

Snížení ztrát v logistickém procesu distribučního centra

Lukáš Vlček



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav logistiky

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Lukáš Vlček
Osobní číslo:	L22123
Studijní program:	B1041P040003 Aplikovaná logistika
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Snížení ztrát v logistickém procesu distribučního centra

Zásady pro vypracování

- Zpracujte literární rešerši týkající se problematiky ztrát v logistických procesech distribučních center.
- Vypracujte analýzu současného stavu ztrát a slabých míst v logistickém procesu vybraného distribučního centra.
- Na základě analýzy navrhněte vhodná zlepšení.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. DUPAL, Andrej. *Logistika*. Economics. Bratislava: Sprint 2, 2018. ISBN 978 80-89710-44-7.
2. LOCHMANNOVÁ, Alena. *Logistika: základy logistiky*. Aktualizované 3. vydání. Prostějov: Computer Media, 2022. ISBN 978-80-7402-449-8.
3. LUKOSZOVÁ, Xénie. *Logistika pro obchod a marketing*. Jesenice: Ekopress 2020. ISBN 978-80-87865-59-0.
4. MACUROVÁ, Pavla; KLABUSAYOVÁ, Naděžda a TVRDOŇ, Leo. *Logistika*. 2. upravené a doplněné vydání. Series of economics textbooks. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 9788024841588.
5. OUDOVÁ, Alena. *Logistika: základy logistiky*. Aktualizované 2. vydání. Prostějov: Computer Media, 2016. ISBN 9788074022388.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Leo Tvrdon, Ph.D.**
Ústav logistiky

Datum zadání bakalářské práce: **2. prosince 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

prof. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne 1.5.2025

.....
podpis autora

OZNÁMENÍ O OMEZENÍ

Předložená bakalářská práce obsahuje důvěrné informace a data podléhající obchodnímu tajemství společnosti a jejích partnerů. Povinné zveřejnění této bakalářské práce bude odloženo o maximální možnou dobu („Období důvěrnosti“) podle § 47b odst. 4 zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách. Během Období důvěrnosti mohou tuto bakalářskou práci číst pouze hodnotitelé a další oprávnění členové zkušební komise Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Rozmnožování a uveřejnění bakalářské práce včetně jejích částí je během Období důvěrnosti zakázáno. Během tohoto období může být tato bakalářská práce zpřístupněna pouze s výslovným předchozím souhlasem zadavatele a autora práce.

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na analýzu a zlepšení logistických procesů ve vybraném distribučním centru se zvláštním důrazem na řízení přepravních jednotek. Cílem práce je identifikovat hlavní příčiny provozních ztrát, vyhodnotit jejich dopady na efektivitu materiálového toku a navrhnout opatření vedoucí ke snížení těchto ztrát. V teoretické části jsou popsány logistické pojmy jako distribuce, reverzní logistika, řízení skladů či prvky efektivního řízení v distribučních centrech. Praktická část se zabývá mapováním toku přepravních jednotek a vyhodnocením úzkých míst pomocí metod Value Stream Mapping, Teorie omezení, Saatyho metody a Metody váženého součtu. Na základě výsledků analýzy je navržen způsob efektivnějšího využití nákladního výtahu, který přispívá ke zkrácení čekací doby a zvýšení časového využití.

Klíčová slova: logistika, distribuční centrum, přepravní jednotky, materiálový tok, efektivita procesů

ABSTRACT

The bachelor's thesis focuses on the analysis and improvement of logistics processes in a selected distribution centre, with special emphasis on the management of transport units. The aim of the thesis is to identify the main causes of operational losses, evaluate their impact on the efficiency of material flows, and propose measures to reduce these losses. The theoretical part outlines key logistics concepts such as distribution, reverse logistics, warehouse management, and elements of efficient management in distribution centres. The practical part deals with mapping the flow of transport units and evaluating bottlenecks using methods such as Value Stream Mapping, the Theory of Constraints, the Analytic Hierarchy Process, and the Weighted Sum Method. Based on the analysis results, an optimization approach for the use of a freight elevator is proposed, contributing to reduced waiting times and improved capacity efficiency.

Keywords: logistics, distribution centre, transport units, material flow, process efficiency

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Leovi Tvrdoňovi, Ph.D., za odborné vedení a cenné rady při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval vybrané firmě, bez jejichž ochoty by tato bakalářská práce nemohla vzniknout.

Poděkování patří také mé rodině, přátelům, kolegům a mé přítelkyni za neustálou podporu, trpělivost a povzbuzení během celého studia.



OBSAH

ÚVOD.....	11
CÍL A METODIKA ZPRACOVÁNÍ.....	12
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 LOGISTIKA A JEJÍ VYMEZENÍ	15
1.1 DEFINICE A ROLE LOGISTIKY	15
2 STRUKTURA DISTRIBUCE	17
2.1 PŘÍMÁ DISTRIBUCE	18
2.2 NEPŘÍMÁ DISTRIBUCE.....	20
2.3 SKLADOVÁ SÍŤ V DISTRIBUCI.....	23
2.4 DISTRIBUČNÍ SKLADY	24
3 PRVKY EFEKTIVNÍHO ŘÍZENÍ V DISTRIBUČNÍCH CENTRECH.....	27
3.1 PRINCIPY A METODY EFEKTIVNÍHO ŘÍZENÍ.....	27
4 REVERZNÍ LOGISTIKA A JEJÍ VLIV NA DISTRIBUČNÍ CENTRA.....	31
4.1 REVERZNÍ LOGISTIKA	31
4.2 REVERZNÍ LOGISTIKA PŘEPRAVNÍCH JEDNOTEK	32
5 POPIS METOD POUŽITÝCH V PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	34
5.1 TEORIE OMEZENÍ	34
5.2 VALUE STREAM MAPPING.....	35
5.3 VÝVOJOVÝ DIAGRAM	37
5.4 ANALYTICKÝ HIERARCHICKÝ PROCES	38
5.5 METODA VÁŽENÉHO SOUČTU	38
6 SHRUTÍ TEORETICKÝCH VÝCHODISEK	40
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	41
7 PŘEDSTAVENÍ DISTRIBUČNÍHO CENTRA.....	42
7.1 POPIS JEDNOTLIVÝCH PRACOVÍŠŤ MATERIÁLOVÉHO TOKU VYBRANÉHO DISTRIBUČNÍHO CENTRA	42
8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MANAGEMENTU PŘEPRAVNÍCH JEDNOTEK V DISTRIBUČNÍM CENTRU	44
8.1 MATERIÁLOVÝ TOK PŘEPRAVNÍCH JEDNOTEK	44
8.2 ZPĚTNÝ TOK PŘEPRAVNÍCH JEDNOTEK	47
8.3 POPIS JEDNOTLIVÝCH PROCESŮ VSM DIAGRAMU	49
8.4 SNÍMKOVÁNÍ DÍLČÍCH PROCESŮ	54
8.5 VALUE STREAM MAPING	54
9 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ANALÝZY	58

9.1	IDENTIFIKACE ÚZKÝCH MÍST	58
10	VYUŽITÍ NÁKLADNÍHO VÝTAHU JAKO NÁVRH OPATŘENÍ PRO ZLEPŠENÍ TOKU PŘEPRAVNÍCH JEDNOTEK	59
10.1	ČASOVÉ VYUŽITÍ VÝTAHU	60
10.2	PRŮMĚRNÁ DOBA ČEKÁNÍ NA JEDNU DÁVKU	63
10.3	KAPACITNÍ VYUŽITÍ VÝTAHU.....	64
10.4	NÁKLADY NA PŘEPRUVU	65
10.5	SAATYHO METODA	66
10.6	METODA VÁŽENÉHO SOUČTU	69
10.7	KALKULACE NÁVRHU NA ZLEPŠENÍ	71
11	DISKUZE K DOSAŽENÝM VÝSTUPŮM NÁVRHŮM	74
	ZÁVĚR.....	75
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	77
	SEZNAM OBRÁZKŮ	80
	SEZNAM TABULEK.....	81
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	82
	SEZNAM PŘÍLOH.....	83

ÚVOD

V současném globálním prostředí je efektivní řízení logistických procesů považováno za klíčový faktor úspěchu podnikatelských subjektů. Distribuční centra, jakožto významný článek v dodavatelském řetězci, čelí narůstajícím požadavkům na rychlost, flexibilitu a úspornost. Jedním z předpokladů jejich plynulého fungování je schopnost identifikovat a eliminovat procesní ztráty, které se mohou projevat v různých fázích manipulace se zbožím a přepravními jednotkami.

Tato bakalářská práce tematicky vychází z oblasti interní logistiky distribučních center a zaměřuje se na identifikaci slabých míst v logistickém procesu, přičemž zohledňuje jak systémové, tak provozní aspekty řízení. Práce se opírá o teoretické základy logistiky, distribuce a metod zvyšování efektivity a klade důraz na analýzu současného stavu reálného logistického prostředí.

Teoretická část je zaměřena na vymezení základních pojmů a souvislostí v oblasti logistiky a distribuce. Zabývá se strukturou distribučních systémů, rozlišuje přímé a nepřímé distribuční cesty, analyzuje skladovou síť a zaměřuje se na efektivní řízení logistických operací v distribučních centrech. Nedílnou součástí je také kapitola věnovaná reverzní logistice, která se stává stále významnějším aspektem vnitropodnikové logistiky. V závěru této části jsou popsány metody využívané při analýze a hodnocení logistických procesů – zejména metody mapování toku hodnot, Teorie omezení, Analytický hierarchický proces a Metoda váženého součtu.

Praktická část se soustředí na konkrétní distribuční centrum, kde jsou zkoumány procesy spojené s pohybem přepravních jednotek v rámci interní logistiky. Pomocí získaných dat je prováděna analýza současného stavu, identifikace úzkých míst a posouzení efektivity provozu vybraných logistických zařízení. Na základě zjištěných skutečností jsou následně navržena opatření, jejichž cílem je zefektivnění materiálových toků a snížení provozních ztrát.

CÍL A METODIKA ZPRACOVÁNÍ

Cílem této bakalářské práce je na základě analýzy aktuálního stavu logistických procesů v konkrétním distribučním centru identifikovat hlavní příčiny vzniku ztrát a navrhnout opatření vedoucí k jejich minimalizaci. Primárním záměrem je dosažení efektivnějšího řízení materiálových toků, omezení prostojů a snížení nákladů spojených s logistickými operacemi.

Pro dosažení tohoto cíle je nezbytné provést následující kroky:

Literární rešerše dané problematiky:

Prvním krokem je shromáždění a analýza odborné literatury a zdrojů zaměřených na logistiku distribučních center, struktura distribuce, řízení zásob, prvky efektivního řízení v distribučních centrech a reverzní logistika a její vliv na distribuční centra. Cílem rešerše je získat komplexní přehled o současných poznatcích a metodách aplikovatelných na danou problematiku.

Analýza současného stavu:

Dalším krokem je důkladná analýza aktuálního logistického procesu distribučního centra. Tento krok zahrnuje sběr dat týkajících se pohybu zásob, manipulace s materiálem, skladovacích procesů. Data budou vyhodnocena s cílem identifikovat hlavní zdroje ztrát a stanovit kritická místa v logistickém procesu.

Identifikace úzkých míst:

Na základě analýzy současného stavu budou identifikována úzká místa v logistickém procesu distribučního centra. Tato místa mohou zahrnovat složité procesy, nedostatečnou komunikaci mezi odděleními, používání nevhodných nástrojů, neefektivní řízení materiálového toku nebo nedostatečný informační systém.

Návrh a implementace opatření:

V této fázi budou na základě identifikovaných úzkých míst navržena konkrétní opatření vedoucí ke snížení ztrát procesů distribučního centra. Navržená opatření mohou zahrnovat zlepšení skladových operací, zlepšení koordinace logistických činností, zavedení efektivnějších manipulačních procesů nebo reorganizaci skladovacích prostor.

Zhodnocení dosažených výsledků a závěrečná diskuse:

Po implementaci navržených opatření bude provedeno vyhodnocení jejich efektivity. Výsledky budou porovnány se stavem před zavedením opatření. Závěrečná část zahrnuje

diskusi o dosažených výsledcích a jejich dopadech na celkovou efektivitu logistického procesu distribučního centra.

Metodika zpracování bakalářské práce bude zahrnovat jak kvantitativní, tak kvalitativní přístupy. Kvantitativní analýza se zaměří na sběr a vyhodnocení dat týkajících se rozsahu a četnosti vznikajících ztrát, zatímco kvalitativní analýza umožní hlubší pochopení příčin problémů a nalezení vhodných řešení. K analýze budou dále využity metody jako mapování procesů, Teorie omezení, Value Stream Mapping (VSM). Dále pro zhodnocení analyzovaných výstupů a návrhu opatření bude použita Saatyho metoda a Metoda váženého součtu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LOGISTIKA A JEJÍ VYMEZENÍ

V dnešním globalizovaném a dynamickém ekonomickém prostředí se logistika stala nedílnou součástí strategického řízení společností ve všech odvětvích. Význam logistiky se již neomezuje pouze na optimalizaci dopravy a skladování, ale zahrnuje také komplexní řízení dodavatelského řetězce, výrobních a distribučních procesů, díky nimž dochází k efektivnímu využívání zdrojů, zvyšování produktivity a konkurenceschopnosti. Logistika se tedy svým přínosem prokazatelně podílí na chodu společnosti.

1.1 Definice a role logistiky

Současná teorie i praxe logistiky se zaměřuje na řízení fyzických, informačních a finančních toků, které jsou nezbytné pro uspokojení poptávky po produktech. Moderní logistika zahrnuje procesy od vzniku zákaznického požadavku, přes návrh a plánování produktů a výrobních postupů, zajištění vstupních surovin, samotnou výrobu, skladování a distribuci, až po následný servis a ekologickou likvidaci výrobků (Macurová et al., 2018).

Logistika představuje komplexní disciplínu, jejíž podstata spočívá ve spojování dodavatelského a spotřebitelského trhu, tedy v integraci nákupních procesů surovin, materiálů a komponent s distribucí hotových výrobků. V ekonomickém kontextu je logistika v současnosti vnímána nejen jako specializovaná vědní disciplína, ale také jako praktický nástroj pro efektivní řízení materiálových a souvisejících informačních toků v podnicích (Lukoszová, 2020).

V užším pojetí je logistika primárně spojována s klíčovými procesy, jakýmiž jsou procesy výroby, zásobování a dopravy. Její podstatou je řízení materiálového toku, který zahrnuje pohyb surovin od jejich počátečního získání přes jednotlivé fáze zpracování až po finální distribuci hotových výrobků ke koncovému zákazníkovi (Lochmannová, 2022).

Z pohledu výrobního podniku lze logistiku definovat jako komplexní proces zahrnující systémové plánování, koordinaci, řízení, realizaci a kontrolu vnějších i vnitřních materiálových toků, včetně souvisejících informačních toků. Jejím primárním cílem je optimalizace vybraného procesu s důrazem na efektivitu a plynulost. Klíčovým aspektem logistiky je orientace na zákazníka, přičemž usiluje o dosažení maximální přesnosti, flexibility a ekonomické efektivnosti v celém dodavatelském řetězci (Dupal, 2018).

Z definic logistiky vyplývá, že logistika představuje systém řízení logistických procesů. Podle Drahotského a Řezníčka (2003) se logistika zabývá analýzou časoprostorových

procesů, mezi něž patří například transferové procesy a související toky hmotných a informačních zdrojů. Z tohoto úhlu pohledu jsou pohybové procesy v logistice interpretovány jako kontinuální toky, které vycházejí z předpokladu jejich inherentní plynulosti. Logistiku lze proto chápat jako multidimenzionální proces, jenž prostřednictvím metod teorie systémů integruje řídicí, informační, technické, ekonomické i obchodní aspekty.

2 STRUKTURA DISTRIBUCE

Struktura distribuce je zásadním prvkem logistických procesů, který ovlivňuje efektivitu a hospodárnost fungování distribučního centra. V kontextu snižování ztrát v logistice je proto nezbytné se strukturou distribuce cíleně zabývat. Proto bude v této kapitole nejprve vymezena definice distribuce a následně její struktura.

„Můžete vyrobit lepší pastičku na myši, ale pokud nebude na správném místě, nebude k ničemu“ (McCarthy a Perreault, 1995, s. 235).

Lochmannová (2022) definuje distribuci jako proces, jehož cílem je uvedení výrobku na trh, přičemž zahrnuje nejen samotné umístění produktu, ale také veškeré skladovací a dopravní operace, které zajišťují jeho plynulý pohyb směrem ke konečnému zákazníkovi.

Zásadním cílem distribuce je zabezpečit dodání produktu v požadovaném množství, ve správný čas a na správné místo při zachování požadované kvality a co nejnižších nákladů. Současně je úlohou distribuce zajišťovat rovnováhu mezi výrobními kapacitami a potřebami trhu. Mezi základní funkce distribučního řetězce se řadí skladování, vychystávání, konsolidace, manipulace a přeprava; nedílnou součástí distribučního procesu jsou rovněž informační zdroje (Lukoszová, 2012).

Distribuci lze chápat jako propojení mezi výrobními procesy a konečným zákazníkem. Tento proces zahrnuje veškeré operace spojené se skladováním, přepravou a manipulací zboží na cestě k zákazníkovi, stejně jako související informační, řídicí a kontrolní činnosti (Macurová et al., 2018).

Distribuční proces řeší vyrovnávání tří zásadních nesouladů. Prvním z nich je kvantitativní rozpor, který vzniká mezi objemem produkce dodavatelů a množstvím zboží obvyklým pro spotřebitele. Druhý nesoulad spočívá v rozdílnosti sortimentu, neboť nabídka konkrétního výrobce nemusí odpovídat požadavkům koncového zákazníka. Třetím je lokalizační rozpor vyvolaný skutečností, že výrobci obvykle nepůsobí v bezprostřední blízkosti koncového odběratele. Tyto nesoulady jsou řešeny prostřednictvím distribučních uzlů, například distribučních skladů a logistických center, která zabezpečují sdružování, rozsdružování a následné sestavení zboží dle potřeb trhu (Macurová et al., 2018).

Pod pojmem sdružování, nazývaným též konsolidace, se rozumí soustřeďování identických produktů od více menších výrobců. Význam této činnosti spočívá v tom, že se jednotlivé dodávky od různých dodavatelů sloučí do jedné zásilky, která je přepravována

společným dopravním prostředkem na delší vzdálenosti, čímž se dosahuje úspor v oblasti dopravních nákladů. Technologii, která se zaměřuje na problematiku konsolidace, popisuje Lukoszová, (2012). Jedná se o technologii Hub and Spoke, která je založena na konsolidaci menších zásilek do větších přepravních celků, následně převážených do centrálního uzlu (hubu), kde se podle požadavků zákazníka roztřídí zpět do menších jednotek. V rámci tohoto konceptu se zásadně omezuje využití skladových prostor, neboť se zboží v zásadě neukládá k dlouhodobějšímu uskladnění.

Rozdružování, nazývané též dekonsolidace, spočívá v rozdělení rozsáhlejších dodávek na menší, lépe zvládnutelné části. Tento postup se zpravidla uplatňuje u velkoobjemových zásilek pocházejících od jediného dodavatele, jenž je nezbytné rozčlenit do menších dávek pro další fáze distribuce (Macurová et al., 2018).

Sestavení sortimentu, nazývané též kompletace, představuje proces, při němž se jedna dodávka vytváří z více druhů zboží určených pro různé skupiny odběratelů (Macurová et al., 2018).

2.1 Přímá distribuce

Přímá distribuce je přenosem výrobku přímo z výrobního místa ke konečnému zákazníkovi, díky čemuž není potřeba zapojení distribučních mezičlánků (Lochmannová, 2022).

Výhody systému přímé distribuce podle Kubasákové et al., (2020) spočívají zejména v bezprostředním kontaktu a komunikaci se zákazníkem, okamžité zpětné vazbě z trhu a možnosti efektivně kontrolovat cenovou i komunikační politiku. Tato forma distribuce navíc často vede k nižším nákladům a příznivějším cenám pro koncového zákazníka. Mezi nevýhody lze zařadit nutnost udržovat širší spektrum kontaktů s větším počtem subjektů, nezbytnost zajistit dostatečnou prezentaci produktů a komplikace vyplývající z geografického rozptýlení zákazníků, což zvyšuje obtížnost organizačního zajištění všech potřebných činností.

Tento způsob distribuce se ukazuje jako vhodný zejména tehdy, když daná položka vyžaduje specifické podmínky přepravy a manipulace, a zároveň prodejna objednává větší množství zboží od jediného dodavatele. U menších objednávek však může přímá distribuce generovat vyšší logistické náklady, přičemž jako alternativní a nákladově efektivní řešení lze využít přímé dodávky prostřednictvím balíkových doručovacích služeb (Macurová et al.,

2018). Jednou z metod, která tuto strategii podporuje, je cross docking (Lochmannová, 2022).

Princip této technologie spočívá v odlišném přístupu ke skladování, na rozdíl od tradičního modelu, v němž se zboží skladuje a následně poptává dosud neznámým zákazníkem. V systému cross-docking jsou již předem určeni odběratelé i místo a čas doručení každé dodávky. Tato technologie je založena na začlenění distribučního centra do logistického řetězce mezi více dodavateli a více odběrateli, přičemž zboží se v centru v zásadě neskladuje. Zjednodušeně lze popsat cross-docking jako proces, při němž dodávka dorazí do distribučního centra, kde je dekonsolidována a znovu konsolidována dle požadavků konkrétního odběratele, přičemž doba pobytu zboží v centru obvykle nepřekročí 24 hodin (Lukoszová, 2020).

Podle Grose (2016) patří mezi tak zvané přímé distribuční sítě případy, kdy výrobce dodává své výrobky, často individualizované podle specifických požadavků, přímo konečným zákazníkům. V tomto modelu je výrobek realizován na základě objednávky a následně dopraven přímo k jednotlivému odběrateli. Ideálním příkladem jsou podle Grose (2016) objednávky v oblasti B2B, kdy B2B – neboli Business to Business, je pojem označující obchodní vztahy mezi subjekty na podnikové úrovni, v rámci něhož transakce probíhají bez zapojení konečného spotřebitele. Tyto vztahy se zaměřují na komerční transakce mezi dvěma obchodními partnery, přičemž kladou důraz na optimalizaci logistických procesů a zajištění efektivity obchodních operací. Naopak model B2C – Business to Customer je orientován na uspokojení specifických potřeb zákazníků. (Lochmannová, 2022).

Dalším způsobem přímé distribuce je metoda Transshipment, kde zboží prochází překladištěm. Na rozdíl od cross-dockingu dodavatelé odesílají do překladiště jednotné palety s jednotlivými položkami, jejichž obsah odpovídá celkovému součtu požadavků pro všechny prodejny. V rámci překladiště je došlé zboží systematicky vychystáváno do odběratelských palet podle specifikovaného rozdělovníku. Při nižším objednaném množství se přepravní či obalové jednotky rozebírají tak, aby odpovídaly potřebám jednotlivých prodejen. Zboží je následně expedováno bez meziskladování, přičemž doba jeho pobytu v překladišti je minimální a trvalá zásoba zde není udržována. Dodavatelé jsou informováni pouze o celkovém součtu požadovaných položek. Tento model je rovněž označován jako dvoustupňový cross-docking (Macurová et al., 2018).

2.2 Nepřímá distribuce

Nepřímá distribuce představuje proces, při němž výrobek putuje od výrobce ke konečnému zákazníkovi prostřednictvím mezičlánků, jako jsou maloobchodní nebo velkoobchodní distribuční kanály (Lochmannová, 2022).

Mezi výhody nepřímé distribuční cesty patří zejména možnost přenést část úkolů na zprostředkující subjekty, využít jejich rozsáhlých kontaktů a uplatnit specializované znalosti a zkušenosti na různých trzích, přičemž je rovněž možné omezit investiční nároky výrobce. Na druhé straně mezi nevýhody této formy distribuce patří ztráta kontroly nad cenotvorbou a prezentací produktu koncovému zákazníkovi, omezený tok zpětné vazby od spotřebitelů a zvýšení nákladů souvisejících s distribucí a cenovou politikou (Kubasáková et. al., 2020).

Podle Tichého (2021) lze velkoobchodní podniky rozdělit do několika základních kategorií. Jednu z nich tvoří samostatně působící subjekty disponující vlastními skladovými prostory, které v minulosti obvykle provozovaly i vlastní vozový park. V současné době však tuto funkci často přebírají externí dopravci na základě smluvní spolupráce. Dále sem patří podniky zaměřené výhradně na obchodní transakce a organizaci traťových dodávek, které k zajištění skladování a dopravy využívají zejména služby poskytovatelů logistických služeb či samotných výrobců zboží. Samostatnou skupinu představují ústřední sklady filiálkových společností a spotřebních družstev, jejichž činnost je zpravidla omezena na zásobování vlastní maloobchodní sítě.

V užším pojetí distribučních systémů existují podle Grose (2016) klasické velkoobchody, které fungují jako plně operačně aktivní podniky, jejichž primárním cílem je nákup zboží od výrobců a jeho následný prodej maloobchodním organizacím. Tento model klasických velkoobchodů je dále rozpracován Lochmannovou (2022), která jej rozděluje na velkoobchody s úplným a s limitovaným rozsahem služeb. Velkoobchod s úplným souborem služeb zahrnuje aktivity jako skladování, poskytování úvěrů či manažerskou podporu a dělí se na produktové velkoobchody, které se zaměřují na konkrétní produktové řady, a na všeobecné velkoobchody, které nabízejí širší sortiment. Kromě výše zmíněných velkoobchodů je zde specifická kategorie specializovaných velkoobchodů, které se zaměřují pouze na určitý segment produktové kategorie. Gros (2016) v širším pojetí zahrnuje i průmyslové velkoobchody, které stejně jako tradiční velkoobchody plní obdobné funkce, avšak cílovou skupinou jsou průmyslové podniky. Tyto velkoobchody se soustředí spíše na specifické výrobní oblasti a často poskytují i předvýrobní služby. S tímto rozdělením

souhlasí i Lochmannová (2022). Další zvláštní kategorií jsou výkupní velkoobchody, které se zaměřují především na výkup a následné zpracování zemědělských produktů, jejichž balení, skladování a distribuci zajišťují pro zpracovatele. Podobnou funkci mají aukční velkoobchodní organizace, které se zaměřují především na výkup zemědělských komodit (Gros, 2016). Velkoobchody s limitovaným rozsahem služeb, jak uvádí Lochmannová (2022), nabízejí pouze omezený sortiment zboží, často zaměřený na rychloobrátkové produkty anebo úzký výběr zboží, čímž se liší od široce zaměřených velkoobchodních subjektů. Typickým příkladem velkoobchodu je koncept Cash-and-Carry, který se specializuje primárně na prodej rychloobrátkového zboží. Tento model obchodování je charakterizován přímou platbou v hotovosti a tím, že odpovědnost za přepravu zakoupeného zboží nesou samotní maloobchodníci (Lochmannová, 2022). S tímto se ztotožňuje Macurová et al., (2018), která za příklad uvádí provozovatele stravovacích služeb nebo instituce. S obdobným pojetím metody Cash-and-Carry souhlasí i Tichý (2021), který za výhody považuje možnost rozhodnutí a výběru ze sortimentu v místě prodeje zboží. Dále považuje za spotřebitelskou výhodu odpadnutí vyplňování objednávky a také zde uvádí, že ceny jsou nižší než v dodavatelském velkoobchodě. Gros (2016), který pojímá podobný popis metody Cash-and-Carry, pak považuje za výhody této metody nulové dodací lhůty, a naopak za nevýhody poté uvádí nutnost nakupovat u většiny položek po skupinových baleních. Konkrétním příkladem jsou např. prodejny Makro.

Na rozdíl od velkoobchodního modelu, který zprostředkovává zboží mezi výrobcí a dalšími prodejci, nakupuje maloobchod zboží za účelem nabídnout je konečným spotřebitelům (Lochmannová, 2022). Maloobchodní funkcí, jak uvádí Gros (2016), je především kvalitní prodejní prostředí pro konečného zákazníka. Z pohledu logistiky je podstatné, jakým způsobem se maloobchody orientují. Specializované prodejny se obvykle vyznačují omezenějším sortimentem, a to buď na základě konkrétní výrobní skupiny (např. obuv, textil, elektronika či uzeniny), nebo podle charakteru cílové skupiny (např. turistické potřeby, potřeby pro děti). Naopak zajištění zásobování rozsáhlých nákupních center, která vedle širokého spektra produktů poskytují i řadu doplňkových služeb, představuje výrazně vyšší logistickou náročnost (Gros, 2016).

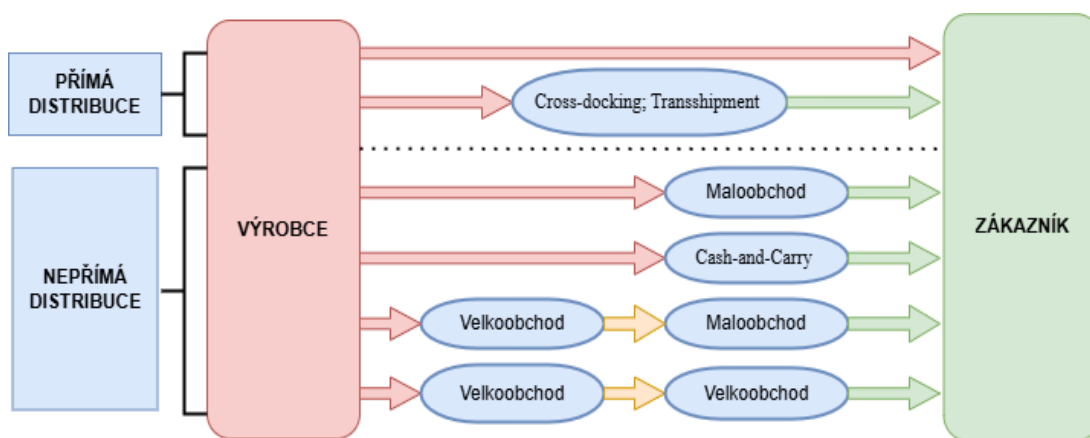
Lochmannová (2022) dále rozděluje maloobchody na Maloobchody bez prodejen a Maloobchody s prodejny. Maloobchod lze realizovat i bez kamenných prodejen, přičemž prodej konečnému zákazníkovi probíhá prostřednictvím katalogů, televizních prezentací, telefonických objednávek či online platform. Typickým příkladem takové

formy maloobchodu je přímý prodej či využití prodejních automatů. Naproti tomu maloobchod s provozovanými prodejny se dále rozlišuje podle rozsahu poskytovaných služeb: od samoobsluhy, přes vlastní výběr (kdy si zákazník zboží vybírá sám či za asistence prodejního personálu), až po maloobchod s omezenými službami (např. nákup na úvěr) a maloobchod s plným servisem, kam lze zařadit například specializované prodejny šperků (Lochmannová, 2022).

Distribuce v oblasti elektronického obchodování je další možností nepřímé distribuce. Tento typ prodeje je typický omezenou možností konsolidace zboží během skladových operací i při samotné přepravě k zákazníkovi. Z hlediska způsobu doručení existuje několik alternativ:

- přímé doručení zboží na adresu kupujícího,
- využití výdejních míst dopravců, ať již s obsluhou, nebo vybavených automatizovanými výdejními zařízeními,
- či převzetí zakoupeného zboží v kamenných prodejnách provozovatele elektronického obchodu (Macurová et al., 2018).

Tento typ nepřímé distribuce je ve smyslu Tichého (2021) nazýván jako zásilkový obchod, kde dané podniky musí zákazníkům poskytovat vysoce kvalitní služby, zejména v podobě rychlé, komplexní a bezchybné reakce na objednávku, která zahrnuje doručení zboží až do bytu nebo na výdejní místo, a to včetně poprodejní podpory. Klíčovým předpokladem pro dosažení tohoto cíle je efektivní využití elektronických médií, jež zajišťují jak sběr objednávek, tak prezentaci nabízeného zboží.



Obrázek 1 Rozdělení přímé a nepřímé distribuce

(zdroj: vlastní zpracování dle Lochmannové, 2022; Macurové et al., 2018; Grose, 2016)

2.3 Skladová síť v distribuci

Podle Macurové et al., (2018) je struktura skladové sítě v oblasti distribuce determinována dvěma hlavními rovinami. Vertikální rovina odpovídá počtu skladových stupňů v rámci distribučního řetězce, zatímco horizontální rovina zohledňuje počet skladů v jednotlivých úrovních. Podle vertikálního členění lze rozlišit odbytové sklady výrobců, centrální distribuční sklady, regionální distribuční sklady a sklady prodejen. Takto uspořádaná skladová síť ovlivňuje náklady na dopravu (například využití vozidel a délku tras), rychlost reakce na měnící se požadavky zákazníků, náklady na držení zásob i náklady spojené s provozem skladů (Macurová et al., 2018).

Vertikální struktura distribučního systému určuje, kolik skladových úrovní je zapojeno do procesu distribuce zboží (Oudová, 2016). Obvykle se přitom rozlišují čtyři hlavní typy: provozní sklady, centrální sklady, regionální sklady a expediční sklady (Lochmannová, 2022).

Provozní sklady jsou začleněny přímo do výrobních provozů (závodů) a zahrnují pouze takový sortiment, který se v dané lokalitě vyrábí. Ve skladové hierarchii nad nimi stojí sklady centrální, jejichž počet bývá omezen, avšak v nichž je soustředěn kompletní sortiment podniku. V případě centralizovaného distribučního modelu probíhá v těchto centrálních skladech rovněž příprava zboží k expedici (Lochmannová, 2022).

Další úroveň představují regionální sklady, jež vytvářejí pohotovostní zásoby pro výrobu v rámci širší odbytové oblasti, obvykle sestávající z několika menších prodejních území. Na rozdíl od centrálních skladů uchovávají pouze část celkového sortimentu (Lochmannová, 2022).

Nejnižším stupněm v hierarchii jsou sklady expediční, které fungují na decentralizovaném principu a slouží k rozdělení zboží na objednané množství a jeho následné přípravě pro konkrétní zákazníky. Bývají rozmístěny v jednotlivých prodejních okresech, přičemž ani ony nepracují s kompletním sortimentem, ale zaměřují se především na položky s nejvyšším odbytem v dané lokalitě, aby reflektovaly specifickou poptávku (Lochmannová, 2022).

Vertikální struktura distribuce se primárně zaměřuje na definování jednotlivých stupňů skladování v rámci distribučního systému, zatímco horizontální struktura řeší počet skladů přiřazených k jednotlivým stupňům a strategii jejich lokalizace (Oudová, 2016).

Při rozhodování o umístění skladů se přitom bere v potaz zejména charakter odběratelské základny, objem a frekvence objednávek, chování zákazníků, rozmístění výrobních provozů a samozřejmě také nákladové aspekty (Lochmannová, 2022).

V rámci distribuční logistiky je pro podnik zásadní strategické rozhodnutí, zda upřednostnit centralizované či decentralizované skladování. Na úrovni jednotlivých závodů se centralizovaný model vyznačuje soustředěním zásob surovin na jednom místě provozu, zatímco decentralizovaný přístup rozmisťuje sklady po různých částech provozu a dále je dělí podle charakteru materiálů či typu spotřeby (Lochmannová, 2022).

Z hlediska celého podniku pak centralizované uspořádání znamená existenci jednoho hlavního skladu spravovaného jedním odpovědným vedoucím, zatímco v decentralizovaném modelu operuje více samostatných skladů, každý s vlastním vedením (Lochmannová, 2022).

Pro centralizované sklady je typická široká škála sortimentu, dostatečná délka dodacích lhůt, vysoká hodnota produktů a menší počet často homogenních velkoodběratelů. Naopak decentralizované sklady se vyznačují užším sortimentem, rychlejšími dodacími lhůtami, nižší hodnotou skladovaného zboží a větším počtem spíše heterogenních odběratelů (Lochmannová, 2022).

V praxi se však nejčastěji uplatňuje kombinovaný model zahrnující existenci jednoho centrálního skladu doplněného o několik menších lokálních skladů (Oudová, 2016).

2.4 Distribuční sklady

Struktura skladové sítě se výrazně promítá do nákladů spojených s dopravou, například do efektivního využití vozidel a délky přepravních tras. Zároveň ovlivňuje rychlost reakce na proměnlivé požadavky zákazníků, rozsah držených zásob, a v neposlední řadě i provozní náklady samotných skladů (Macurová et al., 2018).

Podle Macurové et al., (2018) se sklady dělí následovně:

- Konsignační sklad
- Logistický park
- Distribuční logistická centra

Konsignační sklad představuje úložiště umístěné u subjektu, který není vlastníkem zboží – nejčastěji jde o odběratele nebo obchodního zástupce – a jeho hlavním cílem je přiblížit zboží konečnému zákazníkovi. Zboží zůstává ve vlastnictví dodavatele, jenž je zpravidla odpovědný za průběžné doplňování zásob. Tento model je ve srovnání s klasickým objednáváním administrativně i organizačně zjednodušen: odběratel si podle potřeby odebírá požadované množství zboží a hradí jeho hodnotu až v okamžiku odběru. Samotný pojem „konsignace“ označuje seznam odebraného zboží. Výhodou konsignačního skladu pro odběratele je záruka, že skladované zboží je určeno výhradně pro jeho potřeby a nemůže být redistribuováno k jinému partnerovi. Tím je zajištěna rychlejší a flexibilnější reakce na poptávku a současně se snižuje riziko nákladů spojených s držení zásob. Naproti tomu dodavatel po celou dobu nese veškeré náklady a riziko související se zásobami. Iniciativa k zavedení tohoto typu skladu zpravidla vychází od výrazně silného odběratele. Ve výjimečných případech, zejména při dlouhodobých partnerských vztazích, se mohou obě strany podílet na nákladech na držení zásob, nicméně tato praxe není běžná. Potenciálním zdrojem konfliktu bývá otázka, kdo zodpovídá za případné poškození zboží vlastněného dodavatelem, avšak umístěného v konsignačním skladu provozovaném odběratelem. Proto je nezbytné předem jasně vymezit hranice odpovědnosti a povinností obou zúčastněných stran (Macurová et al., 2018).

Logistický park představuje cíleně koncipovaný soubor budov, skladových prostor a související infrastruktury, v němž působí více subjektů nabízejících logistické služby. Typicky se zde setkávají dopravci, přepravci, zasilatelé, zástupci logistického průmyslu, obchodní společnosti, veřejné instituce a finanční či pojišťovací organizace. Důležitou charakteristikou je napojení nejméně na dva způsoby přepravy a také společná realizace projektů mezi zapojenými firmami za účelem dosažení synergických efektů. Na základě počtu dopravních systémů, k nimž jsou logistické parky připojeny, je lze rozlišit na parky bimodální (podporující dva druhy dopravy), trimodální a multimodální. Kromě logistických podniků v nich často působí i výrobci, přičemž některé objekty slouží k administrativním účelům. Proto jsou tyto areály někdy obecněji označovány jako podnikové parky. Logistické parky jsou většinou vystavěny developerskými společnostmi a poté pronajímány. Vedle toho se však setkáváme i s logistickými parky zřizovanými s podporou veřejných zdrojů a naplňujícími princip veřejného zájmu – ty jsou známé jako veřejná logistická centra. Ta se hojně vyskytují například v Itálii či v Německu a jejich

ústředním cílem je využít synergických efektů vycházejících ze spolupráce doplňujících se poskytovatelů logistických služeb (Macurová et al., 2018).

Distribuční logistická centra zajišťují široké spektrum činností, které zahrnují překládku, nakládku a odbavení zboží v návaznosti na různé způsoby přepravy. Součástí jejich aktivit je také skladování, konsolidace a dekonsolidace či kompletace zásilek a poskytování dalších služeb, jako jsou montáž, konzervace nebo balení. Tato centra se často specializují buď na veškerý sortiment, konkrétního zákazníka, nebo na určitou skupinu komodit (Macurová et al., 2018).

3 PRVKY EFEKTIVNÍHO ŘÍZENÍ V DISTRIBUČNÍCH CENTRECH

Pro kontext této práce je nezbytné zaměřit se na prvky efektivního řízení, které zvyšují rychlost a spolehlivost dodavatelských řetězců, minimalizují provozní náklady a zaručují vysokou kvalitu služeb. Proto se následující kapitola zaměřuje na metody a nástroje, jejichž správné uplatnění přispívá k maximalizaci výkonnosti distribučních center v konkurenčním podnikatelském prostředí.

Podle Fojta (1995) se efektivní řízení distribuce stává nedílnou součástí celkové strategie řízení dodavatelského řetězce a představuje klíčový faktor zvyšování konkurenceschopnosti firem. Autor dále zdůrazňuje, že úspěšné řízení distribuce není izolovanou funkcí, ale spíše propojenou součástí, kdy výroba, skladování i distribuce úzce spolupracují. Efektivní distribuce totiž spojuje trh s výrobou a umožňuje firmám rychleji reagovat na měnící se poptávku zákazníků, čímž se snižují zásoby a zkracují dodací lhůty (Fojt, 1995).

3.1 Principy a metody efektivního řízení

Mezi konkrétní principy efektivního řízení distribuce podle Fojta (1995) patří optimalizace zásobovacích systémů, například koncept „one-touch“. Jedná se o logistický koncept, který se zaměřuje na minimalizaci manipulace se zásobami. V praxi to znamená, že produkt je po dokončení výroby nebo předání ze skladu expedován přímo ke konečnému odběrateli, aniž by byl znovu skladován nebo přemísťován mezi různými úrovněmi distribučního řetězce. Dále autor upozorňuje na význam rychlé reakce, kterou lze zajistit díky technologiím umožňujícím okamžitou komunikaci a koordinaci mezi výrobou a distribučními centry. Tento přístup umožňuje minimalizovat náklady spojené s přebytky a zároveň zvýšit úroveň zákaznického servisu prostřednictvím přesnějších a rychlejších dodávek (Fojt, 1995).

V článku Logistics Information Management od Fojta (1995) jsou uvedeny konkrétní případové studie, které ilustrují praktické využití těchto principů.

Příkladem je společnost Microsoft Ireland, kde bylo distribuční centrum přesunuto z Velké Británie do výrobního závodu v Irsku. Tento krok vedl k výraznému zkrácení dodacích lhůt, snížení zásob a optimalizaci logistických procesů prostřednictvím elektronické komunikace mezi výrobou a distribučním centrem. Podobně firma Lego ukazuje, jak lze efektivně integrovat výrobní a prodejní logistiku. Lego centralizovalo řízení

zásob tím, že buffer stocks (neboli rezervní zásoby), které podnik udržuje jako pojistku proti výkyvům v poptávce nebo dodávkách, sdružilo do centrálního skladu. Dalším způsobem centralizace řízení zásob Lega bylo vyjednání dopravních podmínek přímo s dopravci, což umožňuje lepší kontrolu nad dodávkami a celkovou optimalizaci distribučního řetězce (Fojt, 1995).

Celkově Fojt (1995) argumentuje, že efektivní řízení distribuce vyžaduje integrovaný přístup, kde jsou plánovací, výrobní a distribuční procesy úzce propojeny, a kde moderní informační technologie a rychlá komunikace hrají zásadní roli. Tento přístup umožňuje firmám nejen snížit provozní náklady, ale také zvýšit spokojenost zákazníků prostřednictvím pružnějších a spolehlivějších dodávek, což je klíčové v dynamickém a konkurenčním tržním prostředí (Fojt, 1995).

Autoři článku Design and Control of Warehouse Order Picking považují za zásadní několik vzájemně propojených metod, které vedou k efektivnímu řízení distribučních center. Za prvé je to optimální navržení layoutu neboli vnitřního uspořádání skladu: je třeba promyšleně stanovit počet a uspořádání uliček, délku bloků i případné příčné uličky (tzv. cross aisles), aby se minimalizoval cestovní čas vychystávajících pracovníků. Dále kladou důraz na vhodnou strategii ukládání zboží (storage assignment), tedy na rozhodnutí, zda se zboží bude ukládat náhodně (random storage), nebo dedikovaně (dedicated storage), což znamená, že každému konkrétnímu produktu ve skladu je napevno přidělena určitá skladová pozice či lokace, a to po celou dobu jeho přítomnosti ve skladu nebo podle obrátkovosti, například pomocí tzv. ABC klasifikace či COI metody (Cube per Order Index) (de Koster et al., 2007).

Větší sklady často dále využívají zónování (zoning). Autoři jako příklad uvádějí progresivní přístup pick-and-pass, kdy objednávka „prochází“ zónami postupně, nebo paralelní přístup, kdy se ze všech zón vychystává zároveň a následně se položky třídí. Správně navržené zóny pomáhají předejít přetížení některých částí skladu a zvyšují přehlednost. V návaznosti na toto je velmi důležité dávkování objednávek (batching), tedy rozhodnutí, jak a kdy sloučit více malých objednávek do jednoho vychystávacího „kolečka“. Ideální seskupení může dramaticky zkrátit celkovou trasu a zrychlit expedici, ale musí zohlednit i požadované termíny dodávek a kapacitu třídících mechanismů (de Koster et al., 2007).

Samotné plánování tras (routing) považují autoři za jednu z nejkritičtějších metod. Například S-shape, neboli princip, kde, pokud je v dané uličce alespoň jedna položka

k vychystání, operátor projede celou uličkou od jednoho konce ke druhému, nebo Return či Largest gap. V případě metody Return operátor vejde (nebo vjede) do uličky jen tak daleko, jak je potřeba, aby sebral vychystávané položky, a stejnou cestou se hned vrací zpět na hlavní uličku. U metody Largest gap je důležité při průchodu uličkou hledat tzv. „největší mezeru“ (largest gap) – která představuje tu část uličky, kde nejsou žádné vychystávané položky a je nejdelší. Operátor si uličku rozdělí tak, aby do té „největší mezery“ vůbec nevstupoval (tzn. jde k položkám z jedné i druhé strany, ale do volného prostoru uprostřed už ne). Těmito způsoby lze minimalizovat zbytečné procházení uliček. Osvědčilo se například projíždět uličky celé jen tehdy, je-li v nich vychystáváno dostatečné množství položek; jinak se vyplatí do uličky vjet a stejnou stranou se vrátit. Správné směřování pracovníků šetří čas a současně předchází zbytečným kolizím v užších skladech (de Koster et al., 2007).

Zásadní roli v efektivitě nakonec hraje i třídění a kompletace (order accumulation/sorting), kdy je nutné sloučit položky do definitivních objednávek v případě zónování či hromadného vychystávání. Autoři zmiňují, že dobře organizovaný systém (např. třídící linka s promyšleným přiřazením objednávek k jednotlivým odkládacím drahám) předchází úzkým místům a čekacím dobám, které by jinak mohly veškerý dřívější přínos zrychlení vychystávání znehodnotit (de Koster et al., 2007).

Klíč k úspěchu podle autorů spočívá v komplexním propojení zmíněných metod, kdy rozhodnutí o layoutu, ukládání zboží, zónování, „batchování“ i trasování nevznikají izolovaně, ale řeší se jako celek s ohledem na předpokládané objemy zakázek, kapacitu pracovních sil i technologií, a také časovou dostupnost dat a informačních systémů. Tím se zajišťuje, že distribuční centrum pracuje nejen s nižšími náklady, ale také flexibilněji a s nižší chybovostí (de Koster et al., 2007).

V novější publikaci propojuje autor Silvestre (2016) efektivní řízení distribučních center s udržitelným rozvojem. Efektivní řízení distribučních center podle autora vychází z komplexního a propojeného přístupu, který zahrnuje několik klíčových aspektů. Prvním je holistický přístup, kdy rozhodnutí ve všech provozních fázích od optimalizace uspořádání skladu, přes plánování tras vychystávání, až po správu zásob berou v úvahu nejen finanční, ale i environmentální a sociální aspekty. Díky tomu se zvyšuje nejen rychlost a přesnost vychystávání, ale i celková udržitelnost provozu (Silvestre, 2016).

Dalším důležitým prvkem efektivního řízení distribučních skladů je integrace procesů. Propojení správně navrženého layoutu, efektivního umístění zboží a inovativních metod plánování tras vede k minimalizaci zbytečných pohybů a snižuje provozní náklady.

Distribuční centrum tak funguje hladce, což zajišťuje rychlejší a spolehlivější expedici objednávek. Dále je nezbytné řídit rizika a využívat příležitosti. Identifikace a snižování pravděpodobnosti výskytu nepříznivých událostí nebo minimalizace jejich dopadů (např. zpoždění, chyby ve vychystávání nebo provozní kolize), spolu s adaptací na nové technologie a inovativní postupy umožňují distribučnímu centru reagovat na měnící se podmínky a zvyšovat svou konkurenceschopnost (Silvestre, 2016).

Celkově lze říct, že podle Silvestra (2016) znamená efektivní řízení distribučních center vytváření integrovaného systému, kde jsou všechny operace navrženy tak, aby se zkrátila doba vychystávání, snížily provozní náklady a současně se zvýšila kvalita a udržitelnost služeb (Silvestre, 2016).

Pyza et al. (2017) považuje za efektivní řízení distribučních center především dobré plánování, organizaci a řízení skladových procesů, které jsou důležitou součástí distribuce zboží k zákazníkům. Pro správné fungování skladů je klíčové jejich vhodné technické a prostorové uspořádání. To by mělo odpovídat charakteru zboží, které je ve skladu uloženo, rychlosti, s jakou se zboží obměňuje (obrátkovosti), a také tomu, zda sklad využívá manuální, mechanizované nebo automatizované technologie (Pyza et al., 2017).

Důležitou součástí efektivního řízení skladů je podle Pyza et al. (2017) výběr správného vybavení a vhodných dopravních prostředků uvnitř skladu, jako jsou například vysokozdvizné vozíky. Výběr techniky by měl být proveden podle konkrétních potřeb skladových operací, a to ve více fázích – od základního určení typu zařízení podle jeho účelu, přes detailnější technické rozhodnutí, až po ekonomické posouzení jednotlivých variant (Pyza et al., 2017).

Podle Pyza et al. (2017) je dalším důležitým krokem k efektivitě skladů správné využívání dostupných zdrojů. To zahrnuje například efektivní využívání kapacity techniky a dobré pracovní podmínky. Tyto faktory zásadně ovlivňují skutečnou výkonnost skladu. Dobře řízený sklad by měl být schopen rychle vyřizovat objednávky, minimalizovat provozní náklady a zároveň udržívat vysokou kvalitu poskytovaných služeb zákazníkům. Pro kontrolu efektivity řízení skladů je vhodné pravidelně používat jasně definované ukazatele, které vycházejí z ekonomických a technicko-organizačních podmínek (Pyza et al., 2017).

4 REVERZNÍ LOGISTIKA A JEJÍ VLIV NA DISTRIBUČNÍ CENTRA

V jednoduchém pojetí lze management přepravních jednotek přeložit jako řízení zpětného toku přepravních jednotek. Z toho vyplývá, že se jedná o reverzní logistiku těchto přepravních jednotek. Proto bude tato kapitola zaměřená na reverzní logistiku v distribučních centrech.

4.1 Reverzní logistika

Reverzní logistika zahrnuje široké spektrum aktivit spojených se sběrem, zpracováním a opětovným využitím výrobků, materiálů a komponentů v rámci udržitelného řízení dodavatelského řetězce. Příkladem této praxe je iniciativa společnosti Unilever, která realizuje systémy sběru a recyklace plastových obalů, přičemž podporuje rozšířenou odpovědnost výrobců prostřednictvím finančního přispívání na sběr použitých obalů a nákupu recyklovaných materiálů. Další ilustraci reverzní logistiky poskytuje společnost Xerox, jež zpětně odebírá své kopírovací stroje a jejich součásti, aby umožnila jejich opětovné použití nebo repasování (Grant et al., 2023).

Podle Myerson (2015) se reverzní logistika primárně zabývá zpětným pohybem výrobků a materiálů od konečných spotřebitelů zpět k výrobcům. Její působnost zahrnuje recyklaci a hospodaření s odpady s cílem minimalizace nákladů, získání hodnoty z vratných materiálových toků a splnění požadavků stanovených legislativou i ochranou životního prostředí. Reverzní logistika představuje širší koncept orientovaný na optimalizaci dodavatelských řetězců v rámci oběhového hospodářství. Do této optimalizace patří rovněž návrh výrobků, plánování zpětných toků a obnova produktů. Mezi další klíčové aktivity patří vrácení produktů, omezení spotřeby přírodních zdrojů, opětovné využívání a substituce materiálů, recyklace, renovace, opravy, opětovná výroba výrobků a ekologická likvidace odpadu. Z hlediska procesního přístupu reverzní logistika zahrnuje plánování, řízení a kontrolu zpětných toků materiálů, hotových výrobků a informací od konečného bodu spotřeby zpět k jejich původu za účelem znovuzískání hodnoty nebo environmentálně šetrné likvidace. Tento koncept je zásadní pro organizace provozující recyklační systémy nebo firmy odpovědné za financování likvidace použitých či nevyužitých produktů. V širším pohledu reverzní logistika představuje jeden z klíčových nástrojů k dosažení udržitelného rozvoje s ekonomickým i ekologickým přínosem (Myerson, 2015).

4.2 Reverzní logistika přepravních jednotek

Reverzní logistika přepravních jednotek v interní logistice distribučních center je ovlivňována řadou vzájemně propojených faktorů, které mají dopad na efektivitu provozu, náklady a ekologické aspekty (Xu et al., 2022).

Studie autorů Xu et al. (2022) se zabývá komplexními vztahy mezi různými složkami reverzní logistiky, přičemž zjištění z této studie lze aplikovat na interní logistiku přepravních jednotek v distribučních centrech s cílem optimalizovat materiálové toky, snížit provozní náklady a omezit negativní dopady na životní prostředí (Xu et al., 2022).

Popsání problematiky reverzní logistiky přepravních jednotek v prostředí distribučního centra podle autorů Xu et al. (2022).

Dvojitý tok přepravních jednotek a jeho vliv na provoz distribučních center:

Jedním ze zásadních faktorů ovlivňujících reverzní logistiku v interní logistice distribučních center je existence dvojitého toku přepravních jednotek. V distribučním centru probíhají dva základní typy pohybu materiálu: přímý tok a reverzní tok. Přímý tok zahrnuje přesun přepravních jednotek od vstupního bodu (příjem) do skladových pozic a následně do expedičních zón. Reverzní tok zahrnuje návrat přepravních jednotek z výrobní nebo balicí linky zpět do skladu, případně jejich třídění, opětovné použití nebo likvidaci (Xu et al., 2022).

Tento cyklický charakter toku přepravních jednotek vytváří významné provozní výzvy. Přímý i reverzní tok často probíhá současně, což vede ke kolizím v manipulačních trasách, přetížení dopravní techniky a zvyšování provozních nákladů. Tento problém je dále umocněn nerovnoměrným zatížením skladových kapacit a proměnlivou poptávkou po přepravních jednotkách v jednotlivých provozních cyklech (Xu et al., 2022).

Vliv lokalizace a trasování na reverzní logistiku přepravních jednotek:

Autoři studie zdůrazňují, že efektivní reverzní logistika v distribučních centrech je zásadně ovlivněna správnou lokalizací a trasováním přepravních jednotek. Vnitřní síť tras distribučního centra, umístění skladových pozic a návrh manipulačních tras mají přímý dopad na efektivitu přepravy a využití manipulačních prostředků (Xu et al., 2022).

V praxi to znamená, že umístění skladových pozic by mělo být navrženo tak, aby umožňovalo co nejkratší vzdálenosti pro návrat prázdných přepravních jednotek do míst třídění nebo zpětného zpracování. Stejně tak by měl být optimalizován pohyb manipulačních

prostředků pomocí tzv. otevřených tras. Otevřené trasy umožňují, aby manipulační prostředky nemusely vždy dokončit cyklus na výchozím místě, což vede ke zkrácení přepravních vzdáleností a efektivnějšímu využití dopravních prostředků (Xu et al., 2022).

Strategické rozmístění skladových zón zohledňující návrat přepravních jednotek navíc umožňuje rovnoměrné rozložení provozní zátěže a eliminuje úzká místa v toku materiálu. Správné trasování pak snižuje časové ztráty spojené s manipulací, což má pozitivní dopad na efektivitu provozu i provozní náklady (Xu et al., 2022).

Provozní náklady spojené s reverzní logistikou přepravních jednotek:

Provozní náklady spojené s reverzní logistikou přepravních jednotek jsou jedním z klíčových faktorů ovlivňujících ekonomickou výkonnost distribučních center. Autoři studie uvádějí, že mezi hlavní složky nákladů podle autorů Xu et al. (2022) patří:

- **Náklady na manipulaci** – Opakované přesuny přepravních jednotek v rámci interní logistiky zvyšují nároky na manipulační techniku (např. vysokozdvizné vozíky, AGV – autonomní vozíky) a na pracovní sílu.
- **Náklady na údržbu manipulačních prostředků** – Časté přemísťování přepravních jednotek a jejich opotřebení zvyšují náklady na údržbu a výměnu manipulační techniky.
- **Náklady na skladování** – Neefektivní rozložení skladových pozic a přetížení skladových kapacit vede k vyšším fixním nákladům na skladovací prostor a logistické operace.
- **Náklady na zpracování vrácených přepravních jednotek** – Pokud jsou přepravní jednotky poškozené nebo znečištěné, vznikají náklady spojené s jejich opravou nebo likvidací (Xu et al., 2022).

Autoři studie upozorňují, že v reverzní logistice existuje paradoxní vztah mezi náklady na provoz a ekologickými dopady. Snížení negativních ekologických dopadů (například prostřednictvím nižší spotřeby energie nebo emisí CO₂) obvykle vede ke zvýšení provozních nákladů. Proto je nutné hledat rovnováhu mezi ekonomickou efektivitou a environmentální udržitelností (Xu et al., 2022).

5 POPIS METOD POUŽITÝCH V PRAKTICKÉ ČÁSTI

V této kapitole jsou popsány metody použité v praktické části práce. Tyto metody pomohly při získávání a zpracování dat pro zhodnocení současného stavu a také byly použity jako východisko pro návrh nových opatření.

5.1 Teorie omezení

Základním principem teorie omezení je koncept systémového přístupu. Ten vychází z předpokladu, že celková výkonnost systému je určována všemi jeho částmi, přičemž jednotlivé prvky systému se vzájemně ovlivňují a jsou na sobě závislé (Macurová et al., 2018).

Za zakladatele teorie omezení (Theory of Constraints, tzv. TOC), známé také jako teorie úzkých míst, je považován Eliyahu Moshe Goldratt. Tuto koncepci poprvé představil ve své knize s názvem Cíl (Macurová et al., 2018).

Hlavní myšlenky Teorie omezení:

Teorie omezení se místo lokálních a izolovaných zlepšení jednotlivých částí systému soustředí na identifikaci a řešení jednoho kritického místa, které omezuje celkovou výkonnost systému. Takové kritické místo, označované jako úzké místo, představuje jakoukoliv překážku, která brání naplnění stanovených cílů systému a omezuje jeho výkonnost. Z toho vyplývá, že celkové optimum systému nelze dosáhnout pouhým součtem dílčích optim jednotlivých částí. Specifickým typem úzkého místa je kapacitní omezení systému (Macurová et al., 2018).

Podle Goldratta (in Macurová et al., 2018) stojí teorie omezení na několika klíčových myšlenkách:

- „*Suma jednotlivých optim (ve smyslu co největšího výkonu každého pracoviště) není rovna celkovému optimu,*
- *hodina kapacity ztracená na úzkém místě znamená ztrátu hodiny pro celý systém,*
- *hodina získaná na pracovišti, které není úzkým místem, je bezvýznamná,*
- *úzká místa určují jak průběh procesů, tak i zásobu.*“ (Macurová et al., 2018).

Implementace Teorie omezení:

Jedná se o jakýsi postup pracování s úzkými místy. Jedná se o pět kroků, které lze využít při práci s úzkými místy (Macurová et al., 2018).

1. Identifikace a analýza úzkého místa – lze využít pozorování a zkušenost, kapacitní propočty, počítačové simulace.
2. Opatření pro zamezení propustnosti úzkého místa s menší organizační náročností – zlepšování výrobních programů, vytváření zásobníků rozpracované výroby před úzkým místem, provádění údržby, racionalizace operací prováděných na úzkém místě a podobně.
3. Podřízení všech změn způsobených krokem dva úzkému místu – organizace přísunu meziprojektu, organizace seřizování údržby a podobně.
4. Nejsou-li kroky 2 a 3 řešením pozvednutí výkonu úzkého místa, je třeba pozvednout jeho výkon zásadnějšími opatřeními. Toho můžeme dosáhnout například koupením nového stroje nebo zvýšením počtu pracovníků. Vždy je však potřeba myslet na vyšší náklady související se zvýšením kapacity z hlediska očekávané poptávky.
5. Je-li vyřešeno úzké místo, je potřeba se vrátit ke kroku 1. V tomto kroku hledáme nové úzké místo, které zákonitě vznikne po vyřešení původního úzkého místa (Macurová et al., 2018).

5.2 Value Stream Mapping

Mapování toku hodnot (Value Stream Mapping, VSM) je metoda používaná ve filozofii Lean k vizuálnímu znázornění současného stavu procesů a k navržení jejich zlepšené podoby. Zaměřuje se na všechny činnosti, jak na ty, které přinášejí hodnotu, tak i na ty bez přidané hodnoty nutné k výrobě konkrétního produktu či skupiny produktů nebo služeb (Myerson, 2015).

Při tvorbě této metody je nejprve nezbytné detailně analyzovat pracovní prostředí, tedy každé konkrétní pracoviště včetně veškerých pohybů a přesunů materiálu. Dále je třeba stanovit výchozí a koncové procesy. Data získaná pro jednotlivé procesy jsou následně zaznamenávána do datových polí umístěných pod každým zkoumaným procesem (Duggan, 2013).

Typické údaje pro zkoumání procesu jsou:

- C/T (Cycle Time) – čas potřebný k dokončení operace,
- C/O (Change over time) – čas potřebný k přenastavení pracoviště,
- uptime – využití pracovníka,
- oper – počet pracovníků vykonávající operaci (Duggan, 2013).

Value Stream Mapping (dále VSM) se skládá ze tří hlavních komponent, které jsou vzájemně propojené a navzájem na sobě závisejí. Chybí-li kterákoli z těchto částí, nemůže být metoda VSM považována za kompletní a nemusí poskytovat objektivní a spolehlivé výsledky. Z tohoto důvodu je nezbytné věnovat náležitou pozornost kvalitě provedení a plnému využití potenciálu této metody (Duggan, 2013).

Metodika sestavení VSM:

Materiálový tok:

Nejprve je nutné sestavit tok materiálu, přičemž se klade důraz na jeho co nejdetailnější identifikaci s cílem dosáhnout maximální přesnosti požadovaných výsledků. Z tohoto důvodu je třeba důkladně změřit a zaznamenat každý jednotlivý pohyb v rámci celého výrobního či jiného sledovaného procesu (Duggan, 2013).

Informační tok:

Po zaznamenání materiálového toku následuje zachycení toku informací. Efektivní metodou, jak tok informací identifikovat, je položit si otázku: „Jakým způsobem operátor získává pokyn k následující činnosti?“. Jestliže operátor například kontroluje výrobní harmonogram, pak je nezbytné zakreslit šipku představující informační tok od řízení výroby k danému procesu. Kromě interní komunikace tok informací rovněž znázorňuje výměnu údajů mezi zákazníkem a dodavatelem, například v podobě dvouměsíčních předpovědí, denních faxů a podobných dokumentů (Duggan, 2013).

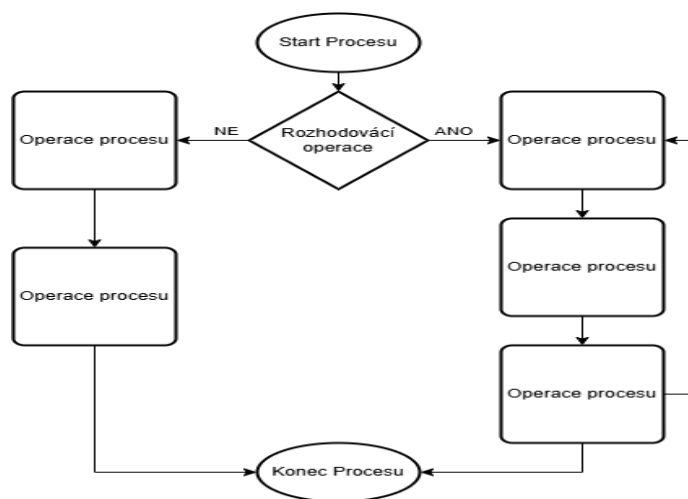
Ukazatel celkové doby procesu:

V závěrečné fázi se sestavuje ukazatel doby realizace celkové doby procesu, který je znázorněn lomenou přímkou tvořenou dvěma úrovněmi. Ta zachycuje jednotlivé časy přenastavení a časy nezbytné pro vykonání procesů při výrobě daného množství výrobků. Součtem všech těchto časů následně získáme výsledný celkový čas sledovaného hodnotového toku (Duggan, 2013).

5.3 Vývojový diagram

Vývojový diagram je standardizovaný grafický prostředek sloužící k vyjádření struktury algoritmu. Jeho cílem je přehledně a srozumitelně znázornit posloupnost jednotlivých kroků algoritmického postupu prostřednictvím grafických symbolů a orientovaných spojníc. Tok řízení v algoritmu je reprezentován směrovými šipkami, které spojují specifické bloky symbolizující různé operace či rozhodovací body. Každý vývojový diagram má přesně jeden počáteční bod a alespoň jeden bod koncový. Hlavní výhodou vývojových diagramů je jejich vizuální názornost, která usnadňuje pochopení logiky algoritmu bez nutnosti znalosti konkrétního programovacího jazyka. Tato přehlednost se však snižuje při rostoucí složitosti algoritmu. V takových případech může docházet k překrývání spojníc a křehnutí struktury diagramu, čímž se zhoršuje jeho čitelnost a srozumitelnost. Takové situace mohou být dokonce v rozporu s normativními pravidly pro tvorbu vývojových diagramů, např. podle ISO standardů (Kořínek, 2014).

Z formálního hlediska se vývojové diagramy používají nejen pro popis algoritmů, ale i jako součást dokumentace informačních systémů nebo návrhu procesních modelů. Přestože jejich použití v moderním vývoji softwaru částečně ustoupilo textově orientovaným zápisům (například pseudokódu), zůstávají významným nástrojem pro znázornění logických struktur a operací v algoritmickém procesu (Kořínek, 2014).



Obrázek 2 Vývojový diagram

(zdroj: vlastní zpracování dle Kořínka, 2014)

5.4 Analytický hierarchický proces

Analytický hierarchický proces (AHP) známý také pod názvem Saatyho metoda, je metoda využívaná pro vícekritériální rozhodování. Podstatou této metody je systematické posouzení důležitosti jednotlivých kritérií a variant pomocně stanovených rozhodovacích problémů. Podle Kudláče et al. (2017) se Saatyho metoda skládá z několika na sebe navazujících kroků. Nejprve dochází k definici jednotlivých hodnoticích kritérií, podle kterých budou posuzovány jednotlivé varianty rozhodnutí. Následuje párové srovnávání, při kterém skupina expertů z příslušné oblasti hodnotí důležitost každého kritéria ve vztahu ke každému jinému kritériu pomocí bodové škály v rozmezí od 1 – kritéria stejně důležitá, po 9 – první kritérium je absolutně důležitější než druhé (Kudlác et al., 2017).

Výsledkem tohoto párového porovnávání je vytvoření tzv. Saatyho matice, do které jsou zaznamenány relativní významy jednotlivých kritérií vůči sobě navzájem. Z této matice se výpočtem průměru hodnot v řádcích stanoví váhy jednotlivých kritérií, které se následně standardizují tak, aby jejich součet dosahoval hodnoty jedna. Stejným způsobem pak odborníci provádějí párové porovnání variant podle jednotlivých kritérií, což umožňuje určit, jak dobře jednotlivé varianty splňují zvolená kritéria (Kudlác et al., 2017).

Konečným výstupem Saatyho metody je pak souhrnná, bezrozměrná hodnota, vyjádřená jako vážený součet hodnot, jež jednotlivé varianty dosáhly v rámci každého kritéria. Na základě této výsledné hodnoty je možné jednoznačně určit pořadí jednotlivých variant od nejlepší po nejhorší (Kudlác et al., 2017).

Podle Nascimento et al. (2017) je důležitým krokem ověření konzistence, při kterém se pomocí výpočtu konzistenčního indexu a konzistenčního poměru posuzuje logická soudržnost hodnocení. V případě, že hodnocení vykazuje výraznou nekonzistenci, je třeba matici revidovat. Získané váhy se následně aplikují na konkrétní data (Nascimento et al., 2017).

5.5 Metoda váženého součtu

Metoda váženého součtu (WSM) představuje základní a široce používaný přístup v oblasti vícekritériálního rozhodování (MCDM – Multi-Criteria Decision Making). Její hlavní výhodou je jednoduchost, přehlednost a výpočetní nenáročnost, díky čemuž je snadno implementovatelná v různých oblastech, včetně hodnocení kvality života (Choronicova Hurajova & Hajduova, 2021).

Princip metody spočívá v tom, že každé kritérium je nejprve převedeno na bezrozměrnou škálu prostřednictvím normalizace. Následně jsou tyto hodnoty násobeny příslušnými vahami, které vyjadřují relativní důležitost daného kritéria v rámci rozhodovacího problému. Výsledné hodnoty se poté sčítají, čímž je získáno celkové skóre alternativy. Tento proces lze formálně vyjádřit následujícím vzorcem:

$$A_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij}$$

Kde:

- A_i je výsledné skóre alternativy i ,
- w_j je váha kritéria j ,
- r_{ij} je normalizovaná hodnota kritéria j , pro alternativu i ,
- n je celkový počet kritérií (Choronicova Hurajova & Hajduova, 2021).

Jedním z klíčových předpokladů této metody je, že všechna kritéria musí mít tzv. benefitní charakter – tedy čím vyšší hodnota, tím lepší výsledek. V případech, kdy tomu tak není (např. u nákladových nebo rizikových indikátorů), je nutné provést vhodnou transformaci dat (Choronicova Hurajova & Hajduova, 2021).

V dané studii byla metoda WSA využita pro hodnocení kvality života ve slovenských krajích. Jednotlivé indikátory byly transformovány a normalizovány, aby bylo možné porovnávat různorodá data (sociální, ekonomická i environmentální). Agregací těchto ukazatelů metodou WSA došlo ke vzniku jednoho souhrnného skóre pro každý region, což umožnilo vytvoření jejich finálního pořadí (Choronicova Hurajova & Hajduova, 2021).

Autorky článku však upozorňují na to, že výsledky této metody mohou být citlivé na zvolený systém vah. Volba vah má zásadní vliv na konečné hodnocení, a proto je nutné, aby jejich určení probíhalo metodologicky konzistentně – například na základě odborného posouzení nebo vícekritériálních váhových technik (Choronicova Hurajova & Hajduova, 2021).

6 SHRNUÍ TEORETICKÝCH VÝCHODISEK

Teoretická část této bakalářské práce se zabývala širšími souvislostmi a klíčovými faktory, které ovlivňují úroveň ztrát v logistických procesech v prostředí distribučních center. Logistika jako taková představuje důležitý nástroj pro zajištění efektivního fungování dodavatelských řetězců a její správné nastavení má zásadní vliv na ziskovost a plynulost provozu distribučních center. Správné řízení těchto procesů napomáhá předcházet zbytečným ztrátám a zároveň vytváří prostor pro zvýšení výkonnosti jednotlivých částí systému.

Distribuce jako taková byla představena z více úhlů pohledu, což umožňuje lépe porozumět tomu, jak mohou být toky zboží různě uspořádány a jaký vliv má zvolený způsob distribuce na výslednou efektivitu provozu. Pozornost byla zaměřena i na význam skladových prostor, jejich uspořádání a roli v rámci širšího logistického systému. Právě skladování, manipulace se zbožím a organizace toku materiálu často patří mezi oblasti, kde dochází ke ztrátám, a proto je jejich správné nastavení klíčové pro celkové fungování distribučního centra.

Součástí byla také reflexe přístupů, které podporují efektivnější řízení provozních činností a přispívají ke snížení nadbytečných nákladů, časových prodlev a materiálových ztrát. Důraz byl kladen na identifikaci možností, jak zlepšit průběh logistických operací, tak, aby odpovídaly požadavkům moderního zásobování v distribučních centrech.

Získané poznatky poskytují vhodné východisko pro praktickou část práce, která se zaměřuje na konkrétní provozní situace. Teorie tak plní podpůrnou roli při zkoumání příčin vzniku ztrát a hledání způsobů, jak zlepšit fungování logistických procesů v prostředí distribučního centra.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 PŘEDSTAVENÍ DISTRIBUČNÍHO CENTRA

Vybraná firma si nepřeje být v této práci jmenována. Tato skutečnost neumožňuje její plný popis. Nicméně její všeobecný popis je důležitý, a proto v následující kapitole poskytnu stručný popis distribučního centra vybrané firmy, ve kterém budou vynechána všechna citlivá data, včetně konkrétních názvů a jiných určujících údajů. Za účelem ochrany citlivých údajů sledované společnosti byla veškerá data uvedena či využita v této bakalářské práci upravena pomocí koeficientu, který zajišťuje jejich pozměnění.

Vybraná společnost se zabývá přeprodejem zboží prostřednictvím internetového obchodu, přičemž její zisk vychází z efektivního doručení produktů ke konečným zákazníkům. Prioritou firmy je maximální efektivita logistických procesů ve vybraných distribučních centrech.

Toto distribuční centrum slouží jako důležitý uzel v dodavatelském řetězci, odkud se expedují objednávky v rámci České republiky i do dalších evropských zemí. Distribuční centrum je zcela soběstačné a jeho lokalita byla zvolena strategicky s ohledem na dopravní dostupnost a napojení na klíčové logistické trasy. Centrum je vybaveno automatizovaným systémem třídění a manipulace se zbožím. Jedná se například o dopravníkové pásy, vychystávací stanice a technologie pro skenování a sledování zásilek v reálném čase. V provozu se pohybuje i značné množství robotických jednotek, které přesouvají přepravky s výrobky mezi jednotlivými částmi skladu.

7.1 Popis jednotlivých pracovišť materiálového toku vybraného distribučního centra

Při popisu jednotlivých procesů distribučního centra byly změněny názvy tak, aby z nich nebylo jasně patrné, o jaké distribuční centru se jedná. Přesto tento popis poskytuje vhled do procesů a jejich funkcí distribučního centra. V tomto kontextu nebudou dále uváděny konkrétní typy analyzovaných přepravních jednotek. Tyto specifické plastové bedýnky budou v dalším textu označovány souhrnně jako přepravní jednotky.

Materiálový tok v distribučním centru začíná v sekci příjmu, kde dochází k přebírání dodávek od externích dodavatelů, popřípadě jiných distribučních center. V této části je zboží evidováno v informačním systému a tříděno podle přepravních kategorií. Po úspěšném přijetí putují některé produkty do fáze rozbalení, kde jsou přemístěny do přepravních

jednotek, které usnadňují jejich další manipulaci. Fáze rozbalení se týká jen těch produktů, které již dříve nebyly roztrženy do přepravních jednotek v jiných distribučních centrech.

Po přípravě v předchozí fázi je zboží přesunuto do části zaskladnění, kde dochází k jeho systematickému ukládání do regálových systémů. Ty jsou umístěny v několika podlažích distribučního centra a disponují identickou strukturou, což umožňuje standardizovaný proces manipulace se skladovaným materiálem. V této etapě je zboží vyjmuto z přepravních jednotek a umístěno na přidělenou skladovou pozici. Jakmile je konkrétní produkt požadován k expedici, nastává fáze vychystávání, která probíhá ve stejných podlažích, kde dochází k zaskladnění. V rámci tohoto procesu se identifikují a vyjmou požadované produkty ze skladových pozic a umístí se zpět přepravních jednotek. Následně jsou tyto přepravní jednotky transportovány zpět do přízemí distribučního centra, kde pokračuje další zpracování zásilek.

Po doručení zboží do přízemní části distribučního centra přichází fáze balení, která zajišťuje finální přípravu zásilek k expedici. Proces je rozdělen na dvě hlavní části podle typu objednávky. Produkty mohou směřovat buď na stanici pro balení jednotlivých položek, kde se každá zásilka balí zvlášť, nebo na stanici pro balení více položek dohromady, kde jsou produkty seskupeny do jedné zásilky pro optimalizaci přepravních nákladů.

Poslední částí materiálového toku je výdej, kde dochází ke kompletaci a třídění zásilek podle destinace a distribučního kanálu. Připravené balíky jsou následně naloženy na dopravní prostředky k doručení koncovým zákazníkům.

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MANAGEMENTU PŘEPRAVNÍCH JEDNOTEK V DISTRIBUČNÍM CENTRU

Cílem této kapitoly je s pomocí analýzy zpětných toků přepravních jednotek ve vybraném distribučním centru zjistit současný stav managementu těchto jednotek. Pro tyto účely je potřebné analyzovat materiálový tok včetně zpětného toku přepravních jednotek.

8.1 Materiálový tok přepravních jednotek

Materiálový tok přepravních jednotek se různí v závislosti na typu přepravovaného zboží.

Materiálový tok v distribučním centru lze rozdělit do několika procesů:

- Příjem
- Rozbalení
- Zaskladnění
- Vychystání
- Balení
- Výdej

Příjem:

Materiálový tok přepravních jednotek v distribučním centru představuje komplexní systém pohybu a recyklace přepravních „bedýnek“, které jsou využívány v různých fázích logistického procesu. Tento tok začíná v úseku Vstupní logistiky, kde dochází k prvotnímu vykládání zboží, které bylo přepraveno do distribučního centra. V prvním procesu distribučního centra nazývaného příjem se zboží od dodavatelů přijímá na sklad dvěma způsoby. Zvolená metoda příjmu závisí na způsobu, jakým byly zásilky do distribučního centra doručeny. Zásilky, které do distribučního centra putují na paletách, jsou buď v přepravních jednotkách nebo v kartonových obalech. Pokud je zboží na paletě umístěno v přepravních jednotkách, je paleta přemístěna k prostorám s automatizovaným rozebíracím robotickým ramenem. To vykládá jednotlivé přepravní jednotky na pás, který je přepraví rovnou k zaskladnění. Pakliže je zboží umístěno v kartonových obalech, je paleta přemístěna k pásu, na který se zboží ručně vykládává a putuje do sekce rozbalení. Další možností příjmu zboží je umístění pásu do dodavatelského nákladního automobilu, přičemž se na tento pás rovnou vykládává zboží, ať už je v přepravních jednotkách nebo v kartonových obalech.

O rozdělení takto přijatých produktů se stará přístroj, který je umístěn na páse. Ten po naskenování čárového kódu zjistí, jestli jsou produkty v kartonové krabici nebo v přepravní jednotce. Produkty, které jsou umístěny v přepravních jednotkách, jsou rovnou poslány do sekce zaskladnění. Produkty, které jsou umístěny v kartonových krabicích pak putují do sekce rozbalení.

Rozbalení:

V rámci procesu rozbalení jsou produkty, původně zabalené v kartonových obalech, nejprve z těchto obalů vyjmuty a následně přesunuty do přepravních jednotek. Tyto jednotky poté pokračují prostřednictvím pásového dopravníku k dalšímu zpracování v rámci zaskladňovacího procesu. Pracoviště je vybaveno pásovými dopravníky, přičemž každý z nich je doplněn stanovišti určenými pro obsluhu. Jedno stanoviště umožňuje současnou práci dvou zaměstnanců. Výsledkem celého procesu je umístění zboží do přepravních jednotek, které jsou dále distribuovány dopravníky.

Zaskladnění:

Tento proces zajišťuje uložení produktů přivážených v přepravních jednotkách. Zaskladňovací činnosti probíhají na třech konstrukčně totožných podlažích. Centrální část zaskladňovací haly je vybavena robotickými regály určenými pro uskladnění produktů. Tento prostor je ohraničen a po jeho obvodu jsou rozmístěna stanoviště, která slouží nejen k umístění produktů do mobilních regálů, ale také k jejich následnému vychystávání. Jednotky jsou dopravovány na jednotlivá patra s pomocí pásových dopravníků a dále jsou rozdělovány do příslušných skladovacích sektorů dvěma způsoby. V prvním scénáři je přepravní jednotka odkloněna na boční dopravník, odkud je následně pracovníky manipulace přepravena do příslušného zaskladňovacího sektoru. V případě, že k tomuto odklonu nedojde, pokračuje jednotka po hlavní trase směrem k sektoru vybavenému výtahovým systémem, jehož účelem je zajistit přímý přesun na cílové zaskladňovací stanoviště.

Vychystávání:

Přibližně polovina prázdných přepravních jednotek vyšlých z procesu zaskladňování se vrací k předchozímu procesu rozbalení, druhá polovina je pak využita právě pro proces vychystávání. To znamená, že v případě, kdy zaskladňovací operace generuje celkem 1000 těchto jednotek, přibližně 500 z nich je směřováno k vychystávacímu procesu. Zde jsou tyto jednotky využívány k vychystání produktů určených koncovému zákazníkovi. Požadované

produkty jsou tedy umístěny do přepravních jednotek, které pokračují prostřednictvím pásového dopravníku k samostatnému balení. Pokud zákaznická objednávka obsahuje více položek současně, směřují přepravní jednotky do procesu balení více položek.

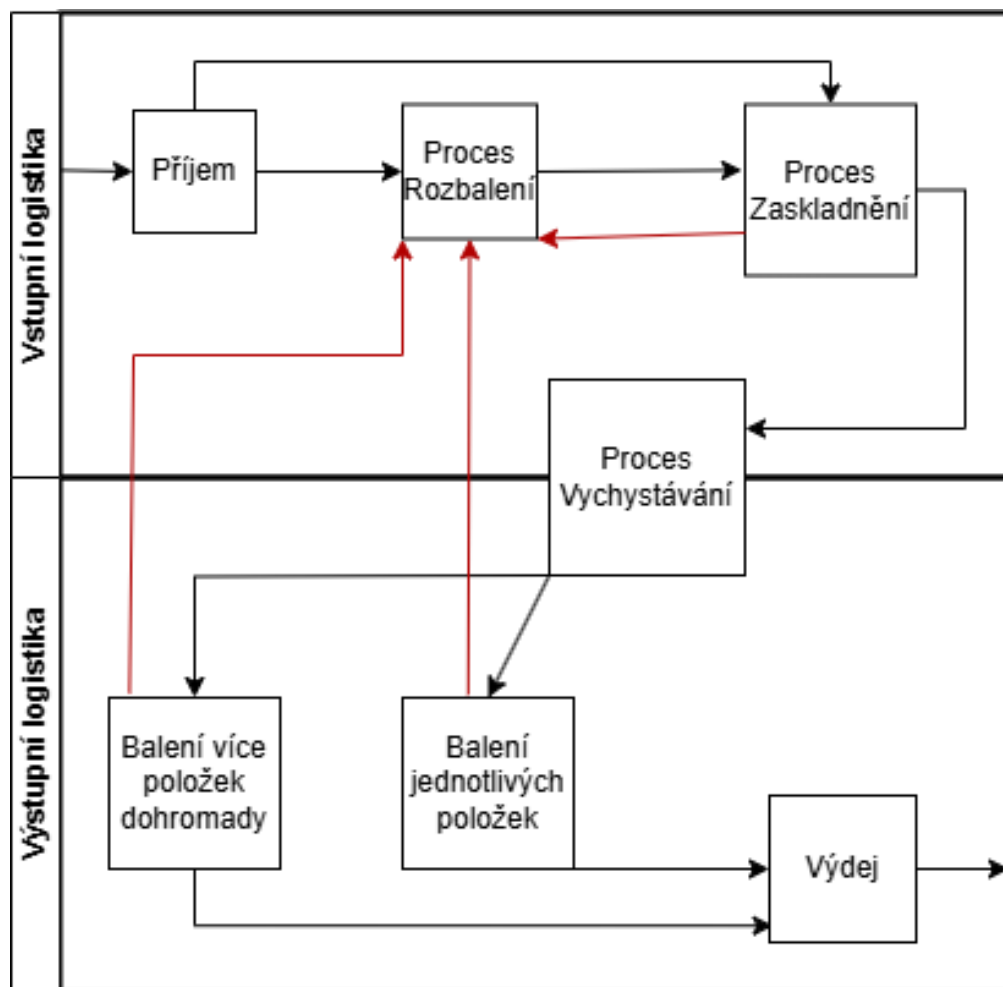
Balení:

V tomto procesu dochází k vyjmutí produktů z přepravních jednotek, ať již jednotlivě, nebo po více položkách současně, a k jejich zabalení do kartonových obalů. V těchto obalech jsou produkty dále distribuovány směrem ke koncovému zákazníkovi. Po kompletaci a zabalení požadovaných objednávek pokračují zásilky s produkty prostřednictvím pásové přepravy do procesu výdeje. Prázdné přepravní jednotky jsou po dokončení procesu balení umístěny na palety a následně přemístovány buď zpět do procesu rozbalení, nebo do procesu výdeje. Konkrétní směr jejich dalšího pohybu je určován aktuálními potřebami distribučního centra a vzájemnou koordinací s ostatními logistickými uzly v rámci podnikové sítě.

Výdej:

V závěrečné fázi logistického řetězce distribučního centra, označované jako výdej, dochází k přípravě a expedici zásilek směrem ke konečným zákazníkům. Zásilky jsou nejprve kompletovány podle objednávek a následně seskupovány a ukládány na palety. Takto připravené palety jsou posléze nakládány na nákladní automobily, které zajišťují distribuci objednaného zboží přímo k zákazníkům. Prázdné přepravní jednotky, které zde byly přemístěny z procesu balení, případně z procesu příjmu, jsou určeny pro expedici do jiných distribučních skladů v rámci logistické sítě, a to na základě identifikovaného nedostatku těchto jednotek v sesterských distribučních centrech. Proces výdeje představuje poslední krok v rámci distribučního cyklu z distribučního centra do místa určení.

Pro účely lepšího porozumění a vizualizace materiálového toku přepravních jednotek byl zpracován diagram plaveckých drah. Tento diagram znázorňuje rozhraní mezi vstupní a výstupní logistikou vybrané společnosti a současně obsahuje jednotlivé procesní kroky popsané výše. Směr toku přepravních jednotek mezi těmito procesy je vyjádřen pomocí orientovaných šipek. Zpětné toky těchto jednotek jsou v diagramu zvýrazněny červenou barvou za účelem jejich snadnější identifikace viz (Obrázek 3).



Obrázek 3 Materiálový tok přepravních jednotek

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

8.2 Zpětný tok přepravních jednotek

Vzhledem k tomu, že přepravní jednotky v rámci distribučních logistických procesů neprocházejí centrem pouze jednorázově, ale jejich pohyb má spíše cyklický charakter, je z hlediska této práce vhodné zaměřit se na analýzu jejich zpětného toku v rámci interního oběhu distribučního centra.

Z předchozí kapitoly vyplývá, že zpětný tok přepravních jednotek se vyskytuje na několika klíčových místech logistického procesu distribučního centra. Mezi oblastí, kde dochází k návratu těchto jednotek, patří jednak sekce balení zboží, a to jak při balení jednotlivých položek, tak při balení většího počtu kusů. V tomto případě se přepravní jednotky po použití vracejí zpět do sekce rozbalení, popřípadě jsou tyto jednotky expedovány do jiných distribučních center. Dalším místem, kde vzniká zpětný tok, je

oddělení zaskladnění, odkud putuje přibližně polovina přepravních jednotek zpět k rozbalovacímu procesu, zbytek je přemístěn k procesu vychystání.

Nejvýznamnější objem zpětného toku je právě mezi procesem zaskladnění a procesem rozbalení. Z tohoto důvodu bude analýza zaměřena právě na tento segment materiálového toku. Prázdné přepravní jednotky vracejí z horních pater distribučního centra, kde byly využity k naskladnění produktů, zpět do přízemí, kde slouží k opětovnému využití v procesu rozbalení.

Přeprava z horních pater do přízemí může probíhat dvěma způsoby. První možností je využití malého pásového výtahu, do něhož se vkládají přepravní jednotky ve vertikálním uspořádání po dvanácti kusech. Tento způsob přepravy slouží jako doplňková varianta a uplatňuje se zejména v situacích, kdy dochází k vysokému obratu zboží a je zapotřebí rychlejšího přesunu přepravních jednotek. Primární metoda přepravy je realizována prostřednictvím velkého nákladního výtahu, který umožňuje transport paletových jednotek. Každý z těchto výtahů má kapacitu šesti palet, přičemž na každé paletě se přepravky skládají vertikálně po jedenácti kusech. Co se týče horizontálního uspořádání, na paletu se nevejdou více jak čtyři přepravní jednotky, z čehož vyplývá, že na jednu paletu se vejde 44 kusů těchto jednotek. Tento způsob přepravy představuje hlavní mechanismus přesunu přepravních jednotek z procesu zaskladnění, kde jsou vnímány jako vedlejší produkt procesu, zpět do procesu rozbalení, kde jsou následně znovu použity k přepravě zboží po interních logistických trasách.

Po přesunu palet pomocí nákladního výtahu do přízemí dochází k jejich vykládce a následnému umístění na tzv. buffer, který plní funkci zásobníku. Tento prvek logistického řetězce slouží k vyrovnání poptávkových nesrovnalostí v navazujícím procesu distribučního centra (procesu rozbalení). Z bufferu jsou přepravní jednotky přepravovány na paletách do stanoviště dalšího bufferu, odkud jsou již distribuovány do konkrétních sektorů v závislosti na aktuálních provozních potřebách.

Procesy rozbalení a zaskladnění hrají klíčovou roli v analýze metodou Value Stream Mapping (VSM) vzhledem k tomu, že právě mezi těmito procesy dochází k nejvýznamnějšímu pohybu přepravních jednotek. Tyto procesy nejenže zajišťují největší objem přepravních toků v rámci distribučního centra, ale také představují kritický bod, kterým prochází téměř veškeré produkty přijaté do distribučního centra. Z uvedených skutečností vyplývá zásadní význam těchto procesů pro efektivní fungování distribučního

centra. Funkčnost procesů rozbalení a zaskladnění je přitom neoddělitelně spojena s dostupností a efektivním využitím přepravních jednotek.

8.3 Popis jednotlivých procesů VSM diagramu

Jelikož již byly definovány klíčové procesy, jimž je vhodné se věnovat při analýze toku přepravních jednotek, je nezbytné tyto toky detailně popsat. Struktura popisu je členěna na proces rozbalení, dále proces zaskladnění a související manipulační procesy, které probíhají mezi uvedenými procesními etapami.

Zkoumané procesy:

1. Proces rozbalení
2. Proces zaskladnění
3. Procesy manipulace

Proces rozbalení:

V procesu rozbalování zboží existují dva odlišné přístupy, které se liší zejména způsobem, jakým operátor přijímá krabice se zbožím. V prvním případě jsou kartonové obaly se zbožím doručovány prostřednictvím pásového dopravníku, přičemž operátor v prvním kroku přesune krabici na pracovní plochu. Protože jsou pás a pracovní plocha ve stejné výškové úrovni, manipulace s krabicí spočívá pouze v jednoduchém přesunutí. Po přesunu je zboží na pracovní ploše naskenováno a elektronicky přijato do systému. Na základě tohoto skenování systém automaticky vyhodnotí objem zboží a stanoví počet potřebných přepravních jednotek. Operátor následně umístí přepravku či přepravky na určené místo, provede jejich skenování a připraví je k přijetí obsahu krabice.

V další fázi operátor rozbálí karton a přemístí odpovídající množství zboží do přepravní jednotky, přičemž objem tohoto množství je limitován kapacitou a výškovou hladinou této přepravní jednotky. Pokud systém vyhodnotí, že pro přemístění veškerého obsahu krabice je zapotřebí jediná přepravní jednotka, operátor přesype celý obsah najednou a tuto jednotku, posléze odešle jednoduchým pohybem do pořadníku, odkud je automaticky přepravována dále po dopravním pásu. Pokud ovšem systém určí, že je zapotřebí více přepravních jednotek, operátor postupně skenuje a plní další jednotky, dokud není celý obsah krabice spotřebován. Během tohoto procesu je operátor průběžně informován prostřednictvím obrazovky o počtu zbývajících přepravních jednotek. Po dokončení přemístění veškerého zboží operátor ještě provede jednoduchou úklidovou operaci, která spočívá v komprimaci

prázdné kartonové krabice do co nejplošší formy a jejím přesunutí na horní dopravní pás, určený právě k odvozu prázdných obalů. Tímto krokem se cyklus uzavírá a operátor pokračuje s další zásilkou.

Druhý způsob rozbalování je v zásadě podobný prvnímu, hlavní rozdíl spočívá v tom, že operátor nepřijímá jednotlivé kartony z dopravního pásu, ale ze statické palety umístěné přímo u pracoviště. To znamená, že pracuje s homogenní zásobou zboží stejného typu v kartonovém obalu. V tomto případě operátor přemístí krabici na pracovní plochu přímo z palety, přičemž systém v tomto režimu nepočítá a nenavrhuje požadovaný počet přepravních jednotek. Operátor tedy sám rozhodne o množství zboží vkládaném do každé přepravní jednotky a tento zvolený objem pak opakuje průběžně v celém procesu, neboť na paletě je výhradně identický obsah.

Z hlediska časové náročnosti se mezi oběma popsanými metodami nevyskytují významné rozdíly.

S ohledem na komplexnost daného procesu byl vyhotoven vývojový diagram, jehož účelem je usnadnit jeho vizualizaci a poskytnout přehlednější pohled na jednotlivé kroky a jejich návaznosti. Tento diagram je uveden viz Příloha P I.

Proces zaskladnění:

Proces zaskladnění lze rovněž rozdělit do dvou variant, které se liší v závislosti na typu přepravní jednotky určené k uskladnění.

První typ zaskladnění se týká přepravních jednotek obsahujících různé druhy produktů, které byly naplněny již v předchozím procesu rozbalení. Proces zaskladnění začíná tím, že pracovník manipulace umístí na přibližovací pás vedoucí k operátorovi zaskladnění. Operátor si poté jednotlivé přepravní jednotky samostatně přibližuje po pásu, jenž umožňuje současně umístit až šest jednotek vedle sebe ve dvou řadách, tedy celkově 12 přepravních jednotek. Operátor nicméně v procesu manipulace vždy pracuje pouze s přední řadou umístěných přepravních jednotek. Nad dopravním pásem jsou umístěny skenery, které automaticky snímají jednotlivé přepravky při jejich ručním přibližování, čímž dochází k elektronickému přijetí jednotek do systému zaskladnění. V tomto bodě systém přesně identifikuje druh a množství produktů uvnitř jednotlivých přepravních jednotek a na základě těchto informací operátorovi automaticky přistavuje robotické regály, které disponují odpovídajícím úložným prostorem pro zboží připravené k uskladnění.

Následně operátor vybere z dostupných přepravních jednotek takovou, kterou zamýšlí aktuálně zaskladnit, a označí ji. Po tomto kroku systém v přistaveném robotickém regálu světelně zvýrazní doporučená místa vhodná pro produkty obsažené ve zvolené jednotce. Operátor pak odebírá jednotlivé produkty z označené přepravky, přičemž každý produkt skenuje zvlášť, což systému umožňuje přesnou identifikaci konkrétního naskladňovaného zboží. Po naskenování produktu systém specificky zvýrazní pouze ty úložné prostory, které odpovídají danému typu produktu. Operátor následně samostatně rozhoduje, které z doporučených míst v regálu zvolí pro uložení produktu. Tento způsob práce umožňuje operátorovi značnou flexibilitu; operátor může zaskladňovat produkty buď postupně z jedné přepravky, nebo může volit produkty z různých přepravních jednotek podle toho, jaké regály má v danou chvíli k dispozici. Například v situaci, kdy se v jedné přepravce nacházejí produkty rozdílných rozměrů, může operátor nejprve vyjmout a uložit menší položky, zatímco větší položky uskladní později, jakmile dorazí regály s odpovídajícím úložným prostorem. Výsledkem tohoto postupu může být nerovnoměrná rychlost zpracování jednotlivých přepravních jednotek.

Posledním krokem prvního typu zaskladnění je úklid pracoviště, který spočívá v odebrání prázdných přepravních jednotek z pásu a jejich umístění na sběrné vozíky, známé také jako manipulační prostředky „Qčka“. Tato „Qčka“ slouží k přesunu jak plných, tak prázdných přepravních jednotek v rámci skladových pater distribučního centra.

Druhý typ zaskladnění se od prvního liší zejména tím, že každá přepravní jednotka obsahuje pouze jeden druh produktu. Dalším významným rozdílem je způsob dopravy těchto jednotek k operátorovi. Přepravní jednotky jsou k pracovníkovi dopraveny pomocí výtahu přímo z pásu z předchozího procesu rozbalení, čímž odpadá manipulace pomocí „Qček“ popsaná u první varianty. Operátor zaskladnění si poté, podobně jako v první variantě, sám přibližuje přepravní jednotky po pásu. Po naskenování přepravní jednotky si pracovník opět zvolí produkt podle aktuálně dostupného místa v robotickém regálu a označí ho.

Další krok druhého typu zaskladnění je oproti první variantě více konzistentní a spočívá v tom, že operátor postupně kompletně vyskladní obsah zvolené přepravní jednotky. Operátor se tedy vždy plně soustředí na jednu konkrétní přepravku a produkty z ní zaskladňuje jednotlivě, dokud není prázdná. Po umístění veškerého obsahu přepravní jednotky do regálu je pracovníkem provedeno skenování příslušného regálového prostoru s potvrzením počtu vložených produktů.

Stejně jako v první variantě je i zde závěrečným krokem úklid pracoviště, tedy odebrání prázdné přepravní jednotky z pásu a její uložení na již zmíněný manipulační prostředek „Qčko“.

Také pro proces zaskladnění byl zpracován vývojový diagram, jehož cílem je podpořit lepší vizualizaci daného procesu a usnadnit porozumění jeho logické posloupnosti. Diagram je přiložen viz Příloha P II.

Procesy manipulace:

Proces manipulace lze v tomto konkrétním případě rozčlenit do čtyř úrovní. Toto dělení reflektuje jak jednotlivé fáze procesu, tak také druh manipulačního prostředku, který je využíván.

Prvním typem manipulace je přemístění přepravních jednotek za pomoci pásového dopravníku, a to v úseku mezi procesem rozbalení a procesem následného zaskladnění. Po rozbalení a naplnění přepravních jednotek zbožím jsou tyto jednotky odeslány prostřednictvím dopravníkového systému do skladovacích pater distribučního centra. Dopravníkové pásy používané v tomto procesu mají proměnlivou rychlost, která se pohybuje v rozmezí od 0,4 m/s do 1 m/s. Proměnlivost rychlosti je dána především bezpečnostními požadavky. V oblastech s intenzivním pohybem pracovníků je rychlost pásu snižována. Dalším faktorem pro snížení rychlosti je technická nutnost zpomalit v místech spojení více pásů, aby nedošlo k poškození samotného zboží nebo dopravního zařízení.

Konkrétně k těmto situacím dochází tam, kde se jednotlivé pásy setkávají nebo jsou spojovány do jednoho pásového dopravníku. Například u procesu rozbalení existují tři paralelní linky, ze kterých následně vycházejí tři samostatné pásové dopravníky. K nim jsou dále připojeny další dva pásové dopravníky. První z nich vede od paletového příjmu přepravních jednotek, kde jsou palety automaticky rozebírány robotickým ramenem a přepravní jednotky jsou kladeny přímo na pás. Druhý pás směřuje z vykládky kamionu, přičemž na tento dopravník se umisťují samostatné přepravní jednotky, jak bylo popsáno v části věnované procesu příjmu. Výsledkem je situace, kdy je nezbytné spojit pět samostatných dopravníků do jednoho hlavního pásu. Proto je do systému zařazen také dodatečný dopravníkový pás ve formě uzavřeného okruhu, který slouží jako záložní a zajišťuje, že přepravní jednotka, která nebyla zařazena do spojení napoprvé, může pás objet dokola a následně se zařadit do procesu sdružování pásu znova, tentokrát však s lepší

zařazovací pozicí. Na tento pás jsou přepravní jednotky zařazovány na základě logiky FIFO (first in first out).

Po sloučení na hlavní pás jsou přepravní jednotky rozváženy do jednotlivých skladových pater k procesu zaskladnění. Jakmile přepravka dorazí do příslušného patra, nastávají dvě možnosti jejího doručení na konkrétní stanoviště zaskladnění. Po příjezdu je každá přepravní jednotka automaticky naskenována, načež systém vyhodnotí její obsah. Pokud se jedná o přepravku s jednotným sortimentem, pokračuje pásovou dopravou k výtahu, který ji následně spustí na konkrétní stanoviště zaskladnění. V případě, že není dostupný žádný výtah, přepravní jednotka cirkuluje na pásu, dokud se výtah neuvolní. Tento cyklus však není neomezený; přepravní jednotka má maximálně pět pokusů, pokud ani při jednom pokusu nedojde k jejímu zařazení, je automaticky odkloněna na vedlejší dopravník. Tato boční dopravníková linka zároveň slouží také pro přepravní jednotky s různorodým sortimentem, které jsou tam přesouvány ihned po prvotním naskenování.

Druhý typ manipulace představuje následný přesun přepravek na jednotlivá stanoviště zaskladnění pomocí speciálních manipulačních vozíků, tzv. „Qčkových“ vozíků. Tyto vozíky slouží nejen pro doručování přepravek na pracoviště, ale zejména ke sběru prázdných přepravních jednotek, které jsou po dokončení zaskladnění shromažďovány do stohů po jedenácti kusech. Jeden „Qčkový“ vozík je schopen pojmout 44 těchto jednotek. Vozíky pak přepravují prázdné přepravní jednotky na strategické sběrné body v blízkosti nákladních výtahů, nebo sektorů vychystávání, kde jsou jednotky následně umístěny na palety.

Třetí úroveň manipulace spočívá v přepravě palet naložených prázdnými přepravními jednotkami za pomoci nákladních výtahů zpět do přízemí distribučního centra. Každá paleta pojme 44 prázdných přepravních jednotek, přičemž nákladní výtah disponuje kapacitou šesti palet současně.

Čtvrtou a poslední úroveň manipulace je přeprava palet pomocí ručních paletových vozíků. Po vyložení z výtahu v přízemí jsou palety nejprve umístěny do tzv. bufferu. Do tohoto bufferu jsou přepravní jednotky umísťovány dle logiky LIFO (last in first out). Z tohoto důvodu se může doba čekání jednotlivých přepravních jednotek lišit. Následně jsou z počátečního bufferu palety ručně, za pomoci paletového vozíku, přesouvány do sekundárního bufferu, jenž slouží jako mezisklad v rámci přiblížení jednotek k finálnímu a zároveň počátečnímu procesu rozbalení. Z druhého bufferu jsou palety s jednotkami distribuovány dále do příslušných sektorů, kde probíhá samotný proces rozbalení.

8.4 Snímkování dílčích procesů

Záměrem této činnosti bylo analyzovat časovou náročnost jednotlivých procesů mezi operacemi rozbalení a zaskladnění s cílem stanovit celkovou délku toku přepravních jednotek v rámci uzavřeného logistického okruhu. Tedy od procesu rozbalení zpět k témuž procesu. Analýza byla zaměřená na sledování časových hodnot jak jednotlivých operací prováděných na stanovištích v rámci tohoto toku, tak i na procesy manipulace mezi nimi.

U procesů rozbalení a zaskladnění bylo snímkování prováděno na úrovni jedné přepravní jednotky, zatímco u procesů manipulace probíhalo měření na úrovni manipulačních jednotek, z nichž každá současně přepravovala 44 kusů přepravních jednotek. Další specifickou výjimku představovala manipulace s pomocí vozíku typu „Q“ v lokalitě A. V tomto případě je vozík schopen přepravit maximálně 12 přepravních jednotek, což je dáno skutečností, že tyto jednotky jsou plně naložené. V důsledku toho je jejich stohování výrazně náročnější, což omezuje celkovou kapacitu manipulace. Všechny zaznamenané časové hodnoty jsou uváděny v sekundách.

Měření bylo realizováno v průběhu tří týdnů v různých dnech a za účasti různých pracovníků. Pro účely analýzy byly jednotlivé procesy rozděleny na čistý čas trvání procesu (označený v tabulce jako „C/T“) a na čas potřebný k úklidu a přenastavení pracoviště (označený jako „C/O“). U snímkování pracovníka manipulace s ručním paletovým vozíkem „A“ nebyl čas úklidu a přenastavení zaznamenán, neboť se tento čas v rámci daného procesu nevyskytuje.

I když tabulka obsahuje pouze 10 hodnot pro každý proces, je to z důvodu objemnosti dat snímkaných procesů. Z naměřených hodnot byly následně vypočteny statistické ukazatele jako je průměr, medián, směrodatná odchylka a variační koeficient. Tyto výpočty, byly provedeny na základě celého souboru měřených dat. Výše zmíněná tabulka je ve formě obrázku dostupná viz Příloha P III.

8.5 Value Stream Mapping

Pro účely názorné identifikace a eliminace plýtvání byl sestaven diagram hodnotového toku (Value Stream Mapping – VSM), jenž představuje analytický nástroj Lean managementu. Tento nástroj slouží zejména k odhalení zdrojů plýtvání, úzkých míst a překážek v podnikových procesech a zároveň umožňuje navrhnout opatření směřující ke zvýšení efektivity, snížení nákladů a zvýšení hodnoty poskytované zákazníkům.

Diagram hodnotového toku (Value Stream Mapping – VSM) byl sestaven pro konkrétní materiálový tok přepravních jednotek. Zaměření na tento specifický materiálový okruh bylo zvoleno z důvodu jeho významu, neboť představuje hlavní zpětný tok přepravních jednotek v rámci vybraného distribučního centra. VSM diagram proto explicitně zobrazuje právě tento materiálový tok. Celkem je ve VSM diagramu zachyceno osm jednotlivých procesů spolu s čekacími dobami mezi nimi. V rámci procesů manipulace, konkrétně při použití „Q“ vozíků a manipulace pomocí „paletáku“, dochází k rozdělení těchto operací do kategorií označených písmeny (A, B). Toto rozčlenění bylo provedeno z důvodu, že se identické procesy pod stejným názvem vyskytují ve VSM diagramu vícekrát. Abecední označení tak umožňuje jejich jednoznačné rozlišení a přehlednější interpretaci v rámci analýzy hodnotového toku. Časové údaje uvedené v diagramu reprezentují průměrné hodnoty, získané na základě samostatně provedeného časového snímkování a z dat poskytnutých firmou. Rozdílnost velikosti manipulačních dávek, která je v diagramu zobrazena, vychází z omezení spojených s manipulací těchto jednotek v rámci daného toku. Tento VSM diagram je zobrazený viz Příloha P IV.

Procesy zachycené ve VSM byly následně klasifikovány na procesy přinášející hodnotu zákazníkovi a na procesy bez přidané hodnoty. Mezi procesy přidávající hodnotu byly zařazeny procesy rozbalení a zaskladnění. Ostatní procesy, které se týkají manipulace se zbožím, byly vyhodnoceny jako nehodnotné, neboť nepřinášejí žádný přímý užitek zákazníkovi. Z toho důvodu se analýza detailně zaměřila právě na tyto nehodnotné procesy a na čekací doby mezi těmito procesy. Čekací doby totiž negativně ovlivňují rychlost materiálového toku a vedou ke zvyšování zásob mezi jednotlivými procesy.

Na základě výsledků analýzy VSM a rozhovorů s odpovědnými pracovníky bylo zjištěno, že k největšímu hromadění přepravních jednotek dochází před procesem přesunu pomocí nákladního výtahu. Tento problém vzniká kvůli určené kapacitě výtahu, který musí najednou přepravovat šest palet jednotek. Podobná situace byla identifikována také po procesu přepravy výtahem. Zde však existuje zásobník umožňující dočasné uskladnění přepravních jednotek. Proto je prioritním cílem urychlit přesun těchto přepravních jednotek do přízemí distribučního centra.

Informační tok:

Znáznorňuje tok informací a dat od okamžiku přijetí zboží do procesu rozbalení až po konečné doručení přepravních jednotek zpět k původnímu procesu rozbalení. Tento informační tok představuje klíčový aspekt pro porozumění vazbám mezi jednotlivými

procesy a efektivnímu využití podpory ze strany informačního systému. Mapování těchto informačních toků umožňuje identifikovat příležitosti pro zlepšení a eliminovat zbytečné prodlevy a zdržení v jednotlivých procesech.

Materiálový tok:

Zahrnuje jednotlivé fyzické procesy představující pohyby zboží v přepravních jednotkách a jejich následný zpětný tok. Vizualizace materiálového toku přispívá k identifikaci možných zdrojů plýtvání, úzkých míst a neefektivních činností v jednotlivých procesech. Díky vizualizaci tohoto toku je možné eliminovat nepotřebné operativní zásoby, časová zpoždění a neefektivní kumulace materiálu. Využití tohoto nástroje vede k celkovému zvýšení efektivity, zkrácení průběžných dob zpracování a dosažení požadované plynulosti procesů, což se pozitivně odráží v nárůstu spokojenosti zákazníků.

Ukazatel celkové doby procesů:

Tato část VSM diagramu představuje časovou posloupnost jednotlivých procesů a jejich zpracování. Po zahrnutí všech naměřených hodnot časové náročnosti jednotlivých procesů jsou tyto hodnoty sečteny, čímž je získán celkový čas viz (Obrázek 4) potřebný pro realizaci daného toku viz Příloha P IV.

Čas zpracování	3 h 35 min
Čas procesu	1 h 35 min

Obrázek 4 Celkový čas realizace daného toku

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

Při sestavování VSM byly jednotlivé parametry strukturovány podle konkrétních operací, což umožnilo přesnější identifikaci potenciálních oblastí pro zlepšení.

Definované parametry jednotlivých procesů:

- C/T (Cycle Time) – čas potřebný k dokončení operace v sekundách,
- C/O (Change Over Time) – čas potřebný k přenastavení pracoviště v sekundách,
- Uptime – využití pracovníka vyjádřeno v procentech v procentech,
- Shift – délka směny pracovníka v sekundách,
- Oper – počet pracovníků vykonávající operaci,
- Quant – dávka, na kterou je proces měřen v kusech.

Na následujícím obrázku viz (Obrázek 5) jsou znázorněny definované parametry používané při analýze v rámci metody mapování hodnotového toku (VSM) jako příklad u procesu zaskladnění.

Process	
Zaskladnění	
C/T	2587s
C/O	151s
UpTime	8,90%
Shift	30780s
Oper	61
Quant	44

Obrázek 5 Definované parametry procesu zaskladnění

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

9 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ANALÝZY

Předmětem této části je shrnutí výsledků analýzy aktuálního stavu a identifikace úzkých míst v procesech materiálového toku přepravních jednotek.

9.1 Identifikace úzkých míst

V rámci identifikace úzkých míst bylo zaměření věnované procesům rozbalení a zaskladnění. Dále byl záměr identifikace zjištění možných úzkých míst v oblastech manipulace mezi těmito procesy, a to jak v dopředném toku, tak ve zpětném toku přepravních jednotek. Za pomoci snímkování a následné vizualizace ve VSM diagramu bylo zjištěno možné omezené proudění materiálového toku mezi těmito procesy. Konkrétně bylo zjištěno dlouhé čekání na určenou dávku výtahu, díky čemuž se zde kumuluje zásoba přepravních jednotek a dochází tak ke zpomalení proudění těchto přepravních jednotek. Díky čemuž je materiálový tok méně efektivní a zásadním způsobem to ovlivňuje výslednou celkovou dobu trvání přepravy mezi procesy zaskladnění a rozbalení.

Uvedené omezení je patrné z VSM diagramu, jak je znázorněno viz Příloha P IV. Z diagramu je patrné výrazné prodloužení čekací doby před procesem manipulace pomocí nákladního výtahu a rovněž bezprostředně po jeho dokončení. Jak však bylo výše uvedeno, po přemístění přepravních jednotek do přízemí prostřednictvím nákladního výtahu již nedochází k tak výrazným problémům s nedostatkem prostoru pro jejich dočasné uskladnění. Nejvýrazněji se tento problém projevuje ve skladovacích patrech.

10 VYUŽITÍ NÁKLADNÍHO VÝTAHU JAKO NÁVRH OPATŘENÍ PRO ZLEPŠENÍ TOKU PŘEPRAVNÍCH JEDNOTEK

Předmětem této části je návrh opatření pro zlepšení zpětného toku přepravních jednotek mezi procesy zaskladnění a rozbalení. Veškerá uvedená opatření jsou aplikována na manipulační proces nákladního výtahu, který byl identifikován a analyzován pomocí metod Value Stream Mapping (VSM) a Theory of Constraints (TOC).

Za účelem identifikace efektivnějšího toku přepravních jednotek u procesu přepravy nákladním výtahem bude provedeno srovnání následujících klíčových ukazatelů: doba strávená čekáním, časové využití nákladního výtahu, míra kapacitního využití nákladního výtahu a náklady spojené s přepravou. Tyto aspekty představují zásadní kritéria pro hodnocení celkové efektivity vybraného procesu.

Vzhledem k zjištění kumulace přepravních jednotek před zmíněným nákladním výtahem bylo zapotřebí podívat se na jeho časové využití, a to především pro jeho efektivní využívání, které by mohlo přispět ke zlepšení toku těchto přepravních jednotek.

Pro zjištění efektivního využití tohoto výtahu bylo vytvořeno schéma různých možných způsobů přepravy paletových jednotek. Schéma je stavěné na následujícím principu – první číslo představuje počet palet, které bude naráz přemísťováno z druhého patra, další čísla oddělená středníkem jsou pak představitelé dalších pater a číslo představuje množství palet z těchto pater přemísťovaných. Typy možných schémat jsou pak označeny v abecedním pořadí viz tabulka 1.

Různé typy schémat měly představovat různé možnosti přepravní dávky daného výtahu. Navržená schémata byla založena na jedné klíčové logické podmínce: přepravní dávky musely být přiřazovány jednotlivým patrům v rostoucím pořadí směrem vzhůru. Tato podmínka vycházela z předpokladu, že s rostoucí výškou pater dochází k prodlužování času potřebného pro přemístění výtahu. Další podmínkou je, že při manipulaci musí být vždy přepravovány minimálně dvě palety. Přeprava pouze jedné palety by byla neefektivní, vedla by k nadměrné frekvenci přejezdů a tím i k neúměrnému zatížení procesu. Zároveň platí, že schéma nesmí pracovat s počtem pěti palet, protože absence jedné palety by již nevedla k významné změně oproti maximálnímu využití kapacity, tedy šesti paletám. Tyto vybrané typy schémat budou použity a znázorněny v každém zkoumaném parametru. Původní schéma přemístění přepravních jednotek je v tabulce označeno jako „SERIE“.

Tabulka 1 Schémata možných dávek na patra

Označení schémat	Schéma počtu palet na jednotlivá patra
A	druhé patro 3; třetí patro 6; čtvrté patro 6
B	druhé patro 3; třetí patro 3; čtvrté patro 6
C	druhé patro 3; třetí patro 3; čtvrté patro 3
D	druhé patro 2; třetí patro 4; čtvrté patro 6
E	druhé patro 2; třetí patro 2; čtvrté patro 2
F	druhé patro 4; třetí patro 4; čtvrté patro 6
G	druhé patro 4; třetí patro 4; čtvrté patro 4
H	druhé patro 2; třetí patro 2; čtvrté patro 6
CH	druhé patro 2; třetí patro 3; čtvrté patro 6
I	druhé patro 2; třetí patro 2; čtvrté patro 4
J	druhé patro 2; třetí patro 3; čtvrté patro 3
K	druhé patro 2; třetí patro 3; čtvrté patro 4
L	druhé patro 2; třetí patro 4; čtvrté patro 4
SERIE	druhé patro 6; třetí patro 6; čtvrté patro 6

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

10.1 Časové využití výtahu

Jako první pro zjištění časového využití nákladního výtahu bylo zapotřebí se podívat na jeho celkový čas provozu a porovnat ho s reálným časovým využitím. K tomu bylo zapotřebí vědět průměrný počet přepravních jednotek, které se kumulují na jednotlivých patrech.

Vyprodukovaný počet přepravek po zaskladnění:

$$\text{Počet přepravek} = \frac{\text{počet zaskladněných položek} \times \text{počet zaměstnanců na zaskladnění}}{\text{průměrný počet položek na jednu přepravní jednotku}} \quad (1)$$

Po stanovení celkového počtu přepravních jednotek vztahujících se k celému distribučnímu centru bylo nezbytné tento údaj dále rozdělit podle jednotlivých pater, a to vydělením celkového počtu kumulovaných jednotek počtem jednotlivých pater. Jelikož byla vstupní data ze strany společnosti poskytnuta v podobě hodin, bylo pro účely dalšího výpočtu nutné tuto hodnotu převést na produkci za celou pracovní směnu. Denní směna ve zkoumané firmě trvá od 7:00 do 16:30 hodin, přičemž po odečtení pauzy na oběd a dalších přestávek stanovených interním provozním řádem činí čistý pracovní čas 8,55 hodiny. Tento časový údaj byl následně využit k přepočtu hodinové produkce přepravních jednotek na celkovou směnovou produkci.

Následně bylo zapotřebí, podle kapacity výtahu, z tohoto zjištěného čísla dopočítat, kolikrát bude tento výtah za potřeby v jednotlivých patrech, tak aby byly přepraveny veškeré

přepravní jednotky za danou směnu. Další věc, kterou bylo třeba určit, je průměrný čas, který stráví výtah přepravou jednotek z konkrétních pater – ten byl pro každé patro odlišný, jelikož vycházel z času potřebného na naložení a vyložení palet, což se v rámci počtu nakládání palet liší. Zároveň musíme brát v potaz samotný čas, který je za potřebí k tomu, aby výtah vyjel do určitého patra a zase zpět. Uvedené časové údaje vycházely z empiricky naměřených hodnot. Jedinou proměnnou, která ovlivňovala výsledky, byl rozdílný počet palet nakládání v jednotlivých dávkách. Tato variabilita byla řešena prostřednictvím zlomků, které umožnily přepočítat na standardizovanou jednotku. Například v případech, kdy byly nakládány pouze dvě palety, což představuje jednu třetinu ze šesti palet použitých při snímkování, bylo naměřené časové hodnoty třeba upravit vynásobením příslušným zlomkem (1/3). Tímto způsobem bylo možné přesněji určit průměrný čas strávený přepravou na jednotlivé patra distribučního centra.

Tabulka 2 Stanovení průměrného času stráveného přesunem

Patro	Průměrný čas převozu na patro v sekundách	Počet přepravek Ks	Počet jízd	Čas strávený přesunem v sekundách	K
2	259	1 848	21	5 431	
3	354	1 848	14	4 955	
4	449	1 848	10	4 717	
		celkem	45	15 103	

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

V tabulce 2 uvedené výše je znázorněn postup výpočtu pro jednotlivá schémata přepravy palet. Zvýrazněné výsledné číslo představuje celkový čas v sekundách, který je strávený za směnu přemísťováním přepravních jednotek. Je zde vidět počet jízd na jednotlivá patra v závislosti na času stráveném na jednu jízdu na každé patro. Dále je zde znázorněný čas strávený přesunem v rámci jednotlivých pater, z čehož vyplývá výše zmíněný celkový čas. Velké písmeno „K“ v rohu tabulky je pak abecední označení konkrétního vybraného schématu. V tomto případě se jedná o schéma, kdy se z druhého patra sváží po 2 paletách, z třetího patra se sváží po 3 paletách a z v posledního čtvrtého patra se sváží po 4 paletách.

Poté, co byly zjištěny celkové časy přepravy u všech typů schémat, byly tyto hodnoty přemísťovány do tabulky viz tabulka 3 za účelem lepší vizualizace daného času stráveného přesunem.

Tabulka 3 Časy strávené přesunem

Označení schémat	V sekundách	V minutách	V hodinách	Čas přesunu
A	9 882	165	3	2h 44m 42s
B	12 373	206	3	3h 26m 13s
C	14 865	248	4	4 h 7 m 45 s
D	12 863	214	4	3h 34m 23s
E	20 827	347	6	5h 47m 7 s
F	10 638	177	3	2h 57m 18s
G	11 883	198	3	3h 18m 3 s
H	15 844	264	4	4h 24m 4 s
CH	13 857	231	4	3h 50m 57s
I	17 090	285	5	4h 44m 50s
J	16 348	272	5	4h 32m 28s
K	15 103	252	4	4h 11m 43s
L	14 109	235	4	3h 55m 9 s
SERIE	8 904	148	2	2h 28m 24s

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

V příložené tabulce 3 nás pro další výpočet budou zajímat hodnoty v sekundách strávené přepravou v rámci jednotlivých schémat. Celkový čas, kdy byl výtah dostupný představuje po odečtení přestávek 8,55 h. (30 780 sekund). Tímto celkovým časem pak budeme dělit jednotlivé časy uvedené v tabulce pro jednotlivé typy schémat.

Výpočet časového využití výtahu:

$$\text{Časové využití } v (\%) = \frac{\text{celkový čas provozu}}{\text{celkový dostupný čas}} \times 100 \quad (2)$$

Na další příložené tabulce viz tabulka 4 je již uvedeno výše zmíněné schéma pro dávky na určitá patra. Všechna tato navrhovaná schémata jsou porovnávána se současným schématem. V tabulce 4 jsou hodnoty potřebné pro výpočet časového využití výtahu viz vzorec (2), přičemž celkový čas provozu je výsledkem součtu času obsaženého v buňkách čas provozu a čas dostupný. Tyto hodnoty jsou uvedené v sekundách pro dosažení větší přesnosti při následujících výpočtech.

Tabulka 4 Časové využití výtahu

Označení schémat	Čas dostupný v sekundách	Čas provozu v sekundách	Procento využití	Schéma
A	20 898	9 882	32 %	3; 6; 6
B	18 407	12 373	40 %	3; 3; 6
C	15 915	14 865	48 %	3; 3; 3
D	17 917	12 863	42 %	2; 4; 6
E	9 953	20 827	68 %	2; 2; 2
F	20 142	10 638	35 %	4; 4; 6
G	18 897	11 883	39 %	4; 4; 4
H	14 936	15 844	51 %	2; 2; 6
CH	16 923	13 857	45 %	2; 3; 6
I	13 690	17 090	56 %	2; 2; 4
J	14 432	16 348	53 %	2; 3; 3
K	15 677	15 103	49 %	2; 3; 4
L	16 671	14 109	46 %	2; 4; 4
SERIE	21 876	8 904	29 %	6; 6; 6

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

10.2 Průměrná doba čekání na jednu dávku

V této části bylo díky výsledným časovým hodnotám možné zjistit čas, který stráví přepravní jednotky čekáním na nákladní výtah. Časy strávené čekáním jsou opět vztaženy na jednotlivé typy schémat a porovnané se současným stavem.

Průměrná doba se liší v závislosti na počtu palet, které je potřeba nashromáždit na další dávku nutnou ke svezení. Hodnoty uvedené pod jednotlivými patry a jejich průměr jsou časové hodnoty, které jsou znázorněny v minutách. Časy vztahující se k jednotlivým patrům byly stanoveny podle následující metodiky. Nejprve bylo nutné znát rychlost, s jakou se přepravní jednotky kumulují na jednotlivých patrech. Tento údaj, získaný v předchozích krocích, sloužil jako základ pro výpočet. Výpočet spočívá ve vydělení přepravní dávky hodinovým množstvím kumulovaných přepravních jednotek, čímž byl získán časový údaj v hodinách. Následně byl pro lepší přehlednost tento čas převeden na minuty vynásobením koeficientem 60 viz vzorec (3). Výsledkem je čas, po který je nutné čekat na naplnění požadované přepravní dávky na konkrétním patře. Z těchto jednotlivých časů byl následně vypočítán průměr, který slouží jako referenční hodnota pro další postup viz tabulka 5.

Tabulka 5 Stanovení doby čekání

Označení schémat	Čas strávený čekáním v minutách				Schéma
	2 patro	3 patro	4 patro	Průměr	
A	37	73	73	61	3; 6; 6
B	37	37	73	49	3; 3; 6
C	37	37	37	37	3; 3; 3
D	24	49	73	49	2; 4; 6
E	24	24	24	24	2; 2; 2
F	49	49	73	57	4; 4; 6
G	49	49	49	49	4; 4; 4
H	24	24	73	41	2; 2; 6
CH	24	37	73	45	2; 3; 6
I	24	24	49	33	2; 2; 4
J	24	37	37	33	2; 3; 3
K	24	37	49	37	2; 3; 4
L	24	49	49	41	2; 4; 4
SERIE	73	73	73	73	6; 6; 6

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

Výpočet doby strávené čekáním přepravních jednotek:

$$\text{Doba čekání na dávku} = \frac{\text{přepravovaná dávka}}{\text{kumulované množství přepravek}} \times 60 \quad (3)$$

10.3 Kapacitní využití výtahu

V další části bylo soustředění věnované kapacitnímu využití nákladního výtahu. Výsledné kapacitní využití je v procentech a vztažené na jednotlivé typy schémat, jak tomu bylo doposud.

V tabulce 6 jsou znázorněny počty převážených přepravních jednotek na jednotlivá patra v rámci sledovaného typu schémat. Tyto hodnoty vycházejí z počtu přepravovaných palet, přičemž je známo, že na jedné paletě je umístěno 44 přepravních jednotek. Na základě této informace bylo možné jednoduše převést počet palet na počet jednotek prostým vynásobením uvedenou hodnotou. Výsledná čísla jsou uvedena v tabulce 6 v kusech, přičemž z těchto údajů byl následně vypočten průměr pro daný typ schématu.

Tabulka 6 Kapacitní využití výtahu

Kapacitní využití výtahu	Počet převážených přepravek na patro v Ks					
Označení schémat	2 patro	3 patro	4 patro	Průměr	Schéma	Kapacitní využití výtahu
A	132	264	264	220	3; 6; 6	83 %
B	132	132	264	176	3; 3; 6	67 %
C	132	132	132	132	3; 3; 3	50 %
D	88	176	264	176	2; 4; 6	67 %
E	88	88	88	88	2; 2; 2	33 %
F	176	176	264	205	4; 4; 6	78 %
G	176	176	176	176	4; 4; 4	67 %
H	88	88	264	147	2; 2; 6	56 %
CH	88	132	264	161	2; 3; 6	61 %
I	88	88	176	117	2; 2; 4	44 %
J	88	132	132	117	2; 3; 3	44 %
K	88	132	176	132	2; 3; 4	50 %
L	88	176	176	147	2; 4; 4	56 %
SERIE	264	264	264	264	6; 6; 6	100 %

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

Pro určení kapacitního využití nákladního výtahu byl tento vypočtený průměr porovnán s maximální kapacitou výtahu, která činí šest palet, tedy celkem 264 přepravních jednotek. Výsledný poměr byl následně vynásoben stem, aby mohl být vyjádřen v procentech a sloužil jako ukazatel míry kapacitního využití přepravního zařízení viz tabulka 6.

Výpočet kapacitního využití výtahu:

$$\text{Kapacita výtahu } v (\%) = \frac{\text{počet přepravovaných jednotek}}{\text{maximální počet přepravovaných jednotek}} \times 100 \quad (4)$$

10.4 Náklady na přepravu

Posledním sledovaným kritériem jsou náklady na přepravu nákladním výtahem. V tomto případě se sledovaly náklady na jednotlivé jízdy a náklady celkově. Hlavními náklady sledovanými u takového nákladního výtahu jsou náklady za elektřinu a jejich proměnlivost s různými počty jízd výtahu a času na jednotlivé jízdy. Práce samotných zaměstnanců zde není započítána, jelikož s rostoucím počtem jízd se nezvednou náklady spojené s manipulační prací.

Průměrné ceny silové elektřiny pro podnikatelské subjekty v České republice se k dubnu 2025 pohybují v rozmezí od 2 500 Kč do 3 000 Kč za megawatthodinu (MWh) bez DPH. Podle údajů serveru Ušetřeno.cz dosahuje průměrná cena elektřiny 2 602 Kč/MWh bez DPH (UŠETŘENO, 2025). Pro výpočet spotřeby elektrické energie na jednu jízdu lze vycházet z výkonových parametrů podobných používanému nákladnímu výtahu, které se dle Lödige Industries (2025) pohybují v rozmezí 2,5 kW až 13,5 kW. Na základě těchto údajů je možné stanovit spotřebu elektrické energie nákladního výtahu na jednotlivou jízdu.

Výpočet nákladů na provoz výtahu pro jednotlivá patra vycházel z časového intervalu potřebného k jeho přesunu z přízemí do požadovaného patra a následně zpět do výchozího bodu. Výsledná kalkulace byla dále ovlivněna množstvím elektrické energie, kterou výtah spotřebuje za jednotku času. Z předchozích údajů bylo možné určit spotřebu elektrické energie výtahu během jedné minuty provozu. Tato hodnota byla násobená celkovým časem jízdy do příslušného patra a zpět, čímž byly stanoveny náklady na energii spojené s každým patrem pro jednu jízdu výtahu, jak uvádí obrázek viz Příloha P V.

$$\text{Náklady na jízdu} = \text{čas jízdy výtahu} \times \text{spotřeba na minutu jízdy výtahu} \quad (5)$$

Další částí výpočtu bylo stanovení nákladů pro jednotlivá patra. Zde se vycházelo z již vypočtených nákladů na jednu jízdu, které byly následně jednoduše vynásobeny počtem jízd realizovaných během jedné pracovní směny u každého patra. Poslední sloupec v tabulce na přiloženém obrázku viz Příloha P V reprezentuje celkové náklady, které byly získány součtem nákladů všech jednotlivých pater, čímž byly určeny konečné náklady pro každé zvolené schéma v průběhu jedné pracovní směny. Veškeré náklady jsou v tabulce, obsažené viz Příloha P V, uváděné v korunách.

10.5 Saatyho Metoda

Pro objektivní a komplexní porovnání klíčových ukazatelů, které byly doposud analyzovány, tedy doby strávené čekáním, časového využití nákladního výtahu, míry kapacitního využití nákladního výtahu a nákladů spojených s přepravou, je vhodné využít Saatyho metodu. Jednotlivé ukazatele jsou tak vzájemně porovnávány ve dvojicích, což vede k určení jejich vah a výslednému stanovení jejich priority či významu.

Prvním krokem v rámci daného postupu je stanovení hlavního cíle, tedy určení konkrétních kritérií, která budou následně vzájemně porovnávána s cílem posouzení jejich přínosu či užitečnosti.

V kontextu této práce se jedná o následující sadu kritérií:

1. Časové využití výtahu
2. Čas strávený čekáním
3. Kapacita výtahu
4. Náklady na provoz

Zvolená kritéria jsou následně převedena do podoby maticové tabulky, v níž je na základě vzájemného porovnávání jednotlivých prvků určena relativní váha každého z nich. Vzhledem k tomu, že analýza zahrnuje čtyři kritéria, výsledná matice má podobu čtvercové tabulky o rozměru 4×4 polí viz tabulka 7.

Tabulka 7 Matice vah pro určené kritéria

Matice	1	2	3	4	Výpočet váhy		Váhy	Kritérium
1	1,00	1,00	2,00	3,00	6	1,57	0,35	K1
2	1,00	1,00	2,00	3,00	6	1,57	0,35	K2
3	0,50	0,50	1,00	2,00	0,50	0,84	0,19	K3
4	0,33	0,33	0,50	1,00	0,06	0,49	0,11	K4
					součet	4,46	1,00	

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

V sestavené matici dochází k párovému porovnání jednotlivých kritérií, přičemž se zohledňuje jejich relativní důležitost. Například lze v tabulce 7 zaznamenat, že první kritérium je považováno za dvakrát významnější než třetí. Po úplném vyplnění matice je třeba přistoupit k výpočtu vah jednotlivých kritérií.

V úvodní fázi výpočtu je nezbytné vytvořit tzv. normalizovanou matici. Té je dosaženo tak, že každá hodnota v matici je vydělena součtem hodnot ve sloupci, v němž se nachází. Z normalizované matice se následně určí váhy jednotlivých kritérií prostřednictvím výpočtu aritmetického průměru hodnot v jednotlivých řádcích.

Alternativní a časově méně náročnou metodou je přístup, při němž se hodnoty v jednotlivých řádcích původní matice mezi sebou vynásobí a z výsledného součinu se vypočítá čtvrtá odmocnina – což odpovídá počtu porovnávaných kritérií. Následně se všechny tyto odmocněné hodnoty sečtou a každá jednotlivá hodnota se vydělí tímto součtem. Tímto způsobem jsou určeny relativní váhy kritérií.

Správnost výpočtu je možné ověřit součtem všech získaných vah, který by měl být roven jedné. Tato verifikace je názorně uvedena v příložené tabulce 7.

Dalším krokem je za potřebí ověřit konzistenci zobrazené matice. Za tímto účelem se vytvoří nová tabulka viz tabulka 8, kde se bude počítat s jednotlivými již dopočítanými hodnotami.

Tabulka 8 Matice vektoru

	Součin matice vektoru				součet
K1	0,351	0,351	0,378	0,328	1,408
K2	0,351	0,351	0,378	0,328	1,408
K3	0,175	0,175	0,189	0,219	0,759
K4	0,117	0,117	0,095	0,109	0,438

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

Tabulka 8 znázorňuje výpočet váženého součinu, při němž je každý řádek původní porovnávací matice vynásoben celým vektorem vypočtených vah. Výsledkem této operace je nový vektor, kde každá hodnota představuje součet součinů prvků daného řádku s odpovídajícími váhami. Tento výpočet slouží k ověření konzistence rozhodovací matice a je nezbytný pro další krok – výpočet maximálního vlastního čísla $\lambda_{\max}$.

Tabulka 9 Kritéria λ_i

Kritérium	λ_i
K1	4,014401
K2	4,014401
K3	4,008634
K4	4,004076

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

Následně je každý z těchto součtů vydělen vahou příslušného kritéria, čímž se získá hodnota λ_i , která je zobrazena viz tabulka 9 výše. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 9 a slouží jako podklad pro výpočet průměrného vlastního čísla $\lambda_{\max}$, které se určí jako aritmetický průměr všech čtyř hodnot λ_i . Výsledné $\lambda_{\max}$ je poté využito při výpočtu indexu konzistence (CI) a poměru konzistence (CR), které slouží k posouzení spolehlivosti a logické soudržnosti zadaných preferencí mezi kritérii.

Tabulka 10 Tabulka ověření konzistence

Ověření konzistence	
$\lambda_{\max}$	4,0104
CI	0,0035
RI	0,90
CR	0,0038

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

Výpočet indexu konzistence:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

Výpočet poměru konzistence:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

Hodnoty náhodného indexu (RI) použité pro výpočet konzistenčního poměru (CR) viz tabulka 10 byly převzaty z původní práce Saatyho (1980), který jejich hodnoty stanovil na základě simulací náhodně generovaných matic (Saaty, 1980). Konzistenční poměr (CR) slouží k posouzení logické soudržnosti hodnocení v porovnávací matici. Hodnoty CR pod hranicí 0,10 jsou obecně považovány za přijatelně konzistentní (Saaty, 1980).

10.6 Metoda váženého součtu

Po stanovení vah jednotlivých kritérií pomocí Saatyho metody lze v rozhodovacím procesu dále pokračovat aplikací metody váženého součtu. Než však bude možné přistoupit k výpočtům, je nezbytné upravit vstupní hodnoty tak, aby byly vzájemně porovnatelné. Vzhledem k tomu, že jednotlivá kritéria mohou být vyjádřena v odlišných jednotkách (např. náklady v korunách, čas ve minutách, využití v procentech), je nutné provést normalizaci původní rozhodovací tabulky viz Příloha P VI. V této příloze jsou časy u kritéria K2 uvedené v minutách.

V první fázi tohoto kroku je třeba určit, zda dané kritérium má být maximalizováno (např. kapacitní využití výtahu) nebo minimalizováno (např. náklady). Následně se pro každé kritérium stanoví tzv. bazální (nejhorší) a ideální (nejlepší) hodnota, tedy minimální a maximální hodnota dosažená v rámci všech hodnocených variant podle toho, jestli maximalizujeme dané kritérium nebo ho naopak minimalizujeme viz Příloha P VI.

Zjištěním rozdílu mezi ideální a bazální hodnotou získáme hodnotu, kterou následně využijeme při převodu jednotlivých vstupních hodnot.

Pro získání normalizované rozhodovací tabulky je nutné upravit jednotlivé hodnoty tak, aby byly vzájemně porovnatelné. Každá původní hodnota je převedena na normalizovanou pomocí následujícího postupu: od každé hodnoty se odečte příslušná bazální hodnota (nejhorší zjištěná hodnota pro dané kritérium), a tento rozdíl se následně vydělí rozdílem mezi bazální a ideální hodnotou (tedy rozsahem hodnot daného kritéria) viz vzorec (8). Tímto způsobem je každá hodnota převedena na jednotnou škálu, typicky v rozsahu od 0 do 1, což eliminuje problém různého měřítka jednotlivých kritérií.

Výpočet normalizované hodnoty:

$$\text{Normalizovaná hodnota} = \frac{\text{původní hodnota} - \text{bazální hodnota}}{\text{rozdíl}} \quad (8)$$

Po provedené normalizaci je možné přistoupit k výpočtu celkové hodnoty užitku pro každou hodnocenou variantu. Nad každý sloupec normalizované tabulky je přiřazena odpovídající váha kritéria, která byla stanovena v předchozím kroku pomocí Saatyho metody. Samotný výpočet hodnoty užitku pak spočívá ve váženém součtu – tedy v násobení každé normalizované hodnoty vahou daného kritéria a následném sečtení těchto součinů pro každou variantu viz vzorec (9). Tímto způsobem je možné určit celkovou míru výhodnosti (užitku) jednotlivých řešení, přičemž varianta s nejvyšší hodnotou užitku je považována za nejvhodnější z hlediska všech zvolených kritérií viz Příloha P VII.

Výpočet užitku jednotlivých schémat:

$$Užitek = (\text{váha} \times \text{normalizovaná hodnota}) + (\text{váha} \times \text{normalizovaná hodnota}) \dots \quad (9)$$

Na základě vypočtených hodnot užitku jednotlivých variant byla jako nejvhodnější vyhodnocena varianta E. Tato varianta dosahuje nejvyšší hodnoty užitku zejména díky nízké době čekání na přepravu a vysokému časovému využití nákladního výtahu. Oproti tomu ve zbývajících dvou kritériích – kapacitní využití výtahu a provozní náklady – vykazuje nejhorší výsledky. Přesto varianta E dosáhla nejlepšího celkového skóre, a to z důvodu vyšší váhy přidělené právě těm kritériím, ve kterých exceluje. Tento výsledek jasně dokládá, že váhové rozložení kritérií má klíčový vliv na konečné rozhodnutí. Za pozornost stojí i skutečnost, že varianta E tvoří protiklad k původnímu schématu „SERIE“ – hodnoty, ve kterých E vyniká, jsou u schématu SERIE nejnižší a naopak.

Jednou ze slabin varianty E je její nízké kapacitní využití výtahu, které dosahuje pouze 33 %, zatímco schéma SERIE využívá kapacitu výtahu na maximum (100 %). Tuto nevýhodu je však možné kompenzovat organizační úpravou provozu. Namísto současného systému, kdy výtah obsluhuje každé patro zvlášť při dosažení dávky k převozu, by bylo možné realizovat souběžný svoz ze všech pater. V případě tří podlaží a maximální kapacity výtahu šest palet lze teoreticky u schématu E přepravit náklad ze všech pater současně. Tím by došlo k efektivnějšímu využití kapacity výtahu, přičemž dopad na dobu čekání by mohl být minimální. Vzhledem k tomu, že jsou jednotlivá podlaží provozně i zastoupením pracovníků téměř totožná, lze předpokládat, že rychlost, s jakou se budou kumulovat přepravní jednotky bude vyrovnaná, a tedy souběžný svoz by nemusel způsobit výrazné zdržení. Tento způsob organizace by tak mohl výrazně zvýšit efektivitu provozu bez nutnosti zásadních technických změn.

10.7 Kalkulace návrhu na zlepšení

V této části bude proveden výpočet ročních nákladů původního řešení, který následně poslouží k porovnání s nákladovou náročností nově identifikovaného nejefektivnějšího schématu.

Tabulka 11 Náklady původního schématu

Schéma SERIE		
Počet dní v roce	365	dní
Čistý pracovní čas	251	dní
Náklady na jeden den	28,41	Kč
Náklady na jeden rok	14 263,75	Kč

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

Výpočet nákladů původního schématu se odvíjí od násobení počtu čistých pracovních dnů, které byly odpracovány za jeden rok a nákladů na jeden pracovní den viz tabulka 11. S ohledem na skutečnost, že provoz probíhá ve dvousměnném režimu, je výsledná částka dále násobena koeficientem dvě, aby byl zohledněn celkový rozsah provozní doby.

Výpočet nákladů za rok:

$$\text{Náklady} = (\text{čistý pracovní čas} \times \text{náklady na den}) \times 2 \quad (10)$$

Výpočet nákladů pro nově identifikované schéma s nejvyšší hodnotou užítu probíhá obdobným způsobem jako u původního řešení, liší se však v položce nákladů na jeden pracovní den, která odpovídá specifikům tohoto schématu.

Tabulka 12 Náklady vybraného schématu

Schéma E		
Počet dní v roce	365	dní
Čistý pracovní čas	251	dní
Náklady na jeden den	85,24	Kč
Náklady na jeden rok	42 791,24	Kč

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

Z tabulky 12 je patrný výrazný nárůst nákladů, který je způsoben vyšší frekvencí jízd výtahu v průběhu jedné směny. Pro úplnější interpretaci výsledků je však vhodné tento rozdíl vyjádřit i v procentuálním vyjádření.

Tabulka 13 Nárůst nákladů

Procentuální nárůst nákladů		
SERIE	14 263,75 Kč	100 %
Schéma E	42 791,24 Kč	300 %

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

Tabulka 13 znázorňující procentuální navýšení nákladů při srovnání původního a nového schématu ukazuje výrazný meziroční nárůst celkových provozních nákladů. Tento výpočet však nezohledňuje možnou organizační úpravu systému svozu přepravních jednotek. V případě implementace této změny by mohlo dojít k významnému snížení nákladů spojených s vyšším počtem jízd nákladního výtahu. Pokud by byl výtah provozován tak, aby byla jeho kapacita využita na maximum, snížil by se celkový počet potřebných jízd mezi jednotlivými podlažími, čímž by zároveň došlo ke snížení provozních nákladů. Tento přístup by tedy mohl mít na celkové náklady pozitivní dopad.

Tabulka 14 Stanovení počtu jízd

Počet přepravních jednotek v přepravovaných za směnu na všechny patra	5 543 Ks
Počet přepravních jednotek přepravovaný s maximální kapacitou výtahu	264 Ks
Počet jízd na směnu nutný k odvezení těchto přepravních jednotek	21

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

Z výše uvedené tabulky viz tabulka 14 vyplývá, že při zavedení organizační změny ve způsobu svozu přepravních jednotek je počet jízd potřebných k odbavení celkového množství přepravních jednotek ve směně srovnatelný s původním schématem. V původním řešení je výtah vysílán do každého patra sedmkrát za směnu, což představuje celkem 21 jízd na jednu směnu. U nového schématu byl původně počet jízd stanoven jako 21 jízd pro každé patro zvlášť, což výrazně navyšovalo celkové zatížení systému. Pokud je však nově navržený způsob organizace realizován tak, že jedna jízda obslouží všechna tři podlaží současně, celkový počet jízd se sníží na úroveň odpovídající původnímu schématu. Tím pádem nedojde k navýšení provozních nákladů, které by jinak vyplývaly z větší frekvence jízd výtahu.

11 DISKUZE K DOSAŽENÝM VÝSTUPŮM NÁVRHŮM

V této kapitole se budeme zabírat výsledky předešlých kapitol a shrnovat jejich užitek pro vybranou společnost. Cílem je zhodnotit jejich význam a praktickou využitelnost v kontextu fungování vybrané společnosti.

Na základě analýzy provedené pomocí metody mapování hodnotového toku (VSM) byla identifikována potřeba zefektivnění časového využití nákladního výtahu a zároveň zkrácení doby čekání na přepravní dávku. V reakci na tyto zjištěné nedostatky byly navrženy různé varianty schémat, jejichž cílem bylo zefektivnit provoz výtahu. Následným porovnáním těchto variant prostřednictvím Analytického hierarchického procesu (Saatyho metoda) a Metody váženého součtu bylo určeno, že nejlepšími výsledky dosahuje varianta označená jako schéma E, které vykázalo nejvyšší hodnotu užitku. Pro schéma E byly následně kvantifikovány náklady spojené s jeho zavedením ve srovnání se stávajícím řešením. Ačkoli se u této varianty projeví vyšší přepravní náklady a zároveň nižší míra kapacitního využití výtahu, byla navržena doplňující změna v organizaci svozu přepravních jednotek. Implementací této organizační úpravy došlo ke kompenzaci zmíněných nevýhod.

Zároveň však nové řešení přináší významné výhody v podobě snížení čekací doby na přepravní dávku a zlepšení časového využití nákladního výtahu. Tyto přínosy se pozitivně promítají do vyšší plynulosti celkového materiálového toku a zkrácení jeho průběžné doby, což přispívá ke zvýšení efektivity provozu daného systému.

Tabulka 15 Porovnání výsledků schémat

Schéma	SERIE	E	Jednotky
Roční náklady	14 263,75	14 263,75	Kč
Kapacita výtahu	100	100	%
Časové využití %	29	68	%
Doba čekání	73	24	minut

(zdroj: vlastní zpracování dle interních informací firmy)

V zobrazené tabulce 15 jsou znázorněny veškeré výhody zmíněné výše. V tabulce 15 se porovnává původní schéma s nově navrženým. Tabulka 15 obsahuje srovnání na základě klíčových hodnotících kritérií. Jak již bylo uvedeno, u prvních dvou kritérií vykazuje nové schéma shodné výsledky s původním řešením. Naopak u zbývajících dvou ukazatelů, které se vztahují k efektivitě a plynulosti materiálového toku, dochází u nového schématu k výraznému zlepšení.

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zaměřila na problematiku ztrát v logistickém procesu distribučního centra a jejich minimalizaci prostřednictvím systematické analýzy současného stavu a návrhu opatření. Cílem bylo identifikovat hlavní příčiny ztrát spojených s pohybem přepravních jednotek a navrhnout opatření vedoucí ke zvýšení efektivity materiálového toku v rámci konkrétního provozu.

V teoretické části byly shrnuty základní poznatky z oblasti logistiky, distribuce, skladového hospodářství a řízení distribučních center, přičemž pozornost byla věnována rovněž reverzní logistice a specifikům vnitřního toku přepravních jednotek. Praktická část následně navázala detailní analýzou vybraného distribučního centra, kde byly s pomocí metod jako Value Stream Mapping a Teorie omezení identifikovány klíčové procesní nedostatky.

Za úzké místo bylo určeno kapacitní využití nákladního výtahu, jehož provozní parametry vykazovaly výrazné časové ztráty a přispívaly ke vzniku neefektivního zpětného toku přepravních jednotek. Na základě zjištěných dat byl navržen soubor opatření za pomoci Saatyho metody a Metody váženého součtu, které umožňují vybrat efektivní variantu organizace převozu přepravních jednotek, zkrátit čekací doby a snížit provozní náklady spojené s manipulací.

Zhodnocení navržených opatření ukázalo, že jejich aplikace má potenciál pozitivně ovlivnit plynulost vnitřní logistiky, zvýšit výkonnost jednotlivých pracovišť a přispět k celkovému zefektivnění provozu distribučního centra.

S ohledem na úvodní předpoklady a vymezený cíl práce lze konstatovat, že očekávaného výsledku bylo dosaženo. Předpoklad, že analýza logistických procesů odhalí konkrétní příčiny ztrát a umožní formulovat reálná a uplatnitelná zlepšení, se potvrdil. Práce tak naplnila svůj záměr jak po stránce odborné, tak po stránce praktického přínosu pro vybrané distribuční centrum.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

DE KOSTER, René; LE-DUC, Tho a ROODBERGEN, Kees Jan. Design and Control of Warehouse Order Picking: A Literature Review. Online. *European Journal of Operational Research*. 2007, vol. 182, no. 2., pp. 481–501. ISSN 0377-2217. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.07.009>. [2025-04-09]

DRAHOTSKÝ, Ivo a ŘEZNÍČEK, Bohumil. *Logistika: procesy a jejich řízení*. Brno: Computer Press, 2003. ISBN 8072265210.

DUGGAN, Kevin J. *Creating Mixed Model Value Streams: Practical Lean Techniques for Building to Demand*. Second edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2013. ISBN 978-1-4398-6843-0.

DUPAL, Andrej. *Logistika*. Economics. Bratislava: Sprint 2, 2018. ISBN 978 80-89710-44-7.

FOJT, Martin. Strategic Logistics Management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 1995, vol. 25, no. 7, pp. 1–70. ISSN 0960-0035. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/09600035199500001>. [2025-04-02]

GRANT, David B.; TRAUTRIMS, Alexander a WONG, Chee Yew. *Sustainable Logistics and Supply Chain Management: Principles and Practices for Sustainable Operations and Management*. Third edition. London: Kogan Page, 2023. ISBN 978-1-3986-0443-8.

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

CHORONICOVA HURAJOVA, Jana a HAJDUOVA, Zuzana. Multiple-Criteria Decision Analysis Using TOPSIS and WSA Method for Quality of Life: The Case of Slovakia Regions. *Mathematics*. 2021, vol. 9, no. 19, pp. 2440. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/math9192440>. [cit. 2025-03-25]

KOŘÍNEK, Ondřej. Srovnání vývojových diagramů a pseudokódu ve výuce algoritmizace. *Matematika – fyzika – informatika*. 2014, roč. 23, č. 3, s. 219–225. Dostupné z: <https://mfi.upol.cz/index.php/mfi/article/view/138>. [cit. 2025-03-25].

KUBASÁKOVÁ, Iveta; ŠULGAN, Marián a KUBÁŇOVÁ, Jaroslava. *Logistika pre zasielateľstvo a cestnú dopravu*. 2. doplnené a prepracované vydanie. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2020. ISBN 978-80-554-1700-4.

KUDLÁČ, Štefan; ŠTEFANCOVÁ, Vladimíra a MAJERČÁK, Jozef. Using the Saaty Method and the FMEA Method for Evaluation of Constraints in Logistics Chain. *Procedia Engineering*. 2017, vol. 187, pp. 749–755. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.433>. [cit. 2025-04-25].

LÖDIGE INDUSTRIES. *Planning Guidelines for Goods Lifts SHERPA® and ESCORTA®*. Online. ©2025. Dostupné z: https://www.lodige.com/fileadmin/Downloads/doc-lift-e/Sherpa-Escorta/Planning-guide-Sherpa-Escorta-20210326-LIND_EN-w.pdf. [cit. 2025-03-20].

LOCHMANNOVÁ, Alena. *Logistika: základy logistiky*. 3. aktualizované vydání. Prostějov: Computer Media, 2022. ISBN 978-80-7402-449-8.

LUKOSZOVÁ, Xenie. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. Praha: Ekopress, 2012. ISBN 978-80-86929-89-7.

LUKOSZOVÁ, Xénie. *Logistika pro obchod a marketing*. Jesenice: Ekopress, 2020. ISBN 978-80-87865-59-0.

MACUROVÁ, Pavla; KLABUSAYOVÁ, Naděžda a TVRDOŇ, Leo. *Logistika*. 2. upravené a doplněné vydání. Series of economics textbooks. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2018. ISBN 9788024841588.

MCCARTHY, E. Jerome a PERREAULT, William D. *Základy marketingu*. Dana BURSÍKOVÁ (překladatel). Praha: Victoria Publishing, 1995. ISBN 8085605295.

MYERSON, Paul. *Supply Chain and Logistics Management Made Easy: Methods and Applications for Planning, Operations, Integration, Control and Improvement, and Network Design*. Old Tappan: Pearson Education, 2015. ISBN 978-0133993349.

NASCIMENTO, Victor Fernandez; SOBRAL, Anahi Chimini; ANDRADE, Pedro R.; OMETTO, Jean Pierre Henry Balbaud a YESILLER, Nazli. Modeling Environmental Susceptibility of Municipal Solid Waste Disposal Sites: A Case Study in São Paulo State, Brazil. *Journal of Geographic Information System*. 2017, vol. 9, no.1, pp. 8–33. Dostupné z: <https://doi.org/10.4236/jgis.2017.91002>. [cit. 2025-04-09].

OUDOVÁ, Alena. *Logistika: základy logistiky*. 2. aktualizované vydání. Prostějov: Computer Medi, 2016. ISBN 978-80-7402-238-8.

PYZA, Dariusz; JACHIMOWSKI, Roland; JACYNA-GOŁDA, Ilona a LEWCZUK, Konrad. Performance of Equipment and Means of Internal Transport and Efficiency of

Implementation of Warehouse Processes. *Procedia Engineering*. 2017, vol. 187, pp. 706–711. ISSN 1877-7058. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.443>.

SAATY, Thomas L. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation (Decision Making Series)*. New York: McGraw-Hill, 1980. ISBN 978-0-07-054371-3.

SILVESTRE, Bruno. Sustainable Supply Chain Management: Current Debate and Future Directions. *Gestão & Produção*. 2016, vol. 23, no. 2, pp. 235–249. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X2202-16>.

TICHÝ, Jaromír. *Logistické systémy*. Praha: Vysoká škola finanční a správní, 2021. ISBN 978-80-7408-225-2.

UŠETŘENO. Cena elektřiny za 1 kWh v roce 2025. Online. ©2025. Dostupné z: <https://www.usetreno.cz/energie-elektrina/cena-za-1-kwh/>. [cit. 2025-04-10].

XU, Xiaofeng; LIU, Wenzhi; JIANG, Mingyue a LIN, Ziru. A multi-cycle and multi-echelon location-routing problem for integrated reverse logistics. *Industrial Management & Data Systems*. 2022, vol. 122, no. 10, pp. 2237–2260. ISSN 0263-5577. Dostupné z: [10.1108/IMDS-01-2022-0015](https://doi.org/10.1108/IMDS-01-2022-0015). [cit. 2025-03-21].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Rozdělení přímé a nepřímé distribuce	22
Obrázek 2 Vývojový diagram	37
Obrázek 3 Materiálový tok přepravních jednotek.....	47
Obrázek 4 Celkový čas realizace daného toku.....	56
Obrázek 5 Definované parametry procesu zaskladnění	57

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Schémata možných dávek na patra.....	60
Tabulka 2 Stanovení průměrného času stráveného přesunem	61
Tabulka 3 Časy strávené přesunem	62
Tabulka 4 Časové využití výtahu.....	63
Tabulka 5 Stanovení doby čekání.....	64
Tabulka 6 Kapacitní využití výtahu.....	65
Tabulka 7 Matice vah pro určené kritéria	67
Tabulka 8 Matice vektoru	68
Tabulka 9 Kritéria λ_i	68
Tabulka 10 Tabulka ověření konzistence	69
Tabulka 11 Náklady původního schématu.....	71
Tabulka 12 Náklady vybraného schématu.....	72
Tabulka 13 Nárůst nákladů	72
Tabulka 14 Stanovení počtu jízd	72
Tabulka 15 Porovnání výsledků schémat	74

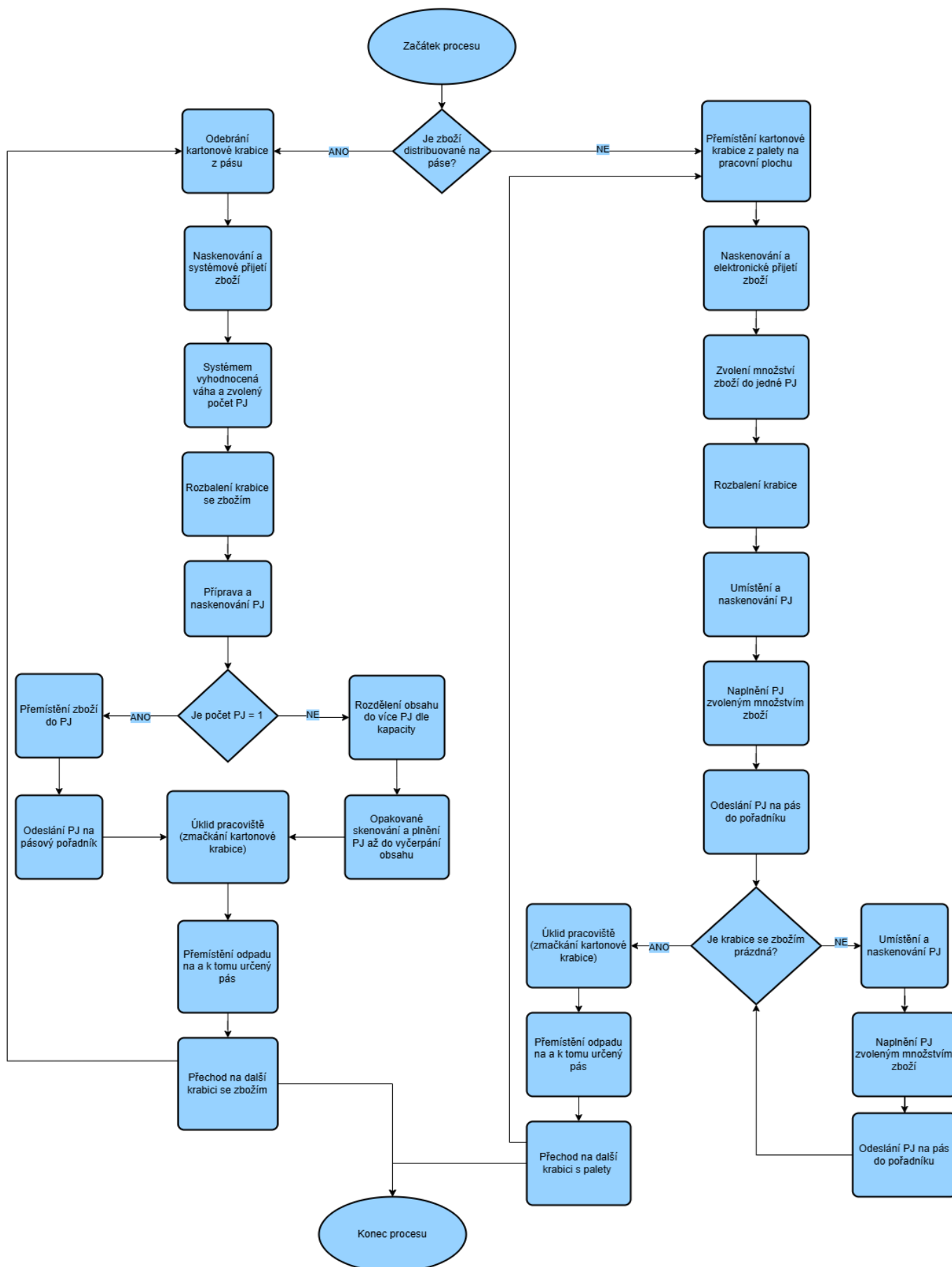
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AHP	Analytický hierarchický proces
FIFO	First In First Out
LIFO	Last In First Out
Např.	Například
PJ	Přepravní jednotka
Tzv.	Takzvaně
VSM	Value Stream Mapping
WSM	Metoda váženého součtu

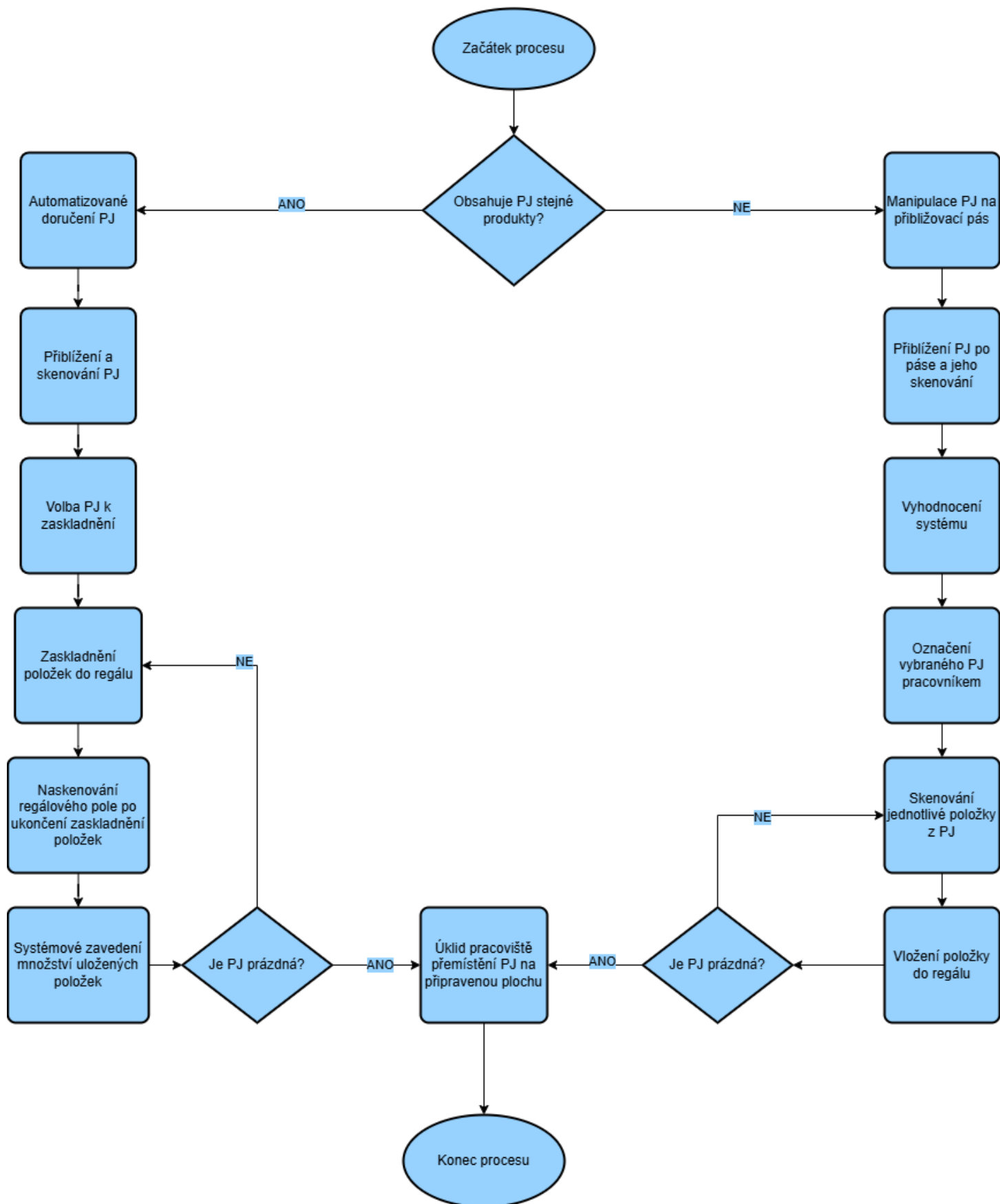
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I:	Vývojový diagram rozbalení
Příloha P II:	Vývojový diagram zaskladnění
Příloha P III:	Tabulka snímkaných procesů
Příloha P IV:	Value Stream Mapping
Příloha P V:	Náklady na přepravu
Příloha P VI:	Původní tabulka váženého součtu
Příloha P VII:	Normalizovaná tabulka variant součtů užítu

PŘÍLOHA P I: VÝVOJOVÝ DIAGRAM ROZBALENÍ



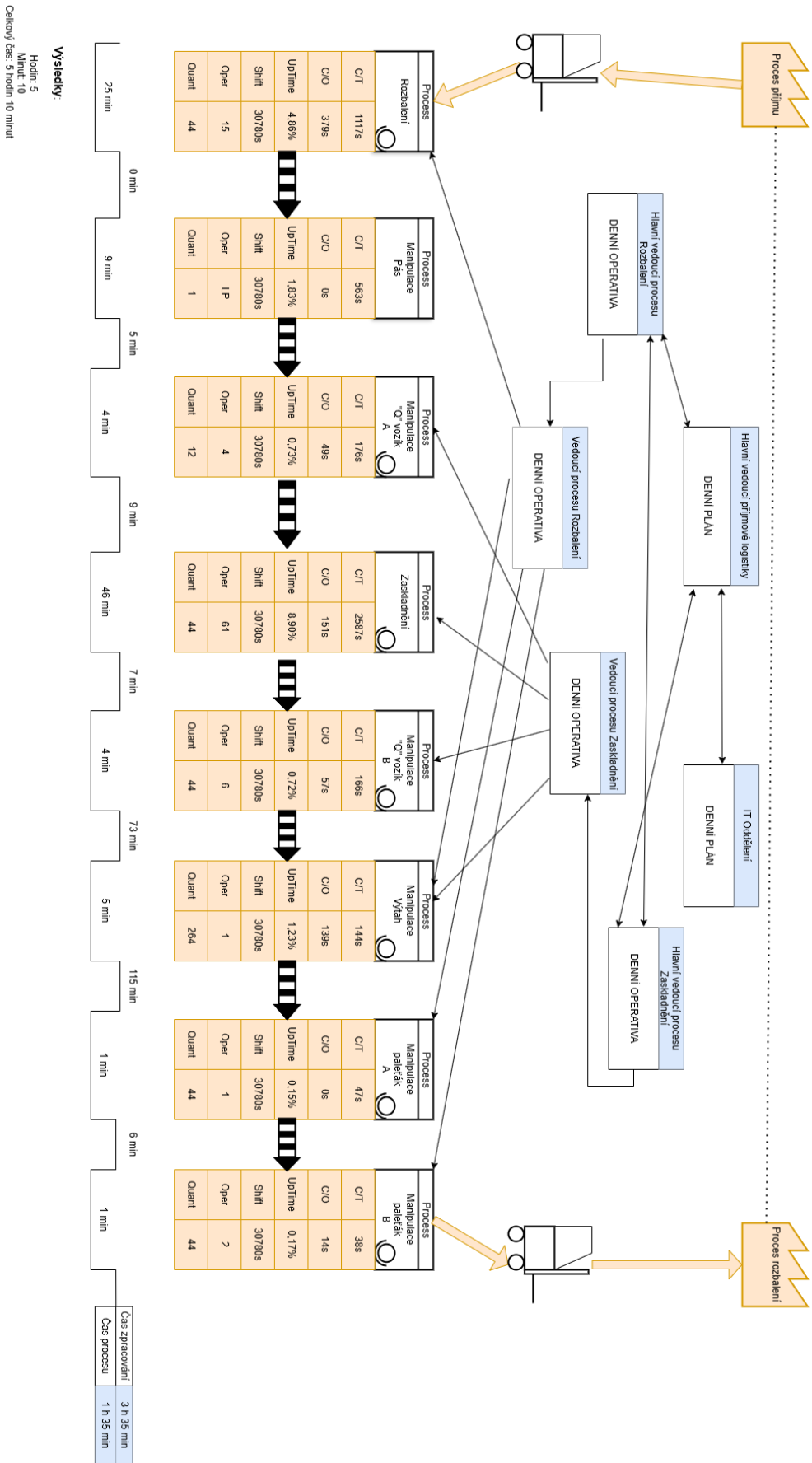
PŘÍLOHA P II: VÝVOJOVÝ DIAGRAM ZASKLADNĚNÍ



PŘÍLOHA P III: TABULKA SNÍMKOVANÝCH PROCESŮ

Název procesu	Rozbalení		Man. U Vozik A		Zaskladnění		Man. U Vozik B		Manipulace pal. A		Manipulace pal. B	
Proces/úklid	C/T	C/O	C/T	C/O	C/T	C/O	C/T	C/O	C/T	C/O	C/T	C/O
1. měření	31,80	5,43	179,88	38,33	53,17	1,80	168,66	55,30	52,96	***	25,43	10,56
2. měření	36,20	10,36	173,11	52,61	38,80	3,15	163,39	66,87	46,31	***	31,64	18,17
3. měření	14,42	5,31	173,92	30,23	51,21	3,69	167,77	44,29	44,79	***	27,15	14,17
4. měření	25,61	9,41	181,96	29,30	81,99	2,37	166,04	60,10	46,06	***	31,85	11,46
5. měření	19,13	9,11	175,56	49,53	38,55	3,08	162,38	52,28	41,65	***	34,49	18,37
6. měření	26,51	5,58	168,23	71,91	75,07	3,50	164,34	65,28	43,97	***	33,17	15,53
7. měření	23,40	6,98	178,59	53,88	30,92	2,11	170,32	49,82	42,44	***	30,96	13,40
8. měření	11,68	4,91	184,28	55,28	66,74	3,61	171,51	43,14	43,04	***	36,87	8,68
9. měření	30,02	7,69	172,49	46,92	61,65	4,73	167,42	61,30	49,23	***	35,19	19,05
10. měření	12,03	8,64	177,82	34,89	45,77	2,78	158,77	69,14	40,14	***	34,30	17,17
X. měření	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Průměr	23,27	7,89	176,28	48,79	53,90	3,14	165,65	56,63	47,41	***	38,27	14,02
Medián	23,00	8,46	176,50	49,97	50,74	2,81	166,04	55,97	47,54	***	38,70	14,17
Odchyłka	8,54	2,12	4,80	10,32	16,59	1,11	4,09	8,89	3,73	***	5,56	3,62
VAR	0,37	0,27	0,03	0,21	0,31	0,36	0,02	0,16	0,08	***	0,15	0,26

PŘÍLOHA P IV: VALUE STREAM MAPPING



PŘÍLOHA P V: NÁKLADY NA PŘEPRAVU

Označení schémat	Počet jízd na směnu			Náklady na jednu jízdu			Náklady na jednotlivé patra			Celkové náklady na přepravu výtahem na jednu směnu
	2 patro	3 patro	4 patro	2 patro	3 patro	4 patro	2 patro	3 patro	4 patro	
A	14	7	7	0,68	1,35	2,03	9,47	9,47	14,21	33,15 Kč
B	14	14	7	0,68	1,35	2,03	9,47	18,94	14,21	42,62 Kč
C	14	14	14	0,68	1,35	2,03	9,47	18,94	28,41	56,83 Kč
D	21	10	7	0,68	1,35	2,03	14,21	13,53	14,21	41,94 Kč
E	21	21	21	0,68	1,35	2,03	14,21	28,41	42,62	85,24 Kč
F	10	10	7	0,68	1,35	2,03	6,77	13,53	14,21	34,50 Kč
G	10	10	10	0,68	1,35	2,03	6,77	13,53	20,30	40,59 Kč
H	21	21	7	0,68	1,35	2,03	14,21	28,41	14,21	56,83 Kč
CH	21	14	7	0,68	1,35	2,03	14,21	18,94	14,21	47,36 Kč
I	21	21	10	0,68	1,35	2,03	14,21	28,41	20,30	62,92 Kč
J	21	14	14	0,68	1,35	2,03	14,21	18,94	28,41	61,56 Kč
K	21	14	10	0,68	1,35	2,03	14,21	18,94	20,30	53,45 Kč
L	21	10	10	0,68	1,35	2,03	14,21	13,53	20,30	48,03 Kč
SERIE	7	7	7	0,68	1,35	2,03	4,74	9,47	14,21	28,41 Kč

PŘÍLOHA P VI: PŮVODNÍ TABULKA VÁŽENÉHO SOUČTU

Kritéria Označení schémat	Zvýšení času využití výtahu K1	Snižení času čekání na přijetí výtahu K2	Zvýšení kapacity výtahu K3	Snižení nákladů na provoz výtahu K4
A	32%	61	83%	33,15 Kč
B	40%	49	67%	42,62 Kč
C	48%	37	50%	56,83 Kč
D	42%	49	67%	41,94 Kč
E	68%	24	33%	85,24 Kč
F	35%	57	78%	34,50 Kč
G	39%	49	67%	40,59 Kč
H	51%	41	56%	56,83 Kč
CH	45%	45	61%	47,36 Kč
I	56%	33	44%	62,92 Kč
J	53%	33	44%	61,56 Kč
K	49%	37	50%	53,45 Kč
L	46%	41	56%	48,03 Kč
SERIE	29%	73	100%	28,41 Kč
MAX/MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
BAZAL	29%	73	33%	85,24 Kč
IDEÁL	68%	24	100%	28,41 Kč
ROZDÍL	39%	49	67%	56,83 Kč

PŘÍLOHA P VII: NORMALIZOVANÁ TABULKA VARIANT
SOUČTŮ UŽITKU

VAHY	0,35	0,35	0,19	0,11	Hodnota užítku
Kritéria Označení schémat	Zvýšení času využití výtahu K1	Snížení času čekání na přijetí výtahu K2	Zvýšení kapacity výtahu K3	Snížení nákladů na provoz výtahu K4	
A	0,08	0,25	0,75	0,92	0,36
B	0,29	0,50	0,50	0,75	0,45
C	0,50	0,75	0,25	0,50	0,54
D	0,33	0,50	0,50	0,76	0,47
E	1,00	1,00	0,00	0,00	0,70
F	0,15	0,33	0,67	0,89	0,39
G	0,25	0,50	0,50	0,79	0,44
H	0,58	0,67	0,33	0,50	0,56
CH	0,42	0,58	0,42	0,67	0,50
I	0,69	0,83	0,17	0,39	0,61
J	0,62	0,83	0,17	0,42	0,59
K	0,52	0,75	0,25	0,56	0,55
L	0,44	0,67	0,33	0,65	0,52
SERIE	0,00	0,00	1,00	1,00	0,30