

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh zefektivnění skladování ve vybrané firmě  
Diplomová práce

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Radek Konečný**  
Osobní číslo: **D21528**  
Studijní program: **N1041A040008 Technologie a management v dopravě**  
Specializace: **Technologie a řízení dopravy**  
Téma práce: **Návrh zefektivnění skladování ve vybrané firmě**  
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

## Zásady pro vypracování

Úvod  
1. Analýza současného stavu v oblasti skladování  
2. Návrhy na zefektivnění skladování  
3. Zhodnocení předložených návrhů  
Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **50-60**  
Rozsah grafických prací: **5-6**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

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

CEMPÍREK, Václav. Technologie ložných a skladových operací. [Pardubice]: Institut Jana Pernera, 2007. ISBN 978-80-86530-36-9.

RICHARDS, Gwynne. Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. Third edition. London: Kogan Page, 2018. ISBN 978-0-7494-7977-0.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Andrea Seidlová, Ph.D.**  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **2. února 2023**  
Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

L.S.

---

**doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 2. ledna 2023

Prohlašuji:

Práci s názvem Návrh zefektivnění skladování ve vybrané firmě jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 10.5. 2023

Bc. Radek Konečný v. r.

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí diplomové práce Ing. Andree Seidlové, Ph.D. za vstřícný přístup, věnovaný čas a cenné rady. Dále bych rád poděkoval manažerovi logistického centra vybrané společnosti za konzultace a poskytnutí podkladů.

## **ANOTACE**

Diplomová práce se zabývá analýzou současného stavu v oblasti skladování vybrané společnosti. Na zjištěné nedostatky a problémy identifikované v rámci analýzy probíhá předložení návrhů vedoucích ke zvýšení efektivity a zlepšení stávající situace. Poslední kapitola se zabývá zhodnocením daných návrhů.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

skladování, sklad, analýza, regál, vychystávání, kompletační trasa, artikl

## **TITLE**

Proposal to improve efficiency of warehousing in the selected company

## **ANOTATION**

This thesis deals with the analyzation of the current situation in the field of warehousing of the selected company. The demerits and problems identified in the analysis are followed by proposals to increase efficiency and improve the current situation. The last chapter deals with the evaluation of the given proposals.

## **KEYWORDS**

warehousing, warehouse, analysis, rack, picking, picking routes, article

# OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	7
SEZNAM TABULEK.....	8
SEZNAM ZKRATEK.....	9
ÚVOD.....	10
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI SKLADOVÁNÍ.....	11
1.1    Základní informace o vybrané firmě.....	11
1.2    Centrální sklad .....	12
1.2.1 Skladovací prostory .....	12
1.2.2 Regálový systém.....	18
1.2.3 Manipulační technika.....	19
1.2.4 Skladový informační systém .....	21
1.2.5 Příprava zásilek.....	22
2 NÁVRHY NA ZEFEKTIVNĚNÍ SOUČASNÉ SITUACE V OBLASTI SKLADOVÁNÍ.....	29
2.1 Zachování stávajícího objektu.....	29
2.1.1 Vychystávání zboží pro projekty .....	29
2.1.2 Pracovní místa ve skladu.....	33
2.1.3 Výplňový materiál pro přípravu zásilek.....	35
2.1.4 Přesun břemen mezi jednotlivými patry skladu .....	45
2.2 Rozšíření stávajícího objektu .....	55
3 ZHODNOCENÍ PŘEDLOŽENÝCH NÁVRHŮ.....	62
3.1 Zachování stávajícího objektu.....	62
3.1.1 Vychystávání zboží pro projekty .....	62
3.1.2 Pracovní místa ve skladu.....	64
3.1.3 Výplňový materiál pro přípravu zásilek.....	65
3.1.4 Přesun břemen mezi jednotlivými patry skladu .....	66
3.2 Rozšíření stávajícího objektu .....	68

ZÁVĚR.....	71
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....	73



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Půdorys prvního patra logistického centra.....	13
Obrázek 2 Půdorys druhého patra logistického centra.....	14
Obrázek 3 Paletový regál.....	18
Obrázek 4 Policový regál.....	19
Obrázek 5 Ruční manipulační vozíky .....	20
Obrázek 6 Manipulace s elektrickým paletovým vozíkem .....	21
Obrázek 7 Prodejní objednávka v informačním systému.....	23
Obrázek 8 Ovinovací stroj.....	24
Obrázek 9 Pozice artiklů pro projekt.....	26
Obrázek 10 S metoda .....	30
Obrázek 11 Návrhová metoda.....	31
Obrázek 12 Přemístění položek pro projekty .....	32
Obrázek 13 Pracovní místa ve skladu .....	34
Obrázek 14 Přístroj Mini Air Easi 2S .....	36
Obrázek 15 Přístroj Mini Air Easi 2.....	38
Obrázek 16 Přístroj MaMa standard .....	39
Obrázek 17 Řetězový paletový zvedák WPH1-1000.....	47
Obrázek 18 Varianty umístění paletového zvedáku.....	49
Obrázek 19 Konzolový výtah Hidrolast L500.31 .....	50
Obrázek 20 Půdorys nízkopodlažního objektu .....	55
Obrázek 21 Návrh rozšíření objektu .....	56

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Doby vyskladňování artiklů pro projekt .....	27
Tabulka 2 Doby vyskladňování artiklů s využitím S metody.....	30
Tabulka 3 Doby vyskladňování artiklů s využitím návratové metody.....	31
Tabulka 4 Doby vyskladňování artiklů po reorganizaci skladu.....	33
Tabulka 5 Metoda pořadí – VP.....	41
Tabulka 6 Vstupní kriteriální matice – VP .....	42
Tabulka 7 Transformovaná vstupní kriteriální matice – VP .....	42
Tabulka 8 Ideální a bazální varianta – VP.....	43
Tabulka 9 Normalizovaná kriteriální matice – VP .....	43
Tabulka 10 Celkové užítky variant – VP.....	44
Tabulka 11 Metoda pořadí – VZS.....	52
Tabulka 12 Vstupní kriteriální matice – VZS.....	53
Tabulka 13 Transformovaná vstupní kriteriální matice – VZS .....	53
Tabulka 14 Ideální a bazální varianta – VZS .....	53
Tabulka 15 Normalizovaná kriteriální matice – VZS .....	54
Tabulka 16 Celkové užítky variant – VZS .....	54
Tabulka 17 Průměrné doby vyskladňování projektových artiklů.....	63
Tabulka 18 Srovnání ukazatelů.....	68

## **SEZNAM ZKRATEK**

IT – informační technologie

ERP – enterprise resource planning

VP – výběr přístroje

VZS – výběr zvedacího stroje

## ÚVOD

Předmětem diplomové práce je oblast skladování vybrané společnosti podnikající v sektoru informačních technologií. Z důvodů zachování anonymity a zamezení úniku citlivých informací zde nedojde k uvedení pravého jména podniku. Napříč celou diplomovou prací bude organizace označována pouze jako vybraná firma či vybraná společnost. Tato firma byla zvolena zejména z důvodu osobní zkušenosti autora, který zde působí jako zaměstnanec v rámci úseku logistiky a skladu.

Nejprve bude provedena analýza současného stavu skladu a použitých skladovacích technologií v jednom z objektů podniku. Konkrétně se jedná o logistické centrum, kde dochází k přípravě největšího objemu zásilek v rámci všech poboček vybrané společnosti. V obou patrech budovy došlo k vybudování skladových prostor, které zároveň zabírají většinu prostoru. V těchto místech dochází nejen ke skladování zboží, ale také k určitým činnostem, kterými je zajišťována příprava výpočetní techniky před odesláním, dle požadavků klientů. Zmíněné operace a mnohé další, jako například skladovací systém, manipulační technika nebo proces přípravy objednávek, budou blíže rozebrány v následujících kapitolách diplomové práce.

Vybranou firmu, lze charakterizovat jako společnost, která je prosperující, postupně se vyvíjející a stále expandující. Z důvodu postupného vývoje jsou nejen na skladové zázemí kladené čím dál vyšší nároky. I v této oblasti tedy dochází ke snaze o zlepšování procesů a dosažení co největší efektivity. Již nyní má vybraná firma zázemí logistického centra na velmi dobré úrovni s kvalitně zavedenými postupy a vybavením. Přesto se zde nachází určitá místa, vyznačující se prostorem pro zlepšení.

Po identifikování takových míst dojde k jejich bližšímu nastínění a posléze k předložení možných návrhu řešení. Tyto návrhy budou poté zhodnoceny.

**Cílem práce je provést analýzu současného stavu v oblasti skladování ve vybrané společnosti. Na základě této analýzy pak předložit návrhy na zjištěné nedostatky, vedoucí ke zlepšení či zefektivnění aktuální situace.**

# 1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI SKLADOVÁNÍ

V první kapitole dojde ke stručnému představení vybrané společnosti, jejíž skladovací systém je předmětem diplomové práce. Bude zde provedena analýza současného stavu daného systému a všech jeho náležitostí. Tato analýza pak poslouží jako podklad pro následující kapitoly, ve kterých budou představeny návrhy řešení pro zjištěné nedostatky.

## 1.1 Základní informace o vybrané firmě

Předmětem podnikání vybrané firmy je oblast informačních technologií. Jde o společnost, která na svém počátku operovala pouze na domácím trhu, nicméně s postupem času docházelo k rozsáhlé expanzi do zahraničí. V dnešní době společnost nachází uplatnění v mnoha státech Evropy, ale dochází také k nemalé angažovanosti na trhu v rámci dalších kontinentů. Z poslední doby se pak jedná zejména o Severní Ameriku, v menší míře pak také o Afriku a Asii. Mezi hlavní služby, které firma nabízí, spadá například správa a údržba klientských sítí, zajištění internetové bezpečnosti, vzdálená podpora klientů, správa či obnovení dat, cloudové služby a mnoho dalších činností, jež spadají pod oblast informačních technologií.

Kromě výše zmíněného má vybraná firma ve svém portfoliu služeb řadu dalších činností, výrazně náročnějších z hlediska zázemí a fyzických objektů. Jedná se o nákup a přepradu výpočetní techniky dle požadavků klientů společnosti. Dále jde pak zejména o budování kompletní IT infrastruktury pro nově vznikající klientská centra. Pro urychlení procesu vzniku této infrastruktury informačních technologií, je velmi často nutné techniku před odesláním určitým způsobem připravit. Činnosti související s přípravou zboží se označují pojmem pre-staging. Toto označení bude dále používáno napříč celou diplomovou prací. Pod daný pojem spadá zejména testování funkčnosti, aktualizace a konfigurace zařízení, instalace požadovaného softwaru, specifické označování jednotlivých druhů výpočetní techniky, a další přípravné operace, které usnadňují práci technikům při koncové instalaci a přináší časovou úsporu. Ať už se tedy jedná o přepradu zboží, či jeho přípravu pro další využití, žádná z těchto činností se neobejde bez kvalitního zázemí pro zabezpečení efektivního poskytování zmíněných služeb.

Pro dané účely společnost disponuje několika sklady v různých zemích. Jmenovitě to je sklad a zároveň logistické centrum vybrané firmy v České republice. Dalo by se jej označit jako centrální sklad. Jedná se o nejdříve vybudovaný a zároveň nejrozsáhlejší objekt, který

je zároveň předmětem této diplomové práce. Dále to pak jsou sklady v Nizozemí a Velké Británii. Kromě těchto stěžejních míst má firma k dispozici i několik jiných, menších prostor pro skladování v dalších státech Evropy, ale i v ostatních částech světa.

System a použité technologie hlavního objektu v rámci skladování a expedice vybrané firmy budou přiblíženy v následující kapitole s číslem 1.2.

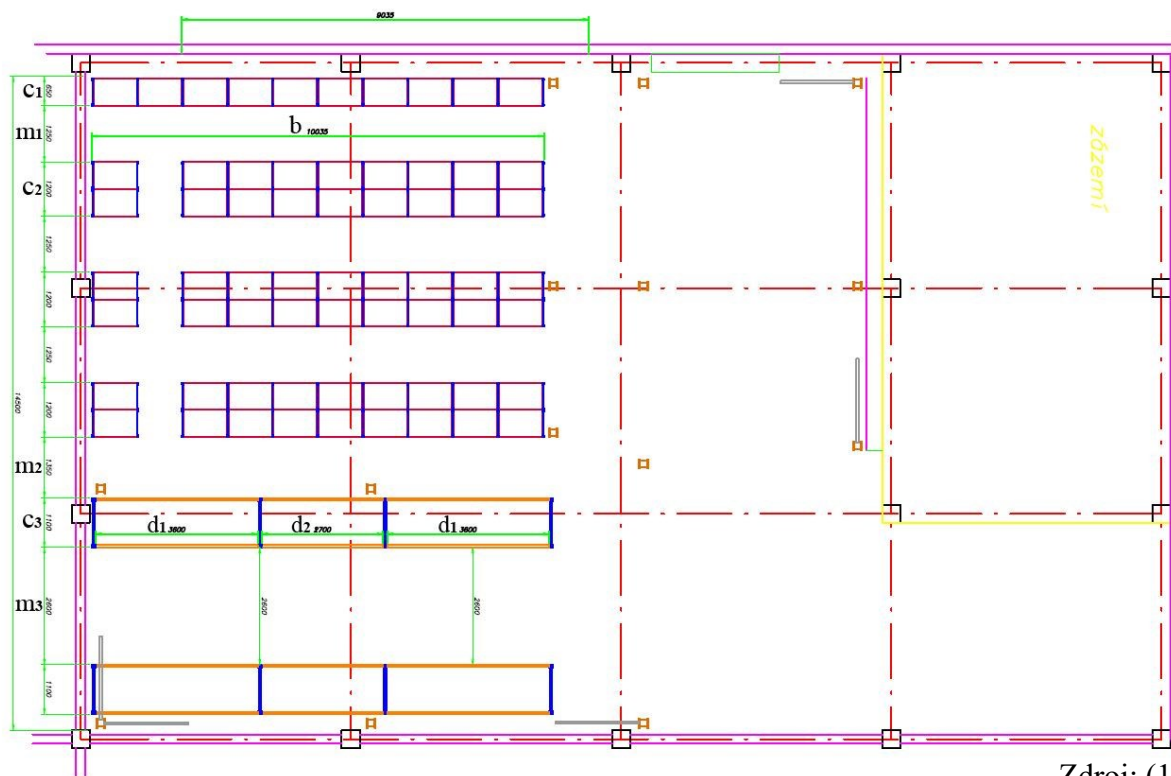
## **1.2 Centrální sklad**

Jak již bylo zmíněno v kapitole s číslem 1.1, centrální sklad se nachází v České republice. Jedná se o místo, v němž dochází k uskladnění zboží, jež je dále rozesíláno téměř do všech zemí Evropy, ale i mimo ni. Zároveň jde o objekt, ve kterém se uskutečňuje největší podíl pre-stagingu výpočetní techniky. Pro zabezpečení efektivního fungování všech procesů, souvisejících s přípravou a expedicí zboží, jsou na toto logistické centrum kladené určité nároky z hlediska skladovacích technologií a samotných skladových prostor. V této kapitole proběhne analýza daných prostor a použitých technologií, s cílem identifikování slabých míst, na které budou posléze navržena řešení pro jejich zlepšení.

### **1.2.1 Skladovací prostory**

Budova logistického centra je rozdělena do několika sekcí na celkem dvou patrech. V prvním patře objektu se nachází kanceláře, kde sídlí zaměstnanci, podílející se na chodu skladu a expedice. Druhé patro pak využívají zejména zaměstnanci ze sektoru informačních technologií a administrativy. Z obou těchto částí budovy je možný přístup do samotného skladu, který je logicky rozdělen dle funkcí pracovníků na jednotlivých poschodích. Spodní část skladu slouží zejména k vychystávání zboží dle objednávek klientů a jeho následné expedici. Vrchní část se pak využívá hlavně k pre-stagingu výpočetní techniky. Kromě zmíněných sekcí se v centru nachází také sociální zázemí a zasedací místnost.

Půdorys prvního patra budovy logistického centra, je možné vidět na obrázku 1. Daný výkres je pomyslně rozdělený na jednotlivé plochy, které jsou vyznačené jako obdélníky. Plochy se žlutým obrysem znázorňují kancelářské prostory a sociální zázemí. Všechny zbylé obdélníky pak představují samotnou skladovací plochu, včetně místa pro expedici zboží, nacházejícího se v pravém dolním rohu. Na obrázku 1 je také vyobrazen regálový systém, přičemž pro dvě spodní řady slouží regály paletové. Zde dochází k uskladnění palet či zboží objemnějšího charakteru. Zbylé skladové regály jsou policového typu. Tématice samotného uskladnění zboží se podrobněji věnuje kapitola s číslem 1.2.2.

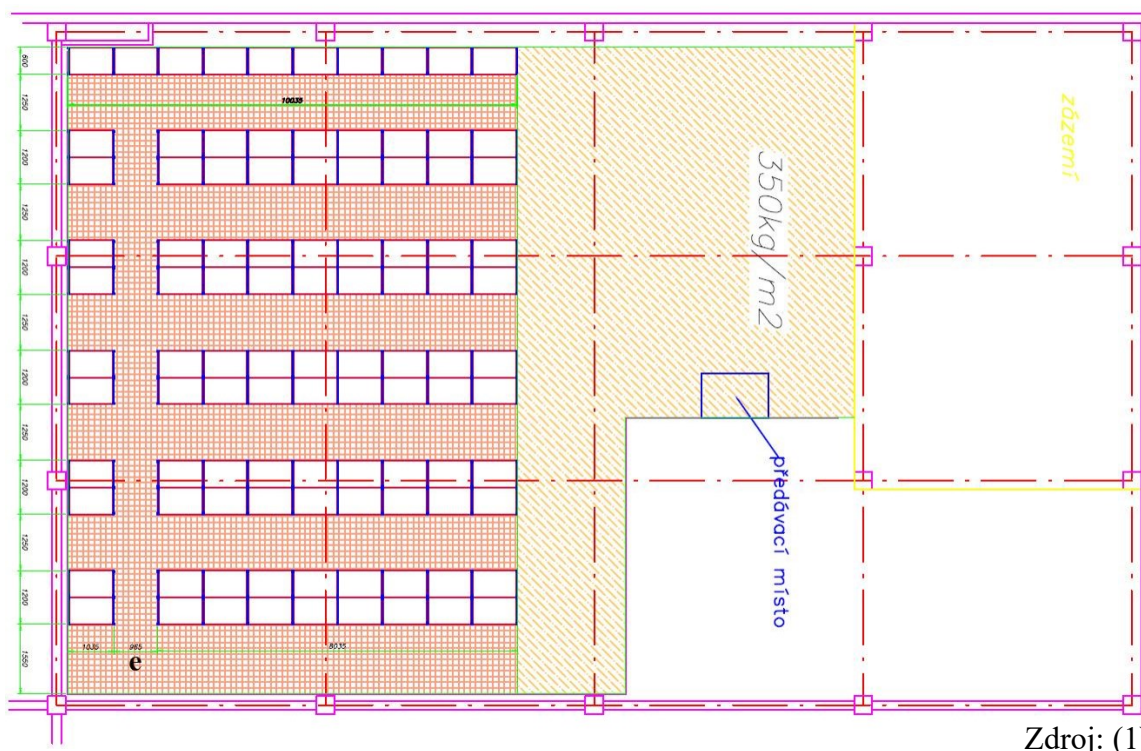


Zdroj: (1)

Obrázek 1 Půdorys prvního patra logistického centra

Půdorys druhého patra logistického centra je až na několik odlišností podobný prvnímu podlaží a je možné jej vidět na obrázku 2. Dané poschodí se v prostorech původně nevyskytovalo. Dle požadavků vybrané společnosti došlo k jeho vybudování po pronajmutí objektu. Rozdělení skladu bylo provedeno vytvořením nosné vodorovné konstrukce, která umožňuje logické rozdělení skladu z hlediska funkcí a činností prováděných v jednotlivých patrech. Zároveň se díky tomuto řešení výrazně zvýšila skladová kapacita a stupeň výškového využití budovy, k jehož výpočtu dojde v rámci této kapitoly.

Některé z policových regálů procházejí uměle vybudovanou nosnou vodorovnou konstrukcí a prostupují do horních částí skladu, zbylé jsou pak vybudované pouze na tomto poschodí. Rozdíl z hlediska uskladnění zboží představuje zejména absence paletových regálů ve vyšším patře. Také skladová plocha vrchní části budovy disponuje menšími rozměry oproti spodní části, zejména z důvodu zachování prostoru, který slouží pro přesun zboží mezi patry pomocí elektrického paletového vozíku. Daný prostor je na obrázku 2 označen jako předávací místo. Jak již bylo uvedeno, ve vrchním patře dochází zejména k pre-stagingu výpočetní techniky, ale také k dočasnému uskladnění zboží na paletách, které je po všech přípravných činnostech přesunuto do prvního podlaží.



Zdroj: (1)

Obrázek 2 Půdorys druhého patra logistického centra

Jak bylo konstatováno v kapitole 1.1, hlavní služby společnosti z pohledu operací s fyzickým zbožím spočívají v přeprodeji výpočetní techniky a budování IT infrastruktury v klientských centrech. V případě přeprodeje se jedná z největší části o vychystávání objednávek, které zahrnují například stolní počítače, notebooky, televize, kabeláž a řadu dalšího elektronického vybavení. Objednávky jsou odesílány převážně formou jednotlivých balíčků, v případě většího počtu položek, či objemnějšího zboží se pak jedná zpravidla o paletové zásilky. Ve druhém případě, tedy zmíněného budování infrastruktury, jde téměř vždy o zásilky, které se skládají z několika palet či objemnějších kusů techniky. Objednávky daného typu se označují také jako projekty. Sejde-li se takto více rozsáhlých zakázek najednou, nastává v místech skladu logistického centra kapacitní problém.

Pro lepší představu o současném stavu z hlediska využití prostoru, bude v následující části této kapitoly přistoupeno k výpočtu určitých ukazatelů. Na základě údajů týkajících se rozměrových charakteristik skladu a jeho náležitostí, získaných z podkladů poskytnutých samotnou vybranou společností, dojde v první řadě k vypočítání tzv. plošného podílu skladu. Jedná se o poměr skladové a celkové plochy (2). V tomto případě půjde tedy konkrétně o plochu obsazenou regály a celkovou plochu skladu.

Pro určení plošného podílu skladu, je nejprve nutné vypočítat skladovací plochu  $S_{sk}$ , respektive plochu obsazenou regály. Tato plocha se vypočítá podle vzorce 1. Pro daný výpočet



byly získány údaje z technických výkresů obsahujících všechny potřebné rozměry. Výkresy je možné vidět v podobě obrázků 1 a 2. Veškeré kóty, jejichž hodnoty byly použity pro výpočet jsou označené příslušným písmenem.

$$S_{sk} = [(c_1 + 3 \cdot c_2) \cdot b - 3 \cdot c_2 \cdot e] + 2 \cdot c_3 \cdot (2 \cdot d_1 + d_2) \quad [\text{mm}^2] \quad (1)$$

Kde:

$S_{sk}$  ... skladovací plocha [mm<sup>2</sup>]

$c_1$  ... šířka policového regálu [mm]

$c_2$  ... šířka oboustranného policového regálu [mm]

$c_3$  ... šířka paletového regálu [mm]

$b$  ... celková délka policových regálů včetně prostoru pro uličku [mm]

$d_1$  ... délka prostřední části paletového regálu [mm]

$d_2$  ... délka krajních částí paletového regálu [mm]

$e$  ... šířka uličky mezi policovými regály [mm]

$$S_{sk} = [(650 + 3 \cdot 1200) \cdot 10035 - 3 \cdot 1200 \cdot 965] + 2 \cdot 1100 \cdot (2 \cdot 3600 + 2700)$$

$$S_{sk} = 60\,954\,750 \text{ mm}^2$$

$$S_{sk} = 60,95 \text{ m}^2$$

Zjištěná skladovací plocha dosahuje hodnoty 60,95 m<sup>2</sup>. Celková plocha skladu  $S_c$  byla získána jako údaj z jednoho z technických výkresů poskytnutých vybranou společností a činí 299 m<sup>2</sup> (1). Obě tyto hodnoty budou nyní použity k výpočtu samotného plošného podílu skladu pomocí vzorce 2 (2).

$$p_s = \frac{S_{sk} \cdot 100}{S_c} \quad [\%] \quad (2)$$

Kde:

$p_s$  ... plošný podíl skladu [%]

$S_{sk}$  ... skladovací plocha [m<sup>2</sup>]

$S_c$  ... celková plocha [m<sup>2</sup>]

$$p_s = \frac{60,95 \cdot 100}{299}$$

$$p_s = 20,39 \%$$

Na základě výpočtu bylo zjištěno, že plošný podíl skladu činí 20,39 %. Podle vzorce 3 dojde nyní k výpočtu plochy, která je vyhrazena pro manipulační uličky  $S_{man}$ .

$$S_{man} = (3 \cdot m_1 + m_2) \cdot b + (2 \cdot d_1 + d_2) \cdot m_3 + 3 \cdot c_2 \cdot e \quad [\text{mm}^2] \quad (3)$$

Kde:

$S_{man}$  ... plocha vyhrazená pro manipulační uličky [mm<sup>2</sup>]

$m_1$  ... šířka manipulační uličky mezi policovými regály [mm]

$m_2$  ... šířka manipulační uličky mezi policovým a paletovým regálem [mm]

$m_3$  ... šířka manipulační uličky mezi paletovými regály [mm]

$b$  ... celková délka policových regálů včetně prostoru pro uličku [mm]

$d_1$  ... délka prostřední části paletového regálu [mm]

$d_2$  ... délka krajních částí paletového regálu [mm]

$c_2$  ... šířka oboustranného policového regálu [mm]

$e$  ... šířka uličky mezi policovými regály [mm]

$$S_{man} = (3 \cdot 1250 + 1350) \cdot 10035 + (2 \cdot 3600 + 2700) \cdot 2600 + 3 \cdot 1200 \cdot 965$$

$$S_{man} = 80\,392\,500 \text{ mm}^2$$

$$S_{man} = 80,39 \text{ m}^2$$

Plocha, kterou zabírají manipulační uličky činí 80,39 m<sup>2</sup>. Na základě zjištěných údajů lze nyní pomocí vzorce 4 vypočítat celkovou plochu, která je obsazena regály a manipulačními uličkami  $S_{op}$ .

$$S_{op} = S_{sk} + S_{man} \quad [\text{m}^2] \quad (4)$$

kde:

$S_{op}$  ... obsazená plocha [m<sup>2</sup>]

$S_{sk}$  ... skladovací plocha [mm<sup>2</sup>]

$S_{man}$  ... plocha vyhrazená pro manipulační uličky [mm<sup>2</sup>]

$$S_{op} = 60,95 + 80,39$$

$$S_{op} = 141,35 \text{ m}^2$$

Plocha vymezená pro regály a uličky činí 141,35 m<sup>2</sup>. Podle vzorce 5 lze nyní určit volnou skladovou plochu  $S_{vsp}$ .

$$S_{vsp} = S_{cp} - S_{op} \quad [\text{m}^2] \quad (5)$$

Kde:

$$S_{vsp} \dots \text{volná skladová plocha} \quad [\text{m}^2]$$

$$S_{cp} \dots \text{celková plocha} \quad [\text{m}^2]$$

$$S_{op} \dots \text{obsazená plocha} \quad [\text{m}^2]$$

$$S_{vsp} = 299 - 141,35$$

$$S_{vsp} = 157,65 \text{ m}^2$$

Volná skladová plocha dosahuje hodnoty 157,65 m<sup>2</sup>. Dané číslo představuje prostor, který je možné využít pro dočasné uskladnění palet a objemného zboží čekajícího na dokončení či expedici. Zároveň se jedná o plochu, kde se nachází i veškerá technika a příslušenství sloužící pro zajištění skladových procesů. Lze zde zahrnout například pracovní místa, ovinovací stroj, manipulační techniku, nádoby na odpadky a další náležitosti. Reálná hodnota prostoru, kde je možné dočasně uložit zmíněné položky je tedy tímto dále redukována. Jak již bylo zmíněno, při větším množství objednávek nastávají situace, kdy právě zmíněná plocha nedostačuje svou kapacitou potřebám vybrané společnosti. Na daný nedostatek bude navrženo řešení ve druhé kapitole diplomové práce.

V rámci tzv. ukazatelů produktivity lze pak určit například stupeň výškového využití, který se vypočítá jako poměr využití a využitelné skladové výšky. Jeho hodnotu lze určit podle vzorce 6 (2). Využitou skladovou výšku, tedy celkovou výšku regálů o hodnotě 6 000 mm lze vyčíst z obrázku 4 v kapitole 1.2.2. Využitelná výška pak činí 8 100 mm (1).

$$k_v = \frac{v_s \cdot 100}{v_{sk}} \quad [\%] \quad (6)$$

Kde:

$$k_v \dots \text{stupeň výškového využití skladu} \quad [\%]$$

$$v_s \dots \text{využitá skladová výška} \quad [\text{mm}]$$

$$v_{sk} \dots \text{využitelná skladová výška} \quad [\text{mm}]$$

$$k_v = \frac{6\,000 \cdot 100}{8\,100}$$

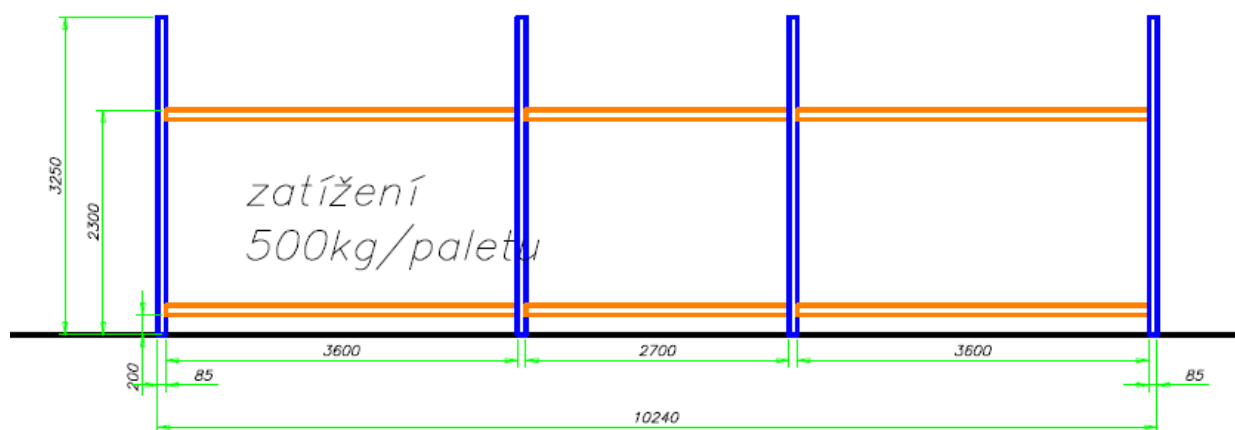
$$k_v = 74,07 \%$$

Z výpočtu je patrné, že téměř tři čtvrtiny skladové výšky jsou využity. Této hodnoty bylo dosaženo zejména díky způsobu, jakým je sklad koncipován. Druhé patro skladu, které

vzniklo vybudováním vodorovné nosné konstrukce poskytuje velkou variabilitu uskladnění zboží ve vertikálním směru, čímž dochází k vysokému stupni výškového využití.

### 1.2.2 Regálový systém

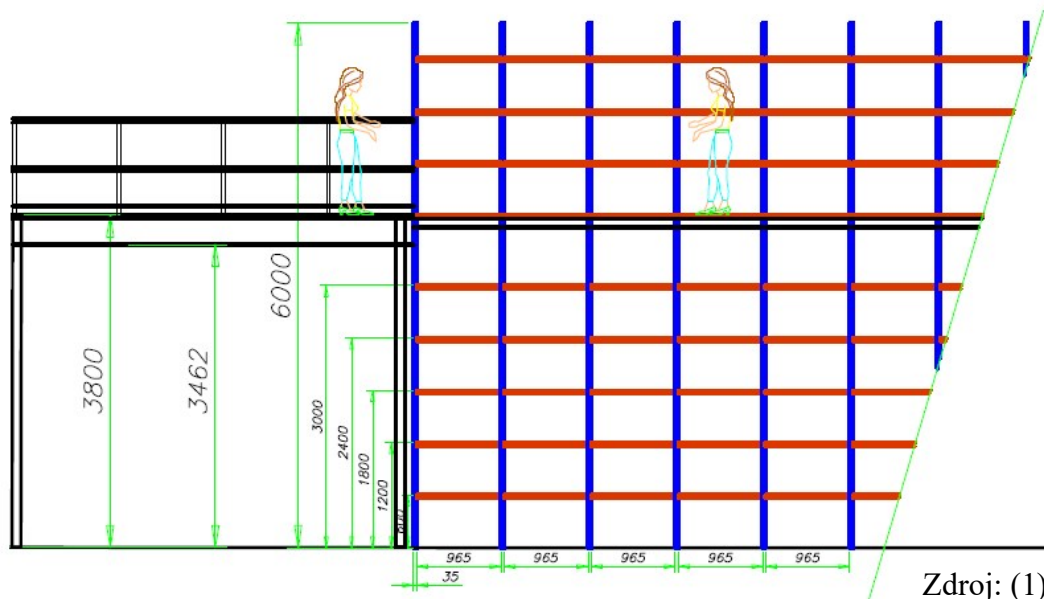
Jak již bylo nastíněno v kapitole 1.2.1, k uskladnění jednotlivých položek se využívá dvou typů regálů. Prvním z nich jsou paletové regály, jejichž nákres je vyznačen na obrázku 3. Ty se ve skladu vyskytují celkem ve dvou řadách. Daný systém disponuje limitem 500 kg na paletu, což dostačuje potřebám logistického centra, jelikož zásilky zřídka kdy bývají vyšší hmotnosti, než je uvedená hodnota. Jednotlivé řady o celkové délce více než deseti metrů jsou rozdělené do několika úseků o rozměrech 2,7 až 3,6 metru (1). Výška systému odpovídá celkové výšce spodního patra, což je více než 3,5 metru (1). K uskladnění objemnějšího druhu zboží či palet je možné použít celkem 2 výškové pozice. Konstrukce daného systému umožňuje demontáž jednotlivých pozic a jejich libovolné uspořádání ve svislém směru. Této vlastnosti lze využít zejména v případě, kdy je nutné uskladnit zboží, které přesahuje celkovou výšku spodní vrstvy regálu.



Zdroj: (1)

Obrázek 3 Paletový regál

Druhým typem, využívaným pro uskladnění zboží, jsou regály policové. Nákres tohoto systému je možné vidět na obrázku 4. Tyto regály se používají pro uskladnění veškerého zboží menších rozměrů a hmotností. Celková délka jednotlivých pozic je pevně dána a odpovídá hodnotě 0,965 metru (1). Opět se jedná o systém, který je možný ve svislém směru libovolně upravit a nastavit si výšku všech polic dle aktuálních potřeb. Hmotnostní omezení v tomto případě činí 160 kg na polici, opět se jedná o dostatečnou hodnotu v souladu s druhem uskladněných položek. Na obrázku 4 je možné vidět případ, kdy regál prostupuje nosnou konstrukcí a pokrývá potřeby uskladnění položek v obou patrech.



Obrázek 4 Policový regál

Veškeré regály nacházející se ve skladových prostorech mají označení v podobě čísla, písmene a čárového kódu. Čárový kód je možné snímat pomocí multifunkčního čtecího zařízení, jež je blíže popsáno v kapitole s číslem 1.2.4. Znaky a kódy určené ke snímání na všech jednotlivých pozicích usnadňují orientaci ve skladu, urychlují proces vychystávání a vytváří systém, pomocí kterého je sklad rozvržen na dílčí celky.

Aktuální velikost regálového systému odpovídá současným potřebám vybrané společnosti. Část z celkového počtu skladových pozic zůstává prozatím nevyužita a slouží jako rezerva. Ovšem s postupným vývojem a růstem podniku dochází k poskytování služeb novým klientům, s čímž je spojeno i využívání kapacity skladu. Z tohoto důvodu je velmi pravděpodobné, že v budoucnu dojde k obsazení i zmíněných volných pozic. Pokud se pak výrazně zvýší nároky na objem zaskladněného zboží, bude nutné uvažovat o rozšíření současného systému, či alespoň jeho reorganizaci z hlediska uskladnění jednotlivých položek.

### 1.2.3 Manipulační technika

Pro manipulaci se zbožím, ať už v rámci zaskladňování, přesunu položek či jejich vychystávání, se ve skladu používá několik druhů manipulační techniky. V první řadě se jedná o ruční manipulační vozíky, které jsou k nahlédnutí na obrázku 5. Tyto vozíky usnadňují zmíněné skladové činnosti a snižují fyzickou práci vykonanou zaměstnanci z oblasti skladu a expedice.



Zdroj: Autor

Obrázek 5 Ruční manipulační vozíky

Další z prvků usnadňujících manipulaci se zbožím jsou ruční paletové vozíky. První z nich slouží k manipulaci s paletami, a to zejména pro jejich umístění a odebírání do a z ovinovacího stroje, který se nachází v prvním podlaží skladu. Druhý vozík s menšími rozměry a nosností se pak nachází ve druhém patře budovy, kde slouží pouze pro kratší přesuny palet s připravenou výpočetní technikou.

Pro další pohyby s paletami v rámci skladových prostor, se používá ručně vedený elektrický paletový vozík značky Toyota s označením BT Staxio SWE140, o jmenovité nosnosti 1 400 kg. Výška zdvihu dosahuje hodnoty až 4,75 metru (3). Zařízení s těmito parametry dostačuje pro veškeré činnosti, jež jsou v rámci skladu požadovány. Mezi hlavní operace, pro které je stroj využíván, spadá zejména zaskladňování a vyskladňování zboží určené pro paletové regály. Elektrický vozík dále slouží pro nakládku palet do přistavených vozidel přepravních společností. Nachází také uplatnění při přesunu zboží v rámci jednotlivých podlaží skladu. Při této operaci dochází k vyzdvižení či spouštění břemena z více než tří metrové výšky. Daný úkon je možné vidět na obrázku 6. Jedná se o činnost, při které musí zaměstnanci skladu dbát na zvýšenou pozornost. Operace není nijakým způsobem automatizována a její úspěšné provedení záleží pouze na lidském faktoru. Při pochybení by mohlo dojít k ohrožení zdraví pracovníků, či k finanční škodě dosahující vysokých částek. Z uvedených důvodů by bylo

vhodné způsob přemístování položek mezi jednotlivými patry řešit jiným způsobem. Na tento problém bude opět navrženo řešení ve druhé kapitole diplomové práce.



Zdroj: Autor

Obrázek 6 Manipulace s elektrickým paletovým vozíkem

#### 1.2.4 Skladový informační systém

Pro veškeré oblasti činností a většinu procesů je vybranou společností využíván ERP systém neboli enterprise resource planning, s názvem Flores. Tento software zahrnuje například oblast nákupu zboží, fakturace, logistiku, ale také sekce jako jsou dovolené či finanční odměny zaměstnanců dle jejich výkonů. Za pomoci tohoto programu se provádějí i všechny skladové operace, ať už se jedná o naskladnění či vyskladnění jednotlivých položek, jejich převody mezi pozicemi, skladovou inventuru, poskytování informací o skladových zásobách a další náležitosti. Stav systému musí vždy odpovídat realitě a žádná operace nemůže být provedena bez použití daného softwaru. Jedná se o velmi užitečný nástroj, pomocí kterého lze sledovat a vést záznamy o veškerém dění v rámci podniku.

Pracovníci skladu mají k dispozici multifunkční čtecí zařízení, které je propojené se zmíněným ERP systémem a pracuje na bázi snímání čárových kódů. V oblasti skladování

je toto zařízení užitečným prostředkem, který často slouží i jako prevence chybovosti při jednotlivých operacích. Tyto čtečky se využívají primárně při naskladňování zboží a jeho vychystávání dle přijatých objednávek od klientů. Při samotném provádění určitého procesu je čtecí zařízení schopné odhalit, že byla například naskenována špatná položka, nebo byla naopak duplikována a podobně. Daná zařízení mají ovšem mnohem více funkcionalit a dají se použít, mimo jiné i ke všem skladovým činnostem, zmíněným v předcházejícím odstavci.

### **1.2.5 Příprava zásilek**

Všechny zásilky připravované vybranou společností začínají u klientů, kteří například v případě potřeby nového zařízení odesílají požadavek v podobě nákupní objednávky na příslušné oddělení podniku, zabývající se touto problematikou. Zaměstnanci z dané sekce poskytnou zákazníkům dostupné alternativy zařízení a příslušné ceníky. Po obdržení schválení od klienta dochází k vytvoření dvou druhů objednávek v ERP systému vybrané společnosti. První z nich je opět nákupní, nicméně v tomto případě vytvořená interním pracovníkem z oblasti nákupu a prodeje. Ta je následně využita zaměstnanci skladu pro naskladnění zboží, jak fyzicky s použitím čtecího zařízení, tak elektronicky pro evidenci v rámci systému. Současně, s vytvořením zmiňované náležitosti, dochází k samotnému objednání zboží od jednoho z dodavatelů. Pokud potřebným vybavením vybraná společnost již disponuje, dochází k čerpání skladových zásob a potřeba vytvoření nové nákupní objednávky tímto odpadá. Druhou zmíněnou vytvářenou náležitostí je prodejní objednávka. Ta obsahuje všechny klíčové informace pro její přípravu a úspěšné doručení ke klientovi. Zejména se jedná o konkrétní zboží, které je nutné vychystat, potřebný počet jednotlivých položek, stav zásob na skladě daného artiklu, doručovací adresu a kontakt na příjemce. Jsou-li všechny zmíněné náležitosti v objednávce obsaženy, může být přistoupeno k jejímu vychystání a dalším činnostem souvisejícím s úspěšným doručením zboží do rukou klienta. Ukázku vytvořené prodejní objednávky v informačním systému používaném vybranou společností lze vidět na obrázku 7.



Number	RN	F	Ware...	Goods code	Text	Quantity	On stock
1	!	!	BR	MR44-HW	MERAKI MR44 WIFI APPLIANCE	16.000	49.00
2	!	!	BR	LIC-ENT-7YR	MERAKI ENTERPRISE CLOUD LICENSE 7 years	16.000	183.00
3	!	!	BR	MV12N-HW	Meraki Narrow Angle MV12 Camera	13.000	38.00
4	!	!	BR	LIC-MV-10YR	Meraki ENTERPRISE - SUBS. LICENSE 10Y	13.000	16.00
5	!	!	BR	MV12W-HW	Meraki Wide Angle MV12 Camera	1.000	19.00
6	!	!	BR	LIC-MV-10YR	Meraki ENTERPRISE - SUBS. LICENSE 10Y	1.000	16.00
7	!	!	BR	CCTV	CCTV sticker	2.000	85.00
8	!	!	BR	NW-100-R12	Clavister NetWall 100 R12	1.000	8.00
9	!	!	BR	RACK-100S	Clavister NetWall 100 Series Rack mount	1.000	8.00
10	!	!	BR	C9200L-24P-4G-E	Catalyst 9200L 24-port PoE+, 4 x 1G, Network Essenl	2.000	41.00
11	!	!	BR	C9200L-24P-4G-E	Catalyst 9200L 24-port PoE+, 4 x 1G, Network Essenl	4.000	41.00
12	!	!	BR	C9200L-24P-4G-E	Catalyst 9200L 24-port PoE+, 4 x 1G, Network Essenl	12.000	41.00
13	!	!	BR	C9200L-DNA-E-24	Cisco Essentials LIC 9200L-DNA-E-24-3Y	18.000	39.00
14	!	!	BR	GLC-TE-WS	1000 Base-T SFP Transcevier module	18.000	11.00
15	!	!	BR	GLC-SX-MMD	Cisco SFP 1G Module (1000BASE-SX SFP transceiver m	2.000	1.00
16	!	!	BR	FIB442002	MicroConnect LC-LC, MM, Duplex, OM3 50/125, 2m	2.000	0.00
17	!	!	BR	RAB-UP-750-A4	Rack shelve 1U/750mm	1.000	22.00
18	!	!	BR	CMP 1UPLAST-B	Horizontal Organiser	8.000	0.00
19	!	!	BR	A06684	Saltek RACK-PROTECTOR-EURO-X12-1U IT	2.000	20.00
20	!	!	BR	PE011403	MicroConnect Extension Cord C14 - C15, 3m	2.000	171.00

Zdroj: Autor

Obrázek 7 Prodejní objednávka v informačním systému

Pro doručení položek v nepoškozeném stavu a uspokojení potřeb zákazníků je nutné dodržovat určitá pravidla při přípravě zásilek. Obzvláště pokud se jedná o zboží jako je elektronika, či jiné křehké předměty, citlivé na působení vnějších sil během přepravy. Vybraná společnost navíc pro doručování parcel využívá služeb externích přepravců. Kontrola nad odeslanými položkami je tedy omezená, a proto musí dojít zajištění maximální možné ochranné funkce obalu. Menší zásilky, odesílané v samostatných baleních, jsou vždy připravovány s ohledem na jejich povahu. Zpravidla se jedná o pokrytí jednotlivých položek bublinkovou fólií, umístění do kartonové krabice a její vystlání vzduchovými vaky či jinou výplňovou složkou, která je momentálně k dispozici. Na závěr dochází k zabalení parcely do neprůhledné folie a její zalepení lepicí páskou s logem společnosti. Daný úkon se provádí zejména z důvodu bezpečnostního zapečetění zásilky.

Zmiňované výplně, používané pro zamezení pohybu položek v balení, jsou vždy odebírány z doručených zásilek od dodavatelů a posílány dále do oběhu. Nezřídka nastávají situace, kdy materiál k vystlání balíků dochází. V těchto případech je jako výplň používána pouze bublinková folie, což je značně neefektivní z hlediska její ceny a funkčnosti jakožto výplně, zvláště pak při odesílání zásilek větších rozměrů. Pro tento problém by bylo vhodné například pořízení přístroje, který by umožňoval vlastní přípravu materiálu pro vystlání balíků a zabezpečení zboží, či jiné řešení dané situace.

Pro samotnou přípravu jednotlivých krabicových zásilek se využívá pouze jednoho pracovního místa v prostorech skladu. Při výskytu vyššího počtu objednávek, které je nutné expedovat, jde o omezující parametr z hlediska efektivity vychystávání položek. Nastávají zde situace, kdy dochází k tvorbě fronty, jelikož zaměstnanci musí čekat na dokončení právě připravované objednávky, než můžou začít s balením své objednávky.

Pro problémy související s výplňovým materiálem a počtem pracovních míst ve skladu, budou přiblíženy návrhy řešení ve druhé kapitole diplomové práce.

Druhou nezanedbatelnou sekci v rámci skladu je příprava paletových zásilek. K tomuto účelu se ve vybrané společnosti využívá ovinovací stroj s označením ZWP 1 od firmy Balpack. Jedná se o zařízení, které disponuje výkonem pro zabalení až 30 palet za hodinu (4). Daný stroj je možné vidět na obrázku 8. Paleta s rovnoměrně rozmístěným zbožím na jejím povrchu je pomocí ručního paletového vozíku umístěna do stroje, který po uchycení neprůhledné folie zásilku ovine v několika vrstvách. Takto připravené parcely jsou pak opět zapečetěny lepící páskou, označenou logem firmy a připraveny k expedici.



Zdroj: (4)

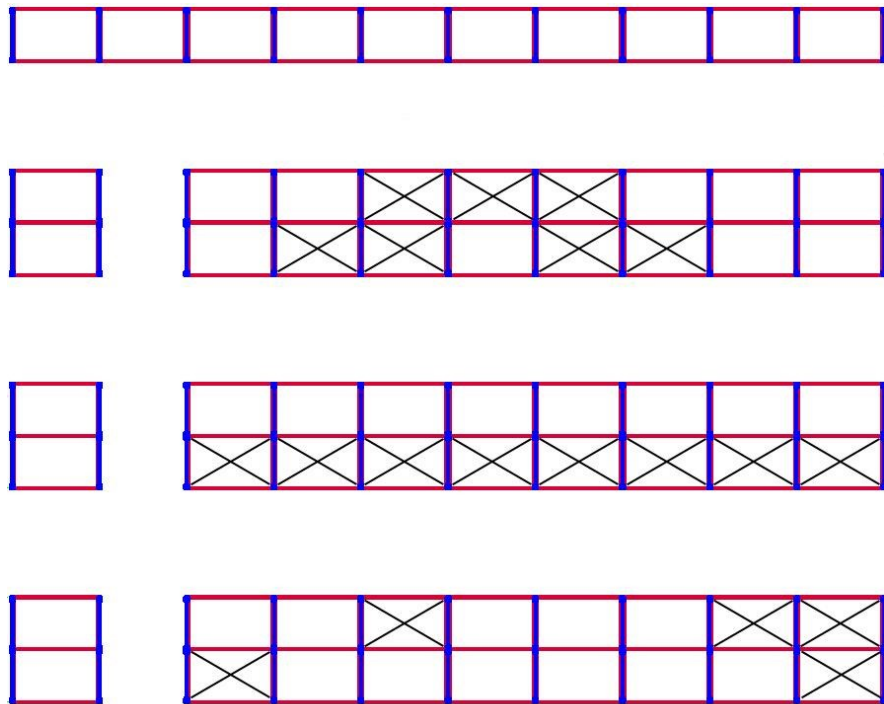
Obrázek 8 Ovinovací stroj

Dochází-li k přípravě paletové zásilky, ve většině případů se jedná o objednávku zboží pro vybudování IT infrastruktury do nového klientského centra. Artikly, k jejichž vyskladnění dochází při přípravě těchto projektů, jsou v zásadě vždy totožné. Dochází k občasným externalitám dle konkrétních specifik či požadavků jednotlivých center, nicméně základ, který tvoří převážnou část objednávky, zůstává stejný. Rozdíly se vyskytují zejména v množství

zboží, jenž se odvíjí především od rozlohy daných center. Mezi zboží, které se vychystává lze zahrnout například hardwarová zařízení jako přepínače, přístupové body, počítače, dále například telefony, televize, kabeláž a další potřebné vybavení. Samotný proces přípravy objednávky tohoto typu je složen z několika částí. Pracovníci z oblasti pre-stagingu provádějí potřebné přípravné operace s některými zařízeními, uloženými ve vrchní části budovy. Po jejich dokončení dochází k uskladnění zboží na samostatnou paletu, či jeho přidání ke zbývajícím položkám vychystávaným v rámci prvního patra. Vyhledáním, vyskladněním a umístěním těchto položek na paletu se mezitím zabývají zaměstnanci skladu. Téměř vždy se jedná o vychystání přibližně dvaceti druhů různých artiklů. Většina z nich je menšího charakteru s umístěním v prostorech policového regálového systému. Proces vyhledávání položek a dopravy ve skladu probíhá s využitím jednoho z ručních manipulačních vozíků z obrázku 5 v kapitole 1.2.3.

Daný proces je přitom prováděn poměrně náhodně, kdy zaměstnanec skladu vyhledává jednotlivé druhy zboží s použitím čtecího zařízení, zpravidla dle pořadí zobrazeného na přístroji. Pořadí je určeno již při tvorbě objednávky. Jedná se o jednotnou šablonu objednávek, která má za následek stejné řazení položek v případě objednávek tohoto typu jak v systému, tak při používání čtecího zařízení. Pořadí položek přitom nijak nesouvisí s jejich umístěním v regálech. Stává se tak, že zaměstnanec při vyhledávání zboží několikrát prochází stejné úseky. Tím dochází k prodlužování času kompletace zásilky, a tedy prodloužení celkové doby strávené její přípravou.

Na obrázku 9 lze vidět současné umístění jednotlivých artiklů pro jeden z nadcházejících projektů.



Zdroj: Autor na podkladě (1)

Obrázek 9 Pozice artiklů pro projekt

Konkrétně se jedná o část objednávky z obrázku 7 v kapitole 1.2.4, která bude podrobena měření. Na základě pozorování, provedeného celkem třikrát, došlo k zaznamenání časů při přípravě dané zásilky jedním ze zaměstnanců. Časy byly následně sečteny a poděleny počtem pokusů, čímž došlo k určení průměrné částečné kompletační doby objednávky. Její hodnota činí 16 minut a 26 sekund. Výsledky jednotlivých měření je pak možné vidět v tabulce 1. Tato doba zahrnuje pouze část celého procesu přípravy projektu, konkrétně se jedná o čas potřebný pro vyhledání položek v policových regálech, dopravu ve skladu s použitím ručního vozíku a složení zboží na paletu. V tomto případě mají zkušenosti pracovníků zásadní dopad na dobu kompletače, zejména pak znalost umístění jednotlivých položek ve skladu. Skladník s praxí v daném podniku je schopen s využitím čtecího zařízení výrazným způsobem snížit celkovou dobu vychystávání daných artiklů oproti méně zkušeným zaměstnancům.

Odchytky způsobené v rámci měření jsou pak zapříčiněny zejména způsobem, jakým dochází k vyskladnění konkrétních položek. Jak již bylo uvedeno, proces vychystávání je v případě projektů poměrně náhodný. Přestože pořadí zboží je ve čtecím zařízení určitým způsobem stanoveno, k samotné sekvenci výběru položek lze přistupovat dle preferencí skladníka. Nachází-li se tedy například zaměstnanec v blízkosti artiklu, který je o několik pozic v rámci čtecího zařízení dál, může daný předmět vyskladnit okamžitě a zkrátit si tak délku

kompletační trasy. V rámci dílčích měření docházelo tedy k vyskladňování zboží v odlišném pořadí a tím došlo i k rozdílným délkám kompletačních tras. Dále jsou odchylky způsobené různou dobou vyskladňování jednotlivých položek, tedy odlišnými časy potřebnými pro jejich lokalizaci, naskenování čárových kódů a umístění na manipulační vozík.

Tabulka 1 Doby vyskladňování artiklů pro projekt

Měření	Čas [min:s]
1	16:20
2	17:01
3	15:58
Průměrná doba	16:26

Zdroj: Autor

V pozorování není zahrnuta část přípravy objednávky související s pre-stagingem techniky a vyskladňování objemných položek, kterými jsou televize a balení palety. Uvedené činnosti nebyly při zaznamenávání času uvažovány z následujících důvodů.

Pre-staging techniky se skládá z operací, na nichž se podílí více zaměstnanců a jejich průběh je spíše nepravidelného charakteru. Proces bývá rozdělen do více časových úseků, které jsou odlišné v rámci jednotlivých projektů. Rychlost provedení operací závisí na aktuální dostupnosti vybavení, množství poskytnutých informací potřebných pro její provedení či dodací době pro konkrétní objednávku. Objektivnější výsledky měření by tedy přinesl až průměr velkého množství vzorků. Přesto by se jednalo o hodnotu velmi orientační, protože jak bylo uvedeno, doba přípravy zařízení z pohledu pre-stagingu se pro každý projekt výrazným způsobem liší.

Vyskladňování objemnějšího zboží, v tomto případě konkrétně televizí, v pozorování není zahrnuto, jelikož dané položky bývají zpravidla odesílány na samostatné paletě. Protože se artikly tohoto typu nacházejí v paletových regálech, k vychystávání těchto položek dochází v prostorech uličky mezi danými místy. Tím je zajištěno zásadní zkrácení kompletační trasy a po vyskladnění zboží je možné jeho přímé umístění na paletu, zajištění stahovacími pásky a následné balení.

Balení palety také není součástí zjištěné částečné kompletační doby. K dané činnosti se využívá představený ovinovací stroj. Jedná se o efektivní řešení přípravy paletových jednotek, jak z časového hlediska, tak z pohledu fyzické práce zaměstnanců.

K samotnému vychystání zboží z policových regálů by ovšem bylo možné přistupovat efektivnějším způsobem. Výběrem například vhodné kompletační trasy pro vyskladnění všech požadovaných artiklů z policových regálů lze zkrátit čas dopravy ve skladu a také celkovou dobu této části přípravy zásilky. Konkrétní návrh na zefektivnění situace související s přípravou paletových jednotek bude představen v rámci druhé kapitoly diplomové práce.

## **2 NÁVRHY NA ZEFEKTIVNĚNÍ SOUČASNÉ SITUACE V OBLASTI SKLADOVÁNÍ**

V této části diplomové práce budou předloženy návrhy na zefektivnění stávající situace v centrálním skladu vybrané společnosti. V rámci provedené analýzy současného stavu z kapitoly 1 bylo identifikováno několik problémů, které pro podnik představují určitá omezení, zejména z hlediska efektivity. Návrhy budou předloženy v několika různých variantách, k jejichž zhodnocení následně dojde v poslední kapitole.

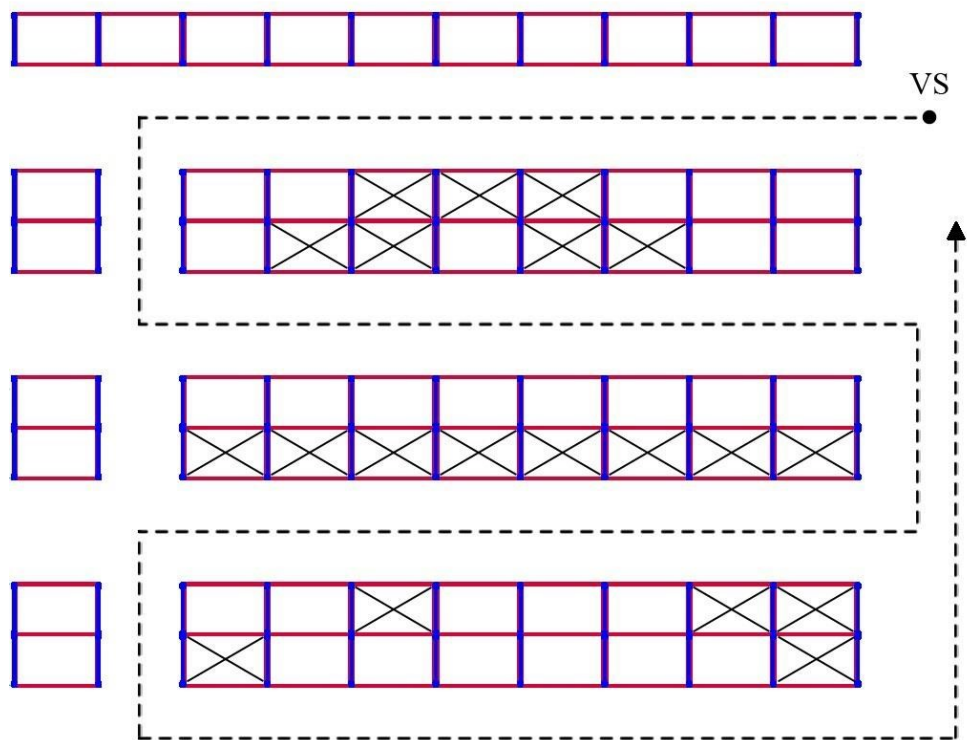
### **2.1 Zachování stávajícího objektu**

První varianta návrhu, který by vedl ke zvýšení efektivity v oblasti skladování, spočívá v zachování stávajícího objektu a provedení změn v oblasti některých dílčích identifikovaných míst, vyznačujících se prostorem pro zlepšení. Jmenovitě se pak jedná o situaci související s vychystáváním zboží pro projekty, používáním výplňového materiálu při přípravě balíků a počtem pracovních míst ve skladu. Další problém souvisí s neideálně řešeným přesunem břemen mezi jednotlivými patry skladu. Návrh řešení kapacitního nedostatku volné plochy v logistickém centru bude předmětem kapitoly 2.2.

#### **2.1.1 Vychystávání zboží pro projekty**

Jak bylo zjištěno na základě provedené analýzy z první kapitoly, dochází-li k přípravě zásilek obsahujících zboží potřebné k budování IT infrastruktury, téměř vždy se jedná o paletové zásilky. K vychystávání položek z policových regálů přitom dochází v náhodném pořadí. Respektive z velké části v pořadí, které je zobrazené ve čtecím zařízení, používaném při vyskladňování. To má za následek delší čas celé operace, než který by se dal dosáhnout při použití například některé z metod pro výběr kompletačních tras.

První z návrhů spočívá ve vyskladnění zboží s využitím tzv. S metody (5). Sekvence vyskladněných položek je dána postupným projitím všech skladovacích pozic a vybíráním potřebných položek. Trasa má přitom tvar písmene S, od čehož je odvozen i název (5). Danou cestu, navrženou pro případ vybrané společnosti, lze vidět na obrázku 10.



Zdroj: Autor na podkladě (1)

Obrázek 10 S metoda

Stejným způsobem, jaký byl použit v rámci měření současné částečné kompletační doby, došlo k provedení celkem tří měření s využitím S metody. Aby bylo možné objektivně určit rozdíly v době vychystávání, jednalo se o identickou objednávku, která byla podrobena pozorování. Výsledné časy a průměr hodnot je možné vidět v tabulce 2. Průměrná doba vychystání položek činí v tomto případě 14 minut a 2 sekundy.

Tabulka 2 Doby vyskladňování artiklů s využitím S metody

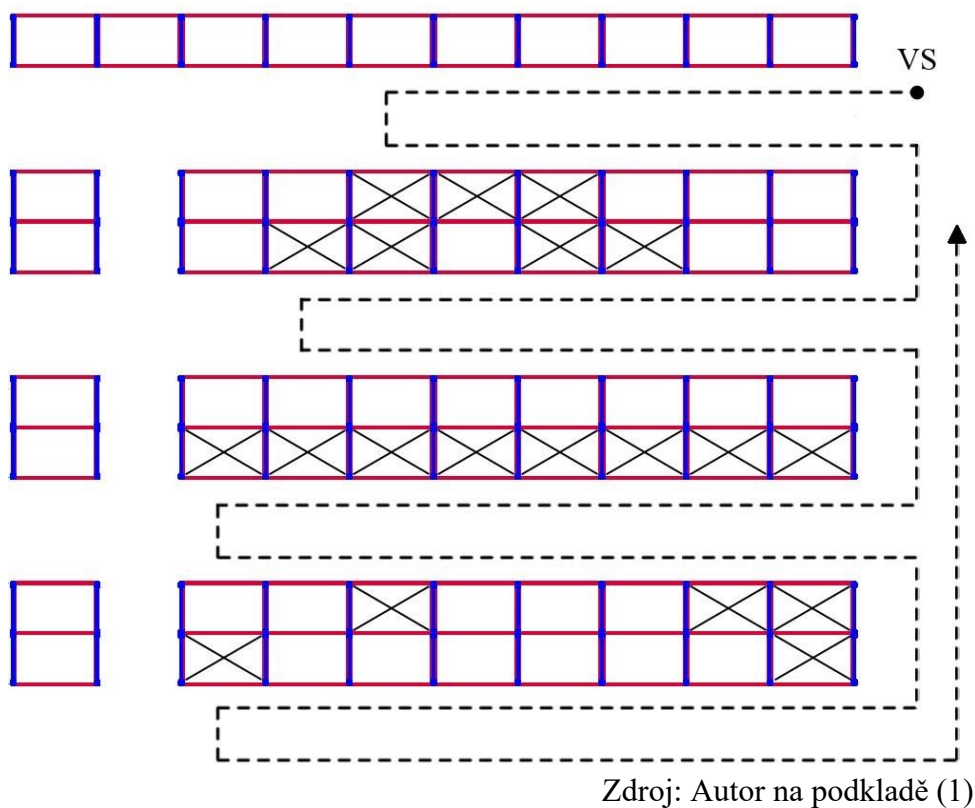
Měření	Čas [min:s]
1	14:16
2	13:59
3	13:51
Průměrná doba	14:02

Zdroj: Autor

Druhý návrh je obdobný, nicméně spočívá ve využití jiné metody. V tomto případě se jedná o tzv. návratovou metodu (5). Postup vyskladňování položek probíhá v podobě vstoupení do všech uliček pouze z čelní strany a vždy jen do nezbytné hloubky, tedy maximálně



do místa nejvzdálenější položky. Provedení dané metody v prostorech skladu vybrané společnosti zobrazuje obrázek 11.



Obrázek 11 Návratová metoda

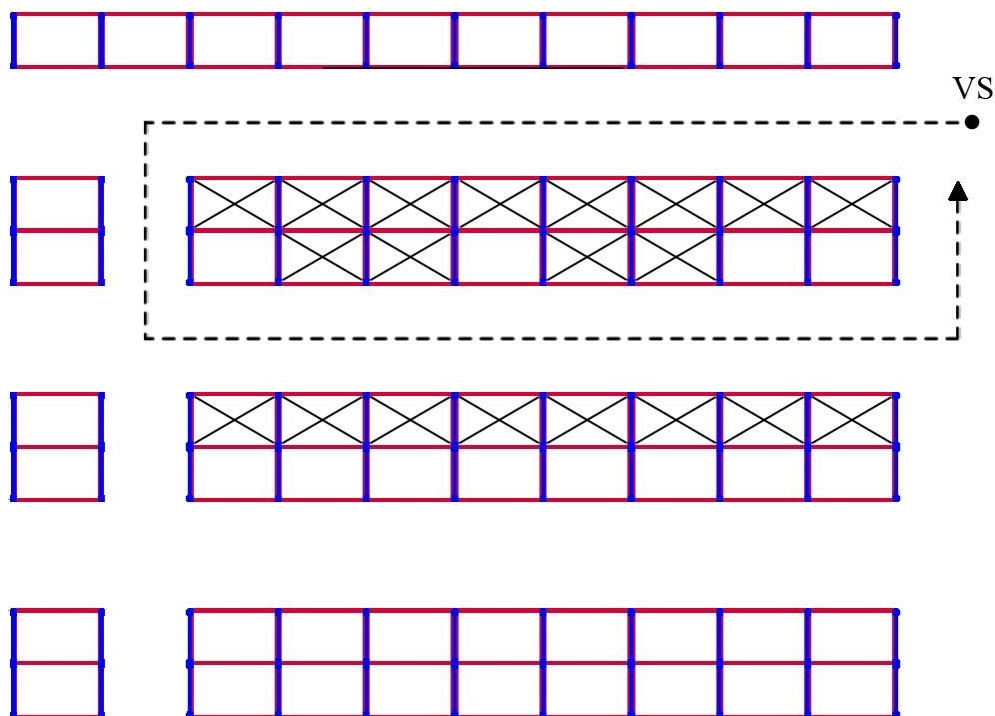
Výsledné hodnoty provedených měření doby vyskladňování zboží pro daný projekt za využití uvedeného postupu jsou uvedené v tabulce 3. Opět došlo k výpočtu i průměrné doby, jež činí 15 minut a 44 sekund.

Tabulka 3 Doby vyskladňování artiklů s využitím návratové metody

Měření	Čas [min:s]
1	15:44
2	15:51
3	15:39
Průměrná doba	15:44

Zdroj: Autor

Další, alternativní způsob, který by mohl znamenat zkrácení celkové doby operace spočívá v reorganizaci skladu. Zejména se pak jedná o přemístění veškerých položek, jež se vždy vyskytují v objednávkách pro projekty. Nové umístění položek zobrazuje obrázek 12.



Zdroj: Autor na podkladě (1)

Obrázek 12 Přemístění položek pro projekty

Jednotlivé artikly byly seřazeny v pořadí, které odpovídá stanovenému sledu položek, vzniklému při vytváření objednávek pro projekty v informačním systému vybrané společnosti. K jejich vyskladnění dochází pak s využitím trasy zobrazené na obrázku 12. Umístění položek v bezprostřední blízkosti umožní projití pouze nezbytné části skladu, kde se vyskytuje veškeré požadované zboží. Tímto řešením tedy dojde k minimalizaci kompletační trasy. Zároveň díky uspořádání položek v daném sledu bude umožněn rychlý způsob odběru z polic za využití čtecího zařízení bez nutnosti jejich další lokalizace. Výsledky měření jsou k dispozici v tabulce 4.

Tabulka 4 Doby vyskladňování artiklů po reorganizaci skladu

Měření	Čas [min:s]
1	10:09
2	9:58
3	9:50
Průměrná doba	9:59

Zdroj: Autor

Na základě provedení předložených metod a postupů pro vyskladnění položek z objednávky vybraného projektu lze konstatovat, že všechny navrhované přístupy vedou ke zrychlení daného procesu. Jako nejlepší se pak z tohoto hlediska jeví poslední navrhovaný postup, který spočívá v reorganizaci skladu. Průměrná doba potřebná pro vyskladnění artiklů pro daný projekt činí 9 minut a 59 sekund.

Ve třetí kapitole diplomové práce bude provedeno podrobnější porovnání výsledků jednotlivých metod a jejich zhodnocení.

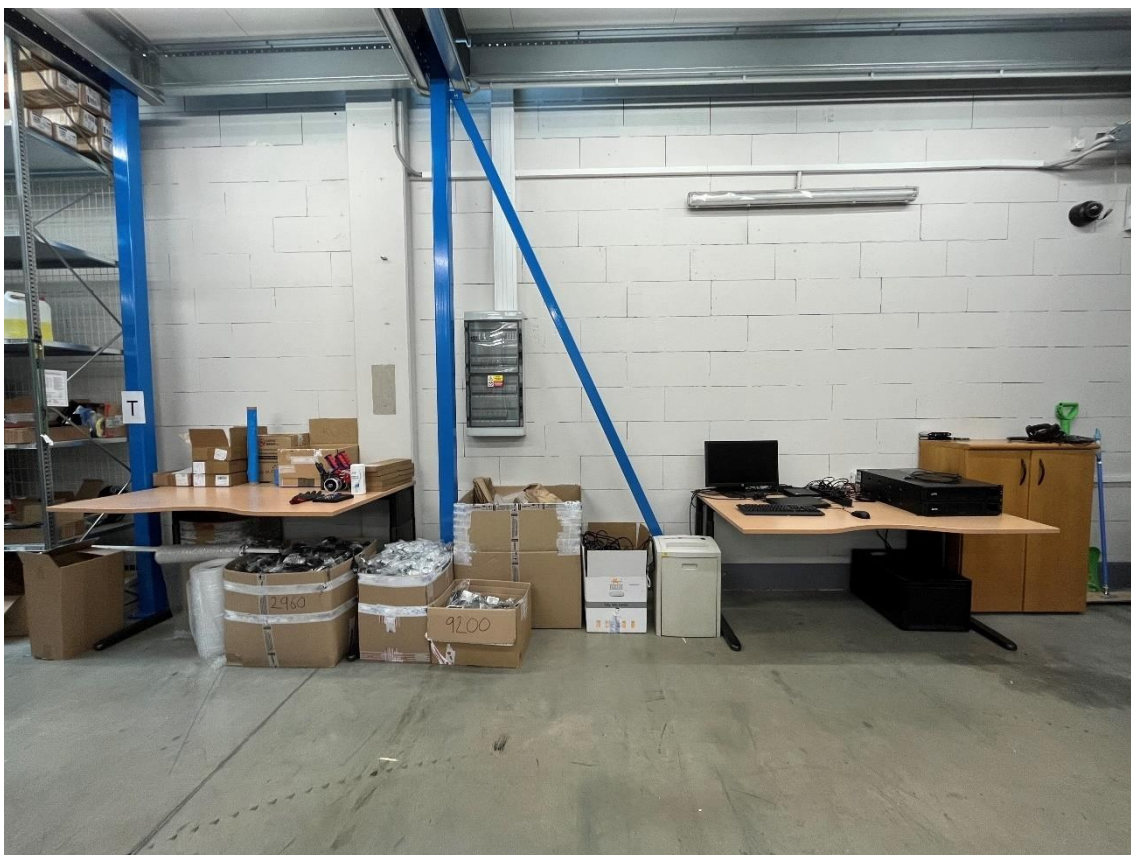
### 2.1.2 Pracovní místa ve skladu

V kapitole 1.2.5 byl nastíněn problém týkající se počtu pracovních míst ve skladu. V současné době se ve skladových prostorech nachází pouze jedno místo, kde dochází ke kompletaci objednávek, jejich zabezpečení pro následnou přepravu, balení a zapečetění pomocí lepící pásky s logem společnosti. Jak bylo uvedeno v rámci analýzy současného stavu, nastávají situace, kdy dochází k občasnému tvoření fronty z důvodu obsazení daného místa pro přípravu zásilek. Pro vyřešení tohoto problému by bylo vhodné přistoupit k vyčlenění prostoru, který bude využíván jako další pracovní místo. Jelikož se vybraná společnost potýká i s kapacitním problémem souvisejícím s volnou skladovou plochou, je nutné nový prostor pro dané účely volit s rozvahou, aby nedocházelo k její další přílišné redukci.

V prostorech skladu se nachází místo, jež se z hlediska dané situace jeví jako ideální. Jedná se o pracovní desku ve skladu, kde je umístěn počítač, který mohou zaměstnanci využívat v případě potřeby. Pracovníci mají ovšem k dispozici zázemí v těsné blízkosti skladu, kde každý z nich disponuje vlastním počítačem využívaným pro všechny skladové operace v rámci ERP systému či jiné činnosti. Technika umístěná ve skladu je proto téměř nevyužívaná. Z důvodu absence jakékoliv další funkce daného prostoru by pracovní deska tedy přinesla větší užitek v případě jejího uzpůsobení pro přípravu zásilek. Samotný počítač by pak bylo možné

umístit jako záložní kus do jedné ze skladových pozic pro interní náležitosti, případně jej v případě potřeby uvést do provozu v rámci druhého patra skladu. Jelikož dané místo neplní jiné funkce a svými parametry je jinak shodné se současně využívanou pracovní plochou, není zde nutná další úprava těchto prostor.

Na obrázku 13 je možné vidět prostor, který může být po implementaci návrhu k dispozici pro přípravu zásilek. Jedná se o pracovní místo na pravé straně obrázku, přičemž na levé straně se nachází aktuální pracovní plocha. Z hlediska lokalizace se jedná o vhodný prostor, jelikož se nachází v těsné blízkosti současného místa pro přípravu zásilek a zároveň relativně blízko regálového systému. Zároveň k jeho uzpůsobení pro potřeby vychystávání zásilek nebude nutné vynaložit žádné finanční prostředky. Jediná úprava spočívá ve zmíněném přemístění počítače a rozdělení prostředků používaných při přípravě balíků na dvě plochy, místo pouze jedné, současně využívané. Zároveň tímto řešením nedojde k žádné redukci volné skladové plochy. Jelikož v prostorech skladu téměř nedochází k současné práci více než dvou zaměstnanců, dané řešení povede k eliminaci vzniku front, či alespoň k jejich redukci do takové míry, kdy nebude výrazným způsobem docházet k ovlivnění efektivity skladových procesů.



Zdroj: Autor

Obrázek 13 Pracovní místa ve skladu

### **2.1.3 Výplňový materiál pro přípravu zásilek**

V kapitole s číslem 1.2.5 byl na základě provedené analýzy odhalen problém týkající se nárazového nedostatku výplňového materiálu, sloužícího k vystýlání balíků pro zamezení fyzického poškození zboží během přepravy. Z ekologického hlediska lze současný způsob znovu používání materiálu z doručených zásilek hodnotit velmi kladně. V případě nedostatku této výplňové položky ovšem dochází k využívání méně efektivních prvků pro zabezpečení zásilky, jako je například bublinková folie. Ta, zejména při přípravě objemnějších parcel, nemá ideální výplňové vlastnosti v porovnání s například vzduchovými polštáři. Je jí nutno použít větší množství a ekologický přínos aktuálně zvoleného způsobu přípravy zásilek je tímto degradován. Z uvedeného důvodu by pro zlepšení situace bylo vhodné například zakoupení přístroje pro vlastní přípravu vzduchových vaků.

Na trhu se nachází velké množství různých typů zařízení pro tvorbu daného výplňového materiálu. Pro vybrání vhodného přístroje je nutné přihlížet k parametrům konkrétního skladu a jeho potřebám. Mezi hlavní požadavky vybrané společnosti na zařízení spadá zejména jeho cena a velikost. Další důležitou charakteristikou je výkon přístroje. Zmíněné parametry budou použity dále v této kapitole v rámci metody rozhodování použité pro volbu výrobku, který přinese podniku největší poměrný užitek. Kromě daných požadavků, které jsou snadno kvantifikovatelné, bude při výběru přístrojů přihlíženo také na náročnost jeho údržby, složitost obsluhy, dostupnost na trhu či variabilitu používaného materiálu.

#### **Přístroj Mini Air Easi 2S**

Na základě požadovaných charakteristik z předchozího odstavce se jako jeden z ideálních kandidátů pro implementaci do logistického centra vybrané firmy jeví přístroj produkováný společností Xiamen Ameson New Material Inc. s označením Mini Air Easi 2S, který je možné vidět na obrázku 14. Daný výrobek bude pro další potřeby označován také jako varianta A.



Zdroj: (6)

Obrázek 14 Příklad Mini Air Easi 2S

Důvodů pro výběr daného přístroje je hned několik. V první řadě se jedná o zařízení, které disponuje výkonem pro výrobu vzduchových polštářů o hodnotě až 4 metry výplňového materiálu za minutu (7). Z hlediska současné spotřeby vzduchových polštářů není v podniku nezbytná kontinuální výroba tohoto ochranného prvku, jelikož nedostatek materiálu pro vystýlání zásilek má spíše nárazový charakter. V porovnání s jinými výrobky stejného typu se jedná spíše o spodní hranici výkonu a příprava určité zásoby vzduchových vaků zabere delší čas, nicméně jde stále o dostatečný výkon pro potřeby skladu vybrané společnosti.

Rozměrové vlastnosti, které spadají při výběru přístroje mezi stěžejní, se u tohoto typu výrobku jeví také jako vhodné. Zařízení dosahuje rozměrů 405 mm na délku, 220 mm na šířku a 195 mm na výšku (7). Vynásobením šířky a délky zařízení lze určit přibližnou hodnotu plochy, která by byla po implementaci přístroje do skladu obsazena. Po převedení se jedná o hodnotu 0,0891 m<sup>2</sup>. Jde tedy o poměrně skladný aparát, který lze bezpečně umístit na vhodné místo, aniž by docházelo k výraznému obsazení volné skladové plochy a dalšímu přispívání ke kapacitnímu problému. Se svou hmotností dosahující tři kilogramů, přichází v úvahu také varianta uskladnění zařízení do jedné z volných skladových pozic pro interní potřeby ve spodním patře skladu v blízkosti pracovní plochy a zprovoznění přístroje pouze v případě potřeby.

Z hlediska obsluhy se jedná o velmi jednoduché zařízení, které mohou zaměstnanci skladu využívat bez nutnosti složité instruktáže, s pouhým nastudováním návodu. Příklad disponuje pouze dvěma otočnými spínači pro regulaci množství proudícího vzduchu a nastavení

teploty a dále dvěma tlačítky pro zapnutí či vypnutí zařízení a ovládání směru posunu výplňového materiálu.

Přístroj je také charakterizován nenáročnou údržbou. Na rozdíl od některých jiných zařízení podobného typu neobsahuje žádné prvky, jež by bylo nutné po čase měnit či nějakým způsobem doplňovat. Výhodou je pak i možnost variabilní volby výstupu výplňového materiálu, dle aktuálně požadovaného typu. Kromě vzduchových polštářů je tedy k dispozici i možná příprava například polštářkových či bublinkových pásů.

Poslední parametr, zásadní při rozhodovacím procesu, je cena. V tomto případě se cena na tuzemském trhu pohybuje od částky 10 000 Kč bez DPH. V porovnání s jinými přístroji se jedná o levnější alternativu v této oblasti techniky. Z hlediska dalších nákladů se zařízení také jeví pozitivně, jelikož jediné položky, do kterých by bylo po zakoupení nutné investovat finanční prostředky, souvisí s energetickou spotřebou zařízení a nákupem materiálu pro přípravu konkrétních vzduchových výplní.

Nevýhodou při rozhodování o pořízení výše popsaného přístroje ovšem může být jeho dostupnost na českém trhu. V současné době se tuzemské tržní prostředí potýká s nedostatkem tohoto konkrétního výrobku. Nabízí se zde alternativa nákupu přístroje na velkých zahraničních e-shopech, kde se i cena pohybuje v nižších hladinách, nicméně z hlediska spolehlivosti pro dlouhodobý provoz a návratnosti investice se nejedná o ideální řešení. Kvalita zboží v případě využití zmíněných velkoobchodů bývá diskutabilní. Dále i z důvodu případného řešení reklamačního procesu v záruční době se jako vhodnější varianta jeví pořízení dané položky na domácím trhu. Je zde ovšem nutné počítat s delší dobou dodání v řádu několika měsíců.

### **Přístroj Mini Air Easi 2**

Druhým kandidátem, který by mohl být implementován v rámci skladu pro efektivnější přípravu zásilek, je přístroj pro přípravu vzduchových vaků s označením Mini Air Easi 2, produkováný stejnou společností, jako předchozí uvedený model. Daný přístroj je zobrazen na obrázku 15. Tento artikl bude dále označován jako varianta B.



Zdroj: (8)

Obrázek 15 Přístroj Mini Air Easi 2

Oproti první představené možnosti se jedná o vyšší modelovou řadu zařízení s určitými odlišnými parametry. Hlavním rozdílem, který lze pozorovat v případě daného přístroje oproti prvnímu modelu je zejména cena. Jedná se o dražší zařízení, jehož hodnota se na tuzemském trhu pohybuje od přibližně 15 000 Kč bez DPH. Z hlediska rychlosti přípravy vzduchových vaků se pak jedná o dvakrát výkonnější přístroj, který je schopný produkce až osmi metrů výplňového materiálu za minutu. Dostupnost tohoto artiklu je oproti prvnímu případu přívětivější, jelikož na domácím trhu je možné jeho okamžité objednání a doručení v rámci několika dní. Rozměry přístroje jsou shodné s první uvedenou alternativou a dosahují hodnot 405 mm na délku, 220 mm na šířku a 195 mm na výšku (9). Plocha obsazená zařízením ve skladu by tedy opět činila 0,0891 m<sup>2</sup>. Hmotnost pak dosahuje taktéž stejné hodnoty, konkrétně tří kilogramů. Opět se jedná o zařízení charakterizované nenáročnou údržbou, bez nutnosti výměny jeho jednotlivých prvků a velmi snadnou obsluhou. Stejně jako v předchozím uvedeném případě, do zařízení je možné vybírat z poměrně rozsáhlé škály druhů výplňových materiálů.

### **Přístroj MaMa standard**

Další možností pro přípravu vzduchových vaků je přístroj s označením MaMa standard, který je možné vidět na obrázku 16. V tomto případě se bude jednat o variantu označovanou písmenem C.





Zdroj: (10)

Obrázek 16 Přístroj MaMa standard

V porovnání s předchozími výrobky se jedná o nejnákladnější variantu. Cena zařízení se na českém trhu pohybuje od částky 17 000 Kč bez DPH. Při pohledu na rychlost přípravy výplňového materiálu, který je přístroj schopen produkovat, se jedná o nejvýkonnější alternativu s možností výroby až 10 metrů vzduchových polštářů za minutu (11). Náročnost údržby je stejně jako u přístrojů od společnosti Xiamen velmi nízká a ani v tomto případě není nutná pravidelná obměna jakýchkoliv součástí zařízení. Rozměry výrobku dosahují hodnot 460 mm na délku, 360 mm na šířku a 280 mm na výšku (11). Plocha obsazená přístrojem činí v tomto případě 0,1656 m<sup>2</sup>. Hmotnost pak dosahuje 8,7 kg. S přihlédnutím na daná čísla lze vidět, že se jedná o objemnější kus techniky v porovnání s předchozími variantami. Z hlediska obsluhy je i tento přístroj velmi uživatelsky přívětivý a je možno jej snadno ovládat po pouhém nastudování návodu. Nevýhodou představuje menší variabilita používání materiálů pro naplnění vzduchem. Zařízení zaručuje optimální funkcionalitu s využitím pouze originálních vzduchových polštářů pro nafouknutí. Vzduchové prvky jiných výrobců tedy nemusejí být vůbec kompatibilní s daným výrobkem, nebo alespoň nezajišťují jeho maximální efektivitu. Výhodou je naopak dostupnost, kdy je zařízení k dispozici ihned, s doručením do několika dnů, u několika tuzemských dodavatelů.

Z hlediska konkrétního typu vzduchových vaků jsou pro podnik dle povahy zásilek vhodnější spíše prvky k nafouknutí menších rozměrů. Jako ideální se jeví například často využívané výplňové polštářky o rozměrech 20 cm na výšku a 10 cm na šířku. Na základě průzkumu trhu bylo zjištěno, že tento typ výplně lze v současnosti nakoupit již přibližně od 1190 Kč bez DPH za jednu roli s návinem celkem 400 metrů materiálu. Po přepočtu bude tedy 1 metr výplně stát necelé 3 Kč. Dojde-li přitom k nákupu rolí s větším návinem, lze

dosáhnout ještě výhodnější jednotkové ceny. V případě již zhotovených výplní stejného typu je pak 1 metr materiálu k dostání za přibližně 24 Kč.

### **Metoda váženého součtu pro výběr vhodného zařízení na tvorbu výplňového materiálu**

V případě výběru vhodného přístroje pro potřeby vybrané společnosti se jedná o rozhodovací úlohu s konečným počtem variant dle určitých hodnotících kritérií. Volba nejvhodnějšího zařízení tedy bude předložena na základě vícekritériální metody rozhodování, jak bylo uvedeno na začátku této kapitoly. Postup, který bude v tomto případě použit, se označuje jako metoda váženého součtu.

Pro danou metodu je v první řadě nezbytná znalost či určení vah jednotlivých kritérií, které jsou stěžejní při výběru konkrétního výrobku. Jak již bylo zmíněno, mezi hlavní a zároveň kvantifikované požadavky pro výběr přístroje spadá cena zařízení, rozměry, respektive plocha zabraná daným výrobkem a výkon. Dané parametry poslouží jako hodnotící kritéria při provádění vybraného postupu. Zbývající méně důležité a nekvantifikované požadavky budou také brány v úvahu po získání výsledků z provedené rozhodovací metody.

Pro určení vah daných kritérií bude použita tzv. metoda pořadí. Postup této metody spočívá v seřazení všech hodnotících kritérií, značených proměnnou  $f_i$ , od nejdůležitějšího po nejméně důležité. Na základě subjektivního pohledu autora a konzultací s vedoucími zaměstnanci bylo určeno pořadí jednotlivých kritérií. Pro potřeby vybrané společnosti se jako nejvýznamnější parametr jeví cena. V další řadě pak rozměry zařízení, respektive obsazená plocha a na posledním místě se umísťuje výkon. Nejdůležitějšímu kritériu bude přiděleno  $k$  bodů, přičemž proměnná  $k$  značí počet kritérií (12). V tomto případě se tedy bude jednat o celkem 3 body pro nejdůležitější parametr. Každému dalšímu kritériu pak bude vždy uděleno  $k-1$  bodů, dle jeho důležitosti, kdy poslední z nich získává jeden bod. Samotné váhy kritérií  $v_i$  lze pak určit pomocí vzorce 7 (12). Jednotlivá hodnotící kritéria, seřazená dle důležitosti s přiděleným příslušným počtem bodů a jejich vypočítané váhy, je možné vidět v tabulce 5. Všechny tabulky související s výpočtem metody váženého součtu pro výběr přístroje pro tvorbu výplňového materiálu budou označeny zkratkou VP, tedy výběr přístroje.

$$v_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^k p_i} \quad [-] \quad (7)$$

Kde:

$v_i$  ... váha kritéria  $i$  [-]

$p_i$  ... hodnota přiřazená  $i$ -tému kritériu [-]

$k$  ... počet kritérií [-]

$$v_1 = \frac{p_1}{p_1+p_2+p_3} = \frac{3}{3+2+1} = \frac{3}{6} = 0,5$$

$$v_2 = \frac{p_2}{p_1+p_2+p_3} = \frac{2}{3+2+1} = \frac{2}{6} = 0,33$$

$$v_3 = \frac{p_3}{p_1+p_2+p_3} = \frac{1}{3+2+1} = \frac{1}{6} = 0,17$$

Tabulka 5 Metoda pořadí – VP

Kritérium $f_i$	Pořadí kritéria $i$	Přidělený počet bodů $p_i$ [-]	Váhy kritérií $v_i$ [-]
Cena	1	3	0,5
Obsazená plocha	2	2	0,33
Výkon	3	1	0,17
Součet		6	1

Zdroj: Autor

Po získání vah jednotlivých kritérií lze přistoupit k samotné metodě váženého součtu. Jedná se o metodu, která vychází z principu maximalizace užitku. Jednotlivé varianty přináší určitou hodnotu užitku, v rozmezí od 0 do 1. Je-li varianta vhodnější na základě některých kritérií, míra užitku se zvyšuje (13). Cílem zvoleného postupu bude tedy určit variantu přístroje pro tvorbu výplňového materiálu s nejvyšší hodnotou užitku.

Na základě údajů získaných průzkumem trhu a uvedených v rámci této kapitoly, byla v prvním kroku metody sestavena vstupní kritériální matice, která je zobrazena v tabulce 6. V řádcích dané tabulky se nacházejí jednotlivé varianty, které jsou hodnoceny podle kritérií umístěných ve sloupcích. Každá varianta je tedy podle kritérií popsána vektorem tzv. kritériálních hodnot, který je označován proměnnou  $y_{ij}$ . Index  $i$  v dané proměnné značí  $i$ -tou variantu, zatímco index  $j$  značí  $j$ -té kritérium (13).

Tabulka 6 Vstupní kritériální matice – VP

Varianta	Cena [Kč]	Obsazená plocha [m <sup>2</sup> ]	Výkon [m/min]
Varianta A	10 000	0,0891	4
Varianta B	15 000	0,0891	8
Varianta C	17 000	0,1656	10

Zdroj: Autor

Samotná kritéria se vyskytují v podobě dvou typů, a to buď ve formě maximalizační nebo minimalizační. V případě maximalizačního typu jsou lépe hodnoceny varianty s vyššími hodnotami, zatímco u minimalizačních kritérií lepšího hodnocení dosahují hodnoty nižší (12). Parametry související s cenou a rozměry v dané rozhodovací úloze vystupují jako kritéria minimalizační, zatímco výkon je charakterizován jako kritérium maximalizační. Pro další postup výpočtu je nutné hodnotící kritéria transformovat, tzn. všechna minimalizační kritéria převést na maximalizační. Tohoto stavu se docílí vytvořením rozdílu jednotlivých kritériálních hodnot a maximální kritériální hodnoty pro daná minimalizační kritéria. Jak je možno vidět v tabulce 6, varianta C dosahuje nejvyšších hodnot jak v případě ceny, tak obsazené plochy. Od daných nejvyšších čísel budou tedy odečítány zbylé kritériální hodnoty v rámci jednotlivých minimalizačních kritérií. Po vytvoření rozdílů lze pozorovat cenové a prostorové úspory, které je možné získat výběrem daných variant. Pro maximalizační hodnotící kritéria pak dané hodnoty zůstávají stejné. Všechny údaje, získané na základě transformace hodnotících kritérií, budou využity v dalších výpočtech a jsou uvedené v tabulce 7.

Tabulka 7 Transformovaná vstupní kritériální matice – VP

Varianta	Cena [Kč]	Obsazená plocha [m <sup>2</sup> ]	Výkon [m/min]
Varianta A	7 000	0,0765	4
Varianta B	2 000	0,0765	8
Varianta C	0	0	10

Zdroj: Autor

V dalším kroku výpočtu se přistoupí k určení tzv. ideální alternativy *H* a bazální alternativy *D*. V případě ideální alternativy se jedná o variantu, která ve všech kritériích dosahuje nejlepších možných hodnot, respektive největší úspory pro veškerá hodnotící kritéria.

Bazální alternativa naopak dosahuje hodnot nejhorších, respektive nejmenší možné úspory v rámci všech kritérií. Dané alternativy zobrazuje tabulka 8.

Tabulka 8 Ideální a bazální varianta – VP

Varianta	Cena [Kč]	Obsazená plocha [m <sup>2</sup> ]	Výkon [m/min]
Ideální varianta <i>H</i>	7 000	0,0765	10
Bazální varianta <i>D</i>	0	0	4

Zdroj: Autor

Nyní lze vytvořit tzv. normalizovanou kritériální matici. Normalizace bude provedena na základě vzorce 8 (13). Pomocí daného vzorce bude proveden názorný výpočet proměnné  $r_{11}$ , která představuje užitek varianty A při hodnocení podle prvního kritéria, tedy ceny. Normalizovaná kritériální matice je pak obsažena v tabulce 9.

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - D_j}{H_j - D_j} \quad [-] \quad (8)$$

Kde:

$r_{ij}$  ... užitek varianty *i* při hodnocení podle kritéria *j* [-]

$y_{ij}$  ... kritériální hodnota varianty *i* při hodnocení podle kritéria *j* [-]

$H_j$  ... ideální varianta kritéria *j* [-]

$D_j$  ... bazální varianta kritéria *j* [-]

$$r_{11} = \frac{y_{11} - D_1}{H_1 - D_1}$$

$$r_{11} = \frac{7\,000 - 0}{7\,000 - 0}$$

$$r_{11} = 1$$

Tabulka 9 Normalizovaná kritériální matice – VP

Varianta	Cena [-]	Obsazená plocha [-]	Výkon [-]
Varianta A	1	1	0
Varianta B	0,29	1	0,67
Varianta C	0	0	1

Zdroj: Autor

Je-li vytvořena normalizovaná matice, obsahující dílčí užítky podle jednotlivých kritérií, lze přistoupit k poslednímu kroku metody váženého součtu, tedy k výpočtu celkového

užitku jednotlivých variant. Tento užitek lze určit dle vzorce 9 (13). Jedná se o vážený součet dílčích užiteků podle jednotlivých kritérií pro konkrétní variantu (12). Ve vzorci vystupuje proměnná  $a_i$ , která představuje jednotlivé varianty přístrojů. Pro lepší orientaci je dané označení doplněno v tabulce 10. Pro nastínění řešení bude proveden výpočet celkového užitku pro variantu A, respektive  $a_1$ . Všechny výsledky pak lze souhrnně vidět ve zmíněné tabulce 10. Nachází se zde také pořadí jednotlivých variant, kdy došlo k sestupnému seřazení alternativ dle hodnot celkových užiteků.

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^k v_j \cdot r_{ij} \quad [-] \quad (9)$$

Kde:

$$u(a_i) \dots \text{celkový užitek varianty } a_i \quad [-]$$

$$a_i \dots \text{varianta } i \quad [-]$$

$$v_j \dots \text{váha kritéria } j \quad [-]$$

$$r_{ij} \dots \text{užitek varianty } i \text{ při hodnocení podle kritéria } j \quad [-]$$

$$u(a_1) = v_1 \cdot r_{11} + v_2 \cdot r_{12} + v_3 \cdot r_{13}$$

$$u(a_1) = 0,5 \cdot 1 + 0,33 \cdot 1 + 0,17 \cdot 0$$

$$u(a_1) = 0,83$$

Tabulka 10 Celkové užítky variant – VP

Varianta	Celkový užitek $u(a_i)$ [-]	Konečné umístění varianty
Varianta A ( $a_1$ )	0,83	1
Varianta B ( $a_2$ )	0,59	2
Varianta C ( $a_3$ )	0,17	3

Zdroj: Autor

Jako nejvhodnější volba přístroje pro tvorbu výplňového materiálu se na základě provedené metody váženého součtu jeví varianta A, tedy zařízení s názvem Mini Air Easi 2S. Celkový užitek získaný danou metodou dosahuje hodnoty 0,83 body, zatímco novější model od stejného výrobce, tedy varianta B, dosahuje pouze 0,59 bodů po zaokrouhlení na dvě desetinná místa. Varianta C se umístila na posledním místě s 0,17 body.

Po zohlednění dalších kritérií, které nebyly kvantifikovány, nedojde k zásadnímu ovlivnění finálních výsledků. Mezi daná kritéria spadá náročnost údržby a obsluha zařízení, jež se u jednotlivých přístrojů výrazně neliší. Dále je zde zahrnuta variabilita používaných

druhů výplňového materiálu, která je v případě dvou vedoucích variant na shodné a zároveň lepší úrovni, než je tomu u třetí alternativy, takže ani tento parametr nijak neovlivní výsledná hodnocení. Poslední ze zmíněných požadavků v úvodu této kapitoly se týkal dostupnosti na trhu. Vítězná varianta A je jako jediná z možností aktuálně nedostupná a součástí její implementace do prostor skladu je nezbytné podstoupení delší dodací lhůtu v rámci několika měsíců. Při volbě dané možnosti se jedná o určitou nevýhodu, nicméně nejde o žádný z klíčových požadavků a řada kladných vlastností na straně výrobku předčí tento nedostatek. V případě potřeby okamžité změny současného stavu v oblasti přípravy zásilek, se jako alternativa nabízí varianta B. Jedná se ovšem o nákladnější možnost, což je také hlavní důvod, proč daná varianta byla umístěna až na druhé příčce. Jako nejvhodnější možnost, tedy i po zohlednění nekvantifikovaných kritérií, zůstává možnost s označením A. Z důvodu delší dodací doby bude ovšem nutné dočasné setrvání v současném stavu po určitou dobu a po obdržení přístroje jeho okamžitá implementace do skladových procesů.

Pomine-li se možnost nákupu nové techniky do skladových prostor, pro současnou situaci se nabízí i další, alternativní řešení. Daná alternativa spočívá v pravidelných dodávkách již zhotovených vzduchových polštářů. Využitím této varianty lze dosáhnout počáteční úspory z hlediska investičních nákladů. Z dlouhodobého hlediska je ovšem potřeba uvažovat náklady na pravidelný nákup materiálu a jeho dodávku. Dále je také nutné brát v potaz náklady na skladování zakoupeného zboží o určitém objemu. Volbou tohoto řešení by nastalo obsazení další části volné skladové plochy, či většího počtu skladových pozic, které by jinak mohly sloužit například k uskladnění zboží určeného k prodeji. Jelikož se vybraná společnost potýká i s kapacitním problémem, daná alternativa se v porovnání s návrhem na pořízení přístroje pro vlastní přípravu vzduchových polštářů jeví poměrně negativně.

#### **2.1.4 Přesun břemen mezi jednotlivými patry skladu**

Další z problémů, identifikovaných v rámci provedené analýzy současného stavu, byl nastíněn v kapitole 1.2.3., která se zabývala manipulační technikou a jejím používáním ve skladu vybrané společnosti. Jak je konstatováno v dané kapitole, pro přesun břemen mezi jednotlivými patry skladu se využívá ručně vedený elektrický paletový vozík. Jedná se o jedinou možnost přemístění objemného zboží, zejména pak palet, v rámci jednotlivých podlaží. Jelikož přesun zboží není automatizován, provádění dané operace je spojeno s rizikem pochybení zaměstnanců, které by mohlo vést k újmě na zdraví či majetku. Pro celkové zjednodušení provedení této činnosti, zvýšení bezpečnosti zaměstnanců při jejím provádění a zamezení potenciálního vzniku škody, se jako vhodné řešení nabízí vybudování

průmyslového výtahu v prostorech skladu. Ten by sloužil k bezpečnému přemístění palet a objemného zboží mezi patry budovy logistického centra. Elektrický paletový vozík by pak byl nadále využíván pouze pro potřeby podniku v rámci spodní části skladu.

Na trhu je k dispozici rozsáhlá škála možností, ze které lze čerpat při snaze o zjednodušení, zefektivnění či zautomatizování skladových procesů. Podobně jako tomu bylo při výběru přístroje pro tvorbu výplňového materiálu z kapitoly 2.1.2, bude i pro volbu zdvihacího zařízení použita metoda váženého součtu. Pro daný případ logistického centra vybrané firmy je tedy zásadní nejprve určit parametry, kterými by měl nově vzniklý objekt určený pro vertikální přesun břemen disponovat. Základní vlastností, klíčovou pro funkčnost výtahu v rámci skladu, je dostatečný zdvih. Z obrázku 3 v kapitole 1.2.2 lze vyčíst maximální výšku, které dosahuje paletový regál. Hodnota získaná z nákresu činí 3,52 metry. Po přičtení rozměru samotné nosné vodorovné konstrukce mezi podlažími, dosahující šířky 0,15 metrů, získáváme výsledek 3,67 metrů. Vypočítané číslo představuje hodnotu zdvihu, kterou musí nově vybudovaný výtah disponovat. Při průzkumu trhu budou tedy brány v úvahu pouze zařízení splňující danou podmínku.

S ohledem na povahu přesouvaných břemen by měla nosnost výtahu dosahovat hodnoty alespoň 250 kg. Jedná se o minimální hodnotu, ovšem vyšší nosnost zařízení s sebou přinese lepší možnosti zaměstnanců při přesunu palet vyšších hmotností, bez nutnosti jejich rozdělení na více částí. Z kapacitního hlediska skladu budou dalším z požadavků na stroj zejména jeho rozměry, které by měly být co nejmenší. Dalším stěžejním parametrem bude samotná cena výtahu. V rámci zajištění co největší efektivity nově vybudovaného objektu pro přesun břemen bude také mezi hlavní požadavky zařazen způsob ukládání zboží na posuvnou konstrukci stroje. Konstrukční provedení zařízení by mělo v ideálním případě umožňovat přemístění zboží s využitím pouze ručního paletového vozíku. Dále je také nutné zohlednit rozsáhlost stavebních úprav u jednotlivých zvolených variant. Všechny parametry uvedené v tomto odstavci budou zastupovat jednotlivá hodnotící kritéria ve zmíněné rozhodovací metodě. Kromě zmíněných parametrů bude brán zřetel také na možnosti umístění zařízení a jeho údržbu.

S ohledem na výše uvedené podmínky pro zvedací stroj lze již nyní vyloučit určitá zařízení, sloužící pro vertikální přesun předmětů. Jedná se o pohyblivé paletové zvedáky, které svou konstrukcí umožňují zdvih břemen a jejich přemístění, či například jejich nakládku do dopravních prostředků. Tyto zvedáky mívají zpravidla dostatečnou nosnost, vzhledem k potřebám skladu, nicméně jejich zdvih, dosahující zpravidla hodnoty okolo jednoho metru, není ani z poloviny dostačující výškovým požadavkům budovy vybrané firmy.



## Řetězový paletový zvedák WPH1-1000

Jako první varianta pro efektivní a bezpečný přesun se nabízí volba pevně uchyceného paletového zvedáku. Tento typ zvedáku umožňuje zdvih břemen až do výšky několika desítek metrů. Na obrázku 17 je zobrazen řetězový paletový zvedák s označením WPH1-1000 od firmy Winkel GmbH, jako jeden z možných kandidátů, který by dostačoval potřebám skladu vybrané společnosti.



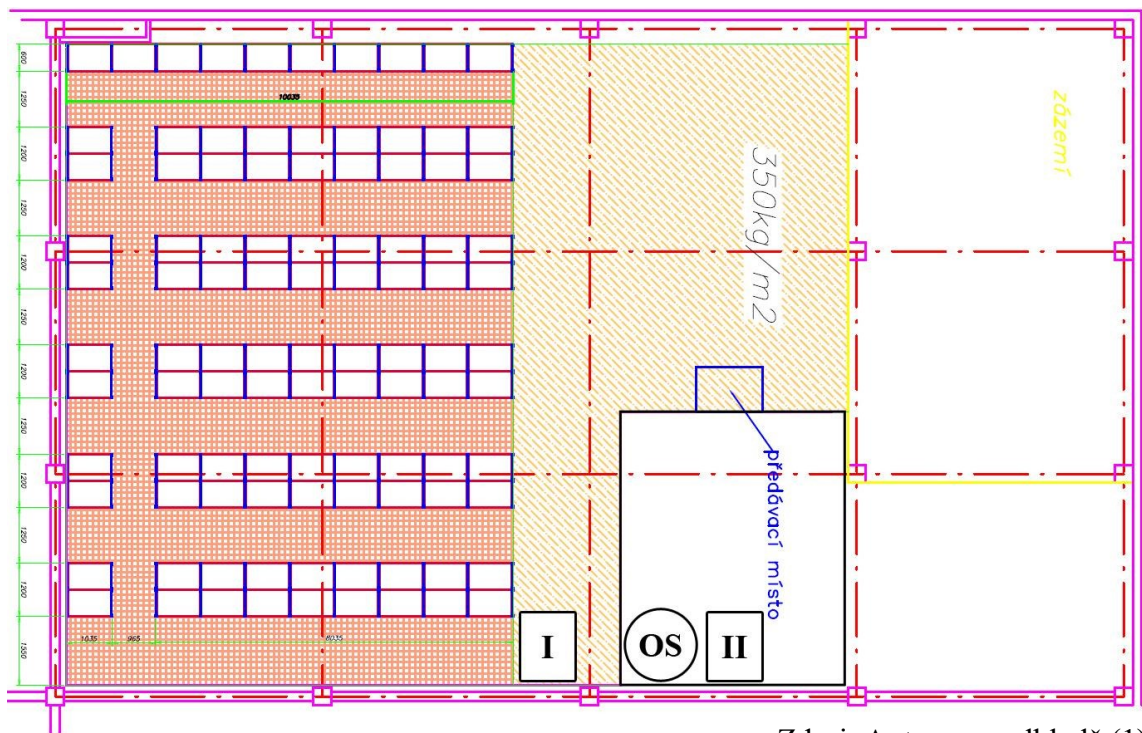
Zdroj: (14)

Obrázek 17 Řetězový paletový zvedák WPH1-1000

Zmíněný paletový zvedák disponuje vlastnostmi, jež by odpovídaly požadovaným parametrům, stanoveným výše v této kapitole. V první řadě se jedná o dostatečnou výšku zdvihu, která může být při nákupu u výrobce zvolena libovolně, dle požadavků zákazníka, a to až do výšky 40 metrů (14). Parametr související s nosností dané zařízení také splňuje. Dodavatel nabízí různé varianty stroje s rozdílnými nosnostmi, v rozpětí 0,5 až 3 tuny. Již spodní hranice tohoto rozpětí by odpovídala kladeným hmotnostním nárokům, přičemž uvedený model disponuje nosností o hodnotě 1 000 kilogramů. Výrobce nabízí libovolné provedení samotné konstrukce, sloužící pro vertikální přesun břemen. Pro případ vybrané firmy by ideální provedení odpovídalo platformě s vyvýšenými okraji na všech hranách kromě nájezdové. Tyto okraje by plnily funkci ochranných prvků zamezujících potenciální přepadení palety v případě pohybu. Nájezdová hrana pak představuje místo, sloužící pro umístění palety pomocí ručního paletového vozíku. Rozměry platformy musejí odpovídat velikosti zboží,

které bude na zvedáku nejčastěji přemísťováno. V tomto případě se jedná o velikost europalety, dané délkou 1 200 mm a šířkou 800 mm. Pro zajištění jednoduché manipulace s břemeny při jejich vkládání a vykládání z výtahu je nutné uvažovat určitou rezervu. Rozměry platformy by tedy měly dosahovat hodnoty přibližně 1 400 mm na délku a 1 000 mm na šířku. Rezerva o hodnotě 100 mm na každé straně plošiny zajistí dostatečný manipulační prostor pro paletový vozík s břemenem a zároveň nijak zásadně negativně neovlivní situaci, týkající se nedostatku kapacity volné skladovací plochy v prvním patře budovy. Dle informací na webových stránkách výrobce se z hlediska údržby se jedná o velice nenáročné zařízení, které je schopné nepřetržitého provozu i v případě třísměnného provozu (14). Na základě cenové poptávky byla výrobcem stanovena cena odpovídající po přepočtu bezmála 350 000 Kč bez DPH. Motor řetězového paletového zvedáku se nachází ve vrchní části zařízení, přičemž rozměry samotné konstrukce stroje společně s platformou činí ve spodní části celkem 2 100 mm na délku a 1 000 mm na šířku (14). Celková plocha podlahy obsazená zvedákem v prvním patře skladu tedy činí 2,1 m<sup>2</sup>. Dané provedení tedy zajistí poměrně úsporné řešení z prostorového hlediska a zásadním způsobem nezredukuje kapacitu volné skladové plochy objektu vybrané společnosti.

Vezme-li se v potaz současné uspořádání skladu a problém související s kapacitou, je volba vhodného místa pro nově vzniklý průmyslový výtah poměrně obtížná. Bez nutnosti provedení určitých stavebních úprav je tento úkol prakticky nemožný. V úvahu připadají dvě varianty umístění, označené římskými číslicemi I a II, které jsou k dispozici k nahlédnutí na obrázku 18.



Zdroj: Autor na podkladě (1)

Obrázek 18 Varianty umístění paletového zvedáku

Vybrané plochy se vyskytují po stranách umístění ovinovacího stroje, označeného jako OS na obrázku 18. Teoreticky se v prostorech logistického centra nabízí i další alternativní prostory pro umístění výtahu, nicméně při výběru daných míst by docházelo k přílišnému zásahu do volné skladové plochy. To by vedlo ještě k větší míře obsazení kapacity skladu a prohlubování již vyskytujícího se problému.

Každá ze zmíněných variant představuje poměrně velké vynaložení investičních nákladů ze strany vybrané společnosti, nejen na samotný paletový zvedák, ale také na provedení potřebných stavebních úprav vodorovné nosné konstrukce, rozdělující jednotlivá podlaží skladu.

V případě volby varianty I by se jednalo zejména o odstranění části vodorovné konstrukce, z důvodu vytvoření dostatečně velkého prostoru, který by byl následně použit pro vybudování kostry průmyslového výtahu a umožnění vertikálního pohybu platformy.

Při výběru varianty II by se pak jednalo o opačnou situaci. Kromě instalace kostry výtahu v daných místech by bylo nezbytné dobudování nosné vodorovné konstrukce, jež by pokrývala celou zbývající volnou plochu, s vynecháním prostoru pro samotný paletový zvedák. Tato plocha je vyznačena na obrázku 18 černou nepřerušovanou čarou. Jak již bylo uvedeno, počáteční náklady spojené s rekonstrukcí by byly vysoké, nicméně druhá varianta

návrhu řešení nabízí i určitá pozitiva. Rozšířením nosné vodorovné konstrukce, tedy podlahy druhého patra budovy, by došlo k výraznému nárůstu volné skladovací plochy, konkrétně pak o více než 25 m<sup>2</sup>, před odečtením prostoru pro výtah (1). V případě vzniku situace s nedostatkem prostoru ve spodní části skladu, by mohlo dojít k uskladnění palet či zboží, které nemusí být přednostně expedováno v nově vzniklých prostorech druhého patra.

Volba varianty I ovšem představuje menší zásah do skladových prostorů a významnou úsporu finančních prostředků z hlediska stavebních úprav. Z těchto důvodů bude pro řetězový paletový zvedák v dalších částech diplomové práce vždy uvažováno dané variantní umístění.

### **Konzolový výtah Hidrolast L500.31**

Kromě modelu od společnosti Winkel se jako další alternativa, sloužící pro přesun břemen mezi jednotlivými patry skladu, nabízí konzolový výtah s označením Hidrolast L500.31 od společnosti Hidrolast Italy. Jedná se o elektro-hydraulický stroj, který zobrazuje obrázek 19.



Zdroj: (15)

Obrázek 19 Konzolový výtah Hidrolast L500.31

Daná volba by opět splňovala požadavky uvedené na začátku této kapitoly. Výška zdvihu dosahuje hodnoty až 4 metry. Nosnost zařízení činí 500 kg. Podobně jako v prvním případě výrobce uvádí na svých webových stránkách velmi malou potřebu údržby stroje (15). Platforma ve tvaru L, sloužící pro uložení přesouvaných břemen, disponuje ideální plochou pro přemísťování palet a objemnějšího zboží. Její rozměry činí 1 400 mm, ovšem v tomto

případě na šířku a 1 000 mm na délku. Zároveň výtah není schopen spuštění plošiny až na úroveň podlahy, ale pouze do minimální výšky o hodnotě 150 mm (15). Z tohoto důvodu není umožněna nakládka palet na plošinu pomocí ručního paletového vozíku. Pro naložení břemen v dolní části skladu by bylo tedy nutné použití elektrického paletového vozíku. Daný parametr způsobuje prodloužení procesu přesunu zboží z prvního patra a přidává na jeho složitosti. Z hlediska efektivity se tedy nejedná o ideální situaci. Zároveň, kvůli odlišnému poměru délek stran oproti prvnímu modelu, by břemena nemohla být ukládána na platformu z čelní strany, ale ze strany boční. Důvod týkající se tvaru platformy znamená pro umístění konzolového výtahu možnost volby pouze varianty II, kterou lze vidět na obrázku 18 z této kapitoly. Místo, používané pro uložení materiálu na plošinu, se pak nachází po pravé straně dané varianty. Jak již bylo zmíněno, levá strana je nepřístupná, z důvodu prostoru vyhrazeného pro ovinovací stroj. Kvůli omezenému přístupu by muselo dojít k určité reorganizaci skladových prostor. V oblasti vyhrazené pro nakládání zboží na platformu se aktuálně vyskytují nádoby na odpadky, které by pro zajištění pohodlné manipulace s materiálem bylo ideální přemístit do jiných prostor budovy. Z pohledu kapacity skladu to ovšem znamená její další redukování. Zároveň celková délka stroje, tedy konstrukce a platformy, činí 1 800 mm (15). Po vynásobení daného čísla šířkou platformy dosahující hodnoty 1 400 mm, lze získat celkovou plochu podlahy obsazenou strojem, která činí 2,52 m<sup>2</sup>. Z prostorového hlediska tedy uvedená varianta výtahu zaostává za první možností. Stejně jako v případě stroje od společnosti Winkel, při umístění zařízení na dané místo by bylo nezbytné provedení stavebních úprav. A to v podobě dobudování nosné vodorovné konstrukce. Výhodou této alternativy je pak její cena, která po přepočtu činí necelých 195 000 Kč bez DPH (9). Jedná se tedy o výrazně levnější variantu než v případě řetězového paletového zvedáku.

### **Metoda váženého součtu pro výběr zařízení pro přesun břemen mezi patry skladu**

Jak bylo konstatováno na začátku této kapitoly, hlavní požadavky pro výběr stroje znovu poslouží jako hodnotící kritéria pro provedení metody váženého součtu. Mezi daná kritéria tedy spadá způsob uložení zboží na platformu stroje, rozsah stavebních úprav, cena zařízení, jeho rozměry, respektive obsazená plocha a nosnost. Poslední tři zmíněné parametry se již vyskytují v kvantifikované podobě, potřebné pro provedení dané metody. V rámci způsobu uložení zboží na platformu zdvihacího zařízení budou pro potřeby výpočtů zavedeny hodnoty 1 a 2, přičemž číslo 1 značí manipulaci s břemeny za použití elektrického paletového vozíku a číslo 2 znázorňuje situaci s nutností použití ručního paletového vozíku. Pro případ rozsahu stavebních úprav bude přistoupeno k použití stejných hodnot, kdy číslo 1 představuje vybudování nové

části vodorovné konstrukce, zatímco číslo 2 znázorňuje pouze úpravy již vybudované konstrukce. Obě kritéria budou pak v rámci metody váženého součtu charakterizována jako maximalizační. Pro danou variantu bude tedy vyšší hodnota znamenat pozitivnější přínos z hlediska užítku. Stejně jako při výběru přístroje pro tvorbu výplňového materiálu byla hodnotící kritéria seřazena dle důležitosti v tabulce 11. Opět se zde vyskytuje i počet přidělených bodů jednotlivým kritériím a jejich váhy vypočítané podle vzorce 7 z kapitoly 2.1.3. V tomto případě pro všechny tabulky související s výpočtem používané rozhodovací metody budou značeny zkratkou VZS, tedy výběr zdvihacího stroje.

Tabulka 11 Metoda pořadí – VZS

Kritérium $f_i$	Pořadí kritéria $i$	Přidělený počet bodů $p_i$ [-]	Váhy kritérií $v_i$ [-]
Způsob uložení zboží	1	5	0,33
Stavební úpravy	2	4	0,27
Cena	3	3	0,2
Obsazená plocha	4	2	0,13
Nosnost	5	1	0,07
Součet		15	1

Zdroj: Autor

Po určení vah kritérií lze opět přistoupit k samotné metodě váženého součtu. Až na jiný počet variant a hodnotících kritérií je postup metody stejný jako v kapitole 2.1.3. Výklad týkající se prováděného postupu bude tedy uveden pouze v omezené míře a dojde k uvedení zejména dílčích a finálních výsledků.

V prvním kroku se jedná o vytvoření vstupní kritériální matice, kterou lze vidět v tabulce 12. Řetězový paletový zvedák od společnosti Winkel je v tomto případě označen jako varianta A, zatímco konzolový výtah od firmy Gidrolast jako varianta B.

Tabulka 12 Vstupní kriteriální matice – VZS

Varianta	Způsob uložení zboží [-]	Stavební úpravy [-]	Cena [Kč]	Obsazená plocha [m <sup>2</sup> ]	Nosnost [kg]
Varianta A	2	2	350 000	2,1	1 000
Varianta B	1	1	195 000	2,52	500

Zdroj: Autor

Po vytvoření vstupní kriteriální matice následuje její transformace. V tomto případě se jedná o převedení kritérií souvisejících s cenou a rozměry, které jsou minimalizačního typu. Hodnoty v rámci maximalizačních kritérií zůstávají stejné. Transformovanou vstupní kriteriální matici lze vidět v tabulce 13.

Tabulka 13 Transformovaná vstupní kriteriální matice – VZS

Varianta	Způsob uložení zboží [-]	Stavební úpravy [-]	Cena [Kč]	Obsazená plocha [m <sup>2</sup> ]	Nosnost [kg]
Varianta A	2	2	0	0,42	1 000
Varianta B	1	1	155 000	0	500

Zdroj: Autor

V dalším kroku přichází na řadu určení ideální a bazální varianty, které zobrazuje tabulka 14.

Tabulka 14 Ideální a bazální varianta – VZS

Varianta	Způsob uložení zboží [-]	Stavební úpravy [-]	Cena [Kč]	Obsazená plocha [m <sup>2</sup> ]	Nosnost [kg]
Ideální varianta <i>H</i>	2	2	155 000	0,42	1 000
Bazální varianta <i>D</i>	1	1	0	0	500

Zdroj: Autor

Po určení daných variant dojde k vytvoření normalizované kritériální matice podle vzorce 8 z kapitoly 2.1.3. Danou matici obsahuje tabulka s číslem 15.

Tabulka 15 Normalizovaná kritériální matice – VZS

Varianta	Způsob uložení zboží [-]	Stavební úpravy [-]	Cena [-]	Obsazená plocha [-]	Nosnost [-]
Varianta A	1	1	0	1	1
Varianta B	0	0	1	0	0

Zdroj: Autor

Posledním krokem bude opět výpočet celkového užítku jednotlivých variant. Výpočet proběhne na základě vzorce 9 z kapitoly 2.1.3. Tabulka 16 zobrazuje výsledné celkové užítky obou variant.

Tabulka 16 Celkové užítky variant – VZS

Varianta	Celkový užitek $u(a_i)$	Konečné umístění varianty
Varianta A ( $a_1$ )	0,73	1
Varianta B ( $a_2$ )	0,20	2

Zdroj: Autor

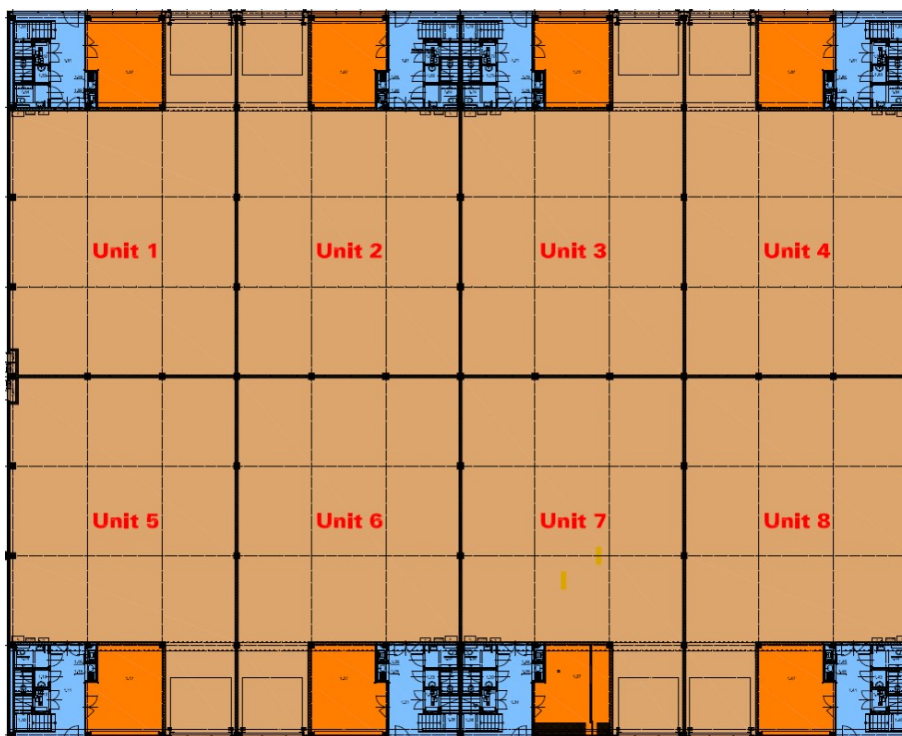
Na základě provedené metody váženého součtu byl vybrán kandidát vhodný pro implementaci v rámci skladu vybrané společnosti. Jedná se o variantu A, tedy stroj od firmy Winkel s označením WPH-1000. Celkový užitek daného zařízení dosáhl hodnoty 0,73 bodů, zatímco druhá alternativa získala pouze 0,2 body. Jedná se o poměrně jednoznačnou převahu první varianty, která byla způsobena zejména dvěma nejdůležitějšími kritérii, ve kterých zvedák získal většinu bodů. Nekvantifikovaný parametr související s údržbou zařízení také neovlivní výsledné hodnocení, protože dle tvrzení výrobců jsou v této oblasti obě zařízení na podobné úrovni. Přestože jde o finančně nákladnější zařízení, v tomto případě hrálo největší roli způsob uložení břemen na platformu výtahu a méně rozsáhlá potřeba stavebních úprav, které vedly k vítězství stroje od společnosti Winkel.



## 2.2 Rozšíření stávajícího objektu

V předchozí kapitole s číslem 2.1. byly představeny návrhy řešení, vedoucí ke zvýšení efektivity skladu a vyřešení některých problémů identifikovaných na základě analýzy současného stavu. Řešení se zaměřovala především na dílčí nedostatky ve skladových prostorech. Na hlavní problém, související s kapacitou, byl podán návrh pouze okrajově, v rámci sekce týkající se vybudování výtahu pro přesun palet a objemného zboží. Předmětem této kapitoly bude zejména návrh řešení na zmíněný kapacitní nedostatek.

Současný objekt, využívaný vybranou společností jakožto logistické centrum, se nachází v poměrně rozsáhlém firemním areálu, čítajícím desítky podniků. Výškové budovy v areálu jsou využívány spíše jako kancelářské prostory, zatímco nízkopodlažní objekty nacházejí uplatnění spíše pro podnikající subjekty vyžadující obdobné zázemí, jakým právě disponuje vybraná firma. Zmíněné nízkopodlažní stavby jsou projektovány jako několik velkých objektů, rozdělených na menší jednotky. Jmenovitě se jedná o osm buněk s téměř totožnými rozměry a kapacitou. Odlišnosti lze nalézt pouze v případě, kdy konkrétní firmy prováděly určité úpravy zázemí, jako právě vybraná společnost při vybudování vodorovné nosné konstrukce. Ta slouží ke smysluplnému rozdělení logistického centra dle funkce jednotlivých podlaží a pro maximální možné využití kapacity budovy. Celý nízkopodlažní objekt, kde sídlí i podnik, který je předmětem diplomové práce, je možné vidět na obrázku 20. Vybraná firma se konkrétně nachází na poli označeném jako Unit 6.

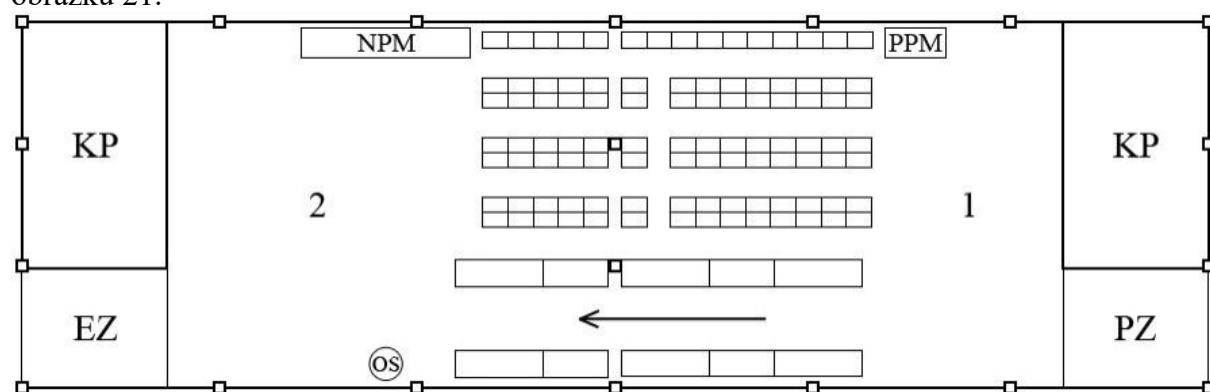


Zdroj: (1)

Obrázek 20 Půdorys nízkopodlažního objektu

Návrh řešení, který je předmětem této kapitoly, spočívá v rozšíření současně využívaného objektu o další jednotku. Konkrétně by se pak jednalo o jednotku s označením Unit 2, která je v současné době k dispozici k pronájmu. Jedná se o budovu přímo navazující na prostory skladu vybrané společnosti, oddělenou příčkou. Samotné rozšíření by spočívalo v odstranění části příčky rozdělující příslušné objekty. Tyto stavební úpravy nepovedou k narušení stability budovy, protože jako hlavní nosné prvky působí sloupy, které jsou k vidění na obrázku 21 dále v této kapitole. V případě částečné eliminace příčky, by bylo nezbytné zajistit zejména průjezd pro elektrický paletový vozík s břemenem v oblasti paletových regálů. V ideálním případě dále pak také průchody v jednotlivých uličkách mezi policovými regály. Dojde-li k rozšíření regálového systému i do nových přivlastněných prostor, daným řešením bude umožněno opět přistoupit k využití některé z metod pro výběr kompletačních tras a zajistit tak zkrácení určitých skladových procesů. Hlavní přínos tohoto řešení ovšem spočívá ve výrazném přírůstku celkové plochy. Současná cena pronájmu budovy logistického centra vybrané společnosti činí více než 160 000 Kč (1). V případě sousedícího objektu se pak jedná o stejnou částku. Jde ovšem pouze o cenu pronájmu bez započítání nákladů souvisejících s provozem, jako jsou energie, svoz odpadů, úklid, podíl na společných prostorech a další. Měsíční náklady související s provozováním podnikatelské činnosti v daném objektu jsou tedy ve skutečnosti ještě vyšší. Při implementaci tohoto řešení je tedy nutné brát v úvahu dvojnásobné celkové náklady spojené s nově vzniklým zázemím.

Samotný návrh sjednocení dvou zmíněných budov v podobě výkresu je k nahlédnutí na obrázku 21.



Zdroj: Autor na podkladě (1)

Obrázek 21 Návrh rozšíření objektu

Nákres vznikl na základě technických výkresů, poskytnutých vybranou firmou. Celková plocha a rozměry jednotlivých prvků tedy odpovídají skutečnému stavu. Na daném obrázku je možné vidět půdorys prvního patra celé budovy po spojení obou objektů.

V případě implementace tohoto řešení se pro rozšířené logistické centrum nabízí z hlediska plošného a prostorové uspořádání skladu využití tzv. průtokového systému. Jedná se o systém, kdy je na jedné straně lokalizován vstupní tok a na opačné straně pak tok výstupní (5). Tyto části skladu jsou v případě vybrané společnosti označeny v daném pořadí čísly 1 a 2 na obrázku 21.

Sklad v předloženém návrhu je koncipován takovým způsobem, kdy v první skladové části dochází k převzetí doručeného materiálu od dodavatelů v místě označeném zkratkou PZ, tedy příjem zboží. Dále zde dochází k identifikaci zboží, jeho přiřazení ke správné nákupní objednávce a rozčlenění na jednotlivé kusy. K určitým operacím v rámci procesu příjmu zboží či jiným činnostem bude možné využít původní pracovní místo, označené zkratkou PPM na obrázku 21. Při rozčleňování doručeného zboží dochází ke vzniku většiny odpadu. Z tohoto důvodu budou v dané části skladu umístěny také nádoby na odpad. Po provedení všech úkonů potřebných pro naskladnění zboží, dochází k samotnému uložení artiklů do skladovací zóny. Ta je tvořena původním regálovým systémem, rozšířeným o další pozice v rámci skladové plochy nové budovy.

Jak bylo uvedeno v kapitole 1.2.2, vybraná společnost v současné době disponuje dostatečným množstvím skladových pozic, nicméně s postupnou expanzí podniku lze předpokládat zvyšující se potřeby po větší kapacitě i v této skladové oblasti. V návrhu byl proto původní počet regálů zvýšen přibližně o polovinu z hlediska plochy, která je jimi obsazena. Provedení spočívá v prodloužení stávajícího systému. Konkrétně se jedná o vybudování totožného typu příhradových regálů se stejnými parametry. Protože ovšem nově přičleněný objekt nedisponuje druhým patrem, rozdíl bude spočívat v jejich výšce. Nově vzniklý policový regálový systém bude disponovat celkem čtyřmi výškovými pozicemi, dosahujícími maximální výšky 2,4 metry, jak je patrné z obrázku 4 v kapitole 1.2.2. Při zařazení dalších pozic by bez použití jakýchkoliv prostředků docházelo k obtížnému vyskladňování položek umístěných ve vyšších polohách, což by mělo za následek snížení efektivity daného procesu. Rozměry jednotlivých policových regálů, které je také možné vidět na zmíněném obrázku, zůstávají shodné. Po jejich sestavení pak celková délka nové části systému, která bude pro potřeby výpočtů označována jako  $l_1$ , činí 4,825 metrů (1). Ostatní hodnoty zůstávají totožné jako údaje používané pro výpočty provedené v rámci analýzy současného stavu z první kapitoly. V případě paletových regálů se také jedná o identický systém, s výjimkou celkové délky, označené proměnnou  $l_2$ . Ta je dána součtem délek označených jako  $d_1$  a  $d_2$  na obrázku 1 z kapitoly 1.2.1. Daná hodnota činí celkem 6,3 metry (1). Navržené rozšíření systému bude mít

za následek výrazný nárůst skladovací plochy a možnost uskladnění většího množství zboží. Zároveň se daným řešením vyskytuje příležitost reorganizace skladových položek. S vyšším počtem skladových pozic se nabízí větší variabilita umístění jednotlivých artiklů. Lze tedy přistoupit k zavedení určitého systému skladování položek, který povede k maximální možné efektivitě při přípravě objednávek.

Jako ideální způsob se na základě provedených měření z kapitoly 2.1.1 jeví přemístění zejména zboží pro projekty. Položky by mohly nalézt nové umístění v těsné blízkosti a zároveň v pořadí, jaké je zobrazené ve čtecím zařízení při vyskladňování objednávek daného typu. V případě rozšířeného regálového systému by navíc bylo možné umístění artiklů v rámci protilehlých regálů, čímž by došlo k vytvoření kompletační trasy, která by měla pouze přímý směr. Začátek trasy by se nacházel v místech pozic sousedících s plochou označenou číslem 1 na obrázku 21, přičemž konec je pak umístěn na opačné straně regálu v blízkosti oblasti označené číslem 2. Po vyskladnění všech položek lze přistoupit k jejich umístění na paletu v zóně určené pro přípravu zásilek a pokračovat v dalších činnostech souvisejících s kompletaací objednávky.

Ve zmíněné sekci, označené číslem 2, je uskutečňována samotná příprava zásilek. To zahrnuje například kompletaaci objednávek, balení položek, jejich zabezpečení pro přepravu a další činnosti související s daným procesem. Pro zajištění zmíněných operací je nutné disponovat v dané části skladu potřebným vybavením. Jedná se tedy zejména o vytvoření nového pracovního místa, označené v obrázku 21 jako NPM. Délka navržené plochy určené pro přípravu zásilek je více než dvakrát větší oproti původnímu pracovnímu místu. Jedná se tedy o dostatečný prostor, kde může současně pracovat více zaměstnanců, čímž bude zajištěna eliminace vzniku občasné fronty. Tím dojde k odstranění problému, souvisejícího s počtem pracovních míst, identifikovaným v rámci kapitoly 1.2.5. Dále bude nutné přemístit ovinovací stroj a všechny pomůcky používané při balení zásilek do nově vzniklé části budovy vybrané společností. To zahrnuje zejména kartonové krabice, bublinkové folie, obalové folie, lepicí pásky s logem společnosti a podobně. Nové umístění ovinovacího stroje lze vidět na obrázku 21 pod zkratkou OS. Zároveň bude na straně výstupního toku docházet k dočasnému uložení všech zásilek čekajících na dokončení či expedici. V případě zaplnění daných prostor je pak pro tyto účely možné využití i volné skladové plochy, nacházející se v místech sloužících pro zpracování přijatého zboží. K samotnému předání zásilek dopravcům dochází pak v místech označených jako EZ na obrázku 21. Daná zkratka značí expedici zboží.

Kromě zmíněných prostor při implementaci daného návrhu bude společnost disponovat také dalšími kancelářskými prostory, značenými zkratkou KP na daném obrázku. To znamená vznik nových míst pro stávající, či nově příchozí zaměstnance. Nebo plochy, které lze využít například jako zasedací místnosti.

V další části kapitoly budou provedeny výpočty ukazatelů, zjišťovaných v rámci analýzy v kapitole 1.2.1. Jelikož byl postup výpočtů v dané části diplomové práce již nastíněn, dojde zde především k určení výsledků, bez dalšího podrobnějšího popisu.

Pro první z ukazatelů, kterým je plošný podíl skladu, byla nejprve určena skladovací plocha. Jedná se tedy o plochu zabranou nově vzniklým regálovým systémem. Výpočet proběhl podle vzorce 10. Jelikož se jedná o regály s totožnými parametry, došlo k použití velké části rozměrů, označených příslušnými písmeny na obrázku 1 z kapitoly 1.2.1. Zbylé potřebné hodnoty pak byly uvedeny v rámci této kapitoly.

$$S_{sk} = (c_1 + 3 \cdot c_2) \cdot l_1 + 2 \cdot c_3 \cdot l_2 \quad [\text{mm}^2] \quad (10)$$

Kde:

$S_{sk}$  ... skladovací plocha [mm<sup>2</sup>]

$c_1$  ... šířka policového regálu [mm]

$c_2$  ... šířka oboustranného policového regálu [mm]

$c_3$  ... šířka paletového regálu [mm]

$l_1$  ... celková délka nově vzniklého policového regálu [mm]

$l_2$  ... celková délka nově vzniklého paletového regálu [mm]

$$S_{sk} = (650 + 3 \cdot 1\,200) \cdot 4\,825 + 2 \cdot 1\,100 \cdot 6\,300$$

$$S_{sk} = 34\,366\,250 \text{ mm}^2$$

$$S_{sk} = 34,37 \text{ m}^2$$

Plocha, kterou zabírá nově vybudovaný regálový systém činí 34,37 m<sup>2</sup>. Po připočtení plochy obsazené původním systémem, získané v kapitole 1.2.1 dle vzorce 1, lze určit celkovou skladovací plochu sjednoceného objektu, jenž činí 95,32 m<sup>2</sup>. Nově přiřčená jednotka disponuje stejnou plochou jako současně využívaná budova, tedy hodnotou čítající 299 m<sup>2</sup> (1). Celková plocha skladové části logistického centra tedy v součtu činí celkem 598 m<sup>2</sup>. Údaje uvedené v tomto odstavci nyní poslouží při výpočtu plošného podílu skladu. Výpočet bude proveden na základě vzorce 2 z kapitoly 1.2.1.

$$p_s = \frac{95,32 \cdot 100}{598}$$

$$p_s = 15,94 \%$$

Plošný podíl skladu po implementaci návrhu rozšíření současného objektu činí 15,94 %.

Dalším výpočtem dojde k určení plochy, kterou zabírají manipulační uličky, tentokrát ovšem v případě nově vzniklého regálového systému. Opět bude využito údajů získaných na základě výkresů získaných od vybrané společnosti. Rozměry jsou označeny příslušnými písmeny na obrázku 1 v kapitole 1.2.1, nebo byly uvedeny v rámci této kapitoly.

$$S_{man} = (3 \cdot m_1 + m_2) \cdot l_1 + m_3 \cdot l_2 \quad [\text{mm}^2] \quad (11)$$

Kde:

$S_{man}$  ... plocha vyhrazená pro manipulační uličky [mm<sup>2</sup>]

$m_1$  ... šířka manipulační uličky mezi policovými regály [mm]

$m_2$  ... šířka manipulační uličky mezi policovým a paletovým regálem [mm]

$m_3$  ... šířka manipulační uličky mezi paletovými regály [mm]

$l_1$  ... celková délka nově vzniklého policového regálu [mm]

$l_2$  ... celková délka nově vzniklého paletového regálu [mm]

$$S_{man} = (3 \cdot 1\,250 + 1\,350) \cdot 4\,825 + 2\,600 \cdot 6\,300$$

$$S_{man} = 40\,987\,500 \text{ mm}^2$$

$$S_{man} = 40,99 \text{ m}^2$$

Plocha, která je vyčleněna pro manipulační uličky v rámci nové části budovy činí 40,99 m<sup>2</sup>. Po přičtení hodnoty 80,39 m<sup>2</sup> získané v kapitole 1.2.1 ze vzorce 3, která představuje prostor vyhrazený pro uličky v původním objektu, lze získat plochu obsazenou manipulačními uličkami v celé rozšířené budově. Celkem se jedná o 121,38 m<sup>2</sup>. Na základě získaných hodnot z této kapitoly lze pomocí vzorce 4 z kapitoly 1.2.1 přistoupit k výpočtu plochy, která je obsazená regály a uličkami pro manipulaci.

$$S_{op} = 95,32 + 121,38$$

$$S_{op} = 216,7 \text{ m}^2$$

Obsazená plocha v původním a přičleněném objektu činí dohromady 216,7 m<sup>2</sup>. Jak bylo uvedeno dříve v této kapitole, celková plocha nově rozšířené budovy je 598 m<sup>2</sup>. Pomocí vzorce 4 z kapitoly 1.2.1 lze nyní opět určit volnou skladovou plochu.

$$S_{vsp} = 598 - 216,7$$

$$S_{vsp} = 381,3 \text{ m}^2$$

Volná skladová plocha v tomto případě činí 381,3 m<sup>2</sup>. Podle vzorce 6 z kapitoly 1.2.1 je možné určení ukazatele produktivity, kterým je stupeň výškového využití. Hodnota využitelné výšky zůstává i v tomto případě stejná. Využitá výška pak představuje výšku nově vybudovaných regálů, jenž dosahují hodnoty 2,4 metry, jak bylo uvedeno výše.

$$k_v = \frac{2\,400 \cdot 100}{8\,100}$$

$$k_v = 29,63 \%$$

Stupeň výškového využití činí 29,63 % v nové části budovy. Jedná se o výrazně nižší hodnotu než v předchozím případě. Rozdíl je způsobený zejména absencí druhého patra, které výrazně přispívá k využití prostoru ve vertikálním směru.

Ke zhodnocení všech návrhů a porovnání zjištěných parametrů původního stavu a situace po rozšíření budovy dojde v následující třetí kapitole.

## **3 ZHODNOCENÍ PŘEDLOŽENÝCH NÁVRHŮ**

Následující část diplomové práce se bude zabývat zhodnocením všech návrhů řešení na vyskytující se nedostatky vybrané společnosti, identifikované v rámci provedené analýzy současného stavu. Dojde zde k uvedení výhod a nevýhod daných návrhů a ke shrnutí, které se týká se jejich přínosu pro podnik v případě jejich implementace.

### **3.1 Zachování stávajícího objektu**

V této podkapitole budou zhodnocena řešení, která byla navržena pro zjištěné dílčí nedostatky v rámci aktuálně využívaného objektu. Bude se tedy jednat o návrhy týkající se oblasti vychystávání zboží pro projekty, počtu pracovních míst ve skladu a výběru nových zařízení do skladových prostor.

#### **3.1.1 Vychystávání zboží pro projekty**

V rámci první kapitoly byl nastíněn způsob, jakým dochází k přípravě projektů, tedy objednávek zboží používaného pro vybudování IT infrastruktury v klientských centrech. Analyzována byla pak především část daného procesu, související s vychystáváním položek umístěných v policových regálech v prvním patře budovy. Jak bylo zmíněno, vyskladňování zboží potřebného pro projekty probíhá poměrně náhodným způsobem. Sled vyskladňovaných artiklů je dán zejména pořadím, které je zobrazeno ve čtecím zařízení používaném při skladových operacích. Pořadí ovšem není pevně dané a zaměstnanci jej mohou dle svých preferencí upravovat. Současné umístění položek ve skladu přitom nijak nekoresponduje s vychystávacím procesem pro objednávky daného typu. Dochází tak k situacím, kdy skladníci vykonávají delší kompletační trasu než nezbytně nutnou pro vychystání veškerého zboží. Pro zefektivnění situace a zkrácení dob potřebných pro vyskladnění artiklů pro projekty byly představeny celkem tři návrhy.

První z návrhů spočíval ve vychystávání daných položek s využitím S metody. Druhý návrh byl obdobný, ovšem s využitím metody návratové. Třetí řešení potom spočívalo v reorganizaci skladu. Konkrétně se jednalo o přemístění zboží, které se využívá pro objednávky daného typu. Nové umístění bylo přitom zvoleno takovým způsobem, kdy se jednotlivé položky nachází v těsné blízkosti a zároveň ve sledu, který je k dispozici ve čtecím zařízení. Pro všechny tyto návrhy byly provedeny celkem tři měření, ve kterých došlo k zaznamenání časů a jejich následnému zprůměrování. Zjištěné průměrné doby jsou k dispozici v tabulce 17.



Tabulka 17 Průměrné doby vyskladňování projektových artiklů

Způsob kompletace zásilky	Průměrná doba vyskladňování [min:s]
Současný stav	16:26
S metoda	14:02
Návratová metoda	15:44
Reorganizace skladu	9:59

Zdroj: Autor

Z uvedené tabulky je patrné, že všechny aplikované metody a navržené způsoby vedou ke zvýšení efektivity v oblasti vychystávání položek pro daný projekt. Použitá S metoda měla za následek snížení průměrného času vyskladnění potřebných artiklů o celkem 2 minuty a 24 sekund. Návratová metoda pak vedla ke snížení průměrného času pouze o 42 sekund. Jak je patrné z obrázku 11 v kapitole 2.1.1, pracovník musí při vyskladňování artiklů v rámci návratového způsobu navštívit všechny uličky, a to v téměř celé délce. Dochází tedy k vytvoření delší kompletační trasy než například při použití první uvedené metody. Zejména z tohoto důvodu bylo dosaženo lepšího výsledku při kompletaci objednávky s využitím S metody.

V obou případech předložených návrhů došlo k mírnému zrychlení časů oproti současné situaci. Nebylo ovšem dosaženo výrazného zlepšení v této oblasti. To je paradoxně z velké části způsobeno používáním čtecího zařízení, které v tomto případě částečně prodlužuje dobu vychystávání při aplikaci metod pro výběr kompletačních tras. Jak již bylo zmíněno, pořadí položek v zařízení je předurčeno, nicméně není vytvořeno v souladu s uspořádáním artiklů ve skladu. Navštěvuje-li tedy skladník postupně všechny potřebné pozice s použitím jednotlivých metod, musí zároveň ve čtecím zařízení listovat seznamem a hledat položky, které se na konkrétních policích nachází a vyskladnit je nejen fyzicky, ale také v rámci ERP systému. To způsobuje prostoj mezi vyskladňováním po sobě jdoucích položek a vede k prodloužení doby kompletace objednávky. Z tohoto důvodu dochází k degradaci přínosu aplikovaných metod. Přestože tedy přináší určité zlepšení, v rámci skladu vybrané společnosti nedochází k využití jejich plného potenciálu, kterého by bylo možné dosáhnout za jiných podmínek.

Poslední předložený návrh odstraňuje zmíněný nedostatek související s náhodným uspořádáním položek. V návrhu došlo k reorganizaci skladu, kdy položky potřebné pro projekty byly umístěny takovým způsobem, aby mohlo dojít k jejich vyskladnění

s využitím co nejkratší kompletační trasy. Dané umístění je možné vidět na obrázku 12 v kapitole 2.1.1. Zároveň byly položky seřazeny ve sledu, jenž je určen při tvorbě objednávky a jenž se také posléze nachází ve čtecím zařízení. Tímto řešením bude umožněno vyskladnění všech artiklů po projití celkem dvou uliček. Přitom pracovník skladu nebude muset listovat seznamem ve čtecím zařízení a hledat správné zboží, ale bude pouze postupovat napříč uličkami a vychystávat položky v daném pořadí. Tento návrh má za následek redukcí prostoje při hledání konkrétních výrobků ve čtečce a maximální možné zkrácení kompletační trasy. Jak je patrné z tabulky 17, provedená reorganizace skladu měla za následek výrazné snížení doby vyskladňování položek pro daný projekt. Celkem došlo ke zkrácení této průměrné doby o 6 minut a 27 sekund. Z hlediska efektivity se tedy jedná o nejlepší předložený návrh. Nevýhodou ovšem představuje nutnost reorganizace skladu uvedeným způsobem, která se u představených metod výběru kompletačních tras nevyskytovala.

Výsledné průměrné doby všech metod a způsobů byly zjištěny při přípravě jednoho konkrétního projektu. Příprava jiných objednávek stejného typu se tedy bude lišit časem vyskladnění artiklů. Jak již bylo konstatováno, druhy položek ovšem zůstávají téměř totožné v rámci všech projektů, pouze s rozdílnými počty kusů. Na základě provedených měření se tedy jako nejvhodnější varianta jeví provedení reorganizace skladu. Artikly používané v projektech naleznou nové umístění v takovém seřazení, jaké je použité při tvorbě daných objednávek. Volbou tohoto návrhu bude zajištěna minimální délka kompletační trasy a také minimalizace času potřebného pro vyskladnění daných položek.

### **3.1.2 Pracovní místa ve skladu**

Druhý návrh na jeden ze zjištěných nedostatků souvisel s rozšířením počtu pracovních míst, které se využívají pro přípravu zásilek. Řešení spočívalo v transformaci již stávající pracovní desky v prostorech skladu. Na dané ploše se v současnosti nachází téměř nevyužívaný počítač. Jeho přemístěním tedy dojde k uvolnění ideálního prostoru, který bude sloužit jako druhé pracovní místo. Velkou výhodou daného návrhu je možnost téměř okamžité implementace, která navíc nevyžaduje žádné další úpravy či vynaložení finančních prostředků. Z hlediska prostorového uspořádání se jedná o vhodné řešení, jelikož nová pracovní plocha se nachází v blízkosti regálů a současně i aktuálně využívanému pracovišti pro přípravu zásilek. Odebraný počítač může zároveň najít jiné, přínosnější využití, například v rámci druhého patra skladu při pre-stagingu výpočetní techniky či jako záložní zařízení pro případ potřeby. Ve skladových prostorech dojde provedením daného návrhu k vytvoření nové funkční plochy,

kteřá povede k eliminaci vzniku občasně fronty či alespoň redukci do takové míry, kdy nebude docházet k výraznému ovlivnění efektivitě skladových procesů.

### **3.1.3 Výplňový materiál pro přípravu zásilek**

Na vyskytující se problém související s nedostatkem výplňového materiálu při přípravě zásilek byly představeny dva návrhy. První z nich se týkal pořízení přístroje pro přípravu vzduchových výplní, zatímco druhý spočíval v jejich průběžném nákupu. Řešení, kdy dochází k nákupu již připravených výplní se pro potřeby skladu jeví jako méně výhodné. Hlavní důvod pak souvisí zejména se skladovou kapacitou. Vzduchové vaky dodávané již ve zhotovené formě jsou poměrně objemné a zabírají značný prostor, který je již tak v budově logistického centra omezený. V případě obsazení volné skladové plochy by tedy docházelo k další redukci místa jinak sloužícího například pro dočasné uskladnění palet či objemného zboží čekajícího na dokončení či expedici. Uložení materiálu do regálového systému by pak znamenalo využití skladových pozic, kde by jinak bylo možné uložit zboží určené k prodeji. Předloženým návrhem by tedy docházelo k nárůstu nákladů na skladování a redukci kapacity skladu. Kromě zmíněných nákladů je také nutné brát v úvahu pravidelné vynakládání finančních prostředků na již zhotovené výplňové prvky a jejich dodávku. Jako výhoda tohoto řešení se jeví absence nutnosti vynaložení značné počáteční investice, na rozdíl od druhé alternativy, která spočívá v pořízení přístroje pro vlastní přípravu vzduchových vaků. Negativa související s kapacitou logistického centra ovšem převažují nad zmíněnou kladnou stránkou tohoto návrhu.

V případě řešení, jež spočívá v pořízení přístroje pro tvorbu vzduchových vaků, lze najít výraznější přínosy pro potřeby vybrané společnosti. Hlavním z nich je zejména úspora místa, kdy není zapotřebí skladování velkého množství již připravené výplně, ale pouze určitá zásoba, nezbytná pro přípravu zásilek. Zásobu lze po jejím vyčerpání opět obnovit, aniž by docházelo k obsazení velkého množství skladových pozic, či volné skladové plochy. Při výběru přístroje byl také kladen důraz na jeho rozměry, aby nedocházelo k obsazení příliš velké plochy, a tím tedy k výrazné redukci kapacity skladu. Další z požadavků na dané zařízení byly zejména cena a výkon. Pro výběr konkrétního přístroje pak bylo využito vícekritériální metody rozhodování, jež nese název metoda váženého součtu. Na základě průzkumu trhu byly představeny tři alternativy, které by bylo možné implementovat pro zlepšení současné situace v oblasti přípravy zásilek. V tabulce 10 z kapitoly 2.1.3. lze vidět konečné pořadí jednotlivých variant po aplikaci zmíněné rozhodovací metody. Největší užitek by vybrané společnosti přinesl přístroj s označením A, kterým je zařízení od společnosti Xiamen Ameson New Material Inc. s názvem Mini Air Easi 2S. Tato varianta dosáhla nejvyššího počtu bodů

v kritériích s nejvyšší vahou, což mělo pak za následek největší hodnotu celkového užitku. Konkrétně šlo o nejnižší cenu a nejmenší rozměry v porovnání s ostatními výrobky. To vedlo k dosažení prvního místa dané alternativy. V kritériu souvisejícím s výkonem dosáhl přístroj nejnižšího počtu bodů. Na tento parametr byly ovšem kladené nejmenší nároky, z důvodu nárazové potřeby tvorby výplňového materiálu a vytvoření pouze určité nezbytné zásoby. Po zjištění celkových užitek jednotlivých variant došlo i ke zohlednění nekvantifikovaných parametrů, které byly brány při výběru přístroje v úvahu. Jednalo se o náročnost údržby, jež je ovšem pro všechny výrobky na téměř shodné úrovni. Tento požadavek tedy neovlivnil výsledné hodnocení. Další kritérium pak souviselo s dostupností zařízení na trhu. Vítězná varianta je jako jediná z předložených návrhů v současné době nedostupná a je nutné podstoupení čekací doby v řádu několika měsíců pro její doručení. Zejména její cena ovšem předčí i tento nedostatek. Podnik navíc již poměrně dlouhou dobu funguje bez využívání zařízení tohoto typu. Jako vhodné řešení se tedy jeví objednání přístroje s nejvyšší mírou užitku a setrvání v současném stavu po nezbytně nutnou dobu, tedy nežli dojde k doručení zmíněné první varianty výrobku. Daným řešením pak dojde k maximální možné úspoře z hlediska počáteční investice.

Jak bylo uvedeno, právě nutnost vynaložení finančních prostředků pro nákup přístroje je nevýhodou oproti návrhu, který spočíval v nákupu již zhotovených vzduchových vaků. Při implementaci tohoto řešení ovšem odpadne potřeba pravidelného nákupu připravených ochranných prvků a nákladů spojených s jejich dodávkou a skladováním. Bude tedy umožněno pouze pořizování materiálu následně sloužícího pro tvorbu výplní, který je z finančního i prostorového hlediska výhodnější. Tím dojde v dlouhodobém horizontu zejména k navrácení počáteční investice a zamezení výrazné redukce skladové kapacity.

### **3.1.4 Přesun břemen mezi jednotlivými patry skladu**

Pro situaci související s rizikovým přesunem břemen mezi prvním a druhým poschodím skladu s využitím elektrického paletového vozíku byl předložen návrh, který spočívá ve vybudování průmyslového výtahu, sloužícího k danému vertikálnímu přesunu zboží. Stejně jako při volbě zařízení pro tvorbu výplňového materiálu došlo k výběru stroje pomocí metody váženého součtu. V tomto případě bylo při průzkumu trhu přihlíženo na stěžejní kritéria, jimiž jsou způsob uložení zboží na platformu zvedacího zařízení, rozsah potřebných stavebních úprav spjatých s jeho vybudováním, cena, obsazená plocha a nosnost stroje. Největší váha byla přitom přiřazena způsobu uložení břemen a stavebním úpravám. V kapitole 2.1.4, jež se zabývá touto problematikou, byly nastíněny dvě varianty stroje, z čehož na základě provedené metody se jako vhodnější jeví první předložená alternativa. Jedná se o řetězový paletový zvedák

s označením WPH1-1000 od firmy Winkel GmbH. V tabulce 16 ze zmíněné kapitoly lze vidět celkové užítky obou zařízení, přičemž varianta A dosáhla výrazně vyššího počtu bodů. Důvody, které vedly k vítězství paletového zvedáku souvisely opět zejména s kritérii s nejvyšší přidělenou vahou. Konkrétně jde o provedení konstrukce zvedáku, kdy pro umístění břemen na jeho platformu lze využít ručního paletového vozíku. Další z důvodů je pak nutnost provedení menšího rozsahu stavebních úprav. V případě volby paletového zvedáku bylo uvedeno jeho možné variantní umístění s označením I, které je možné vidět na obrázku 18 z kapitoly 2.1.4. Výhoda tohoto umístění spočívá ve vytvoření pouze prostoru pro výtah v oblasti konstrukce rozdělující obě podlaží skladu. Další z kritérií, ve kterých daná alternativa dosahovala lepších výsledků oproti druhému stroji jsou pak plocha, kterou je nutné vyčlenit pro zařízení a také vyšší nosnost. Jediná nevýhoda paletového zvedáku je cena, kdy se jedná o přibližně 155 000 Kč nákladnější variantu oproti druhé možnosti.

V případě volby konzolového výtahu by bylo nutné pro umístování břemen na platformu využívat elektrický paletový vozík. Z hlediska prostorového uspořádání skladu by pak bylo možné použití pouze variantního umístění označeného římskou číslicí II na obrázku 18 z kapitoly 2.1.4. V rámci stavebních úprav by tedy bylo nezbytné dobudování velké části vodorovné nosné konstrukce, což by vyžadovalo vynaložení dalších finančních prostředků. Přestože se tedy jedná o levnější alternativu stroje, finální částka vyhrazená pro implementaci tohoto řešení by dosahovala značně vyšších hodnot. Zároveň se jedná o zařízení, jež zabírá větší plochu než paletový zvedák, a také disponuje nižší nosností. Implementací této varianty návrhu by po vybudování části nosné konstrukce došlo k rozšíření volné skladové kapacity skladu. Všechna zmíněná negativa, týkající se zejména nákladů na realizaci daného řešení a následné složité manipulace se zbožím při jeho umístování na platformu, ovšem převažují uvedenou výhodou.

Z hlediska nekvantifikovaného kritéria, kterým byla náročnost údržby ani v tomto případě nedojde k ovlivnění výsledků, jelikož se v tomto ohledu jedná o téměř shodná zařízení. Po provedené metodě váženého součtu pro dvě předložené varianty výtahů lze tedy hodnotit alternativu stroje od společnosti Winkel jako vhodnější pro potřeby vybrané firmy. Implementací daného řešení již nebude nutné pro přesun břemen používat elektrický paletový vozík, čímž dojde k eliminaci výskytů situací při přemisťování zboží, které by mohly vést k potenciální škodě na majetku, či újmě na zdraví zaměstnanců.

### 3.2 Rozšíření stávajícího objektu

V této kapitole dojde ke zhodnocení předloženého návrhu, který souvisel s hlavním problémem identifikovaným v rámci provedené analýzy, tedy kapacitním nedostatkem budovy logistického centra. Daný problém nachází řešení v rozšíření objektu aktuálně využívaného vybranou společností. Samotné rozšíření spočívá v částečném odstranění příčky, která rozděluje patřičné jednotky, jež je možné vidět na obrázku 20 v kapitole 2.2. Po provedení potřebných stavebních úprav dojde zejména k vytvoření průjezdu pro elektrický paletový vozík s břemenem v oblasti paletových regálů. Dále také dojde k vytvoření průchodů nacházejících se v uličkách mezi policovými regály. Tímto řešením bude umožněn plynulý přechod mezi původní a přičleněnou částí budovy. Nově vzniklý objekt umožní uspořádání skladu jako průtokového systému, kdy se na jedné straně nachází vstupní tok a na protější straně pak tok výstupní, jak je blíže nastíněno v kapitole 2.2. Díky tomuto členění bude možné logicky umístit prvky využívané v rámci příjmu zboží, jeho uskladnění a následného výdeje. Jedná se například o vytvoření nového pracovního místa, či přemístění ovinovacího stroje do oblasti sloužící k přípravě zásilek a expedici zboží. Zároveň lze přistoupit k rozšíření regálového systému v prostorech nové části budovy. To bude mít pak za následek rozšíření variability umístění jednotlivých položek. Jak bylo uvedeno v kapitole 2.2, bude možné provést reorganizaci skladu a zavést předložený způsob vyskladňování položek pro projekty, který se na základě provedených měření ukázal jako nejefektivnější. Tímto řešením bude možné dosáhnout zkrácení doby trvání zmíněného procesu a snížit tak celkový čas potřebný pro přípravu zásilek daného typu. Dále se nabízí možnost uskladnění většího počtu artiklů pro případ růstu společnosti a zvyšování nároků na skladové zázemí. Největší přínos návrhu ovšem spočívá v nárůstu velikosti volné skladové plochy, čímž dojde k eliminaci výskytu situací, kdy se současně připravuje několik rozsáhlých zakázek a ve skladových prostorech dochází ke kapacitnímu nedostatku. Tabulka s číslem 18 zobrazuje porovnání zjištěných ukazatelů pro stávající objekt společnosti a pro rozšířenou budovu o další jednotku.

Tabulka 18 Srovnání ukazatelů

<b>Objekt</b>	<b>Plošný podíl skladu [%]</b>	<b>Volná skladová plocha [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Stupeň výškového využití [%]</b>
Stávající objekt	20,39	157,65	74,07
Rozšířený objekt	15,94	381,3	29,63

Zdroj: Autor

Z výsledků v dané tabulce je možné vidět rozdíly v jednotlivých zjištěných ukazatelích. V případě plošného podílu skladu se v rámci nově vzniklého objektu hodnota snížila. To je způsobeno rozdílným poměrem plochy obsazené regály a celkové plochy. Pokles dané hodnoty znamená pro případ vybrané společnosti menší zastoupení prostoru, vyčleněného pro regálový systém a zvětšení celkové plochy skladu, a tedy i volné skladové plochy. Jelikož kapacitní problém souvisí právě s velikostí prostoru určeného pro uskladnění objemného zboží a palet čekajících na dokončení či expedici, nižší hodnota plošného podílu skladu je žádaná. Samotnou hodnotu, které pak dosahuje volná skladová plocha lze vidět ve třetím sloupci tabulky 18. Na základě těchto údajů je možno konstatovat, že oproti stávajícímu objektu se daná plocha více než zdvojnásobila. Došlo tedy k výraznému zvětšení prostoru pro dočasné uskladnění uvedených položek. Možnost využití plochy nejen v oblasti výstupního toku, ale také oblasti toku vstupního znamená vyřešení situace související s nedostatečnou kapacitou skladu.

Stupeň výškového využití ve zmíněné tabulce byl určen pro každý z objektů zvlášť. V nově přičleněné budově činí tento stupeň pouhých 29,63 %. Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.2, takto nízká hodnota je způsobena zejména absencí druhého patra, a tedy sníženou výškou vybudovaných regálů. Nastane-li scénář, kdy vybraná společnost bude do budoucna stále více expandovat a prostory rozšířeného logistického centra již také nebudou dostatečovat svou kapacitou v oblasti regálových pozic, bude možné přistoupit k vybudování dalšího podlaží i v nových částech budovy. To pak bude znamenat zvýšení či vyrovnání stupně výškového využití, jakého je dosaženo i ve stávajícím objektu.

Rozšířením budovy logistického centra o další jednotku by kromě vyřešení situace s kapacitním nedostatkem bylo možné také provedení reorganizace skladu z hlediska funkcí jednotlivých pater. Konkrétně se pak jedná zejména o vyčlenění nového prostoru pro pre-staging techniky. Jak bylo uvedeno v rámci kapitoly zabývající se analýzou, v současné době se pro tyto účely využívá volné skladové plochy ve druhém patře, přičemž po všech přípravných činnostech dochází k přesunu výpočetní techniky do prvního podlaží, kde se provádí další operace se zbožím, související s jeho odesláním ke klientům. V nově vzniklé budově, disponující více než dvojnásobnou volnou skladovou plochou prvního patra oproti stávajícímu stavu, by bylo možné umístění všech prvků souvisejících s pre-stagingem zařízení na daném podlaží. To by mělo za následek redukci přesunů zboží mezi jednotlivými patry, a tedy i minimalizaci výskytu rizikových situací souvisejících s přemísťováním břemen pomocí elektrického paletového vozíku. Nevýhoda ovšem spočívá v obsazení značné části volné skladové plochy. Zároveň by bylo nezbytné přemístit veškeré artikly, které se uskládají

v rámci druhého patra. Došlo by tedy k obsazení i některých pozic nově vybudovaného regálového systému. Tímto řešením by tedy došlo k redukci nově získaného prostoru a degradaci přínosu daného návrhu. Zároveň by druhé patro skladu ztratilo svou stěžejní funkci a bylo by nutné nalézt nové využití pro tento prostor. Z uvedených důvodů se tedy jako vhodnější dispozice skladu jeví zachování funkce vrchního podlaží a implementace návrhu pouze v podobě předložené v kapitole 2.2.

Nevýhoda předloženého návrhu spočívá ve výrazném zvýšení nákladů. Jedná se především o vynakládání dvojnásobného množství finančních prostředků spojených s pronájmem rozšířeného objektu. Po rozšíření zároveň také dojde k navýšení plateb souvisejících s provozem budovy. Z hlediska postupné expanze podniku a stále se zvyšujících požadavků na zázemí a kapacitu skladu jde o řešení, které se do budoucna jeví poměrně kladně. Dostane-li se vybraná společnost do stavu, kdy v současně využívaném objektu nebude docházet k pouze nárazovým, ale trvalým situacím souvisejícím s kapacitním nedostatkem, bude firma nucena přijít s určitým řešením tohoto problému. Nebude-li již ovšem sousedící objekt volný, bude zapotřebí přistoupit například k přesunu logistického centra vybrané společnosti do jiných prostor. Tyto nové prostory by mohly být s velkou pravděpodobností také finančně nákladnější než současně využívaná budova a zároveň se vyskytnou další značné výdaje, spojené s vybudováním nového zázemí. Zejména pak skladových prostor se všemi nezbytnými náležitostmi. Z tohoto důvodu se předložený návrh, přestože je poměrně finančně nákladný, jeví jako vhodnější varianta pro vyřešení kapacitního nedostatku.



## ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo provést analýzu současného stavu v oblasti skladování ve vybrané společnosti. Na základě této analýzy pak předložit návrhy na zjištěné nedostatky, vedoucí ke zlepšení či zefektivnění aktuální situace.

Předmětem bylo konkrétně logistické centrum podniku, které by se dalo označit jako centrální sklad. V rámci provedené analýzy současného stavu v dané oblasti byly odhaleny nedostatky, vyznačující se potřebou pro zefektivnění či zlepšení. Mezi tato identifikovaná místa lze zahrnout zejména oblast vychystávání zboží pro projekty, počet pracovních ploch ve skladu, situaci související s výplňovým materiálem pro přípravu zásilek a přesun zboží mezi patry pomocí elektrického paletového vozíku. Na všechny problémy byly předloženy návrhy řešení. V případě vychystávání zboží se jako nejvhodnější návrh jeví reorganizace skladu a nalezení nového umístění položek pro projekty, vedoucího k výraznému zrychlení dané činnosti. Další problém našel řešení ve vzniku nového pracovního místa ve skladu, což bude mít za následek eliminaci vzniku občasných front. Pro situaci související s výplňovým materiálem byl navržen nákup přístroje pro tvorbu vzduchových vaků. Tím bude zajištěna určitá trvalá zásoba tohoto plnicího prvku. Pro přesun zboží mezi patry byl dále předložen návrh spočívající v pořízení stroje pro vertikální přesun břemen. Pro poslední dva návrhy byly představeny různé varianty obou zařízení. Na základě předložených kritérií došlo k výběru nejvhodnější alternativy, kdy pomocí metody váženého součtu byla určena možnost přinášející nejvyšší hodnotu užítku.

Další identifikovaný problém souvisel s výskytem situací, kdy současná kapacita skladu nedostačuje potřebám podniku. Pro tento nedostatek byl předložen návrh, spočívající v rozšíření současně využívaného objektu. Konkrétně by se jednalo o propojení skladu se sousedící budovou. Tímto řešením bude dosaženo výrazného zvětšení prostoru zejména pro uskladnění a přípravu zboží. Zároveň se jím nabízí možnost lepšího rozvržení všech skladových prvků, vedoucí k lepší efektivitě příslušných procesů.

Z celkového pohledu se současný stav vybrané společnosti v oblasti skladování jeví velmi kladně. Jedná se o specifický provoz, kde se často nejedná pouze o skladové činnosti, které jsou s položkami vykonávány, ale také činnosti související s přípravou výpočetní techniky. Jednotlivé objednávky bývají často odlišné, s různou dobou přípravy, což zamezuje jednotnému zefektivnění procesu jako celku. Tento je ovšem již tak na velmi dobré úrovni. I v případě celkové koncepce skladu a rozdělení pater dle funkcí se jedná o vhodné řešení

pro potřeby podniku. Po implementaci předložených návrhů bude ovšem možné zefektivnit či zlepšit dílčí představené oblasti, vyznačující se prostorem pro zlepšení.

Po představení veškerých námětů ke zlepšení současné situace došlo v poslední kapitole diplomové práce k jejich zhodnocení.

## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) *Objekt logistického centra*. [interní materiál]. 2019. Nepublikováno.
- (2) CEMPÍREK, Václav. *Technologie ložných a skladových operací*. [Pardubice]: Institut Jana Pernera, 2007. ISBN 978-80-86530-36-9.
- (3) TOYOTA, *Elektrické zakladače* [online]. [cit. 2023-03-05]. Dostupné z: <https://toyota-forklifts.cz/nase-produkty/elektricke-zakladace/rucne-vedene/bt-staxio-swe140-14t/>
- (4) BALPACK, *Ovinovací stroje* [online]. [cit. 2023-03-05]. Dostupné z: <https://www.balpack.cz/ovinovaci-stroje/zwp-1#specifikace>
- (5) GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- (6) ALIBABA, *Filling Machines* [online]. [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: [https://www.alibaba.com/product-detail/MINI-AIR-Cheap-Easi-2s-Void\\_1600213444609.html](https://www.alibaba.com/product-detail/MINI-AIR-Cheap-Easi-2s-Void_1600213444609.html)
- (7) OBALOVÉ MATERIÁLY, *Balící pomůcky* [online]. [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://www.obalove-materialy.cz/stroj-na-vzduchove-polstarky-ea2-s>
- (8) GOT MY CARTRIDGE, *Industrial Machines & Supplies* [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://www.gotmycartridge.com/mini-air-ea2-air-pillow-maker-air-making-machine-air-cushion-machine-inflatable-packaging-2-free-test-film-roll.html>
- (9) OBALOVÉ MATERIÁLY, *Balící pomůcky* [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://www.obalove-materialy.cz/stroj-na-vzduchove-polstarky-ea2>
- (10) OBALNET, *Obaly a balení* [online]. [cit. 2023-03-18]. Dostupné z: <https://www.obalnet.cz/stroj-na-vyplnove-polstare-mama-standard/#gallery>
- (11) TOP-OBALY, *Výplňový materiál* [online]. [cit. 2023-03-18]. Dostupné z: <https://www.top-obaly.cz/produkt/stroj-mama-na-vyrobu-vzduchovych-polstar>
- (12) JABLONSKÝ, Josef. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Brno: Professional Publishing, 2002. ISBN 80-86419-23-1.
- (13) FIALA, Petr, Josef JABLONSKÝ a Miroslav MAŇAS. *Vícekritériální rozhodování: Určeno pro stud. všech fak.* Praha: Vysoká škola ekonomická, 1994. ISBN 80-7079-748-7.
- (14) WINKEL, *Pallet lifter* [online]. [cit. 2023-03-24]. Dostupné z: <https://www.winkel.de/en/pallet-lifter/pallet-lifter-with-chain-chain-lifter/pallet-lifter-with-chain-wph1>
- (15) GIDROLAST, *Hydraulic goods lifts* [online]. [cit. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://gidrolast.net/product/vertical-goods-lift-gidrolast-1500-31/>