



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA DOPRAVNÍ

Ondřej Jánský
ŘAZENÍ POLOŽEK V DISTRIBUČNÍM CENTRU
ZVOLENÉ FIRMY

Bakalářská práce

2021

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K617..... Ústav logistiky a managementu dopravy

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Ondřej Jánský

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – LOG – Logistika a řízení dopravních procesů

Název tématu (česky): **Řazení položek v distribučním centru zvolené firmy**

Název tématu (anglicky): Inventory items location in the distribution center of a selected company

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Představení zvolené společnosti
- Analýza současného stavu řazení položek v distribučním centru
- Metody pro řešení optimálního rozmístění položek ve skladu
- Návrh řešení pomocí zvolené metody
- Simulace metody řešení



- Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucí bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2008). Warehouse and distribution science. Georgia Institute of Technology.
Pan, J., & Wu, M. (2012). Throughput analysis for order picking system with multiple pickers and aisle congestion considerations. Comput. Oper. Res., 39.
- Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Alena Rybičková, Ph.D.**

Datum zadání bakalářské práce: **30. září 2020**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **9. srpna 2021**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

doc. Ing. Tomáš Horák, Ph.D.
vedoucí
Ústavu logistiky a managementu dopravy



doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Ondřej Jánský
jméno a podpis studenta

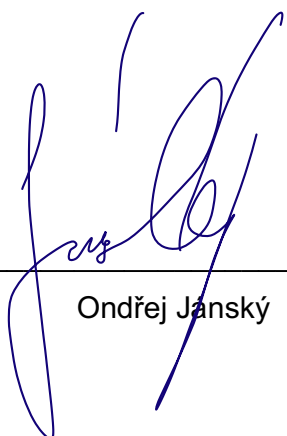
V Praze dne 30. září 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem č. 1/2009 o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 8. srpna 2021



Ondřej Janský

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří se podíleli na vzniku této bakalářské práce. Zvláště pak děkuji vedoucím své práce Ing. Aleně Rybičkové a doc. Ing. Josefu Volkovi, CSc. za cenné rady, poskytnuté materiály a čas strávený konzultacemi této práce. Také bych rád poděkoval firmě Albert Česká republika, s. r. o. za poskytnutí dat v rámci bakalářské práce a firmě Logio s. r. o. za poskytnutí softwarového vybavení a podpory pro simulační část bakalářské práce. V neposlední řadě chci poděkovat svým rodičům, příbuzným a blízkým, kteří mě podporovali během celého studia.

ŘAZENÍ POLOŽEK V DISTRIBUČNÍM CENTRU ZVOLENÉ FIRMY

Bakalářská práce

Srpen 2021

Ondřej Jánský

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je optimalizovat rozmístění položek v distribučním centru vybrané společnosti. Teoretická část obsahuje popis vybrané společnosti, distribuční logistiky, skladových systémů a skladových procesů. Praktická část obsahuje analýzu aktuálního stavu a ABC analýzu aktuálního stavu v rámci úrovně sortimentu. Dále jsou v práci rozebrány možné způsoby a metody rozmístění položek na skladě. V poslední části jsou tyto výstupy ověřeny pomocí simulace a porovnány.

Klíčová slova:

Logistika, optimalizace řazení položek, vychystávání, kolize, metody rozmístění položek

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE
Faculty of transportation Science

**INVENTORY ITEMS LOCATION IN THE DISTRIBUTION CENTER OF A SELECTED
COMPANY**

Bachelor thesis

August 2021

Ondřej Jánský

Abstract

The subject of the bachelor thesis is to optimize the inventory items located in the distribution centre of a selected company. The theoretical part contains a description of the selected company, distribution logistics, warehousing systems, warehousing processes. The practical part contains an analysis of the current state and an ABC analysis of the current state. Furthermore, analysis and methods of solving the distribution of items are presented. In the last part, these outputs are verified by simulation and compared.

Key words:

Logistics, optimization of item sorting, picking, collisions, methods of inventory items located in the distribution centre

Obsah

Obsah	8
1. Úvod	10
2. Distribuční logistika	12
2.1. <i>Funkce distribuce</i>	13
2.1.1. Funkce skladovací	13
2.1.2. Funkce kompletační	13
2.1.3. Funkce přepravní	13
2.1.4. Funkce komunikační	13
3. Sklady a skladování	13
3.1. <i>Typy distribučních skladů</i>	13
3.1.1. Provozní sklady	13
3.1.2. Centrální sklady	14
3.1.3. Regionální sklady	14
3.1.4. Expediční sklady	14
3.2. <i>Skladovací procesy</i>	14
3.2.1. Příjem zboží	14
3.2.2. Uskladnění sortimentu	14
3.2.3. Vychystání sortimentu	15
3.2.3.1. Single order picking	15
3.2.3.2. Batch picking	15
3.2.3.3. Cluster picking	15
3.2.3.4. Pick to light	15
3.2.3.5. Voice picking	16
4. Možnosti skladování sortimentu	16
5. Regálové systémy	16
5.1. <i>Konzolové regály</i>	16
5.2. <i>Paletové regály</i>	17
5.3. <i>Policové regály</i>	18
6. Manipulační technika	18
6.1. <i>Paletové vozíky</i>	19
6.2. <i>Vychystávací vozíky</i>	19
6.3. <i>Vysokozdvížené vozíky</i>	19
6.3.1. <i>Skladové vysokozdvížené vozíky</i>	19
7. Systém pro řízení skladu	19
7.1. <i>Warehouse Management System (WMS)</i>	20
7.2. <i>Enterprise Resource Planning (ERP)</i>	20
8. Vybrané metody řešení	21
8.1. <i>Lokace pro skladování</i>	21
8.2. <i>Náhodné skladování</i>	21
8.3. <i>Skladování na vyhrazeném místě</i>	22
8.4. <i>ABC analýza</i>	22

8.5.	<i>Modely řešení</i>	23
8.5.1.	Exaktní metody	23
8.5.2.	Heuristické metody.....	23
8.5.2.1.	Konstrukční algoritmy	24
8.5.2.2.	Záměnné algoritmy	24
8.5.3.	Problém p -disperze	24
8.5.3.1.	Hladová konstrukční heuristika (GC).....	25
9.	Vizualizace dat	26
9.1.	<i>Heatmap</i>	26
10.	Představení společnosti Albert	26
11.	Distribuční centrum Březhrad Hradec Králové	27
11.1.	<i>Manipulační technika na DC Březhrad Hradec Králové</i>	29
12.	Regálové systémy a skladové plochy	29
13.	Analýza procesů v distribučním centru	32
13.1.	<i>Příjem zboží</i>	32
13.2.	<i>Uskladnění zboží</i>	33
13.3.	<i>Doplňování zboží</i>	34
13.4.	<i>Vychystávání zboží</i>	34
13.5.	<i>Expedice zboží</i>	34
14.	Analýza současného stavu řazení položek	34
15.	Představení vstupních dat	35
16.	Analýza dat	37
17.	Vizualizace dat	39
18.	Optimalizace za použití vybraných metod	41
18.1.	<i>Problém p-disperze</i>	41
18.2.	<i>Částečně náhodná metoda rozřazení</i>	42
19.	Simulace	43
19.1.	<i>Porovnání výstupů simulace</i>	44
20.	Závěr	46
21.	Použité zdroje	48
22.	Seznam obrázků	50
23.	Seznam tabulek	51
24.	Seznam elektronických příloh	52

1. Úvod

Logistika je pro lidstvo a veškeré fungování čím dál důležitější pojem. Logistika, kterou známe dnes, se vyvíjela několik tisíciletí. Využití našla například ve válkách, později se dostala do všech oblastí našich životů.

Logistika je přítomna všude, důležitým prvkem je logistický řetězec. Na logistickém řetězci se nachází spousta procesů a kroků, které se musí uskutečnit, aby výsledný produkt dorazil od výrobce až ke konečnému zákazníkovi. Nedílnou součástí logistického řetězce je skladování a distribuce. V rámci distribučních skladů je důležitý materiálový tok skladem. V úspěšné skladové logistice na sebe navazuje nespočet procesů, které musí být správně nastaveny pro efektivní řízení skladu. Dalším stěžejním bodem je proces vychystávání a rozmístění produktů na skladových lokacích. Téma skladování je velmi zajímavé a posouvá se stále dopředu z hlediska technologií, úspory času a financí.

V rámci stáže u společnosti Albert Česká republika s. r. o. jsem řešil průtok produktů distribučním centrem a zjišťoval slabá místa skladu, ve kterých vznikají časové prodlevy. Proto jsem se rozhodl po této spolupráci s významným hráčem v oblasti maloobchodu pokračovat na tomto projektu a zpracovat práci na téma „Řazení položek v distribučním centru zvolené firmy“. V dnešní době, kdy se logistika posouvá každým dnem, je potřebné, aby skladování produktů bylo efektivní a produktivita vychystávání byla co nejvyšší. Proto je nezbytně nutné nastavit rozmístění položek na skladě tak, aby nevznikaly situace, kdy častěji vychystávané položky jsou nahuštěné blízko sebe, a tím způsobovaly kolize a časové prodlevy tzv. „pickerů“. Picker je osoba, která vychystává daný produkt v rámci objednávky z daného umístění na skladové pozici a předává vychystanou objednávku na balící stanoviště nebo expediční plochu.

Cílem této bakalářské práce je zefektivnit čas vychystávání objednávek a zamezit kolizním situacím na skladu. Nejprve je nutné analyzovat aktuální rozmístění položek za dané časové období, analyzovat kolizní situace a efektivně rozřadit položky, aby nevznikaly tyto kolizní situace. Následným krokem bude porovnání variant optimalizace s nynější verzí rozmístění položek a bude provedena simulace těchto variant. Pro ideální rozmístění položek navrhuji analyzovat data pomocí ABC analýzy a rozdělit položky z hlediska četnosti vjezdů na danou lokaci, kdy více průtokové položky bude nutné rozřadit v rámci uličky rovnoměrně tak, aby nevznikaly kolize. Dalším krokem bude ideálně rozmístit tyto objemově více průtokové položky a proložit je méně průtokovými položkami. Pro tento případ bude použita metoda pro řešení úlohy p -disperze, která je upravená tak, aby byla vhodná pro rozřazení položek v uličce. Další

metoda, která bude použita, bude metoda dle předem stanovených kritérií. Tato kritéria pro tuto metodu budou potvrzena s vedením Albertu Česká republika s. r. o. a následně aplikována na analyzovaná data.

2. Distribuční logistika

Distribuční logistika představuje důležitý spojovací článek mezi výrobou a zákazníkem. Úkolem distribuční logistiky je dostat produkt ve správném množství, ve správný čas a na správné místo k zákazníkovi. Distribuční logistika zahrnuje přepravu, řízení zásob a skladování. Tento tok tvoří výrobci, přepravci, zákazníci, maloobchody a další články celého distribučního řetězce. Někdy je distribuční logistika řešena z hlediska marketingové logistiky. V rámci tzv. marketingového mixu se jedná o nejméně pohyblivý prvek. Marketingový mix můžeme definovat, jako soubor marketingových nástrojů, které firmě pomáhají řídit výrobkovou, cenovou, distribuční a komunikační politiku. Marketingový mix se skládá z těchto složek: product, price, place, promotion. My se budeme z hlediska logistiky pohybovat ve složce marketingového mixu s názvem „place“, neboli v oblasti distribuční logistiky. [1,2]

- **Product** – Tato kategorie nám nejenom označuje výrobek, ale také kvalitu, design nebo značku. Jedná se o důležitou kategorii z hlediska zákazníka, tj. jak produkt uspokojí očekávání zákazníka.
- **Price** – Jedná se o cenu výrobku, za kterou se prodává. Dále nám dává informaci o slevách, podmínkách placení nebo o náhradách.
- **Place** – Pojem place nám udává, jak a kde se bude daný produkt prodávat, jaká bude jeho distribuční logistika, včetně distribučních cest a sítě.
- **Promotion** – Kategorie promotion, neboli propagace, udává, jak se zákazník dozví o daném produktu a jak bude vypadat reklama.



Obrázek 1 - Marketingový mix [2]

2.1. Funkce distribuce

2.1.1. Funkce skladovací

V distribučním řetězci se nachází množství skladovacích kapacit, které mají za úkol pokrýt možné výkyvy v poptávce. Skladování je důležitým článkem na logistickém řetězci a spojovacím prvkem mezi výrobcem a zákazníkem. [2]

2.1.2. Funkce kompletační

Cílem je redukce počtu fyzických operací a zjednodušení toku. Výsledkem by mělo být snížení nákladů na distribuci a snížení stavu zásob. Zjednodušeně řečeno spočívá v kompletaci objednávek, které jsou vygenerované jednotlivými prodejny. [2]

2.1.3. Funkce přepravní

Jedná se o dopravu z místa výroby k zákazníkovi. Přeprava by měla být rychlá, přesná, ale hlavně efektivní. Na začátku přepravy by měla být naplánovaná optimální trasa a vybrán optimální dopravní prostředek pro přepravu, který závisí na délce trasy, druhu přepravovaného zboží a na nákladech spojených s přepravou. [2]

2.1.4. Funkce komunikační

Komunikační funkce představuje přenos informací o poptávce ze strany zákazníků a o stavu zásob na skladě. [2]

3. Sklady a skladování

Skladování jako takové je nedílnou součástí logistického řetězce a sklady, které se nachází na logistické síti představují uzly. Skladování nyní už není jako dříve a firmy se zaměřují na efektivní uskladnění a následný plynulý a rychlý chod celého řetězce. Jedná se tedy primárně o pohyb jednotlivých položek na skladu a souvisejících informací.

3.1. Typy distribučních skladů

3.1.1. Provozní sklady

Tyto sklady se označují jako sklady hotových výrobků. Provozní sklady jsou sklady v rámci výrobních závodů. Funkce těchto skladů je vyrovnání krátkodobých výkyvů v poptávce. [3]

3.1.2. Centrální sklady

Centrální sklady se nachází v pomyslné hierarchii nad sklady provozními. Počet těchto skladů je omezen a v těchto skladech se nachází celkový sortiment firmy. Úkolem při existenci provozních skladů je doplňovat centrální sklady, dle požadavků a poptávky. [3]

3.1.3. Regionální sklady

Sklady regionální struktury mají držet pohotovostní zásoby pro daný trh, kde se nachází. V těchto skladech se nachází pouze zlomek celkového sortimentu určité firmy. [3]

3.1.4. Expediční sklady

Expediční sklady jsou na pomyslném spodním místě v hierarchii a úkolem těchto skladů je vychystávání a expedice k zákazníkovi dle lokalit, které jsou vymezené. Ve skladech se nachází pouze obrátkový sortiment a minimum méně obrátkového sortimentu tzv. „ležáků“. [3]

3.2. Skladovací procesy

Skladovací procesy jsou nedílnou součástí celého logistického řetězce. Postupně se tento článek řetězce stal jedním z těch nejdůležitějších. Pro efektivní tok je zapotřebí ideálně vyřešit skladový proces. V dnešní době nefungují sklady jen k uskladnění a řízení zásob, ale poskytují informace managementu o informačních tocích. Ve skladech se můžeme setkat s těmito skladovacími procesy: příjem, uskladnění, vychystání a expedice. [5]

3.2.1. Příjem zboží

Při příjmu zboží na sklad dochází k vyložení nákladního auta nebo dopravního prostředku, který do skladu dováží materiál nebo daný produkt. Během této části procesu může docházet ke kontrole obsahu a kvality produktů, následně je produkt zanesen do systému. Po zanesení do systému je polepen čárovými kódy nebo jsou využity dodavatelské štítky s kódy. Následně je nachystán na další krok, kterým je uskladnění zboží na konkrétní lokaci. [5]

3.2.2. Uskladnění sortimentu

Další z procesů je uskladnění, které probíhá až po přijmutí zboží na skladu. Jedná se o přesun z místa příjmu do místa uskladnění (na adresu vychystávacího místa). Popřípadě může dojít k přesunu do místa pro uskladnění zásob, tj. oblasti tzv. bufferů. Umístění zásoby nebo také „buffer“ je plocha nebo lokace na skladě, kde najdeme zásoby určitého produktu. [5]

3.2.3. Vychystání sortimentu

Tento proces probíhá, pokud je potřeba vyskladnit zboží a následně expedovat k zákazníkovi. Typický proces se skládá z kroků obdržení objednávky, tisku objednávky, nalezení lokace, vychystání zboží a následná konsolidace pro přípravu na expedici. Vychystávání probíhá buďto z konkrétních pozic na skladě anebo z tzv. pickovací zóny. Pickovací zóna je plocha skladu, která je vyčleněná pro vychystávání pouze kusů nebo neobrátkových produktů. Při vychystávání si můžeme definovat několik typů tohoto procesu. [5]

3.2.3.1. Single order picking

Single order picking je druh vychystávání, při kterém chodí tzv. pickeři nebo také vychystávači po skladu a sbírají položky objednávky. Postupně tak kompletují jednu objednávku za druhou. Tento proces se spíše hodí pro malé sklady a pro méně objemné objednávky. [6]

3.2.3.2. Batch picking

Batch picking neboli vychystávání šarží je seskupování více objednávek do malých šarží najednou. Tento proces urychluje dobu a zkracuje cestu vychystávání, pokud daný sklad přijímá objednávky, které obsahují stejná SKU (jedná se o stejný druh sortimentu). SKU je označení, které v angličtině znamená „stock keepin unit“. Jedná se o jedinečný kód, který je přiřazen danému sortimentu. [6]

3.2.3.3. Cluster picking

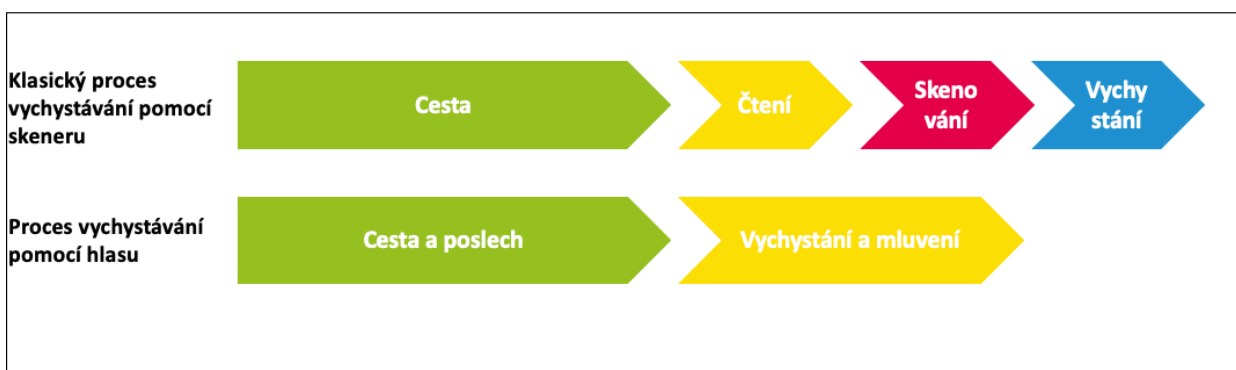
Cluster picking (typ vychystávání položek na skladě) spočívá v kompletování více objednávek najednou. Vychystávači používají vhodnou manipulační techniku a cestují po skladě po předem definovaných trasách. Jednotlivá SKU jsou vychystána a naložena do kontejnerů nebo na palety. Každý kontejner nebo paleta je spojena s listem objednávky. Pro tento proces je vhodné použít software pro řízení skladu, tzv. WMS systém. WMS systém, z anglického „warehouse management system“ je řídicí systém celého skladu, pomáhá například řídit zásoby. [6]

3.2.3.4. Pick to light

Tento typ vychystávání, „pick to light“ je založen na technologiích diod a čárových kódů. Jakmile vychystávač naskenuje čárový kód objednávky, rozsvítí se mu diody a množství, které má vychystat u sortimentu, který náleží dané objednávce. Následně pracovník vychystá tyto osvětlené produkty a dopraví do cílové lokace na skladě, kterou může být plocha expedice, kontrola správnosti nebo balící stanoviště. [6]

3.2.3.5. Voice picking

V rámci voice pickingu, tj. vychystávání pomocí hlasu, pracovník přijímá instrukce, na kterou lokaci má jet vyzvednout sortiment. Následně potvrdí vybranou lokaci a systém mu sdělí počet SKU, které je potřeba vychystat. Tento systém začíná být velmi používaný. Velkou výhodou je bez pochyby volnost rukou, pracovník nedeří v ruce například skener. Při vychystávání pomocí hlasu vzniká méně chyb oproti vychystávání pomocí skeneru. Zároveň tento způsob vychystávání krátí celkový čas procesu. [7]



Obrázek 2 Úspora při vychystávání pomocí hlasu (Vlastní zpracování)

4. Možnosti skladování sortimentu

Sortiment je možné skladovat různými způsoby. Jednou z možností je skladovat sortiment v zastřešeném prostoru, tedy skladování v hale nebo na volné ploše ve venkovních prostorách. Skladovat je možné v blocích nebo pomocí regálových systémů, které pomáhají v organizaci a v efektivitě skladu.

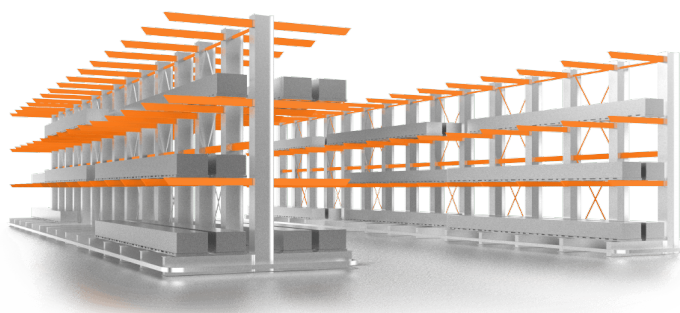
5. Regálové systémy

Systémy pro skladování jsou důležitou složkou skladu. Pro efektivní skladování je potřeba zvolit ideální regálový systém. Záleží na velikosti, hmotnosti a druhu sortimentu, který zde bude skladován. Regálové systémy jsou tvořeny buňkami pro uskladnění sortimentu. Je možné uskladnit palety nebo jiné manipulační jednotky, záleží vždy na rozměrech a množství. Rozlišujeme tři základní typy regálových systémů, a to konzolové, paletové a policové regály. [8]

5.1. Konzolové regály

Konzolové regály se využívají pro skladování atypických materiálů, které nedokážeme uskladnit například do paletového regálu. Výhodou tohoto typu regálového systému je možnost pojmout různé délky, tvary nebo rozměry daného produktu. Typickým produktem pro uskladnění jsou trubky, roury, desky, trámy nebo různé tyčové materiály. Konzolový regál se

skládá ze stojanů a jednotlivých konzol. Při dimenzování skladů jsou vybrány vhodně vyztužené konzoly, které závisí na druhu uskladňovaného materiálu. S konzolovými regály se většinou setkáme v hutním průmyslu. Pro manipulaci se sortimentem je využívána manipulační technika. Manipulační technika nám představuje veškerou techniku, která je využívána na přepravu těžkých břemen a zboží na skladech nebo ve výrobních areálech. Tato technika šetří čas a urychluje celý proces. Nejvyužívanější manipulační technikou je čelní vysokozdvizný vozík. [10]



Obrázek 3 Konzolové regálové systémy [9]

5.2. Paletové regály

Tento způsob regálového systému se využívá pro uskladnění palet. Typicky jsou zde uskladněny europalety nebo isopalety. Nosnost jedné buňky je okolo 6 tun. Vyrábí se ve třech standardizovaných rozměrech a to 1,8 m, 2,7 m a 3,6 m. Výška paletových regálů je od 7 až do 45 metrů, proto je nutné využívat manipulační techniku při manipulaci s břemeny. Hloubka jednotlivých buněk se odvíjí od velikosti palet. Paletové regály jsou vhodné pro uskladnění sortimentu různých vlastností a různých rozměrů. Výhodou paletového regálu je využití ploch i prostor objektu, dále možnost automatizace, kdy může palety uskladňovat automatizovaná technika, například „stacker crane“ nebo „shuttle“. První zmíněný typ manipulační techniky „stacker crane“ je jinými slovy automatizovaný stohovací jeřáb nebo také souřadnicový manipulační systém pro uskladňování a vyskladňování palet z určité lokace na skladě. Druhý uvedený typ manipulační techniky neboli „shuttle“ je automatizovaná nebo poloautomatizovaná manipulační technika určená pro hloubkové uskladňování nebo vyskladňování palet, a to v každé úrovni regálového systému. [9]



Obrázek 4 Paletové regálové systémy [8]

5.3. Policové regály

Policový regál je využíván v případě, že není možno využít paletové regály z důvodu nedostatečného množství produktu na paletě, tj. drobných produktů nebo z důvodu nemožnosti stohovat produkty na sebe. Typickým sortimentem jsou produkty v malém nebo středním objemu. Mohou to být například náhradní díly pro automobilový průmysl nebo drobné produkty v potravinářském nebo farmaceutickém průmyslu. Tyto regály se skládají ze sloupů, nosníků a polic. Hloubka policového regálu by neměla přesáhnout 0,8 metru a výška by neměla přesáhnout 2 metry. Tyto parametry vycházejí z normy, která je vytvořena na základě parametrů, které jsou optimální pro vyskladňování zboží člověkem. Vyskladnění nebo uskladnění je většinou prováděno ručně. [11]



Obrázek 5 Policové regálové systémy [10]

6. Manipulační technika

Nedílnou součástí skladů je manipulační technika. Jedná se o techniku, respektive nástroj nebo zařízení, které pomáhá při manipulaci s těžkými břemeny. Pomocí manipulační techniky

zrychlíme tok daným skladem. Manipulační technika se využívá pro stohování, zvedání, tahání, vychystávání nebo pro přesuny zboží. V manipulační technice můžeme rozlišit konvenční a automatickou manipulační techniku. Rozlišujeme nízkozdvížné a vysokozdvížné vozíky. Dále můžeme rozlišit elektrický, dieselový nebo plynový pohon manipulační techniky. [12]

6.1. Paletové vozíky

Jedná se o elektrické nebo ruční nízkozdvížné vozíky. Tyto vozíky jsou vhodné pro přesun těžkého břemena v rámci krátkých tras. Svou malou velikostí a snadnou obsluhou jsou vhodné například pro oblast expedice. Vozík disponuje hydraulickým mechanismem. Nosnost tohoto typu vozíku je nejčastěji 1 tuna. [12]

6.2. Vychystávací vozíky

Pro časté vychystávání objednávek je vhodné využít vychystávací vozík. Vychystávací vozíky řadíme do kategorie elektrické manipulační techniky. Výhodou je vychystávání na paletu a následná manipulace s paletou. Vozíky dosahují rychlosti až 12 km/h a dokáží uvést až 2,5 tuny. [14]

6.3. Vysokozdvížné vozíky

Tento typ manipulační techniky je ideální pro nakládku, manipulaci s obaly nebo pro vykládku. Jedná se o techniku, která dokáže manipulovat s břemeny těžkými až 8 tun. Zdvih vysokozdvížných vozíků je až 8 metrů. Tyto údaje jsou k dispozici na stránkách výrobců včetně dalších údajů o konkrétních vysokozdvížných vozících. [15]

6.3.1. Skladové vysokozdvížné vozíky

Pro zásobování z oblasti příjmu nebo uskladnění do oblasti zásoby jsou vhodné tzv. retraky, které dokáží vyzdvihnout palety do výšky až 13 metrů a manipulovat s břemeny do váhy až 2 tuny. Retrak nebo také skladový vysokozdvížný vozík je velmi flexibilní manipulační technika, která používá výsuvný zvedací systém. Výhodou je snadné manévrování na malém prostoru a snadná manipulace s těžkými břemeny ve výškách. [14]

7. Systém pro řízení skladu

Na základě nových trendů v řízení logistických procesů a zefektivnění managementu zásob je vyvíjen vysoký tlak na správné řízení skladů. Proto společnosti využívají moderní softwarové nástroje, které pomáhají managementu firmy v řízení a kontrole stavu zásob na skladě. Tyto technologické pokroky pomáhají v boji s konkurencí. Nynější systémy dokáží řídit zásoby

takovým způsobem, kdy v dostatečném předstihu dokáží objednat zboží podle historických transakcí. Zároveň systémy pro řízení skladu mají zásadní vliv jak pro distribuční sklady, tak i pro klasické sklady. Technologie můžeme rozdělit na systémy, které aktivně řídí sklad tzv. Warehouse Management System (WMS) nebo na systémy, které pouze sledují stav skladu, integrují účetnictví, faktury nebo informace o údržbě. Tyto systémy nazýváme Enterprise Resource Planning (ERP). [20]

7.1. Warehouse Management System (WMS)

Warehouse management systémy jsou softwarové nástroje představující automatizační systémy, které usnadňují a zefektivňují celý proces na skladech. Jedná se o systém s plnou automatizací a řízení skladových zásob. WMS může fungovat samostatně nebo také jako součást systémů ERP. Mezi nejdůležitější funkcionality WMS řadíme sledování dat v reálném čase neboli sledování zásob v reálném čase. Můžeme minimalizovat chybovost pomocí řízeného skladu nebo můžeme disponovat vzdáleným přístupem k systému. WMS také integruje celý systém slottingem, tzv. dynamickým řazením položek na skladu. Dynamické řazení funguje většinou na základě ABC analýzy, kdy ty četnější položky jsou nejbližší výstupu skladu nebo také vstupu skladu. V případě součásti ERP systémů SAP je WMS pouze modul pro materiálové řízení. [19]

7.2. Enterprise Resource Planning (ERP)

ERP systém je informační podnikový systém, který v sobě disponuje hlavně funkcemi potřebnými pro produkční činnost firmy, typicky výroba, prodej, fakturace nebo informace o údržbě. Pomocí ERP dokážeme řídit podnikové procesy a plánovat tyto procesy, zároveň jsou tyto systémy důležité pro zvýšení efektivity firmy. Dále pomocí ERP můžeme také řídit taktické a strategické plánování firmy. Hlavním cílem je úspěšná evidence dat pro efektivní růst firmy. Systémy ERP můžeme rozdělit na komplexní (SAP, K2), problémově orientované (VEMA) a systémy pro střední a malé podniky.

Při implementaci WMS systémů je nutné počítat s finanční a časovou náročností, proto je nutné si definovat rozdíly těchto systémů a na základě potřeb dané firmy se rozhodnout pro ideální systém. Obrázek nám dává informaci ohledně technických specifikací WMS systému a kde už nestačí pouze využití ERP systému. [20]

Co zvládne ERP modul a na co už je potřeba WMS	
Evidence zboží	ERP modul i WMS
Hlídání stavu zásob	ERP modul i WMS
Skladové uzávěrky a inventury	ERP modul i WMS
Pokročilé trasování zboží	jen WMS
Řízení skladníků	jen WMS
Automatické zaskladnění a zrychlení příjmu	jen WMS
Automatická komunikace s dopravci	jen WMS
Kontrola balení při expedici	jen WMS
Úprava vychystávací strategie	jen WMS

Obrázek 6 Porovnání ERP a WMS [20]

8. Vybrané metody řešení

Systémy, které nám pomáhají pro uskladňování produktů na konkrétní lokaci, používají různé metody. Cílem všech metod je efektivní kompletace objednávky v požadované kvalitě a v co nejrychlejším čase. Každá jízda vychystávačů je měřena časem a produktivitou vychystávání objednávek. Proto je nutné řešit dynamické, popřípadě pouze statické řazení položek, které pomůže ke kratším časům a vyšší produktivitě.

8.1. Lokace pro skladování

Pro efektivní propustnost skladu je nutné stanovit lokace daným položkám, proto existují základní principy, jak uskladňovat položky z oblasti příjmu na konkrétní lokace. Mezi ty nejznámější patří náhodné skladování a skladování na vyhrazeném místě. Dále je možné využít metodu FIFO. Metoda FIFO, nebo také *First In, First Out*, je metoda, která v překladu znamená První dovnitř, první ven. Tato často používaná metoda v oblasti logistiky, nám říká, pokud přijde první položka, druhá položka a třetí na sklad, tak ze skladu odejdou ve stejném pořadí, tedy nejdříve první položka, druhá položka a na závěr třetí položka. [21]

8.2. Náhodné skladování

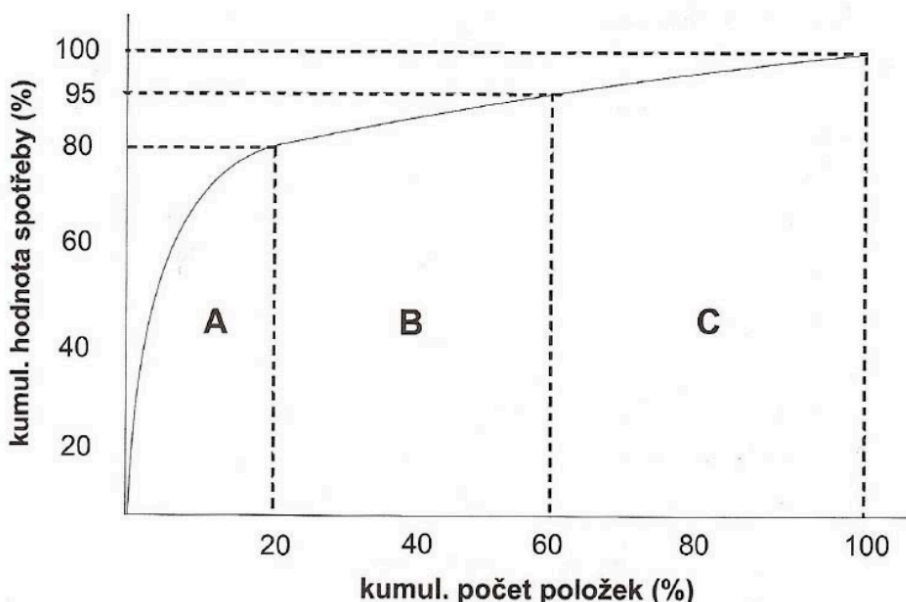
Náhodné skladování funguje na principu FIFO neboli položky, které byly přijaty na sklad první opouští sklad nejdříve. Dále je předpokladem pro náhodné skladování jakákoliv volná lokace. Výsledkem tohoto způsobu skladování je maximální vytížení skladových lokací. [22]

8.3. Skladování na vyhrazeném místě

Tento způsob je založen na skladování na vyhrazeném místě, kdy každá položka má přidělenou konkrétní lokaci nastálo. Systém je vhodný při řazení položek podle jejich ID čísla, míry jejich použití nebo podle četnosti vychystávání. Pro uskladnění podle obrátkovosti je možné využít ABC analýzu, která nám pomůže rozdělit sortiment do třech kategorií. [22]

8.4. ABC analýza

Pro kvalitní řízení zásob je možné použít i metodu zvanou ABC. Jedná se o metodu diferenciovaného řízení a vychází z tzv. Paretova pravidla. Toto pravidlo nám říká, že malý počet položek (20 %) má velký vliv (80 %) na celkovou spotřebu. Můžeme tedy říci, že 20 % položek na skladu tvoří 80 % celého odbytí. Pro určení těch čtenějších položek je nutné rozdělit položky na tři kategorie, a to A, B a C. Kritérium, které je použito pro rozdělení do jednotlivých kategorií závisí na tvůrci konkrétní ABC analýzy. Jako kritérium může být použita například cena, odbyt sortimentu nebo četnost, z kterou je sortiment vychystáván. Obrázek číslo 7 nám definuje Lorenzovu křivku, která vysvětluje právě Paretův princip.



Obrázek 7 Lorenzova křivka [22]

Obrázek nám definuje jednotlivé kategorie. Pro kategorii A platí, že 20 % položek tvoří 80 % spotřeby, v kategorii B 40 % položek tvoří 15 % spotřeby a v kategorii C 40 % položek tvoří 5 % spotřeby. Můžeme tedy říci, že položky z kategorie A jsou klíčové pro řízení zásob, proto je důležité se zaměřit na tyto položky. Zde jsou ještě kategorie jednotlivě definovány.

- **A** – kategorie významných položek, které ovlivňují ve velké míře sledovaný parametr.

- **B** – kategorie středně významných položek, které ovlivňují sledovaný parametr v menší míře.
- **C** – kategorie méně významných položek, které ovlivňují sledovaný parametr minimálně.

Přínosem ABC analýzy je výsledný přehled, který firmě dává informaci, které položky jsou nejčetnější a přináší firmě velké obnosy peněz. Těmto položkám je přikládán velký důraz při řízení zásob. [23]

8.5. Modely řešení

Problém, který aktuálně řešíme, můžeme formálně popsat pomocí matematického modelu, který nám pomůže lépe pochopit fungování systému a také umožní řešení problému. V našem případě se jedná o pickery a vysokozdvihy, kteří vjíždějí na dané sekce a v tomto důsledku vznikají kolize. Jde tedy o to dosáhnout na základě nového rozmístění položek minimalizaci kolizních situací.

Pro řešení různých optimalizačních úloh existují dva možné přístupy, pomocí kterých lze dosáhnout kýžených výsledků. Tyto dva přístupy jsou exaktní a heuristické. U exaktních se pomocí jednotlivých matematických kroků dostáváme k optimálnímu řešení. Naproti tomu u heuristické přístupy jsou založené na intuici a zkušenosti. Postupnými kroky se dostáváme k řešení, které dále zlepšujeme do výsledného řešení. U heuristických přístupů je nevýhodou nezaručení optimálního řešení. V našem případě budeme vycházet z heuristických přístupů.

8.5.1. Exaktní metody

Exaktní metody řeší úlohy optimálně, tedy snaží se najít optimální řešení. Tyto metody lze však použít pouze na malé případy složitých problémů. Některé, relativně malé, nelze vyřešit exaktními metodami. Základem je poskytnutí optimálního řešení, které bude následně použito pro hodnocení a porovnání heuristických metod. [25]

8.5.2. Heuristické metody

Jak již víme, heuristické metody oproti exaktním metodám nezaručují nalezení optimálního řešení ani kvalitu řešení, která může libovolně špatná. Pomocí heuristických metod se ale můžeme dostat k přibližnému výsledku v rozumném čase, a to je většinou pro praxi dostačující. Pokud není potřeba nalézt optimum a výsledek je přijatelný, tak jsou tyto algoritmy využitelné. Tyto algoritmy využíváme především pro úlohy větších rozměrů a při řešení úlohy

v reálném životě, kde čas je hlavní prioritou. Heuristické metody můžeme dělit na konstrukční nebo záměnné heuristiky. [25]

8.5.2.1. Konstrukční algoritmy

Konstrukční algoritmy vytváříme postupně z prázdného řešení postupným rozšiřováním částečného řešení, oproti záměnným algoritmům, které vychází z přípustného řešení a snaží se dojít k lepšímu řešení aplikací definovaných změn. Jedním z příkladů konstrukčního algoritmu může být tzv. hladový algoritmus, který nevykazuje kvalitní výstupy. Hladový algoritmus je jednou z metod řešení optimalizačních úloh a v každém svém kroku hledá lokální minimum. Funguje na stejném principu jako algoritmus pro hledání minimální kostry grafu. Pro řešení problému hledání minimální kostry grafu je hladový algoritmus optimální. Hladový algoritmus pro nalezení Hamiltonské kružnice vybírá v jednotlivých krocích hranu s nejmenším ohodnocením a zařazuje ji do výsledné cesty. Hamiltonská kružnice je graf, kdy každý jeho vrchol můžeme projít právě jednou s výjimkou počátečního a koncového vrcholu, který uzavírá tento graf nebo také kružnici. Výsledkem je spojená Hamiltonská kružnice. [24]

8.5.2.2. Záměnné algoritmy

Záměnné algoritmy jsou založené na zaměňování hran a vrcholů. Do kategorie záměnných algoritmů patří i iterativní algoritmy, které můžeme využít u úloh, které nemají exaktní algoritmus. Pomocí tohoto algoritmu je nalezení přijatelného výsledku v poměrně rychlém čase. Tato heuristika funguje na základě záměny vrcholů aktuálního řešení s vrcholy z množiny neprozkoumaných vrcholů n . [24]

8.5.3. Problém p -disperze

Problém p -disperze řadíme mezi heuristické úlohy, které jsme si definovali výše. Cílem p -disperze je vybrat p z daných n bodů tak, aby minimální vzdálenost mezi jakoukoliv dvojicí daných bodů byla co největší. Vybereme tedy p z daných n bodů ($1 < p < n$) v definovaném prostoru a výstupem by měla být maximalizace minimálních vzdáleností mezi dvěma libovolnými vrcholy. Můžeme definovat množinu V , sledovaných dat, která obsahuje n vrcholů $\{x_i: 1 < i < n\}$. Dále vybereme z množiny V podmnožinu S , takovou že $|S| = p$. Pro řešení úlohy p -disperze musíme zvolit metriku vzdálenosti, kterou může být například Euklidovská metrika (délka přímé spojnice dvou bodů). Pro řešení úlohy p -disperze musíme zvolit metriku vzdálenosti, kterou budeme značit $d(x_i, x_j)$. Tou může být například Euklidovská metrika (délka přímé spojnice dvou bodů). Potom můžeme vyjádřit úlohu p -disperze, jako:

$$\max_{S \subseteq V} f(S) = \left[\min_{x_i \neq x_j \in S} d(x_i - x_j) \right]$$

V kontextu polohy lokací může být využit problém p -disperze, pokud není žádoucí blízkost těchto lokací. Příkladem může být například značka jednoho obchodního řetězce, kdy nechceme, aby si obchody navzájem konkurovaly, a proto je umísťujeme co nejdále od sebe. V našem případě jsou příkladem lokace, které jsou často obsluhované a navzájem v těchto lokacích dochází ke kolizím, proto je blízkost v tomto případě nežádoucí.

Pro řešení p -disperze existuje několik heuristických algoritmů, mezi které patří například konstrukční algoritmy („Hladová konstrukční heuristika“), dále algoritmy na prohledávání okolí („Heuristika nejvzdálenějšího vrcholu mimo okolí“) nebo projekční algoritmy. My se budeme v dalších bodech zabývat pouze konstrukčními algoritmy, konkrétně už zmíněnou „Hladovou konstrukční heuristikou“. [26]

8.5.3.1. Hladová konstrukční heuristika (GC)

Řešení p -disperze pomocí konstrukčních algoritmů pomocí p -disperze je založeno na dvou množinách vrcholů. V jedné množině se nachází vrcholy z množiny V a druhé jsou zbývající vrcholy z množiny S , kde p a n tvoří počet.

Prvním krokem hladové konstrukční heuristiky je výběr dvou nejvzdálenějších vrcholů v množině V . Vrchol je vybrán na základě kritéria, které maximalizuje minimální vzdálenost v řešení. Pokaždé, když je přidán nový vrchol, klesá účelová funkce. Níže je popsán pseudokód této heuristiky. Definujeme vzdálenost mezi bodem a množinou, jako nejmenší vzdálenost mezi bodem a prvky množiny bodů. [26]

Jmenovitě pak, $d(x_k, S) = \min\{d(x_k, x_j) : x_j \in S, x_j \neq x_k\}$:

1. Najdi x_1 a x_2 v množině V , $d(x_1, x_2) = \max\{d(x_i, x_j) : 1 \leq i < j \leq n\}$
2. $S \leftarrow \{x_1, x_2\}$
3. Dokud $|S| < p$, pak
 - 3.1. Najdi $x_k \in V \setminus S$, $d(x_k, S) = \max\{d(x_j, S) : x_j \in V \setminus S\}$
 - 3.2. $S \leftarrow S \cup \{x_k\}$

Pro řešení je použit upravený algoritmus nazvaný hladová konstrukční heuristika navržený původně pro řešení problému p -disperze. Tento algoritmus byl upraven tak, aby mohl být použit pro řešení problému rozmístění položek ve skladu s kritériem minimalizace kolizních situací. Celá úloha p -disperze pro seřazení položek začíná tak, že všechny lokace jsou prázdné. Zprv je nutné vytvořit distanční matici D daných lokací na skladu, a to způsobem, zda se nachází v kolizi či ne. Je tedy zřejmé, že v distanční matici D nalezneme pouze dvě

hodnoty. Dále přiřadíme každé položce četnost vychystávání a seřadíme tyto četnosti na základě nejvyšší četnosti. Následně vyjdeme z původního algoritmu a hledáme pro každou lokaci vzdálenost k nejbližší obsazené lokaci a z těchto vzdáleností vybereme maximum. Výsledkem je lokace, jejíž vzdálenost k nejbližší obsazené lokaci je nejvyšší. Výstupem by měly být seřazené lokace tak, že nejvíce vzdálené lokace jsou nejdále od sebe a zároveň nevznikají kolizní lokace.

9. Vizualizace dat

Vizualizace dat je důležitým bodem při analýze dat. Pro lepší pochopení problematiky dat je vždy žádoucí data (čísla či text) převést do vizuální podoby, která nám následně pomůže pochopit abstraktní data. Vizualizace nám pomáhá pochopit data, podporuje analýzu a rozhodování. Převedení dat na vizuální podobu může nabývat různých variant, například sloupcové grafy, koláčové grafy, spojnicové grafy, kombinované grafy nebo vizualizace typu heatmap. [27]

9.1. Heatmap

Jedná se o jeden z možných způsobů, jak reprezentovat data v grafické podobě. Heatmap, jinými slovy teplotní mapa, zobrazuje hodnoty v podobě barvy. Můžeme tedy data rozdělit do jednotlivých kategorií a následně každé kategorii přiřadit barvu. Teplotní mapy, mohou být například v podobě map skladů nebo v podobě tabulek, kdy každý oddíl má danou barvu podle kategorie. [27]

10. Představení společnosti Albert

Společnost Albert Česká republika s. r. o. je společnost spadající pod nadnárodní společnost Ahold Delhaize se sídlem v nizozemském Zaandamu. Albert je značka obchodních řetězců, a to konkrétně hypermarketů a supermarketů. Firma se dostala na český trh v roce 1990, jako společnost s názvem Euronova a. s. V roce 1991 otevřela svůj první supermarket na území České republiky. Od roku 1999 provozovala na českém trhu prodejny hypermarketů s názvem Hypernova, které byly později přejmenované na Albert hypermarket. V roce 2005 převzala od firmy Julius Meinl 57 prodejen a postupně upevňovala svoje postavení na trhu. Pro firmu Albert bylo důležité jednotné vystupování z hlediska supermarketů a hypermarketů. Dále došlo v roce 2004 k převzetí prodejen od společnosti SPAR ČOS. V roce 2016 se firma Albert sloučila se skupinou Ahold Group. [28]

11. Distribuční centrum Březhrad Hradec Králové

Distribuční centrum v Hradci Králové je jedno ze tří distribučních center společnosti Albert Česká republika s. r. o. Tento sklad byl otevřen v roce 2017 a jeho rozloha činí 22 000 m². Dalšími distribučními centry jsou distribuční centrum Klecany (Praha) a Olomouc. Jak sklad na území Klecan, tak v Olomouci, jsou výrazně většími oproti Hradci Králové, a to zaváženým územím a také rozlohou těchto distribučních center. V Hradci Králové se nachází nejmenší distribuční centrum. Z Hradce Králové je zavážena napřímo malá část prodejen. Ostatní prodejny (supermarkety a hypermarkety) jsou zaváženy přes ostatní distribuční centra. Do ostatních distribučních center je z Hradce Králové dodáván určitý sortiment a zároveň do Hradce Králové přijímají sortiment z ostatních distribučních center, který se v Hradci Králové neskladuje.

Distribuční centrum v Hradci Králové je suchým skladem, kde se skladuje rychloobrátkové zboží (nápoje a smíšené zboží) a non-food (jídlo pro psy, drogerie, materiál technického zabezpečení a textil). Uvnitř skladu se nachází 20 uliček tvořených regály, kdy v úrovni podlahy se nachází vychystávací pozice a v dalších 3 úrovních se nachází zásoby, tzv. buffery. Celý sklad disponuje 30 rampami pro vykládku a nakládku a zároveň 2 rampami pro nakládku a vykládku malých vozidel. Sklad je rozdělen na plochu expedice, příjmu, administrativních ploch, dále na plochu regálů, obalů a lisu na zpracování obalů. V neposlední řadě se zde nachází plocha prázdných obalů (palety a jiné plastové boxy) a na plochu určenou pro nabíjení baterií do manipulační techniky.

V distribučním centru pracuje 135 zaměstnanců a provoz je 6 dní v týdnu. Zaměstnanci pracují ve dvou směnách, které ve všední dny probíhají od 6 hodin ráno do 14 hodin a od 14 hodin do 22 hodin. Sobotní směna probíhá od 8 hodin ráno do 20 hodiny večer, nedělní směna není plánována. Jednotliví pracovníci jsou na směně rozděleni na retrakáře (obsluha vysokozdvížných vozíků) a vychystávače (osoby, které vychystávají a kompletují objednávky), kteří využívají RTF skenery nebo technologii vychystávání pomocí hlasu (3.2.3.5). Na každé směně je právě 25 vychystávačů a 8 retrakářů. Produktivita zaměstnanců se měří podle počtu vychystaného sortimentu, které je přepočítáno na vychystávací jednotku (colli). Tato jednotka je stěžejním ukazatelem na skladě. Níže na obrázku je celková mapa skladu, která zobrazuje rozdělení ploch, kdy černou barvou jsou plochy určené pro jednotlivé brány pro nákladní vozidla nebo pro kanceláře. Jednotlivé barvy od sebe rozlišují typy produktů tak, aby byly při vychystávání rozloženy rovnoměrně dle váhy a typu obalové jednotky.

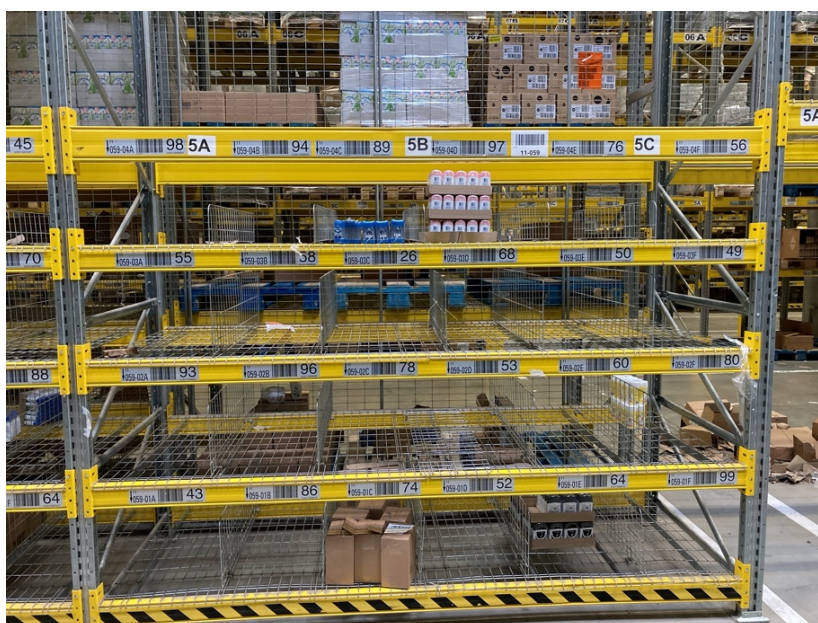
11.1. Manipulační technika na DC Březhrad Hradec Králové

Distribuční centrum Hradec Králové disponuje hned několika druhy manipulační techniky, pomocí které manipuluje se sortimentem. Zde je přehled manipulační techniky:

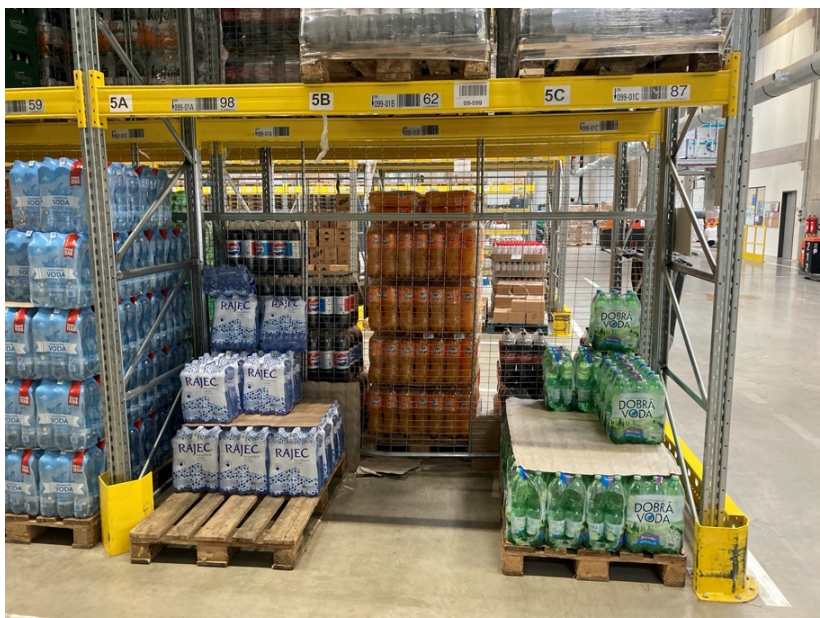
- **Retrak (VZV)** – tato manipulační technika je určena pro zaskladňování a vyskladňování sortimentu z daných lokací na skladě.
- **Vychystávací vozík (NZV)** – jedná se o manipulační techniku pro vychystávače, kteří vychystávají sortiment na určenou podstavu (palety nebo vozíky), kterou vozí právě na tomto NZV.
- **Elektrický paletový vozík** – zde mluvíme o paletovém vozíku, který je určený pro nákladů a vykládku nákladních vozidel. Jedná se pouze vozík pro jednu paletu.
- **Elektrický čelní vozík** – tento čelní vozík se využívá pro stohování palet a prázdných obalů.

12. Regálové systémy a skladové plochy

V distribučních centrech Albert Česká republika s. r. o. využívají převážně paletové a policové regálové systémy. V každém sloupci je možné uskladnit až 12 palet, kdy v nejnižší úrovni se nachází vychystávací adresy. Každá lokace tedy obsahuje 3 vychystávací místa. V každé ulici je 100 těchto lokací, tedy 50 na každé straně ulice. Některé uličky mají méně lokací na úkor jiných manipulačních ploch skladu. Některá vychystávací místa jsou upravena na 2 různé typy policových systémů. Do těchto vychystávacích míst se vejde 24 kartonů nebo 6 polovičních palet. Vychystávací místa jsou určena pro méně objemový sortiment. Na obrázcích číslo 9, 10, 11 jsou zobrazeny všechny typy vychystávacích míst.



Obrázek 10 Vychystávací místa pro 24 boxů (Vlastní zpracování)



Obrázek 11 Vychystávací místa pro 3 palety (Vlastní zpracování)



Obrázek 12 Vychystávací místa pro 6 palet (Vlastní zpracování)

Nad těmito vychystávacími místy se nachází tzv. buffery (zásoba sortimentu). Ta je rozmístěna do 3 úrovní nad sebou a je možné zde uložit až 9 palet sortimentu. Pro lepší představu zobrazuje toto rozložení ilustrativní obrázek číslo 13. Červené znázornění nám určuje buffery (zásobu) a zelené zobrazení znázorňuje vychystávací místa dané lokace.



Obrázek 13 Rozmístění zásob (červeně) a vychystávacích míst (zeleně) (Vlastní zpracování)



Obrázek 14 Prázdná plocha příjmu (Vlastní zpracování)



Obrázek 15 Zaplněná plocha expedice (Vlastní zpracování)

Co se týče skladových ploch, ty jsou rozděleny na administrativní, plochy příjmu a expedice a plochy pro uložení obalů. Plochy příjmu a expedice jsou rozděleny na rampy odkud nebo kam přijíždí nákladní vozidla. Každá rampa má tzv. řádky (zvýrazněné na ploše) pro ukládání nebo přijímání palet. Ilustrativní obrázky číslo 14 a číslo 15 nám ukazují, jak jsou značeny tyto řádky a zároveň nám ukazují označení řádků a jednotlivých ramp pro nákladní vozidla.

13. Analýza procesů v distribučním centru

Pro lepší pochopení chodu celého distribučního centra si definujeme jednotlivé procesy, které na tomto distribučním centru probíhají a jsou důležité pro fungování centra jako celku. Nejdříve definujeme příjem zboží, tedy vstup do celého distribučního skladu, poté definujeme proces uskladnění. Po procesu uskladnění následuje proces doplňování a následné vychystávání položek na skladu. Výsledkem vychystávání a výstupem z celého skladu je expedice. Všechno tyto procesy definujeme dle platných standardů společnosti Albert Česká republika s. r. o.

13.1. Příjem zboží

Příjem zboží, nebo také, fyzický příjem zboží, začíná od určení brány řidiči nákladního vozidla, kdy řidiči přijde prostřednictvím SMS číslo brány, kde bude vozidlo vyloženo. Příjem probíhá dle standardizovaných procesů, pokud je to možné, tedy pomocí SSCC štítků, které obsahují veškeré informace o dodavateli a slučují jednotlivé štítky kartonů na paletě. SSCC štítky jsou vlastně čárové kódy, které nám řeknou veškeré informace o produktu, který přijímáme. Štítky ulehčí práci pracovníkům příjmu, a proto se snaží, aby dodavatelé disponovali tímto štítkem.



Obrázek 16 Dodavatelský SSCC štítek (Vlastní zpracování)

Pokud dodavatel nedisponuje SSCC štítky, musí se použít kartonové štítky EAN. Tyto štítky jsou naskenovány pomocí čteček. Pro lepší znázornění je níže zobrazen SSCC štítek od dodavatele. NA obrázku tedy vidíme jméno dodavatele, datum výroby, trvanlivost produktu, číslo EAN a množství na paletě.

13.2. Uskladnění zboží

Po ukončení fyzického příjmu pracovníkem se začínají generovat interní štítky pro uskladnění zboží na vhodnou lokaci na skladě. Jedná se o interní SSCC štítky, které obsahují detailní informace o paletě, jako je počet kusů na paletě, počet kartonů na paletě, počet vychystávacích jednotek (colli), kdy bylo zboží přijato, o jakou šarži se jedná a další důležité informace. Jedná se o interní štítky, které jsou přiřazeny k jednotlivým paletám. Pro lepší pochopení je níže tento štítek zobrazen. Na štítku je opět dodavatel produktu, kdy bylo zboží přijato, hmotnost palety, množství v počtu colli (PU), vychystávací adresa, počet kusů v subkartonů (jedná se o menší manipulační jednotku než karton), počet subkartonů v kartonu, počet kartonu na paletě, počet vrstev na paletě a počet kartonů na vrstvě. Každá jednotlivá položka má definovanou vychystávací adresu a zároveň tzv. pivot adresu. Pivot adresa je adresa bufferu, tedy umístění zásoby pro danou položku sortimentu. Pivot adresa se nachází vždy nejbližší adrese vychystávací.



Obrázek 17 Interní SSCC štítek pro uskladnění (Vlastní zpracování)

Z fyzického příjmu je buď paleta přiblížena nebo pracovníkem příjmu do daného místa uskladnění buď retrakář (řidič VZV) odebere paletu z příjmu a následně uskladní na danou lokaci, kde systém určí do jakého bufferu má být paleta uskladněna (pivot adresa produktu).

13.3. Doplnování zboží

Dalším procesem, který probíhá v celém tomto koloběhu, je doplňování zboží. Tento proces začíná zpracováním objednávky z jednotlivých prodejen a následným vytvořením tzv. mise (úkolů) řidiči vysokozdvihu, který začne doplňovat zboží z bufferů (zásoby) do vychystávacích pozic tak, aby bylo možné uspokojit poptávku prodejen.

13.4. Vychystávání zboží

Po procesu doplňování přichází na řadu proces vychystávání. Po zpracování objednávek z prodejen systémem jsou pomocí WMS naplánovány a přiřazeny objednávky k jednotlivým jízdám. Jinými slovy každá prodejna má přiřazenou jízdu, na kterou systém přiřazuje objednávku z prodejny. Tedy více objednávek může být přiřazeno pro danou jízdu. Po těchto úkonech si každý vychystávač vyzvedne jednotlivý lot objednávky (část objednávky, kterou vychystává) a postupně projíždí jednotlivé uličky a kompletuje objednávku. Objednávku tedy nekompletuje pouze jeden vychystávač, ale více vychystávačů, jelikož každá objednávka je rozdělena do jednotlivých částí. Po kompletním vychystání objednávky vychystávač potvrdí dokončení a převezení na expedici. Dle rozvozového plánu jsou řazeny jednotlivé jízdy (prodejny) v pořadí, ve kterém se mají objednávky pro prodejny vychystávat. Důležitým článkem je koordinátor, který přiřazuje spolu, s expedientem, brány (docky) pro jednotlivé jízdy (prodejny) dle rozvozového plánu a zároveň řídí sled příprav pro vychystávání objednávek.

13.5. Expedice zboží

Po dokončení vychystávání přichází na řadu poslední krok a to expedice. V okamžiku, kdy je celková jízda pro prodejnu připravená a všechny palety jsou v oblasti expedice, přichází na řadu expedient, který fyzicky kontroluje počet palet a následně skenuje všechny palety. Po naskenování všech palet probíhá fakturace a zboží je vyskladněno ze skladu. Řidič nákladního vozidla na základě dokumentů od expedienta naloží zboží, potvrdí nakládku, zaplombuje vozidlo a odjíždí na prodejnu.

14. Analýza současného stavu řazení položek

Aktuální stav při řazení položek je takový, že nyní se žádné řazení v distribučním centru neřeší. Funguje zde pouze nějakým způsobem ABC analýza, která pomáhá s určováním vhodné lokace. Řazení zde probíhá jen pokud je nutné uvolnit místo pro sezónní sortiment, a to pouze

přesouváním v rámci ulic sortimentu bez definovaného algoritmu. Dalším kritériem při přijmutí a zařazení nového sortimentu do skladu a na určité vychystávací místo je určení, zda se jedná o petfood, nápoje, drogerii či jiné kategorie. Poté je řešen charakter balení dané položky, tedy rozměry a váha. Následně je položka zařazena na skladovou pozici.

15. Představení vstupních dat

Pro analýzu dat a pro řešení aplikaci metod byla poskytnuta tato data společností Albert Česká republika s. r. o. Tato data můžeme rozdělit na dvě kategorie, a to historická data o počtu vychystávání a matriční data, neboli kmenová data, produktů. Kmenová data nám představují rozměry produktů, váhu produktů, počet kusů v balení, přepočet na colli, popis produktu, umístění na skladu a gold číslo (unikátní číslo produktu). Tyto matriční data sortimentu byla použita pro zjištění aktuálních vychystávacích adres jednotlivých produktů tak, aby výsledek odpovídal co nejvíce aktuálnímu stavu.

Druhou kategorií tvoří historická data o vychystávání a doplňování pomocí, vysokozdvihů, na základě, kterých byla postavena analýza dat. Data obsahují:

- Datum validace
- Gold číslo
- Počet colli
- Adresa vychystávacího místa
- Datum vyjmutí (VZV)
- Datum uložení (VZV)
- Adresa vyjmutí (VZV)
- Adresa uložení (VZV)

Tabulka 1 Ukázka vstupních dat pro doplňování (Vlastní zpracování)

GOLD	ADRESA_VYJMUTI	DATUM_VYJMUTI	ASRESA_ULOZENI	DATUM_ULOZENI	COLLI
23878730	01P01	3.7.20 6:09	01A0604408A	3.7.20 6:11	68
27225455	01P01	3.7.20 6:48	01A0608707A	3.7.20 6:49	64
27274668	01P01	8.7.20 11:32	01A1606107A	8.7.20 11:33	240
27274668	01P01	8.7.20 11:38	01A1606106C	8.7.20 11:38	220
22486080	01P01	3.7.20 6:49	01A0608805B	3.7.20 6:49	64
27274668	01P01	8.7.20 11:40	01A1606106B	8.7.20 11:40	240
27225455	01P01	3.7.20 14:08	01V04001	3.7.20 14:08	64
27274668	01P01	8.7.20 12:47	01A1606407B	8.7.20 12:47	240
25825848	01P01	3.7.20 6:59	01A0504608C	3.7.20 7:00	288
25825848	01P01	3.7.20 6:57	01A0505408A	3.7.20 6:58	288
27274668	01P01	8.7.20 12:47	01A1606307C	8.7.20 12:48	240
27274651	01P01	8.7.20 11:58	01A1603207C	8.7.20 11:58	240
27274637	01P01	8.7.20 12:14	01A1703007C	8.7.20 12:15	288
27274637	01P01	8.7.20 12:15	01A1703007B	8.7.20 12:16	288
26474847	01P01	29.6.20 8:48	01A0107707B	29.6.20 8:49	192
26474847	01P01	29.6.20 8:48	01A0107706C	29.6.20 8:48	192
25509083	01P01	24.6.20 17:12	01A2004408B	24.6.20 17:12	100
27224656	01P01	9.7.20 6:42	01A0504606A	9.7.20 6:43	180
26474854	01P01	29.6.20 8:43	01A0104306A	29.6.20 8:43	160
25880090	01A0706606C	1.7.20 7:17	01A0705701A	1.7.20 7:18	100
25880090	01A0705701A	1.7.20 7:18	01A0705707C	1.7.20 7:18	300
25880090	01A0705701A	25.6.20 14:28	01A0706606C	25.6.20 14:28	400
25880090	01P01	25.6.20 14:25	01A0705701A	25.6.20 14:27	320
25880090	01A0705707C	3.7.20 14:47	01A0705701A	3.7.20 14:47	160
25880090	01A0705701A	3.7.20 14:48	01A0705707C	3.7.20 14:49	140
25811926	01P01	10.7.20 6:58	01A0104807A	10.7.20 6:59	240

Tabulka 2 Ukázka vstupních dat pro vychystávání (Vlastní zpracování)

DATUM_VALIDACE	GOLD	ADRESA_VM	POČET_COLLI
18.5.20 6:55	27291177	01A0102101C	2
18.5.20 6:55	24910422	01A0102901B	1
18.5.20 6:56	24910439	01A0103001A	1
18.5.20 6:56	26866307	01A0105401C	1
18.5.20 6:56	24910378	01A0106501C	1
18.5.20 6:56	25412901	01A0107201A	1
18.5.20 6:56	26890272	01A0107701B	1
18.5.20 6:57	26474847	01A0107701C	2
18.5.20 6:57	27291184	01A0204201A	9
18.5.20 6:59	27027110	01A0202501C	1
18.5.20 6:59	25145687	01A0203301B	1
18.5.20 6:59	25634433	01A0203501C	1
18.5.20 6:59	27259931	01A0204401C	2
18.5.20 7:00	22501264	01A0204601C	1
18.5.20 7:00	25056815	01A0205201A	1
18.5.20 7:00	26659763	01A0205501B	1
18.5.20 7:00	25145663	01A0207301C	1
18.5.20 7:01	26866314	01A0207701B	1
18.5.20 7:01	26305905	01A0300601A	1
18.5.20 7:01	25517743	01A0301001C	1
18.5.20 7:02	27092712	01A0301501C	1
18.5.20 7:02	27156186	01A0301601A	1
18.5.20 7:02	26935768	01A0303001C	1
18.5.20 7:02	27163269	01A0303301C	1
18.5.20 7:03	26977829	01A0303801C	3
18.5.20 7:03	21401077	01A0304401B	1

16. Analýza dat

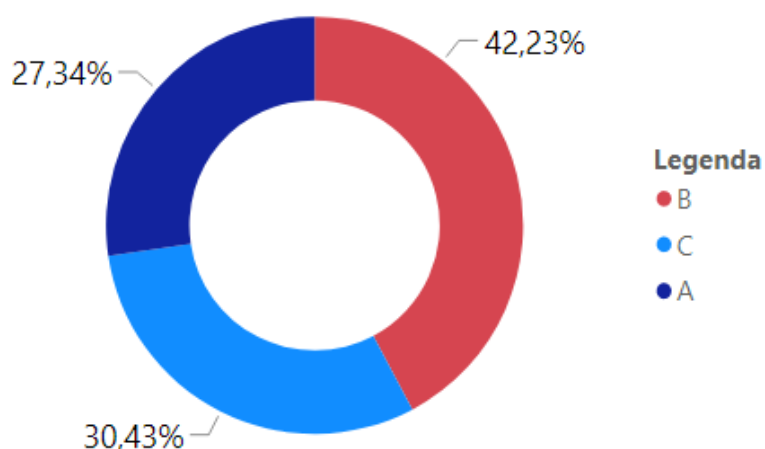
Pro analýzu dat byl použit vzorek dat, který představoval historii vychystávání v intervalu 3 měsíců. Cílem bylo získat počet vjezdů na danou sekci. Sekci můžeme získat z adresy vychystávacího místa. Jedná se o číslo, které integruje 3 až 24 vychystávacích adres, a to podle rozložení regálového systému. Tato vychystávací místa jsou zobrazena na obrázku číslo 10 až 12. Data následně byla převedena na sekce, jelikož na jedné sekci se mohou nacházet například 2 stejné produkty, které by se obtížně přesouvaly v rámci metod řešení. Jako vstup jsou využita data jak vychystávačů, tak i data pro vysokozdvihy. Důvodem použití obou těchto vstupů je detailnější zjištění pohybu na skladu. Prvním krokem bylo nutné data agregovat na úrovni datumu a hodiny. Jinými slovy, pokud vychystávač vychystával položky v dané sekci, tak potom je každý záznam v datech započítán jako jeden vjezd na sekci.

Data pro vysokozdvihy analyzujeme stejným způsobem jako u vychystávačů s rozdílem, že u vysokozdvihů se nachází více pohybů. Tyto pohyby jsou v datech znázorněny jako doplnění a vyjmutí zboží z dvou různých lokalit. Po přepočítání vjezdů na sekci byla data za oba tyto zdroje sečtena za jednotlivé datумы a vytvořen průměrný počet vjezdů za den na danou sekci. Výsledkem je tedy číslo sekce a průměrný počet vjezdů za den za danou sekci.

Tabulka 3 Ukázka výstupu počet vjezdů na sekci za den (Vlastní zpracování)

Sekce	Průměrný počet vjezdů/den
01A01016	5
01A01018	3
01A01019	6
01A01020	4
01A01021	10
01A01022	4
01A01023	4
01A01024	4
01A01025	6
01A01026	7
01A01027	6
01A01028	6
01A01029	8
01A01030	5
01A01031	4
01A01032	3
01A01033	5
01A01034	5
01A01035	2
01A01036	4
01A01037	7
01A01038	9
01A01039	9
01A01040	4
01A01043	7
01A01044	6
01A01045	9
01A01046	5
01A01047	9
01A01048	4
01A01049	7
01A01050	3
01A01051	9

Dalším výstupem z analýzy dat byla ABC analýza. Tuto analýzu, kterou jsme si definovali v teoretické části vychází z Paretova pravidla. V našem případě byla ABC analýza využita následně při metodě řazení položek dle vlastních kritérií a pomohla nám definovat kritéria pro vizualizaci dat pomocí heatmapy. Pro ABC analýzu jsme použili četnost vjezdů na danou sekci. Pomocí této metody jsme zjistili, kolika procenty jsou zastoupeny jednotlivé kategorie ABC analýzy. Tento poměr reprezentuje obrázek číslo 17. Zde můžeme vidět, že položky kategorie A tvoří 27 %, další kategorie B tvoří 42 % a kategorii C tvoří 30 %. Na základě analýzy dat můžeme říci, že položky, které představují 27 % (A) tvoří 80 % odbytu, dle Paretova pravidla.



Obrázek 18 ABC analýza (Vlastní zpracování)

17. Vizualizace dat

Vizualizace dat je zásadním krokem při analýze dat a pomáhá nám lépe pochopit výstupy z těchto analýz. V našem případě je použita pro vizualizaci dat a také četností vjezdů na danou sekci tzv. heatmap (teplotní mapa). Pro vizualizaci je použit nástroj Microsoft Excel, kde jsou pomocí podmíněného formátování nastaveny jednotlivé barvy. Tato mapa má v podkladu rozložení analyzovaného skladu, kdy každé políčko představuje jednu sekci nebo také sekce a jsou zde rozlišeny jednotlivé uličky. Pro teplotní mapu byla právě použita zmíněná ABC analýza, odkud jsme použili meze pro podmíněné formátování. Meze jsou nastaveny následovně:

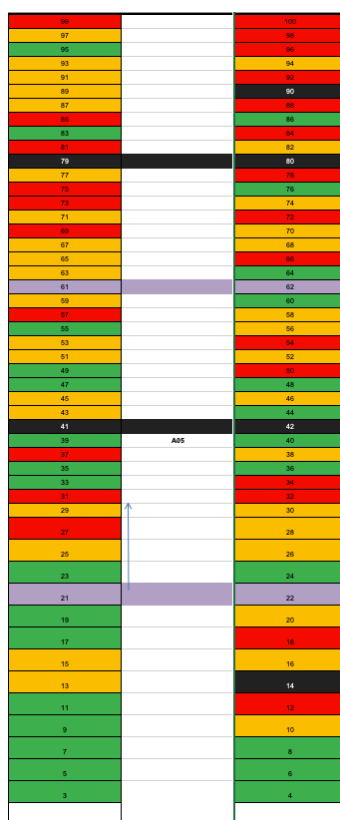
- Pokud je četnost vjezdů na danou sekci ≥ 7 , poté je barva sekce červená (položky kategorie A).

- Pokud je četnost vjezdů na danou sekci v intervalu (5 ; 7), poté je barva sekce oranžová (položky kategorie B).
- Pokud je četnost vjezdů na danou sekci < 5, poté je barva sekce zelená (položky kategorie C).

Pro lepší znázornění je zde zobrazena celá teplotní mapa skladu. Na této mapě můžeme pozorovat zbarvení četnosti vjezdů na sekci dle historický dat. Dále je možné z této teplotní mapy vyčíst sekce, které jsou zbarveny červeně a jsou lokalizovány blízko sebe a je zde větší riziko vzniku kolize manipulační techniky. Tento problém je řešen v dalších krocích této práce. Dále jsou na této teplotní mapě políčka zbarvená černě nebo fialově. Černá políčka značí manipulační plochy, administrativní plochy, různé sloupy, kde není možné využít vychystávací místo pro sortiment, ale také značí uličku pro průjezd manipulační techniky. Fialová barva nám značí pouze únikovou uličku a ani zde se nenachází žádné vychystávací místo.



Obrázek 19 Heatmapa celého skladu dle četnosti vjezdů na sekci (Vlastní zpracování)



Obrázek 20 Příklad Heatmapy pro konkrétní uličku číslo 5 (Vlastní zpracování)

18. Optimalizace za použití vybraných metod

Pro jednotlivé metody řešení byly převzaty z analýzy dat vypočtené četnosti vjezdu na sekci za den. Následně byly metody řešeny z hlediska uliček skladu tak, abychom zachovali kategorie sortimentu v uličkách. Aktuálně jsou produkty do uliček řazeny dle kategorie sortimentu a vlastností balení. To znamená, že nejtěžší sortiment je na začátku vychystávací cesty. Proto jsou metody řešeny na úrovni uliček. Pro rozřazení jsou použita čísla lokací jako identifikátory, které jsou následně dle metod rozřazeny do nových lokací. Výsledkem je nové rozřazení a vizualizace dat pomocí heatmapy tak, abychom viděli výsledné rozřazení.

18.1. Problém p -disperze

První metoda je převedena na úlohu p -disperze a následně řešena pomocí hladovou konstrukční heuristikou. Tuto úloha je definována v teoretické části v odstavci (8.5.3.). Pro tuto metodu je použit pseudokód algoritmu, který je převeden do nástroje Matlab. Pro úlohu je tedy použit softwarový nástroj Matlab a Microsoft Excel. V Excelu jsou data připravena pro vstup do Matlabu po jednotlivých uličkách a vydefinovány prázdné lokace, kde se nenachází žádné položky. Následně jsou připravená data nahrána do Matlabu, kde jsou definovány vstupní parametry (jaké položky budou rozřazeny, kolik položek bude rozřazeno) a pak jsou položky rozřazeny dle pravidel hladové konstrukční heuristiky. Poté jsou data zpracována opět v Excelu, kde jsou nahrána jako vstup do heatmapy, která nám ukáže výsledek rozřazení. Rozřazení je zobrazeno na obrázku číslo 21. Z obrázku je patrné, že algoritmus řadí sekce správně a snaží se ty četnější a původně kolizní dávat dále od sebe. Výjimku tvoří uličky, kde část sekcí není rozřazena. Tyto sekce nebereme v úvahu, protože, tyto položky, které jsou zde skladovány tvoří tzv. rychloobrátkový sortiment (sortiment, dle ABC analýzy z kategorie A) a není možné s těmito sekcemi hýbat a posouvat je na nové umístění. Tyto položky mají statické umístění.



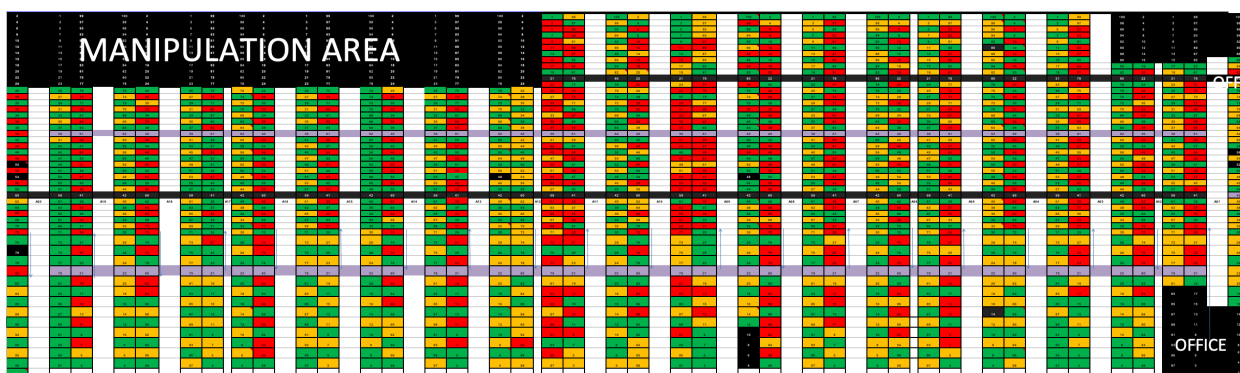
Obrázek 21 Heatmapa celého skladu po rozřazení metodou p -disperze (Vlastní zpracování)

18.2. Částečně náhodná metoda rozřazení

Pro metodu částečného náhodného rozřazení jsou použita kritéria definována společně s vedením DC Albert Česká republika s. r. o. Kritéria jsou následující:

- Na začátku a konci každé uličky jsou položky, které jsou dle ABC analýzy v kategoriích B, C. Tedy rychloobrátkové položky se zde nenachází. Tímto jsou eliminovány kolize na začátcích a koncích jednotlivých uliček.
- Vedle sebe mohou být maximálně dvě lokace z kategorie A, dle ABC analýzy. Ostatní lokace musí být vyplněny položkami z kategorie B, C.
- Všechny položky z kategorie A jsou řazeny na jedné straně uličky, pokud je to možné.

Pro rozřazení jsou využity tak jako v předešlé metodě vypočtené četnosti vjezdů na lokaci za den, které jsou získány z analýzy dat. Veškeré výpočty a analýzy jsou prováděny v softwarovém nástroji Microsoft Excel. Nejdříve jsou definována data po jednotlivých uličkách, které pak následně rozřazujeme. Tak jako u problému p -disperze jsou využita čísla původních lokací jako identifikátory, kterým přiřadíme novou lokaci. Položky řadíme tak, že máme prázdný sklad a dle ABC analýzy a stanovených kritérií manuálně řadíme položky do výsledné podoby, kdy nejdříve jsou rozřazeny položky kategorie A, poté B a nakonec C. Konečný výstup je zpětně převeden do vizuální podoby, abychom zhodnotili výsledek rozřazení. Pro vizualizaci konečného rozřazení je použita heatmapa skladu, kde jsou vstupem data nového rozřazení. Na obrázku číslo 22 je zobrazen výstup z celkového rozřazení. Stejně jako u rozřazení položek předchozí metodou není brána v potaz část uliček číslo, kde se nachází rychloobrátkový sortiment a tyto položky mají statické umístění.



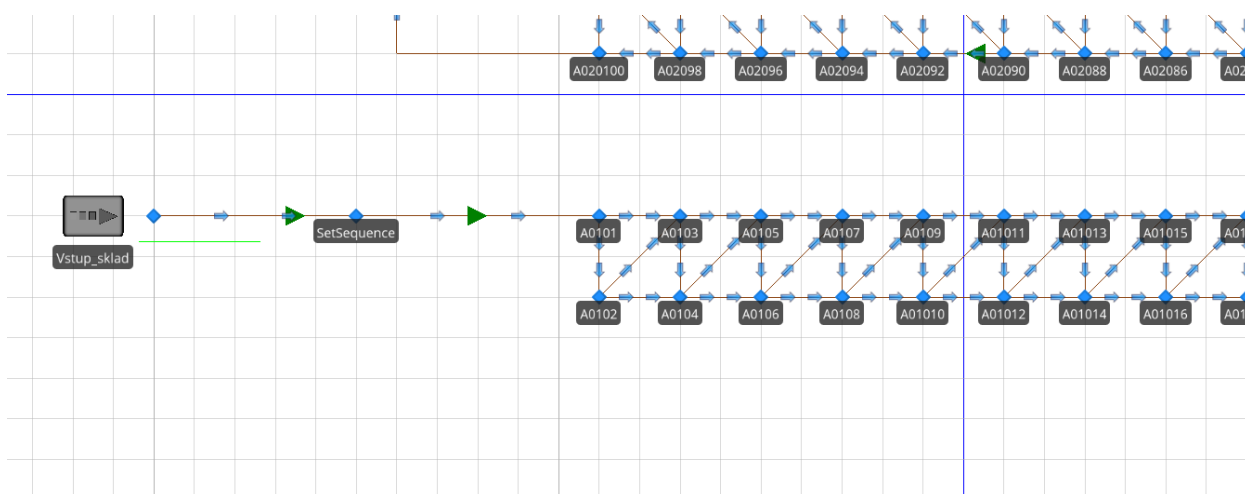
Obrázek 22 Heatmapa celého skladu po rozřazení náhodné metody (Vlastní zpracování)

19. Simulace

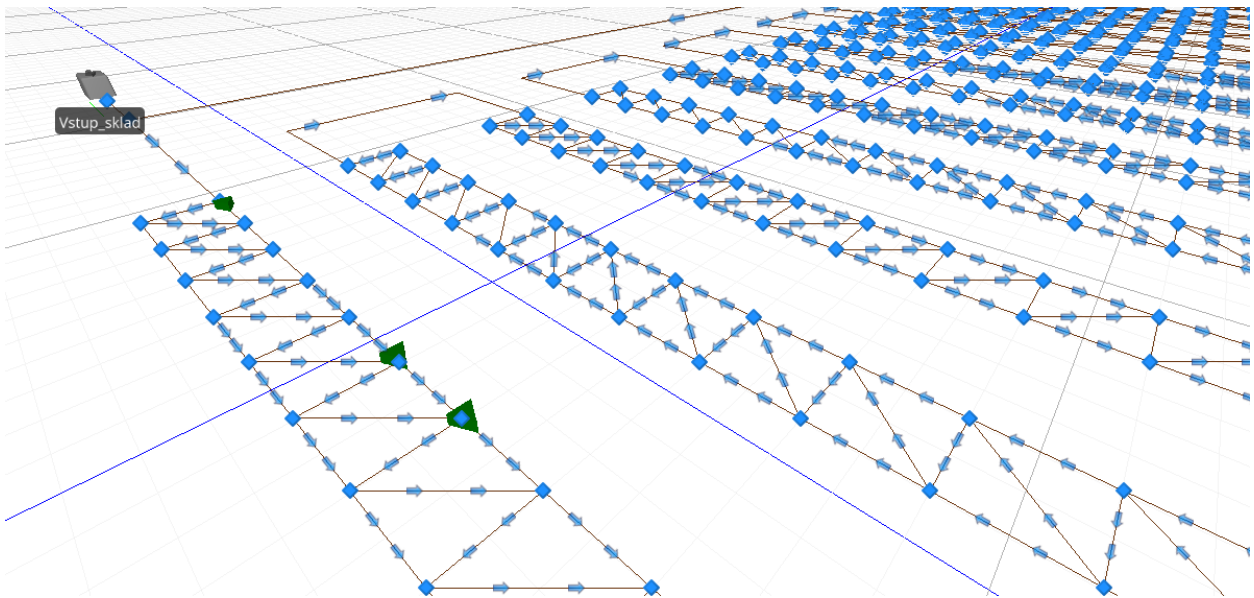
Pro ověření aplikovaných metod řešení je použita simulace, a to v softwarovém nástroji SIMIO od společnosti Simio LLC. V rámci nástroje Simio jsou definovány procesy tak, aby odpovídaly co nejvíce realitě. Následně je také nutné vytvořit samotný model a importovat připravená data, která jsou vstupem pro řešení. Výsledný model nám předpoví dopad navrhovaných změn a pomáhá zlepšovat výkony.

Výstupem celé simulace je čas, konkrétně průměrný čas strávený vychystáváním na skladu. Data pro simulaci se skládají z čísel objednávek, z konkrétní lokace umístění produktu a z času stráveném při vychystávání na dané lokaci. Nejdříve je otestováno rozložení lokací dle aktuálního stavu skladu, poté metody p -disperze a na závěr náhodné rozřazení dle kritérií.

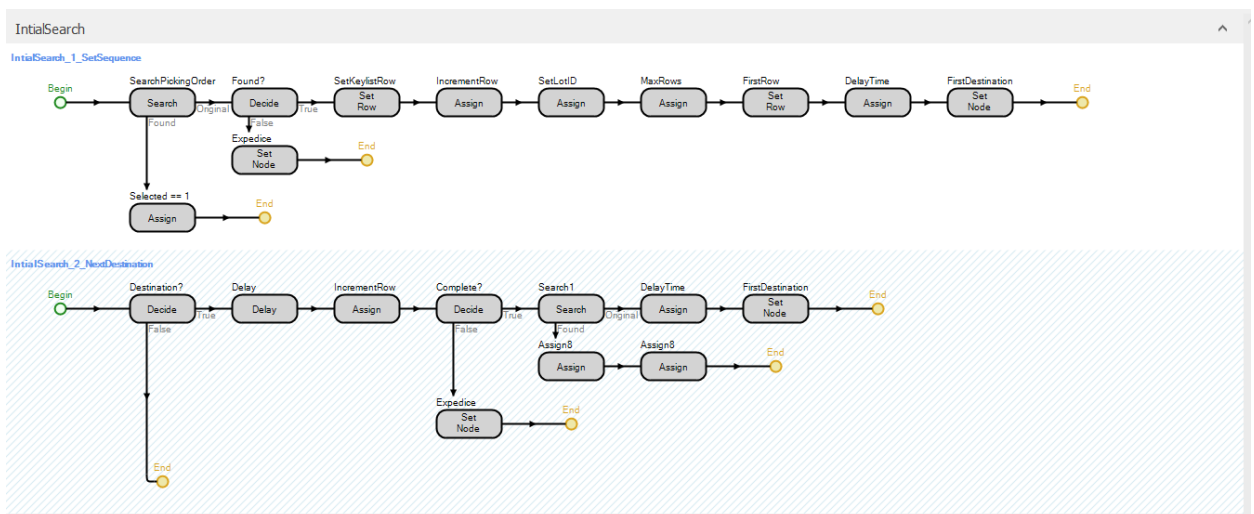
Simulace je tvořena modelem skladu a jednotlivými lokacemi. Na obrázku číslo 23 a 24 je vidět výsledný model, kde jednotlivé modré body jsou lokace a spojnice těchto bodů jsou cesty. Zelený trojúhelník, tvoří entitu modelu v našem případě vychystávače, který vychystává objednávku dle pořadí. Dále jsou v simulaci definovány procesy, tedy jak má entita postupovat při výběru objednávky, následném pohybu po skladu a při vychystávání na dané lokaci. Pro příklad jsou procesy zobrazeny na obrázku číslo 25. Výsledkem je tedy simulace, kdy jednotlivé objednávky jsou rozebrány vychystávači a kompletovány pohybem po skladu. Pro porovnání metody řešení je pro nás důležitý průměrný čas vychystávače, který stráví na skladu. Tyto časy jsou porovnány mezi sebou a zjištěny úspory při optimalizaci rozřazení položek na skladě.



Obrázek 23 Model 2D simulace v programu Simio (Vlastní zpracování)



Obrázek 24 Model 3D simulace v programu Simio (Vlastní zpracování)

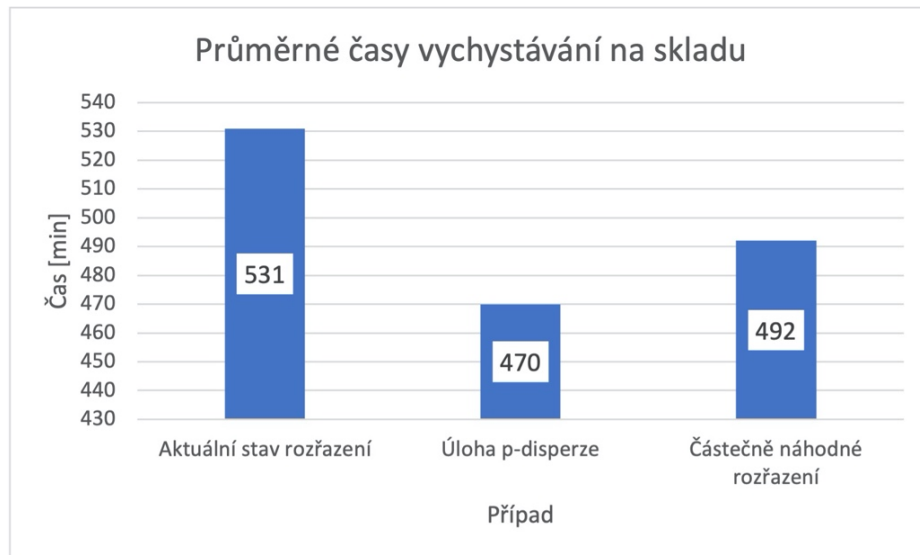


Obrázek 25 Ukázka procesů z programu Simio (Vlastní zpracování)

19.1. Porovnání výstupů simulace

Pro porovnání výsledků simulace je použito grafické znázornění na obrázku číslo 25. Výstupem simulace je průměrný čas vychystávání všech objednávek na skladu. Simulací byly ověřeny 3 datové vstupy, a to aktuální stav rozložení skladu, rozložení pomocí převedené metody hladové konstrukční heuristiky na úlohu p -disperze a rozložení pomocí částečně náhodné metody dle předem definovaných kritérií. Každý datový vstup byl spuštěn 20krát a z těchto časů byl vytvořen průměr. Pro aktuální stav je průměrný čas vychystávání všech objednávek 8 hodin 51 minut. Jedná se tedy o stav před optimalizací. Druhým datovým

vstupem bylo rozřazení pomocí hladové konstrukční heuristiky, kde výsledný průměrný čas vychystávání všech objednávek na skladu byl 7 hodin 50 minut. Výsledkem je zlepšení času o 1 hodinu 1 minutu. Jinými slovy došlo ke zlepšení o 11,5 % oproti původnímu stavu rozřazení na skladu. Druhý testovaný datový vstup reprezentoval částečně náhodné rozřazení dle definovaných kritérií. Zde byl výsledkem čas 8 hodin 12 minut, i zde se jedná o zlepšení, a to konkrétně o 39 minut. Nebo také můžeme říci, že došlo ke zlepšení o 7,3 % oproti původnímu stavu.



Obrázek 26 Grafické znázornění výstupů simulace (Vlastní zpracování)

20. Závěr

Cílem této práce bylo analyzovat a rozřadit jednotlivé položky efektivněji na skladu ve firmě Albert Česká republika s. r. o. Pro analýzu dat jsem použil ABC analýzu a pro následné řešení rozřazení jsem použity dvě metody řešení. První metodou je hladová konstrukční heuristika, která řeší úlohu p -disperze. Druhou metodou je částečně náhodné rozřazení položek dle definovaných kritérií.

Princip použití úlohy p -disperze v našem případě je založen na definování kolizních sekcí, které jsou následně rozřazeny co nejdále od sebe. V druhém případě byla použita metoda náhodného rozřazení, která vychází z kritérií, která byla předem definována a ošetřují kolizní situace.

Pro řešení úlohy p -disperze jsem využil softwarový nástroj Matlab, kde byly pomocí napsaného kódu vycházejícího z pseudokódu samotné metody hladové konstrukční heuristiky rozřazeny položky. Veškeré další analýzy a výpočty jsem provedl v softwarovém nástroji Microsoft Excel. Následné ověření jsem provedl v simulačním nástroji Simio.

Společnost Albert Česká republika s. r. o. aktuálně neřeší takto dynamické rozřazování na skladu, využívá pouze ABC analýzy. Tento aktuální stav byl v práci analyzován na základě počtu průměrných vjezdů na sekci a následně vizuálně zpracován do heatmapy, která nám ukázala tyto kolizní situace. Veškeré výstupy jsem převedl do heatmapy, která ukázala vizuální stav rozřazení po optimalizaci a před optimalizací. Jako faktor pro ověření jednotlivých optimalizací jsem použil průměrný čas vychystávání na skladu. Tento čas jsem získal pomocí vytvořené simulace.

Pro analýzu výstupů byl použit simulační nástroj Simio, ve kterém jsem vytvořil model skladu. Dále jsem vytvořil procesy, které probíhají na skladu tak, aby odpovídaly co nejvíce realitě. Vstupem pro simulaci byl seznam objednávek, čas, který zabere vychystání počtu položek na dané sekci dle konkrétní objednávky, a umístění položky na skladu. Po simulaci celého seznamu objednávek byl zjištěn průměrný čas vychystávání na skladu. Pro všechny metody řešení byl použit stejný seznam objednávek, aby výstupy mezi sebou bylo možné porovnat. Jediná změna v jednotlivých simulacích bylo jiné umístění položek na skladu.

Na základě simulace bylo zjištěno, že při aktuálním rozřazení skladu, tedy před optimalizací stráví průměrně vychystávač na skladu při vychystávání souboru objednávek 8 hodin 51 minut. Při uvažování první metody řešení, metody hladové konstrukční heuristiky bylo zjištěno

výrazné zlepšení, kdy vychystávač stráví na skladu při vychystávání souboru objednávek 7 hodin 50 minut, což je zlepšení o 11,5 %. Druhou uvažovanou metodou řešení bylo částečně náhodné rozřazení, které poskytlo zlepšení o 39 minut, tedy o 7,3 %. Výsledkově vychází lépe první varianta, metoda hladové konstrukční heuristiky, která se jeví jako ideální řešení. Při uvažování těchto metod řešení došlo k výraznému zlepšení oproti původnímu stavu před optimalizací. Je tedy možné na základě nového rozřazení zamezit kolizním situacím, a tím zrychlit celý tok na skladu.

Při aktuálním rozřazení položek na skladě vznikají kolizní situace, které následně zpomalují tok vychystávání a tím i produktivitu jednotlivých vychystávačů. Je tedy nutné začít tuto problematiku řešit a zaměřit se na rozřazení položek na skladu. Jako navrhovaná možnost se jeví využít heuristickou metodu pro řešení úlohy p -disperze, pokusit se položky rozřadit dle této metody a získat úsporu času při vychystávání objednávek. Je zde potencionální možnost například snížit počet vychystávačů nebo manipulační techniky úsporou času. Tím je možné snížit investiční náklady společnosti Albert. Pro společnost Albert by rozřazení mělo dále pozitivní dopad na čas a produktivitu vychystávání. Zároveň novým rozřazením by se minimalizovaly kolizní situace, které měly aktuálně za následek delší čas vychystávání. Další návrhem je vyzkoušet heuristickou metodu pro řešení úlohy p -disperze pouze na části skladu a následně implementovat na celý sklad. Tímto krokem by byla ověřena funkčnost metody řešení a pozitivní dopadu na proces vychystávání.

V rámci tvorby této bakalářské práce jsem měl možnost se seznámit s reálným provozem DC Albert Hradec Králové, pochopit skladové operace ve skutečném prostředí a identifikovat neefektivitu procesu. Dále jsem měl možnost využít softwarový nástroj Simio, který mi poskytla firma Logio pro vytvoření simulace. Věřím, že výsledné metody řešení pro rozřazení položek na skladě budou otestovány v reálném prostředí, přinesou pozitivita pro společnost Albert, zefektivní celý proces vychystávání a přinesou společnosti Albert kýženou úsporu času. Zároveň doufám, že poznatky získané tvorbou této práce využiji i nadále v budoucím studiu a v praxi ve svém zaměstnání.

21. Použité zdroje

- [1] Distribuční logistika. *Miras.cz* [online]. [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.miras.cz/seminarky/logistika/distribucni-logistika.php>
- [2] Marketingový mix. *Sun.cz* [online]. [cit. 2021-03-14]. Dostupné z: <https://www.sun.cz/nastroje/navody-pro-klienty/marketingovy-mix>
- [3] Nemeč Robert. *Robertnemeč.com* [online]. [cit. 2021-7-20]. Dostupné z: <https://robertnemeč.com/marketingovy-mix-rozbor/>
- [4] Miras. *Miras.cz* [online]. Brno, 2000 [cit. 2021-7-6]. Dostupné z: <https://www.miras.cz/seminarky/logistika/distribucni-sklady.php>
- [5] Gavenda Kamil. *Analýza procesu skladování ve společnosti Hydraulic Parts CZ s.r.o.* Zlín, 2015. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [6] Bluedynamic. *Bluedynamic.cz* [online]. 2020 [cit. 2021-7-7]. Dostupné z: <https://bluedynamic.cz/blog/8-nejefektivnejsich-metod-pickovani-zbozi/>
- [7] Ssi-schaefer. *Ssi-schaefer.com* [online]. [cit. 2021-7-8]. Dostupné z: <https://www.ssi-schaefer.com/cs-cz/produkty/order-picking/paperless-picking/pick-by-voice--193848>
- [8] E-regaly. *E-regaly.cz* [online]. Chotusice [cit. 2021-7-10]. Dostupné z: <https://www.e-regaly.cz/pdf/e-regaly-regalove-systemy-2.pdf>
- [9] Regaly-proman. *Regaly-proman.cz* [online]. Chrudim [cit. 2021-7-10]. Dostupné z: <https://www.regaly-proman.cz/userfiles/download/paletove-regaly-cz.pdf>
- [10] Still. *Still.cz* [online]. [cit. 2021-7-10]. Dostupné z: <https://www.still.cz/intralogisticke-systemy/regalove-systemy/konzolove-regaly.html>
- [11] Nedcon. *Nedcon.com* [online]. [cit. 2021-7-10]. Dostupné z: <https://www.nedcon.com/cz/vyrobky/policove-regaly/>
- [12] Pospíšil Bohumil. *Analýza manipulační techniky a organizace skladu ve firmě Metalcom, a.s.* Pardubice, 2018. Diplomová práce. Univerzita Pardubice.
- [13] Toyota-forklifts. *Toyota-forklifts.cz* [online]. [cit. 2021-7-10]. <https://toyota-forklifts.cz/nase-produkty/elektricke-paletove-voziky/>
- [14] Toyota-forklifts. *Toyota-forklifts.cz* [online]. [cit. 2021-7-10]. Dostupné z: <https://toyota-forklifts.cz/nase-produkty/vychystavaci-voziky/>
- [15] Toyota-forklifts. *Toyota-forklifts.cz* [online]. [cit. 2021-7-10]. Dostupné z: <https://toyota-forklifts.cz/nase-produkty/retrakty/>
- [16] Toyota-forklifts. *Toyota-forklifts.cz* [online]. [cit. 2021-7-10]. Dostupné z: <https://toyota-forklifts.cz/nase-produkty/elektricke-celni-vysokozdvizne-voziky/>

- [17] Accellos. *Accellos.cz* [online]. Praha [cit. 2021-7-11]. Dostupné z:
<http://www.accellos.cz/index.php?typ=CLA&showid=33>
- [18] Mecalux. *Mecalux.cz* [online]. [cit. 2021-7-11]. Dostupné z:
<https://www.mecalux.cz/technicka-prirucka-pro-skladovani/sklad/co-je-to-wms>
- [19] Homel. Daniel.vsb. *Homel.vsb.cz* [online]. Ostrava [cit. 2021-7-11]. Dostupné z:
https://homel.vsb.cz/~dan11/is_skripta/IS%202011%20-%20ERP.pdf
- [20] Grit. *Grit.eu* [online]. [cit. 2021-7-11]. Dostupné z:
<https://www.grit.eu/cs/aktuality/jak-se-lisi-wms-pro-rizeni-skladu-od-bezneho-erp-modulu-pro-sklad/>
- [21] Ekospace. *Ekospace.cz* [online]. [cit. 2021-7-13]. Dostupné z:
<http://www.ekospace.cz/21-ucetnictvi/783-40-zasoby-fifo-first-in-first-out>
- [22] Kammelová Eliška. *OPTIMALIZACE SKLADOVÝCH PROSTORŮ VYBRANÉ FIRMY*. Praha, 2019. Diplomová práce. ČVUT v Praze.
- [23] Hruška Roman. Dk.upce. *Dk.upce.cz* [online]. Pardubice: Univerzita Pardubice [cit. 2021-7-13]. Dostupné z:
https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/70247/Vyuziti_ABC_analyzy.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [24] Pochop Stanislav. *Analýza a optimalizace zásobování dodavatele autodílů*. Praha, 2018. Diplomová práce. ČVUT v Praze.
- [25] Rybičková Alena. *APPLICATION OF GENETIC ALGORITHMS TO LOCATION-ROUTING PROBLEM*. Prague, 2018. Doctoral thesis. CTU in Prague.
- [26] Erhart Erkurt, Yilmaz Ülküsal, Oktay Yenicerioglu (1994). *A COMPARISON OF p-DISPERSION HEURISTICS*. Perganom., 11.
- [27] Data science. *Data science* [online]. Praha, 2021 [cit. 2021-7-21]. Dostupné z:
<https://kam.fit.cvut.cz/bi-vzd/lectures/files/BI-VZD-13-cs-handout.pdf>
- [28] Albert. *Albert.cz* [online]. Praha [cit. 2021-7-21]. Dostupné z:
<https://www.albert.cz/o-nas/o-spolecnosti/historie>

22. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Marketingový mix [2]	12
Obrázek 2 Úspora při vychystávání pomocí hlasu (Vlastní zpracování).....	16
Obrázek 3 Konzolové regálové systémy [9].....	17
Obrázek 4 Paletové regálové systémy [8].....	18
Obrázek 5 Policové regálové systémy [10].....	18
Obrázek 6 Porovnání ERP a WMS [20].....	21
Obrázek 7 Lorenzova křivka [22].....	22
Obrázek 8 Distribuční centrum Albert Hradec Králové [28].....	28
Obrázek 9 Mapa skladu (Albert Česká republika s. r. o.).....	28
Obrázek 10 Vychystávací místa pro 24 boxů (Vlastní zpracování)	29
Obrázek 11 Vychystávací místa pro 3 palety (Vlastní zpracování)	30
Obrázek 12 Vychystávací místa pro 6 palet (Vlastní zpracování)	30
Obrázek 13 Rozmístění zásob (červeně) a vychystávacích míst (zeleně) (Vlastní zpracování)	31
Obrázek 14 Prázdna plocha příjmu (Vlastní zpracování).....	31
Obrázek 15 Zaplněná plocha expedice (Vlastní zpracování).....	31
Obrázek 16 Dodavatelský SSCC štítek (Vlastní zpracování).....	32
Obrázek 17 Interní SSCC štítek pro uskladnění (Vlastní zpracování).....	33
Obrázek 18 ABC analýza (Vlastní zpracování).....	39
Obrázek 19 Heatmapa celého skladu dle četnosti vjezdů na sekci (Vlastní zpracování).....	40
Obrázek 20 Příklad Heatmapy pro konkrétní uličku číslo 5 (Vlastní zpracování).....	40
Obrázek 21 Heatmapa celého skladu po rozřazení metodou p-disperze (Vlastní zpracování)	41
Obrázek 22 Heatmapa celého skladu po rozřazení náhodné metody (Vlastní zpracování)..	42
Obrázek 23 Model 2D simulace v programu Simio (Vlastní zpracování).....	43
Obrázek 24 Model 3D simulace v programu Simio (Vlastní zpracování).....	44
Obrázek 25 Ukázka procesů z programu Simio (Vlastní zpracování)	44
Obrázek 26 Grafické znázornění výstupů simulace (Vlastní zpracování).....	45

23. Seznam tabulek

Tabulka 1 Ukázka vstupních dat pro doplňování (Vlastní zpracování).....	36
Tabulka 2 Ukázka vstupních dat pro vychystávání (Vlastní zpracování).....	37
Tabulka 3 Ukázka výstupu počet vjezdů na sekci za den (Vlastní zpracování).....	38

24. Seznam elektronických příloh

Příloha č. 1 – Kód v Matlabu pro řešení hladové konstrukční heuristiky

Příloha č. 2 – Analýza rozřazení položek metodou hladové konstrukční heuristiky

Příloha č. 3 – Analýza rozřazení položek metodou částečně náhodného rozřazení