

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.

Studijní program: N6208 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: 6208T088 Podniková ekonomika a management provozu

**NÁVRH LOGISTICKÝCH TOKŮ VE VÝROBNÍM
ZÁVODĚ PRO MOKRÉ LAKOVÁNÍ**

Diplomová práce

Bc. David LACINA

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel: **Bc. David Lacina**
Studijní program: **Ekonomika a management**
Obor: **Podniková ekonomika a management provozu**

Název tématu: **Návrh logistických toků ve výrobním závodě pro mokré lakování**

Cíl: Cílem diplomové práce je zmapování, analýza a optimalizace současného stavu logistických toků ve výrobním procesu firmy Hajdík a.s., zabývající se mokrým lakováním, s využitím počítačové simulace. Dále pak formulace návrhů k optimalizaci logistických toků mezi sklady a výrobou vedoucích k odstranění nalezených úzkých míst. Porovnání současných a optimalizovaných logistických toků firmy a popisu případného přínosu, který jednotlivá řešení skladovému hospodářství společnosti přinesou.

Rámcový obsah:

1. Teoretický úvod do problematiky výrobní logistiky a organizace a řízení skladového hospodářství ve firmě.
2. Počítačové simulace a jejich využití při optimalizaci výrobních procesů ve firmě.
3. Představení společnosti Hajdík a.s., popis, analýza a identifikace úzkých míst současného logistického toku společnosti.
4. Aplikace návrhů na optimalizaci logistických toků ve společnosti v prostředí počítačové simulace a porovnání dosažených výsledků se současným stavem logistických toků ve společnosti Hajdík a.s.
5. Optimální řešení logistických toků ve společnosti.

Rozsah práce: 55 – 65 stran

Seznam odborné literatury:

1. BANGSOW, S. *Manufacturing simulation with Plant Simulation and SimTalk: usage and programming with examples and solutions*. Berlin: Springer, 297 s. ISBN 978-3-662-51912-7.
2. EMMETT, S. *Řízení zásob*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1828-3.
3. JUROVÁ, M. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. 1. vyd. Grada Publishing, 2016. 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.
4. PERNICA, P. *Logistický management, teorie a podniková praxe*. Praha: RADIX, spol.s.r.o., 660 s. ISBN 80-86031-13-6.

Datum zadání diplomové práce: červen 2019

Termín odevzdání diplomové práce: leden 2021

L. S.



doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.
Vedoucí práce



doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.
Garant studijního oboru



Mgr. Petr Šulc
Prorektor ŠAVŠ



Bc. David Lacina
Autor práce

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval(a) samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídil(a) vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnicí OS.17.10 Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědom(a), že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Mladé Boleslavi dne 1. 1. 2021

Podpis:

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Janu Fábrymu, Ph.D., za odbornou pomoc a rady nezbytné k jejímu sepsání.

Dále bych rád poděkovat své rodině, přátelům a spolužákům za podporu při mém studiu na vysoké škole.

Obsah

Úvod	10
1 Logistika	11
1.1 Definice logistiky	11
1.2 Logistika podniku	12
1.2.1 Základní dělení podnikové logistiky	12
1.2.2 Úloha logistiky v podniku	13
1.2.3 Logistické činnosti v podniku	14
1.3 Výrobní logistika	16
1.3.1 Úkoly výrobní logistiky	16
1.3.2 Cíle výrobní logistiky	16
1.4 Metody logistického řízení	17
1.4.1 Materiálový tok a jeho analýza	17
1.5 Skladové hospodářství	19
1.5.1 Definice skladování	19
1.5.2 Kritéria a funkce skladování	19
1.5.3 Sklad a jeho úloha	20
1.5.4 Skladové operace	20
1.5.5 Rozmísťování zásob ve skladu	21
1.5.6 Metody vychystávání	22
1.5.7 Náklady skladování	23
1.5.8 Typické vybavení skladu	24
2 Počítačová simulace systémů	26
2.1 Matematické modelování	26
2.1.1 Rozdělení modelů	26
2.1.2 Základní fáze řešení rozhodovacího problému	26
2.2 Použití simulace v podniku	28
2.2.1 Výhody a nevýhody použití simulace v podniku	28
2.3 Simulační nástroje logistických a výrobních systémů	29
2.3.1 Programovací jazyky	29
2.3.2 Programovací jazyky počítačových simulací	30
2.4 Plant Simulation	31
2.4.1 Základní objekty Plant Simulation	32
3 Vícekriteriální rozhodování	35
3.1 Podmínky stanovení vah	35

3.2	Metody stanovení vah	35
3.2.1	Metoda stejné důležitosti	35
3.2.2	Bodovací metoda	35
3.2.3	Fullerova metoda	36
3.3	Metody vícekriteriální hodnocení variant	36
3.3.1	Disjunktivní metoda.....	36
3.3.2	Konjunktivní metoda	36
3.3.3	Metoda pořadí.....	36
3.3.4	Metoda váhového hodnocení.....	37
4	O společnosti Hajdík a.s.	39
4.1	Úvod	39
4.2	Historie	39
4.3	Organizační struktura společnosti	40
4.4	Vnější okolí společnosti	42
4.4.1	Zákazníci.....	42
4.4.2	Dodavatelé.....	43
4.4.3	Konkurence.....	43
4.5	Technologie společnosti	44
4.5.1	Mokrý lakování.....	44
4.5.2	UV High Gloss	44
4.5.3	Vstřikování plastů.....	44
4.5.4	Galvanické pokovení plastů	45
4.6	Výrobní linky	45
4.6.1	Ruční provoz.....	45
4.6.2	Robotický provoz	46
5	Skladové hospodářství a materiálový tok společnosti	47
5.1	Rozdělení skladového hospodářství	47
5.1.1	Oblast příjmu.....	47
5.1.2	Oblast manipulace v rámci výrobní linky	47
5.1.3	Oblast expedice	48
5.2	Sklady společnosti.....	48
5.3	Organizační struktura interní logistiky.....	50
5.4	Fronta práce zaměstnanců skladu.....	51
5.5	Materiálové toky společnosti	52
6	Analýza současného stavu materiálového toku	54

6.1	Takt robotické výrobní linky	54
6.2	Procesní analýza	54
6.3	Úzká místa materiálového toku	55
6.4	Simulační model oblasti příjmu	57
6.4.1	Analýza oblasti příjmu	57
6.4.2	Vyhodnocení analýzy úzkých míst oblasti příjmu	64
6.5	Analýza neshod ve skladech	65
6.5.1	Analýza úzkých míst dalších částí skladového hospodářství	66
7	Zefektivnění materiálového toku společnosti	68
7.1	Úprava plochy pro vykládku	68
7.1.1	Nevýhody stávající plochy pro vykládku	68
7.1.2	Úprava stávající plochy pro vykládku	69
7.1.3	Simulace navrhovaného řešení oblasti pro vykládku	69
7.1.4	Vyhodnocení modelu navrhovaného řešení	70
7.1.5	Náklady spojené s úpravou plochy pro vykládku	71
7.2	Zefektivnění materiálového toku v oblasti příjmu	71
7.2.1	Návrh efektivního řešení oblasti příjmu	72
7.2.2	Hrozby a další možná řešení	72
7.2.3	Simulace navrhovaného řešení oblasti příjmu	73
7.2.4	Vyhodnocení modelů navrhovaných řešení	74
7.3	Náklady spojené s novým řešením oblasti příjmu	77
7.4	Personální změny oblasti vedení a kontroly	77
7.4.1	Návrh řešení	77
7.4.2	Náklady spojené se změnou ve vedení skladu	78
7.5	Vícekritériální hodnocení variant	78
7.5.1	Stanovení kritérií a jejich důležitosti	78
7.5.2	Výběr nejvhodnějšího řešení	81
	Závěr	83
	Seznam literatury	86
	Seznam obrázků a tabulek	90
	Seznam příloh	92

Seznam použitých zkratk a symbolů

APR	Nastavitelné paletové regály
DIR	Průjezdné regály
ICT	Informační a komunikační technologie
FIFO	První dovnitř – první ven
HAS	Hajdík a.s.
MT	Materiálový tok
OEM	Original Equipment Manufacturer
PMR	Pohyblivé regály
PS	Plant Simulation
UM	Úzké místo
VP	Výrobní proces
VŠE	Vysoká škola ekonomická v Praze

Úvod

Logistika je nejen nepostradatelnou součástí každého moderního podniku, ale i běžnou součástí našeho každodenního života. Tato věda je nejčastěji spojována s pohybem, nezávisle na tom, zda se jedná o pohyb materiálu, zboží či osob. Avšak nic není dále od pravdy. Nezbytnou součástí pro její správné a efektivní fungování je také řádná příprava. Ta je založena na plánování, shromažďování a vyhodnocování informací, řízení materiálových toků a to tak, aby bylo s minimálními náklady dosaženo maximálního uspokojení požadavků zákazníka. Proto správné nastavení a fungování logistiky znamená pro danou společnost zpravidla lepší postavení na trhu, více spokojených zákazníků a také prosperitu, a je tudíž nezbytné věnovat jí dostatečnou pozornost.

Téma této práce bylo zvoleno za účelem analýzy a případné optimalizace úzkých míst materiálového toku ve výrobní firmě pro mokré lakování Hajdík a.s. Cílem práce je tedy nejen obecný popis současného stavu materiálového toku ve skladech sloužících pro zásobování a následné uskladňování hotových výrobků nové robotizované linky pro mokré lakování, ale také jeho analýza. To vše za pomoci počítačové simulace s cílem odhalit úzká místa, která se mohou při fungování již zmiňovaného toku vyskytovat. Nedílnou součástí práce jsou pak návrhy řešení, která mohou vést k optimalizaci, nebo úplné eliminaci úzkých míst, jejich validace v prostředí počítačové simulace, popis přínosu, který by svým zavedením společností přinesla, a také výběr toho nejvhodnějšího s ohledem na různá kritéria pomocí metody vícekritériálního rozhodování.

1 Logistika

Logistika je velmi starým a známým pojmem. Jeho počátky spadají až do starověkého Řecka a Říma, kde byla nedílnou součástí podpory armády při jejím zásobování materiálem, zbraněmi a potravinami. Od té doby je spojována s pohybem a vším, co s ním nějakým způsobem souvisí.

1.1 Definice logistiky

Jak se logistika postupem času vyvíjela, měnila se současně i její definice. Neexistuje však univerzální definice, která by byla schopna logistiku komplexně charakterizovat. V současné době je logistika nejčastěji charakterizována jako věda, která se zapřičiňuje o to, aby byla daná věc na správném místě, ve správný čas, a to v odpovídající kvalitě a množství, s cílem maximalizovat spokojenost zákazníka a minimalizovat vložené náklady. Avšak existuje spousta jiných pohledů na danou problematiku.

S postupem času si spousta autorů a průkopníků logistické vědy vytvořila své vlastní definice, mezi které patří například Haskelt. Ten tvrdí, že logistika představuje „řízení všech činností, které zajišťují pohyb a koordinaci zásobování a spotřeby při tvorbě časové a místní užitnosti zboží“ (Haskelt, 1964, str. 23).

Prachař (2011) naopak zdůrazňuje, že logistika je uspořádanou množinou technických prostředků, které vytvářejí podsystemy fungující ve vzájemné harmonii. V každém z podsystemu pak fungují různé operace, které souvisejí s manipulací, skladováním nebo dopravou. Dochází tedy k propojení hmotné a nehmotné stránky logistického řetězce.

Pragmatici přistupují k logistice opatrněji a tvrdí, že se jedná pouze o záležitost dopravy, nebo systém účetnictví, evidence pohybu zboží a finančních nákladů s tím spojených (Sixta a Mačát, 2005).

1.2 Logistika podniku

Pod slovním spojením podniková logistika se skrývají veškeré logistické operace, které jsou v rámci firmy uskutečňovány. Tyto operace mohou být interní, ale i externí. Podnikovou logistiku můžeme dále dělit dle toku materiálu na logistiku obchodních a výrobních podniků.

1.2.1 Základní dělení podnikové logistiky

Podnikovou logistiku je možné rozdělit na dvě části, a to buď podle **materiálového toku**, nebo **činností**, které logistické podsystémy realizují.

Rozdělení dle materiálového toku

Podnikovou logistiku lze rozdělit, dle zaměření společnosti, tedy **toku materiálu**, na logistiku ve **výrobních** nebo **obchodních podnicích** (Jindra, 1995).

Logistika **obchodních společností** se na rozdíl od té výrobní soustředí pouze na pohyb již hotových produktů, které směřují ke koncovým zákazníkům. Jedná se tedy o skladování těchto výrobků, jejich odbyt, pohyb v rámci firmy, přeprava a dodání konkrétnímu zákazníkovi.

Logistika **výrobních společností** obsahuje veškeré logistické procesy, které se vyskytují ve výrobní oblasti. Jedná se tedy o zásobování společnosti materiálem, polotovary, pomůcky a zařízení nezbytná k výrobě dané produkce a jejich pohyb během celého procesu výroby od okamžiku, kdy do výroby vstoupí až do chvíle, kdy hotový výrobek výrobní proces opustí.

Logistika výrobního podniku bude pro potřeby řešené diplomové práce nejdůležitějším.

Rozdělení dle činností

Dle činností rozdělujeme následné hlavní podsystémy logistického systému na (Stehlík a Kapoun, 2008):

- **informační podsystém,**
- **řídící podsystém,**
- **materiálový podsystém.**

Materiálový podsystém shromažďuje informace k dalšímu zpracování. Tyto údaje jsou následně přemístovány a vykonávány, a to co nejefektivněji. Řídící podsystém naproti tomu definuje co, kolik, kdy, kam a komu dopravit. Informační podsystém pak uskutečňuje samotný materiálový tok.

1.2.2 Úloha logistiky v podniku

Napříč světadíly bývá úloha logistiky, díky různým kulturním, ekonomickým a geografickým rozdílům, vnímána často odlišně, avšak její obsah je stále velmi podobný. Rozdílnost vnímání podnikové logistiky jde také ruku v ruce s velikostí samotné společnosti. U **malých** a **středních** firem je obsah a vnímání nejen logistických činností dán propojováním a integracích důležitých činností, které na sebe navazují nebo spolu souvisejí. Tyto účetní jednotky jsou limitovány množstvím finančních prostředků, počtem a kvalifikací svých zaměstnanců, ale také důležitostmi, která je logistice, dopravě a skladování věnována. Naopak u **velkých** nebo **nadnárodních** společností je logistika vnímána jako nedílnou součástí podniku, bez které by byla firma nebyla v dnešním světě konkurenceschopná.

Při hledání řešení, jak identifikovat důležitost a význam logistiky ve společnosti, je možno přistoupit k použití mnoha různých manažersko-marketingových nástrojů, jako jsou například:

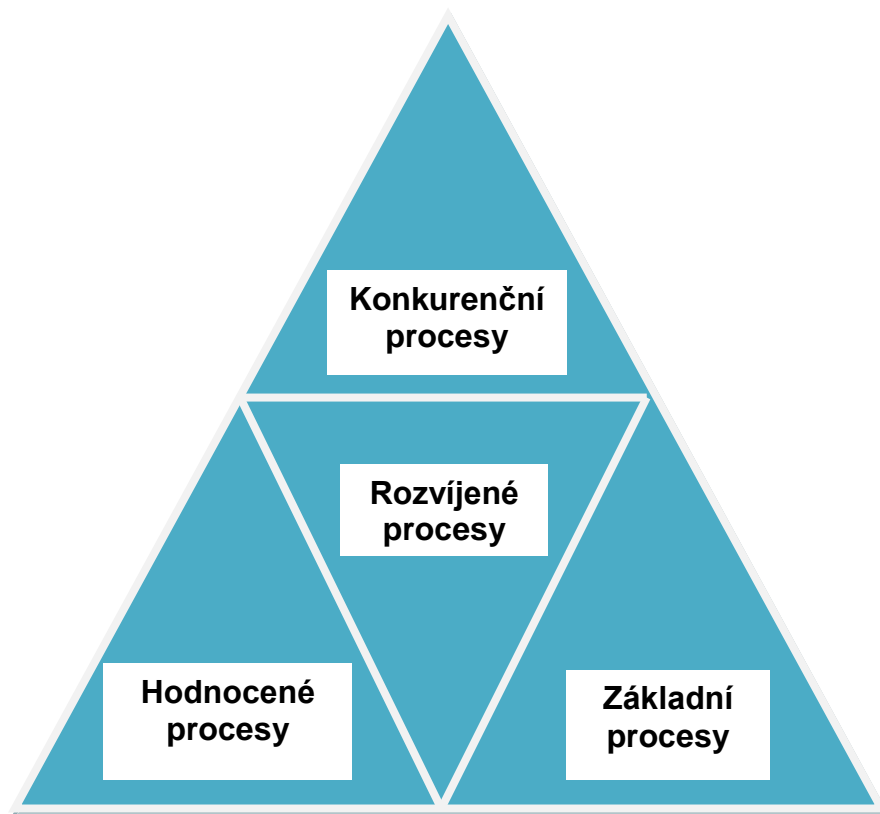
- **SWOT analýza,**
- **Porterův model pěti sil,**
- **procesní mapa,**
- **procesní analýza.**

Při použití procesního přístupu, který pramení jak z manažerského pojetí a tvorby přidané hodnoty produktu zákazníkovi, tak z kvalitativních základů procesního řízení můžeme rozdělit logistické procesy na:

- **Základní procesy – nejsou podstatné pro podnikání, ale vytváří stavební půdu pro ostatní procesy.**
- **Hodnocené procesy – jsou důležité pro zákazníka, a proto je důležitá jejich standardizace v takové míře, aby je trh pozitivně přijal.**

- **Konkurenční procesy** – jsou pro firmu nejdůležitější, zajišťují vysokou úroveň logistických činností a tím zajišťují konkurenceschopnost celé společnosti.

Kategorizaci jednotlivých logistických procesů je znázorněn v pomoci procesního trojúhelníku (viz Obr. 1).

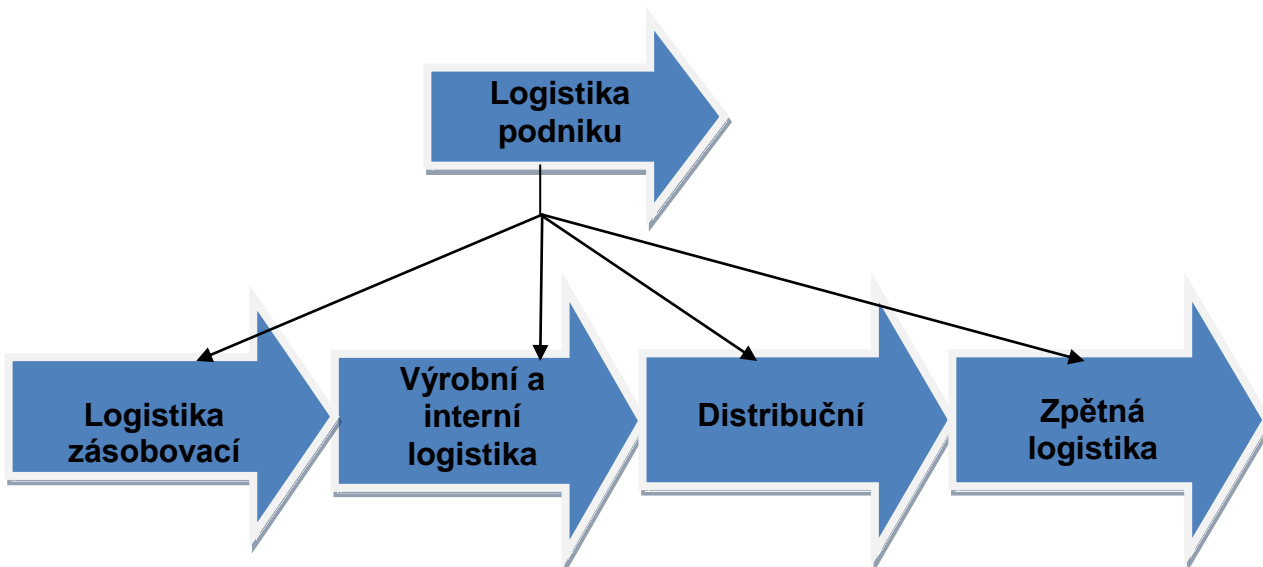


Zdroj: Vlastní tvorba dle Jurová (2016)

Obr. 1 Procesní trojúhelník

1.2.3 Logistické činnosti v podniku

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole s ohledem na důležitost logistiky podniku, i význam a důležitost logistických činností závisí na spoustě faktorů, jako je velikost podniku, jeho činnost, charakter pracovních pozic, případně přístup samotných manažerů jednotlivých oddělení. Schéma (viz Obr. 2) zobrazuje členění podnikové logistiky.



Zdroj: Vlastní tvorba dle Jurová (2016)

Obr. 2 Členění podnikové logistiky

Logistika zásobovací

Zásobovací logistika v sobě zahrnuje veškeré procesy každé zakázky, která se v podniku objeví. Obchodní oddělení společnosti reaguje na poptávku zákazníků. Cílem zásobovací logistiky je vhodně zpracovat a úspěšně dodat tuto zakázku a tím ji zakončit.

Logistika výrobní a vnitropodniková

Výrobní logistika se orientuje na řešení a zefektivnění materiálových toků, které ve firmě probíhají. S tím souvisí také optimalizace manipulačních zařízení a systémů, efektivní využití dostupného prostoru atd., které nějakým způsobem souvisejí s produkty a operativním řízením výrobního procesu ve společnosti.

Logistika distribuce

Distribuční logistika započne příjmem prvních surovin a polotovarů na sklad a pokračuje až k distribuci hotového produktu k zákazníkovi – překračuje tedy hranice podniku. Cílem je co nejefektivněji, nejspolehlivěji a nejjednodušeji dopravit požadovaný výrobek na místo určení.

Reverzní logistika

Reverzní neboli zpětná logistika je součástí poprodejních služeb nabízených zákazníkovi. Zaměřuje se na zpětný tok reklamovaného zboží, použitých obalů a přepravního materiálu. Míra, do jaké je tahle logistická činnost implementována

do firmy, závisí převážně na přístupu samotné společnosti k zákazníkům a ekologii (Jurová, 2016).

1.3 Výrobní logistika

V dnešním světě stále existují názory, že výroba není součástí logistiky a měla by být oddělována (Tvrdoň a Bazala, 2018). Současné potřeby výrobních podniků však tato tvrzení vyvracejí. Pro dokonalé uspokojení potřeb zákazníků a organizace je toky nutno řídit jako celek. Výrobní stránka logistiky tedy v sobě zahrnuje problematiku, týkající se organizace, řízení a průběhu toků při výrobě. Je úzce propojena s dalšími oblastmi logistiky, jako je nákup, řízení zásob nebo skladování a expedice.

1.3.1 Úkoly výrobní logistiky

Základním úkolem výrobní logistiky je zajištění **bezproblémového průběhu výrobního procesu** a to tak, aby tento průběh probíhal hospodárně a v souladu s pracovními a bezpečnostními předpisy a také podmínkami. Mezi další předměty výrobní logistiky může patřit také plánování přestaveb, obnovy a rozvoje stávajících provozů (Lukšů, 2001). Dle Špinky (1992) patří mezi základní úkoly výrobní logistiky:

- **manipulace s hotovými výrobky,**
- **manipulace s materiálem a polotovary,**
- **doprava mezi operacemi a během nich,**
- **mezioperační skladování,**
- **příznivé pracovní podmínky,**
- **plánování předvýrobního a povýrobního skladování.**

1.3.2 Cíle výrobní logistiky

Základní cíle logistiky výroby lze rozdělit do několika skupin. Základním a nejdůležitějším cílem je, stejně jako podstata logistiky samotné, přemístit zboží, informaci, energii a finance na správné místo, ve správný čas a za správnou cenu. Koordinace materiálu a informací bývá často velmi náročnou činností. Ke správnému fungování je třeba propojit několik dílčích cílů jednotlivých útvarů, jako například prodeje, nákupu, výroby a skladového hospodářství, které si často navzájem oponují.

Cílem výroby je rovnoměrné vytížení kapacity výrobní linky. Ideální je tedy plynulá výroba ve velkých výrobních dávkách s velmi malým počtem variant jednotlivých výrobků.

Cílem nákupu jsou velké dávky, které jsou objednávány od stálých dodavatelů, se kterými má firma velmi úzké vztahy. Díky tomu je možno dosáhnout výhodných nákupních podmínek a cen.

Odbyt naopak vyžaduje, aby výroba byla co nejpružnější a byla schopna pohotově reagovat na zákaznickou poptávku. Zde je vidět protichůdnost cíle odbytu a výroby, kdy prodej, na rozdíl od výroby, vyžaduje široké portfolio výrobků a maximální individualizaci každého výrobku, aby mohly být uspokojeny požadavky co největšího počtu zákazníků.

Nejvíce rozdílů mezi cíli jednotlivých útvarů lze pak najít ve **skladovém hospodářství společnosti** (Lukšů, 2001). To vyžaduje co nejnižší množství zásob, velmi omezený sortiment a plynulost v doplňování zásob. Cílem je tedy minimalizace množství peněžních prostředků, které jsou uloženy v zásobách. Nesnadným úkolem je také správné rozmístění a velikost zásob hotových produktů. Zde nastává již zmiňovaný konflikt skladového hospodářství, a to minimalizace skladových zásob a prodeje, který chce být maximálně pružný a vždy vyhovět zákazníkovi.

Synchronizace dílčích cílů je téměř nemožná. Vše je založeno na vzájemných kompromisech. Úlohou logistiky je tedy nahradit dílčí cíle jednotlivých útvarů **jedním společným cílem**, a to úplným uspokojením potřeb a přání zákazníka, který je dosažitelný při splnění **ekonomického** (optimální výše nákladů) a **výkonového** (maximální rychlost dodávek) **cíle** (Dubravcová a Dubravec, 1998).

1.4 Metody logistického řízení

Metody logistického řízení slouží ke zpracování veškerých dat výrobního managementu, kvality, účetnictví nebo marketingu, ale také k zefektivňování částí materiálového toku společnosti. Příkladem je procesní analýza (Hlavenka, 2008).

1.4.1 Materiálový tok a jeho analýza

Základem každé lidské činnosti je manipulace. Převážně pak ve výrobní sféře je správná manipulace alfou a omegou celého úspěchu při přetváření vstupů na výstupy. Náklady, které jsou spojeny s pořízením manipulační techniky a obecně

s manipulací, pak tvoří značnou část celkových firemních nákladů. Z tohoto důvodu by problematika měla být řešena **systemově**, stejně tak jako logistika.

Systemové pojetí je založeno na **teorii kauzálního umístění**. Ta se zabývá systematizací jednotlivých etap při projektování, zavádění a používání pasivních a aktivních prvků logistiky dané společnosti. Je opět založena na systemovém přístupu, který identifikuje, že příčinou pohybu jsou jednotlivé druhy umístění a vztahy, které mezi nimi vznikají.

Materiálový tok

Materiálový tok (dále jen MT) představuje ve firmě řízený pohyb materiálu, polotovarů a surovin od začátku výrobního procesu až po distribuci. MT je ovlivněn uspořádáním výrobních zařízení, budov nebo skladů. Vhodným uspořádáním těchto jednotek může společnost značně ovlivnit výši svých nákladů a čas spojený s manipulací. Jeho průběh ovlivňuje spousta faktorů a to například (Jurová, 2016):

- **objem výroby a sortiment výrobků,**
- **technologická náročnost jednotlivých procesů výroby,**
- **tvar a prostornost výrobních prostor,**
- **způsob přepravy materiálu a polotovarů,**
- **umístění ostatních podpůrných provozů výroby.**

Dle Hlavenky (2008) je základní jednotkou manipulace operace. Dále se může celý proces manipulace rozložit na procesy, subprocessy, úkony a pohyby.

Analýza materiálového toku

Pro analýzu samotného MT je nejdůležitější sběr relevantních informací o manipulaci s produktem, jeho množství, pohybu materiálu v doprovodných činnostech, a také časech trvání jednotlivých operací, kterými materiál prochází (Hlavenka, 2008). Při analýze MT je důležité soustředit se převážně na místa, kde dochází k výstupu produktu z určité části výrobního procesu (dále jen VP) a vstupu do následující části VP. Zkoumá se efektivnost pohybu materiálu v rámci jednotlivých etap VP s cílem odhalit úzká místa (dále jen UM) a nalézt optimální způsob řešení UM.

Jurová (2016) ve své publikaci zmiňuje nejpoužívanější způsoby, jak analyzovat a znázornit materiálové toky ve společnosti. Mezi nejznámější patří například:

- **Sankeyův diagram,**
- **Value stream mapping,**
- **spaghetti diagram,**
- **procesní analýza,**
- **postupový diagram.**

1.5 Skladové hospodářství

1.5.1 Definice skladování

Nepostradatelnou součástí každé moderní firmy, ať už obchodní či výrobní, je skladové hospodářství. Skladování představuje dočasné uložení zboží, materiálu nebo polotovarů, které jsou součástí MT v logistickém řetězci dané společnosti. Jedná se tedy o spojnici mezi místem vzniku tohoto prvku a místem jeho následné spotřeby (Stehlík a Kapoun, 2008).

1.5.2 Kritéria a funkce skladování

Existuje několik základních kritérií v oblasti skladování. Mezi ty nejdůležitější řadíme:

- **poloha skladu,**
- **řízení a správa skladu,**
- **zásoby a jejich výše,**
- **technologické vybavení skladu,**
- **vlastní nebo pronajatý sklad.**

Mezi základní funkce skladování patří jednoznačně **přesun produktů**, který začíná příjmem, pokračuje fyzickým uskladněním zboží a končí jeho expedicí. Mezi další patří **uskladnění produktů**, které může být přechodné, nebo v případě většího množství zásob také dočasné. V neposlední řadě pak **přenos informací**, který je nezbytným prvkem, díky kterému je možné zásoby kontrolovat, sledovat, mít přehled o jejich množství, umístění, typu atd. K tomu slouží nejrůznější informační

systemy (dále jen ICT), které celý proces skladování usnadňují, zrychlují a zpřesňují (Sixta a Mačát, 2005).

1.5.3 Sklad a jeho úloha

Různé druhy skladů slouží k různým funkcím, avšak všechny představují v obecné definici **plánovaný prostor**, který slouží pro manipulaci s materiálem a zbožím (Emmett, 2008). Zboží od různých dodavatelů je zde soustředěno, přeskupeno a případně zkompletováno do většího celku, který je následně dodán zákazníkovi.

Mezi typické funkce skladů patří (Stehlík a Kapoun, 2008):

- **vyrovnávat materiálový tok a potřebu,**
- **tvorba pojistné zásoby z důvodu případného nedostatku,**
- **záměrné zadržení zboží za účel spekulace (růstu hodnoty),**
- **kompletace několika zásilek do jedné,**
- **zušlechtění daného výrobku (například v potravinářském průmyslu).**

1.5.4 Skladové operace

Dle Emmetta (2008) existují čtyři základní skladové operace:

Příjem

Příjem zboží na sklad určuje budoucí rytmus celého procesu a následných operací prováděných ve skladu. Zde je důležité vyvarovat se chybám. Ty totiž mohou mít vážné důsledky, které se mohou projevit v úplně jiné části VP nebo firmy. Pro bezproblémový příjem by měly fungovat také kvalitní dodavatelsko-odběratelské vztahy, které mohou firmě jakožto zákazníkovi ulehčit spoustu práce. Může se jednat o problematiku etiket a značení balení, dodávek na přesné místo určení, sledování zásilek apod. Další činnosti, které by měly být součástí příjmu je například zajištění prostoru pro vykládku, zaznamenání příjezdu dodávky, kontrola zboží nebo obalu za účasti řidiče, vykládka vozidla, shromáždění zboží v areálu, evidence zboží a veškerých kvalitativních nedostatků do ICT atd.

Uskladnění zboží ve skladu

Po fyzickém příjmu zboží následuje jeho uskladnění na patřičné místo ve skladu. Produkt může být umístěn na předem určené místo ve skladu. Zboží může být dále dočasně umístěno ve vyčkávacím prostoru, kde je za nějakým konkrétním účelem, například z důvodu kontroly nebo opravy, drženo. V neposlední řadě může být aplikován tzv. **cross-docking**, tedy překládka zboží bez jeho uskladnění. Produkt pak ihned putuje k dalšímu zpracování.

Vychystávání zboží

Jakmile je přijata objednávka, dochází k vychystání zboží ze skladu. Jedná se o velmi důležitou činnost hlavně z hlediska nákladů, neboť je zapotřebí manuální činnosti a nezbytného technologického vybavení, které je pro firmu velmi nákladné. Samotné vychystávání pak ovlivňuje spousta faktorů:

- **doby přesunu,**
- **umístění výrobku,**
- **plánování (znalost času a umístění výrobku),**
- **úroveň služeb a přesnost.**

Expedice

Expedice představuje opak příjmu. Jedná se o okamžik, kdy konkrétní zboží opouští prostory skladu a směřuje k zákazníkovi. Nejčastěji se jedná o nakládací rampy nebo plošiny. Úkony, které se při expedici provádějí, jsou pak velmi obdobné těm, které jsou nezbytné pro příjem. Liší se pouze ve faktu, že je nyní firma dodavatelem a posílá zboží skrze dopravce svému zákazníkovi, tedy odběrateli.

1.5.5 Rozmíst'ování zásob ve skladu

Dle Macurové (2014) existují ve světě skladování dva základní principy rozmístění zásob ve skladě. Jedná se o umístění:

- **Náhodné** – často nazývané jako chaotické, kdy je zboží umísťováno do nejbližšího volného místa. Výhodou je maximální využití skladového prostoru, avšak velkou nevýhodou se stává čas, který je potřebný k následnému vyhledání a vyskladnění konkrétního produktu. Další komplikací je potřeba určitého ICT, který je nezbytný pro evidenci a lokalizaci náhodně umístěného zboží.
- **Pevné** – konkrétní typ zboží je přesně umístěn na místo, které je pro něj vyhrazeno. Může se také jednat o seskupování zboží od jednoho výrobce na určité pozici. Výhodou je menší časová náročnost při vychystávání produktů a menší závislost na skladovém ICT. Velkou nevýhodou zde představuje menší využitelnost skladových ploch, tedy potřeba většího skladu, s čímž jsou spojeny vysoké pořizovací náklady.

Volbu vhodného způsobu umísťování zásob ve skladu ovlivňuje spousta faktorů. Jedná se hlavně o charakter zboží. Je nutno si uvědomit, jakých technologických pomůcek je třeba pro manipulaci s produkty, zda je zboží křehké, jaké jsou jeho rozměry atd. Dále musí firma brát v úvahu rozměry, obslužnost a využitelnost prostor, kterými disponuje.

1.5.6 Metody vychystávání

Dle charakteru zboží, ale také dle prostorového uspořádání skladů, lze identifikovat několik metod vychystávání:

- **Základní vychystávání** – operátor skladu se ke zboží ve skladu dopravuje. K přepravě používá vhodné manipulační zařízení, které se odvíjí od prostornosti skladu a charakteru samotného zboží. Důležitou roli zde hraje posloupnost. Zaměstnanec skladu vychystává zboží v určitém sledu a s určitou pravidelností. Jedná se pak o posloupnost **přeskokovou**, kdy se přesouvá z levého regálu do pravého a naopak, **paprscitou**, ve které je určen středový bod, ze kterého se pracovník paprscitě pohybuje a v neposlední řadě **vlnitou**, kde se zaměstnanci přesouvají jednou uličkou tam a druhou zpět.
- **Dávkové vychystávání** – skladník vychystává zboží ze skladu po dávkách. Výrobky jsou nachystány v přeprávkách, ze kterých si operátor dle objednávky vybírá jen potřebné kusy.

- **Zónové vychystávání** – jedná se o způsob vychystávání podobný montážní lince. Prostor je rozdělen do několika zón, kdy každý operátor obsluhuje jednu z nich. Dle objednávek první vychystávač přichystá dané zboží a pošle ho do další zóny, kde je objednávka doplněna o další potřebný kus produktu.
- **Vlnové vychystávání** – tento způsob vychystávání je použit v okamžiku, kdy jsou všechny zóny vychystávány ve stejnou dobu a jednotlivé položky jsou rozříděny do jednotlivých objednávek až následně.

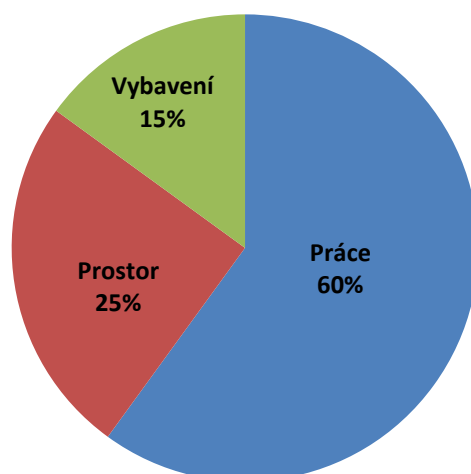
1.5.7 Náklady skladování

Z účetního hlediska lze rozdělit náklady na **fixní**, **variabilní** a **celkové** (Emmett, 2008).

- Vztáhneme-li tyto pojmy na skladové hospodářství, budou pak **fixní náklady** představovat nájemné nebo daň z nemovitosti (skladu), pojištění budovy, oprávky a mzdy zaměstnanců.
- **Variabilní náklady** naproti tomu reprezentují mzdy na přesčasy, údržba budov a zařízení, provozní náklady na vybavení a pojištění zásob.
- **Celkové náklady** jsou následně součtem variabilní a fixních nákladů.

Z hlediska financí představují náklady na mzdy největší část celkových nákladů. Graf (viz Obr. 3) zobrazuje typické rozdělení skladovacích nákladů běžného skladu, při běžných teplotních podmínkách, se zbožím uloženým na paletách v paletových regálech, je vychystáváno do beden na paletách a pomocí paletového vozíku následně expedováno.

Rozložení nákladů na skladování



Zdroj: Vlastní tvorba dle Emmett (2008)

Obr. 3 Náklady na skladování

1.5.8 Typické vybavení skladu

Sklady pracují s nejrůznějším vybavením. Jeho výběr by měl být pečlivě volen dle charakteru skladovaného zboží a také s ohledem na skladovací prostory. Skladová zařízení slouží k přesunu zboží z místa A do místa B, ale také k uskladnění výrobků (police, regály atd.). Mezi těmito typy skladového vybavení existuje vztah, při kterém spolu vzájemně kooperují a musí být kompatibilní.

Vysokozdvížené vozíky

Vysokozdvížený vozík představuje základní manipulační prvek skladu většiny současných firem. Existují různé typy těchto vozíků, které se liší pohonem (ruční, elektrické, naftové), nosností, zdvihem, ale také rozměry nebo útočností vidlic. Jejich výběr závisí na již zmiňovaném charakteru zboží, jeho množství, velikosti a váze. Dále pak na výšce regálu, ve kterém je skladováno, velikosti vnitřních prostor skladu (šířce uliček), na rychlosti, s jakou má být zboží dopraveno na místo, ale také na finančních možnostech společnosti.

Regály a police

Stejně jako vozíky jsou regály základním vybavením skladu. Slouží k uskladnění výrobků nebo zboží. Při jejich volbě hrají roli opět již zmiňované aspekty charakteru zboží a prostorové možnosti skladu. Dále je nutné zvážit, jaká manipulační technika bude ve skladu použita, v jakých přepravech nebo na jakých paletách bude zboží přepravováno a s jakou frekvencí. Regály lze obecně rozdělit na:

- **Nastavitelné paletové regály (APR)** – patří mezi nejpoužívanější typy regálů, u kterých lze nastavit výška polic a umožnit tak skladování různě vysokých palet. Nastavení jejich výšky však není snadné a vyžaduje, aby byl regál prázdný.
- **Průjezdné regály (DIR)** – umožňují naskládání palet do blokových stohů s regály. Velmi dobře využívají podlahový prostor skladu, ovšem manipulace se zbožím v regálech je opět znesnadněna nutností použití manipulační techniky, bez které není umožněn přístup k jednotlivým paletám se zbožím a výrobky.
- **Pohyblivé regály (PMR)** – pomocí vysokozdvížného vozíku umístí palety s produkty a následně je jejich pohyb usnadněn zabudovanými válečky v regálu, po nichž paleta klouže vodorovným pohybem dolů. Tohle řešení je ideální pro vyskladňování palet na principu FIFO.

Při výběru vhodného regálu je také dobré zvážit, zda je nutnost použití skladového regálu a není zde možnost stohování palet na sebe. Tenhle fakt je schopen firmě uspořít nemalé náklady, avšak opět závisí na povaze zboží, bezpečnostních podmínkách a balení (Emmett, 2008).

2 Počítačová simulace systémů

Simulace je soubor vědních disciplín, které se jako celek často označují jako **operační výzkum**, slouží již po několik desetiletí jako základní nástroj pro analýzu systému (Gros, 2003). Jak již samotné slovo simulace napovídá, jedná se o napodobeninu konkrétního systému, který je následně podroben analýze.

2.1 Matematické modelování

Základem každé simulace je tvorba modelu. Ten lze popsat jako zjednodušený obraz reálně fungujícího systému (Fábry, 2019). Zjednodušený je proto, že při tvorbě modelu není zapotřebí soustředit se na všechny detaily, ale pouze na ty části, které jsou pro nás z hlediska analýzy důležité.

2.1.1 Rozdělení modelů

K rozdělení systémů se dle Chramcova (2012) používají tři základní kritéria:

- **Podle typu procesů probíhajících v systému** – schopnost popsat jevy probíhající v systému pomocí **spojitých** nebo **nespojitéch funkcí**.
- **Podle závislosti na čase** – v tomhle případě rozdělujeme systémy na **dynamické** (dochází ke změně v rámci času) a **statické** (jsou nezávislé na čase).
- **Podle znalosti systému samotného** – dle hloubky poznání samotného systému a jeho procesů lze systémy rozdělit na **stochastické** a **deterministické**. **Deterministické** jsou jasně určené a vyžadují dokonalou znalost systému. Na základě této znalosti je tedy možné odhalit změny, ke kterým může dojít. **Stochastické** naproti tomu představují systémy, o kterých lze hovořit jakožto o pravděpodobných nebo přibližných. Do téhle skupiny patří většina systémů.

2.1.2 Základní fáze řešení rozhodovacího problému

Při řešení většiny úloh operačního výzkumu lze postupovat dle následujících kroků (Fábry, 2019):

Definice problému

Jedná se o prvotní fázi řešení určité problematiky. Podstatou je včas rozpoznat výskyt a samotnou existenci určitého problému. Následně je nutné umět tento problém správně a jasně definovat.

Ekonomický model

Po definici samotného problému následuje tvorba ekonomického modelu. Tomu se ve světě počítačových simulací často říká **pojmový** nebo **konceptuální model**. Ten je chápán jako podrobný slovní popis dané problematiky. Skládá se z popisů částí reálného systému ale také z částí, které ho nějakým způsobem ovlivňují. Důležitou součástí tohoto modelu je také definice cíle, kterého chceme dosáhnout.

Matematický model

Matematický model vzniká převedením ekonomického, tedy pojmového modelu, na matematické proměnné, funkce, rovnice a nerovnice, grafy atd. Tato část je nesmírně důležitá pro jeho správnou konstrukci. Následuje řešení, které v dnešní době analytik realizuje většinou za pomoci patřičného technického vybavení a softwaru.

Řešení úlohy

Po úspěšné tvorbě matematického modelu nastává jeho řešení. Analytik model převede pomocí patřičného software a vybavení model do digitální podoby, kde je následně vyřešen.

Interpretace, verifikace a validace modelu

Interpretace výsledku je neméně důležitá jako samotná tvorba modelu. Výstupem bývá většinou určitá počítačová sestava, kterou daný analytik musí správně vyhodnotit. Musí ji tedy zadavateli správně interpretovat a to tak, aby jí dokázal bez problémů porozumět. Jedná se vlastně o opětovné dešifrování výsledků matematického modelu zpět do modelu ekonomického.

Verifikace modelu neboli ověření jeho správnosti znamená, zda byl ekonomický model správně převeden na model matematický. Každý z analytiků může přistupovat

k matematickému modelu z trochu jiné perspektivy. Cílem je ověřit, který z modelů je správný a proč.

Validace modelu slouží k ověření reálnosti získaných výsledků. Zkušený analytik dokáže odhadnout, jak by potenciální výsledek mohl vypadat. Proto je vždy nutné celý proces tvorby zkontrolovat a případné neshody a chyby, které vznikly převážně při tvorbě matematického modelu, odstranit nebo pozměnit.

Implementace

V případě, že byly všechny předchozí kroky úspěšně naplněny, je celý rozhodovací proces završen implementací. To znamená, že zadavatel problému aplikuje získané výsledky do praxe a zajistí tak lepší fungování daného systému.

2.2 Použití simulace v podniku

V moderní společnosti roste neustálý tlak ze strany zákazníků, dodavatelů, konkurence i samotných majitelů na to, aby firma fungovala stále efektivněji, rychleji a úsporněji, proto se staly počítačové simulace nezbytnou součástí každého moderního podniku při řešení těchto problémů a požadavků. Změny jsou častokrát velmi zdouhavé a finančně nákladné, což představuje pro firmu riziko v případě, že nedosáhnout tíženého efektu, který byl původně zamýšlen. Hlavní důvody pro použití počítačové simulace představují pro společnost tedy značnou úsporu nákladů a času (Mareček, 2006). Další nespornou výhodou je možnost kdykoliv celý systém jednoduše a rychle upravit nebo celý předělat, aniž by docházelo k jakýmkoliv dodatečným nákladům a komplikacím. Simulační nástroje využívá celá řada oblastí. Může se tak jednat o oblast výroby nebo logistiky, oblast plánování nebo řízení výroby. Mohou být také využity při návrhu nových výrobních systémů.

2.2.1 Výhody a nevýhody použití simulace v podniku

Výhody

Mezi hlavní výhody použití simulace v podniku patří časová a finanční úspora. Odpadá tak nutnost využití zdouhavých přestaveb, reálných pokusů a zkoušek, které jsou často velmi nákladné. Nespornou výhodou je skutečnost, že prostřednictvím simulace mohou být řešeny a navrhovány systémy, které dosud fyzicky neexistují. Tento fakt umožňuje reálnější představu o daném systému než kupříkladu

matematický model, který často nelze využít z důvodu komplexnosti analyzovaného systému.

Nevýhody

Nevýhodou simulací podnikových systémů je nepřesnost a velký počet provedených pokusů při simulacích stochastických systémů, tedy systémů, které neznáme do hloubky (Malota, 2019).. V této situaci je vhodnější použití matematických modelů.

2.3 Simulační nástroje logistických a výrobních systémů

Pro optimalizaci, rozbor nebo návrh výrobních a logistických systémů existuje celá řada nástrojů. Pro detailnější simulace jsou používány systémy, které jsou založeny na diskrétních simulacích. Díky nim je možné nasimulovat celou řadu variant a zahrnout do nich stochastičnost a dynamiku celého procesu. U jednodušších simulací pak častokrát stačí i programy tzv. nesespecializované, které mohou zamýšlenou změnu, nebo návrh lépe přiblížit (Manlig, 2000).

2.3.1 Programovací jazyky

Za poslední desetiletí se přístup k počítačovým simulacím radikálně změnil. Dříve znamenalo převedení určitého reálného systému do digitální podoby značné programátorské znalosti. Mezi typické programovací jazyky, se kterými se i v dnešní době stále můžeme ve světě počítačových simulací setkat, patří například:

Basic

První použití programovacího jazyka Basic se datuje do roku 1964. Původně byl navrhnut pro podporu kalkulačů, později se však dostal i do 8bitových počítačů. Příkazy se píšou na řádky av případě použití jazyku Basic na moderních počítačích je možno vidět všechny řádky pohromadě (Nagano, 2020). Vhodnými nástroji, které dovedou s tímto jazykem spolupracovat, jsou například Delphi, Visual Basic, Python nebo Gambas.

C++

Základy programovacího jazyka C++ lze najít opět již v 60. letech minulého století, a to konkrétně v jazyce C. Sám C++ však pochází z konce 80. let 20. století a byl nejpoužívanějším programovacím jazykem až do začátku nového tisíciletí.

Programovací jazyk C++ je součástí koncepce, která dělí program na algoritmy a data. Obě tyto skupiny mohou být zpracovány nezávisle na sobě. Zmiňované algoritmy musí být vhodné pro vstup, zpracování a výstup konkrétních datových typů. Program sám o sobě nesmí odporovat logice, tedy nesmí se v něm vyskytovat hrubé chyby, jako jsou například odmocniny ze záporných čísel. Pokud je program navržen správně, je pak možné s daty v objektech manipulovat prostřednictvím metod. Objekty si pak jakýmsi způsobem mezi sebou dovedou posílat zprávy, což je způsobeno vyvoláním některé z metod (Fojtík, 2008).

Pascal

Jedná se o jeden z prvních programovacích jazyků vyvinutých opět v 60. letech minulého století. Byl základním jazykem osmibitových mikropočítačů TURBO CP/M. Do nedávné doby byl hojně používán ve školství jako výukový jazyk. Mezi největší výhody jeho použití patří přednastavené datové typy, které je možno dále upravovat nebo si vytvořit zcela vlastní. Program obsahuje jak programovací smyčku „**Repeat-Until**“, tak uzavřenou, kde je podmínka definovaná hned v úvodu programu „**While-End**“. V současné době je nahrazován modernějšími jazyky typu Java (Tišnovský, 2010).

2.3.2 Programovací jazyky počítačových simulací

V předchozí kapitole byly představeny programovací jazyky, při jejichž použití musel být uživatel zkušeným programátorem. Následující kapitola představuje programovací jazyky podporující simulace dynamických systémů, kde je uživatel více analytikem nežli počítačovým programátorem.

SimuLink

SimuLink představuje nástavbu programu **MATLAB**. Umožňuje simulaci dynamických systémů ve formě blokových schémat. Modely mohou být sestaveny z bloků, které reprezentují reálný systém a jsou již v programu předdefinovány, případně popsány matematickými rovnicemi. V programu je kromě algoritmů řídicích systémů možno vymodelovat fyzikální soustavy nebo systémy pro zpracování zvuku a obrazu (Humusoft, 2020).

SimTalk

SimTalk je programovacím jazykem původně odvozeným z jazyka Eiffel. Stejně jako jazyk C++ i SimTalk obsahuje metody, které jsou plně integrované v objektech. Celý program se spouští při spuštění simulace „**Init**“, po jejím ukončení „**EndSim**“, nebo v jejím průběhu. Tento jazyk je součástí simulačního softwaru s názvem „**Plant Simulation**“ (Fábry, 2019).

2.4 Plant Simulation

Předchozí kapitola pojednávala o programovacím jazyce **SimTalk**, který je základem programování v simulačním softwaru **Plant Simulation** (dále jen PS). Tento software vyvinutý společností Siemens je podporován celou řadou světových firem, jako je například VW, BMW nebo Mercedes-Benz. Základním stavebním prvkem je metoda, která představuje malou část programu připomínající funkci nebo proceduru. Ty reagují na podmínky definované uživatelem programu a reagují v určitých událostech v průběhu simulace. Dále stanovují samotné podmínky pro průběh programu, provádí příkazy a také upravují chování jednotlivých prvků modelu. Díky metodám se model stává plně ovladatelným a měnitelným. Software dále nabízí vizualizaci ve 2D a 3D prostředí, kdy využívá knihovny systémů CAD.

V příloze 1 je vyobrazena hlavní obrazovka PS. Program lze dále rozdělit do čtyř základních částí (Bangsow, 2010):

Class Library

Class library představuje jakýsi archiv programu, který je k nalezení v levé části nabídky. V rámci této knihovny lze vytvářet a upravovat složky a také pracovat s objekty simulace. PS umožňuje nahrát do této sekce i objekty z jiných simulací.

ToolBox

Část nazývaná **ToolBox** obsahuje nabídku jednotlivých objektů, které můžeme v rámci simulace použít. Ty jsou rozděleny do skupin dle funkčnosti. Pro lepší přehlednost je každý z objektů vyobrazen v grafické podobě, kterou je znázorněn i při samotné simulaci. Tyto objekty je také možno dále upravovat a následně je v této nabídce uložit.

RootFrame

RootFrame představuje plochu, která je využita k tvorbě samotné simulace. Lze na ni vkládat jednotlivé objekty a prvky, které jsou pro chod simulace potřebné.

Console

Console je umístěna ve spodní části obrazovky. Slouží k zobrazení rozličných informací a upozornění v průběhu simulace. Je zde také možnost nadefinovat si vlastní metodu potřebnou pro simulaci.

2.4.1 Základní objekty Plant Simulation

Jak již bylo zmíněno v předchozí části, hierarchicky uspořádanou knihovnu objektů reprezentuje Toolbox. Obecně lze objekty rozdělit na **aktivní** a **pasivní** (Fábry, 2020). Pasivní objekty jsou nehybné a představují jednotlivá stanoviště, ve kterých dochází ke zpracování pohybujících se prvků. Aktivní objekty naopak slouží k přepravě a skladování. Jednotlivé objekty lze rozdělit v rámci jednotlivých skupin následovně.

Material Flow

Ve skupině souvisejícího s materiálovým tokem lze najít různé objekty pro jeho modelování. Základními objekty jsou zde **Source** a **Drain**, které vymezují samotné hranice simulovaného modelu. Začátek simulace inicializuje prvek **Source**. Mezi další patří pracovní stanice (**SingleProc**) nebo montážní linka (**Assembly**), na které dochází ke zpracování výrobků. Jednotlivé objekty lze propojit spojnicí (**Connector**), který je směrově orientovaný - určuje směr samotného materiálového toku. Velmi důležitým objektem je zásobník (**Buffer**). Ten disponuje určitou kapacitou. Lze jej využít pro účely skladu nebo meziskladu. Je možné také nastavit dobu, po kterou prvky v zásobníku setrvávají. Nezbytným objektem nabídky materiálového toku je **EventController**, pomocí kterého je možno simulaci spustit. Disponuje také možností nastavit rychlost průběhu simulace. **FlowControl** naproti tomu určuje chování objektů na vstupech a výstupech a to v okamžiku, kdy dochází k rozdělení materiálového toku. Ty se mohou chovat dle předem nadefinované metody, jejich výběr může být zcela náhodný, nebo podle zadaných kritérií, kterými mohou být minimální nebo maximální doba zpracování, počet vstoupených entit atd.

Resources

V této skupině zdrojů je nejdůležitějším objektem **ShiftCalendar**. Ten slouží k nastavení směnového a přestávkového režimu. Umožňuje také nastavení přestávek pracovníků. Prvek **FootPath** slouží ke znázornění cesty pro pracovníka (**Worker**). Lze u něj nastavit délku a šířku cesty. **Workplace** definuje oblast začátku a konce působnosti objektu **Worker**, který je generován zdrojem zvaným **WorkerPool**. Ten představuje jakési stanoviště nevytížených pracovníků. Můžeme v něm také nastavit pohyb pracovníků, tedy zda se má po dané trase pohybovat zcela volně nebo po vymezené trase. U samotného pracovníka lze dále určit rychlost jeho pohybu, efektivnost nebo rozměry.

Information Flow

Skupina související s informačním tokem disponuje značnou spoustou rozličných objektů. Mezi nepoužívanější patří například proměnná (**Variable**), která slouží ke sledování různých hodnot důležitých pro výsledek simulace. Pomocí metody (**Method**) lze pak naprogramovat chování jednotlivých prvků simulace. Zde je využito programovacího jazyka **SimTalk**. Metodou můžeme nadefinovat okamžik vyskladnění skladu (**Store**) nebo zabránit objektu **BottleNeckAnalyzer** v analýze UM určitého objektu v simulaci. Množství a název generování určitých entit, jakou jsou palety nebo transportéry lze učinit pomocí prvku **DataTable**. Dále je zde možné nastavit také frekvenci jejich generování nebo množství.

User Interface

Objekty z nabídky uživatelského rozhraní slouží k pohodlnější práci se vstupy a výstupy v programu. Uživatel PS si tak může řadu funkcí nadefinovat přímo na pracovní plochu. Ty jsou pak během simulace aktivní, tedy jsou aktivovány spuštěním běhu simulace, nebo pasivní. K částem modelu lze přidat komentář (**Comment**) nebo využít graf (**Graph**) ke grafickému znázornění množiny dat zaznamenaných v průběhu simulace, mezi které patří například vytíženost jednotlivých pracovníků, obsazenost skladů nebo čekání.

Tools

Důležitá skupina objektů (nástrojů) sloužících pro analýzu simulovaného modelu. Pro odhalování UM modelu slouží **BottleNeckAnalyzer** (Bangsow, 2010).

Ten po skončení běhu simulace vytvoří statistickou analýzu jednotlivých míst ve formě grafu. Určitý objekt lze také použitím příkazu **_BAnalysed** datového typu **boolean**, který je nastaven na nepravdu (**False**), z procesu analýzy UM vyřadit. Velmi důležitým nástrojem je správce experimentů (**ExperimentManager**). Ten lze použít pro zautomatizované řízení experimentů. Dále je zde v nabídce objekt nakládací stanice (**TransferStation**), který slouží pro modelaci nakládky (**Load**) nebo vykládky (**Unload**).

Mobile Units

pohybující se jednotky (**Mobile Units**) představují další ze skupiny objektů nabídky Toolbox. V základu se rozlišují tři typy pohybujících se prvků. Prvním z nich je přepravovaný materiál, produkt nebo zboží (**Entity**). Prvek **Container** slouží k přepravě entity. Můžou to být například palety, kontejnery, přepravky atd. Posledním z nabízených je objekt **Transporter**, který představuje vozidla a manipulační prvky, pomocí kterých jsou entity v kontejnerech přemísťovány. U každého z těchto aktivních prvků lze nastavit rozměry, barvu, ale také náklady, které každý z nich reprezentuje.

3 Vícekriteriální rozhodování

Jedním z klíčových prvků úspěšného podnikání je umět se správně rozhodovat. Manažeři společností často stojí před nelehkým úkolem, která z variant by pro podnik byla nejvyšším přínosem. Může se tak jednak například o pořízení nového vybavení, výběr nových dodavatelů, nábor nových zaměstnanců atd.

Při rozhodování o nejlepším možném řešení se často bere v potaz několik různých kritérií. Velké procento z nich nelze numericky vyčíslit a tím za pomoci prostého součtu vybrat nejnižší, nebo naopak nejvyšší hodnotu. V takových případech je využito tzv. **vícekriteriálního hodnocení variant** (Jablonský, 2007).

3.1 Podmínky stanovení vah

Základním předpokladem pro výpočet každé z nich je stanovení **vah** jednotlivých kritérií (Klicnarová, 2010). Váhy slouží k vyjádření důležitosti konkrétního kritéria. Čím je kritérium důležitější, tím je hodnota váhy jemu přidělené vyšší. Volba vah je ryze subjektivní záležitostí, avšak přidělená čísla musí být **nezáporná** a **normovaná**, tedy jejich součet musí být roven 1.

3.2 Metody stanovení vah

Existuje několik metod, jak váhy stanovit. Mezi ty nejpoužívanější se řadí:

3.2.1 Metoda stejné důležitosti

Metoda stejné důležitosti představuje nejjednodušší způsob stanovení vah. Využívá se v případech, kdy váhu není možné jednoznačně určit. Vychází z podmínky normovanosti (viz podkapitola 3.1) a z počtu zadaných kritérií. Výpočet je pak proveden dle vzorce $\frac{1}{n}$, kde n představuje počet kritérií.

3.2.2 Bodovací metoda

Bodovací metoda je založena na ohodnocení jednotlivých kritérií určitým počtem bodů z předem stanoveného intervalu. Opět závisí na preferencích uživatele, který tyto body přiděluje. Čím více bodů je konkrétnímu kritériu přiděleno, tím více je zadavatelem preferováno. Pro výpočet vah vydělíme přidělené body celkovým součtem těchto bodů.

3.2.3 Fullerova metoda

Fullerova metoda je v základním pojetí založena na metodě bodovací. Je využívána při rozhodování mezi velkým množstvím kritérií, u kterých uživatel není schopen jednoznačně rozhodnout o výši přidělovaných bodů. Pro posouzení důležitosti jsou vždy vybrána dvě kritéria, která se mezi sebou z hlediska důležitosti porovnávají. Podmínkou je, že žádná kritéria spolu nesmí být porovnávána dvakrát. V případech, kdy je důležitost obou možností stejně důležitá, je možné od sebe varianty odlišit přidělením bodů, které se v závěru sečtou, a pomocí normalizace dojde ke stanovení váhy.

3.3 Metody vícekritériální hodnocení variant

Metod vícekritériálního hodnocení variant je hned několik. Každá z metod obsahuje množinu m variant, které jsou ohodnoceny dle n kritérií. Cílem je rozhodnout, která z variant je dle zadaných a ohodnocených kritérií nejlépe ohodnocena. Tu lze následně považovat za ideální (Zietková, 2019).

3.3.1 Disjunktivní metoda

Základem disjunktivní metody je nastavení si tzv. **aspirační úrovně**. Ta spočívá v rozdělení kritérií dle toho, zda jsou pro uživatele akceptovatelné nebo ne. Aspiračním kritériem může být také v případě maximalizačních kritérií minimální hodnota, které chceme dosáhnout. U minimalizačních je tomu právě naopak. Samotná disjunktivní metoda pak akceptuje veškeré varianty, které mají alespoň jedno kritérium stejné nebo lepší jak aspirační úroveň.

3.3.2 Konjunktivní metoda

Konjunktivní metoda funguje na podobném principu jako disjunktivní. Rozdíl spočívá v akceptovatelnosti jednotlivých variant. Metoda uvažuje pouze ty varianty, u kterých jsou všechna kritéria totožná nebo lepší jak aspirační úroveň.

3.3.3 Metoda pořadí

Metoda pořadí využívá pouze **ordinálních informací**. Ty vypovídají o tom, zda je jedno řešení lepší než druhé, avšak není možné určit o kolik. Při výpočtu využívá hodnoty všech variant dle stanovených kritérií. Základním předpokladem je stanovení pořadí kritérií jednotlivých variant. Jednotlivým kritériím se přiřadí body, a to sestupně

dle toho, jak jsou pro uživatele důležité. Nejdůležitější z nich obdrží počet bodů ve výši počtu stanovených kritérií. Následně takto přidělené body vydělíme jejich celkovým součtem. Tím získáme váhy, nezbytné pro další výpočet této metody. Poté zadavatel opět stanoví pořadí důležitosti kritérií variant a tím určí prvky kritériální matice. Dle vzorce:

$$z_{ij} = v_i * r_{ij} ,$$

kde

- r_{ij} ... jednotlivé prvky matice,
- v_i ... vypočtené váhy.

Za pomocí vzorce se vypočítají hodnoty odpovídající každé variantě kritérií. Uživatel následně vybere takové řešení, jehož hodnota součtu těchto hodnot bude maximální (Klicnarová, 2010).

3.3.4 Metoda váhového hodnocení

Metoda váhového hodnocení je kombinací **bodovací metody** a **metody pořadí důležitosti** (Zietková, 2019). Pro stanovení vah jednotlivých kritérií se nejdříve určí pořadí dle důležitosti. Váhy se vypočítají dle vzorce:

$$v_i = n + 1 - p_i ,$$

kde

- n ... počet kritérií,
- p_i ... pořadí důležitosti.

Následně přiřadíme jednotlivým řešením tzv. **prosté skóre** (PS) na základě toho, jak z hlediska jednotlivých kritérií vyhovují.

Po výpočtu prostého skóre následuje výpočet **váženého skóre** (VS). Ten představuje součin prostého skóre a vah jednotlivých řešení. Suma hodnot jednotlivých vážených skóre každého řešení, představuje komplexnější pohled na výhodnost řešení. Varianta s nejvyšším součtem se pak jeví jako ta nejvýhodnější.

Tato metoda byla použita pro výběr ideálního řešení vedoucího k potenciálnímu zlepšení materiálového toku Hajdík a.s. (viz kapitola 7), a to z důvodu několika rozdílných variant řešení a kritérií.

4 O společnosti Hajdík a.s.

4.1 Úvod

Následující kapitola pojednává o společnosti Hajdík a.s. (Dále jen HAS), která se zaměřuje na technologii mokrého lakování, a to převážně ve sféře automotive a jiných dopravních prostředků.



Zdroj: Nelakujeme (2020)

Obr. 5 Oficiální logo firmy

4.2 Historie

Společnost byla založena v roce 1989 panem Milanem Hajdíkem pod názvem Autolakovna Milan Hajdík. Ta prvně našla své sídlo v garáži u rodinného domu v malé obci u moravského města Vsetín. Jednalo se o velmi malou firmu, která se původně zabývala individuálním lakováním osobních vozidel.

S postupem času společnost stále více pronikala do OEM automotive a dařilo se jí získávat stále lepší a lukrativnější zakázky. Spolupracovala například s podnikem Brano Zubří, ale také s automobilkou Honda. Moderní podobu však společnost začala získávat až po příchodu pana Filipa Hajdíka, syna původního zakladatele Milana Hajdíka.

Vše začalo již během studia pana Hajdíka mladšího na VŠE v Praze. Zde získal cenné zkušenosti v oblasti obchodu a podnikání. Již v druhém ročníku si pohrával s myšlenkou založit svou vlastní společnost. Nakonec se však shlédl v činnosti svého

otce. Tím v roce 2008 započala rodinná spolupráce na obrození stávající společnosti v průmyslovou lakovnu, nově nazvanou Lakovna Hajdík s.r.o. (od roku 2017 Hajdík a.s.). S tím souvisela i změna sídla budovy, která se nově přesunula do průmyslového areálu v téže obci Jablůnka.

Společnosti se až do příchodu ekonomické krize v roce 2009, která nejvíce postihla oblast automobilového průmyslu, velmi dařilo. Firma HAS tak stanula tehdy před velkou výzvou, jak těžké a složité období, které ohrožovalo její existenci, přežít. Nakonec se odchýlila od původního záměru a vzešla z toho nová divize, soustředující se na lakování nábytku a dřevěných výrobků technologií „**High gloss**“ (Nelakujemete, 2020).

V roce 2011 získal podnik certifikaci **ISO 140001** (standard pro řízení životního prostředí) a **ISO 9001** (standard pro systém řízení jakosti). Během následujících let docházelo k postupnému rozšiřování společnosti o další provozy. Mezi nejvýznamnější patří robotizovaná lakovací linka, kterou HAS disponuje od roku 2013. V současné době disponuje HAS třemi moderními, robotizovanými, lakovacími linkami s revoluční předúpravou CO₂.

Další úspěchy představoval získání nových certifikátů **ISO 16949** (standard pro řízení kvality v automotive), **ISO 18001** (standard managementu bezpečnosti práce a ochrany zdraví) a v neposlední řadě **AS 9100** (standard pro letecký průmysl).

V současnosti se společnost rozkládá na **14000 m²**, zaměstnává přes **300** stálých zaměstnanců, disponuje ručním a robotizovaným provozem, a to včetně těžké lakovny pro rozměrné díly, a plánuje také výstavbu nového **provozu na pokovení plastů**. Mezi další oblasti zájmu patří také výzkum a vývoj nebo lakýrnická škola. V roce 2018 obdržela firma cenu „**Zaměstnavatel regionu**“ (Hajdík, 2020).

4.3 Organizační struktura společnosti

Vrcholové vedení společnosti HAS představuje **generální ředitel**, kterým je pan Filip Hajdík. Jeho úkolem je vykonávat dozor nad ekonomickým chodem podniku, schvalovat a podepisovat důležité obchodní kontrakty a investice a v neposlední řadě schvalovat účetní závěrku.

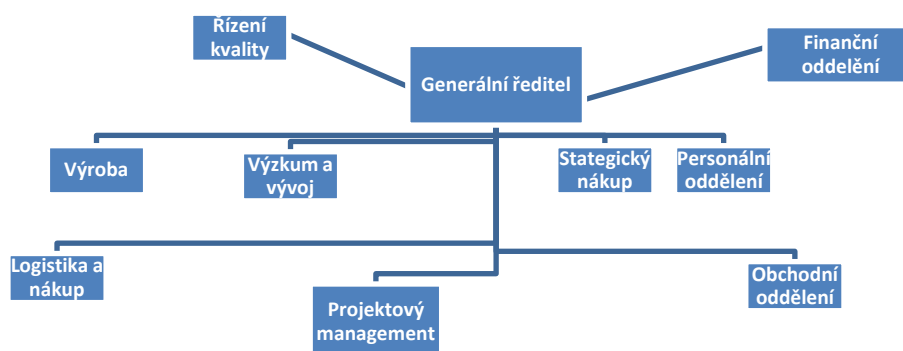
Provozní chod podniku zajišťují jednotlivá oddělení v čele s vedoucím, na které generální ředitel dohlíží. Ta lze rozdělit dle činnosti do dvou základních skupin:

Oddělení zajišťující **ekonomickou stránku podnikání**. To má na starosti správu finančních toků, investic, obchodních kontraktů, zaměstnanců atd. Do této skupiny lze zařadit:

- **personální oddělení,**
- **finanční oddělení,**
- **obchodní oddělení,**
- **strategický nákup.**

Zbývající oddělení lze zařadit do **provozní části podniku**. Ta se stará o výrobní stránku podniku. Jejich činnosti se sestávají ze zajištění dopravy, řízení jakosti, plynulosti a inovací ve výrobě včetně dodávek materiálu a vybavení. Mezi tyto oddělení patří:

- **logistika a nákup,**
- **řízení kvality,**
- **projektový management,**
- **výroba**
- **výzkum a vývoj.**



Zdroj: Vlastní tvorba na základě interní dokumentace

Obr. 6 Organizační struktura společnosti

4.4 Vnější okolí společnosti

Mezi strany, které jsou nějakým způsobem vůči HAS, patří převážně zákazníci, dodavatelé a konkurence.

4.4.1 Zákazníci

Zákazníky společnosti HAS lze rozdělit dle výrobního sektoru na:

Automotive

Mezi zákazníky společnosti HAS patří, jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, převážně firmy působící na poli automobilového průmyslu. Za nejvýznamnějšího lze považovat italskou společnost **Brembo**. Kontrakt s touto společností, zabývající se výrobou brzdových komponentů a příslušenství, byl uzavřen již v samotných začátcích nové podoby HAS. Tento obchodní akt představoval pro HAS velký průlom v oblasti jejího podnikání a následného rozvoje. Mezi další významné zákazníky patří automobilky **Škoda** a **VW**. Pro ně je realizováno lakování **interiérového vybavení** vozů (rámečky řadicí páky, kryty popelníku atd.) a **exteriérových doplňků** karoserie (difuzory, spoilery atd.) technologií „**UV High gloss**“. K dalším významným klientům z oblasti automobilového průmyslu patří například společnosti **Porsche**, **BMW**, **Ford** nebo **Honda**.

Rail

Už od samotných začátků podnikání v 90. letech minulého století byl železniční průmysl do jisté míry významnou oblastí zájmu HAS. Prvním krokem ke vstupu do světa železnic představoval kontrakt s firmou **Brano Zubří**, ve kterém šlo o lakování komponentů pro tramvajové vozy. Dalším významným zákazníkem z řad českých firem je **Škoda Electric a.s.** V tomto případě se HAS zhostila ručního lakování panelů chránících elektrické vybavení a komponenty klimatizace vagónů. Co se zahraničních společností týče, hraje zde důležitou roli výrobce lokomotiv **Siemens**. Pro něj HAS realizuje lakování stropních panelů a krytů osvětlení. Dalšími významnými zákazníky z oblasti Rail jsou **Bombardier** nebo společnost **Koni**, která mimo jiné dodává vlakové tlumiče.

AERO

Další oblastí průmyslu, ve které je HAS zainteresována, je oblast letectví. Zde hrají roli oba nejznámější výrobci letadel **Airbus** a **Boeing**. Pro amerického výrobce **Boeing** zajišťuje HAS lakování světlometů pro typ 737. Sama společnost považuje práci pro letecký průmysl za jednu z nejnáročnějších. Kvůli kontraktům z oblasti aero vznikla nutnost získání certifikace ISO 9100 pro letecký průmysl.

Ostatní zákazníci

Další skupinu zákazníků tvoří segmenty mimo automobilový a dopravní průmysl. Mezi takové patří například **Culobel**, která se zabývá výrobou luxusního osvětlení nebo **Strues**, pro kterou HAS realizuje lakování dílů z tvrzeného polystyrenu, který je následně použit jako součást metalografických leštiček.

4.4.2 Dodavatelé

Společnost systematicky pracuje na neustálém prohlubování vztahů s dodavateli. Za tímto účelem bylo v HAS zřízeno oddělení **strategického nákupu**, jehož činností je výběr, hodnocení dodavatelů, dojednávání rámcových kontraktů a obchodních podmínek, ale také realizace důležitých investic.

Portfolio dodavatelů zahrnuje jak firmy z České republiky, tak ze zahraničí. Jedná se převážně o dodávky barev, ředidel, energií a technologií. Mezi nejvýznamnější patří například společnost **ABB Česká republika**. Ta zajišťuje dodávky, servis a náhradní díly pro robotická lakovací ramena v automatizovaném provozu. Další z českých dodavatelů je například firma **Colorlak a.s.** nebo **Barvy a Laky Teluria s.r.o.** Obě tyto firmy mají s HAS uzavřené smlouvy na dodávky barev, laků a ředidel.

4.4.3 Konkurence

Jedním z důvodů založení HAS byl pro Filipa Hajdíka nedostatek firem na našem trhu zabývajících se průmyslovým lakováním. Mezi konkurenci pak lze zařadit společnost **Colorprofi s.r.o.** Tato firma, založená v roce 1992 v Boskovicích má podobnou historii vzniku jako HAS. Disponuje robotizovanou lakovací linkou, lisovnou plastů a několika lakovacími boxy pro ruční provoz. Dalšími potenciálními konkurenty mohou být například společnosti **BeMi s.r.o.** a další menší lakovací provozy (Hajdík, 2020).

4.5 Technologie společnosti

Společnost HAS při své činnosti, kterou je primárně lakování, využívá hned několika technologií.

4.5.1 Mokrý lakování

Hlavní technologií, kterou HAS ve svých provozech využívá je tzv. **technologie mokrého lakování**. Tato technologie je vhodná všude tam, kde zákazník vyžaduje vysokou antikorozi ochranu, odolnost vůči chemii a použitelnost v agresivním prostředí (Kapitankalakovna, 2020). Tato technika je proti tzv. „**suchému**“ lakování, jinak nazývaného jako práškové, odlišná v tom, že je barva nanášena na odmaštěný a připravený povrch pomocí trysky a následně schne v pecích. Nutností je použití ředidel nebo vody, a to podle toho, na jaké bázi použitá barva je. Práškové lakování funguje na principu elektrostatiky. Pomocí **elektrostatického pole** se na povrch nanese speciální barevný prášek, který se aktivuje až během procesu schnutí. Prášek se během vypalování roztaví, přilne a vytvoří hladký barevný povrch (Janeček, 2019). HAS používá technologii mokrého lakování jak v ručním, tak v robotizovaném provozu.

4.5.2 UV High Gloss

Mezi poměrně novou technologií, kterou HAS využívá patří UV High Gloss neboli technologie vysokého lesku. Celá technika funguje na principu **fotchemického procesu**. S využitím ultrafialového záření dochází k okamžitému schnutí nátěrových hmot. Tím je dosažena značná úspora času a zvýšení odolnosti výsledného povrchu. Dalším efektem je dosažení daleko vyššího lesku než u klasické technologie lakování. Tato metoda je vhodná i pro velmi členité povrchy a je ekologická (Hajdík, 2020). Typickými produkty, kde společnost technologii High Gloss aplikuje, jsou difuzory nárazníků, spoilery a rámečky středového panelu používané například ve vozech Škoda Kodiaq.

4.5.3 Vstřikování plastů

Mimo technologie, související s povrchovou úpravou, se HAS zabývá také vstřikováním a lisováním plastů. Základem této technologie je vstřikovací lis a forma. Vstřikovací stroj se naplní speciálním granulátem nebo práškem, který je následně roztaven a pomocí lisu je pod vysokým tlakem tlačěn ven skrze trysku do uzavřené

formy. Poté je ve formě udržován tlak do té doby, dokud materiál nevychladne. Následně je produkt vyjmut z formy a opracován (Dayamachinery, 2020). Technologii HAS využívá převážně pro výrobu exteriérových a interiérových dílů automobilů. Firma svým zákazníkům mimo jiné nabízí také návrhy a výroby forem (Hajdík, 2020).

4.5.4 Galvanické pokovení plastů

Novou technologií, kterou HAS plánuje zařadit do portfolia nabízených služeb je galvanické pokovení plastů. V základním pojetí se jedná o nanesení velmi tenké vrstvy kovu na plast, a to z důvodů buďto dekorativních nebo technických. Celý proces probíhá ve vakuové komoře. Často se také takhle technologie laicky označuje jako „**chromování plastů**“. Využívá se převážně v automobilovém například k pokovování parabol automobilových světlometů. Společnost HAS v roce 2020 plánovala výstavbu nové galvanovny, ve které měla být umístěna také nová lisovna plastů, v oblasti Lešná u Valašského Meziříčí. Díky nevoli tamních obyvatel byla však stavba prozatím odložena (Procházková, 2018).

4.6 Výrobní linky

Pro účely lakování disponuje HAS ručním a robotizovaný provozem.

4.6.1 Ruční provoz

Ruční provoz představuje pro HAS základ výroby. Pro společnost byl v jejích historických začátcích jediným způsobem, jak zákazníkům vyhovět v oblasti lakování. Postupem času se výroba rozšířila o robotizované linky. V současné době disponuje tzv. „**těžkou manuální lakovnou**“, která patří mezi nejmodernější v České republice. Ta sestává z manuální průjezdné linky, která má tvar písmene „U“. Přívlastek „těžká“ dostala proto, že se nejčastěji používá pro lakování rozměrných a těžkých dílců nejčastěji z oblasti Rail a Aero průmyslu. Součástí jsou dvě plně klimatizované lakovací kabiny, které je možno využít jak pro aplikaci barev na vodní bázi, tak i pro ředidlem ředitelné. Samozřejmostí jsou také boxy, určené pro přípravu materiálu např. pro broušení, tmelení, pískování nebo odmašťování. Celá linka umožňuje realizaci dvou projektů v jednom okamžiku. Manuální provoz slouží také k **lakování dílů z uhlíkových vláken** (karbonu). Jedná se o speciální technologii, kterou provádí pouze speciálně proškolení pracovníci a jsou při ní kladeny vysoké nároky zejména, co se čistoty prostředí týče.

4.6.2 Robotický provoz

Od roku 2012 disponuje HAS také vysoce moderním robotickým provozem. S celkovou výrobní kapacitou čítající 150 tis. m² zastávají práci lakýrníků **speciální roboti** na třech lakovacích linkách. Ti jsou zde použiti nejen pro činnost samotného lakování, ale také pro potřebné předúpravy. Použití je opět možno jak rozpouštědlové, tak ředitelné systémy. Součástí celé linky jsou také automatické směšovací systémy a variabilní dopravníky. Robotický provoz je využíván například pro lakování technologií UV High Gloss (viz část 4.5.2), pro kterou jsou vyčleněni hned dva roboti. Dochází zde k lakování převážně menších dílců určených z velké části pro automobilový průmysl.

5 Skladové hospodářství a materiálový tok společnosti

Nová hala s robotickým provozem, sídlícím ve výrobním komplexu HAS v obci Jablunka, byla otevřena v roce 2018. Součástí této haly jsou také sklady a mezisklady, které jsou pro správný chod výroby nezbytné.

5.1 Rozdělení skladového hospodářství

Skladové hospodářství lze i na základě firemních zvyklostí rozdělit na tři základní zóny, které jsou interně nazývány „**královstvími**“ (viz Příloha č. 2). Jedná se o **království skladníka příjmu, manipulanta a skladníka expedice**. Jednotlivé zóny jsou s výrobou propojeny mezisklady, tedy tzv. místy předání.

5.1.1 Oblast příjmu

První část skladového systému HAS je, jako v každém jiném podniku, příjem. Tato oblast se nachází v těsné blízkosti těžké lakovny pro lakování rozměrných dílců. S ohledem na skladové hospodářství disponuje tato část výrobní haly oblastí pro příjem materiálu. Zde dochází k vykládce zboží z kamionu, jeho kontrole a následnému uskladnění do **vstupního skladu**. V království skladníka příjmu se také nachází **sklad barev**, které jsou následně používány k lakování.

Dalším skladovacím prostorem je **sklad reworků pro brusírnu**. Zde dochází k dočasnému uskladňování dílů, které neprošly výstupní kontrolou kvality po nalakování a byly poslány na opětovné přepracování do brusírny.

Následující část skladového hospodářství, tedy **oblast výrobní linky** je s oblastí příjmu propojena prostorem, který slouží pro vychystávání dílů jdoucích do výroby a také skladu vrácených dílů, označených kontrolorem kvality jako nevyhovující a potřebující opětovné přepracování.

5.1.2 Oblast manipulace v rámci výrobní linky

Následující druhá část skladového hospodářství společnosti představuje oblast v těsné blízkosti robotického provozu. Je tvořena převážně mezisklady. Prvním typem jsou mezisklady dílů nachystaných ke zpracování na konkrétní výrobní lince. Celkově jsou zde tři výrobní mezisklady pro tři robotické lakovací linky. Následují tři **mezisklady rozpracovanosti**, které představují zásobníky mezi jednotlivými činnostmi lakování, kde jsou rozpracované výrobky dočasně uloženy. Celá zóna

oblasti manipulace je zakončena **skladem hotových výrobků**, ve kterém jsou všechny hotové výrobky včetně vadných zmetků, obsahující vady vzniklé na straně zákazníka. Tento sklad také propojuje poslední zónu expedice.

5.1.3 Oblast expedice

Poslední část skladového hospodářství firmy představuje **sklad hotový výrobků**, které jsou připraveny k odeslání, a to včetně neopravitelných zmetků. Palety s těmito výrobky jsou následně nakládány v oblasti nakládky na kamion, směřující k zákazníkovi.

5.2 Sklady společnosti

Jednotlivé sklady společnosti byly představeny v minulé kapitole. Následující kapitola popisuje fungování a způsoby skladování v jednotlivých skladech.

Sklad vstupního materiálu

Sklad vstupního materiálu, nacházející se v oblasti příjmu, je vybaven **speciálním rámovým, posuvným regálem**. Ten disponuje osmi řadami regálů, kdy každý z nich disponuje maximálním objemem skladové zásoby ve výši 143 palet. Celkový objem zásob ve skladu při plném využití, dokáže pokrýt až 2týdenní produkci. Čtyři z osmi regálů jsou využity pro díly firmy **Brembo**. Celkově se jedná až o 450 palet, mezi kterými jsou obsaženy i výrobky jdoucí na rework. 137 paletových míst ve dvou posuvných regálech je vyhrazeno pro projekty ostatních zákazníků. Zbylé dva regály jsou vyhrazeny pro prázdné obaly a také pro rámy, používající se na zavěšování jednotlivých dílů během výrobního procesu. Pro vychystávání a následný přesun zásob je použito ručních paletových vozíků.

Sklad barev

Významnými sklady, nacházejícími se v těsné blízkosti posuvného regálového skladu, jsou **sklady barev**. Každý z nich slouží k zásobení konkrétních lakovacích provozů barvami. Každá z uskladněných barev má v regálu svůj **specifický ID kód**. Po vyskladnění konkrétní barvy nebo kombinace barev ze skladu jsou přesunuty do míchárny barev, kde jsou dle specifikace namíchány konkrétní barevné odstíny.

Sklad ředidel

Při určitých lakovacích procesech vzniká nutnost použití ředidel. Za účelem jejich bezpečnému skladování vznikl **sklad ředidel**, interně nazýván jako „domeček“. Ten disponuje posuvným regálovým skladem, jako je to v případě skladu vstupního materiálu, ale také klasickými regály sloužící k uskladnění izolátorů barev.

Sklad brusírny

Sklad brusírny je určen pro díly, jdoucí na předúpravu broušení. Jedná se především o **materiál určený na rework**, tedy o zmetky určené k přepracování, které nevyhověly při výstupní kontrole kvality. Díly jsou uloženy na paletách na přesně vyznačené ploše. Po návozu dílů do brusírny a jejich následném obroušení, se vrací zpět do skladu vstupního materiálu na své určené pozice.

Sklad rozpracovanosti

Důležitým skladem převážně při toku dílů určených na rework jsou **sklady rozpracovanosti**. Díly, označené výstupní kontrolou jako nevyhovující, jsou zde ve vyznačeném prostoru uskladněny a následně přesunuty do skladu pro brusírnu.

Výrobní mezisklady

Spojnicí mezi výrobní linkou a skladem příjmu jsou tzv. **výrobní mezisklady**. Ty slouží k dočasnému uložení dílů směřujících ze skladu vstupního materiálu na výrobní linku. Jedná se o barevně odlišený prostor přímo u výrobní linky, kde jsou výrobky vychystávány v pořadí, v jakém vstupují do výrobního procesu.

Mezisklad hotové výroby

Po uskladnění hotových výrobků ve výrobních meziskladech jsou produkty přesunuty a shromážděny na vyznačeném místě, které představuje **mezisklad hotové výroby**. Ten je posledním mezičlánkem před vstupem hotových výrobků do skladu expedice.

Sklad expedice

Posledním skladem před tím, než hotové výrobky opustí firmu, je **sklad expedice**. Produkty jsou zde přesunuty z meziskladu hotové výroby pomocí ručního paletového vozíku a jsou umístěny na vyhrazené pozice. Pro optimalizaci prostoru, a jelikož

to samotná povaha obalů dovoluje, je zde použit, mimo klasických regálů, systém stohování palet na sebe. V místě nakládky, nacházející se v prostorech samotného skladu, jsou pak palety s hotovými výrobky naloženy na kamiony směřující k zákazníkům.

5.3 Organizační struktura interní logistiky

Organizační struktura interní logistiky se odvíjí jednak dle směny, ale také dle toho, zda se jedná o provoz ruční nebo robotický.

Ruční provozy

Ruční provozy HAS fungují pouze na **dvě směny**, a to ranní a odpolední. Během ranní směny jsou přítomni dva skladníci. Za oblast nižšího managementu je také přítomen předák. Následující odpolední směnu je v ručním provozu, kvůli nižší vytíženosti, přítomen pouze jeden skladník.

Robotické provozy

U robotických provozů je situace, kvůli zajištění plynulosti výrobního procesu, odlišná. Provoz funguje na **tři směny**. Ranní, odpolední a noční. Během **ranní směny** jsou přítomni:

- **Skladníci příjmu a expedice** – zajišťují činnosti spojené se sklady příjmu a expedice.
- **Manipulant** – jeho úkolem je přesun výrobků mezi sklady rozpracovanosti a výrobními mezisklady.
- **Pracovník administrativy** – ten má na starosti administrativní úkony spojené s příjmem dodávek zboží na sklad
- **Pracovník traceability** – jeho úkolem je starat se o zpětnou dohledatelnost jednotlivých výrobků tím, že zavádí informace do firemního ICT.
- **Režijní skladník** – má za úkol obstarávat sklady režijního materiálu. Tzn. Barev, ředidel, izolátorů atd.
- **Likvidátor odpadů** – má na starosti logistiku odpadního materiálu, tedy převážně použitých obalů, nádob atd.

- **Předák** – reprezentuje oblast nižšího managementu a je přítomen pouze na ranní směně.

Následující **odpolední směna** je obdobná té ranní v ručních provozech. Přítomni jsou oba skladníci příjmu a expedice a také manipulant.

Noční směna je z důvodů, že nedochází k příjmu nových výrobků do skladu ale pouze k jejich expedici, ochuzena o skladníka příjmu. Během noci je přítomen pouze skladník expedice a manipulant.

5.4 Fronta práce zaměstnanců skladu

Každý z účastníků materiálového toku ve skladech HAS dodržuje předepsaný postup neboli frontu práce.

Fronta práce skladníka příjmu

Fronta práce skladníka je určována na základě objednávky **zákazníka**. Ten požadovanou objednávku zašle výrobě a ta ji zakomponuje do výrobního plánu. Následuje tvorba výrobního příkazu, ze kterého se následně odvíjí plán samotné expedice. Po vykládce a administrativním převzetí zboží, jej zaměstnanec zaskladní do určených regálů, ze kterých ho následně, dle expedičního plánu, vychystává do výroby.

Fronta práce manipulanta

Práce manipulanta výroby je určována samotnou výrobní linkou. Celá jeho činnost spočívá v návozu výrobků k lince do meziskladu výroby a následný odvoz hotových výrobků do meziskladu. V případě reworků určených na přepracování zajišťuje manipulant jejich odvoz ze skladů rozpracovanosti do skladu pro brusírnu.

Fronta práce skladníka expedice

Fronta práce skladníka expedice je obdobná frontě práce skladníka příjmu. Ve spolupráci s manipulantem zaskladní paletu s hotovými výrobky na vymezenou pozici ve skladu expedice a následně pomáhá s nakládkou na kamion. Fronta práce skladníka expedice je definována potřebami logistiky. Ta ji vytváří na základě předem domluvených termínů odvozu hotových výrobků k zákazníkovi.

5.5 Materiálové toky společnosti

Materiálové toky, probíhající ve výrobní hale robotizovaného lakování lze rozdělit na tři části, **standardní tok materiálu, tok barev a tok reworků** (viz Příloha č. 3).

Standardní tok materiálu

Standardní materiálový tok začíná příjezdem kamionu s nákladem materiálu na místo určené k vykládce. Po složení palet do oblasti příjmu materiálu dochází ke kontrole kvality neporušenosti obalů, kontrole typu výrobků a jejich množství. Po kontrole je zboží sejmuto z palet a uskladněno na přesné pozice do posuvného regálového skladu vstupního materiálu.

Po přijetí objednávky z výroby jsou požadované kusy vyskladněny a přichystány do vychystávacího prostoru. Z tohoto místa je manipulát pomocí ručních paletových vozíků přesune do jednoho ze tří výrobních meziskladů (dle typu výrobku). Poté jsou navěšeny na závěsná zařízení, která se liší dle konkrétního produktu.

Po úspěšném nalakování prochází hotové výrobky výstupní kontrolou kvality, kde jsou zkoumány, zda se v laku nevyskytují žádné nedokonalosti. Následně jsou zabaleny a uloženy na palety do meziskladů hotové výroby. Odtud putují na určené místo do skladu expedice, kde jsou palety uskladněny. V den expedice jsou požadované výrobky vychystány v oblasti expedice a dochází k jejich nakládce na kamion směřující k zákazníkovi.

Příjem barev

Příkladem **nestandardního materiálového toku** je příjem barev. Ten, stejně jako v případě toku standardního, začíná okamžikem vykládky palet s barvami. Následuje opět vstupní kontrola kvality a přesun zásob do oblasti příjmu, kde mají palety s barvami své speciálně vyznačené místo. Zde jsou skladovány maximálně 1 den. Poté jsou přesunuty do laboratoře, kde se zkoumá kvalita jednotlivých barev. V případě, že nejsou nalezeny nesoulady s ohledem na jakost, dochází k jejich uskladnění do skladů barev. Výběr konkrétního skladu barev závisí na tom, v jakém provozu budou následně používány, tedy zda budou použity v ručních, robotických provozech nebo v těžké lakovně. Izolátory barev jsou uskladněny v „domečku“ spolu s barvami pro ruční provozy.

Tok reworků

Při nesouladu kvality výsledného nalakovaného výrobku s předpisy, je vadný kus označen jako **rework**, a podstupuje celý proces lakování znovu. Po oddělení tohoto kusu od zbytku produkce je dočasně uskladněn ve skladu rozpracovanosti. Následně putuje přímo do skladu pro brusírnu a pak do samotné brusírny. Po odstranění vadného barevného povlaku z polotovaru a jeho celkové přípravě pro opětovné lakování, je opět uskladněn na vyhrazenou pozici do skladu vstupního materiálu, odkud opětovně vstupuje do výrobního procesu.

6 Analýza současného stavu materiálového toku

V materiálovém toku firmy je vždy možno nalézt určitý prostor pro jeho zlepšení. Cílem analýzy MT je odhalit úzká místa, která se v něm případně vyskytují a najít řešení k jejich optimalizaci. Následující kapitola pojednává o úzkých místech MT robotizované výrobní linky společnosti HAS.

6.1 Takt robotické výrobní linky

Takt výrobní linky neboli **Takt Time** je v současné době pro většinu firem základním ukazatelem. Definuje, s jakou rychlostí musí být jeden kus výrobku dokončen, aby byla uspokojena zákaznická poptávka. Ideálním případem je produkce na zakázku, tedy výroba pouze toho, co zákazník sám požaduje. Pro výpočet taktu se využívá vzorce:

$$T = \frac{\text{Čistý časový fond za období [min]}}{\text{Počet požadovaných výrobků za období [ks]}}$$

Disponibilní časový fond robotické lakovací linky HAS činí **26 400 min/měsíc**. Výrobní kapacita této linky představuje přibližně **23 500 ks/měsíc**. Tato kapacita je brána v potaz při lakování produktů zákazníka Brembo, který tvoří největší procento objemu produkce v automatizovaném provozu. Výsledný takt činí po zaokrouhlení **1,1 min**, to znamená, že každých 70 sekund opustí lakovací linku jeden hotový výrobek. S přihlédnutím ke skladovému hospodářství to znamená, že sklad vstupního materiálu opustí každých **22 minut** jedna paleta výrobků po 20 kusech.

6.2 Procesní analýza

Analýza procesů, která se využívá pro analýzu toku práce, slouží také pro jejich pochopení a zefektivnění v rámci konkrétní společnosti.

Procesní analýzu standardního MT společnosti HAS (viz Příloha č. 3) tedy toku, izolovaného od toku spotřebních materiálů a reworků, znázorňuje tabulka 1.

Tab. 1 Procesní analýza

	Činnost	Operace	Přeprava	Kontrola	Skladování	Vzdálenost [m]	Doba trvání [min]	Pracovníci
1.	Vykládka kamionu	√					60	Skladník příj.
2.	Přesun do oblasti příjmu		√			10	1	Skladník příj.
3.	Zaskladnění materiálu				√	5	45	Skladník příj.
4.	Vychystávání materiálu	√				4	15	Skladník příj.
	Celkem skladník příjmu					19	121	
5.	Přesun do VMS 1		√			4	2	Manipulant
5.	Přesun do VMS 2		√			30	3	Manipulant
5.	Přesun do VMS 3		√			33	3	Manipulant
6.	Proces lakování	√						
7.	Kontrola kvality			√				
8.	Odvoz na MHT 1 z VM 1		√			2	1	Manipulant
8.	Odvoz na MHT 2 z VM 2		√			5	2	Manipulant
8.	Odvoz na MHT 3 z VM 3		√			9	2	Manipulant
	Celkem manipulant					83	13	
9.	Zaskladnění z MHV 1				√	10	3	Skladník exp.
9.	Zaskladnění z MHV 2				√	6	2	Skladník exp.
9.	Zaskladnění z MHV 3				√	3	1	Skladník exp.
10.	Nakládka kamionu	√					60	Skladník exp.
	Celkem skladník expedice					19	66	
	Celková délka [m]					223		
	Celková doba [min]						334	

Zdroj: Vlastní tvorba

Procesní analýza je vytvořena na základě dat získaných vlastním výzkumem. Celková **vzdálenost**, kterou materiál od okamžiku vykládky až po jeho opětovnou nakládku na kamion urazí, je **223 m**. Doba trvání tohoto toku je celkově **334 minut**.

Z analýzy je dále patrné, že nejdelší manipulaci z hlediska času představuje příjem materiálu a to celkem **121 minut**. Na druhou stranu skladník příjmu urazí spolu se skladníkem expedice nejkratší vzdálenost. Celkem se jedná o pouhých **19 m**. Nejdelší vzdálenost urazí manipulant. Tento výsledek je zapříčiněn tím, že existují celkem tři různé výrobní mezisklady a mezisklady hotové výroby, které jsou od sebe různě vzdálené.

6.3 Úzká místa materiálového toku

Na základě důkladného seznámení se s MT společností HAS, a také na základě zkušeností samotných zaměstnanců skladu, lze za nejvýznamnější UM tohoto toku považovat:

Nedostatečný prostor v oblasti vykládky

Jak již bylo zmíněno v teoretické části této práce, mezi nejdůležitější část MT patří **příjem zboží**. Ten určuje následný rytmus všech ostatních částí MT a do jisté míry i samotného procesu výroby.

S ohledem na velmi omezený prostor vykládky, kterým HAS disponuje, dochází v těchto místech ke značným časovým ztrátám způsobených převážně nedostatkem místa pro manipulaci s vykládaným materiálem a jeho následným přetřídováním dle požadavků skladu vstupního materiálu. Další časovou prodlevu představuje samotná manipulace s nákladním vozem, která je v těchto místech velmi obtížná.

Zaplněná oblast příjmu

Dalším problémem vyskytujícím se v oblasti příjmu je zaplněnost prostoru (viz Příloha č. 4). Tento problém do jisté míry souvisí s již zmiňovaným nedostatkem prostoru v oblasti vykládky. Činnost skladníka v této oblasti je, po fyzické přejímce zboží z kamionu a jeho dočasném uskladnění ve skladu příjmu, uskladnit materiál na určené pozice do skladu vstupního materiálu.

Z důvodu nedostatku manipulačního prostoru, který vzniká po uložení celého nákladu v oblasti příjmu, je následná manipulace s paletami velmi zdlouhavá a neefektivní. Skladník musí často dočasně přemísťovat určité palety do venkovních prostor oblasti vykládky. Důvodem je umožnění bezproblémové manipulace a přístupu k paletám, které mají být uskladněny do regálů prvotně.

Materiál mimo skladové pozice

Každá z palet s materiálem nebo hotovými výrobky má ve skladech HAS svou určenou pozici. Ta závisí na povaze samotného zboží, tedy zda se jedná o barvy, ředidla, výrobky atd., na rozpracovanosti výrobků, ale také na tom, pro jakého zákazníka jsou výrobky určeny.

Častým problémem je přítomnost **palety mimo konkrétní skladovou pozici**. Tento jev se nejvíce vyskytuje v oblasti expedičního skladu. Následné vyhledávání těchto palet v okamžiku jejich nakládky na kamion, představuje pro skladníka i samotného dopravce **velké časové ztráty**. To také znamená **nadbytečnou manipulaci** spojenou s přesunem palet, kterými je často špatně umístěný materiál blokován.

Vedlejším efektem tohoto problému jsou častokrát **nevyužité skladové pozice**. Ten je způsoben právě nepřítomností jednotlivých palet na daných místech.

Neoznačené palety a materiál

Každá přepravka a obal, kterým výrobek disponuje, má štítek opatřený čárovým kódem, který slouží k zanesení konkrétního prvku do ICT.

Vážnou komplikaci z hlediska zpětného dohledávání materiálů, určených k lakování nebo expedici, představují výrobky a palety, které **postrádají své označení**. Tyto prvky, v mnoha případech nacházejících se mimo svou přepravku a skladovací pozici (viz Příloha č. 5), je pak obtížné a časově velmi náročné dohledat. Mimo jiné může dojít k jejich poškození či ztrátě, což pro HAS znamená dodatečné náklady a komplikace plynoucí z nedodání kompletní zakázky.

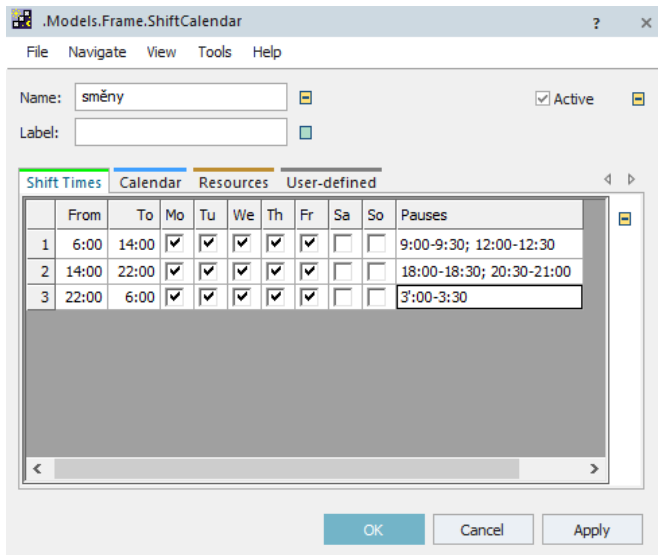
6.4 Simulační model oblasti příjmu

Předchozí kapitola pojednávala o UM standardního MT ve společnosti HAS, která byla zjištěna za pomoci vlastního výzkumu zakládajícího se na zkušenostech vedení a samotných zaměstnanců skladu. Následující kapitola analyzuje konkrétních částí MT ve společnosti, ve kterých byly nalezeny zásadní nedostatky pomocí počítačového softwaru **Plant Simulation**. Jeho úkolem je prověřit, zda jsou tato místa opravdu problematická, nebo se jedná pouze o nahodilé jevy.

6.4.1 Analýza oblasti příjmu

Z praktického zjištění vyplývá, že nejproblematictější částí materiálového toku v HAS je právě oblast příjmu, kde bylo nalezeno několik nesouladů s ideálním stavem. Tato UM nejčastěji představují nedostatek prostoru pro manipulaci způsobené nedostatkem místa v této oblasti, případně nedostatečnou plynulostí MT.

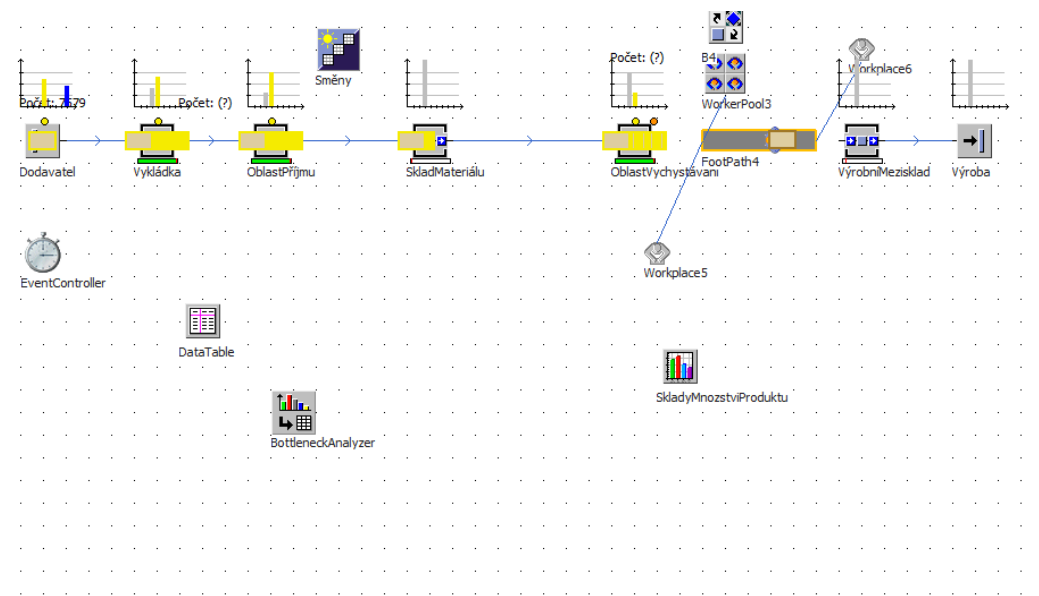
Ve společnosti HAS je zaveden **třisměnný provoz**. Každá ze směn reprezentuje pro přítomné zaměstnance osmihodinovou pracovní dobu. Po šesti hodinách práce má každý ze zaměstnanců nárok na třicetiminutovou pauzu. V průměru se tak děje každé tři hodiny, aby nedocházelo k odstávkám ve výrobě. V PS pro definici směnového režimu využijeme prvku **Shift Calendar** v nabídce **Resources** (viz Obr. 11).



Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 11 Shift Calendar v Plant Simulation

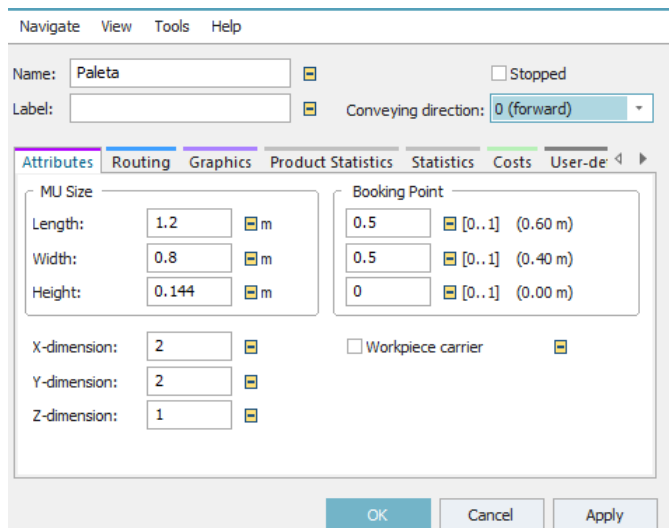
Simulační model oblasti příjmu (viz Obr. č. 12) je tvořen 6 základními prvky.



Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 12 Model oblasti příjmu v PS

MT začíná v okamžiku, příjezdu kamionu dodavatele s novým materiálem. Ten je v prostředí PS reprezentován prvkem **Drain**. Zde také dochází ke generování nových palet s materiálem. Přestože je paleta brána jako **Container**, budeme ji brát jako entitu. Rozměry palet jsou standardní dle normy (viz Obr. 13).



Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 13 Rozměry palet v Plant Simulation

Jednotlivé objekty jsou propojeny pomocí **Connector**, který určuje směr MT. Směr toku je orientován na pravou stranu. Průměrný počet palet dodaných zákazníkem je **22 ks**. Množství generovaných palet a jejich konkrétní název je definován pomocí prvku informačního toku s názvem **DataTable**. K závozu dochází každých **24 hodin** v čase ranní směny.

Palety		
string 1	time 2	
string MU Type	Time	
1	Palety	22.0000
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		

Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 14 DataTable pro generování palet

Po příjezdu kamionu dodavatele dochází k vykládce zboží. Tato oblast slouží také jako krátkodobé úložiště dodaného materiálu do doby, než je přetřizen a navezen

do oblasti příjmu. Z tohoto důvodu reprezentuje oblast vykládky zásobník **Buffer**. Ten je nastaven na kapacitu **22 ks** palet, přičemž průměrná doba trvání vykládky včetně odvozu materiálu do oblasti příjmu je **61 minut**.

Name: Vykládka
Label:
Planned
Entrance locked
Exit locked

Attributes Times Failures Controls Exit Statistics Importer Energy

Dwell time: 1:01:00

Recovery time: Const 0

Recovery time starts: When part enters

Cycle time: Const 0

OK Cancel Apply

Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 15 Doba skladování v oblasti vykládky

Následuje první dočasné úložiště materiálu – prostor příjmu. Zde je opět použit zásobník **Buffer**, stejně jako u ostatních skladových ploch. Materiál je zde dočasně uskladněn po dobu **45 minut**, než je kompletně přesunut do hlavního skladu vstupního materiálu (viz Obr. 16).

Navigate View Tools Tabs Help

Name: OblastPříjmu
Label:
Planned
Entrance locked
Exit locked

Attributes Times Failures Controls Exit Statistics Importer Energy

Dwell time: 45:00

Recovery time: Const 0

Recovery time starts: When part enters

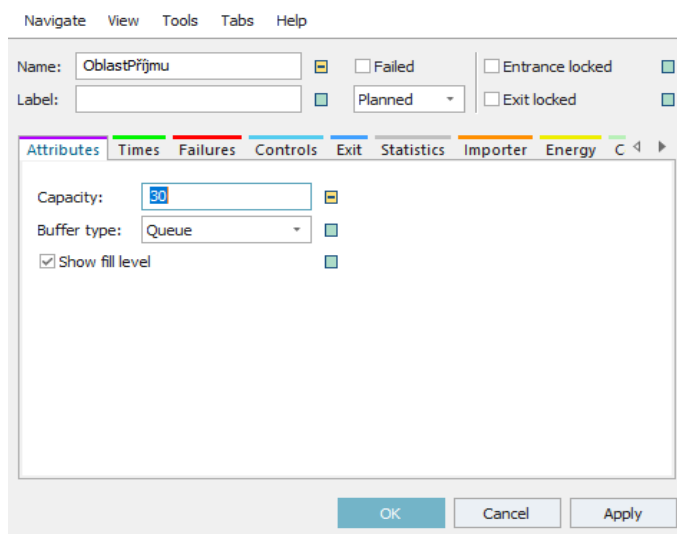
Cycle time: Const 0

OK Cancel Apply

Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 16 Doba skladování v oblasti příjmu

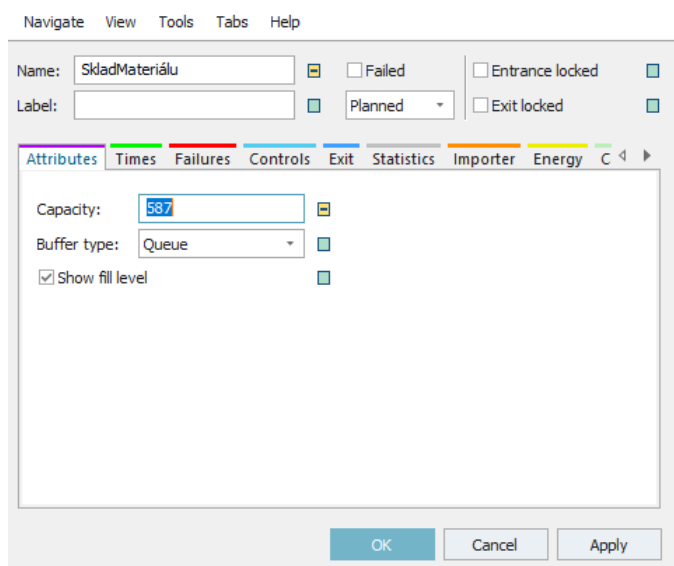
Kapacita je nastavena dle skutečnosti na **30 palet** (viz Obr. 17).



Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 17 Kapacita skladu příjmu

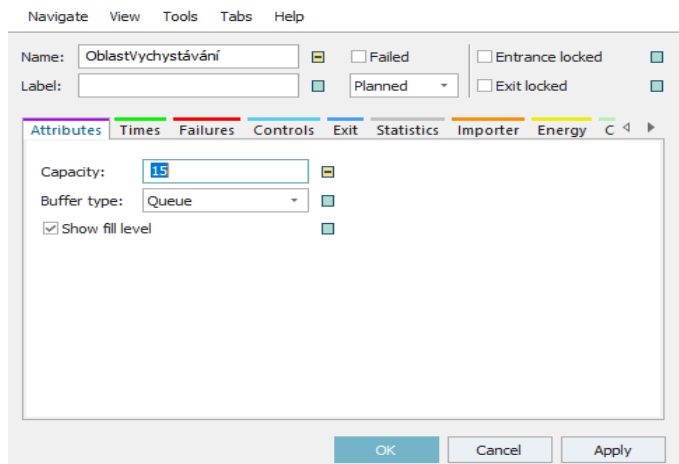
Sklad vstupního materiálu disponuje celkovou kapacitou ve výši **587 palet** (viz Obr. 18).



Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 18 Doba skladování v oblasti příjmu

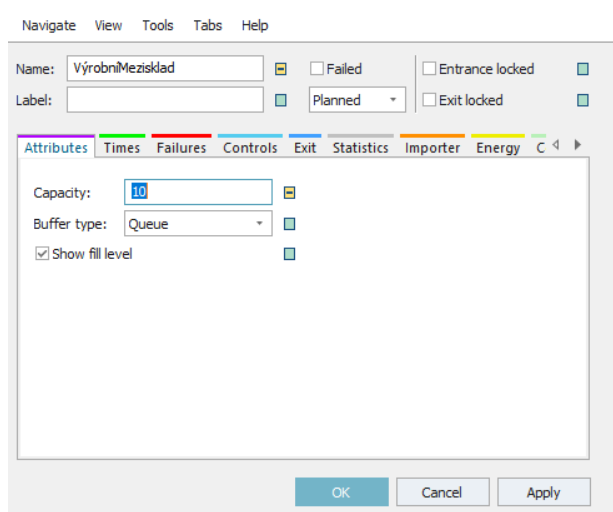
Ze skladu vstupního materiálu je každých **22 min** vychystána 1 paleta do oblasti k tomu určené, která disponuje maximální kapacitou **15 palet** (viz Obr. 19).



Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 19 Kapacita oblasti vychystávání v PS

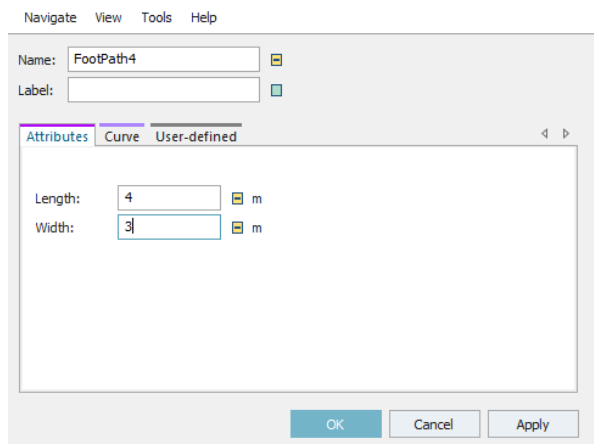
Prostor pro vychystávání reprezentuje okamžik přechodu materiálu z oblasti příjmu do oblasti manipulanta. Celý tento proces je znázorněn pomocí prvku **Footpath** a prvků **WorkPlace** (viz část 2.4.1), který znázorňuje přesun palet do výrobního meziskladu, disponujícího kapacitou **10 palet**.



Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 20 Kapacita výrobního meziskladu v PS

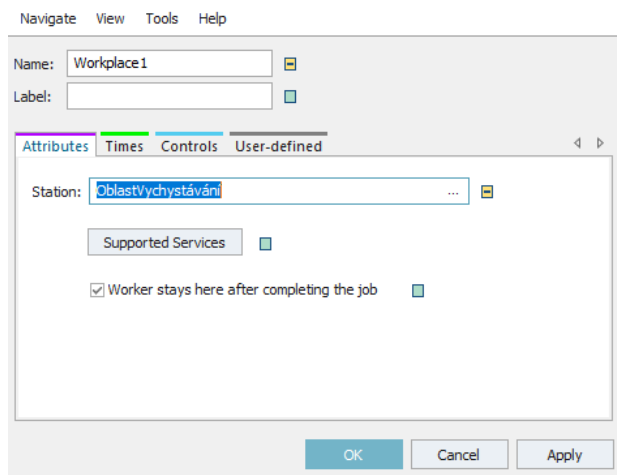
Délka cesty **Footpath** je dle skutečnosti nastavena na 4 metry a šíře na 3 metry (viz Obr. 21).



Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 21 Rozměry Footpath v PS

Každý z prvků **WorkPlace** má nastavený prvek své cílové stanice (**Station**), která je reprezentována objektem, do kterého má směřovat. První vysílá pracovníka s paletou do výrobního meziskladu, druhý ho posílá zpět nevytíženého do oblasti pro vychystávání (viz Obr. 22). Prvek **WorkerPool** slouží jako stanoviště pracovníka v okamžiku, kdy není vytížen.

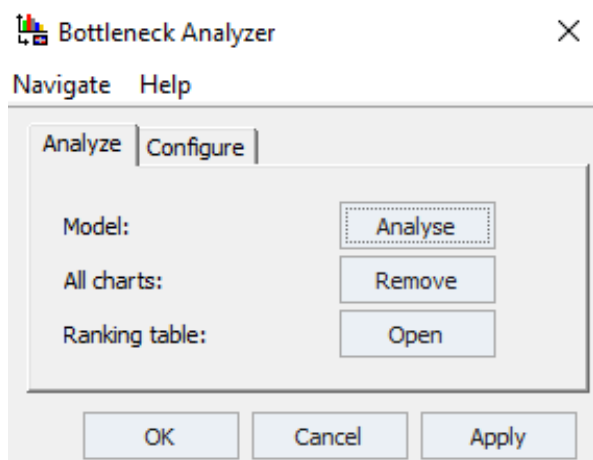


Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 22 Stanice Workplace 1

Manipulant se pro vychystaný materiál vrací do té doby, dokud není všechn přesunut do oblasti výroby. Celý model zakončuje prvek **Drain**, jenž představuje místo, kde materiál opouští mezisklad výroby a vstupuje do výrobního procesu.

Následně je celý model podroben analýze za pomoci funkce **BottleNeckAnalyzer** (viz Obr. 23), jenž spustíme skončení simulace tlačítkem **Analyse**. Tabulku s výstupními daty analýzy otevřeme pomocí tlačítka **Open**.



Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 23 BottleNeckAnalyzer menu

6.4.2 Vyhodnocení analýzy úzkých míst oblasti příjmu

Z analýzy modelu příjmu pomocí funkce **BottleNeckAnalyzer** (viz Tab. 2) lze vyčíst, že oblast **vykládky** a **příjmu** představuje z hlediska materiálového toku opravdový problém.

Tab. 2 Výsledky analýzy úzkých míst v Plant Simulation

	object 1	real 2	real 3	real 4	real 5
string	resource	working	set-up	waiting	blocked
1	root.Dodavatel	0.00	0.00	0.00	58.33
2	root.OblastPříjmu	0.00	0.00	35.56	64.44
3	root.OblastVychystávání	0.00	0.00	74.31	25.69
4	root.Výroba	0.00	0.00	100.00	0.00
5	root.SkladMateriálu	0.00	0.00	100.00	0.00
6	root.VýrobníMezisklad	0.00	0.00	100.00	0.00
7	root.Vykládka	0.00	0.00	40.42	59.58

Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Procento, které vyjadřuje míru blokace (blocked), tedy zaskladněnosti určité skladové plochy nebo skladu, dosahuje u obou míst hranice **60 %**. Konkrétně pak **64,44 % v oblasti příjmu** a **59,58 % v prostorech vykládky**.

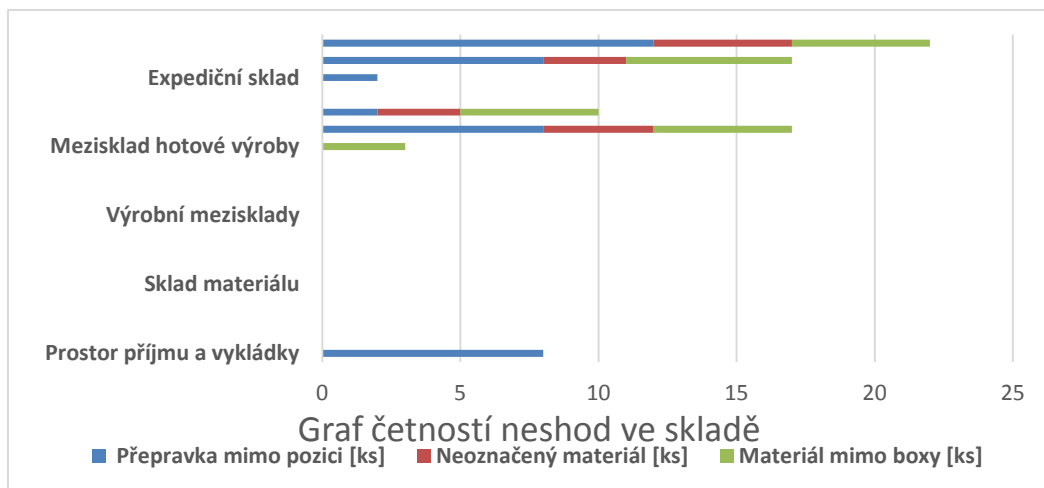
Mezi potenciální UM lze také řadit **oblast pro vychystávání**, jejíž míra blokace zásobami dosahuje **25,69 %**. Zde je však nutné vzít v potaz, že materiál zde čeká do doby, než si jej převezme manipulát. Může se tedy mimo jiné jednat o UM související s činností v oblasti manipulanta, tedy výrobní linky.

Celá problematika neefektivního fungování oblasti příjmu je potvrzena také vysokým procentem doby čekání (waiting) na přísun nových zásob do skladu materiálu, výrobního meziskladu a výroby. V těchto oblastech je procentuální doba čekání na materiál rovna **100 %**. Již zmiňované oblasti jsou tedy nerovnoměrně vytížené a dochází tak ke zpomalování výroby vlivem jejich nedostatečnému a pomalému zásobování. V oblastech vykládky a příjmu je čekací doba na přísun nových zásob výrazně nižší. Problémovým místem se však s ohledem na dobu čekání opět jeví oblast vychystávání. Zde stráví pracovník průměrně **74,31 %** času čekáním.

Z analýzy modelu v prostředí PS tedy vyplývá, že problematika oblasti příjmu, se kterou souvisí také proces vykládky, není pouhým nahodilým jevem, ale jedná se o skutečné UM. Hlavním důvodem, jak již bylo z praxe vypořádáno, je nedostatek skladových kapacit a patřičného personálu v této části skladového hospodářství HAS.

6.5 Analýza neshod ve skladech

Identifikovat konkrétní problémové místo je v případě těchto problémů velice obtížné. Pro stanovení nejproblémovější oblasti byla použita analýza, opírající se o empirický výzkum uskutečněný v prostorách robotického lakovacího provozu HAS. Na základě tabulky (viz Příloha č. 8) byl sestaven graf znázorňující četnost výskytu jednotlivých selhání, rozdělených dle místa jejich výskytu a konkrétní směny (viz Obr. 24).



Zdroj: Vlastní tvorba na základě výzkumu

Obr. 24 Graf četností výskytu neshod

Z analýzy lze vyčíst, že největší počet neshod představují přepravky mimo skladové pozice. K tomuto jevu došlo celkem ve **40 případech** a to nejčastěji v oblasti expedičního skladu. Zaznamenáno bylo však také **8 případů** během ranní směny v oblasti příjmu a vykládky. Zde to může způsobovat fakt, že během ranní směny dochází k návozu nového materiálu a také již zjištěným nedostatkem manipulačního prostoru. Za nejméně spolehlivou lze označit odpolední směnu s celkovým výskytem **34 neshod**. Ta je však následována směnou noční, kde bylo zjištěno **32 případů** pochybení.

Ve **24 případech** bylo zaznamenáno pochybení ve formě materiálu mimo přepravní boxy. Z toho **11 pochybení** nastalo během odpolední směny a **10** během té noční. Ke zbylým **3 případům** došlo během ranní směny.

Co se týče neoznačených výrobků, došlo k pochybení u **7 kusů** během odpolední směny a u **8 kusů** během noční.

S ohledem na provedený výzkum lze tvrdit, že nejproblémovější částí skladového hospodářství je oblast expedice během odpolední a noční směny. Jedním z důvodů může být špatná kontrola způsobená nepřítomností předáka skladu, který je přítomen pouze během ranní směny.

6.5.1 Analýza úzkých míst dalších částí skladového hospodářství

Z praktického výzkumu byly zjištěny, kromě oblasti příjmu, ještě další UM nacházející se ve zbývajících částech skladového hospodářství HAS.

S ohledem na konkrétní problematiku týkající se převážně **materiálu mimo skladové pozice** a s tím související **nevyplněné skladové pozice**, ale také **materiálu a výrobků mimo skladové boxy**, by byla analýza těchto UM materiálového toku v prostředí počítačové simulace téměř nemožná a získaná data by neměla žádnou vypovídající hodnotu.

Hlavní příčinou je v těchto příkladech selhání lidského faktoru. Důvodem může být:

- **nepozornost,**
- **úmyslné zavinění,**
- **nedbalost a neprofesionalita,**
- **nedostatečně proškolený personál,**
- **nedostatek zaměstnanců,**
- **chyby v komunikaci,**
- **selhání vedoucích pracovníků.**

Tato UM nelze predikovat ale pouze jim předcházet, a to z důvodu zcela nahodilého výskytu.

7 Zefektivnění materiálového toku společnosti

Následující kapitola pojednává o možnostech optimalizace nalezených úzkých míst v MT společnosti HAS. Zejména pak optimalizací skladových prostor pro lepší obslužnost během manipulace s materiálem, personálními změnami v oblasti skladového hospodářství a fyzickou kontrolou zásob.

7.1 Úprava plochy pro vykládku

Za nejpalčivější problém ve skladovém hospodářství HAS lze považovat nedostatek prostoru pro manipulaci (viz podkapitola 6.3). Jednou z možností, jak dopady tohoto problému zmírnit, je rozšíření stávající plochy pro vykládku a tím potenciální zefektivnění celé oblasti příjmu materiálu.

7.1.1 Nevýhody stávající plochy pro vykládku

Mezi hlavní nevýhody stávající plochy pro vykládku patří:

Špatná obslužnost

Společnost HAS disponuje velmi omezeným prostorem pro vykládku dodaného materiálu z kamionu. Jak je patrné z leteckého snímku (viz Příloha č. 6), plocha vykládky má tvar písmene „L“. Její rozměr je cca **480 m²** a samotná delší část měří přibližně **25 m**. Prostor pro samotnou vykládku z kamionu do oblasti příjmu materiálu měří na šířku cca **15 m**. V kratší části prostoru jsou standardně uskladňovány volné palety, přepravky a dočasně také palety se samotným zbožím, a to do doby, než dojde k jejich fyzickému uskladnění ve skladu.

Standardizované rozměry nákladního vozidla s návěsem jsou přibližně **17x2,6 m** (Truckstop, 2020). Po odečtení délky kamionu od délky samotné plochy pro příjem bylo zjištěno, že pro vykládku zbývá pouhých **8 m**. Při úvaze rozměrů vysokozdvížného vozíku s vidlemi, které mohou být až **2,5 m** (Sunward, 2020), představuje samotná manipulace s paletami během jejich vykládání z návěsu pro skladníka velmi nesnadnou a zdlouhavou činnost.

S ohledem na již zmiňované rozměry kamionu se stávající řešení plochy jeví jako nevhodné také pro samotné řidiče nákladního vozu. Ti mají pro manévrování s vozem na vyhrazenou plochu k dispozici pouze velmi malý prostor. Jsou tak nuceni

na určitou dobu zablokovat příjezdovou cestu a tím omezit ostatní účastníky silničního provozu v areálu.

Časová náročnost

Další nevýhodou je zvýšená časová náročnost, kterou stávající řešení plochy přináší. Z důvodů omezeného prostoru v oblasti vykládky je skladník nucen brát při manipulaci s vysokozdvizným vozíkem velký ohled na přesnost řízení, aby nedošlo k poškození materiálu, samotného vozíku nebo jiného majetku.

Dalším aspektem z hlediska časové náročnosti spojené s nedostatečným prostorem pro manipulaci, je následná oblast příjmu materiálu. V ní jsou palety s materiálem nahromaděny, aniž by došlo k jejich prvotnímu přetřídění v prostoru vykládky. Skladník příjmu je nucen při uskladňování jednotlivých palet do skladu vstupního materiálu ukládat dočasně některé palety do oblasti pro vykládku, aby byl zajištěn bezproblémový přístup k materiálu, který je zaskladňován jako první. Tato činnost může prodloužit celkovou dobu vykládky až o **50 %**.

7.1.2 Úprava stávající plochy pro vykládku

Jako nejvhodnějším řešením stávající situace se jeví odstranění nevyužitých travnatých částí, která plochu pro vykládku z jedné strany ohraničuje (viz Příloha č. 7).

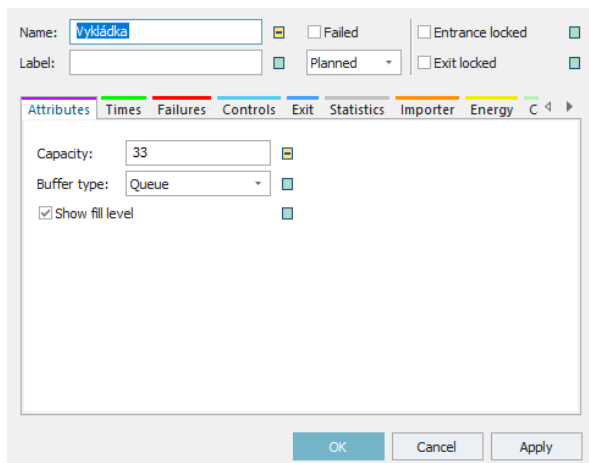
Dodatečným odstraněním této plochy lze stávající plochu zvětšit téměř **dvojnásobně**. Celkový rozměr nově vzniklé plochy by pak činil téměř **1000 m²**. Úpravou plochy by došlo k vytvoření dodatečného prostoru pro manipulaci s nákladními vozidly, která by již svým parkováním neblokovala příjezdovou cestu. Dále by došlo ke zvýšení skladovací kapacity, prostoru pro manipulaci s vysokozdvizným vozíkem při vykládce a prostoru pro třídění již vyložených palet.

7.1.3 Simulace navrhovaného řešení oblasti pro vykládku

K ověření, zda je teoreticky navrhovaná úprava plochy pro vykládku řešením, které povede k zefektivnění fungování oblasti příjmu, bylo opětovně využito počítačové simulace v prostředí PS. Stávající podoba modelu oblasti příjmu, konkrétně oblast pro vykládku, byla patřičně modifikována.

Rozšířením této plochy se její skladová kapacita zvýší až o **50 %** s ohledem na standardizované rozměry palety. Zbývá část zůstane nezaskladněna a to z důvodu

snazší manipulace s vysokozdvihným vozíkem a kamionem. V prostředí PS byla tahle skutečnost zohledněna pomocí úpravy kapacity prvku „vykládka“ z **22 ks** na **33 ks** palet materiálu (viz Obr. 27).



Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 27 Upravená kapacita prvku vykládka

Časová úspora, kterou s sebou potenciálně navrhovaná úprava přináší, je pouze teoretická a zakládá se jen na datech, získaných pozorováním nadbytečných činností zaměstnanců probíhajících v této oblasti. Hypoteticky se však může jednat o časovou úsporu až ve výši **50 %**. Z tohoto důvodu bude zachována původní doba trvání vykládky, tedy **61 minut**.

7.1.4 Vyhodnocení modelu navrhovaného řešení

Po spuštění upraveného simulačního modelu PS jsme s využitím výstupu, získaného pomocí funkce **BottleNeckAnalyzer** (viz Tab. 4), získali potřebná data ke zhodnocení navrhovaného řešení.

Tab. 4 Výsledky analýzy úzkých míst modelu s upravenou oblastí vykládky v Plant Simulation

	object 1	real 2	real 3	real 4	real 5
string	resource	working	set-up	waiting	blocked
1	root.Dodavatel	0.00	0.00	0.00	58.33
2	root.OblastPřijmu	0.00	0.00	30.35	69.65
3	root.OblastVychystávání	0.00	0.00	80.89	19.11
4	root.Výroba	0.00	0.00	100.00	0.00
5	root.SkladMateriálu	0.00	0.00	100.00	0.00
6	root.VýrobníMezisklad	0.00	0.00	100.00	0.00
7	root.Vykládka	0.00	0.00	41.53	58.47

Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Porovnáme-li hodnoty analýzy původního modelu (viz Tab. 2 v podkapitole 6.4.2) zjistíme, že dodatečným rozšířením plochy pro vykládku došlo k určitým změnám

V případě vykládky kleslo procento blokace z **59,58 %** na **58,47 %**. Došlo tedy k mírnému snížení tohoto atributu o cca **1 %**. Doba čekání však vzrostla přibližně o **1 %**.

V oblasti příjmu se míra zaskladněnosti zvýšila z původních **64,44 %** nově na **69,65 %** tedy o **5,21 %**. Na druhou stranu došlo v této oblasti ke snížení čekací doby **35,56 %** na **30,35 %**, což představuje pro HAS plynulejší materiálový tok.

Oblast vychystávání představuje z hlediska změny nejpodstatnější část. Původní hodnota zaskladněnosti tohoto prostoru klesla z **25,69 %** na **19,11 %**, avšak doba čekání vzrostla z původní hodnoty **74,31 %** na **80,89 %**.

Ostatní části MT oblasti příjmu zůstaly bez změny.

Simulací navrhovaného řešení plochy pro vykládku jsme zjistili, že by tato úprava měla za následek zvýšení zaskladněnosti oblasti vykládky a příjmu. Oba výkyvy však nejsou vysoké a mohlo by se v tomto případě jednat pouze o efektivnější využití skladu materiálu. Na druhou stranu by došlo ke zlepšení situace v oblasti vychystávání, jejíž fungování je nezbytné pro zajištění plynulého chodu výroby. Navýšení doby čekání na přísun nového materiálu tak může být manipulantem využito například pro přesun hotových produktů do meziskladů hotové výroby nebo právě k přesunu dodaného materiálu z oblasti příjmu do skladu.

7.1.5 Náklady spojené s úpravou plochy pro vykládku

Úprava stávající plochy s sebou nese nezbytné finanční náklady. Dle tabulek vydávaných českým Ministerstvem pro místní rozvoj je průměrná cena úpravy nezpevněné plochy na parkoviště, při použití zátěžového betonu o tloušťce 29 cm, **707 Kč/m²** (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2016). S ohledem na velikost upravované plochy, která činí cca **470 m²**, představují náklady na spojené s přestavbou **332 290 Kč**. Doba rekonstrukce, včetně přípravných byla odhadnuta na cca **2 měsíce**.

7.2 Zefektivnění materiálového toku v oblasti příjmu

Problém v oblasti příjmu je také nadměrná zaplněnost prostoru převážně během vykládky. To způsobuje opětovný nedostatek prostoru pro manipulaci a s tím spojené

časové prodlevy v uskladňování materiálu na své pozice do skladu vstupního materiálu.

7.2.1 Návrh efektivního řešení oblasti příjmu

Jak již bylo zmíněno, problém zaplněnosti oblasti příjmu je do jisté míry ovlivněn samotnou vykládkou materiálu. Částečného zlepšení by mohlo být také dosaženo i průběžným zaskladňování palet do skladu vstupního materiálu.

Tato skutečnost by vyžadovala jistou úpravu fronty práce. Konkrétně pak úpravu stávající fronty práce skladníka příjmu a manipulanta. Kompetence manipulanta by byly v okamžiku vykládky nového materiálu rozšířeny až do oblasti příjmu. Jeho úkolem by bylo zajištění průběžného odvozu materiálu z prostoru pro příjem do skladu vstupního materiálu, kde by také zajistil jeho zaskladnění. Mimo okamžik vykládky by podoba jeho fronty práce zůstala neměnná.

Skladník příjmu by měl v okamžiku vykládky na starosti pouze vykládku palet z kamionu a jejich prvotní přetřídění. Jeho pracovní náplň by však mimo okamžik příjmu nového materiálu zůstala beze změny. Stávající a navrhovaná podoba fronty práce skladníka příjmu a manipulanta je znázorněna v tabulce 5 (viz Příloha č. 9).

Úpravou fronty práce by mohlo být dosaženo rychlejšího a plynulejšího zaskladňování nově příchozího materiálu do skladu a tím snížení množství zásob umístěných dočasně v prostoru pro příjem. To by znamenalo značné zvýšení průchodnosti tohoto prostoru, ale také snížení časové náročnosti vykládky z důvodu dělby práce mezi dva zaměstnance.

7.2.2 Hrozby a další možná řešení

Díky rozšíření fronty práce manipulanta během okamžiku vykládky, může být do jisté míry omezena plynulost dodávek materiálu z výrobních meziskladů do meziskladu hotových výrobků. To se jeví jako potenciální komplikace převážně v oblasti expedičního skladu, jehož činnost může být touto změnou do jisté míry omezena.

Možným řešením tohoto konfliktu by bylo propracovanější plánování časů vykládek a expedice a to tak, aby nedocházelo k jejich vzájemnému časovému prolínání.

Dalším možným řešením je najmutí dodatečného pracovníka do oblasti příjmu. Tím by odpadla nutnost zasahovat do stávající fronty práce manipulanta, což znamenalo

udržení neměnné plynulosti skladu expedice. Potenciálně by se tím zvýšila i produktivita celé oblasti expedice, a to z důvodu přítomnosti další pracovní síly.

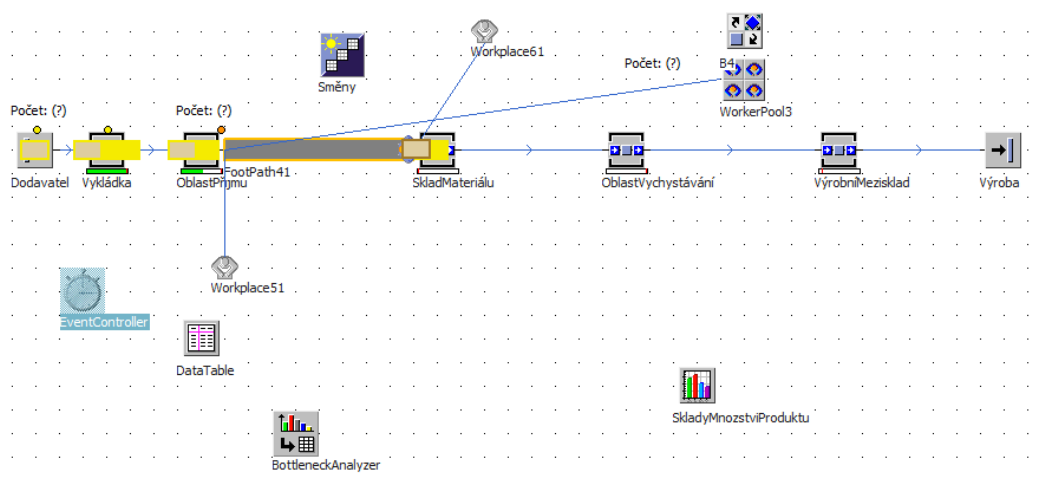
7.2.3 Simulace navrhovaného řešení oblasti příjmu

Účinnost navrhovaných řešení v oblasti příjmu MT společnosti HAS byly vytvořeny dvě modelové simulace. První simuluje situaci, kdy dochází k rozšíření kompetencí stávajícího manipulanta do oblasti příjmu v okamžiku vykládky nově přichozího materiálu od dodavatele. Druhý model kalkuluje s novým zaměstnancem v oblasti příjmu.

Model s upravenou frontou práce manipulanta

Jak již bylo zmíněno v podkapitole 7.2.1, jedním z řešení, které by potenciálně mohlo zlepšit situaci v oblasti příjmu je rozšíření působnosti manipulanta do oblasti příjmu, a to v okamžiku návozu nového materiálu.

Během vykládky by se manipulanta přesunul ze své původní pozice do oblasti příjmu, kde by měl na starosti odvoz palet se zbožím na vyhrazené pozice ve skladu materiálu. Tato skutečnost byla do modelu zanesena pomocí prvku **Footpath**, který představuje spojnici mezi oblastí příjmu a skladem materiálu. Po této trajektorii se pohybuje pracovník reprezentovaný prvkem **Worker**. Ten je automaticky při každé vykládce (každých 24 hodin) generován ze stanoviště **WorkerPool**. Pomocí **Workplace** jsou nastaveny cílové stanice (**Station**), které definují, kam má pracovník materiál přenést. Celý model je znázorněn na obrázku 28.



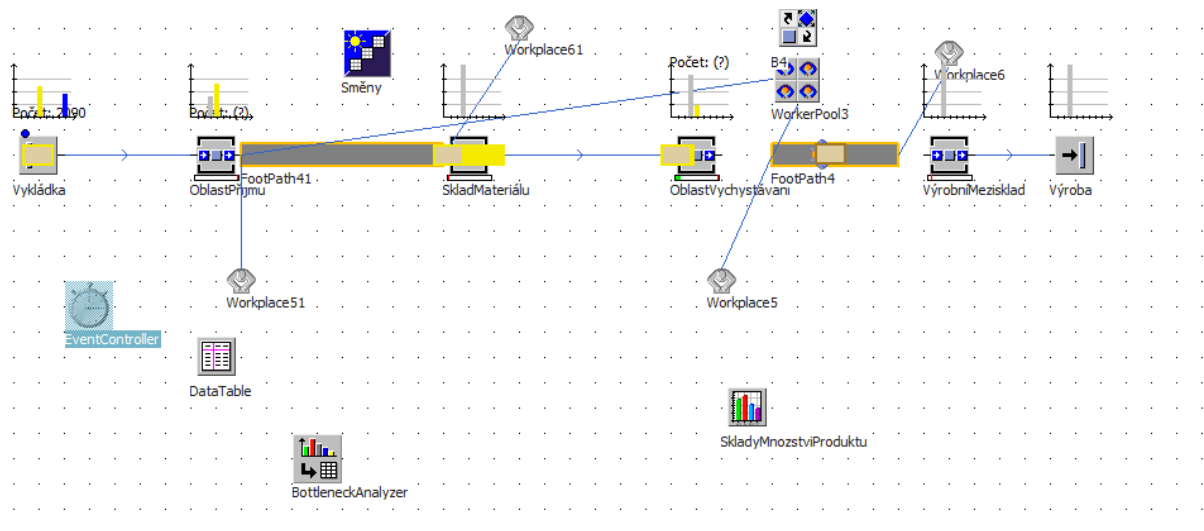
Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 28 Model s přesunutým manipulantom do oblasti příjmu

Model s novým pracovníkem oblasti příjmu

Druhým modelem, který má za cíl ověřit vhodnost navrhovaného řešení problémové oblasti příjmu, je model s novým pracovníkem příjmu. Jak již bylo zmíněno v podkapitole 7.2.1, nový zaměstnanec by měl na starosti pouze tuto oblast a jeho úkolem by bylo v okamžiku vykládky přesouvat již vyložený materiál z oblasti příjmu na místo určené do skladu materiálu.

Stejně jako předchozí model je i v tomto využito prvků **Footpath** a **Worker**, které jsou opět použity v části mezi oblastí příjmu a skladem materiálu. Rozdíl oproti předchozímu modelu je v tom, že původní prvek **Footpath** a **Worker** byly mezi oblastí vychystávání a výrobním meziskladem zachovány. Ty zde reprezentují stávajícího manipulanta této oblasti (viz Obr. 29).



Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Obr. 29 Model s novým pracovníkem v oblasti příjmu

7.2.4 Vyhodnocení modelů navrhovaných řešení

Za účelem vyhodnocení simulace obou modelů bylo v PS využito funkce **BottleneckAnalyzer**.

Model s upravenou frontou práce manipulanta

Po spuštění prvního simulačního modelu s upravenou frontou práce manipulanta, byla získána následující data (viz Tab. 6).

Tab. 6 Výsledky analýzy oblasti příjmu s upravenou frontou práce manipulanta

object 1	real 2	real 3	real 4	real 5	
string	resource	working	set-up	waiting	blocked
1	root.Dodavatel	0.00	0.00	0.00	58.33
2	root.OblastPříjmu	0.00	0.00	53.03	46.97
3	root.Výroba	0.00	0.00	100.00	0.00
4	root.SkladMateriálu	0.00	0.00	100.00	0.00
5	root.Vykládka	0.00	0.00	36.46	63.54
6	root.OblastVychystávání	0.00	0.00	100.00	0.00
7	root.VýrobníMezisklad	0.00	0.00	100.00	0.00

Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Oproti modelu současného stavu (viz Tab. 2 v podkapitole 6.4.2) došlo vlivem zavedeného řešení k několika výraznějším změnám. Procento zaskladněnosti oblasti příjmu kleslo z původních **64,44 %** na **46,97 %**, což představuje snížení ve výši **17,47 %**. Tato skutečnost však také s sebou nese výrazné zvýšení doby čekání v této problémové oblasti, a to z **35,56 %** na **53,03 %**. Snížila se tak skladová obsazenost této oblasti, avšak vznikl nevyužitý časový prostor v podobě čekání na přísun nového materiálu.

V oblasti vykládky se také může hovořit o zlepšení. Procento představující čekání kleslo z původních **40,42 %** na **36,46 %**. Došlo tedy k efektivnějšímu využití nevyužitého času plynulejším zaskladňováním materiálu do skladu a zrychlení vykládky nového materiálu z kamionu.

Oblast vychystávání materiálu pro výrobu je z hlediska změny nejvýznamnější. Původní **25,59 %** obsazenost tohoto skladu klesla na **0 %**. To představuje nedostatečné využití skladu a nárůst doby čekání. Ostatní oblasti zůstaly bez změny a jsou stále nedostatečně vytížené. Dochází tak k plýtvání ve formě čekání na návoz materiálu.

Celkově lze konstatovat, že navrhované řešení není příliš efektivní. Významnější posuny k lepšímu lze vypočítat převážně v problematických oblastech příjmu

a vykládky, kde dochází vlivem změny k rychlejšímu vyskladňování zásob. V oblasti vychystávání však nově dochází k nadměrnému plýtvání ve formě delšího čekání na materiál.

Model s novým pracovníkem oblasti příjmu

Výsledky simulačního modelu reprezentující řešení ve formě najmutí nového zaměstnance oblasti příjmu jsou uvedeny v tabulce 7.

Tab. 7 Výsledky analýzy oblasti příjmu s novým pracovníkem

	object 1	real 2	real 3	real 4	real 5
string	resource	working	set-up	waiting	blocked
1	root.Dodavatel	0.00	0.00	0.00	58.33
2	root.OblastPříjmu	0.00	0.00	53.07	46.93
3	root.OblastVychystávání	0.00	0.00	84.57	15.43
4	root.Výroba	0.00	0.00	100.00	0.00
5	root.SkladMateriálu	0.00	0.00	100.00	0.00
6	root.VýrobníMezisklad	0.00	0.00	100.00	0.00
7	root.Vykládka	0.00	0.00	36.46	63.54

Zdroj: Vlastní tvorba v Plant Simulation

Porovnáme-li původní model z podkapitoly 6.4.2, zjistíme, že navrhované řešení v podobě dodatečného zaměstnance příjmu reprezentuje změny převážně v oblastech příjmu a vychystávání.

V oblasti příjmu klesla vytíženost skladu z **64,44 %** na **46,93 %**. To má za následek také zvýšení doby čekání a menší vytíženost pracovníka příjmu z **35,56 %** na **53,07 %**.

Oblast vychystávání se také stala efektivnějším ve vyskladňování zásob. Procento blokace kleslo z **25,69 %** na **15,43 %**, což představuje úsporu ve výši téměř **10 %**. Nicméně doba čekání na přísun nového výrazně materiálu vzrostla.

Významná změna se odehrála během vykládky, kde doba čekání klesla ze **40,42 %** na **36,46 %**. Tato změna je stejná jako u předchozího modelu s upravenou frontou práce manipulanta.

Řešení s novým zaměstnancem oblasti příjmu se stalo oproti předchozímu výrazně efektivnějším, a to převážně v oblasti pro vychystávání, ve které poklesla doba

čekání ze **100 %** na **84,57 %**. MT je tedy plynulejší a dochází k efektivnějšímu využití skladových prostor. Navrhované řešení s novým pracovníkem oblasti příjmu, se tedy oproti řešení s upravenou frontou práce manipulanta, jeví jako vhodnějším a účinnějším.

Obě navrhovaná řešení přináší jistá zlepšení převážně v problematice oblasti vykládky, ve které zajišťují plynulejší MT, avšak jejím zavedením vnikají v materiálovém toku nová UM, se kterými je nutné dále pracovat.

7.3 Náklady spojené s novým řešením oblasti příjmu

Najmutí nového zaměstnance do oblasti příjmu představuje pro HAS dodatečné náklady na mzdy. Při průměrné hrubé mzdě manipulanta, která dle interních materiálů činí **124 Kč/h**, by tohle řešení představovalo pro společnost dodatečné, měsíční, mzdové náklady ve výši **24 369 Kč**. Doba potřebná k najmutí nového zaměstnance nelze přesně odhadnout. Budeme tedy uvažovat, že v případě nového manipulanta bude doba hledání přibližně **1 měsíc**.

Pouhá úprava stávajícího zaměstnance (manipulanta), tedy rozšíření jeho působnosti až do oblasti příjmu v okamžiku vykládky, nepředstavují pro HAS žádné dodatečné finanční náklady a je aplikovatelné prakticky ihned.

7.4 Personální změny oblasti vedení a kontroly

S ohledem na nízkou účinnost všech tří navrhovaných řešení a na fakt, že jejich zavedením může dojít ke vzniku nových UM je pravděpodobnost, že současný materiálový tok HAS je pro aktuální potřeby společnosti nastaven správně a vyváženě. Problémy s nalezenými úzkými místy, převážně v oblasti vykládky a příjmu, tak mohou souviset s nedostatečnou kontrolou zaměstnanců, jejich správným proškolením nebo selháním lidského faktoru. Mezi nejčastější chyby patří neoznačený materiál mimo přepravní boxy, zásoby mimo své pozice a s tím související nedostatečně vytížené skladové pozice.

7.4.1 Návrh řešení

Jako řešení problému se jeví přítomnost předáka i během odpoledních směn. Jeho přítomností by teoreticky došlo ke snížení počtu neshod z důvodu zvýšené kontroly zaměstnanců a jejich odvedené práce.

Noční směna by byla ponechána ve stávajícím režimu a řešení případných neshod by spadalo pod předáka ranní směny.

7.4.2 Náklady spojené se změnou ve vedení skladu

Zaměstnáním dodatečné osoby na pozici předáka odpolední směny představuje pro HAS dodatečné finanční náklady. S ohledem na průměrnou mzdu předáka, která činí, dle interních materiálů **200 Kč/h**, by nově vzniklé mzdové náklady činily **38 740 Kč** za měsíc.

7.5 Vícekriteriální hodnocení variant

Každé z navrhovaných řešení představuje pro MT jistá zlepšení, avšak s sebou také přináší jisté závazky a hrozby ve formě zvýšených nákladů, doby implementace nebo vzniku nových úzkých míst. Z tohoto důvodu bylo pro výběr ideálního řešení pro optimalizaci MT v oblasti příjmu ve společnosti HAS využito vícekriteriálního hodnocení variant.

7.5.1 Stanovení kritérií a jejich důležitosti

Na základě několika různých návrhů řešení MT, každé disponující pro HAS jiným přínosem, byla pro nalezení nejvhodnějšího řešení UM zvolena **metoda váhového hodnocení** (viz část 3.3.4).

Pro zhodnocení jednotlivých navrhovaných řešení bylo zohledněno celkem pět navrhovaných kritérií, mezi které patří:

- **výše nákladů,**
- **doba implementace,**
- **zvýšení skladové kapacity,**
- **zvýšení úrovně služeb (snížení počtu odvolávek a vadných dílů),**
- **časová úspora ve formě zkrácení doby čekání mezi jednotlivými operacemi.**

Tabulka 8 zobrazuje body, vypovídající o schopnosti daného řešení vyhovět určitému kritériu. Ty byly určeny na základě interních standardů HAS.

Tab. 8 Bodové ohodnocení výhodnosti řešení

Výhodnost	Počet bodů
Vyhovuje nejlépe	10
Vyhovuje uspokojivě	5
Vyhovuje nejméně	1

Zdroj: Vlastní tvorba

Důležitost jednotlivých kritérií, tedy jejich pořadí, je určeno na základě požadavků a preferencí HAS.

Jako nejdůležitější byla zvolena **časová úspora** ve formě zkrácení doby čekání mezi jednotlivými operacemi (viz Tab. 9). Ta představuje nejkomplicovanější část, jelikož každé z navrhovaných řešení dosáhlo jisté časové úspory v oblasti příjmu, a to zejména v části, ve které byla zavedena. Na druhou stranu však zavedením jednotlivých změn vznikla v dalších částech MT nová úzká místa. Z tohoto důvodu bylo řešení spojené se zaměstnáním nového zaměstnance příjmu vybráno jako to nejvhodnější, které přinese největší časovou úsporu v rámci fungování MT. Nemalou časovou úsporu však přináší také úprava plochy pro vykládku. Za nejméně vhodné se z hlediska úspory času jeví přesunutí manipulanta do oblasti příjmu v čase vykládky.

Tab. 9 Tabulka časové úspory jednotlivých řešení

Navrhovaná řešení	Pořadí	Počet bodů
Nová plocha vykládky	2	5
Úprava fronty práce manipulanta	3	1
Nový zaměstnanec příjmu	1	10

Zdroj: Vlastní tvorba

Druhou v pořadí je **nákladnost** navrhované změny. Náklady spojené s jejím zavedením by měly být co nejnižší. Tabulka 10 porovnává nákladnosti jednotlivých řešení.

Tab. 10 Tabulka nákladnosti jednotlivých řešení

Navrhované řešení	Náklady	Pořadí	Počet bodů
Nová plocha vykládky	332 290 Kč	3	1
Úprava fronty práce manipulanta	0 Kč	1	10
Nový zaměstnanec příjmu	24 369 Kč	2	5

Zdroj: Vlastní tvorba

Následuje **doba implementace** navrhovaného řešení. Pro HAS je důležité, aby řešení bylo co nejrychleji aplikovatelné. Následující tabulka (viz Tab. 11) ukazuje časovou náročnost zavedení jednotlivých řešení.

Tab. 11 Tabulka časové náročnosti na zavedení jednotlivých řešení

Navrhovaná řešení	Časová náročnost	Pořadí	Počet bodů
Nová plocha vykládky	8 týdnů	3	1
Úprava fronty práce manipulanta	ihned	1	10
Nový zaměstnanec příjmu	4 týdny	2	5

Zdroj: Vlastní tvorba

Poté se bere v úvahu **zvýšení úrovně služeb**, tedy snížení počtu odvolávek, poškozených dílů nebo lepší obslužnosti při vykládce a nakládce (viz Tab. 12). Jako nejvýhodnější se zde jeví úprava stávající plochy pro vykládku. Díky této změně by došlo ke zkrácení doby vykládky a také snazší manipulaci s nákladním vozem. Nejmenší vliv na úroveň služeb má přítomnost manipulanta v oblasti příjmu během vykládky, která z hlediska úrovně poskytovaných služeb s sebou nepřináší nic nového.

Tab. 12 Tabulka zvýšení úrovně služeb za pomoci jednotlivých řešení

Navrhovaná řešení	Pořadí	Počet bodů
Nová plocha vykládky	1	10
Úprava fronty práce manipulanta	3	1
Nový zaměstnanec příjmu	2	5

Zdroj: Vlastní tvorba

Jako nejméně důležitá se pro HAS jeví zvýšení **kapacity** (viz Tab. 13), které by navrhované řešení mohlo přinést. Zde má největší přínos rozšíření oblasti pro vykládku materiálu, která mimo snazší obslužnost přináší také dodatečné skladové kapacity. Řešení tkvící v úpravě fronty práce manipulanta nebo najmutím nového zaměstnance do oblasti příjmu sice snižují vytíženost určitých skladových ploch, ale zároveň dochází k vyšší zaskladněnosti v jiných skladech.

Tab. 13 Tabulka navýšení skladové kapacity

Navrhovaná řešení	Pořadí	Počet bodů
Nová plocha vykládky	1	10
Úprava fronty práce manipulanta	3	1
Nový zaměstnanec příjmu	2	5

Zdroj: Vlastní tvorba

7.5.2 Výběr nejvhodnějšího řešení

Pro výpočet výsledných hodnot, důležitých pro výběr nejlepšího z nabízených řešení, bylo využito postupu zmíněného v teoretické části 3.3.4. Na základě výsledků této metody byla nalezena nejvhodnější varianta řešení MT (viz Tab. 14).

Tab. 14 Tabulka vícekritériálního rozhodování

Kritérium	Pořadí	Váha	Nová plocha vykládky		Úprava fronty práce manipulanta		Nový zaměstnanec příjmu	
			PS	VS	PS	VS	PS	VS
Náklady	2	4	1	4	10	40	5	20
Doba implementace	3	3	1	3	10	30	5	15
Zvýšení kapacity	5	1	10	10	1	1	5	5
Zvýšení úrovně služeb	4	2	10	20	1	2	5	10
Časová úspora	1	5	5	25	1	5	10	50
Součet				62		78		100

Zdroj: Vlastní tvorba

Jako ideálním řešením se jeví najmutí nového zaměstnance do oblasti příjmu. Tato skutečnost představuje pro společnost dodatečné mzdové náklady ve výši **24 369 Kč** za měsíc. Zaměstnáním dodatečného zaměstnance příjmu se však zvýší

efektivita a plynulost převážně v oblasti vykládky, a to až o **4 %** oproti současnému stavu. Došlo také ke snížení zásob ve skladě příjmu o **17,51 %**. Také v oblasti pro vychystávání klesla míra blokáce o **10,26 %**. Potenciálním zavedením tohoto řešení však dochází ke zvýšení doby čekání v oblastech mimo vykládku. Jednotlivá pracoviště tak nejsou rovnoměrně vytížena, celý MT oblasti příjmu se stává méně plynulým a dochází tak k nárůstu plýtvání ve formě čekání. Vznikají tak nová UM v návaznosti na zavedené řešení. Je tedy nutné s těmito UM nadále pracovat, aby došlo k jejich zefektivnění.

Na základě této skutečnosti je vhodné uvažovat o možnosti, že aktuální podoba materiálového toku v oblasti příjmu je pro současné potřeby firmy HAS zcela vyhovující. Nalezená úzká místa tak mohou být způsobena pouze selháním lidského faktoru, nedodržováním předepsaných postupů a pravidel, nebo nedostatečnou kontrolou kvality odvedené práce v rámci MT společnosti. Z tohoto důvodu by bylo také vhodné zvážit přítomnost předáka během odpolední směny, která je na základě analýzy (viz kapitola 6.5) nejproblematictější, jako ideální řešení pro zlepšení fungování materiálového toku společnosti HAS. Zavedení tohoto řešení by pro HAS představovalo dodatečné mzdové náklady ve výši **38 740 Kč** za měsíc (viz podkapitola 7.4.1). Dobu implementace tohoto řešení nelze kvůli vyšším nárokům na kvalifikaci poptávaného zaměstnance, přesně odhadnout. Vše závisí na aktuální situaci na trhu práce.

Závěr

Cílem diplomové práce bylo popsat a následně analyzovat logistické toky skladového hospodářství ve výrobním závodě Hajdík a.s., zabývajícího se mokrým lakováním. Podrobit celý materiálový tok této společnosti analýze za účelem odhalení potenciálních úzkých míst, a to jak formou empirického výzkumu, tak s využitím počítačové simulace. Následně navrhnout řešení nalezených nedostatků, implementovat tyto změny do modelu v počítačové simulaci, výsledky podrobit analýze a popsat potenciální přínos, který by společnosti v rámci materiálového toku přinesla. V závěru, za pomoci vícekriteriálního hodnocení variant, vybrat to nejlepší z nich.

Teoretický úvod práce definuje funkce a vývoj výrobní logistiky a skladového hospodářství, a to včetně detailního popisu materiálových toků v něm probíhajících. Součástí této části je také popis a rozdělení skladového vybavení. Dále pojednává o matematickém modelování a počítačové simulaci, její důležitosti a základních programovacích jazycích. Následuje výčet nejpoužívanějších simulačních programů, a to včetně programu Plant Simulation, který byl v rámci praktické části práce použit pro analýzu materiálového toku společnosti. Součástí teoretického úvodu je také definice vícekriteriálního hodnocení variant, a to včetně popisu jednotlivých metod.

Praktická část v úvodu pojednává o samotné společnosti. Je zde popsána historie, organizační struktura a vnější okolí tohoto podniku. Následuje teoretický popis výrobních linek a používaných technologií, včetně popisu skladového hospodářství a veškerých materiálových toků v něm probíhajících.

V další části byly současné materiálové toky podrobeny analýze, která se zakládala jednak na procesní analýze a empirickém výzkumu, ale také na počítačové simulaci. Na základě empirického výzkumu byly identifikovány úzká místa tohoto toku. Ta představuje materiál mimo skladové pozice, chybějící označení přepravek a nevyužitá místa ve skladu. Dále bylo zjištěno, že největší počet neshod představuje materiál mimo své skladové pozice. Tento problém byl zaznamenán celkem 40 krát, a to nejčastěji během odpolední směny. Ta byla s celkovým počtem 34 neshod identifikována jako nejproblematictější. Nejčastěji tak docházelo v oblasti expedičního skladu a skladu hotové výroby.

Procesní analýzou materiálového toku firmy bylo zjištěno, že z hlediska času manipulace se zásobami, je oblast příjmu tou nejproblematictější. Manipulace s dovezeným materiálem, jeho zaskladnění do skladu vstupního materiálu a následné vychystávání dle požadavků výroby zabere pracovníkovi v této oblasti přibližně 121 minut. Celá oblast příjmu byla následně podrobena analýze s užitím simulace v Plant Simulation. Sestavený model reprezentoval oblast mezi prostorem pro vykládku kamionu a výrobním meziskladem. Následnou analýzou modelu bylo zjištěno, že míra blokace v oblasti vykládky dosahuje 59,58 % a v oblasti příjmu 64,4 %. Ostatní pozice však zůstávají nevytížené a dochází tak k plýtvání ve formě čekání. Simulace tedy potvrdila, že z hlediska vytíženosti a časových ztrát je oblast příjmu problematická.

Mezi navrhovaná řešení, která by potenciálně optimalizovala již zmiňovaná úzká místa materiálového toku, byla zahrnuta úprava stávající plochy pro vykládku, zaměstnání dodatečného zaměstnance příjmu a úprava fronty práce stávajícího manipulanta. Všechny tyto návrhy na zlepšení byly následně implementovány do prostředí počítačové simulace, analyzovány na výskyt úzkých míst a získané výsledky vyhodnoceny.

Návrh na úpravu stávající plochy vykládky spočívá v rozšíření této plochy úpravou, v současnosti nevyužití travnaté plochy, která ji z jedné strany obepíná. Jejím odstraněním by došlo ke zvětšení této oblasti na dvojnásobek. To by mělo za následek zvýšení kapacity této plochy z původních 22 kusů palet na 33kusů. Díky získanému prostoru by se zlepšila obslužnost této plochy při vykládce a také manévrovatelnost s nákladním vozem. Výsledky analýzy tohoto řešení v prostředí Plant Simulation ukázaly, že by aplikací tohoto řešení došlo ke snížení zaskladněnosti plochy vykládky o 1,1 %. V následující oblasti příjmu naopak došlo ke zvýšení skladových zásob o 5,21 %. Na druhou stranu doba čekání se snížila o stejné procento. Materiálový tok by se tak v této oblasti stal plynulejším. S navrhovanou změnou se však v oblasti vychystávání nově objevilo potenciální úzké místo v podobě oblasti pro vychystávání. Zde vzrostla doba čekání o 6,58%. Celkové náklady na úpravu plochy vykládky byly dle norem vykalkulovány na 332 290 Kč.

Řešení ve formě úpravy fronty práce stávajícího manipulanta tkví v rozšíření jeho působnosti během ranní vykládky dodaného materiálu do oblasti příjmu. Stávající

zaměstnanec příjmu by měl na starost pouze vyložení zboží do oblasti příjmu, kde by ho následně manipulát průběžně odvážel a uskladňoval do skladu materiálu. Analýzou tohoto řešení pomocí simulace bylo zjištěno, že v případě vykládky došlo ke snížení doby čekání o 3,96 %, avšak o stejné procento by se zvýšila zaskladněnost. V oblasti příjmu klesla obsazenost této plochy o 17,47 %. Největší změna se opět projevila v oblasti pro vychystávání, kde došlo k poklesu skladových zásob o 25,59 % na rovných 0 %. To naznačuje nedostatečné využití této plochy. Navrhované řešení nepředstavuje pro společnost žádné dodatečné náklady.

Najmutí nového zaměstnance do oblasti příjmu, jehož úkolem by v okamžiku vykládky odvoz materiálu z oblasti příjmu do skladu materiálu, se z hlediska analýzy oproti dočasnému přesunu manipulanta do této části jeví jako vhodnější. V případě vykládky došlo stejně jako v předchozím řešení ke snížení doby čekání o 3,96 %. V oblasti příjmu se míra zaskladněnosti snížila o 17,51 %. V oblasti pro vychystávání o 10,26 % oproti současnému stavu. V této oblasti také vzrostly skladové zásoby, v porovnání s předchozím navrhovaným řešením, o 15,43 %. Jedná se tak o plynulejší a vyváženější materiálový tok, než tomu bylo u návrhu s dočasným přesunem manipulanta do oblasti příjmu. Navrhované řešení by podniku přineslo dodatečné mzdové náklady ve výši 24 369 Kč za měsíc.

Závěrem bylo za pomoci metody váženého hodnocení vícekritériálních variant zjištěno, že za ideální řešení pro zefektivnění materiálového toku společnosti lze z hlediska několika předem určených kritérií považovat nábor dodatečného zaměstnance do oblasti příjmu. Je však nutné vzít v úvahu, že analýza všech navrhovaných řešení sice prokázala jistá zlepšení, a to zejména v oblasti vykládky a příjmu, ale v případě ostatních částí se začala následně projevovat nová úzká místa, se kterými bude nutné dále pracovat. Na základě této skutečnosti je na místě uvažovat o možnosti, že aktuální podoba materiálového toku v oblasti příjmu je v současné době nastavena dobře a zcela vyhovuje současným potřebám firmy. Nalezená úzká místa tak mohou být způsobena pouze selháním lidského faktoru a nedostatečnou kontrolou činnosti zaměstnanců. Z tohoto důvodu bylo navrženo další řešení ve formě nábory nového předáka odpolední směny, která je na základě analýzy na tato selhání nejproblematictější. Řešení by však pro firmu představovalo dodatečné finanční náklady ve výši 38 740 Kč za měsíc.

Seznam literatury

- [1] BANGSOW, Steffen. *Manufacturing simulation with Plant Simulation and SimTalk : usage and programming with examples and solutions*. Berlin: Springer, 2010. xvii, 297 s. ISBN 978-3-662-51912-7.
- [2] DAYAMACHINERY CO.: LTD *Princip vstřikování* [online]. 2020 [cit. 2020-06-20]. Dostupné z WWW: <http://www.dayamachinery.com/cs/principle-of-injection-molding>.
- [3] DUBRAVCOVÁ, Jitka a Petr, DUBRAVEC [online]. 1998 [cit. 2020-05-09]. *Výrobní Logistika*. Dostupné z WWW: <http://www.dubravec.cz/dubravcovi/cl000002.htm#a14>.
- [4] EMMETT, Stuart. *Řízení zásob: jak minimalizovat náklady a maximalizovat hodnotu*. Brno: Computer Press, 2008. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-1828-3.
- [5] FÁBRY, Jan: *Počítačová simulace logistických procesů I. 9. Přednáška – Programování v SimTalk* [online]. 2019 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z WWW: <http://docplayer.cz/164661397-Pocitacova-simulace-logistickyx-procesu-i-9-prednaska-programovani-v-simtalk-savs-fabry.html>.
- [6] FÁBRY, Jan: *Modelování produkčních a logistických systémů pro prezenční a kombinovanou formu studia* [online]. 2019 [cit. 2020-06-05]. Dostupné z WWW: <https://nb.vse.cz/~fabry/MPLS-Studijni-opora.pdf>.
- [7] FOJTÍK, Rostislav: *Programování v C++* [online]. 2008 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z WWW: <https://www1.osu.cz/~fojtik/doc/proc2.pdf>.
- [8] GROS, Ivan. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. Praha: Grada, 2003. Expert (Grada). ISBN 80-247-0421-8.
- [9] HAJDÍK, a.s. [online]. 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z WWW: <https://www.hajdik.com>.
- [10] HASKELT, J., IVIE R. *Business Logistice Management of Physical Supply and Distribution*. New York: The Ronald Press comp., 1964.
- [11] HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 9788021436077.
- [12] HUMUSOFT s.r.o.: *MATLAB a SIMULINK* [online]. 2020 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z WWW: <https://www.humusoft.cz/matlab/simulink>.

- [13] CHRAMCOV, Bronislav: *Využití počítačové simulace v oblasti zefektivňování výrobních procesů* [online]. 2012. [cit. 2020-06-15]. Dostupné z WWW: https://automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/9897.pdf.
- [14] JANEČEK, Kryštof: *Galvanizace, galvanické pokovování plastů* [online]. 2019 [cit. 2020-06-20]. Dostupné z WWW: <https://lakum.cz/cz/sluzby/humpolec/praskove-lakovani-2>.
- [15] JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-44-3.
- [16] JINDRA, Jiří. *Obchodní logistika: učební skripta*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1995. ISBN 80-7079-806-8.
- [17] JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
- [18] KAPITANKALAKOVNA: *Mokrý lakování* [online]. 2020 [cit. 2020-06-19]. Dostupné z WWW: <http://www.kapitankalakovna.cz/mokra-lakovna>.
- [19] KLICNAROVÁ, Jana: *Vícekritériální hodnocení variant* [online]. 2010 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z WWW: https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww2.ef.jcu.cz%2F~janaklic%2Foa%2FVHV_l_1.pdf&psig=AOvVaw1DYIzFnWVASToXZHHC8u9X&ust=1594928223334000&source=images&cd=vfe&ved=0CAkQjhxqFwoTCJjF8OOA0OoCFQAAAAAdAAAAABAI.
- [20] LUKŠŮ, Vladimír. *Logistika 1*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 2001. ISBN 802450166.
- [21] MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ. *Logistika*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3791-8.
- [22] MALOTA, Tomáš. *Využití počítačové simulace ve výuce předmětu Řízení a logistika výroby.*, 2019, Diplomová práce (DP). Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky.
- [23] MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR: *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury* [online]. 2016 [cit. 2020-07-07]. Dostupné z WWW: http://www.mmr.cz/getmedia/695b35fe-4e46-4550-9908-6e5709b35d72/2016_v_09_prumerne-ceny-di-a-ti.pdf.
- [24] MANLIG, František: *Současný stav a trendy v oblasti CAx techniky* [online]. 2000 [cit. 2020-05-30]. Dostupné z WWW: <http://fstroj.utc.sk/journal/sk/56/56.htm>.

- [25] MAREČEK, Petr: *Virtuální simulace výroby aneb Digitální továrna* [online]. Praha: IT SYSTEMS, 2006 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z WWW: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/virtualni-simulace-vyroby-aneb-digitalni-tovarna.htm?mobilelayout=false>.
- [26] NAGANO: *Základy programování ve Visual Basic a Gambas* [online]. 2019 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z WWW: http://ok1ufc.nagano.cz/Gambas_stranky/zaklady_progr/zaklady_p.htm.
- [27] NELKAKUJEMETE: *Jak to vlastně začalo – část první* [online]. 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z WWW: <https://www.nelakujemete.cz/blog/jak-to-vlastne-zacalo---cast-prvni>.
- [28] PERNICA, Petr. *Logistický management*. 1. vyd. Praha: Radix, 1998. ISBN 80-86031-13-6.
- [29] PROCHÁZKOVÁ, Petra: *O stavbě galvanovny v Lešné nejspíš rozhodně Rožnov, kvůli podjatosti* [online]. 2018 [cit. 2020-06-20]. Dostupné z WWW: https://www.idnes.cz/zlin/zpravy/stavebni-povoleni-firma-hajdik-roznov-galvanovna-lesna.A180509_400207_zlin-zpravy_ppr.
- [30] PRACHAŘ, Jan. *Logistika jako součást vnitropodnikového řízení: monografie*. Kunovice: Evropský polytechnický institut, 2011. ISBN 9788073142711.
- [31] SIXTA, Josef, Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.
- [32] STEHLÍK, Antonín a Josef KAPOUN. *Logistika pro manažery*. Praha: Ekopress, 2008. ISBN 978-80-86929-37-8.
- [33] SUNWARD: *Vysokozdvížené vozíky-elektrické* [online]. 2020 [cit. 2020-07-06]. Dostupné z WWW: <http://www.sunward.cz/vysokozdvizne-voziky/vysokozdvizne-voziky-elektricke>.
- [34] TIŠNOVSKÝ, Pavel: *Programovací jazyky určené pro výuku programování (2)* [online]. 2010 [cit. 2020-06-02]. Dostupné z WWW: <https://www.root.cz/clanky/programovaci-jazyky-urcene-pro-vyuku-programovani-2>.
- [35] TVRDOŇ, Leo a Jaroslav BAZALA: *Cíle a obsah výrobní logistiky* [online]. 2018 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z WWW: https://www.dlprofi.cz/log/onb/33/cile-a-obsah-vyrobní-logistiky-uniqueidmRRWSbk196FNf8jVUh4EpW525SCOlV7ROsXwHtj4Vvk/?uri_view_type=5.
- [36] TRUCKSTOP: *Limitní rozměry a hmotnosti Česká republika* [online]. 2020 [cit. 2020-07-06]. Dostupné z WWW: <https://truckstop.wgz.cz/rubriky/limitni-rozmary-a-hmotnosti/ceska-republika>.

[37] ZIETKOVÁ, Aneta. *Metody vícekritériálního hodnocení variant a jejich aplikace na státy EU.*, 2019, Diplomová práce (DP). Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, Katedra managementu.

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 1 Procesní trojúhelník.....	14
Obr. 2 Členění podnikové logistiky	15
Obr. 3 Náklady na skladování.....	24
Obr. 4 Hlavní obrazovka programu Plant Simulation.....	93
Obr. 5 Oficiální logo firmy	39
Obr. 6 Organizační struktura společnosti.....	41
Obr. 7 Skladové hospodářství společnosti.....	93
Obr. 8 Standardní materiálový tok firmy	94
Obr. 9 Zaplněný prostor příjmu.....	94
Obr. 10 Neoznačené výrobky mimo boxy	95
Obr. 11 Shift Calendar v Plant Simulation	58
Obr. 12 Model oblasti příjmu v PS	58
Obr. 13 Rozměry palet v Plant Simulation.....	59
Obr. 14 DataTable pro generování palet	59
Obr. 15 Doba skladování v oblasti vykládky	60
Obr. 16 Doba skladování v oblasti příjmu	60
Obr. 17 Kapacita skladu příjmu	61
Obr. 18 Doba skladování v oblasti příjmu	61
Obr. 19 Kapacita oblasti vychystávání v PS	62
Obr. 20 Kapacita výrobního meziskladu v PS.....	62
Obr. 21 Rozměry Footpath v PS.....	63
Obr. 22 Stanice Workplace 1	63
Obr. 23 BottleNeckAnalyzer menu	64
Obr. 24 Graf četnosti výskytu neshod.....	66

Obr. 25 Letecký snímek prostoru vykládky	95
Obr. 26 Upravená plocha pro vykládku.....	96
Obr. 27 Upravená kapacita prvku vykládka	70
Obr. 28 Model s přesunutým manipulantem do oblasti příjmu.....	73
Obr. 29 Model s novým pracovníkem v oblasti příjmu	74

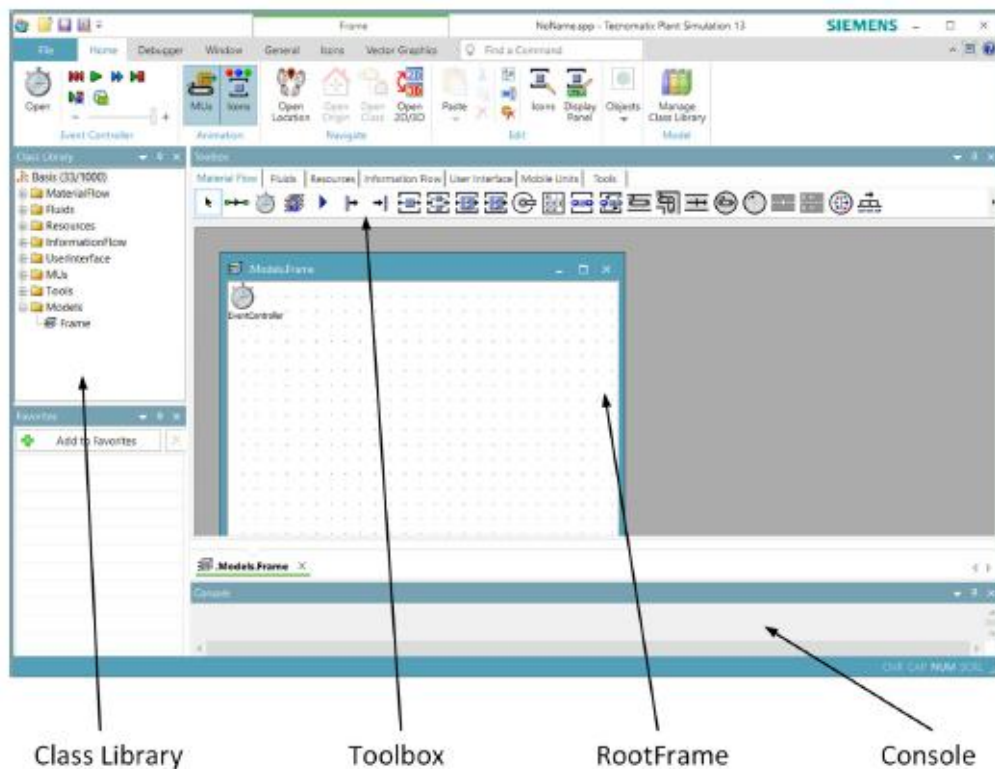
Seznam tabulek

Tab. 1 Procesní analýza	55
Tab. 2 Výsledky analýzy úzkých míst v Plant Simulation.....	64
Tab. 3 Četnost výskytu neshod ve skladu	96
Tab. 4 Výsledky analýzy úzkých míst modelu s upravenou oblastí vykládky v Plant Simulation.....	70
Tab. 5 Tabulka fronty práce v oblasti příjmu.....	97
Tab. 6 Výsledky analýzy oblasti příjmu s upravenou frontou práce manipulanta..	75
Tab. 7 Výsledky analýzy oblasti příjmu s novým pracovníkem	76
Tab. 8 Bodové ohodnocení výhodnosti řešení.....	79
Tab. 9 Tabulka časové úspory jednotlivých řešení	79
Tab. 10 Tabulka nákladnosti jednotlivých řešení	80
Tab. 11 Tabulka časové náročnosti na zavedení jednotlivých řešení	80
Tab. 12 Tabulka zvýšení úrovně služeb za pomoci jednotlivých řešení	80
Tab. 13 Tabulka navýšení skladové kapacity	81
Tab. 14 Tabulka vícekriteriálního rozhodování	81

Seznam příloh

Příloha č. 1 Hlavní obrazovka Plant Simulation	93
Příloha č. 2 Skladové hospodářství společnosti	93
Příloha č. 3 Standardní materiálový tok firmy	94
Příloha č. 4 Zaplněný prostor příjmu.....	94
Příloha č. 5 Neoznačené výrobky mimo boxy.....	95
Příloha č. 6 Stávající prostor vykládky	95
Příloha č. 7 Upravená plocha pro vykládku	96
Příloha č. 8 Tabulka výskytu neshod ve skladu	96
Příloha č. 9 Tabulka fronty práce v oblasti příjmu.....	97

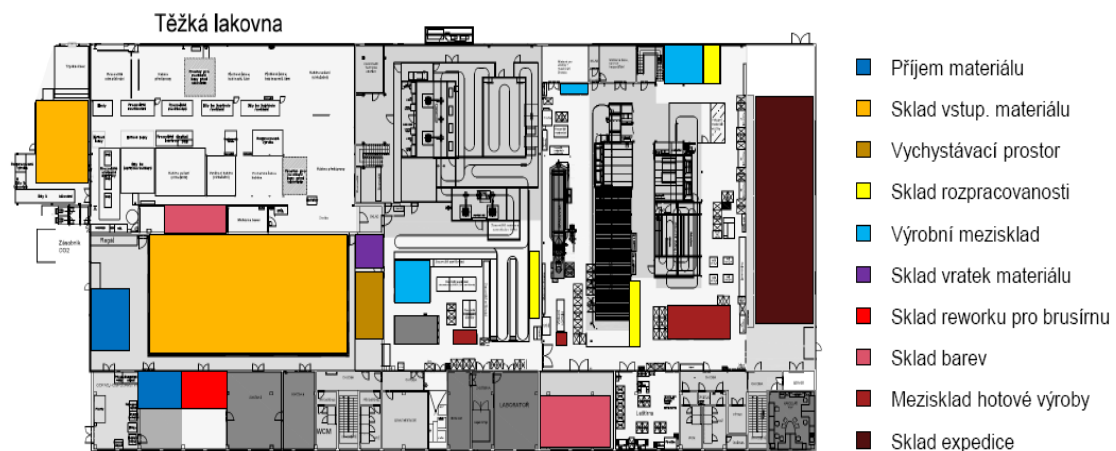
Příloha č. 1 Hlavní obrazovka Plant Simulation



Zdroj: Vlastní tvorba

Obr. 4 Hlavní obrazovka programu Plant Simulation

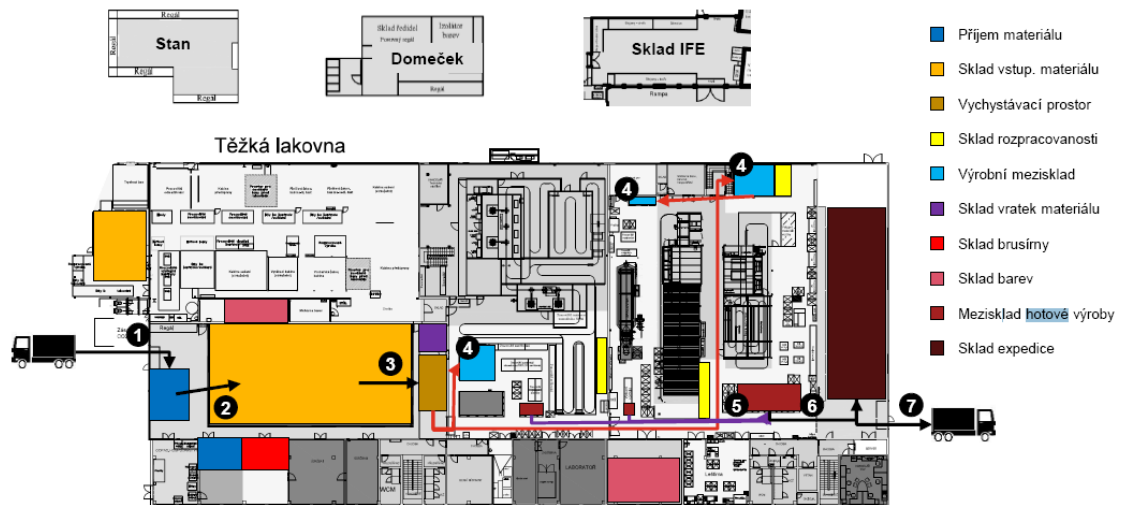
Příloha č. 2 Skladové hospodářství společnosti



Zdroj: Interní materiály společnosti

Obr. 7 Skladové hospodářství společnosti

Příloha č. 3 Standardní materiálový tok firmy



Zdroj: Interní materiály společnosti

Obr. 8 Standardní materiálový tok firmy

Příloha č. 4 Zaplněný prostor příjmu



Zdroj: Vlastní tvorba

Obr. 9 Zaplněný prostor příjmu

Příloha č. 5 Neoznačené výrobky mimo boxy



Zdroj: Vlastní tvorba

Obr. 10 Neoznačené výrobky mimo boxy

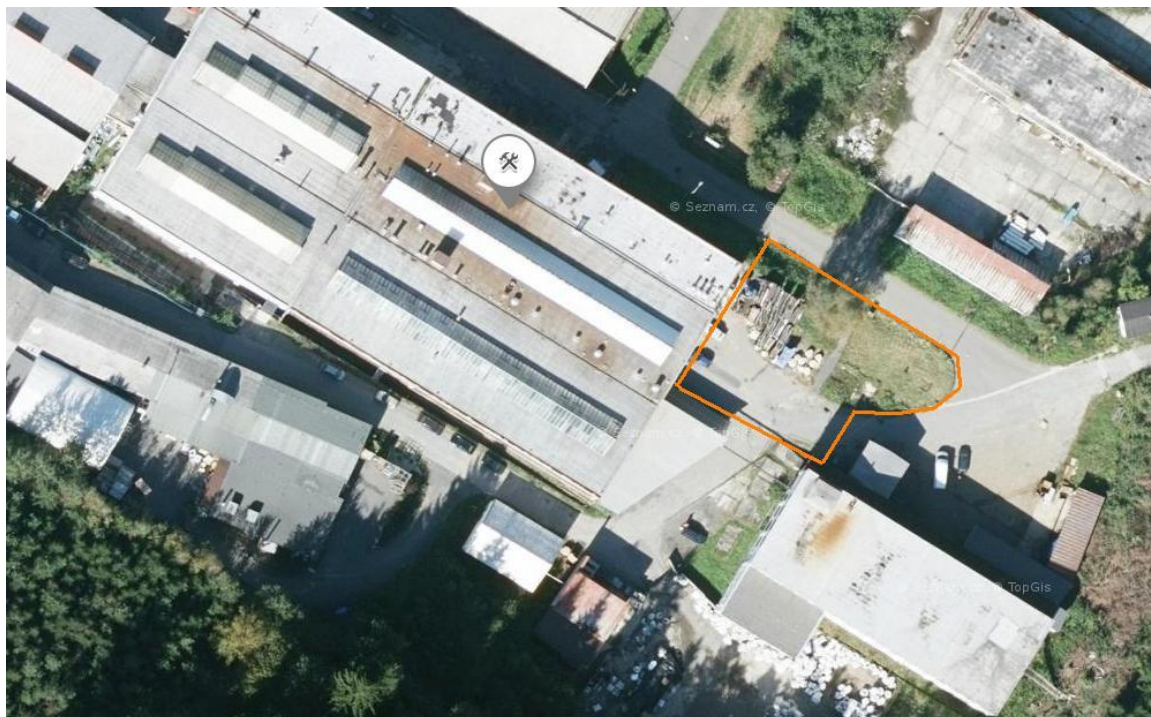
Příloha č. 6 Stávající prostor vykládky



Zdroj: Mapy.cz

Obr. 25 Letecký snímek prostoru vykládky

Příloha č. 7 Upravená plocha pro vykládku



Zdroj: Mapy.cz

Obr. 26 Upravená plocha pro vykládku

Příloha č. 8 Tabulka výskytu neshod ve skladu

Tab. 3 Četnost výskytu neshod ve skladu

Prostor skladu	Směna	Přepravka mimo pozici [ks]	Neoznačený materiál [ks]	Materiál mimo boxy [ks]
Prostor příjmu a vykládky	Ranní směna	8	0	0
	Odpolední směna	0	0	0
	Noční směna	0	0	0
Sklad materiálu	Ranní směna	0	0	0
	Odpolední směna	0	0	0
	Noční směna	0	0	0
Výrobní mezisklady	Ranní směna	0	0	0
	Odpolední směna	0	0	0
	Noční směna	0	0	0
Mezisklad hotové výroby	Ranní směna	0	0	3
	Odpolední směna	8	4	5
	Noční směna	2	3	5
Expediční sklad	Ranní směna	2	0	0
	Odpolední směna	8	3	6
	Noční směna	12	5	5

Zdroj: Vlastní tvorba

Příloha č. 9 Tabulka fronty práce v oblasti příjmu

Tab. 5 Tabulka fronty práce v oblasti příjmu

Stávající fronta práce během vykládky	
Vykládka kamionu do oblasti příjmu	Skladník příjmu
Zaskladnění vstupního materiálu na pozice	Skladník příjmu
Vychystání materiálu do výroby do prostoru pro vychystávání	Skladník příjmu
Návoz materiálu na výrobní mezisklad	Manipulant
Odvoz hotových výrobků na sklad mezisklad hotové výroby	Manipulant
Optimalizovaná fronta práce během vykládky	
Vykládka kamionu do oblasti příjmu	Skladník příjmu
Zaskladnění vstupního materiálu na pozice	Manipulant
Vychystání materiálu do výroby do prostoru pro vychystávání	Manipulant
Návoz materiálu na výrobní mezisklad	Manipulant
Odvoz hotových výrobků na sklad mezisklad hotové výroby	Manipulant
Stávající fronta práce mimo vykládku	
Vykládka kamionu do oblasti příjmu	Skladník příjmu
Zaskladnění vstupního materiálu na pozice	Skladník příjmu
Vychystání materiálu do výroby do prostoru pro vychystávání	Skladník příjmu
Návoz materiálu na výrobní mezisklad	Manipulant
Odvoz hotových výrobků na sklad mezisklad hotové výroby	Manipulant
Optimalizovaná fronta práce mimo vykládku	
Vykládka kamionu do oblasti příjmu	Skladník příjmu
Zaskladnění vstupního materiálu na pozice	Manipulant
Vychystání materiálu do výroby do prostoru pro vychystávání	Manipulant
Návoz materiálu na výrobní mezisklad	Manipulant
Odvoz hotových výrobků na sklad mezisklad hotové výroby	Manipulant

Zdroj: Vlastní tvorba na základě interních materiálů

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Bc. David Lacina		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	6208T088 Podniková ekonomika a management provozu		
NÁZEV PRÁCE	Návrh logistických toků ve výrobním závodě pro mokré lakování		
VEDOUCÍ PRÁCE	doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.		
KATEDRA	KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2021
POČET STRAN	97		
POČET OBRÁZKŮ	29		
POČET TABULEK	14		
POČET PŘÍLOH	9		
STRUČNÝ POPIS	<p>Cílem diplomové práce bylo popsat a následně analyzovat materiálový tok ve výrobním podniku pro mokré lakování Hajdík a.s. Teoretická část práce pojednává o logistice, skladovém hospodářství, počítačové simulaci, která posloužila pro analýzu stávajícího materiálového toku společnosti s cílem odhalit potenciální úzká místa, ale také o metodách vícekriteriálního rozhodování. V praktické části je materiálový tok podroben analýze s cílem odhalit problémová místa. Dále jsou navržena řešení nalezených úzkých míst, která jsou následně aplikována do modelu materiálového toku a v rámci počítačové simulace podrobena analýze. V závěru je za pomoci metody vícekriteriálního hodnocení variant na základě zvolených kritérií vybráno ideální řešení.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	Logistika, skladování, simulace, materiálový tok, Plant Simulation		

ANNOTATION

AUTHOR	Bc. David Lacina		
FIELD	6208T088 Business Administration and Operations		
THESIS TITLE	Design for logistics processes in the industrial wet painting company		
SUPERVISOR	doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.		
DEPARTMENT	KRVLK - Department of Production, Logistics and Quality Management	YEAR	2021
NUMBER OF PAGES	97		
NUMBER OF PICTURES	29		
NUMBER OF TABLES	14		
NUMBER OF APPENDICES	9		
SUMMARY	<p>The aim of the Diploma thesis is to describe and analyse material flow in the industrial wet painting company named Hajdík a.s. The theoretical part of the thesis defines the concept of logistics, warehousing, computer simulation, which was used to analyse the bottlenecks in the current material flow of the company. Also the methods of multi-criteria assessment of variants are mentioned there. In the practical part is the analysis of the material flow to find bottlenecks. There are also proposed solutions to eliminate found bottlenecks. Each solution is then analysed using computer simulation. The final part of the thesis suggest the best solution with the use of the method of multi-criteria evaluation of variants.</p>		
KEY WORDS	Logistics, warehousing, simulation, material flow, Plant Simulation		