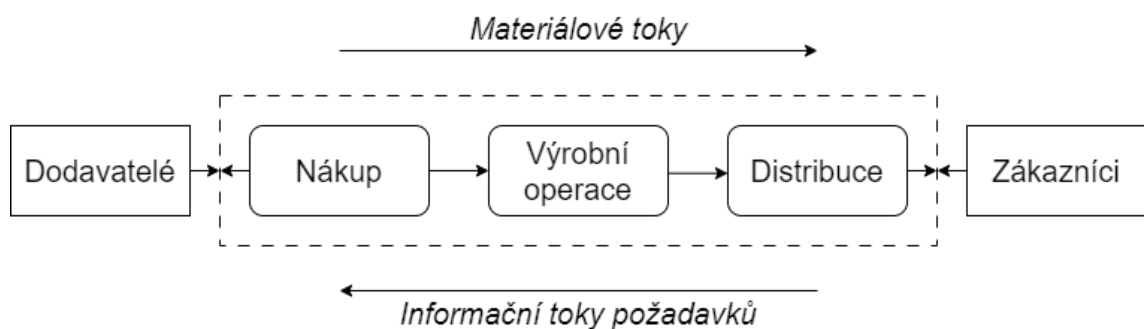
Logistika je klíčovou disciplínou pro úspěšné fungování moderního světa, ovšem její počátky sahají až do starověku ke stavbě pyramid. Její význam v dnešním světě se stále zvyšuje v návaznosti na růst globalizace. V odborné literatuře je k dispozici mnoho definic logistiky. Například Christopher (2016, s. 2) definuje logistiku jako plánovací orientaci a rámec, který se snaží vytvořit jediný plán pro tok produktů a informací vedoucí zkrze podnik. Podle Grose (2016, s. 25) je logistika nejlépe charakterizována jako součást řízení dodavatelského řetězce, jež plánuje, realizuje a efektivně řídí toky výrobků, služeb a příslušných informací od místa původu až do místa spotřeby a skladování zboží, aby bylo dosaženo požadavků konečného zákazníka.

Důležitým pojmem, který se váže na logistiku je supply chain management (SCM). Oproti logistice je tento pojem relativně nový. SCM se zaměřuje na řízení celého dodavatelského řetězce a s ním spojenou správu vztahů s cílem dosáhnout nejvýhodnějšího výsledku pro všechny strany nacházející se v tomto řetězci. SCM lze také definovat jako síť závisle propojených organizací, které vzájemně spolupracují na kontrole, správě a zlepšování toků materiálu a informací od dodavatelů až po koncové uživatele. (Christopher, 2016, s. 2-3)

Logistika a SCM jsou tedy úzce propojené a spolupracují na dosažení společného cíle, kterým je doručení zboží, služby nebo informace zákazníkovi co nejefektivnějším způsobem, s nejnižšími náklady v co nejnižším čase. Efektivní logistika a supply chain management mohou být obrovským zdrojem konkurenční výhody společnosti. Úspěšné společnosti mají výhodu buď v nákladech nebo výhodu hodnoty a nebo při nejlepší kombinaci obou. Tradičně bylo tvrzeno, že hlavním způsobem snižování nákladů je dosažení většího objemu prodeje a zejména zlepšením tržního podílu. Ovšem v dnešní době je velká část z ceny výsledného produktu ovlivněna vnějšími faktory, které společnost není schopna přímo ovlivnit. Lze tedy tvrdit, že je stále více jednodušší prostřednictvím lepší logistiky a řízení dodavatelského řetězce dosáhnout efektivnosti a produktivity, což vede k výraznému snížení jednotkových nákladů. Primárně je výhoda hodnoty obsažená v samotném produktu dodávaném zákazníkovi, ovšem kromě toho může hodnotu přidat i služba. Pro některé zákazníky je například doba doručení zásadním rozhodovacím faktorem při pořizování produktu. (Christopher, 2016, s. 4-7)

2.1 Podniková logistika

Dupař (2018, s. 17) řadí podnikovou logistiku jako součást tzv. mikrologistiky, která zahrnuje podnikové systémy ve výrobě a oběhu. V rámci podnikové logistiky jsou řízeny toky materiálu a informací, což zahrnuje plánování, organizaci, realizaci a kontrolu toku materiálu a informací, za účelem splnění potřeb zákazníka. Řízení podnikových toků je důležité pro zajištění optimálního využití zdrojů, minimalizaci zásob, minimalizaci rizik a maximalizaci zisku. Základní schéma podnikové logistiky včetně podnikových toků zobrazuje obrázek 2.



Obrázek 2 – Základní schéma podnikové logistiky (vlastní zpracování dle Christopher, 2016, s. 12)

2.1.1 Typy toků v podniku

Macurová, Klabusayová a Tvrdoň (2018, s. 1) charakterizují logistický tok jako posloupnost stavů pohybu a přerušení pohybu vzájemně závislých procesů. Logistické toky dále dělí na:

- Fyzické toky,
- Informační toky,
- Peněžní toky.

Cílem fyzického neboli materiálového toku je udržení plynulého, nepřetržitého pohybu materiálů nebo zboží až po konečného zákazníka. Zájmem podniku je, aby tento pohyb probíhal v co nejkratším čase. Aby se zabránilo hromadění zásob musí být tok koordinován. Pro plynulý koordinovaný tok se často používá označení synchronní. Příklady fyzického toku jsou toky materiálů, rozpracovaných výrobků, hotových výrobků, obalů a také odpadů. (Harrison, Skipworth, Hoek a Aitken, 2019, s. 14)

Informační toky jsou založené na sdílení informací o poptávce konečných zákazníků. Toto sdílení vytváří řetězec poptávky zaměřený na poskytování přidané hodnoty zákazníkovi.

Informační toky jsou realizovány pomocí informačních technologií, které umožňují rychlé sdílení dat o poptávce a nabídce. Integrováním dat o poptávce a nabídce, lze získat přesnější obraz o povaze podnikových procesů, trzích a koncových zákaznících. Mezi informační toky se řadí například požadavky zákazníků, řídicí informace a informace o proudění fyzického toku. (Harrison, Skipworth, Hoek a Aitken, 2019, s. 16)

Penežní neboli finanční toky jsou pohyby peněz v rámci podniku. Jedná se o toky, které vznikají v důledku podnikových aktivit spojených s fyzickými a informačními toky, jako například nákupů, prodejů, plateb dodavatelům a investic. (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018)

2.1.2 Logistický cíl

Plnění logistického cíle je klíčovým faktorem pro úspěch jakéhokoliv podniku. Podle Macurové, Klabusayové a Tvrdoň (2018, s. 3) je logistický cíl souhrnem všech dílčích cílů, které je potřebné plnit současně. Tyto cíle je třeba plnit tak, aby byl tento výsledek opakovatelný. Jednotlivé dílčí cíle jsou dodány:

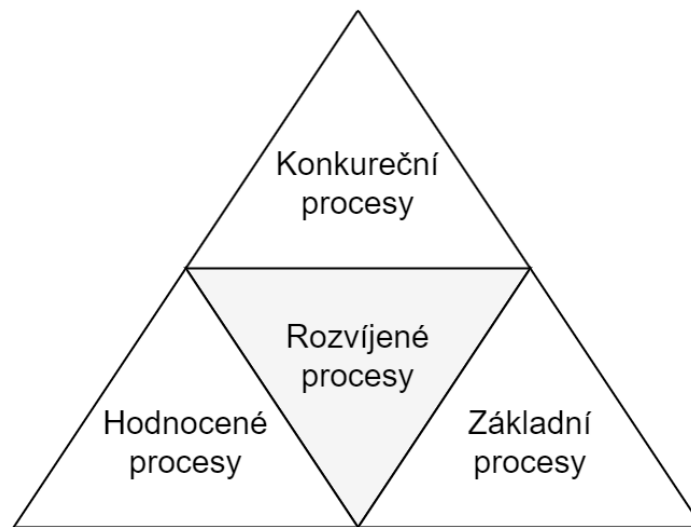
- Správných výrobků, materiálu či služeb,
- Na správné místo,
- Ve správném čase,
- Ve správné kvalitě,
- Ve správném množství,
- Za správnou cenu.

2.1.3 Podnikové logistické procesy

Existuje několik různých konceptů, které se snaží rozlišit typy a význam logistických procesů relevantních pro jakoukoliv společnost. Rushton, Croucher a Baker (2017, s. 121-122) uvádí jako nejvíce užitečný procesní trojúhelník, založený právě na 3 kategoriích procesů:

- Základní procesy - nejsou skutečně považovány za zásadní pro podnikání, ale jsou přesto předpokladem,
- Hodnocené procesy - důležité pro zákazníka a musí splňovat minimální standardy, aby firma mohla uspět na daném trhu,

- Konkurenční procesy - dobrá praxe a excelence v těchto procesech poskytnou konkurenční výhodu a zajistí, že společnost bude aktivní a úspěšná prostřednictvím svých logistických operací,
- Rozvíjené procesy – vznikají jako zbytek procesů, které nebyly zařezeny do ostatních 3 kategorií, zahrnuje všechny procesy na kterých je třeba dále pracovat pro získání nebo udržení konkurenceschopné pozice na trhu.



Obrázek 3 – Procesní trojúhelník (vlastní zpracování dle Rushton, Croucher a Baker, 2017, s. 122)

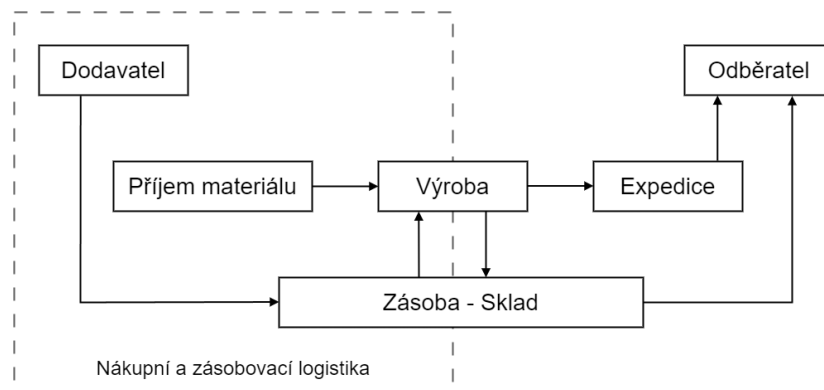
Dupař (2018, s. 18-23) dělí podnikové procesy dle jejich účelu v podniku do 3 kategorií:

- 1) Nákupní a zásobovací logistika,
- 2) Výrobní logistika,
- 3) Distribuční logistika.

S těmito kategoriemi podle Dupařa (2018, s. 19) dále blíže souvisí tzv. zabezpečovací systémy, ke kterým řadí: Skladování, dopravu, manipulaci, balení výrobku (obalové hospodářství), organizace a organizační struktura, informační systémy, personální zabezpečení, legislativa a právní vztahy, controlling.

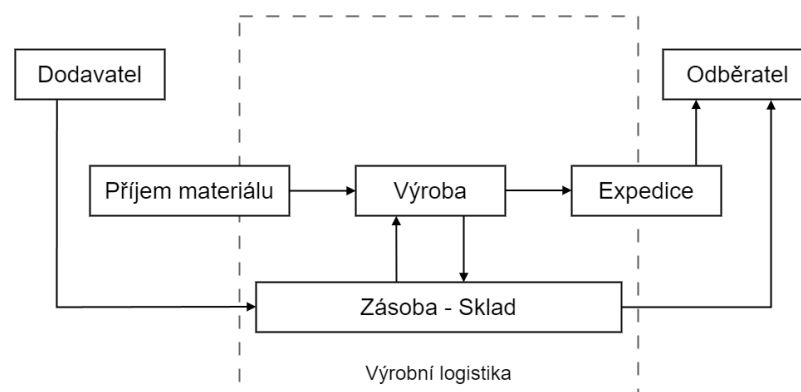
Nákupní a zásobovací logistika se skládá z procesů, které se týkají každé zakázky nebo obchodní příležitosti, bez ohledu na to, zda byly realizovány či nikoliv. Tyto procesy zahrnují reakce obchodního oddělení na poptávku nebo zakázku během jednání. Mezi hlavní cíle nákupní a zásobovací logistiky patří zajištění kvalitního zpracování nabídky včetně rozhodnutí o termínu, ceně, způsobu a místě dopravy. Dalším hlavním cílem je zabezpečení

výroby a provozní činnosti podniku. Ohraničení nákupní a zásobovací logistiky zobrazuje obrázek 4. (Jurová, 2016, s. 190-191)



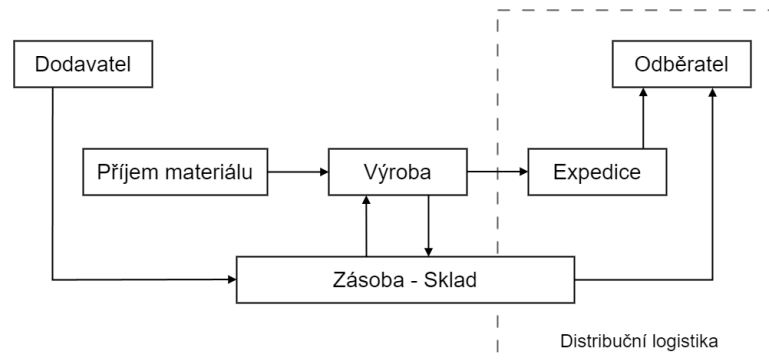
Obrázek 4 – Ohraničení nákupní a zásobovací logistiky
(vlastní zpracování dle Dupal, 2018, s. 21)

Výrobní logistika se zaměřuje na řešení a optimalizaci toku materiálu, vytváření manipulačních systémů, efektivní využití prostoru, pracovních podmínek a skladování. Tyto úkoly se týkají produktu a provozního řízení výrobního procesu. Obrázek 5 ukazuje ohraničení výrobní logistiky. (Jurová, 2016, s. 190-191)



Obrázek 5 – Ohraničení výrobní logistiky (vlastní zpracování
dle Dupal, 2018, s. 21)

Distribuční logistika zahrnuje celý proces od příjmu produktů na skladě, přes jejich balení, expedici a dopravu přes hranice podniku až k zákazníkovi. Cílem je najít efektivní způsoby a modely pro řešení distribuce, sledování a zajištění rychlého doručení produktu zákazníkovi, včetně spolupráce s dopravci, velkoobchody a maloobchody. Distribuční logistika například řeší problémy ohledně: skladovacích prostor, skladovaných zásob a efektivní dělení dodávek. Procesy distribuční logistiky se v podniku často odvíjejí od výrobního programu, prostorového rozdělení výroby a časové struktury výroby. Ohraničení distribuční logistiky je vymezeno v obrázku 6. (Jurová, 2016, s. 190-191)



Obrázek 6 – Ohraničení distribuční logistiky (vlastní zpracování dle Dupal', 2018, s. 22)

2.2 Skladování

Skladování je logistický proces zahrnující činnosti a operace, které se týkají správy zásob a skladování zboží. Skladové prostory jsou klíčovými částmi většiny moderních dodavatelských řetězců. Jsou zapojeny do různých fází nakupování materiálu, výroby a distribuce zboží, od nakládání se surovinami a zbožím ve výrobě po hotové produkty. Jsou kritickým faktorem pro zajištění vysoké úrovně zákaznického servisu. Skladové prostory musí být navrženy a provozovány v souladu s konkrétními požadavky celého dodavatelského řetězce. (Rushton, Croucher a Baker, 2017, s. 291)

Skladové hospodářství hraje významnou roli v řetězci mezi výrobou a spotřebou. Jeho úkolem je synchronizovat transformační procesy v podniku od vstupů do výroby až po prodej hotových výrobků. Hlavním cílem skladového hospodářství je zajistit plynulý tok materiálu do výroby, vhodné uskladnění rozpracované výroby v mezi-skladových prostorech a ochranu hotových výrobků. Důležitým kritériem pro posouzení úrovně skladového hospodářství v podniku je efektivní plnění těchto funkcí za přiměřené náklady. (Dupal', 2018, s. 111)

2.2.1 Funkce skladů

Funkcí skladování v rámci logistického procesu je přijímání, uchovávání a vydávání zásob produktů, a také manipulace s nimi a poskytování informací o jejich stavu, podmínkách a umístění. V tradičním pojetí je sklad považován jako bod, který vyrovnává výkyvy mezi výrobou a poptávkou. Na druhé straně, v současném tahovém pojetí sklad slouží jako průtokové centrum, které zlepšuje zákaznický servis tím, že posouvá zásoby blíže k zákazníkům. Tyto systémy jsou založeny na informacích a monitorování poptávky. V

každém případě je skladování často náročné na fyzickou práci a může způsobovat vysoké náklady pro podnik. (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018, s. 221)

Macurová, Klabusayová a Tvrdoň (2018, s. 221) vymezují 5 základních funkcí skladování:

- Vyrovňovací funkce – vyrovňování rozdílné výroby a spotřeby v čase,
- Zabezpečovací funkce – tvoří ochranu před nepředvídatelnými riziky,
- Komplementační funkce – tvorba druhů sortimentu dle požadavků zákazníka,
- Spekulativní funkce – uskladnění za účelem pozdějšího prodeje za vyšší cenu,
- Zušlechťovací funkce – změna v jakosti zboží ve spojitosti s výrobním procesem.

2.2.2 Skladové operace

Každý sklad by měl být navržen podle specifických požadavků vlastního logistického řetězce. Nicméně, existují určité operace, které jsou společné pro většinu skladů, a to bez ohledu na to, zda se jedná o základní sklad s jednoduchým vybavením, nebo o vysoce automatizovaný sklad se sofistikovanými systémy pro skladování a manipulaci s materiály. (Rushton, Croucher a Baker, 2017, s. 294)

Dupal (2018, s. 111) dělí základní skladové operace do 3 kategorií.

- Přesun produktů – může zahrnovat příjem, zaskladnění, kompletaci dle objednávky, přemístění a odeslání nebo expedici.
- Uskladnění produktů – lze provádět na přechodné nebo časově omezené bázi.
- Přenos informací o skladovaných produktech – dnes jsou pohyby produktů již často zaznamenávány čtečkami čárových kódů do podnikového informačního systémů (ERP).

2.3 Řízení zásob

Podle Macurové, Klabusayové a Tvrdoň (2018, s. 145) jsou zásoby neoddělitelnou součástí výrobních, obchodních a distribučních subjektů. Vyskytují se v různých formách, například materiál, suroviny, paliva, nářadí, obaly, náhradní díly, polotovary a hotové výrobky. Podle vztahu k průběhu toků lze zásoby členit na:

- zásoby v bodech rozpojení (ve skladech),
- zásoby v materiálovém toku.

Jurová (2016, s. 224) uvádí pozitivní a negativní významy zásob:

1) Pozitivní význam:

- Řešení časového, místního, kapacitního a sortimentního nesouladu mezi výrobou a spotřebou,
- Možnost uskutečňovat přírodní a technologické procesy ve vhodném rozsahu,
- Krytí nepředvídaných výkyvů a poruch.

2) Negativní význam ve:

- Vázanosti kapitálu,
- Spotřebě práce a prostředků,
- Riziku znehodnocení, nepoužitelnosti či neprodejnosti,
- Ohrožení likvidity.

Existuje řada důvodů, proč by společnost udržovala zásoby různých produktů. Při plánování jakéhokoli distribučního systému je nezbytné, aby si společnost byla důvodů vědoma a zajistila adekvátní stavy velikostí zásob. Nejdůležitějším důvodem pro udržování zásob je poskytnutí bezpečnostní zásoby (buffer) mezi nabídkou a poptávkou. Je to proto, že je téměř nemožné synchronizovat nebo vyvážit různé požadavky poptávek s nejistotou dodávek. Důvody pro držení zásob mohou být například: snížení výrobních nákladů, přizpůsobit se variacím v poptávce, přizpůsobit se nestálým časům dodávek, snížení nákupních nákladů, využití množstevních slev při nákupu, poskytování okamžitých služeb zákazníkům nebo snížení prostojů ve výrobě způsobených nedostatkem náhradních dílů. (Rushton, Croucher a Baker, 2017, s. 238)

Podle Rushtona, Crouchera a Bakera (2017, s. 239) existuje několik různých typů zásob, které lze najít v dodavatelských řetězcích společností. Tyto zásoby jsou umístěny na strategických pozicích v logistické síti firmy a zejména na rozhraní s dodavateli či zákazníky. Mezi tyto hlavní kategorie patří: materiál, komponenty a obaly, rozpracovaná výroba, dokončené produkty a náhradní díly.

Dále Rushton, Croucher a Baker (2017, s. 239-241) stanovují, že v rámci výše zmíněných kategorií lze zásoby rozdělit do dalších kategorií, kterými jsou:

- Cyklické nebo pracovní zásoby – týkají se množství zásob dostupných pro běžnou nebo průměrně očekávanou poptávku v daném období, mimo bezpečnostních zásob,
- Bezpečnostní zásoby – pokrývají nepředvídatelnost výkyvů v poptávce,
- Spekulativní zásoby – jsou drženy pro finanční zisk plynoucí z budoucího nárůstu ceny držovaných zásob,
- Sezóní zásoby – jsou skladovány kvůli očekávanému významnému nárůstu poptávky.

2.4 Výrobní logistika

Soubor logistických procesů ve výrobě se označuje jako výrobní logistika nebo také řízení operací (je důležité odlišovat pojmy řízení operací a operační řízení). Výrobní logistika je definována jako soubor vzájemně souvisejících a spolupracujících procesů, které dodávají vstupy do transformačního procesu, jež je přeměňuje na výstupy. Tuto myšlenku je potřeba dále vložit do širšího kontextu dodavatelského řetězce a pochopit, že řízení operací se zabývá procesem přeměny mezi nákupem a skladováním a distribucí hotových výrobků. (Rushton, Croucher a Baker, 2017, s. 201)

Fyzický tok z hlediska vstupů, jejich transformace ve výrobním procesu a výstupů tvoří jako systém řízení výroby podstatnou část logistiky. Z toho důvodu je třeba funkci logistika brát průřezově. Typickými logistickými úlohami jsou například dodání materiálů do podniku a následně do výroby či nákupního skladu (zásobovací logistika), doprava polotovarů mezi výrobními úseky (vnitropodniková logistika) nebo dodávky zákazníkovi (distribuční logistika). Vzhledem k této průřezové funkci existuje velmi těsná spojitost výrobní logistiky s operačním managementem výroby, který závisí na přímé vazbě na hmotný tok. (Dupal, 2018, s. 59)

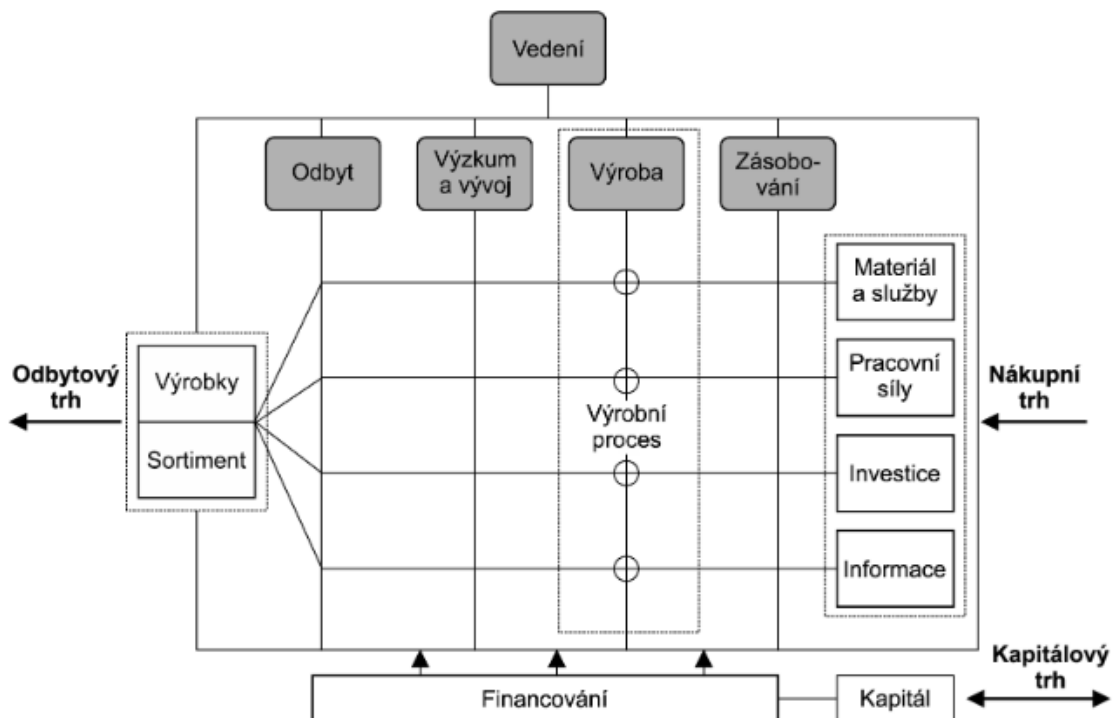
Dupař (2018, s. 60) udává několik výrazných zlepšení v podnikovém systému, kterých může být dosaženo synergickým efektem mezi výrobní logistikou a operačním managementem výroby.

- 1) Logistika zkracuje dobu nutnou na doplnění zásob, poskytuje výrobě větší pružnost a snižuje celkovou dobu potřebnou na plnění objednávek.
- 2) Zavedení výrobních a logistických strategií, které umožňují například snížení doby na přestavení výrobní linky, nebo minimalizaci stavu průměrných zásob.
- 3) Uplatnění logistických modelů, které vedou ke snížení dodací doby součástek a dílů.
- 4) Provádění výroby výrobků s nízkou obrátkou zásob pouze na základě přijatých objednávek.
- 5) Spolupráce v oblasti výrobního plánování zkracuje cyklus plánování výroby.

S tímto synergickým efektem mezi výrobní logistikou a operačním managementem výroby také úzce souvisí rozdělení systémů na tahové (pull) a tlakové (push). Tlakový systém je založen na principu výroby zboží na základě očekávání poptávky. Tento systém na jedné straně umožňuje skoro okamžitou distribuci výrobku zákazníkovi po zadání objednávky, ovšem zásadní problém v tomto systému se objevuje v případě velké časové mezery mezi dokončením výroby a distribucí zboží, kdy podnik musí vynaložit náklady na skladování výrobku. Z tohoto důvodu tlakový systém vyžaduje vysokou úroveň přesnosti předpovědi poptávky, která musí být prováděna s ohledem na dodací lhůty dodavatelů a požadavky zákazníků. Na druhou stranu v tahovém systému je výroba zahájena až objednávkou zákazníka, žádný z výrobku není vyráběn pro skladování. (Rushton, Croucher a Baker, 2017, s. 204-205)

3 VÝROBNÍ SYSTÉMY

Výroba věcných statků a služeb umožňuje uspokojení potřeb zákazníka a je klíčovou součástí hodnototvorného řetězce. Efektivní fungování výrobních systémů je nezbytné pro dosažení konkurenční výhody a zajištění ekonomické existence firmy. Výrobní proces, který lze považovat za realizační část hodnototvorného procesu, je výsledkem cílevědomého lidského chování. Transformační proces využívá vstupních faktorů k vytvoření co nejhodnotnějšího výstupu. Výroba je tak účelnou kombinací faktorů za účelem vytvoření věcných výkonů nebo služeb a realizuje se pomocí podnikového výrobního systému. (Tomek a Vávrová, 2014, s. 26)



Obrázek 7 – Schéma postavení výrobního systému v podniku (Jurová, 2016, s. 114)

Obrázek 7 ukazuje základní schéma zasazení výrobního systému v podniku. Vztah mezi funkcemi a obsahem managementu výrobního systému je závislý na specifické typologii podniků, která se může vyznačovat mnoha různými charakteristikami. Nicméně existuje soubor základních cílů a nástrojů managementu výrobních procesů, které jsou určovány podstatou a cíli ekonomiky výrobního systému. Pokud je výroba chápána jako proces, který přidává hodnotu k zdrojům a vytváří produkty nebo služby pro zákazníky nebo trhy, je nezbytné zajistit ekonomicky optimální výrobní proces z hlediska podnikové ekonomiky. Základním principem hospodaření v tomto případě je nalezení optimálního poměru mezi zhodnocením vstupů a výstupů. (Jurová, 2016, s. 93)

Jurová (2016, s. 93) definuje 3 cíle ekonomiky výrobního systému:

- zhotovení produktů, výrobků a poskytnutí potřebných služeb (věcný cíl),
- naplnění potřebných hospodářských výsledků (hodnotový cíl),
- průběh výrobního procesu zajistit za realizace podnikových i společenských humánních snah (humánní cíl).

3.1 Členění výrobního procesu

V dnešní době se způsob organizace výrobního procesu a jeho struktura mohou odvodit od vztahů se zákazníky. Pokud je výroba specifikována přímo zákazníkem, nazývá se tento typ organizace zakázková výroba. V případě, kdy firma nezná konkrétního zákazníka a vyrábí pro trhy, se tato forma organizace nazývá výroba na sklad. (Jurová, 2016, s. 105)

Jurová (2016, s. 105) dále dělí výrobní proces podle:

- Míry plynulosti technologického procesu:
 - Výroba plynulá (kontinuální) – technologický proces se nepřerušuje,
 - Výroba přerušovaná (diskontinuální) – technologický proces je přerušován potřebou provést netechnologické procesy.
- Podle typu výroby:
 - Kusová výroba – výroba velkého množství různých druhů výrobku v malých množstvích,
 - Sériová výroba – výroba stejného druhu v opakujících se sériích,
 - Hromadná výroba – výroba velkého množství menšího počtu druhů produktů.

3.2 Plánování a řízení výroby

Řízení výroby je oblast, která se zabývá plánováním, organizací a kontrolou výrobního procesu. Cílem řízení výroby je zajistit efektivní využití vstupních faktorů, jako jsou materiály, stroje a lidská práce, pro dosažení maximálního výstupu. Jedná se o problematiku spojenou s plánováním a koordinací materiálových toků v průběhu výroby v podniku, která je nedílnou součástí logistického nebo dodavatelského řetězce. Řízení výroby nelze chápat pouze jako fyzický reprodukční proces, ale jako systém pojmů a nástrojů výrobního

managementu, který zahrnuje plánování, řízení a kontrolu procesů výroby za účelem vytvoření hodnoty a konkurenční výhody firmy. (Gros, 2016, s. 121)

Plánování výroby je proces, který určuje, co se bude vyrábět a v jaké kvalitě, kdy se to bude vyrábět, kde a s jakými zdroji. Základními úlohami plánování výroby jsou plánování odváděné výroby, které zahrnuje plánování výrobního programu a tvorbu tzv. hlavního výrobního plánu, plánování zadávané výroby neboli lhůtové a kapacitní plánování a rozvrhování výroby. Řízení výroby zahrnuje zadání úkolů do výroby a řízení průběhu výroby podle plánu. Cílem řízení výroby je optimalizovat výrobní proces, minimalizovat časové a materiálové ztráty a zvýšit výkonnost a kvalitu výroby. Toho lze dosáhnout pomocí efektivního plánování a koordinace pracovníků, strojů a dalších výrobních prostředků. (Macurová, Klabusayová a Tvrdoň, 2018, s.175)

3.3 Výrobní linky

Výrobní linka je soubor jednotlivých pracovišť, jehož cílem je vyrábět co nejkvalitnější produkty při co nejnižších nákladech. Jurová (2016, s. 122-167) dělí výrobní systémy na:

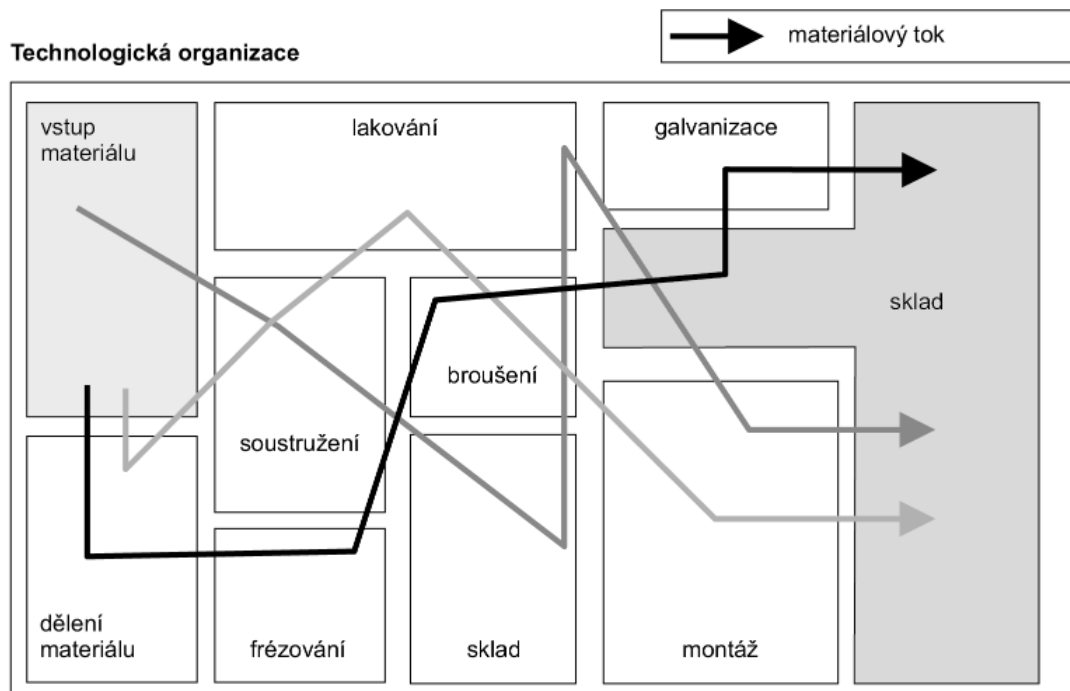
- 1) Pracoviště – základní organizační buňka výrobního procesu, vykonává jednotlivé operace,
- 2) Výrobní úsek – soustava pracovišť sdružená do organizačního celku, která vyrábí uzavřený soubor dílců,
- 3) Výrobní jednotka – sdružení výrobních úseků, které uzavírají výrobní proces montážního celku nebo souboru tohoto celku.

V souvislosti s těmito definicemi lze výrobní linku považovat jako výrobní úsek nebo výrobní jednotku v závislosti na dané situaci.

Jurová (2016, s. 122-167) také definuje 3 způsoby rozmístění pracovišť v rámci výrobních linek, dle druhu a úrovně specializace výrobního procesu, materiálového toku a průběhu výrobního procesu v čase:

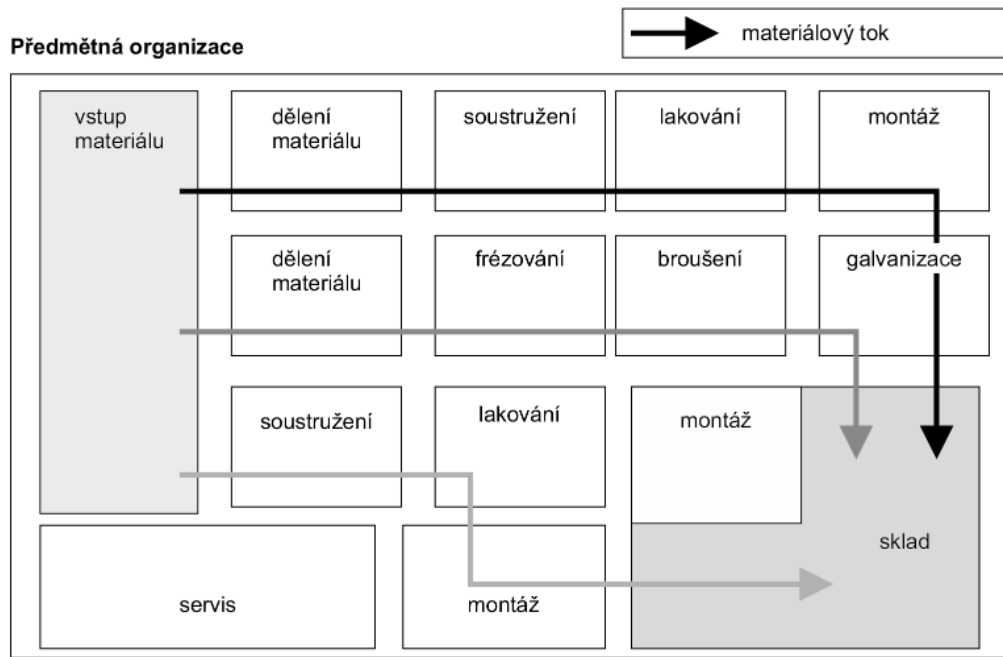
- 1) Technologické uspořádání,
- 2) Předmětné uspořádání,
- 3) Buňkové uspořádání.

Technologické (skupinové) uspořádání je specifické orientací na výrobní proces. Výrobní operace jsou spojeny dle jejich příbuznosti. Vhodné využití tohoto způsobu je například při využívání drahých zařízení a při výrobě širokého portfolia výrobků. Technologické rozmístění přináší také jisté nevýhody, mezi které patří například složité řízení výroby a vyvažování kapacit, náročná manipulace, nerovnoměrný materiálový tok a dlouhé průběžné časy výroby. (Jurová, 2016, s. 122-167)



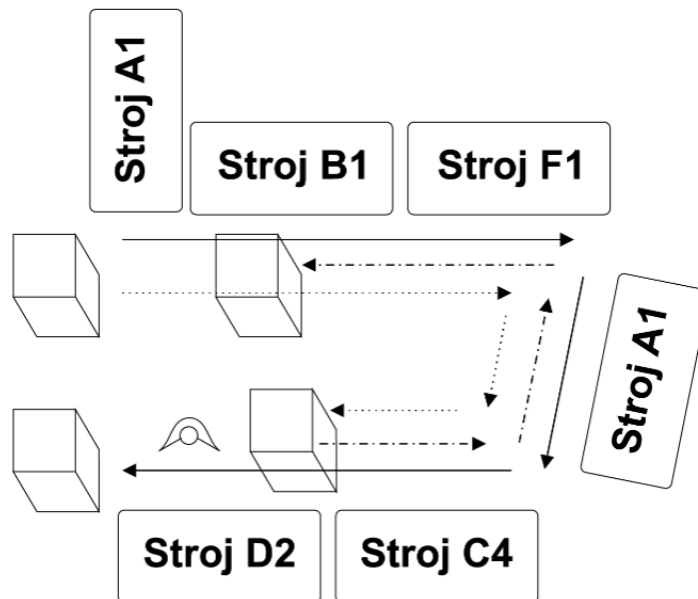
Obrázek 8 – Technologické uspořádání pracovišť (Jurová, 2016, s. 122-167)

Předmětné uspořádání se vyznačuje zaměřením na výrobek a vytvořením menších výrobních jednotek, které zajišťují kompletní zpracování částí výrobků. V rámci této formy organizace je důležité provést analýzu výrobního sortimentu a upravit konstrukci a technologii. Poté je možné vytvářet výrobní buňky, což decentralizuje a usnadní řízení na výrobní úrovni. Nicméně při změně výrobního programu se může objevit problém s využitím výrobní základny a její kapacity. (Jurová, 2016, s. 122-167)



Obrázek 9 – Předmětná organizace pracovišť (Jurová, 2016, s. 122-167)

Buňkové uspořádání je založeno na kombinaci výhod technologického a předmětného uspořádání. Umožňuje výrobu směsi malých a středních objemů více druhů komponent pomocí linkového způsobu. Tento způsob organizace spočívá v prostorovém seskupení strojů s různou technologií, které umožňují zpracovávat podobné komponenty v rámci tzv. výrobních rodin. Vytvoření těchto rodin je založeno na analýze technologických postupů, kusovníků a plánů zadávané výroby. (Jurová, 2016, s. 122-167)



Obrázek 10 – Buňkové uspořádání pracovišť (Jurová, 2016, s. 122-167)

4 APLIKOVANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

4.1 Princip štíhlého myšlení a Just-In-Time

Jedním ze způsobů, jak zvýšit kontrolu procesů a zlepšit spolehlivost plánů lze dosáhnout pomocí redukce procesů nepřidávajících hodnotu a plýtvání. Redukcí těchto procesů se zabývá princip štíhlého myšlení. Princip štíhlého myšlení a Just-In-Time (JIT) mají podobné kořeny v japonské společnosti Toyota Motor Company. (Harrison, Skipworth, Hoek a Aitken, 2019, s. 260-261)

4.1.1 Princip štíhlého myšlení

Harrison, Skipworth, Hoek a Aitken (2019, s. 262-263) definují 7 typů plýtvání v rámci principu štíhlého myšlení, které lze odstranit mapováním procesů:

- 1) Nadvýroba – nadprodukce vytváří nerovnoměrnost toku materiálu, což snižuje kvalitu a produktivitu. Často je to největší zdroj odpadu,
- 2) Čekání – může nastávat u operátorů, materiálu a například zákazníků,
- 3) Přesun – přesouvání výrobku od jedné výrobní linky ke druhé netvoří přidanou hodnotu,
- 4) Zbytečné procesy – mohou se vyskytovat například pokud výrobní postupy nejsou přímo určeny pro dané výrobní linky,
- 5) Zbytečné zásoby – jsou v nich vázány finanční prostředky,
- 6) Zbytečné pohyby – přetěžují zaměstnance a nevytváří přidanou hodnotu,
- 7) Neshodné výrobky – čím déle vada zůstává neodhalena, tím větší náklady budou muset být vydány na její nápravu.

Štíhlá logistika aplikuje princip štíhlého myšlení na oblast logistiky. Představuje významnou filozofii v oblasti znalostí a implementace nástrojů sloužících k eliminaci činností v různých částech dodavatelského řetězce, jež nepřidávají přidanou hodnotu. Její hlavní výhody spočívají v snižování nákladů, zvýšení produktivity a také získání spolehlivého toku informací. Štíhlá logistika integruje služby a výrobní procesy takovým způsobem, aby nedocházelo k jejich přerušení. Dochází k tomu aplikováním logistických cílů dodávat s minimálními náklady, v minimálním čase, přesném množství a podobě. Aplikováním principů štíhlé logistiky lze učinit podnikovou logistiku flexibilnější. Štíhlá logistika se

dotýká procesů plánování, nakupování, skladování a doručování, ale pro její spolehlivé fungování je třeba zavést organizační disciplínu. (Chable, Fierro, Martínéz a Campos, 2022, s. 2-4)

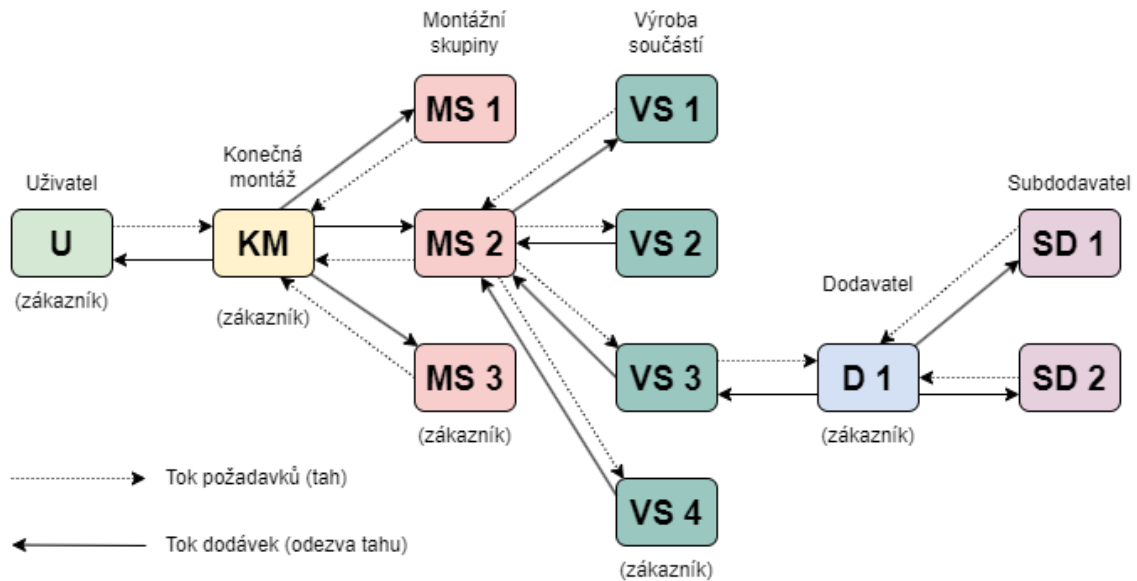
Štíhlá výroba aplikuje princip štíhlého myšlení na oblast výroby. Wilson (2010, s. 10-11) definuje štíhlou výrobu jako plně integrovaný a neustále se vyvíjející výrobní systém, založený na pevných základech procesů a kvality produktu, který se soustředí na kvantitativní kontrolu, čímž redukuje náklady na eliminaci plýtvání. Wilson (2010, s. 10-11) používá termín štíhlá výroba zaměnitelně s pojmem Toyota Prudction System.

Hlavním cílem štíhlé výroby je odstranění všech typů plýtvání a aktivit bez přidané hodnoty v každém stádiu výrobního procesu. Štíhlá výroba využívá efektivněji výrobní vstupy, čímž snižuje potřebu výrobního místa, nástrojů a zaměstnanců. Sinkamba, Matindana a Mgwatu, (2023, s. 27-28) uvádějí 5 základních principů štíhlé výroby:

- 1) Specifikace hodnoty zákazníka na základě konečného produktu,
- 2) Vytváření toku aktivit vedoucí k identifikaci přidané a nepřidané hodnoty,
- 3) Vytváření toku aktivit od první aktivity až po poslední v procesu výroby produktů,
- 4) Výroba a dodávání pouze zákazníky požadovaných produktů,
- 5) Výroba produktů dokonale odpovídajících požadavkům zákazníka bez jakéhokoli odpadu nebo vad.

4.1.2 Princip Just-In-Time (JIT)

Kromě toho, že JIT představuje základní filozofii pro organizování moderního výrobního podniku v rámci logistického řetězce, který zahrnuje zákazníka, výrobce a dodavatele, je také považován za jednu z metod pro plánování a řízení výroby. Metoda JIT využívá principu tahu, v rámci kterého se vyrábí pouze množství požadované zákazníkem. JIT se zaměřuje na zajištění plynulosti toku materiálu tak, aby byl doručen zákazníkovi v přesně stanovený čas, což pomáhá zkrátit průběžnou dobu výroby snížením čekacího času a času na přetypování stroje. JIT pracuje s variabilními velikostmi výrobních dávek a klade důraz na vyváženost materiálového toku, která je pro něj důležitější než maximální využití kapacity. Cílem JIT je jednostranný materiálový tok a dodržování principů skupinové technologie s důrazem na standardizaci. Komplexitu toků požadavků a dodávek v systému JIT zobrazuje obrázek 11. (Jurová, 2013, s. 210-211)

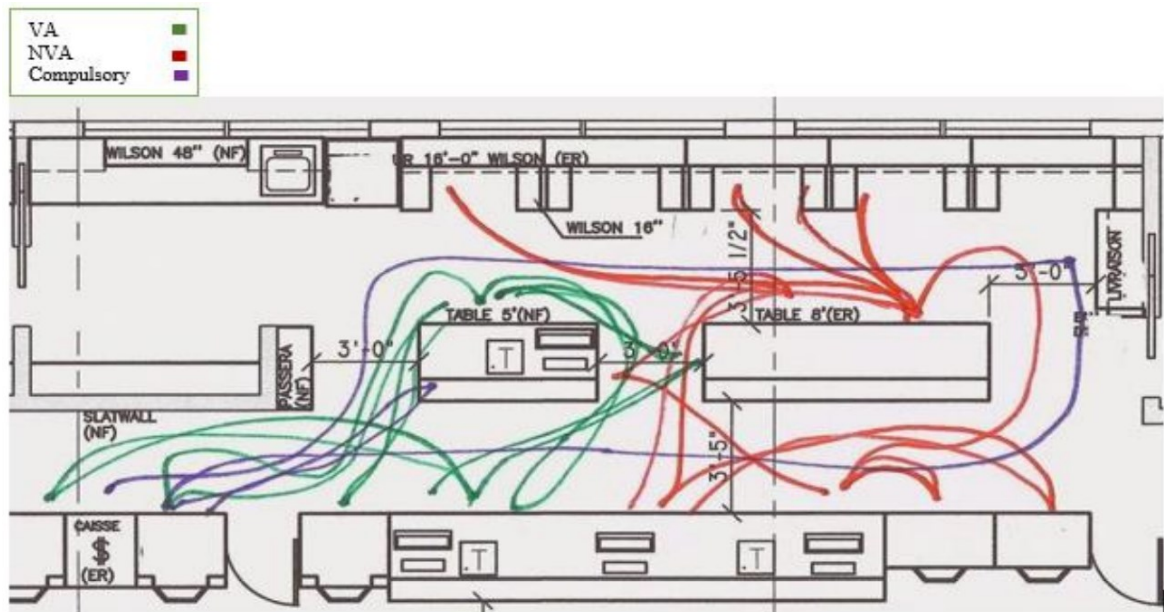


Obrázek 11 – Model zobrazující komplexitu toků požadavků a dodávek v systému JIT (vlastní zpracování dle Jurová, 2013, s. 211)

4.2 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je prostý, ale efektivní nástroj pro vizualizaci pohybu osob a přepravy materiálů. Náznorné zobrazení tras přepravy pomáhá identifikovat oblasti, kde lze snížit zbytečné pohyby a optimalizovat tok materiálů. Spaghetti diagram se běžně vytváří ručně na layoutu výrobního nebo skladovacího prostoru. Tento nástroj může být využit pro plánování výrobních procesů, optimalizaci skladování a transportu zboží, a zlepšení celkového toku materiálů v rámci výroby a logistiky. (Wilson, 2010, s. 127)

Spaghetti diagram může být použit k rychlému a efektivnímu vyhodnocení navržených změn layoutu. Existuje několik důvodů pro revizi a navrhování změn stávajícího rozvržení výroby, jako je potřeba úspory místa, snížení pracovní zátěže, zlepšení organizace práce a přizpůsobení se změnám výroby. Přesto je přestavba stávajícího výrobního prostoru komplikovaná kvůli různým omezením, jako je umístění technického vybavení, pohyb pracovníků a manipulačních zařízení, tok práce a bezpečnostní předpisy. Navíc mnoho stávajících podniků nemusí mít k dispozici 3D model, což komplikuje efektivní hodnocení změn rozvržení. Spaghetti diagram umožňuje efektivní hodnocení změn rozvržení menších výrobních prostor. V obrázku 12 je zobrazen názorný příklad spaghetti diagramu. Kromě zobrazení samotných pohybů jsou v tomto diagramu také rozlišeny typy na: nutné (compulsory), pohyby s přidanou hodnotou (VA) a pohyby bez přidané hodnoty (NVA). (Daneshjo, Rudy, Malega a Krnáčová, 2021, s. 573)



Obrázek 12 – Názorný příklad použití spaghetti diagramu (Poswa, Adenuga a Mpofu, 2022, s. 15)

4.3 Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis se zabývá hledáním kořenové nebo počáteční příčiny problému, jak napovídá její název. Tato metoda umožňuje podnikům vylepšit podnikové procesy, odstraněním nalezených kořenových příčin. Nalezení kořenové příčiny a řešení problémů u zdroje umožňuje odstranit problém. V případě nevyřešené kořenové příčiny problému může problém přetrvávat i po zavedení nápravných opatření. RCA zdůrazňuje složitost výrobních operací, protože není jednoduché rozlišit kořenové příčiny od příznaků a vyžaduje rozsáhlou analýzu systému. (Oliveira, Miguéis a Borges, 2023, s. 1-3)

Podle Andersena a Fagerhauga (2014, s. 6-7) RCA zahrnuje sekvenci 6 kroků:

- 1) Definice události – stručný popis události nebo odchylky, která spustila analýzu kořenových příčin,
- 2) Nalezení příčin – nalezení co nejvíce možných příčin problému,
- 3) Nalezení kořenové příčiny – určení počáteční příčiny problému,
- 4) Nalezení řešení – výběr řešení z více variant,
- 5) Implementace řešení – zabrání opakování události,
- 6) Měření a hodnocení – ověření, zda problém nepřetrval.

Nalezení kořenové příčiny v rámci RCA umožňuje například metoda 5x proč. Jedná se o nejzákladnější metodu pro nalezení kořenové příčiny. Jak vyplývá z názvu, metoda je založena na neustálém opakování otázky „Proč?“. Díky opakování je metoda schopna se dostat až ke kořenové příčině. Andersen a Fagerhaug (2014, s. 6-7) definují 4 kroky metody 5x proč.

- 1) Definování události, pro kterou se hledá kořenovou příčinu.
- 2) Položení otázky, proč k události došlo.
- 3) Definování příčiny předchozí otázky.
- 4) Opakování otázek a příčin, dokud není kořenová příčina nalezena.

4.4 Řízení rizik

Všechny podnikem učiněné rozhodnutí sebou nesou určitou míru rizika. Jelikož každý projekt nese určitou míru rizika, jsou kritéria úspěchu projektu často rozhodujícími faktory pro to, která rizika jsou stojí za to přijmout a která nikoliv. Většina organizací se často rozhoduje prioritně na základě cílů nákladů a harmonogramu, protože jsou snadno srozumitelné. Je však často nejasné, jaké budou účinky rozhodnutí ohledně nákladů a harmonogramu na technickou výkonnost projektu. Proto je nezbytná formální metodologie pro hodnocení těchto účinků a předvídatelných problémů, která by měla také pomoci najít praktická a efektivní řešení pro dosažení cílů projektu. Pro dosažení nejvyšších výhod není nutné, aby všechny projekty používaly formální přístup k řízení rizik. Avšak pro dosažení maximální efektivity, řízení rizik musí být systematickým procesem, který je uplatňován s disciplinovaným přístupem. (Pritchard, 2015, s. 3-4)

Pritchard (2015, s. 4) definuje 6 kroků řízení rizik:

- 1) Plánování řízení rizik – vytvoření infrastruktury pro řízení rizik projektu,
- 2) Identifikace rizik – popis událostí mající pozitivní nebo negativní vliv na projekt,
- 3) Kvalifikace rizik – vyhodnocení rizik nenumernými metodami,
- 4) Kvantifikace rizik – určení závažnosti rizik numerickým hodnocením pravděpodobnosti a dopadu,
- 5) Naplánování nápravných opatření – strategie řešení rizika nebo předcházení riziku,
- 6) Monitorování a kontrola rizika – realizace plánů reakce na rizika do praxe.

Každé posouzení rizika vyžaduje podrobné technické znalosti systémů nebo procesů, které jsou hodnoceny. Důležitá je schopnost definovat postižené systémy a také odezvu s i bez zásahu operátora, aby bylo možné provést platné posouzení. Důležité je rovněž umět identifikovat nežádoucí následky v případě selhání nebo špatného fungování zařízení a jeho součástí. Důkladná analýza a dokumentace této analýzy zlepšuje obhajitelnost výsledného posudku. Oponentní posudek by měl být proveden na všech posouzeních rizik použitých pro rozhodování. (Ostrom a Wilhelmsen, 2019, s. 251-252)

Jednou z metod určení závažnosti rizik je semikvantitativní rizikový model (Semiquantitative Risk Model). Semikvantitativní modely rizika používají kvalitativní data, ale hodnoty jsou vyjádřeny numerickým hodnocením rizika s využitím vzorce k výpočtu úrovně rizika. Výsledná úroveň rizika může být lineární nebo logaritmická v závislosti na použitém vzorci. Výhodou semikvantitativního modelu je možnost získat větší přesnost pomocí přidání definic zahrnující některé číselné rozsahy pro závažnost následků a pravděpodobnost výskytu. Přidání číselných rozsahů často pomáhá při porovnání a komunikaci úrovně rizika. Hodnoty používané v semikvantitativních modelech jsou obvykle určeny kvalifikovanými úsudky a zkušenostmi, často bez kvantitativních dat, a mají hodnotu pouze v porovnání s ostatními hodnotami. Příklad hodnocení rizik touto metodou zobrazuje tabulka 1. (Popov, Lyon a Hollcroft, 2016, s. 72)

Tabulka 1 – Příklad semikvantitativní hodnotící rizikové matice (5x4) (vlastní zpracování dle Popov, Lyon a Hollcroft, 2016, s. 72)

Pravděpodobnost výskytu rizika	Závažnost rizika			
	Zanedbatelné (1)	Málo významné (2)	Kritické (3)	Katastrofické (4)
Častá (5)	5	10	15	20
Pravděpodobná (4)	4	8	12	16
Občasná (3)	3	6	9	12
Velmi malá (2)	2	4	6	8
Nepravděpodobná (1)	1	2	3	4

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Vybraná společnost se během své stoleté historie, od svého založení jako malá rodinná firma vypracovala na jednoho z nejvýznamnějších výrobců a dodavatelů světelných a elektronických produktů pro automobilový průmysl. Dnes zaměstnává desítky tisíc zaměstnanců po celém světě. Z důvodu přání společnosti zůstat anonymní není v této kapitole zmíněno její jméno.

5.1 Historie společnosti

Společnost má dlouhou historii sahající do začátku 20. století. Původně byla založena jako malá rodinná firma, která se specializovala na výrobu a opravu kovových výrobků. Změna nastala v roce 1925, kdy byla společnost prodána novým majitelům. Ti se rozhodli zaměřit na výrobu světelných zařízení pro automobily. Nové vedení se ukázalo jako mimořádně úspěšné, neboť společnost se rychle stala jedním z nejvýznamnějších výrobců světelných součástí pro automobilový průmysl. V následujících letech se společnost stala známou svými technologickými inovacemi a vývojem nových produktů. V roce 1960 například představila první halogenovou žárovku pro automobilové světlomety, což byla revoluční změna, neboť halogenové žárovky byly výrazně účinnější než žárovky běžné. Dalším důležitým milníkem pro společnost bylo uvedení prvních xenonových světlometů pro automobily v roce 1991. Společnost se také specializuje na vývoj a výrobu LED světel pro automobily, které jsou stále populárnější díky své vysoké účinnosti a nízké spotřebě energie.

5.2 Produktové portfolio a základní charakteristika společnosti

Produkty této společnosti jsou nyní využívány mnoha automobilovými výrobci a zahrnují širokou škálu světelných a elektronických součástí pro interiéry vozidel, jako jsou například osvětlení interiéru, ovládací prvky a multimediální systémy. Společnost se také specializuje na výrobu LED a xenon světlometů, které jsou stále více populární díky své vysoké účinnosti a nízké spotřebě energie. Další významnou oblastí, ve které společnost působí, jsou senzory a řídicí systémy pro bezpečnost vozidel. Společnost je známá svými technologickými inovacemi a úzkou spoluprací s automobilovými výrobci po celém světě. Díky této spolupráci je společnost schopna vyvíjet a vyrábět výrobky, které odpovídají nejnovějším trendům a požadavkům v oblasti automobilového průmyslu.

Závody této společnosti se nacházejí v různých částech světa, což jí umožňuje lépe pokrýt celosvětový trh. Díky svému vývoji a výrobě kvalitních produktů se společnost stala jednou

z nejvýznamnějších firem ve svém oboru působení a v současné době pokračuje v rozšiřování svého produktového portfolia. Společnost také investuje do výzkumu a vývoje nových produktů, aby mohla lépe reagovat na potřeby trhu a zůstat konkurenceschopná. Společnost se také zaměřuje na nový trend elektromobility a v současné době vyvíjí světelné a elektronické produkty pro elektromobily a hybridní vozidla. Cílem společnosti je schopnost nabídnout kompletní sortiment výrobků, které splňují požadavky nové éry elektromobility.

Společnost se také aktivně podílí na udržitelném rozvoji a environmentální odpovědnosti. Vyrábí své výrobky s ohledem na snížení emisí a minimalizaci dopadu na životní prostředí. Kromě toho společnost investuje do obnovitelných zdrojů energie a snižuje svou spotřebu energie v závodech a kancelářích. V současné době má společnost stovky tisíc zákazníků po celém světě a její produkty jsou široce používány v automobilech na celém světě. Za více než 100 let existence společnost prošla mnoha vývojovými fázemi a překonala mnoho výzev.

5.3 Divize společnosti

Společnost je rozdělena do několika divizí podle druhu vyráběných produktů. Jednou z divizí společnosti se soustředí na výrobu světelných produktů, jedná se například LED a xenon světlomety, brzdová světla, mlhovky a řadu dalších světelných komponentů pro exteriéry vozidel. Tato divize se zaměřuje na výrobu vysoce kvalitních a energeticky úsporných světelných řešení pro automobily. Druhá divize vyrábí elektronické produkty, mezi které patří například senzory a řídicí systémy pro bezpečnost vozidel. Tyto výrobky pomáhají zvýšit bezpečnost vozidel a minimalizovat riziko nehod. Tato divize se také specializuje na výrobu ovládacích prvků a multimediálních systémů pro interiéry vozidel. Třetí divizí je divize aftermarket, která se zaměřuje na výrobu a distribuci náhradních dílů pro automobily. Tato divize nabízí širokou škálu produktů, včetně světel, senzorů, řídicích jednotek a mnoha dalších komponentů pro různé značky a modely vozidel. Poslední divizí společnosti je divize speciálních aplikací, která se specializuje na výrobu světelných a elektronických produktů pro průmyslové a komerční aplikace. Tato divize vyvíjí a vyrábí produkty pro stroje, lodě, letadla a mnoho dalších speciálních aplikací. Díky tomuto dělení na divize se společnost snaží lépe pokrýt potřeby a požadavky zákazníků v různých oblastech automobilového průmyslu a poskytnout jim vysoce kvalitní a inovativní produkty.

5.4 Působení společnosti v České republice

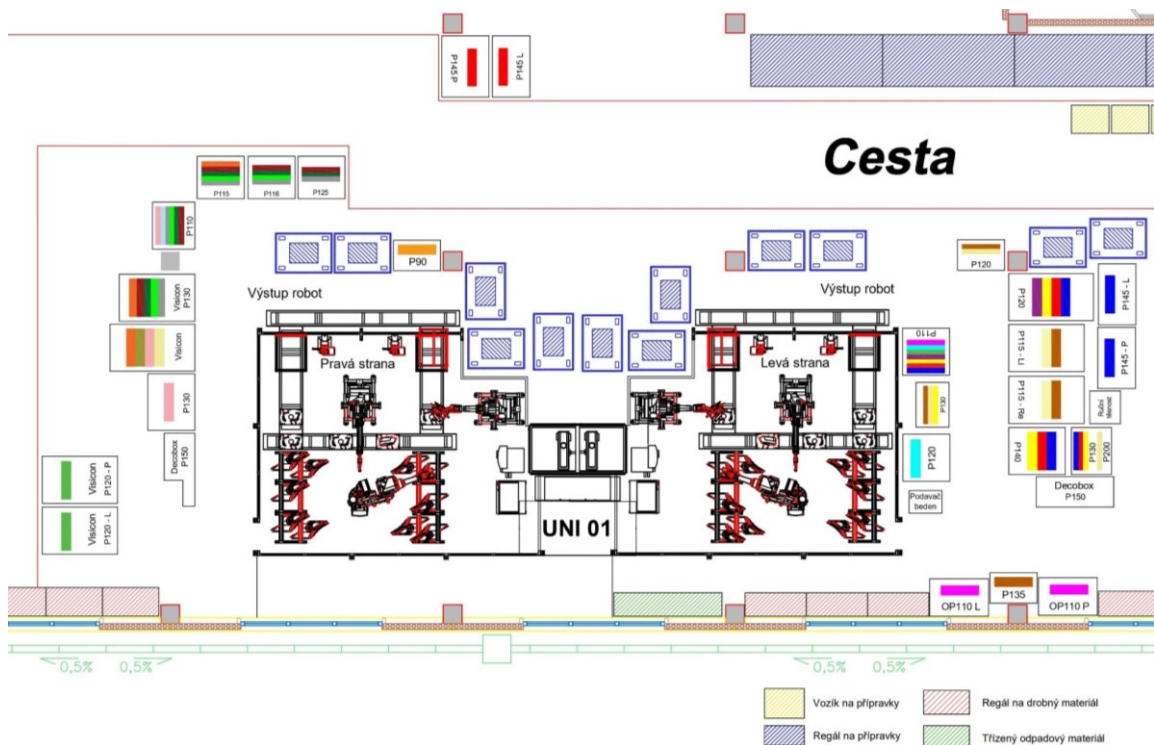
Společnost má v České republice dlouholetou historii a je jedním z nejvýznamnějších firem v oblasti výroby světelných a elektronických součástek pro automobilový průmysl. V současné době má společnost v České republice několik výrobních závodů a výzkumných center. První závod společnosti v České republice byl otevřen v roce 1992. Zpočátku se zaměřoval na výrobu halogenových žárovek, ale brzy se rozšířil o další produkty, jako jsou xenonové světlomety, světelné systémy pro interiéry vozidel a senzory pro bezpečnost vozidel. V současné době patří výrobní závod mezi největší zaměstnavatele v regionu a produkuje širokou škálu výrobků pro automobilový průmysl. Společnost také v České republice provozuje výzkumné centrum, které se zaměřuje na vývoj nových produktů a technologií. Toto výzkumné centrum spolupracuje s dalšími výzkumnými a vzdělávacími institucemi v zemi a zaměstnává vynikající odborníky v oblasti elektrotechniky a průmyslového inženýrství. V neposlední řadě je společnost aktivní i v oblasti společenské odpovědnosti. Podporuje řadu charitativních a vzdělávacích projektů v České republice, zejména v oblasti vzdělávání a rozvoje technických oborů.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU NA VÝROBNÍ LINCE LEPENÍ

Následující kapitola se soustředí na samotnou analýzu současného stavu doplňování materiálu na výrobní lince lepení světlometů, včetně popisu výrobní linky, přidružených procesů a následného vyhodnocení analýzy. Pracoviště lepení světlometů je ideálním předmětem pro tuto analýzu, vzhledem ke komplexitě procesů spojených s doplňováním materiálu na této výrobní lince, z čehož vyplývá potřeba tyto procesy zmapovat.

6.1 Popis výrobní linky lepení světlometů

Výrobní linka lepení světlometů se nachází na výrobní hale V5, využívá prostor 24x10,5 metru. Jak vyplývá z názvu, hlavní výrobní operací na této lince je lepení skla k pouzru světlometu. Tato operace je prováděna roboty za asistence operátorů. Dále zde probíhají zkoušky svítivosti světlometů a těsnosti lepeného spoje. U některých projektů se zde také provádí dodatečná montáž šroubů, krytek, odvětrávacích kolínek, těsnění a ventilů.



Obrázek 13 – Layout výrobní linky (vlastní zpracování)

Celá výrobní linka, včetně pracoviště robotů je rozdělena na 2 části: pravou a levou stranu. Obě strany mohou vyrábět nezávisle na sobě. Každá strana pracoviště robotů provádí lepení pro 10 projektů. Další výrobní operace zpravidla probíhají na stejné straně, kde byl světlomet

lepen robotem. Ovšem v případě některých méně vyráběných projektů se pro výrobní operace využívají obě strany z důvodu nedostatečného místa nebo náročného sjednocení přípravků. Toto rozdělení a celkové rozložení výrobní linky, včetně projektů využívající určitá pracoviště zobrazuje obrázek 13. Na jedné straně výrobní linky zpravidla pracují 3-4 operátoři v závislosti na vyráběném projektu.

Pro zahájení výrobního procesu na této lince operátor potřebuje, aby se na lince nacházely skupiny pouzder a skla. V případě některých projektů je zapotřebí, aby se zde nacházel i rám skel. Všechnen tento materiál se nachází v roll containerech, které jsou umístěny co nejbližší vstupu do pracoviště robotů. V prvním kroku operátor vyjme sklo z roll containeru a vloží jej na připravenou paletku, kde jej zbaví nečistot stlačeným vzduchem. Dále vyjme skupinu pouzdra z roll containeru a vloží ji na další připravenou paletku, kde ji očistí stlačeným vzduchem. V případě, že se jedná o projekt, kde nebyl ještě rám skel namontován, je třeba rám namontovat na sklo před jeho založením na paletku. Pokud je materiál založen na paletkách spustí operátor pás, který paletky přesune do pracoviště robotů. V tomto pracovišti první robot nanese natavené lepidlo a druhý přiloží sklo na skupinu pouzder. Poté slepený světlomet vyjede na páse z pracoviště robotů a operátor jej vyjme z paletky a přesune na další pracoviště. Robotické pracoviště je znázorněno na obrázku 14.



Obrázek 14 – Robotické pracoviště lepení světlometů (vlastní zpracování)

Dalším pracovištěm je tzv. visicon, který prověřuje světelné funkce světlometu. Operátor do přípravku založí světlomet a stroj spustí. Tento stroj následně prověří pomocí senzorů, zda

všechny světelné funkce fungují dle specifikací. Pokud je zkouška úspěšná vyjme operátor světlomet z přípravku a přesune jej na pracoviště, kde je zkoušena jeho těsnost.

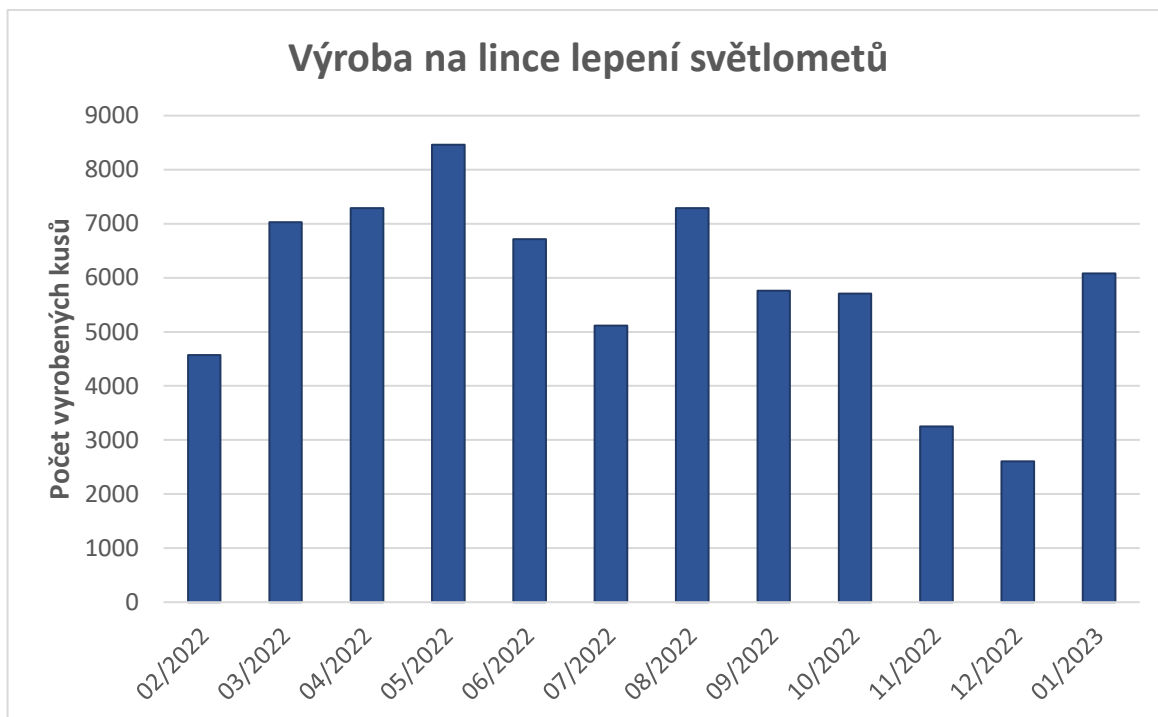
Jak již vyplývá z názvu, na pracovišti zkoušky těsnosti je kontrolována těsnost světlometu a lepeného spoje. Operátor vloží světlomet do přípravku a spustí stroj. Těsnost světlometu se prověřuje měřením průtoku vzduchu. Na světlometu se nachází dva ventily, kdy prvním je do světlometu vháněn vzduch a u druhého je unikající množství vzduchu porovnáváno s množstvím vzduchu vehnaného do světlometu. Pokud se naměřené množství vzduchu shoduje a vzduch neuniká netěsnostmi je světlomet vyhodnocen jako shodný kus. Pokud je světlomet vyhodnocen jako shodný, operátor jej přesune na pracoviště, kde je prováděna dodatečná montáž nebo na pracoviště výstupní kontroly.

V případě, že se jedná o projekt, u kterého se provádí dodatečná montáž, vloží na pracovišti operátor světlomet do přípravku a dle druhu projektu a montáže, buď dané součásti přišroubuje nebo je pouze namontuje. Dále světlomet přesune na pracoviště vizuální kontroly.

Vizuální kontrola je poslední kontrola světlometu při výrobě, poté je světlomet zabalen do nop, které jej chrání při přepravě a je přepraven na balení. Vizuální kontrola probíhá na pracovišti, které se nazývá decobox. Pracovník na tomto pracovišti kontroluje pod světlem, jestli se na světlometu nenachází vizuální vady, například oděrky skla nebo přeteklé lepidlo. Pokud pracovník vyhodnotí světlomet jako shodný výrobek načte jej jako hotový kus do informačního systému, zabalí jej do nopy a vloží do gitterboxu, ve kterém je světlomet převážen na balení.

Celkově je na této výrobní lince vyráběno 20 projektů o 308 variantách. Každá varianta projektu má své unikátní požadavky na materiál potřebný k její výrobě. Počty vyráběných variant a projektů na této lince se v průběhu času mění dle nových požadavků zákazníků. Výrobní operace na této lince se liší dle aktuální varianty výrobku. Při výrobě se na lince využívají 2 typy materiálu: materiál přepravovaný v roll containerech (pouzdra a skla) a materiál přepravovaný v bednách (drobný materiál, např. šrouby, krytky atd.). Tyto 2 typy manipulačních jednotek se zásadní liší v jejich rozměrech.

Obrázek 15 zobrazuje hodnoty vyrobených světlometů na lince lepení od února 2022 do ledna 2023. Celkově za toto období na této lince bylo vyrobeno 69 866 kusů světlometů s měsíčním průměrem 5 822 kusů.



Obrázek 15 – Graf počtu vyrobených kusů na lince lepení světlometů (vlastní zpracování)
 Tabulka 2 zobrazuje počty vyrobených kusů jednotlivých projektů za leden 2023. Celkově bylo v lednu vyráběno 15 projektů o 77 variantách. Z této velké variability výroby vyplývá potřeba dodání velkého množství různorodého materiálu pro výrobu.

Tabulka 2 – Počet vyrobených světlometů za leden 2023 (vlastní zpracování)

Kód projektu	Barevné označení projektu	Vyrobených kusů za leden 2023
A		124
B		210
C		314
D		495
E		63
F		699
G		1889
H		814
I		377
J		63
K		345
L		98
M		98
N		491

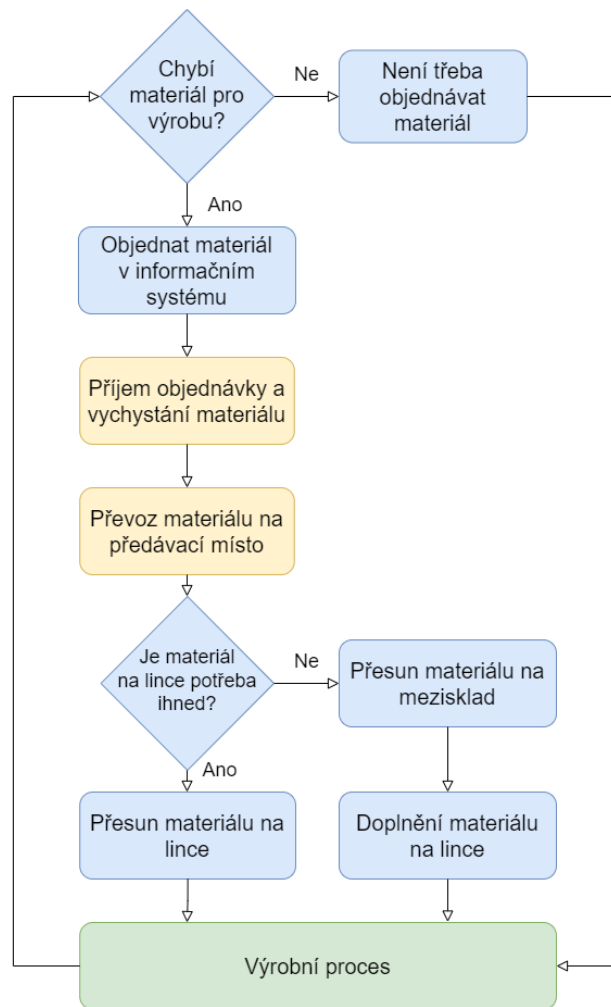
6.2 Popis procesu doplňování materiálu na výrobní lince

Součástí plánování výroby je také zjištění aktuálního stavu zásob materiálu potřebného k výrobě. Plánovač výroby má možnost zkontrolovat stavy zásob materiálu na skladech v informačním systému SAP. Pokud se potřebný materiál nachází ve skladu může být výroba naplánována. V případě že se potřebný materiál nenachází na skladu je třeba jej objednat z některého z centrálních skladů. Po přijetí materiálu na místní sklad může být výroba zahájena.

Za skutečnost, že se materiál potřebný k výrobě bude nacházet na výrobní lince zodpovídá manipulant. Manipulant většinou na konci předchozí směny nebo na začátku stávající musí zjistit materiálové požadavky výroby vyplývající z denního výrobního plánu. Poté tyto požadavky srovná se stavem materiálu nacházejícím se na výrobní hale. Pokud se na výrobní hale nachází nedostatečné množství materiálu, manipulant potřebný materiál objedná přes informační systém SAP.

Tato objednávka je přijata jedním ze 4 skladů nacházejícím se v areálu společnosti. Po přijetí objednávky skladník vyskladní objednaný materiál. Materiál určený pro výrobu skladník převezme vysokozdvížným vozíkem na předávací místo na výrobní hale.

Poté co skladník složí materiál na předávacím místě, převezme si jej manipulant. Materiál, který je okamžitě potřebný k výrobě manipulant převezme přímo na výrobní linku. Materiál, který není potřeba okamžitě manipulant přesune do některé z meziskladů, například regálů pro bedny na drobný materiál. Tento materiál průběžně manipulant doplňuje na výrobní lince. S postupnou spotřebou dodaného materiálu k výrobě vzniká potřeba dodat nový. Schématický flowchart tohoto souboru procesů je znázorněn v obrázku 16. Modré rámečky znázorňují procesy, které provádí manipulant. Žluté rámečky znázorňují procesy, které provádí skladník.



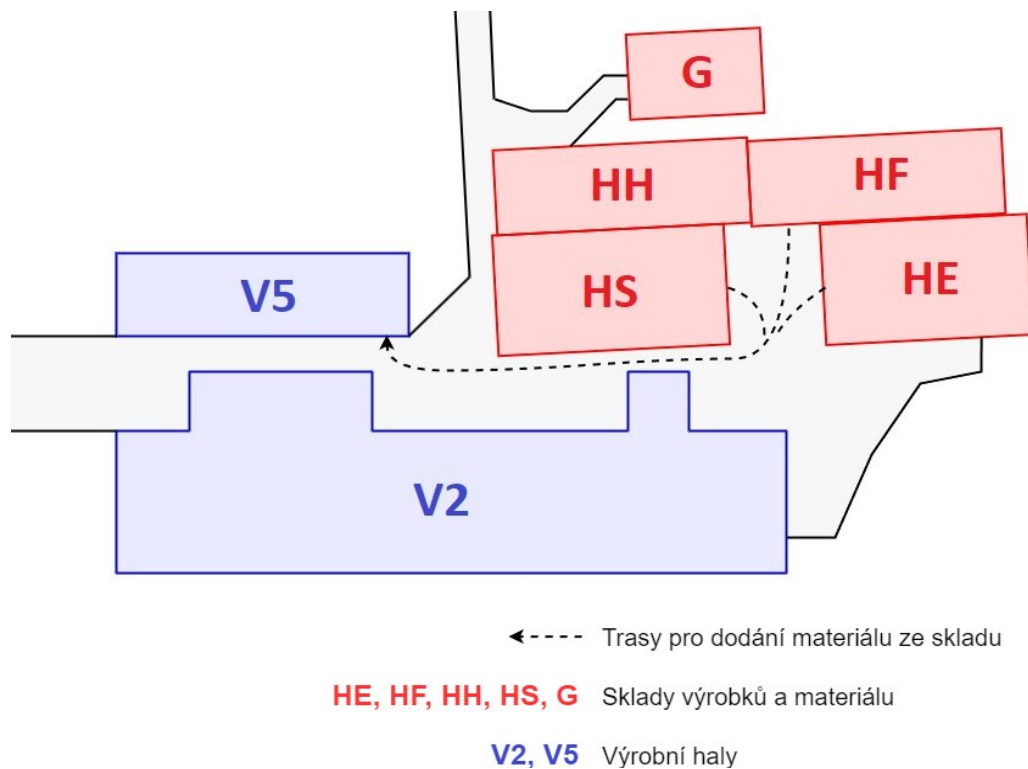
Obrázek 16 – Flowchart procesu dodávání materiálu na výrobní linku lepení světlometů (vlastní zpracování)

6.2.1 Pohyby materiálu potřebného k výrobě

Jak již bylo zmíněno po přijetí materiálu na lokální sklad za přesuny materiálu odpovídají skladníci a manipulanti. Skladníci jsou vedeni pod oddělením logistiky a přesouvají materiál na předávací místa, které se nachází ve výrobních halách. Po umístění na předávací místo odpovídají za přesuny materiálu manipulanti, kteří spadají pod oddělení výroby. Manipulanti zodpovídají za doručení materiálu na výrobní linku.

Pohyb materiálu začíná poté co skladník přijme objednávku na materiál od manipulanta. Skladník si v informačním systému najde pozici, na které se materiál nachází. Dále si podle potřeb pomocí vysokozdvížného vozíku vezme potřebný materiál. Pokud se jedná o materiál umístěný v bednách, tak skladník vytáhne z pozice celou paletu, ze které odebere bednu potřebného materiálu, poté paletu vrátí zpět na danou pozici. Skladník upřednostňuje přepravní jednotky, které již byly využity pro předchozí výrobu a nejsou zcela naplněny.

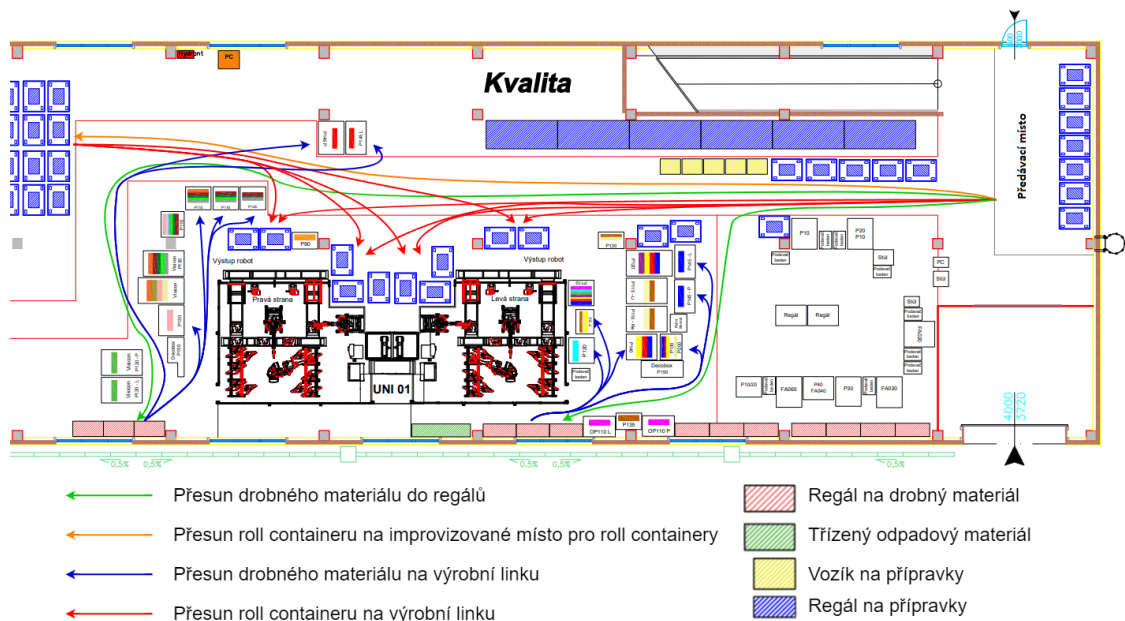
Díky tomu se ve skladech může nacházet větší množství materiálu při menším využití užité plochy skladu. Po odebrání materiálu z pozice si načte jeho čárový kód a převede materiál v informačním systému ze skladu na výrobní halu. Dále tento materiál převezve na předávací místo ve výrobní hale, která se od skladu nachází zhruba 100 metrů v závislosti na tom o který sklad se jedná. Trasu přesunu materiálu ze skladu na výrobní halu znázorňuje obrázek 17.



Obrázek 17 – Mapa areálu společnosti s trasami dodání materiálu ze skladu (vlastní zpracování)

Poté co je materiál přesunut na předávací místo za něj zodpovídá manipulát. Ten přesune okamžitě potřebný materiál v roll containerech k výrobní lince. U výrobní linky se vždy nachází 2 nebo 3 roll containery závisle na typu vyráběného projektu. Materiál, který není ihned potřebný přesune na improvizované místo pro roll containery. Toto místo vzniklo z důvodu objednávání materiálu ve velkých dávkách. V okamžiku, kdy bude materiál potřeba k výrobě na lince jej tam manipulát z toho místa přesune. Zbytky materiálu v roll containerech se odesílají zpět na sklad. Drobný materiál v bednách manipulát přesune do regálů na drobný materiál, které se nachází poblíž výrobní linky na obou jejích stranách. Z těchto regálů poté průběžně doplňuje materiál potřebný na výrobní lince. Drobný materiál se na výrobní lince většinou nachází v menších bednách (krytky) nebo tzv. gastro nádobách (šrouby). Výjimkou jsou válce s lepidlem, které z předávacího místa doplňuje seřizovač

přímo do lepicího robota. Přesuny materiálu v rámci výrobní haly ukazuje spaghetti diagram v obrázku 18.



Obrázek 18 – Spaghetti diagram pohybů materiálu dodávaného na výrobní linku (vlastní zpracování)

6.2.2 Skladování a přepravování materiálu pro výrobu na výrobní lince

Všechny typy přepravních jednotek pro výrobní materiál jsou označeny unifikovanou firemní průvodkou, která nám říká základní informace o daném materiálu. Průvodka obsahuje informace jako například číslo materiálu, jeho označení, jeho množství s měrnou jednotkou, čísla a typy skladů, kde se materiál nachází, ale také čárový kód.

V roll containerech je přepravován rozměrnější materiál například skupiny pouzder světlometů, skla a rámečky skel. Roll container svou šířkou a délkou připomíná paletu. Jejich výhodou je skutečnost, že jsou vybaveny čtyřmi koly, což usnadňuje jejich přesun. Skupiny pouzder jsou přepravovány v roll containerech od 16 do 20 kusů dle druhu projektu, skla jsou přepravovány od 45 kusů do 88 kusů u některých projektů a rámečky jsou v roll containerech umístěny od 32 do 60 kusů, dle druhu projektu. Aby při této přepravě nedošlo k poškození nebo znečištění částí světlometů jsou roll containery vystlány igelitovými pytlí, dále je materiál oddělen různými typy proložek. Příklad uložení materiálu ukazuje obrázek 19.



Obrázek 19 – Uložení materiálu v roll containeru (vlastní zpracování)

Regály slouží jako mezisklad drobného materiálu, než je potřebné množství materiálu dodáno na výrobní linku. V regálech je skladován materiál pro výrobu více různých variant světlometů. Tyto regály jsou stavěné s modulárních součástí. Jejich šířka je 1200 mm, délka 600 mm a výška 1800 mm. Jedno patro regálu pojme 3 velké bedny nebo 8 malých beden a regál je stavěn na 4 patra. Celkem je pro odkládání materiálu pro výrobní linku využíváno 6 těchto regálů, které dohromady pojmu maximálně 192 malých beden nebo 72 velkých beden. Na vrchní patro regálů bývá často umístěno více beden, což zvýší kapacitu, ale velice komplikuje manipulaci. Využívaný regálový systém je zobrazený v obrázku 20.



Obrázek 20 – Policový regál využívaný pro drobný materiál (vlastní zpracování)

Pro přepravu materiálu využívaného k výrobě na této výrobní lince jsou využívány 3 typy větších beden o rozměrech 600x400 mm, výška těchto beden se pohybuje kolem 300 mm, ovšem všechny se od sebe liší. Tyto bedny jsou využívány například k přepravě krytek, popřípadě těsnění. Nejpoužívanější z těchto beden je bedna interně pojmenovaná E1, jedná se o jednoduchou plastovou bednu bez víka. Dále je často využívaná bedna interně označená ekobal, což je plastová bedna s víkem. Její velkou výhodou je, že se po vyprázdnění dá složit, aby se snížila její výška. Posledním využívaným typem beden je KLT 6429. Jde o jednoduchou plastovou bednu bez víka, která je o několik milimetrů nižší než E1. K bednám E1 a KLT se využívá samostatné víko.


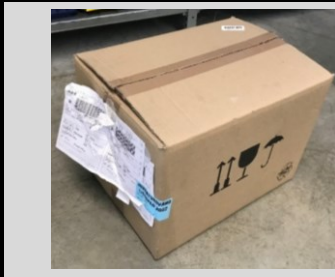

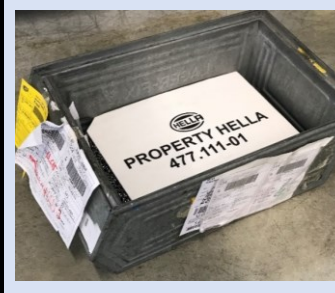


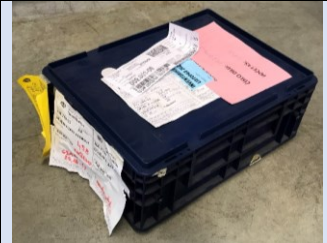

Dále jsou pro přepravu materiálu využívány malé bedny o rozměrech 400x300 mm. Jedná se o jednoduchou plastovou bednu bez víka. Tato bedna je využívána k přepravě per, odvětrávacích elementů, žárovek a například hlav trysek. Její výhodou je její skladnost, do využívaných regálů se v patře mohou dávat 2 na sebe. Také díky jejich rozměrům mohou být umístěny přímo na výrobní lince a operátor z nich může odebírat materiál přímo.

Dále jsou k přepravě materiálu využívány plechové bedny bez víka s rozměry 475x320 mm. Tato bedna je svými rozměry velice atypická a není tudíž příliš kompatibilní s regály a vozíky na bedny. Nejedná se o příliš využívanou bednu, její jediný účel je přeprava šroubů. Tato bedna má velkou nevýhodu v její váze, což dále značně komplikuje její nekompatibilita s vozíky. Posledním typem beden využívaných na této výrobní lince jsou kartonové bedny. Všechny tyto bedny mají vzájemně od sebe odlišné rozměry podle jejich obsahu a dodavatele, což komplikuje jejich integraci do podnikových standardů. Přepravují se v nich krytky nebo například odvětrávací elementy.

Ke snadné přepravě velkých i malých beden jsou využívány vozíky na bedny. Rozměry těchto vozíků jsou kompatibilní s velkými bednami o rozměrech 600x400 mm a malými bednami o rozměrech 400x300 mm. Také jsou poněkud improvizovaně využívány operátory na výrobní lince, kdy operátor nebo manipulát naskládá 3 velké bedny na vozík a operátor odebírá materiál z horní bedny, kterou má zhruba v úrovni rukou, materiál přímo k výrobě.

Tzv. gastro nádoby je využíváno operátory přímo na výrobní lince. Jedná se o malou plechovou nádobu, která je naplněna šrouby nebo jiným drobným materiálem. Držáky pro tyto nádoby jsou zabudované přímo ve strojích. Při umístění těchto nádob na stroje je dbáno na dobrou ergonomii. Tyto nádoby jsou doplňovány manipulátem z beden umístěných v regálech.

Tabulka 3 – Přehled využívaných beden a manipulačních pomůcek (vlastní zpracování)

Obrázek	Označení a popis	Obrázek	Označení a popis
	E1 s víkem, rozměr: 600x400x320 mm		Kartonová bedna, rozměr: různé
	Ekobal, rozměr: 600x400x340 mm		Plechová bedna, rozměr: 500x320x200 mm
	KLT 6429 s víkem, rozměr: 600x400x280 mm		Roll container, rozměr: 1200x850x1460 mm
	Malá bedna s víkem, rozměr: 400x300x165 mm		Vozík na bedny, kompatibilní s KLT, E1, ekobalem a malou bednou

6.2.3 Materiálové požadavky výrobní linky

Materiálové požadavky výrobní linky se odvíjejí od počtu vyrobených světlometů. Počty měsíčně vyrobených kusů se podstatně liší s ohledem na požadavky zákazníků, jak zobrazuje tabulka 4. Dále je potřebný materiál pro výrobu závislý na dané variantě vyráběného projektu. Počty variant u projektů se liší, ale zpravidla každý projekt má od 10 do 30 variant. Většina variant má svou specifickou skupinu pouzder a sklo, popřípadě rámeček. Dále se dle varianty liší drobný materiál dodávaný k výrobě, v závislosti na jednoduchosti dané varianty. Z této nekonzistentní výroby vyplývá jistá potřeba flexibility při dodávání materiálu na výrobní linku. Jak již bylo zmíněno v současné době je materiál objednávan ve velkých dávkách, což při velkých výrobních dávkách umožňuje plynulou výrobu. Tento způsob

objednávání materiálu ovšem vyžaduje více volného prostoru na výrobní hale při výrobě velkých výrobních dávek a při výrobě menších dávek tento potřebný prostor zůstává nevyužitý. Tento problém se z největší části týká materiálu v roll containerů, kvůli jejich velkým rozměrům.

Tabulka 4 – Měsíční využití přepravních jednotek k doplňování materiálu v kusech (vlastní zpracování)

Období	Počet vyrobených světlometů	EKV č.	Malá bedna	Velká bedna	Roll container	Válec s lepidlem
02/2022	4573	0,75	7	57	398	16
03/2022	7031	1,16	11	87	611	25
04/2022	7291	1,20	11	90	634	26
05/2022	8460	1,39	13	105	735	30
06/2022	6712	1,10	10	83	583	24
07/2022	5114	0,84	8	64	445	18
08/2022	7288	1,20	11	90	633	26
09/2022	5760	0,95	9	72	501	20
10/2022	5706	0,94	9	71	496	20
11/2022	3248	0,53	5	41	283	12
12/2022	2603	0,43	4	33	227	9
01/2023	6080	1	9	75	528	21

Tabulka 4 dále zobrazuje přibližné počty daných přepravních jednotek potřebných za měsíc pro dodání materiálu na výrobní linku. Toto množství je pouze přibližné vzhledem k tomu, že zejména některé roll containery nejsou naplněny ze 100 %, protože již byly použity k předešlé výrobě. Lze tedy předpokládat, že měsíční počty potřebných roll containerů jsou přibližně o 15 až 25 % vyšší. Tento problém příliš nezkrusuje počty potřebných beden, vzhledem k velkému množství drobného materiálu, který je v nich ukládán. Válce s lepidlem jsou specifický příklad, jelikož je využíván stejný druh lepidla u všech vyráběných projektů. Počty potřebných přepravních jednotek v tabulce 4 byly vypočítány z dat o skutečně vyrobených počtech jednotlivých variant projektů. Ke každému typu vyrobeného světlometu byl přiřazen odpovídající kusovník, z čehož byla zjištěna celková spotřeba materiálu za měsíc. Tato spotřeba jednotlivých materiálů byla srovnána s jejich obalovými předpisy. Výsledkem tohoto srovnání jsou data v tabulce 4 za leden 2023. Z důvodu časové náročnosti této analýzy byly tyto data přepočítány na ostatní měsíce pomocí ekvivalenčního čísla.

Tabulka 5 – Porovnání teoreticky potřebného množství roll containerů na výrobní lince oproti skutečnému stavu (vlastní zpracování)

Číslo měření	1	2	3	4	5
Datum měření	23.01.2023	24.01.2023	25.01.2023	26.01.2023	27.01.2023
Čas měření	7:00	7:00	7:00	7:00	7:00
Reálné množství na výrobní hale	57	43	52	57	54
Teoretické potřebné množství	26	14	21	32	27
Teoretické potřebné množství roll containerů (15 % není plných)	30	17	25	37	32
Teoretické potřebné množství roll containerů (25 % není plných)	33	18	27	40	34

Tabulka 5 zobrazuje porovnání teoreticky potřebného množství roll containerů na výrobní lince oproti skutečnému stavu. Měření bylo prováděno v rámci jednoho týdne vždy na začátku směny, kdy se na výrobní lince nachází množství materiálu potřebného k výrobě na celý den. Jak lze z tabulky vyčíst reálné množství roll containerů na výrobní lince v jeden okamžik je vyšší než celá denní spotřeba materiálu i za předpokladu, že 25 % roll containerů s materiálem není plný. Toto reálné množství roll containerů v průměru v rámci měřeného týdne zabíralo 26 m² na výrobní hale i v případě, že by byly vždy 2 roll containery umístěny na sebe, ovšem tento předpoklad nemůže být vždy splněn a dá se tedy předpokládat, že místo využitě roll containery je reálně větší než 26 m².

6.2.4 Root Cause Analysis (RCA) pro přebytek roll containerů s materiálem

Pro odstranění důsledků problému je třeba zjistit kořenovou příčinu problému. Odstranění této kořenové příčiny by mělo mít za následek úplné odstranění problému.

1) Definice problému

- Problém: Příliš velké množství roll containerů nacházejících se na výrobní lince,
- Důsledky problému: Roll containery zabírají nejméně 26 m², které by se daly použít k další výrobě,
- Rozsah problému: Výrobní hala.

2) Identifikace možné příčiny metodou 5x proč

1. Otázka: Proč se na výrobní lince nachází příliš velké množství materiálu?

Odpověď: Protože je manipulant objednal.

2. Otázka: Proč manipulant objednal příliš velké množství materiálu?

Odpověď: Protože pokud se na výrobní lince nachází velké množství materiálu, manipulant se nemusí bát, že by materiál pro výrobu došel.

3. Otázka: Proč by se manipulant bál, že dojde materiál na výrobní lince?

Odpověď: Protože v případě chybějícího materiálu na výrobní lince a zastavení výroby mu budou zkráceny prémie.

4. Otázka: Proč budou manipulantovi zkráceny prémie v případě nedostatku materiálu na výrobní lince a zastavení výroby?

Odpověď: Protože tento způsob odměňování je takto nastaven vedením společnosti.

5. Otázka: Proč vedení společnosti nastavilo zkrácení prémie manipulantům v případě zastavení výroby na výrobní lince z důvodu nedostatku materiálu.

Odpověď: Protože vedení firmy nastavilo odměňovací systém založený na produktivitě výrobních linek.

3) Určení kořenové příčiny

Výsledkem metody 5x proč bylo zjištění, že nastavení odměn ve společnosti může mít výrazný vliv na množství dodávaného materiálu na výrobní linku. Nastavení odměňování na základě produktivity výrobních linek je ve své podstatě účinný motivační faktor, za předpokladu správně nastavených procesů. Poté ovšem může docházet k tomu, že manipulanti upřednostňují plynulý chod své výrobní linky na úkor dalších procesů, které by mohli společnosti přinést dodatečné zisky. Také v tomto případě není zcela odpovídající, aby manipulanti nesli veškerou odpovědnost za nedostatek materiálu na výrobní lince, jelikož za jeho dodávání odpovídá z části také skladník. Z těchto důvodů by měl být systém odměňování přehodnocen.

6.3 Shrnutí a vyhodnocení analýzy současného stavu doplňování materiálu na výrobní lince lepení

Provedená analýza se soustředila na základní popis výrobní linky lepení světlometů a popis procesů přidružených k této výrobní lince. V rámci popisu procesů byly popsány pohyby materiálu potřebného k výrobě v rámci výrobního areálu, skladování a přeprava materiálu v rámci výrobní linky, včetně typů využitých přepravních jednotek, ale také materiálové požadavky výrobní linky.

Procesy týkající se doplňování materiálu na výrobní lince má na starosti manipulanti a skladník. Skladník vyskladňuje materiál ze skladu a manipulanti se stará o jeho následné doručení na výrobní linku. Tyto procesy jsou rozděleny smysluplně a fungují bez potíží. Pohyby materiálu jsou v rámci možností přímočaré a jejich podstata není zbytečná, kromě odkladů roll containerů na improvizované místo. Skladování materiálu pro výrobu je rozděleno mezi sklad a výrobní linku podle nastávající výroby. Přeprava materiálu je realizována pomocí 8 typů přepravních jednotek. Po dohodě s dodavateli by bylo možné tento počet zredukovat a zajistit tak větší kapacitu regálového skladování.

Z analýzy plyne, že výrobní linka má vysoké materiálové požadavky, vzhledem k počtu vyráběných variant. Na výrobní lince se v průměru za měsíc využije 507 roll containerů, 73 velkých beden, 9 malých beden a 21 válců s lepidlem při plném využití všech přepravních jednotek, což je ve skutečnosti těžko dosažitelné a skutečný počet je ve výsledku ještě větší. Dále bylo zjištěno, že se na výrobní lince nachází přebytečné množství materiálu a bylo by možno uvolnit 26 m² pro dodatečnou výrobu.

Dále se problémem přebytečného materiálu na výrobní lince zabývala Root Cause Analysis, v rámci, které byla zjištěna kořenová příčina problému pomocí metody 5x proč. Kořenovou příčinou přebytku roll containerů na výrobní lince je neadekvátní způsob odměňování manipulací při dodávání materiálu na výrobní linku, které je ve své podstatě správné, ovšem může mít za následek horší produktivitu výrobní haly jako celku.

Jak vyplývá z interních dokumentů společnosti, prostroje na výrobní lince jsou z velké většiny tvořeny nefunkční technikou a prostroje z důvodu chybějícího materiálu jsou zcela ojedinělé. Ovšem i přesto se v rámci doplňování materiálu na výrobní lince vyskytují příležitosti pro zlepšení stávajících procesů.

Z analýzy byly zjištěny 2 příležitosti ke zlepšení:

- 1) Zredukovat místo využívané materiálem a uvolnit místo pro další výrobu,
- 2) Nastavit adekvátnější způsoby odměňování při dodávání materiálu na výrobní linku.

Pro obě tyto příležitosti je v následující kapitole popsáno její možné řešení, včetně zhodnocení z ekonomického hlediska, zhodnocení přínosů a rizik.

7 NÁVRH NA ZLEPŠENÍ STAVU DOPLŇOVÁNÍ MATERIÁLU VÝROBNÍ LINKY

Tato kapitola obsahuje představení návrhů na zlepšení stavu doplňování materiálu navazující na zjištěné příležitosti v rámci provedené analýzy. Tyto návrhy mají potenciál zlepšit pracovní podmínky na pracovišti a také ušetřit místo ve výrobní hale. Dále tato kapitola obsahuje rizikovou analýzu navrhovaného řešení, která uvádí nápravná řešení na případná rizika. Další důležitou součástí této kapitoly je také ekonomické zhodnocení představeného návrhu.

7.1 Představení návrhu na zlepšení

Největší potenciál pro zlepšení procesů na výrobní lince má zavedení systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu v roll containerech na výrobní linku. Zavedení tohoto systému pomůže zredukovat místo využívané materiálem a uvolnit místo pro další výrobu. Tento systém bude založený na principu dodávání materiálu Just-In-Time, což pomůže eliminovat zbytečné skladování materiálu na výrobní lince. Pro úspěšné zavedení tohoto systému je třeba spočítat, jak často je nový roll container s materiálem na výrobní lince potřeba.

Tabulka 6, vycházející z hodnot v tabulce 5, zobrazuje četnosti potřeby nového roll containeru s materiálem na výrobní lince. Tato četnost potřeby je zde vyjádřena pro 3 případy:

- 1) Všechny roll containery budou naplněny na 100 % své kapacity materiálem,
- 2) Bude potřeba o 15 % více roll containerů z důvodu neúplného naplnění všech roll containerů ze 100 % materiálem,
- 3) Bude potřeba o 25 % více roll containerů z důvodu neúplného naplnění všech roll containerů ze 100 % materiálem.

Je logické, že pro dodržení výrobní normy v případě potřeby více roll containerů, musí být roll containery doručovány častěji. Četnost potřeby nového roll containeru s materiálem byla počítána pro čistý pracovní čas 7 hodin 15 minut za směnu a je výsledkem podílu čistého pracovního času a počtem potřebných roll containerů za den. Je také třeba zmínit, že při každém měření měla výrobní linka různé využití výrobní kapacity, což reflektuje reálný stav na výrobní lince. Průměrný časový interval, ve kterém je potřeba doručit nový roll container s materiálem je 17,21 minut. Nejdůležitějším údajem v tabulce 6 je hodnota 10,88 minut,

kteřá představuje nejkratší interval potřeby dodání nového roll containeru v průměru za směnu. Pro zavedení systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu tedy musí být manipulant vždy schopen doručit materiál v tomto intervalu.

Tabulka 6 – Denní četnosti potřeby nového roll containeru s materiálem (vlastní zpracování)

Číslo měření	1	2	3	4	5	Průměr
Teoretické potřebné množství roll containerů za směnu	26	14	21	32	27	24
Četnost potřeby nového roll containeru s materiálem [min]	16,73	31,07	20,71	13,59	16,11	19,64
Teoretické potřebné množství roll containerů za směnu (15 % není plných)	30	17	25	37	32	28,2
Četnost potřeby nového roll containeru s materiálem (15 % není plných) [min]	14,50	25,59	17,40	11,76	13,59	16,57
Teoretické potřebné množství roll containerů za směnu (25 % není plných)	33	18	27	40	34	30,4
Četnost potřeby nového roll containeru s materiálem (25 % není plných) [min]	13,18	24,17	16,11	10,88	12,79	15,43

Systém objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu se ve své podstatě nebude příliš lišit od aktuálního systému s tím rozdílem, že manipulant bude vždy objednávat ze skladu maximálně pouze 4 roll containery s materiálem pro další výrobu. Toto opatření bude mít za následek potřebu provedení více objednávek materiálu za směnu, ale uvolní podstatné množství místa použitelného pro další výrobu. Konkrétně se tedy sníží průměrně využívané místo roll containery s materiálem z 26 m² na 2 m².

Tento systém je založen na principu objednávání maximálně 4 roll containerů, jelikož při objednání právě 4 roll containerů vznikají minimální zbytky materiálu v roll containerech. V průměru 1 roll container obsahuje 51 kusů skel a 19 kusů pouzder, z toho vyplývá, že pro výrobu 51 kusů světlometů bude potřeba právě 1 roll container se skly a 3 roll containery

s pouzdrů neboli celkově 4 roll containerů. Objednávání 4 kusů roll containerů je také výhodné, z důvodu možnosti dávat 2 roll containerů na sebe a ušetřit tak více místa, a také to manipulátovi poskytne zhruba minimálně 40 minut pro učinění další objednávky. Tyto 4 roll containerů budou také tvořit jistou bezpečnostní zásobu. Samozřejmě reálné objednávané množství roll containerů se bude odvíjet od skutečné potřeby pro výrobu. Pokud tedy pro výrobu dané varianty budou stačit pouze 2 roll containerů s materiálem, objedná manipulát právě tyto 2 roll containerů a další 2 roll containerů objedná například pro další variantu výroby. Roll containerů, které nebudou využity pro výrobu ze 100 % budou vráceny zpět na sklad, z důvodu šetření místa. Objednávka 4 roll containerů tedy minimalizuje potřebnou plochu při tvorbě minimálního zbytku materiálu v roll containerech. Tabulka 7 zobrazuje četnost potřebných denních objednávek pro 3 různé varianty naplněnosti roll containerů. Hodnoty potřebného počtu denních objednávek jsou podílem potřebného počtu roll containerů za den, které jsou zobrazené v tabulce 6 a maximální velikostí objednávky 4 kusů roll containerů. Časové vytížení manipulanta se zvýšením počtu objednávek nezmění z důvodu potřeby objednávat stejný počet roll containerů. Z tabulky 7 také vyplývá, že existuje značný rozdíl mezi různými variantami, které mohou nastat, jelikož počty objednávek se pohybují mezi 4 a 10 za den.

Tabulka 7 – Počty denně provedených objednávek materiálu (vlastní zpracování)

Číslo měření	1	2	3	4	5	Průměr
Počet potřebných objednávek po zavedení nového systému objednávání	7	4	6	8	7	6
Počet potřebných objednávek po zavedení nového systému objednávání (15 % roll containerů není plných)	8	5	7	10	8	8
Počet potřebných objednávek po zavedení nového systému objednávání (25 % roll containerů není plných)	9	5	7	10	9	8

Na rozdíl od principu úplného Just-In-Time sice není tento systém schopen eliminovat všechny aktuálně nepotřebný materiál, ale v tomto případě eliminuje jeho značnou část a také je schopen reagovat na případy chyb v kvalitách materiálu. Zavedení úplného Just-in-Time modelu je také náročnější na již existující infrastrukturu a je náročné jej sladit s již

existujícími procesy. V případě aktuálního stavu doplňování materiálu na výrobní linku by se jednalo o až příliš velkou změnu ve stávajících procesech a jeho zavedení by mohlo přinést spoustu rizik. Zavedení systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu by ovšem v budoucnu mohlo usnadnit přestup na úplný Just-In-Time systém.

Na zavedení systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu navazuje také změna v odměňování pracovníků. V aktuálním stavu procesů za dodávání materiálu na výrobní linku zodpovídá ze 100 % manipulant, což není zcela odpovídající, jelikož na dodávání materiálu se podílí manipulant i skladník. V případě aktuálního stavu se manipulant snaží omezit možnost, toho že by kvůli skladníkům nebyl dodán materiál včas. Z tohoto důvodu vzniká velká zásoba materiálu na výrobní lince. Tato zodpovědnost manipulantů za materiál se odráží také ve srážkách na prémiech, které nastávají v případě zastavení výroby na lince kvůli nedostatku materiálu.

Při aplikování systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu již nebude mít manipulant možnost skladovat na výrobní lince velkou zásobu materiálu, která by sloužila jako bezpečnostní rezerva v případě zpoždění dodávek od skladníků. Jak vychází z obrázku 13, který zobrazuje Flowchart procesu dodávání materiálu na výrobní linku lepení světlometů, manipulant provádí 4 z 6 procesů potřebných k doplňování materiálu. Pro zajištění odpovídajícího udělování odměn, je dále potřebné zjistit časovou náročnost těchto procesů. Stanovení výše odměn nespadá mezi kompetence průmyslového inženýra a z toho důvodu bude před zavedením systému pouze objednávání aktuálně potřebného materiálu potřeba, aby příslušný specialista vypracoval nový plán odměn, který bude adekvátněji nastaven.

7.2 Zhodnocení rizik navrhovaného řešení

Analýza rizik je jedním z klíčových procesů při realizaci a navrhování řešení. Tento proces umožňuje identifikovat a analyzovat potenciální rizika, která by mohla ovlivnit úspěšnost řešení a podnikovou výkonnost. Výsledkem této analýzy jsou nápravná opatření, které pomáhají snížit dopad případných rizik. Provedení analýzy před implementací návrhu umožní společnosti případným rizikům předejít a minimalizovat náklady na nutná operativní nápravná opatření. Ke zhodnocení rizik slouží Risk Assessment analýza.

1) Identifikace potenciálních rizik:

- Zvýšení průběžného času výroby z důvodu zpožděných dodávek materiálu,
- Nedostatečné školení zaměstnanců pro zavedení nového systému dodávání materiálu,
- Zvýšené riziko nehod kvůli častějšímu převozu materiálu,
- Nedostatečné místo ve skladu z důvodu přesunutí části materiálu z výrobní linky.

2) Prioritizace rizik:

Tabulka 8 – Prioritizace rizik (vlastní zpracování)

Popis rizika	Dopad rizika	Pravděpodobnost výskytu	Celková závažnost
Zvýšení průběžného času výroby z důvodu zpožděných dodávek materiálu	5	3	15
Nedostatečné školení zaměstnanců pro zavedení nového systému dodávání materiálu	3	2	6
Zvýšené riziko nehod kvůli častějšímu převozu materiálu	4	2	8
Nedostatečné místo ve skladu z důvodu přesunutí části materiálu z výrobní linky	4	1	4

Dopad a pravděpodobnost jsou hodnoceny na škále od 1-5, kde 5 představuje největší riziko a celková závažnost je násobkem dopadu a pravděpodobnosti výskytu rizika.

3) Nápravná opatření rizik:

Tabulka 9 – Nápravná opatření možných rizik (vlastní zpracování)

Popis rizika	Opatření
Zvýšení průběžného času výroby z důvodu zpožděných dodávek materiálu	Optimalizovat kritické zásoby výrobní linky
Zvýšené riziko nehod kvůli častějšímu převozu materiálu	Školení pro řidiče vysokozdvíhových vozíků
Nedostatečné školení zaměstnanců pro zavedení nového systému dodávání materiálu	Zavést praktické metody školení
Nedostatečné místo ve skladu z důvodu přesunutí části materiálu z výrobní linky	Provedení analýzy vytíženosti skladu

Z provedené analýzy vyplývá, že zdaleka největším rizikem tohoto návrhu je zvýšení průběžného času výroby z důvodu zpožděných dodávek materiálu. Toto riziko bude řešeno optimalizací kritické zásoby materiálu přímo na výrobní lince, kdy bude potřeba zjistit vhodné množství kritických zásob z hlediska zabíraného místa a dobu pokrytí potřeb materiálu pro výrobu. Toto opatření je možno realizovat až po zavedení systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu z důvodu, potřeby zjištění reálných výrobních dat. Před zavedením tohoto systému bude potřeba provést analýzu vytíženosti skladu, která zjistí, zda se ve skladu nachází potřebné místo pro zavedení tohoto systému. V neposlední řadě také bude potřeba provést školení pro řidiče vysokozdvizných vozíků a zavést praktické metody při školení zaměstnanců. Školení pro řidiče bude zaměřené na snížení rizika nehod z důvodu většího provozu a zavedení praktických metod školení zvýší efektivitu školení, a také umožní skladníkům a manipulantům si systém vyzkoušet před jeho zavedením.

7.3 Ekonomické zhodnocení návrhu

Ekonomické zhodnocení návrhu je klíčovým krokem sloužícím k posouzení účinnosti a efektivity navrhovaného řešení. V rámci této části je proveden výpočet nákladů implementace návrhu, přínosu z využití ušetřeného místa, hodnoty ušetřeného místa a změny v hodnotách zásob. Výsledkem této části je celkové ekonomické zhodnocení návrhu.

Tabulka 10 zobrazuje hodnoty potřebné pro více výpočtů.

Tabulka 10 – Tabulka mezd zaměstnanců potřebná pro výpočty (vlastní zpracování)

Zaměstnanec	Mzda zaměstnance
Školitel	380 Kč/h
Pracovník HR	340 Kč/h
Průmyslový inženýr	320 Kč/h
Mistr výroby	250 Kč/h
Mistr skladu	250 Kč/h
Teamleader	180 Kč/h
Skladník	180 Kč/h
Manipulant	160 Kč/h

7.3.1 Ušetřené místo

Nejprve je potřebné spočítat celkovou velikost ušetřeného místa díky zavedení systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu porovnáním místa, které zabírá materiál v roll containerech aktuálně oproti místu využitému po zavedení nového systému. Výpočet:

- Ušetřené místo = Využité místo (aktuální stav) – využité místo (navrhované řešení),
- Ušetřené místo = 26 – 2,
- Ušetřené místo = 24 m².

7.3.2 Hodnota prostoru vyjádřená cenou pronájmu

Hodnota ušetřeného prostoru může být přibližně vyjádřena cenou pronájmu. V lokalitě, kde společnost působí, se cena pronájmu průmyslových prostor pohybuje v rozmezí od 115 do 125 Kč/m². Je však nutno podotknout, že společnost není schopna jednoduše zrušit nájemní smlouvu na tuto danou část výrobní haly, a tudíž tuto částku nelze brát v potaz jako ušetřenou. Hodnota prostoru vyjádřená cenou pronájmu pouze přibližuje finanční hodnotu tohoto prostoru. Výpočet:

- Hodnota prostoru vyjádřená cenou pronájmu = průměrná cena pronájmu za m² * ušetřené místo,
- Hodnota prostoru vyjádřená cenou pronájmu = 120 * 24,
- Hodnota prostoru vyjádřená cenou pronájmu = 2 880 Kč.

7.3.3 Využití uvolněného místa

V ideálním scénáři se ušetřený prostor zavedením systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu využije k vytvoření dalšího příjmu pro společnost. Jednou z variant využití je výstavba nové výrobní linky. Vedení závodu již předem projevilo zájem, o vytvoření nové montážní výrobní linky. Je ovšem velmi pravděpodobné, že ušetřené místo nebude kompletně schopno pojmout výrobní linku, ale pouze její část. Z tohoto důvodu bude pro zahájení výroby na nové výrobní lince potřebné provést na výrobní hale další prostorovou optimalizaci. Nicméně i přesto lze zjistit přibližný zisk, který bude plynout z ušetřeného místa po vybudování nové výrobní linky. Z interních dokumentů společnosti vyplývá, že v průměru montážní výrobní linka na této výrobní hale vykazuje měsíčně 11 120,47 Kč zisku na m². Po vynásobení průměru úsporami místa je možné odhadnout měsíční zisk, který bude generován po vybudování nové výrobní linky. Výpočet:

- Zisk z uvolněného místa = průměrný měsíční zisk výrobní linky na m^2 * uvolněné místo,
- Zisk z uvolněného místa = $11\,120,47 * 24$,
- Zisk z uvolněného místa = 266 891,28 Kč.

7.3.4 Hodnota zásob

Zavedení systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu také sníží hodnotu zásob, které se nachází ve výrobní hale. V rámci závodu se tato hodnota nezmění, jelikož se tento materiál přesune pouze do skladu. Ovšem při přepravě materiálu mezi skladovými prostory a výrobní halou dochází v informačním systému k převodu materiálu i jeho hodnoty mezi oddělením logistiky a výroby. Při výpočtu snížení hodnoty zásob je nutné rozpočítat roll containery, které budou přesunuty na sklad, podle toho, zda obsahují pouzdra nebo krycí skla. Jak již bylo zmíněno dříve, pro proces lepení světlometů jsou potřeba 3 roll containery s pouzdry na každý 1 roll container se skly. Z interních materiálů společnosti vychází, že průměrná hodnota pouzdra je 2 017, 55 Kč a průměrná hodnota skla je 447,68 Kč. Výpočet:

- Snížení hodnoty zásob = $1/4 * \text{počet přesunutých roll containerů} * \text{průměrná hodnota skel} + 3/4 * \text{počet přesunutých roll containerů} * \text{průměrná hodnota pouzder}$,
- Snížení hodnoty zásob = $1/4 * 48 * 447,68 + 3/4 * 48 * 2\,017,55$,
- Snížení hodnoty zásob = 78 003,96 Kč.

7.3.5 Školení

Pro zavedení systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu, bude potřebné provést určitá školení, které usnadní přechod na nový systém a zajistí jeho plynulý chod. V první řadě bude nutné provést celkové školení na zavedení nového systému, v rámci tohoto školení se také počítá s praktickou zkouškou nového systému, kvůli které bude potřeba zastavit výrobu na 2 hodiny. Zastavením výroby společnost ztratí přibližně 20 000 Kč, ze zisků na vyrobených výrobcích. Celkově toto školení bude probíhat 4 hodiny a bude zahrnovat 4 skladníky, 3 manipulanty, 2 teamleadery, 1 mistra výroby a 1 průmyslového inženýra. Na toto školení bude navazovat školení řidičů vysokozdvizných vozíků trvajícím dodatečnou hodinu. Toto školení bude zahrnovat 4 skladníky, 3 manipulanty a 1 interního školitele. Průmyslový inženýr a školitel budou muset vytvořit školící materiály v rámci pracovní doby, odhadovaná časová náročnost pro průmyslového inženýra jsou 4 hodiny a pro školitele 2 hodiny. Mzdy zaměstnanců jsou zmíněny v tabulce 10. Výpočty:

Mzdové náklady školení zavedení systému:

- Mzdové náklady školení zavedení systému = Doba školení v hodinách * \sum (časové náročnosti + mzda zaměstnance),
- Mzdové náklady školení zavedení systému = $4 * (4*180 + 3*160 + 2*180 + 250 + 320)$,
- Mzdové náklady školení zavedení systému = 8 520 Kč.

Mzdové náklady školení řidičů:

- Mzdové náklady školení řidičů = počet skladníků * mzda skladníků + počet manipulantů * mzda manipulantů + mzda školitele,
- Mzdové náklady školení řidičů = $4*180 + 3*160 + 380$,
- Mzdové náklady školení řidičů = 1 580 Kč.

Tvorba školících materiálů:

- Tvorba školících materiálů = \sum (časové náročnosti + mzda zaměstnance),
- Tvorba školících materiálů = $4 * 320 + 2 * 380$,
- Tvorba školících materiálů = 2 040 Kč.

Celkové náklady školení:

- Celkové náklady školení = mzdové náklady školení zavedení systému + mzdové náklady školení řidičů + tvorba školících materiálů + ztráta zisku zastavením výroby,
- Celkové náklady školení = $8 520 + 1 580 + 2 040 + 20 000$,
- Celkové náklady školení = 32 140 Kč.

7.3.6 Analýza vytíženosti skladu

Zavedení systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu vyžaduje provedení analýzy vytíženosti skladu, jelikož dojde k navýšení objemu materiálu ve skladu přesunem z výroby. Tuto analýzu provede průmyslový inženýr a její časová náročnost je odhadována na 15 hodin. Výpočet:

- Náklad analýzy vytíženosti skladu = časová náročnost * mzda průmyslového inženýra,
- Náklad analýzy vytíženosti skladu = $15 * 320$,
- Náklad analýzy vytíženosti skladu = 4 800 Kč.

7.3.7 Vypracování nového systému odměňování zaměstnanců

Pro správnou funkčnost systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu, je třeba přepracovat stávající systém odměňování zaměstnanců z již zmíněných důvodů. Tento systém vypracuje průmyslový inženýr společně s pracovníkem HR. Průmyslový inženýr vypracuje snímky pracovního dne skladníků a manipulantů, na základě, kterých pracovník HR navrhne nový systém odměňování. Nový navržený systém bude konzultován s mistry výroby a mistry skladu, kteří jsou přímí nadřízení manipulantů a skladníků. Časovou náročnost pro jednotlivé pozice je: průmyslový inženýr 20 hodin, pracovník HR 18 hodin, mistr výroby 2 hodiny a mistr skladu 2 hodiny. Mzdy zaměstnanců jsou zmíněny v tabulce 10. Výpočet:

- Náklady na vypracování nového systému odměňování zaměstnanců = \sum (časové náročnosti + mzda zaměstnance),
- Náklady na vypracování nového systému odměňování zaměstnanců = $20 * 320 + 18 * 340 + 2 * 250 + 2 * 250$,
- Náklady na vypracování nového systému odměňování zaměstnanců = 13 520 Kč.

7.3.8 Celkové náklady

Celkové náklady na implementaci návrhu jsou tvořeny sumou jednotlivých již zmíněných nákladů. Výpočet:

- Celkové náklady = Náklady školení + náklady analýzy vytíženosti skladu + náklady vypracování nového systému odměňování,
- Celkové náklady = $32\ 140 + 4\ 800 + 13\ 520$,
- Celkové náklady = 50 460 Kč.

7.3.9 Celkové ekonomické zhodnocení návrhu

Implementace systému objednávání pouze aktuálně potřebného materiálu sebou přináší příležitosti zisku a jisté náklady. Přibližná hodnota ušetřeného místa vyjádřena měsíční cenou pronájmu činí 2 880 Kč. Jednorázové náklady na implementaci systému zahrnující školení, analýzu vytíženosti skladu a vypracování nového systému odměňování jsou 50 460 Kč. Využitím ušetřeného místa pro výstavbu nové výrobní linky, dle plánu společnosti, získá společnost přibližný dodatečný měsíční zisk 266 891,28 Kč. Přesunem roll containerů se také změní hodnota stavu zásob na výrobní hale, která poklesne v průměru o 78 003,96 Kč.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navržení opatření, na základě analýzy současného stavu doplňování materiálu výrobní linky ve vybrané společnosti, vedoucí ke zlepšení tohoto stavu.

V teoretické části byla zpracována literární rešerše, která poskytovala podklady pro vyhotovení praktické části práce. Praktická část se poté zabývala samotnou analýzou doplňování materiálu. V rámci analýzy byla zjištěna náročnost materiálových požadavků výrobní linky, byla zpracována mapa materiálových toků a byly zdokumentovány typy využívaných přepravních jednotek. Vyhodnocení analýzy poskytlo přehled o procesech spojených s doplňováním materiálu a byly zjištěny 2 příležitosti ke zlepšení. Konkrétně redukce místa využívaného ke skladování materiálu na výrobní lince a nastavení adekvátnějšího způsobu odměňování při dodávání materiálu na výrobní linku.

Výsledkem bakalářské práce bylo navržení řešení vedoucích ke zlepšení aktuálního stavu. Navrhované řešení spočívá v zavedení nového systému objednávání materiálu pro výrobní linku. Následně byla provedena analýza rizik a na základě zjištěných rizik byla navržena preventivní a korektivní opatření s cílem minimalizovat výskyt rizikových situací. Dále bylo provedeno zhodnocení navrhovaného řešení z ekonomického hlediska, v rámci kterého byly zjištěny implementační náklady řešení, změny ve stavu hodnot zásob a případné možnosti zisku.

Vhodným dalším krokem navazujícím na tuto bakalářskou práci by mohlo být přezkoumání a optimalizace prostorového uspořádání výrobní haly s cílem vyčlenit dostatečný prostor pro budoucí výstavbu nové výrobní linky. Tato bakalářská práce může také společnosti sloužit jako podklad k provedení obdobných analýz a zavedení podobných procesů na jiných výrobních linkách, ale také třeba k případnému budoucímu zavedení systému Just-In-Time v celé společnosti.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

CHABLE, Jarlin Dario Alejandro, FIERRO, Tomás Eloy Slais, MARTÍNEZ, Jania Astrid Saucedo, CAMPOS a Miguel Gaston Cedillo, 2022, A New Lean Logistics Management Model for the Modern Supply Chain, *Mobile Networks and Applications: The Journal of SPECIAL ISSUES on Mobility of Systems, Users, Data and Computing* [online]. Berlin: Springer, vol. 27, issue 4, s. 1-12 [cit. 2023-05-06]. ISSN 1383469X. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11036-022-02018-1>

ANDERSEN, Bjørn a Tom Natland FAGERHAUG, 2014. *The ASQ Pocket Guide to Root Cause Analysis*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press, 136 s. ISBN 9780873898638.

DANESHJO, Naqib, RUDY, Vladimír, MALENGA, Peter a KRNÁČOVÁ, Paulína, 2021, Application of Spaghetti Diagram in Layout Evaluation Process: A Case Study, *TEM Journal* [online]. Serbia: TEM Journal, vol. 10, issue 2, s. 573-582 [cit. 2023-05-06] ISSN 22178309. Dostupné z: http://www.temjournal.com/content/102/TEMJournalMay2021_573_582.pdf

DUBOVEC, Juraj, 2017. *Logistika: (v ziskovom prostredí)*. Žilina: Žilinská univerzita, 198 s. Vysokoškolské učebnice. ISBN 978-80-554-1343-3.

DUPAL, Andrej, 2018. *Logistika*. Bratislava: Sprint 2, 287 s. Economics. ISBN 9788089710447.

OLIVEIRA, Eduardo e, MIGUÉIS, Vera Lucia a BORGES, Jose Luís, 2023, Overlap in Automatic Root Cause Analysis in Manufacturing: An Information Theory-Based Approach, *Applied Sciences (Switzerland)* [online]. Basel, Switzerland: MDPI AG, vol. 13, issue 6, s. 1-18 [cit. 2023-05-06]. ISSN 20763417. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/6/3416>

GROS, Ivan, 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 507 s. ISBN 9788070809525.

HARMON, Paul, 2014. *Business process change: a business process management guide for managers and process professionals*. 3rd edition. Amsterdam: Elsevier/Morgan Kaufmann, 488 s. ISBN 9780128003879.

HARRISON, Alan, SKIPWORTH, Heather, HOEK, Remko van a AITKEN, James, 2019. *Logistics management and strategy: competing through the supply chain*. Sixth edition. Harlow, England: Pearson, 457 s. ISBN 978-1-292-18368-8.

CHRISTOPHER, Martin, 2016. *Logistics & supply chain management*. Fifth edition. Harlow: Pearson, 310 s. ISBN 9781292083797.

JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 260 s. ISBN 9788026500599.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 254 s. ISBN 9788024757179.

MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ, 2018. *Logistika*. 2. upravené a doplněné vydání. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 342 s. ISBN 9788024841588.

OSTROM, Lee T. a Cheryl A. WILHELMSSEN, 2019. *Risk assessment: tools, techniques, and their applications*. Second edition. Hoboken, NJ: Wiley, 573 s. ISBN 978-1-119-48346-5.

POPOV, Georgi, Bruce K. LYON a Bruce HOLLCROFT, 2016. *Risk assessment: a practical guide to assessing operational risks*. Hoboken: Wiley, 451 s. ISBN 9781118911044.

POSWA, Fikile, ADENUGA, Olukorede Tijani a MPOFU, Khumbulani 2022, Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry, Processes [online]. Basel, Switzerland: MDPI AG, vol. 10, issue 9, s. 1-17 [cit. 2023-05-06]. ISSN 22279717. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2227-9717/10/9/1884>

PRITCHARD, Carl, 2015. *Risk management: concepts and guidance*. Fifth edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 442 s. ISBN 978-1-4822-5845-5.

RUSHTON, Alan, Phil CROUCHER a Peter BAKER, 2017. *Handbook of logistics and distribution management*. Sixth edition. London: Kogan Page, 872 s. ISBN 9780749476779.

ŘEPA, Václav, 2007. *Podnikové procesy*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 281 s. ISBN 9788024722528.

SINKAMBA, Francis, MATINDANA, Juma M. a MGWATU, Mussa, 2023, Towards Lean Manufacturing in Developing Countries: Research Gaps and Directions in Tanzania, Tanzania Journal of Engineering [online]. Makhanda/Grahamstown, South Africa: AJOL, vol. 42, issue 1, s. 26-45 [cit. 2023-05-06]. ISSN 1821536X. Dostupné z: <https://www.ajol.info/index.php/tjet/article/view/242922/229758>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby*. Praha: Grada, 366 s. Expert (Grada). ISBN 9788024744865.

WILSON, Lonnie, 2010. *How to implement lean manufacturing*. New York: McGraw-Hill, 316 s. ISBN 9780071625074.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BPM Business Process Management

CAD Computer aided design

h hodina

HR Human Resources

JIT Just-In-Time

Kč Česká koruna

LED Light-emitting diode

m² metr čtverečný

min minuta

mm milimetr

NVA non-value added

RCA Root Cause Analysis

SCM Supply Chain Management

VA value added

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Schéma podnikového procesu (Řepa, 2007)	13
Obrázek 2 – Základní schéma podnikové logistiky (vlastní zpracování dle Christopher, 2016, s. 12).....	15
Obrázek 3 – Procesní trojúhelník (vlastní zpracování dle Rushton, Croucher a Baker, 2017, s. 122).....	17
Obrázek 4 – Ohraničení nákupní a zásobovací logistiky (vlastní zpracování dle Dupal', 2018, s. 21).....	18
Obrázek 5 – Ohraničení výrobní logistiky (vlastní zpracování dle Dupal', 2018, s. 21)	18
Obrázek 6 – Ohraničení distribuční logistiky (vlastní zpracování dle Dupal', 2018, s. 22)	19
Obrázek 7 – Schéma postavení výrobního systému v podniku (Jurová, 2016, s. 114)	24
Obrázek 8 – Technologické uspořádání pracovišť (Jurová, 2016, s. 122-167)	27
Obrázek 9 – Předmětná organizace pracovišť (Jurová, 2016, s. 122-167)	28
Obrázek 10 – Buňkové uspořádání pracovišť (Jurová, 2016, s. 122-167)	28
Obrázek 11 – Model zobrazující komplexitu toků požadavků a dodávek v systému JIT (vlastní zpracování dle Jurová, 2013, s. 211)	31
Obrázek 12 – Názorný příklad použití spaghetti diagramu (Poswa, Adenuga a Mpofu, 2022, s. 15).....	32
Obrázek 13 – Layout výrobní linky (vlastní zpracování)	39
Obrázek 14 – Robotické pracoviště lepení světlometů (vlastní zpracování).....	40
Obrázek 15 – Graf počtu vyrobených kusů na lince lepení světlometů (vlastní zpracování)	42
Obrázek 16 – Flowchart procesu dodávání materiálu na výrobní linku lepení světlometů (vlastní zpracování).....	44
Obrázek 17 – Mapa areálu společnosti s trasami dodání materiálu ze skladu (vlastní zpracování).....	45
Obrázek 18 – Spaghetti diagram pohybů materiálu dodávaného na výrobní linku (vlastní zpracování).....	46
Obrázek 19 – Uložení materiálu v roll containeru (vlastní zpracování).....	47
Obrázek 20 – Policový regál využívaný pro drobný materiál (vlastní zpracování)	47

SEZNAM TABULEK

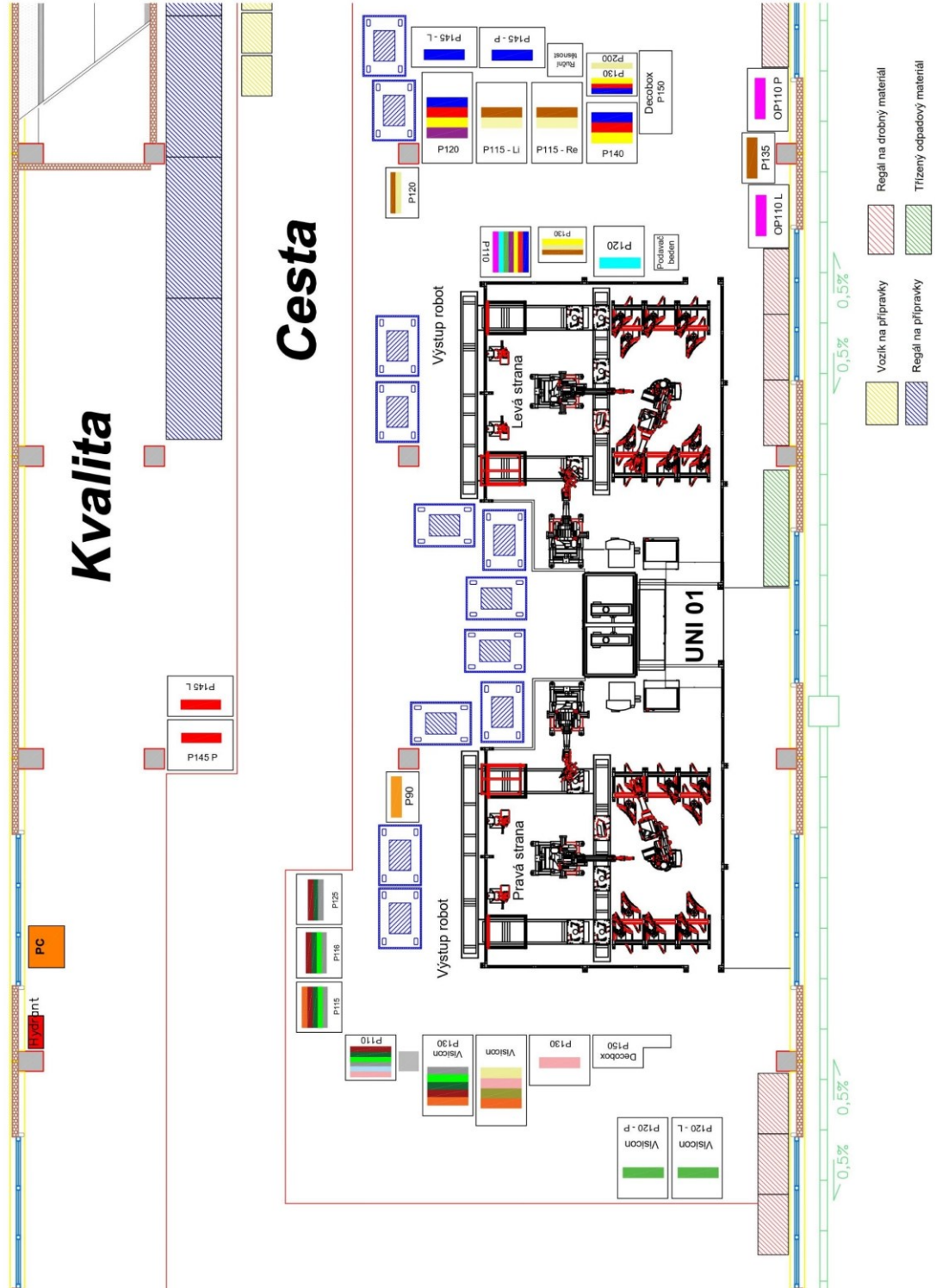
Tabulka 1 – Příklad semikvantitativní hodnotící rizikové matice (5x4) (vlastní zpracování dle Popov, Lyon a Hollcroft, 2016, s. 72).....	34
Tabulka 2 – Počet vyrobených světlometů za leden 2023 (vlastní zpracování).....	42
Tabulka 3 – Přehled využívaných beden a manipulačních pomůcek (vlastní zpracování) .	49
Tabulka 4 – Měsíční využití přepravních jednotek k doplňování materiálu v kusech (vlastní zpracování).....	50
Tabulka 5 – Porovnání teoreticky potřebného množství roll containerů na výrobní lince oproti skutečnému stavu (vlastní zpracování)	51
Tabulka 6 – Denní četnosti potřeby nového roll containeru s materiálem (vlastní zpracování)	56
Tabulka 7 – Počty denně provedených objednávek materiálu (vlastní zpracování).....	57
Tabulka 8 – Prioritizace rizik (vlastní zpracování).....	59
Tabulka 9 – Nápravná opatření možných rizik (vlastní zpracování).....	59
Tabulka 10 – Tabulka mezd zaměstnanců potřebná pro výpočty (vlastní zpracování).....	60

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Layout výrobní linky

Příloha P 2: Spaghetti diagram pohybů materiálu

PŘÍLOHA P I: LAYOUT VÝROBNÍ LINKY



PŘÍLOHA P 2: SPAGHETTI DIAGRAM POHYBŮ MATERIÁLU

