

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Možnosti zavedení automatizace ve skladu u společnosti DEK

Antonín Holub

Bakalářská práce  
2023

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

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Antonín Holub**  
Osobní číslo: **D20156**  
Studijní program: **B1041A040002 Technologie a management v dopravě**  
Specializace: **Logistika**  
Téma práce: **Možnosti zavedení automatizace ve skladu u společnosti DEK**  
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

## Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza používaných technologií skladování v řešené společnosti
  2. Analýza dostupných technologií automatizace skladování
  3. Návrh zavedení automatizace a zhodnocení dopadů jejího zavedení
- Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **35-45**  
Rozsah grafických prací: **3-4**  
Forma zpracování bakalářské 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.

LAMBERT, Douglas M, Douglas M LAMBERT, James R STOCK a Lisa M ELLRAM. Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží. Vyd. 2. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0504-0.

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. Logistika: teorie a praxe. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. David Šourek, Ph.D.**  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **2. února 2023**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. 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 Možnosti zavedení automatizace ve skladu u společnosti DEK 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 15. 5. 2023

Antonín Holub v. r.

Rád bych poděkoval vedoucímu práce Ing. Davidovi Šourkovi Ph.D. za vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání bakalářské práce.

## **ANOTACE**

Tématem této práce je možnost zavedení automatizace ve skladu Stavebnin DEK Hradec Králové. Bakalářská práce se zabývá dostupnými automatickými systémy a jejich možnostmi pro aplikaci a také návrhem automatického systému.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

automatický systém, automatizace, sklad, regál

## **TITLE**

Possibilities of implementing automation in DEK's warehouse

## **ANNOTATION**

The bachelor thesis focuses is on the possibility of implementing automation in the warehouse of Stavebniny DEK Hradec Králové. The bachelor work deals with available automation systems and their possibilities for application and also suggestion of an automation system.

## **KEYWORDS**

automatic system, automation, warehouse, rack

# OBSAH

ÚVOD .....	9
1 SKLADOVACÍ SYSTÉMY S MONŽNOSTÍ AUTOMATIZACE .....	10
1.1 Automatizace skladu .....	10
1.1.1 Automatizované systémy .....	10
1.1.2 Automatizovaná zařízení .....	11
1.2 Skladování .....	11
1.2.1 Skladové operace .....	11
1.2.2 Přesun produktů .....	11
1.2.3 Uskladnění produktů .....	12
1.2.4 Přesun informací .....	12
1.3 Systém skladových pozic .....	12
1.3.1 Systém pevných skladových pozic .....	13
1.3.2 Systém volných skladových pozic .....	14
1.4 Skladovací technologie .....	15
1.5 Regálové systémy .....	15
1.5.1 Policové regály .....	15
1.5.2 Paletové regálové systémy .....	15
1.5.3 Vjezdové, průjezdové regály .....	16
1.5.4 Automatizované sklady na drobné zboží .....	16
1.5.5 Spádové regály .....	16
1.5.6 Mobilní regálové sestavy .....	17
1.5.7 Stromečkové regály .....	17
1.5.8 Horizontální a vertikální karuselové zásobníky .....	17
1.5.9 Systémy s pevnými pojezdovými drahami .....	17
1.6 Manipulace s materiálem .....	18
1.6.1 Ruční manipulace .....	18
1.6.2 Manipulační vozíky .....	19
1.6.3 Dopravníky .....	20
1.6.4 Jeřáby .....	21
2 ANALÝZA SKLADU DEK HRADEC KRÁLOVÉ .....	22
2.1 Představení společnosti DEK .....	22
2.2 Skladový systém .....	23

2.2.1	Starý systém .....	23
2.2.2	Nový systém.....	24
2.3	Rozložení skladu .....	26
2.3.1	Rozložení otevřeného skladu .....	26
2.3.2	Rozložení krytého skladu.....	26
2.4	Analýza manipulační a skladovací techniky .....	28
2.5	Zhodnocení aktuálního systému.....	30
3	NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATIZACE.....	31
3.1	Analýza dostupné automatizace na trhu.....	31
3.1.1	Jungheinrich .....	31
3.1.2	Linde .....	34
3.1.3	Kardex .....	36
3.1.4	Mecalux.....	37
3.2	Návrh automatizace.....	38
3.2.1	Výběr automatizovaného systému .....	39
3.2.2	Řízení vozíků .....	40
3.2.3	Nové rozložení skladu.....	40
3.2.4	Neautomatizovaná část.....	41
3.2.5	Automatizovaná část .....	41
3.2.6	Příjem a výdej .....	42
3.2.7	Zhodnocení automatizace.....	42
	ZÁVĚR .....	43
	POUŽITÁ LITERATURA.....	44
	SEZNAM TABULEK.....	45
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	46
	SEZNAM ZKRATEK.....	47
	SEZNAM PŘÍLOH .....	48



# ÚVOD

Automatizace skladů je proces, při kterém se využívá technologie a zařízení k automatizaci procesů spojených s uskladňováním a manipulací s produkty ve skladech.

V automatizovaném paletovém skladu jsou funkce jako nakládání, vykládání, přeprava a uložení palet plně automatizovány. Procesy jsou řízeny softwarovými systémy a zpracovány bez lidského zásahu. Výsledkem je vyšší rychlost, přesnost a efektivita při manipulaci s paletami.

Automatizovaný paletový sklad může obsahovat několik různých technologií, jako jsou například regálové systémy s vysokými regály a automatickými regálovými zakladači, paletové transportéry, které přepravují palety z jedné části skladu do druhé, automaticky naváděné systémy, které řídí pohyb palet v různých částech skladu, robotické systémy, které manipulují s paletami a produkty a další.

Výhody automatizace paletových skladů zahrnují zvýšení rychlosti manipulace s paletami a produkty, zvýšení bezpečnosti práce, vyšší přesnost při manipulaci s paletami, což snižuje nejen riziko poškození produktů, ale i náklady na pracovní sílu. Podstatou výhod jsou procesy řízené softwarovými systémy, dále optimalizace skladovacího prostoru, a s tím spojené zlepšení sledování zásob. Nicméně, automatizace paletových skladů může být nákladná investice, a proto je vhodnější pro podniky s velkým objemem paletového uskladnění a potřebou efektivnějšího skladování.

Tato práce je zaměřena na zjištění možností automatizace paletových skladů, kdy v první kapitole jsou rozebrány základní informace pro skladovací systémy s možností automatizace. Následuje analýza skladu Stavebnin DEK Hradec Králové pro zjištění aktuálního stavu skladovacího systému, vybavení skladu a skladovaných produktů. Závěrem je návrh automatického systému pro sklad Stavebnin DEK Hradec Králové, vycházející z předchozí analýzy a průzkumu trhu nabízených možností automatických systémů na českém trhu.

# 1 SKLADOVACÍ SYSTÉMY S MONŽNOSTÍ AUTOMATIZACE

## 1.1 Automatizace skladu

Automatizace je nahrazení lidské práce mechanickou a není důvod o ní uvažovat, pokud není pracovní síla relativně drahá, nebo pokud neexistují zvláštní důvody, jako je bezpečnost nebo jednotnost manipulace. Automatizace má největší ekonomický smysl tam, kde jsou náklady na pracovní sílu relativně vysoké, jako například v Německu.

Automatizace má i své nevýhody, z nichž nejvýznamnější je nepružnost, kdy automatizace velmi dobře vykonává ty specifické úkoly, pro které byla navržena, ale její přizpůsobení může být velmi nákladné, pokud dojde ke změnám v podnikání.

Pokud lze automatizaci ospravedlnit, pak by měla být provozována neustále, aby se investice amortizovala. Automatizace se přirozeně soustředila na snížení počtu lidských cest potřebných k vybírání objednávek zákazníků. V poslední době došlo k pokrokům v automatizaci, zejména v oblasti zavedení pracovní síly volně se pohybujících robotů, kteří odebírají výrobky a přivázejí je na místo určení. (1)

Automatizace skladu je proces, kdy jsou na skladě využívány technologie a stroje k efektivnější a bezpečnější manipulaci s produkty. Tento proces využívá automatizované stroje, roboty a software pro řízení skladu.

Cílem automatizace skladu je minimalizovat lidskou interakci a zároveň maximalizovat efektivitu skladových operací. Automatizace skladu může například zahrnovat využití automatizovaných vysokozdvížných vozíků, robotů pro přípravu objednávek, automatických regálů nebo naváděných vozíků (AGV). Tato zařízení se řídí speciálními softwarovými systémy, které umožňují organizaci proudu zboží na skladě a sledování jeho pohybu.

Automatizace skladu má několik výhod, jako je vyšší rychlost a přesnost skladových operací, minimalizace chyb a nedostatků, zvýšení produktivity a efektivity a snížení nákladů na práci a čas. To umožňuje firmám, které využívají automatizaci skladu efektivněji a rychleji obsluhovat své zákazníky a zlepšit své obchodní výsledky.

### 1.1.1 Automatizované systémy

Automatizované skladové systémy, jako jsou otáčivé zásobníky, zařízení na vyzvedávání manipulačních jednotek nebo kusových položek, pásové dopravníky, robotická zařízení a snímací systémy, jsou nezbytné pro moderní skladování zboží. Tyto

technologie umožňují rychlejší a přesnější uskladňování a vyhledávání zboží v různých formátech a velikostech. Díky nim mohou podniky zvýšit svou efektivnost a produktivitu při manipulaci s materiály a snížit náklady na skladování. (2)

### **1.1.2 Automatizovaná zařízení**

Automatizovaná zařízení pro manipulaci s materiálem jsou systémy, které umožňují efektivní a rychlé zpracování zboží v různých fázích logistického řetězce. Tyto systémy lze klasifikovat podle stejných kritérií jako neautomatizovaná zařízení, tedy podle toho, jakou funkci plní v rámci skladování a distribuce zboží. Mezi hlavní typy automatizovaných zařízení patří zařízení pro uskladnění a vyzvedávání zboží, která umožňují ukládat a vybírat zboží z regálů, zařízení pro přepravu a třídění zboží, která umožňují přemísťovat a rozdělovat zboží podle určitých kritérií pomocí dopravníků a zařízení pro expedici, která umožňují balit a označovat zboží pro odeslání pomocí balících strojů, etiketovacích strojů nebo čteček čárových kódů. (2)

## **1.2 Skladování**

„Skladování je jednou z nejdůležitějších částí logistického systému. Skladování tvoří spojovací článek mezi výrobcí a zákazníky. Zabezpečuje uskladnění produktů (např. surovin, dílů, hotových výrobků) v místech jejich vzniku a mezi místem vzniku a místem spotřeby a poskytuje managementu informace o stavu, podmínkách a rozmístění skladovaných produktů. Sklady umožňují překlenout prostor a čas.“ (3)

### **1.2.1 Skladové operace**

Skladování má tři základní funkce: přesun produktů, uskladnění produktů a přesun informací. Efektivní organizace skladových operací je důležitá pro úspěšné řízení skladu a celkovou efektivitu firmy. Správné plánování, organizace a řízení skladových operací může pomoci minimalizovat ztráty způsobené špatným skladováním a zároveň minimalizovat dobu, po kterou zboží zůstává na skladě.

### **1.2.2 Přesun produktů**

Pod pojmem přesun produktů jsou chápány procesy spojené s uložením, správou a manipulací zboží na skladě. Tyto operace zahrnují různé činnosti od příjmu zboží až po jeho expedici, včetně skladování, zpracování, přípravy a distribuce zboží a lze je rozdělit na:

- příjem zboží – vyložení či vybalení z přepravního prostředku, kontrolu stavu a počtu zboží a aktualizaci skladových záznamů,

- transfer nebo ukládání zboží – přesun produktů do skladu a jejich uskladnění a další přesuny,
- kompletace – přeskupování produktů v návaznosti na sortiment a množství, které požaduje zákazník,
- překládka (cross-docking) – eliminace uskladnění a překládání zboží z místa příjmu přímo do místa expedice,
- odeslání nebo expedice zboží – zabalení a přesun zásilek do dopravního prostředku, úprava skladových záznamů a kontrola expedovaného zboží podle objednávek.

### **1.2.3 Uskladnění produktů**

Druhou základní skladovou operací je uskladnění produktů, které může být přechodné nebo časově omezené. Přechodné uskladnění podporuje funkci přesunu produktů a zahrnuje pouze uskladnění produktů, které je nezbytné pro doplňování základních zásob. Rozsah přechodně uskladněného zboží závisí na modelu logistického systému, na variabilitě v celkových dodacích dobách dodavatelů a v poptávce.

Časově omezené uskladnění se týká takových zásob, které jsou nadměrné vzhledem k potřebám běžného doplňování zásob. Jedná se o nárazníkové nebo pojistné zásoby. Nejčastějšími důvody časově omezeného uskladnění jsou sezónní poptávka, kolísavá poptávka, spekulativní nákupy, úprava produktů nebo zvláštní podmínky obchodu. (2) (3)

### **1.2.4 Přesun informací**

K přesunu informací dochází zároveň s přesunem a uskladněním produktů. Přesun informací je důležitý pro management, který potřebuje přesné a včasné informace o stavu a umístění zásob, stavu zboží v pohybu, vstupních a výstupních dodávkách, údajích o zákaznících, využití skladového prostoru a personálu. Kvůli narůstajícímu množství informací se začínají stále častěji využívat počítačové informační systémy pro elektronickou výměnu dat (EDI), které urychlují a zjednodušují přenos informací. Pro zvýšení přesnosti se využívají systémy pro rychlý přenos informací jako jsou čárové kódy, QR kódy nebo RFID technologie.

## **1.3 Systém skladových pozic**

Pro organizaci skladu je důležité stanovit systém, podle kterého se budou určovat pozice pro skladování zboží. Bez těchto pravidel by nebylo možné efektivně provádět skladové operace. Z tohoto důvodu existují systémy pevných a volných skladových pozic. (2)

### 1.3.1 Systém pevných skladových pozic

Systém pevných skladových pozic je způsob organizace skladového prostoru, který využívá pevných, přesně definovaných pozic pro umístění zboží. Pozice jsou navíc vždy dostupné, protože jsou pro daný typ zboží trvale blokovány. Tyto pozice mohou být značeny čísly, písmeny nebo jinými symboly a jsou obvykle umístěny na regálech.

Tento systém umožňuje snadnou identifikaci a lokalizaci zboží ve skladu, což zlepšuje efektivitu a rychlost procesů při přijímání, uskladňování a vyskladňování zboží. Dále umožňuje optimalizaci využití skladového prostoru, protože zboží je uloženo na přesně definovaných místech.

Pevné skladové pozice mohou být využity v různých typech skladů, včetně malých a středních skladů, distribučních centrech a skladech e-commerce. Tento systém je především výhodný pro firmy se stálým a nízkoobrátkovým sortimentem, s nižším počtem produktů anebo s produkty vyžadující speciální požadavky pro skladování.

Výhody systému pevných skladových pozic:

- snížené nároky na řízení – není potřeba složitý systém ani WMS pro řízení skladu,
- přizpůsobivost – sklad je možné uspořádat tak, aby byly nejčastěji prodávané produkty snadno přístupné,
- přehlednost – zboží je uloženo podle určitých parametrů vedle sebe a není chaoticky uloženo různě po skladu,
- efektivita zaměstnanců – pokud jsou zaměstnanci dostatečně seznámeni s rozložením skladu, tak přesně vědí kde se co nachází.

Nevýhody systému pevných skladových pozic:

- nižší efektivita skladu – tento systém neumožňuje zaskladnit zboží, které nemá volnou skladovou pozici a je nutné při plánování skladu vyhradit každému produktu množství skladových pozic, které odpovídá maximálnímu stavu zásob,
- omezená flexibilita – při změně poptávky se musí sklad přizpůsobit novým podmínkám,
- vyšší chybovost – podobné produkty jsou uloženy blízko sebe, což může vést k výběru špatného produktu,
- znalost skladu – zaměstnanci skladu musí být dostatečně seznámeni s rozložením skladu, aby neztráceli čas při zaskladňování a vyskladňování produktů.

### 1.3.2 Systém volných skladových pozic

Systém volných skladových pozic je způsob organizace skladového prostoru, ve kterém nejsou produktům přidělovány skladové pozice, ale zboží je umístěno na jakékoliv volné pozici. Skladníci mohou nově přijaté zboží zaskladnit téměř kamkoliv a obsadit tak i pozice, které by byly blokovány pro zboží, které je teprve na cestě, nebo by dorazilo až za několik dnů či týdnů. Když je zboží z pozice odebráno, tak se tato pozice okamžitě uvolní pro jakékoliv nové zboží, což zvyšuje efektivitu skladových ploch a obsazenost skladu.

Pro efektivní fungování systému volných skladových pozic je nutná implementace informačního systému pro řízení skladu jako jsou WMS. Tento systém eviduje veškeré skladové pohyby a informuje a navádí skladníky na správné pozice zboží. Systém WMS dokáže vyhodnocovat nastavené parametry zboží a navrhnou ideální pozici pro jeho uložení. Finální slovo má vždy skladník a může tak zboží uložit dle svého uvážení, ale musí zadat do systému novou pozici, kam zboží vložil. Výhodou využívání WMS je neustálá práce s daty, díky kterým je zboží ukládáno co nejefektivněji. Například nejprodávanější zboží je ukládáno blízko výdeje, nebo zboží, které se prodává spolu či k sobě patří, je uloženo vedle sebe.

Výhody systému volných skladových pozic:

- efektivnější využití skladových pozic – pozice nejsou blokovány pro zboží, které není na skladě,
- flexibilita – volné skladové pozice umožňují rychlejší reakce na změnu v poptávce, jelikož není potřeba definovat pozice pro nové zboží,
- nižší chybovost – zboží má přesně danou pozici, kde se nachází, a navíc je většinou uloženo vedle odlišného zboží, tudíž je těžší odebrat špatnou položku,
- nižší požadavky na znalost skladu – zaměstnanci nepotřebují znát, kde se aktuálně nachází všechno zboží, protože jim je vydána přesná pozice.

Nevýhody systému volných skladových pozic:

- náklady – tento systém vyžaduje implementaci informačního systému pro řízení skladu, aby byly efektivně využívány možnosti volných pozic,
- omezení v některých podmínkách – volné skladové pozice nelze využít při skladování zboží, které podléhá speciálním podmínkám, jako například hořlaviny, chemikálie, léky a podobné, anebo je nutné těmto podmínkám přizpůsobit WMS.

## **1.4 Skladovací technologie**

Ivan Gros a kolektiv (4) definují skladovací technologie jako soubor technických prostředků a skladovacích činností ve skladu. Skladovací technologie se rozdělují na statickou a dynamickou část. Statickou část tvoří skladovací plochy, nádrže, sila a budovy vybavené různými typy regálových soustav. Dynamickou část tvoří prvky zabezpečující manipulační operace, jako jsou například zakladače, dopravníky, vozíky a další.

## **1.5 Regálové systémy**

Regálové systémy tvoří rozsáhlou část statické skladovací technologie. Do této kategorie se řadí policové, paletové, vjezdové, krabicové, spádové, zásuvkové, mobilní, konzolové, karuselové, závěsné systémy a systémy s pevnými pojezdovými drahami. (4)

### **1.5.1 Policové regály**

Policové regály mají velmi nízké pořizovací náklady a lze je snadno přizpůsobit širokému spektru skladovaných výrobků. Slouží pro skladování kusů menších rozměrů a hmotností, a to samostatně či v různých manipulačních obalech. Obsluha regálu je manuální bez nutnosti využití manipulační techniky, vzhledem k čemuž je výška regálů omezena na 2 metry. Jejich nevýhodou je nízké využití skladovací plochy, kterou zabírají manipulační uličky pro manuální obsluhu, které jsou většinou 0,8 metrů široké. Pro vyšší využití skladovací plochy je možné dvou či více patrové rozložení, které lépe využívá výšku skladu. Další možností jsou vysoké police, jež mohou být až 4,5 metrů vysoké, ale vyžadují využití pojízdného manipulačního prostředku pro obsluhu.

### **1.5.2 Paletové regálové systémy**

„Regálový systém, v němž je manipulační jednotkou paleta, je nejrozšířenější skupinou regálů umístěných v budovách (někdy i na volné ploše)“ (4). Tyto regály je možné přizpůsobit podle výšky naložených palet. Paletové regály v porovnání s policovými regály umožňují lepší využití výšky skladu, jelikož mohou dosahovat i 45 metrů. Pro manipulaci s paletami je třeba využití manipulační techniky nebo automatizovaných systémů, čímž se zajistí vyšší produktivita práce a vyšší obrátkovost. Nevýhodou tohoto systému je šířka manipulační uličky, která se pohybuje od 1 do 3 metrů podle využití mechanizace či automatizace. Pro maximalizaci využití skladovacího prostoru je vhodné skladování systémem volných skladových pozic, kterým lze dosáhnout až 90% využití skladových míst.

### **1.5.3 Vjezdové, průjezdové regály**

Vjezdové regály jsou určeny ke skladování velkého množství produktů stejného typu. Jsou konstruovány v řadách vedle sebe, kdy každá řada má jeden, respektive dva vjezdy pro manipulační techniku. Palety jsou ukládány na postranní nosníky, odkud jsou odebírány manipulační technikou, která pro ně vjíždí do regálů. Tato konstrukce umožňuje lepší využití skladovací plochy, nicméně může vést k potřebě více manipulačních operací při nutnosti odběru jednotky, která se zrovna nenachází na kraji bloku. Vjezdové regály se dělí na drive-in a drive-through regály. Drive-in regály mají jediný vstup do regálového systému, kudy se vozík dostane dovnitř a na konec řady a fungují na principu LIFO. Drive-through regály mají vstup na obou stranách, což umožňuje přístup z obou stran a možnost průjezdu celým regálovým systémem. Automatizace vjezdových regálů nově využívá kolejnicové vozíky, které vjíždí pod palety po své vlastní kolejnicové trati a palety zaskladní nebo je dopraví na kraj řady, kde mohou být jednoduše odebrány.

### **1.5.4 Automatizované sklady na drobné zboží**

Automatizované sklady na drobné zboží využívají jako manipulační jednotky plastové krabice či přepravky, do kterých je zboží nutné přeložit. Manipulace těchto jednotek je realizována automatickými zakladači, což umožňuje rychlé a efektivní skladovací operace. Výhodou systému je vysoká hustota skladování, tedy vyšší využití skladovacího prostoru oproti paletovým systémům. Na druhou stranu jsou tyto systémy nákladné na investici a provozování, mohou být náchylné na poruchy a je třeba je řídit vhodným programem.

### **1.5.5 Spádové regály**

Spádové regály jsou konstruované s lehce nakloněnou válečkovou drahou, na které jsou uloženy manipulační jednotky, nejčastěji palety, či volně ložené zboží. Válečková trať umožňuje samovolný posun produktů kontrolovanou rychlostí pomocí gravitace až na konce tratě, kde jsou bezpečně zastaveny a připraveny k odběru. Tyto regály fungují na principu FIFO, což znamená, že produkty jsou do regálů vkládány ze zadní strany a na přední straně jsou vždy nejstarší produkty. Tento typ regálů je výhodný ve skladech, kde je důležité kontrolovat stáří produktů či dodržovat přesné pořadí jednotek. Výhodou je úspora času při manipulaci, neboť produkty jsou vždy připravené na předních pozicích, a lepší využití skladovací plochy, protože je možné uložit více palet do jedné úrovně regálu. Nevýhodou může být nepřístupnost ke všem jednotkám či relativně vysoké pořizovací náklady.

Alternativou spádových regálů jsou zásuvkové regály. Podobně jako u spádových regálů je zboží uloženo na nakloněné válečkové trati, avšak produkty jsou vkládány do regálů



z přední strany a stávající palety jsou posunuty hlouběji do regálu. Tyto regály fungují na principu LIFO, a proto se používají ve skladech s produkty, u kterých není důležité kontrolovat stáří produktů.

### **1.5.6 Mobilní regálové sestavy**

Mobilní regálové sestavy jsou skladovací systémy, které umožňují posouvat celé regálové konstrukce a tím zvýšit využití skladovací plochy a omezit počet manipulačních uliček na minimum. V porovnání s klasickými paletovými regály jsou vhodné pro skladování menšího počtu nízkoobrátkového zboží s omezeným sortimentem. Tyto systémy jsou nákladné, manipulace v nich pomalé a jejich automatizace je velmi obtížná, nicméně jsou bezpečné. Jejich využití je nejčastěji pro skladování knih a písemností.

### **1.5.7 Stromečkové regály**

Stromečkové regály se využívají pro skladování dlouhých předmětů, jako jsou trubky, tyče, profily, desky aj. Konstrukce těchto regálů je speciálně navržena tak, aby odpovídala rozměrům zboží, které se v nich ukládá. Zboží může být uloženo buď samostatně nebo na speciálních manipulačních jednotkách. Šířka uliček také musí být přizpůsobena pro zajištění bezpečného pohybu a dobré manévrovatelnosti manipulačních prostředků s rozměrnými předměty. Výhody těchto regálů jsou vyšší přehlednost uspořádání skladu, lepší využití prostoru a usnadnění manipulace s rozměrnými výrobky.

### **1.5.8 Horizontální a vertikální karuselové zásobníky**

Horizontální a vertikální karuselové zásobníky jsou jedním z nejdražších regálových systémů. Využívají se hlavně pro skladování malých a drahých součástek, které jsou ložené v krabicích nebo volně v přihrádkách. Jednotlivé police jsou na vertikálních či horizontálních dopravnících, které pohybují celým systémem. Výhody tohoto systému zahrnují snížení počtu pracovníků potřebných pro manipulaci s položkami, zvýšení přesnosti a rychlosti kompletace objednávek a zlepšení ergonomie pracoviště. Jejich aplikaci lze nalézt v bankách pro skladování spisů, na výrobních linkách, jako podavače dílů, či v třídících centrech.

### **1.5.9 Systémy s pevnými pojezdovými drahami**

Paletové regály s pevnými pojezdovými drahami se využívají pro zlepšení efektivity skladování. V každé manipulační uličce jsou na každé skladovací úrovni instalovány pevné pojezdové dráhy, po kterých se pohybují přepravní plošiny. Tyto plošiny slouží k horizontální dopravě palet na jednotlivá skladovací místa. Vertikální dopravu zajišťují výtahy umístěné u každé uličky. Tento systém umožňuje rychlou a bezpečnou manipulaci s paletami

bez nutnosti použití vysokozdvížených vozíků v uličkách. Oproti klasickým paletovým regálům umožňují maximálně využít prostor skladu, protože nevyžadují široké uličky pro manipulaci s paletami, snižují riziko poškození zboží nebo regálů při manipulaci, protože plošiny jsou řízeny automaticky a přesně, a zvyšují produktivitu a efektivitu skladu, protože urychlují dopravu palet mezi skladovacími místy a výtahy.

## **1.6 Manipulace s materiálem**

Pro skladování zboží je potřeba zajistit nejen statické zařízení, ale také dynamické systémy pro manipulaci se zbožím. Ty zahrnují horizontální a vertikální přepravu, kompletaci a balení. Podle toho, jak je sklad mechanizovaný a automatizovaný, se manipulace provádí kombinací lidské práce a různých mechanismů. (4)

### **1.6.1 Ruční manipulace**

Ruční manipulace je nejstarším způsobem manipulace s břemeny, která spočívá v přenášení nebo přesouvání objektů lidskou silou. Tato činnost je nebezpečná pro zdraví pracovníků a také drahá. Kromě toho je ruční manipulace velmi časově náročná a může zabrat až 70 % výrobní doby. I když se snažíme ruční manipulaci omezovat, stále ji provádí až 38 % pracovníků v EU.

Ruční manipulace je činnost, která může způsobit zranění pracovníkům, pokud není provedena správně. Proto je nutné dodržovat následující opatření pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při ruční manipulaci:

- snížit počet manipulovaných břemen – pokud je to možné, nahradit ruční manipulaci mechanickou nebo automatizovanou. Pokud je ruční manipulace nevyhnutelná, snížit hmotnost a rozměry břemen tak, aby byly snadno uchopitelné a přenositelné,
- školit pracovníky – pracovníci by měli být seznámeni s riziky spojenými s ruční manipulací a s metodami prevence. Pracovníci by měli být také informováni o správném způsobu uchopení, zdvihu a přenášení břemen, aby se zabránilo nadměrnému namáhání svalů a kloubů,
- vybrat vhodný postup – před zahájením ruční manipulace by měl být vybrán nejvhodnější postup pro danou situaci. Postup by měl zohledňovat faktory jako hmotnost a tvar břemene, vzdálenost a směr přenášení, dostupnost prostoru a pomůcek, frekvenci a trvání manipulace atd,
- redesign pracovišť – pracoviště by měla být navržena tak, aby minimalizovala potřebu ruční manipulace. Například by měly být odstraněny překážky a

nerovnosti na podlaze, zajištěno dostatečné osvětlení, regály a stoly umístěny do optimální výšky a vzdálenosti atd.,

- vybavit pracoviště vhodnými zařízeními – pracoviště by měla být vybavena vhodnými zařízeními pro usnadnění ruční manipulace. Například by měly být k dispozici paletové vozíky, zdvihací zařízení, rukojeti, rukavice atd.,
- další opatření – kromě výše uvedených opatření by měly být také dodržovány další zásady bezpečnosti při ruční manipulaci. Například by mělo být dodržováno střídání činností a odpočinku, používání osobních ochranných prostředků, vyhýbání se náhlým pohybům a otáčení trupu atd.

### **1.6.2 Manipulační vozíky**

Ve skladech se používají různé druhy manipulačních prostředků, které umožňují efektivní a bezpečnou dopravu a skladování zboží. Manipulační prostředky se dělí na ruční a motorové. Ruční manipulační prostředky jsou například vozíky, ruční paletové vozíky, ruční navijáky aj. Motorové manipulační prostředky jsou například vysokozdvizné vozíky, jeřáby, dopravníky nebo manipulátory. Motorové manipulační prostředky mohou být poháněny spalovacími motory nebo elektromotory s akumulátory. Manipulační prostředky slouží k přepravě manipulačních jednotek, které jsou souborem zboží určeným k manipulaci jako celek. Manipulační jednotky mohou být různých velikostí a tvarů, například palety, boxy, kontejnery nebo krabice. Manipulační jednotky se vytvářejí podle potřeb logistiky a skladování a přepravují se mezi různými zónami skladu, například mezi příjmem zboží a skladovacími prostory, kompletačními linkami a expedicí.

Manipulační prostředky jsou důležitým prvkem logistického řetězce, který zajišťuje plynulý tok materiálu a musí být vybrány tak, aby odpovídaly charakteru a množství zboží, které se má přepravovat a skladovat. Manipulační prostředky musí být také pravidelně kontrolovány a udržovány, aby byly v dobrém technickém stavu a splňovaly bezpečnostní normy.

Nejrozsáhlejšími manipulačními prostředky jsou vysokozdvizné vozíky, které lze rozdělit na dva základní typy: čelní a boční. Čelní vysokozdvizné vozíky mají zdvihací zařízení na čele vozíku, které se skládá z teleskopického stožáru a nosiče s vidlicemi nebo jiným příslušenstvím. Boční vysokozdvizné vozíky mají zdvihací zařízení na boku vozíku, které umožňuje lepší manipulaci v užších uličkách. Vysokozdvizné vozíky se také liší podle pohonu a dělí se na elektrické, dieselové, plynové nebo hybridní. Elektrické vysokozdvizné vozíky jsou vhodné pro práci v uzavřených prostorách, protože nevytvářejí emise ani hluk.

Dieselové a plynové vysokozdvížené vozíky jsou vhodné pro práci na volném prostranství, protože mají vyšší výkon a dojezd. Hybridní vysokozdvížené vozíky kombinují výhody obou typů pohonu. Výběr vysokozdvíženého vozíku závisí na několika faktorech, jako je nosnost, zdvih, rozměry, terén, pracovní prostředí a bezpečnost. Vozíky se skládají z několika základních částí, které tvoří rám, nástavba, která obsahuje pohonnou jednotku a sedadlo pro řidiče, ovládací panel, který umožňuje řídit vozík, a protizávaží, které vyrovnává hmotnost vozíku a u elektrických vozíků jeho funkci zastupují akumulátory.

Vychystávací vozíky jsou typem vysokozdvížených vozíků, které umožňují rychlou a efektivní kompletaci zboží ze skladových regálů. Tyto vozíky mají speciální kabinu s lištami, která se pohybuje spolu se zdvihacím zařízením. Manipulátor tak může snadno dosáhnout na požadované zboží až do výšky 16 metrů. Vychystávací vozíky vyžadují menší prostor pro manévrování než běžné vysokozdvížené vozíky, protože se mohou pohybovat v úzkých uličkách.

Regálové zakladače slouží k obsluze regálů, které jsou až 40 metrů vysoké. Jsou konstruovány tak, aby mohly pohybovat celou kabinou s obsluhou a vidlicemi podél nosného sloupu, který je umístěn na čtyřkolovém podvozku a jsou vedeny po kolejkách na horní hraně regálů nebo na portálovém jeřábu nad regálovým systémem. Zakladače mohou být pevně instalovány v každé uličce nebo přemísťovány podle potřeby. Kabina zakladače se může pohybovat po diagonále a umožnit tak rychlejší a přesnější manipulaci se zbožím. Díky přítomnosti obsluhy je možné provádět i kompletační operace přímo v regálech. Existují také automatizované zakladače bez obsluhy, které dosahují vyšších rychlostí, ale umožňují kompletaci pouze manipulačních jednotek. Zakladače jsou ideálním řešením pro optimalizaci skladových systémů s vysokými regály.

### **1.6.3 Dopravníky**

Dopravníky jsou zařízení, která slouží k přepravě materiálu nebo zboží v rámci skladu nebo výrobního procesu. V horizontální dopravě nahrazují jiné prostředky, u nichž je potřeba přepravovat zboží s vysokou frekvencí a na delší vzdálenosti. V závislosti na typu a hmotnosti zboží se používají dopravníky s různými nosnými a tažnými prvky, jako jsou válečky, kladky, pásy nebo řetězy. Existují různé typy dopravníků podle způsobu pohybu, nosného prvku, tvaru, materiálu nebo účelu použití. Válečkové dopravníky se využívají pro dopravu palet, beden, krabic nebo kusového zboží po rovných nebo mírně skloněných tratích. Válečky mohou být poháněné elektromotorem nebo gravitačně, jsou uloženy v ocelových nebo plastových rámech a mohou být opatřeny brzdami, zážkami nebo otočnými segmenty

pro změnu směru dopravy. Pásové dopravníky se využívají pro dopravu sypkého materiálu, pytlů nebo jiného zboží, které by mohlo sklouznout z válečkových dopravníků. Nekonečný pás je tvořen gumou, plátnem, plastem nebo kovem, je podpírán soustavou válečků a slouží jako nosný a tažný prvek. Pohon zajišťuje elektromotor umístěný na jednom konci dopravníku.

#### **1.6.4 Jeřáby**

Mostové jeřáby jsou typem jeřábů, které se používají pro manipulaci s těžkými a rozměrnými položkami, jako jsou například výrobky hutního průmyslu. Tyto jeřáby se pohybují po dráze, která může pokrývat celou plochu skladu. Mají vysokou nosnost a výšku zdvihu, jsou poháněny elektrinou a jsou ovládány z kabiny nebo na dálku. Mobilní portálové stohovací jeřáby jsou typy jeřábů, které se používají pro manipulaci s kontejnery na volných skladovacích plochách. Tyto jeřáby stojí na několikakolových podvozcích, které jsou poháněné, což umožňuje jízdu v obloucích. Mobilní portálové stohovací jeřáby jsou využívány pro rychlé překládání mezi kamiony, železničními vozy nebo loděmi. Jeřáb je ovládán z kabiny, která je nesená na podélném nosníku a poskytuje manipulátorovi dokonalý přehled o pohybu neseného břemena.

## 2 ANALÝZA SKLADU DEK HRADEC KRÁLOVÉ

V této kapitole práce představí společnost DEK a dále se zabývá skladem Stavebnin DEK Hradec Králové. Práce se soustředí na systém skladu a na využívané skladovací a manipulační technologie.

### 2.1 Představení společnosti DEK

„DEK je česká skupina společností s dlouholetou tradicí, která je největším dodavatelem materiálů a služeb pro stavebnictví v České a Slovenské republice a také lídrem inovací v prodeji stavebních materiálů“ (5). První společnost skupiny DEK byla založena 8. března 1993, zaměřena na prodej asfaltových pásů. Již o rok později byla otevřena první pobočka v Ostravě, která na trh uvedla vlastní značku modifikovaných asfaltových pásů Elestek a Glastek. Během následujících deseti let se společnost postupně stala komplexním dodavatelem stavebně izolačních materiálů a rozrostla se o společnosti Atelier a Dekmetal. V roce 2006 se stala největším dodavatelem stavebních materiálů v České republice. V roce 2013 byla postavena první moderní prodejna ve Vestci u Prahy a začaly být nově také zřizovány půjčovny strojů a nářadí, v čemž se během následných čtyř let stal DEK jedničkou v České republice. V roce 2018 oslavila skupina DEK 25 let své existence a rozšířila svůj holding o společnost ÚRS CZ a.s. V roce 2019 byl zahájen nový projekt expresního prodeje pro řemeslníky DEK expres. Během pandemie SARS-CoV-2 prodejny Stavebnin DEK zavedly bezkontaktní prodej DEK Drive. Letos společnost oslavila 30 let od svého vzniku a čítá již 13 společností ve svém holdingu od obchodních společností, přes výrobní společnosti až po společnosti poskytující služby. Dnes má společnost DEK 136 prodejních míst, více jak 3700 zaměstnanců a roční obrat přes 30 miliard korun.

„Stavebniny DEK jsou největší společností skupiny DEK a nejvýznamnějším hráčem na trhu stavebnin v České republice“ (5). Po České republice mají Stavebniny DEK 91 prodejen a zaměstnávají více jak 2300 zaměstnanců. Stavebniny DEK nabízí široký sortiment stavebních materiálů a služeb, mezi které patří DEK Drive, půjčovna profesionálních strojů a nářadí, míchání barev a omítek, míchání betonu, pronájem klempířské dílny, technická podpora a další.

Stavebniny DEK Hradec Králové se nachází na adrese Kovová 1191, Hradec Králové a řadí se mezi jedny z největších prodejen v České republice. Tato pobočka se skládá ze tří hlavních částí, kterými jsou prodejna nářadí a drobného materiálu, půjčovna nářadí a strojů a

hlavní sklad stavebního materiálu. Celkové rozměry skladových ploch činí 8000 m<sup>2</sup>, z čehož 3200 m<sup>2</sup> je krytých.



**Obrázek 1** Stavebniny DEK Hradec Králové

Zdroj: (6)

## **2.2 Skladový systém**

Stavebniny DEK Hradec Králové aktuálně prochází procesem digitalizace, který má za cíl zvýšit přehlednost skladu a urychlit proces příjmu a výdeje zboží. Společnost DEK si sama vytváří WMS program zvaný Agenda, který slouží ke správě skladových a personálních procesů. Tento program je používán všemi prodejny Stavebnin DEK a je vytvářen speciálně pro jejich potřeby.

### **2.2.1 Starý systém**

Ve skladu byl využíván systém pevných skladových pozic, kde každá položka měla pevně danou pozici ve skladu. Tento systém je dostačující pro menší sklady, ale má mnoho rizik, které ztěžují práci ve větších skladech.

Pozice zboží ve skladu byly popsány magnetickými popiskami na nosících pod paletami, tudíž bylo velmi obtížné přečíst a měnit popisky na nejvyšších pozicích. Další nevýhodou bylo riziko ztráty nebo poškození magnetické tabulky s popiskem, které se mohly velmi lehce uvolnit a spadnout z nosníku.

Proces příjmu zboží probíhal přijetím nákladního listu od dopravce a zadáním čísla objednávky nebo faktury do přenosné čtečky, čímž proběhlo spárování objednávky v systému

s přijatou fakturou, což umožnilo zboží přijmout a naskladnit. Poté musel skladník zkontrolovat, zda bylo dodáno všechno zboží v požadovaném stavu a nic nebylo poškozeno. Následně skladník uložil zboží na pozice určené pro zboží. V případě, že pracovník uložil zboží na špatnou pozici, vzniklo riziko vydání špatného zboží v budoucnu, nebo obtížnost dané zboží najít.

Proces výdeje zboží začal přijetím vytištěného výdejního listu, pro který si musel skladník dojít na dispečerské místo a zboží dle pokynů objednávky vychystat. Skladník musel zboží dle výdejního listu najít ve skladu a přichystat ho na výdejní místo, kde byla objednávka zkompletována a vydána zákazníkovi.

Celý proces příjmu a výdeje zboží byl velmi náročný na znalost rozložení skladu zaměstnancem, aby dlouho nehledal správnou pozici zboží, čímž by se zdržoval, a také bylo tímto systémem zbytečně využíváno velké množství papíru.

Vzhledem k sortimentu, který Stavebniny DEK nabízí, je důležité u některých produktů kontrolovat datum spotřeby, jako například u pytlů s betonem či lepidlem. Vzhledem k tomu, že dříve nebyl ve skladu využíván žádný informační systém pro řízení skladu, tak se data spotřeby psala přímo na palety se zbožím. Tato data se musela neustále kontrolovat, aby se na skladě nenacházelo zboží, které je již po době minimální trvanlivosti. Zároveň se muselo zboží vydávat podle systému FIFO, aby se nevydávaly palety s novým zbožím, ale prvně se vydaly palety se zbožím, které je na skladě nejdéle.

### **2.2.2 Nový systém**

Nový systém se zaměřuje na digitalizaci a urychlení skladových procesů. Ve skladu byl zaveden systém volných skladových pozic, tudíž zboží může být umístěno kdekoli ve skladu. Magnetické tabulky byly nahrazeny nálepkami s čárovými kódy a čísly skladových pozic, které jsou nalepeny na prvním nosníku každého regálu, a proto je jednoduché je najít a načíst přenosnou čtečkou, a tak má skladník možnost podívat se, co je uloženo i v nejvyšší pozici, aniž by musel využít manipulační techniky. Díky tomuto systému má i nezkušený zaměstnanec možnost najít požadované zboží díky jeho přiřazené adrese ve skladu.

Nově byl také zaveden systém time frame, kdy si dopravci objednávají čas příjezdu, což jim zaručuje přednostní odbavení. To eliminuje případy, kdy dorazilo více objednávek od dodavatelů a řidiči museli čekat na vyložení. Navíc systém time frame umožňuje lepší organizaci práce skladníků, jelikož umožňuje očekávat přesný čas příjezdu dodávky nového zboží.



Příjem zboží probíhá velmi podobně jako dříve, avšak i zde došlo ke zjednodušení. Pracovník již nepotřebuje nákladní list od dopravce, protože objednávka je již připravená v přenosné čtečce a stačí pouze vybrat správnou objednávku, jenž právě přijímá. Pracovník stále musí zkontrolovat úplnost a stav zboží a poté ho může zaskladnit. Zaskladnění je zjednodušeno tím, že zaměstnanec má na čtečce vypsány skladové pozice pro každé zboží, které přijímá a nemusí tak řešit, zda-li dává zboží na správné místo. Pokud bude pracovník chtít uložit zboží jinam, než mu navrhne systém, může tak učinit, ale musí zadat novou pozici, kam zboží ukládá.

Výdej zboží je urychlen, jelikož zaměstnanec nepotřebuje výdejní list, ale objednávku obdrží na přenosné čtečce. V objednávce jsou udány skladové pozice a množství každé položky, které musí zaměstnanec vychystat, což eliminuje nutnost hledání zboží na skladu. Navíc při odběru zboží pracovník skenuje čárové kódy na regálech se zbožím, které odebírá, čímž se snižuje možnost vychystání špatného kusu.

Díky WMS programu Agenda skladníci již nemusí palety se zbožím, u kterého se kontroluje trvanlivost, popisovat datem minimální spotřeby, protože tuto činnost převzal skladový systém Agenda. Při výdeji systém vydá adresu zboží, které je na skladě nejdéle, a proto skladník nemusí řešit, která paleta se zbožím je na skladě déle než ostatní.

Nově byl také zaveden systém třídění zboží do tří základních kategorií podle jejich aktuální situace na skladě.

- SD – zboží s velkou poptávkou, které se neustále udržuje na skladě
- ZO – zboží s malou poptávkou, které není na skladě a musí se objednat
- ZA – zboží vyrobené na zakázku

Toto rozdělení slouží pro obchodní tým, aby věděl, jaký je stav zboží na všech skladech po celé České republice, aniž by museli sklady procházet. Jelikož není možné udržovat všechny produkty neustále na skladě, označení ZO zvyšuje efektivitu skladování. Díky programu Agenda je totiž možné nahlédnout do jiných skladů a zboží ZO nechat dovézt z jiného skladu. Tato spolupráce mezi pobočkami Stavebnin DEK umožňuje vyšší efektivitu skladových ploch, jelikož zboží s nižší poptávkou nemusí být udržováno na všech skladech a zbytečně zabírat skladové místo a vázat finance.

Nový systém urychluje některé skladové operace, zjednodušuje a zpřehledňuje práci ve skladu a šetří velké množství papíru, jelikož je nyní vše řešeno elektronicky.

## **2.3 Rozložení skladu**

Skladové plochy o celkových rozměrech 8000 m<sup>2</sup> jsou rozděleny na otevřený a krytý sklad (viz Příloha A). Oba sklady jsou obsluhovány plynovými vysokozdvihnými vozíky a stejným personálem.

### **2.3.1 Rozložení otevřeného skladu**

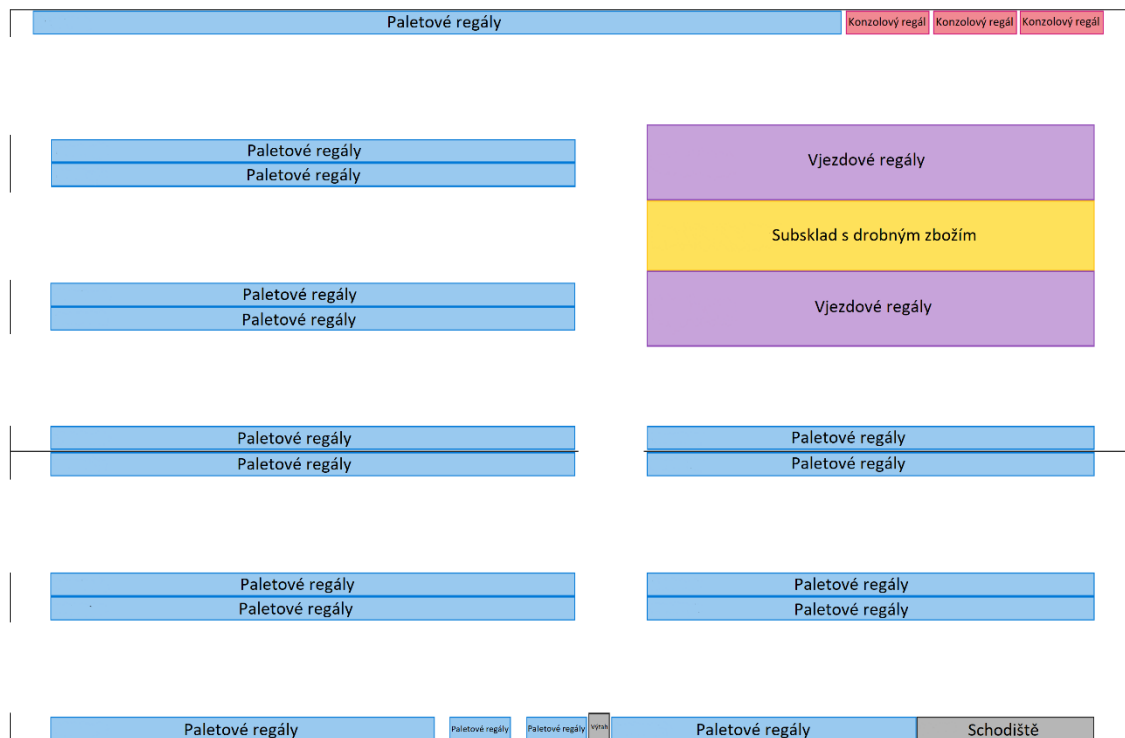
Na otevřeném skladu o rozměrech 4800 m<sup>2</sup> je pro většinu palet se zbožím využito podlahové skladování a regály jsou využity jen pro zboží, které není uloženo na paletách nebo nesmí být loženo na zemi. Pro podlahové skladování jsou na zemi předpřipravené pozice, kam se palety se zbožím ukládají, aby byla zajištěna dostatečná šířka uliček pro průjezd a manipulaci vysokozdvihnými vozíky. Palety jsou na sebe stohovány podle možností zboží, aby se zvýšilo množství uložených palet.

Funguje zde stále starší systém pevných skladových pozic, zavedení volných skladových pozic se plánuje, ale z důvodu změny rozložení regálů a pozic pro podlahové skladování k tomuto přechodu zatím nedošlo.

Otevřený sklad má svá vlastní místa určená pro příjem zboží, které se nachází v hlavní uličce, díky čemuž je zboží skládáno co nejbližší místu jeho uskladnění. Výdej zboží probíhá stejně jako u krytého skladu na výdejní místa DEK drive.

### **2.3.2 Rozložení krytého skladu**

Krytý sklad o rozměrech 3200 m<sup>2</sup> je z požárních důvodů rozdělen na dvě části, mezi kterými lze procházet a v případě požáru lze uzavřít požární dveře a odříznout tak potencionální požár v jedné části skladu. Ve skladu je umístěno 24 regálových sestav v osmi řadách, přičemž každý regál má 4-5 pater, podle výšky zboží, které je v něm uloženo, a v každém patře regálu mohou být uloženy až 3 palety, což umožňuje skladovat až 2600 palet. Maximální výška nejvyššího patra regálů je stanovená na 6 metrů, z důvodu využití vysokozdvihných vozíků, jejichž maximální zdvih je 6,1 metrů. Uličky mezi regály jsou v celém skladu 5 metrů široké, aby bylo možno mezi regály snadno operovat s manipulační technikou.

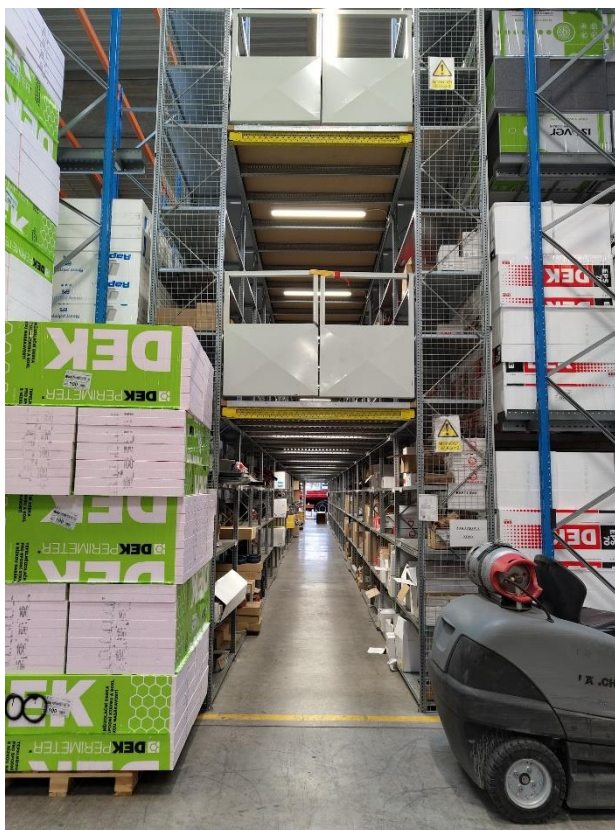


**Obrázek 2** Aktuální rozložení skladu

Zdroj: Autor

Ve větší části skladu je menší subsklad, který se nachází mezi dvěma vjezdovými regály a je vyhrazen pro drobné zboží, které není uloženo na paletách. Jedná se o vícepodlažní policový sklad se třemi patry, kde je uloženo doplňkové zboží jako například objímky, kolena, čela a úchyty žlabů, kotvící prostředky a další. Tento subsklad je oddělen od okolních regálů drátěnými stěnami, které zamezují vypadnutí a ztracení zboží a také slouží jako bezpečnostní zábrana pro zaměstnance. I v tomto vícepodlažním skladu jsou nově zavedeny volné skladové pozice a nové označení poloh v regálech samolepicími čárovými kódy.

Struktura skladu využívá průtokový systém skladování, kdy příjem zboží probíhá většinou na jedné straně a výdej na protější straně skladu, s místem pro uložení zboží mezi těmito místy.



**Obrázek 3** Subsklad pro drobné zboží

Zdroj: Autor

## **2.4 Analýza manipulační a skladovací techniky**

Stavebniny DEK Hradec Králové využívají v celém skladu vysokozdvizné plynové vozíky H 30 T od společnosti Linde. Výhodou těchto vozíků je možnost využití pro obsluhu jak krytého, tak otevřeného skladu, jelikož je možné je bez problémů využívat i na hrubším a nerovném povrchu. Další výhodou je snadná a rychlá výměna plynové nádoby. Vozíky jsou vybaveny standardními vidlicemi, pracovním LED osvětlením, výstražným zvukovým znamením pro jízdu vzad, ochrannou mříží, plnopryžovými koly a stěrači. Maximální výška zdvihu je 6100 mm a maximální nosnost 3000 kg.

Skladovací technika je přímo přizpůsobena pro požadavky skladování stavebního materiálu a je využito několik typů regálů. Nejvyužívanějším typem regálu ve skladu DEK jsou jednoznačně paletové regály díky jejich přizpůsobivosti. Ve skladu jsou využity regály s nosníky o různých délkách podle zboží, které je na nich uloženo. Nejčastějšími rozměry nosníků jsou 2000 mm pro zboží uložené na nestandardních paletách, 2300 mm pro zboží přesahující přes okraje palet a 2800 mm pro ostatní zboží. V subskladu jsou využity policové regály, které slouží pro skladování drobnějšího zboží bez manipulační jednotky či zboží uloženého v krabicích. Dalším typem regálů jsou vjezdové regály, které jsou přizpůsobeny

pro skladování speciálních kovových palet. Posledním typem regálů jsou konzolové regály, které jsou využívány pro zboží, které je příliš dlouhé na to, aby mohlo být uloženo v paletovém regálu.



**Obrázek 4** Paletové regály

Zdroj: Autor

Nejvyužívanějším typem manipulačních jednotek jsou EURO palety, pro které je přizpůsobena většina skladu. Některé zboží je však uloženo na jiných typech manipulačních jednotek, čemuž jsou přizpůsobené regály, na kterých jsou uloženy. Například polystyrenové zateplovací desky jsou uloženy na speciálních kovových paletách, které se ukládají do vjezdových regálů. Nevýhodou těchto kovových palet je nutnost přeložení zboží z jejich původní manipulační jednotky. V budoucnu budou tyto regály nahrazeny paletovými regály s dvojitou hloubkou a speciální kovové palety budou nahrazeny dřevěnými EURO paletami, tak aby došlo ke sjednocení skladu.

V otevřeném skladu jsou převážně využity paletové regály a částečně také konzolové regály. Oba sklady jsou obsluhovány stejnou manipulační technikou. U některého zboží je však zapotřebí využití manuální práce skladníka pro oddělení jednotek zboží, které není zvlášť oddělené a ložené na manipulačních jednotkách.



**Obrázek 5** Vjezdové regály

Zdroj: Autor

## **2.5 Zhodnocení aktuálního systému**

Nově zavedený systém má mnoho výhod, kterými eliminuje nedostatky starého systému. Přejít z pevných skladových pozic na volné skladové pozice umožňuje flexibilnější skladování zboží a rychlejší reakci na aktuální poptávku na trhu nebo sezónní poptávku. Nahrazení starých magnetických tabulek s popisky za moderní čárové kódy a vývoj vlastního informačního skladového systému usnadní potenciální automatizaci skladu v budoucnu. Na trhu sice existuje mnoho dodavatelů WMS, kteří jsou schopni přizpůsobit jejich již ověřený a fungující systém prakticky jakýmkoliv požadavkům, vývoj vlastního systému je výhodnější, jelikož umožňuje přizpůsobení podle vlastních požadavků a lze ho kdykoliv rozšířit podle potřeb. Na druhou stranu vývoj vlastního WMS je finančně i časově náročná činnost.

Rozložení skladu, není efektivně navrženo, jelikož většinu skladového prostoru zabírají uličky mezi regály, které jsou příliš široké. I přesto, že je ve skladu ukládáno rozměrnější zboží, jako jsou OSB desky či okapové potrubí, mohla by šířka uliček být skoro o polovinu menší.

### 3 NÁVRH ZAVEDENÍ AUTOMATIZACE

V této kapitole se práce zabývá průzkumem dostupných zařízení pro zavedení automatizace skladu na českém trhu a na základě toho vytvořením návrhu možného zavedení automatizace pro sklad Stavebnin DEK Hradec Králové. Finálně práce zhodnotí návrh a podmínky, které by byly potřebné pro jeho zavedení.

#### 3.1 Analýza dostupné automatizace na trhu

Na trhu automatizace skladových systémů je v České republice hned několik firem, nabízejících své vlastní řešení automatizace. Tyto firmy nabízí komplexní nabídku od automaticky naváděných vozíků až po jeřábové zakladače včetně softwarů, kterým jsou dané automatizované systémy řízeny.

##### 3.1.1 Jungheinrich

Společnost Jungheinrich je předním světovým dodavatelem v oblasti intralogistiky s více než 60 lety zkušeností a nabízí široké portfolio produktů, které zahrnuje nízkozdvižné vozíky, vysokozdvižné vozíky, regálové systémy, automatizované systémy a inteligentní software. Jejich produkty jsou vyráběny v Německu s důrazem na nejvyšší kvalitu. (7)

Jungheinrich nabízí 5 automatických vozíků, které jsou řízeny systémem warehouseNAVIGATION, díky čemuž jsou schopny se pohybovat v úzkých uličkách.

**Tabulka 1** Automatické vozíky Jungheinrich

Typ	Výška zdvihu	Nosnost
<b>ERC 213a / 217a</b>	3100 – 4400 mm	1300 – 1700 kg
<b>EKS 215a</b>	2750 – 6000 mm	1500 kg
<b>ERE 225a</b>	125 mm	2500 kg
<b>EZS 350a</b>	- mm	5000 kg
<b>EKX 514a</b>	11000 – 13000 mm	1400 – 1600 kg

Zdroj: (7)

Z těch vozíků by byly pro návrh této práce vhodné modely EKS 215a a EKX 514a vzhledem k jejich výšce zdvihu a nosnosti. Mezi jejich hlavní výhody patří elektrický pohon, vyšší bezpečnost, možnost postupné automatizace a možnost napojení na již existující skladový systém.

Vysokozdvižný automatický vozík EKS 215a je možné využít pro smíšený provoz s ručními vozíky a osobami pohybujícími se ve skladu, jelikož díky integrovaným senzorům

pro ochranu osob zaručuje vysokou bezpečnost. Je vybaven Li-Ion baterií s funkcí automatického dobíjení, a proto je možné dosáhnout až 24 hodinového provozu. Díky své obratnosti vyžaduje menší manévrovací prostor a je také vhodný do úzkých uliček, ve kterých je efektivně naváděn díky přesné laserové navigaci s odrazkami umístěnými na trase. Disponuje dotykovým displejem, který usnadňuje interakci a je možné z něj, či z řídicího stanoviště, řídit jeho práci, zobrazit přehled o aktuálním stavu úkolů, zadat prioritní úkoly, pořadí zpracování zakázek či další specifické funkce. Pomocí rozhraní Jungheinrich WMS je možné ho napojit do stávajícího systému řízení skladu. Bez nákladu dosahuje rychlosti 7 km/h a s nákladem 5 km/h.



**Obrázek 6** EKS 215a

Zdroj: (7)

Automatický regálový zakladač EKS 215a lze provozovat v automatickém i poloautomatickém režimu. V plně automatickém režimu je díky indukčnímu vedení a RFID navádění schopný samostatně manévrovat a projíždět mezi uličkami pro splnění pracovních úloh. V poloautomatickém režimu šetří práci řidiče díky systému warehouseNAVIGATION, který slouží k přesnému dojezdu a nastavení polohy u skladovaného místa, což umožňuje zvýšení výkonu až o 25 %. Díky možnosti třístranného zakládání je vhodný pro práci ve velmi úzkých uličkách. Pro dosažení 24 hodinového provozu je možné ho vybavit proudovou kolejnicí a sběračem proudu, nicméně díky rekuperaci energie při spouštění a brzdění dosahuje nízké spotřeby energie. Komunikace vozíku s řídicími a vodícími systémy



probíhá pomocí WLAN a je možné zobrazení všech informací na řídicím pracovišti. Maximální rychlost v zatíženém i nezatíženém stavu je 10,5 km/h.



**Obrázek 7 EKV 514a**

Zdroj: (7)

Regálové zakladače jsou klíčovým prvkem automatizovaného paletového skladu, který zajišťuje rychlou a přesnou manipulaci se zbožím. Regálové zakladače Jungheinrich využívají moderní technologie a inteligentní řídicí systémy, které umožňují optimalizovat procesy ve skladu a snižovat náklady na provoz a údržbu. Jejich regálové zakladače jsou navrženy tak, aby vyhovovaly individuálním potřebám zákazníků a nabízely maximální flexibilitu a bezpečnost. Je možné je vybavit různými prostředky pro uchopování břemen pro různé hloubky paletových míst. Pro zvýšení využití skladové kapacity nabízí regálové zakladače s možností jízdy do zatáček.

Jungheinrich dále nabízí dva systémy pro dynamické skladování drobných dílů, a to výtahový regál – LRK a karuselový zakladač – PRK, které umožňují vysokou hustotu skladování na minimální odkládací ploše. Správa stavu zásob probíhá přes Jungheinrich WMS, který lze snadno začlenit do stávajícího skladového systému. Pro zajištění odběru správné jednotky je zde systém Pick-by-Light. Bezpečnost je zařízena zvedacími dvířky a světelnými závorami pro ochranu zboží i personálu.



**Obrázek 8** Karuselový zakladač - PRK

Zdroj: (7)

Karuselový zakladač PRK funguje na oběžném principu, kdy zboží postupně rotuje až k obslužnému otvoru, zatímco u výtahového regálu LRK dochází k výběru police se správnými díly a jejímu přesunu extraktorem a řídicí jednotkou rovnou k obslužnému otvoru. Výhodou výtahového regálu je jeho modulárnost, kdy je možné ho dodatečně navýšit či doplnit o další nádoby na produkty.



**Obrázek 9** Výtahový regál - LRK

Zdroj: (7)

### 3.1.2 Linde

„Česká pobočka Linde Material Handling zajišťuje pro své zákazníky komplexní podporu také v oblasti skladové automatizace. Zajišťuje veškeré činnosti od základního

konceptu, přes přípravu realizačního projektu až po samotnou implementaci, včetně softwarové podpory.“ (8) Mezi nabízené produkty pro automatizaci patří robotická pracoviště, automatizované skladování palet ESMARTSHUTTLE, autonomní robotické vozíky (AGV) a automatické skladování AutoStore.

Autonomní vozíky Linde jsou vybaveny optickým laserovým systémem s dosahem snímání až 30 metrů ve všech směrech, který je doplněn 3D kamerami pro monitorování bezprostředního okolí. Tento systém navigace nevyžaduje instalaci přidaných navigačních zařízení jako jsou vodící kolejnice či referenční body, čímž není tak nákladný pro implementaci a je flexibilnější při změnách v rozložení skladu. Vozíky jsou vybaveny volitelným příslušenstvím a lze je tak na míru přizpůsobit konkrétním požadavkům. O navigaci vozíků se stará software Supervisor, který optimálně koordinuje jízdni trasy a příkazy a je kompatibilní s běžnými WMS a ERP systémy. Nabídka autonomních vozíků Linde obsahuje sedm modelů.

**Tabulka 2** Automatické vozíky Linde

Typ	Maximální výška zdvihu	Maximální nosnost
<b>P-MATIC</b>	0 mm	5 000 kg
<b>L-MATIC</b>	1 924 mm	1 200 kg
<b>L-MATIC AC</b>	1 924 mm	1 600 kg
<b>K-MATIC</b>	10 800 mm	1 500 kg
<b>R-MATIC</b>	8 255 mm	1 600 kg
<b>C-MATIC</b>	60 mm	1 500 kg
<b>C-MATIC HP</b>	40 mm	1 000 kg

Zdroj: (8)

Z těchto vozíků by byly pro návrh této práce vhodné modely K-MATIC a R-MATIC vzhledem k jejich výšce zdvihu a nosnosti.

Autonomní regálový zakladač K-MATIC je vhodný pro využití ve velmi úzkých uličkách s šířkou pouhých 1,8 metrů, zatímco automatický retrak R-MATIC vyžaduje pracovní šířku uličky alespoň 3 metry. Pro svou navigaci nevyžadují instalaci dodatečných vodících kolejnic ani laserových reflektorů, protože bezpečné řízení vozíků je zabezpečeno laserovým a kamerovým systémem, který spolehlivě rozeznává překážky a osoby. Vozíky jsou vybaveny akustickým a vizuálním výstražným systémem pro zvýšení bezpečnosti ve smíšeném provozu. Díky integrovanému sledování vzdálenosti palet 3D kamerami

umožňují snadné nakládání a vykládání. Pro identifikaci palet lze vozíky vybavit čtečkou čárových kódů nebo RFID. Vozíky lze kdykoliv převzít do ručního provozu a stále využívat výhody automatického navádění či sledování vzdálenosti. Nevýhodou těchto vozíků je potřeba velmi hladkého pracovního povrchu.



**Obrázek 10 R-MATIC**

Zdroj: (8)

System ESMARTSHUTTLE je ideální pro sklady s velkou hustotou skladování. System se skládá ze dvou vozíků, Eshuttle (větší vozík) a Esatellite (menší vozík), a regálového systému, který je přizpůsobený pro práci těchto vozíků. Menší vozík projíždí regály pod paletami, které nakládá a přesouvá je na větší vozík, který je dále přesouvá na výdejní místo. Oba vozíky mohou vykonávat úkony nezávisle na sobě, což zvyšuje efektivitu a celkový výkon tohoto systému. Díky své flexibilitě lze systém snadno přizpůsobit stávajícímu uspořádání skladu a také ho lze využívat v módu LIFO nebo FIFO. (8)

### **3.1.3 Kardex**

Kardex je globálním průmyslovým partnerem pro intralogistická řešení a předním dodavatelem automatizovaných skladových řešení a systémů pro manipulaci s materiálem. Kompaktní a spolehlivá intralogistická řešení společnosti Kardex nabízejí skladování s vysokou hustotou na minimální ploše. Jejich modulární systémy jsou flexibilní a lze je přizpůsobit individuálním požadavkům pro skladování a logistiku.

Automatizované skladové systémy Kardex lze integrovat do stávajícího skladu, kde se dokáží přizpůsobit potřebám skladu a poskytnout tak efektivní a spolehlivé řešení

automatizace. Je možné je propojit se systémem řízení skladu a optimalizovat tok a vychystávání palet. Tyto systémy se skládají z kyvadlového vozu, který se pohybuje horizontálně i vertikálně podél zvedacího nosníku. Kyvadlový vůz nakládá a vykládá palety z regálů po obou stranách nosníku a dokáže manipulovat s různými typy a velikostmi palet.

Automatizovaný paletový zásobník MSequence nabízí vyšší kapacitu díky využití dvojité hloubky regálů. Je ideální pro aplikace v přepravních bufferech, protože dokáže třídít a řadit palety podle pořadí nakládky a zajistit přesné a rychlé dodání. Kardex MTower je efektivním řešením pro úzké, ale vysoké sklady a umožňuje skladování palet s vysokou hustotou. Systém Kardex MCompact využívá pohyblivých regálů, které jsou obsluhovány jedním zakladačem, což vyžaduje o 40 % méně podlahové plochy než běžné sklady.

Výhodou systémů Kardex je jejich rychlost a efektivita. V porovnání s běžnými koncepcemi skladování pomocí regálového zakladače mohou tyto systémy dosáhnout vyšší propustnosti a nižší spotřeby energie. Kyvadlový vozík se může pohybovat nezávisle na zvedacím nosníku, což zkracuje čekací dobu a zvyšuje flexibilitu. Navíc nabízí vysokou úroveň bezpečnosti a zabezpečení, protože jsou vybaveny senzory a kamerami, které monitorují provoz a zabráňují kolizím nebo poškození. (9)

### **3.1.4 Mecalux**

Mecalux je společnost s dlouhou historií a zkušenostmi v oblasti skladových systémů. Jejich cílem je poskytovat svým zákazníkům řešení na míru, která zvyšují jejich produktivitu a efektivitu. Nabízí širokou škálu produktů a služeb, od konvenčních skladových regálů, přes automatické sklady s roboty a softwarem, až po komplexní projekty skladové logistiky. Mecalux je lídrem na španělském trhu a jedním z nejvýznamnějších dodavatelů skladových systémů na světové úrovni. Jejich skladové systémy jsou navrženy tak, aby splňovaly potřeby různých odvětví a trhů.

Mecalux nabízí široký sortiment zakládacích jeřábů, které se dokážou přizpůsobit různým potřebám a požadavkům zákazníků. Zakládací jeřáby jsou moderní technologická řešení pro efektivní a bezpečné skladování materiálů. Tyto stroje pracují samostatně v uličkách skladu, kde podle pokynů řídicího softwaru vkládají nebo odebírají materiál z regálů, čímž se zvyšuje produktivita a snižuje riziko poškození nebo ztráty zboží. Jeřáby jsou navrženy tak, aby optimálně využívaly prostor a kapacitu skladu, a to i v náročných podmínkách, jako jsou mrazírny nebo vlhké prostředí. Jeřáby také pracují rychle a spolehlivě, což zkracuje časy cyklů a zlepšuje logistiku.

Dále Mecalux nabízí automatický systém Pallet Shuttle, což je inovativní řešení pro skladování palet v kompaktních regálech. Tento systém využívá automatické zakladače a zvedací mechanismy, které přepravují palety do a z regálových chodeb pomocí speciálního vozíku Pallet Shuttle. Tento vozík je ovládán softwarem Easy WMS, který zajišťuje efektivní řízení skladových procesů. Díky tomuto systému se zvyšuje kapacita skladování, snižují se náklady na manipulaci a zkracuje se doba potřebná pro nakládku a vykládku palet. Automatický systém Pallet Shuttle je ideální pro firmy, které potřebují skladovat velké množství palet stejného typu.

Posledním produktem pro automatizaci paletových skladů od firmy Mecalux je třístranný stohovací jeřáb na palety, který je moderním a efektivním zařízením pro automatizaci skladových procesů. Tento jeřáb dokáže manipulovat s paletami ve třech směrech: předním a dvou bočních. Díky tomu může snadno vkládat a vybírat palety z paletových regálů s maximální výškou 15 metrů. Tento systém nabízí mnoho výhod pro skladové hospodářství a automatizaci paletových regálů bez nutnosti zásadních změn v konstrukci skladu. Jeřáb se pohybuje na dvou kolejnicích umístěných na podlaze a nemá horní vodící kolejnici. To znamená, že se může instalovat v jakémkoli skladu, kde se používají systémové vozíky. Jeřáb snižuje pracovní náklady, jelikož nepotřebuje účast operátora a zároveň zvyšuje produktivitu a efektivitu skladu, jelikož optimalizuje všechny pohyby palet a snižuje počet chyb. Využití prostoru a kapacity skladu je efektivnější, jelikož jeřáb umožňuje skladovat palety od úrovně 0 a využít tak celou výšku regálů. Také dovoluje pracovat s různými typy a rozměry palet. Jeřáb eliminuje riziko úrazů a poškození zboží, jelikož operátoři nepracují na chodbách, a navíc je jeřáb navržen tak, aby minimalizoval opotřebení a spotřebu energie. Snadná integrace s dalšími systémy a programy umožňuje plnou kompatibilitu s automatickými dopravníky a skladovým informačním vybavením, jako je například Easy WMS, což umožňuje řídit celý sklad z jednoho místa. (10)

### **3.2 Návrh automatizace**

Návrh zavedení automatizace do skladu Stavebnin DEK Hradec Králové vycházel z analýzy dostupných systémů pro automatizaci a také ze stávajícího rozložení skladu. Největší slabinou aktuálního systému ve skladu Stavebnin DEK je nízké využití skladovací plochy, což díky automatickým systémům může být zlepšeno, jelikož tyto systémy umožňují práci v užších uličkách s větší přesností a bezpečností.

### 3.2.1 Výběr automatizovaného systému

Pro návrh možnosti zavedení automatizace byly autorem zvoleny autonomní vozíky od společnosti Linde, konkrétně model R-MATIC, jelikož umožňují práci v úzkých uličkách a nabízí automatický a poloautomatický režim práce, kdy jsou vozíky operovány autonomně či obsluhou skladu a stále nabízí funkce jako přesné navádění pro odběr palet a zajištění bezpečného provozu. Pro pokrytí potřeb skladu a zajištění dostatečné rychlé obsluhy by byly pořízeny 4 vozíky s možností zvýšení počtu v budoucnu. Tyto vozíky splňují všechny požadavky, co se týče nosnosti a výšky zdvihu a nabízí funkce jako snímání okolí, dynamické přizpůsobování rychlosti podle zatížení, automatické navádění, čtečku čárových a RFID kódů a další. Tento typ automatických vozíků nevyžaduje vybudování naváděcího systému, jako jsou například magnetické pásky, kolejnice či referenční body, jelikož navigace je zajištěna pomocí 3D kamer a laserového naváděcího systému. Nevýhodou těchto vozíků je potřeba velmi rovného povrchu, což krytý sklad již nabízí, ale nemohly by proto být využity i pro obsluhu otevřeného skladu, kde by byly stále využívány stávající vozíky. Dále by bylo potřebné vytvořit místa pro nabíjení těchto vozíků, jelikož se jedná o vozíky poháněné elektromotorem s akumulátory, které se musí dobíjet a není možné akumulátory jednoduše vyměnit. Nabíjení vozíků vyžaduje manuální připojení vozíků, ale je možné je vybavit modulem pro automatické nabíjení.

Autorem práce byly zváženy i ostatní systémy automatizace zmíněné v této práci, nicméně z důvodů jejich vysokých pořizovacích nákladů, nutnosti zásahu do budovy skladu či jejich nevýhodné aplikaci pro skladování stavebního materiálu nebyly z následujících důvodů využity.

Zakládací jeřáby od společností Jungheinrich, Mecalux a Kardex nabízející dobré využití skladovací plochy, ale nedosahují dostatečné rychlosti manipulačních operací pro zajištění rychlého výdeje, čím by byl výdej zboží zpomalen. Jejich systémy jsou vhodné pro sklady s vyšší výškou stropů nebo pro sklady s nižší obrátkovostí zboží. Aplikace těchto systémů je velice nákladná a vyžaduje vybudování pojezdových tratí pro jeřáby. Tyto systémy navíc neumožňují příjem a výdej z obou stran a nejsou tak vhodné pro průtokový systém, který je využíván ve skladu.

Systémy Pallet Shuttle nabízejí nejlepší využití skladovací plochy ze všech možností, ale jejich aplikace by byla užitečná pouze v malém měřítku pro nahrazení vjezdových regálů pro skladování zateplovacích polystyrenových desek. Tento systém je vhodný pro velké množství produktů stejného typu, což není aplikovatelné pro Stavebniny DEK Hradec Králové, které udržují pouze pár kusů palet skladových jednotek jednotlivých výrobků.

Posledním systémem zmíněným v práci jsou automatické sklady na drobné zboží od společnosti Jungheinrich, které by bylo možné využít pro skladování zboží v subskladu pro doplňkový materiál. Bohužel, i přes jejich modularitu, jsou tyto systémy určené pro menší objem zboží, než je momentálně skladován v subskladu. Navíc některé zboží překračuje rozměry, které umožňují tyto systémy skladovat, což by vyžadovalo zboží dále třídit a rozměrnější zboží oddělit a skladovat jinde v regálech.

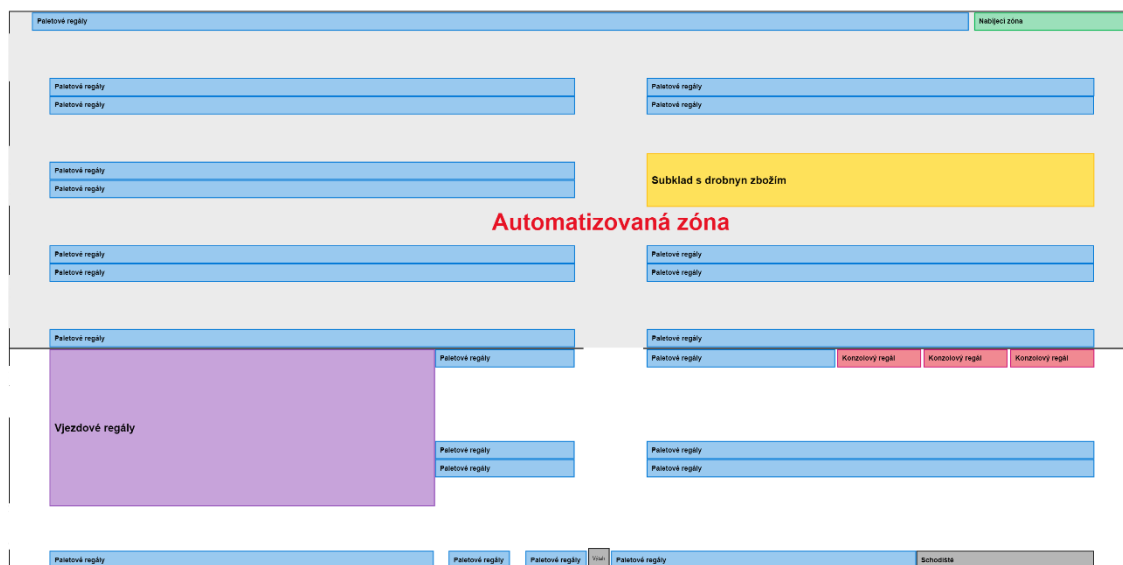
### **3.2.2 Řízení vozíků**

Vozíky by byly ovládány z dispečerského střediska, které je přilehlé ke krytému skladu a nachází se v zóně pro výdej. O řízení vozíků by se staral navigační systém Supervisor, který by mělo být možné napojit na stávající skladový systém Agenda společnosti DEK a v případě potřeby by mohl dispečer díky programu Warehouse Navigation Interface zasáhnout do práce vozíků a změnit pořadí úkonů. Rozpoznávání palet by bylo zajištěno díky možnosti vybavení vozíků čtečkou čárových kódů, kdy by byly vozíky schopny rozpoznávat jednotlivé palety a produkty na nich, jelikož dodavatelé Stavebnin DEK u většiny produktů uvádí čárové kódy, jak na jednotlivých výrobcích, tak na celých manipulačních jednotkách. U jednotek, které nejsou takto označené by skladník při příjmu nalepil čárový kód na paletu či na samotné zboží, pro rozpoznání automatickými vozíky.

### **3.2.3 Nové rozložení skladu**

V návrhu autor využil stávající rozdělení skladu pro vytvoření automatizované a neautomatizované zóny skladu. Nový návrh zachovává veškeré vstupy do skladu, ať už se jedná o boční vstupy z prodejny či všechny brány pro příjem a výdej zboží, výtah a schodiště, které jsou součástí skladovací plochy krytého skladu.





**Obrázek 11** Návrh rozložení skladu

Zdroj: Autor

### 3.2.4 Neautomatizovaná část

V neautomatizované části skladu by se skladovalo veškeré zboží, které neumožňuje být obsluhováno automatickými vozíky a vyžaduje speciální podmínky pro skladování, jako například vertikální skladování, zboží značně přesahující rozměry palet, volně ložené zboží, zboží vyrobené na zakázku a jiné. Také by do této části skladu byly přesunuty konzolové regály a vjezdové regály, což by snížilo množství skladových pozic paletových regálů v této části zhruba o 30 %. Vjezdové regály by byly uspořádány do jednoho uceleného bloku a mohly by být rozšířeny po uskladnění většího množství zboží. Šířka uliček by zůstala 5 metrů široká, jelikož z celkové šířky této části skladu by nebylo efektivně možné šířku uliček snížit pro vybudování místa pro více paletových regálů. Tato část skladu by byla obsluhována stávajícími vozíky, ale bylo by možné ji obsluhovat i novými automatickými vozíky v poloautomatickém režimu.

### 3.2.5 Automatizovaná část

Automatizovaná část skladu byla navržena pro zvýšení využití skladovacího prostoru, což bylo dosaženo snížením šířky uliček na 3,2 metrů. Nová šířka uliček by stále umožňovala práci více vozíků v jedné uličce a potencionálně by dovolovala možnost obsluhy stávajícími neautomatickými vozíky. Díky snížení šířky uliček a přesunutí vjezdových a konzolových regálů by bylo možné nainstalovat 6 nových řad paletových regálů, což by rozšířilo množství skladových pozic této části skladu o 50 %. Pro zajištění nabití vozíků a umožnění jejich práce

byla v návrhu vyhrazena zóna pro nabíjení v pravém horním rohu skladu, poblíž místa pro výdej, kde by se vozíky nabíjely, pokud by nebyly zrovna využívány.

### **3.2.6 Příjem a výdej**

Zóny pro příjem a výdej zboží zůstaly zachovány s výjimkou vytvoření válečkových tratí v konsolidační části pro doručování palet automatickými vozíky.

Příjem zboží by stále probíhal v zadní části skladu, na rampě pro příjem zboží, která má dobrý stav povrchu pro provoz automatických vozíků. Palety by zde byly po přijetí a kontrole rozděleny dle systému a následně uloženy na své stanovené skladové pozice vydané Agendou.

Pro výdej by vozíky byly využity pro odběr a doručení palet do zóny pro konsolidaci objednávek, kde by byly nově nainstalovány vyvýšené válečkové tratě, kam by byly palety dočasně uloženy. Válečkové tratě by zlepšily ergonomii odběru jednotlivých kusů výrobků z palet pro usnadnění práce skladníků a snížení nároků na manuální práci. Po konsolidaci objednávky by palety byly posunuty na konec tratě, odkud by byly opět odebrány a uloženy zpět do regálů.

### **3.2.7 Zhodnocení automatizace**

Návrh automatizace této práce by zvýšil efektivitu skladových operací zavedením autonomních vozíků, čím by došlo ke snížení množství práce skladníků. Dále by byla zvýšena bezpečnost manipulace s paletami a instalací vyvýšené válečkové tratě by byla zlepšena ergonomie při kompletaci objednávek. Kapacita skladu by byla navýšena díky snížení šířky uliček a došlo by k vybudování nových paletových regálů pro uložení většího množství zboží. Při výdeji zboží by se automatické vozíky staraly o obsluhu automatické části skladu a skladníci by obsluhovali pouze neautomatizovanou část skladu a otevřený sklad, čímž by došlo k zvýšení rychlosti výdeje. Zvolené vozíky by bylo možné také využívat pro obsluhu celého krytého skladu v poloautomatickém režimu, při kterém vozíky nabízejí funkci přesného navádění pro odběr palet a zvyšují tak bezpečnost manipulací.

## ZÁVĚR

Automatizace skladových procesů může mít různé podoby a je nutné ji přizpůsobit požadavkům a možnostem skladu a skladovaných jednotek. Jejím cílem je maximalizace efektivnosti skladových operací, a to zvýšením rychlosti práce, minimalizací chyb, zvýšením produktivity a snížením nákladů manuální práce. Zavedení automatického systému je však investičně velmi nákladná věc, u které je velmi důležité zvážit návratnost investice stejně jako její přínosy a mnohé nedostatky. Je důležité si uvědomit, že ne všechny operace mohou být již plně automatizované a zároveň nejsou automatické systémy vhodné pro všechny typy skladů, co se týče jejich velikosti či množství a typu skladovaných jednotek. I přesto má automatizace již v dnešní době mnoho využití a je jistou cestou do budoucna.

Cílem této práce bylo nalezení možností automatizace skladu Stavebnin DEK Hradec Králové. Byla provedena analýza skladu a nabízených automatických systémů. K návrh u automatizace byly zvoleny 4 autonomní vozíky R-MATIC společnosti Linde a bylo navrženo nové rozdělení skladu na automatizovanou a neautomatizovanou část. V automatizované části obsluhované autonomními vozíky byla snížena šířka manipulačních uliček na 3,2 metrů, což umožnilo zvýšit počet regálových sestav a celkový počet skladových pozic až o 50 %. Do neautomatizované části skladu, která byla vyhrazena pro zboží neumožňující obsluhu autonomními vozíky, byly přesunuty vjezdové a konzolové regály, čímž došlo ke snížení skladových pozic v této části zhruba o 30 %. Tento návrh by umožňoval snížení práce skladníků, zrychlení výdeje zboží, zvýšení počtu skladovaných jednotek, zvýšení bezpečnosti manipulace s paletami a zrychlení výdeje zboží.

## POUŽITÁ LITERATURA

- (1) BARTHOLDI, John J. a Steven T. HACKMAN. *WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE* [online]. 0.98.1. Atlanta, 2019 [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://www.warehouse-science.com/book/index.html>.
- (2) LAMBERT, Douglas M., James R. STOCK a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0504-0.
- (3) SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005. Business books (CP Books). ISBN 80-251-0573-3.
- (4) GROS, Ivan. *Velká kniha logistiky*. Vydání: první. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN isbn978-80-7080-952-5.
- (5) *Dek* [online]. Dek a.s., 2023 [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/pobočka-hradec-kralove/>
- (6) *Mapy.cz* [online]. © Seznam.cz, a.s. [cit. 2023-05-1].
- (7) *Jungheinrich* [online]. Jungheinrich, 2023 [cit. 2023-04-1]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/>
- (8) *Linde: Automatizace* [online]. Linde, 2023 [cit. 2023-04-1]. Dostupné z: <https://www.linde-mh.cz/cs/Intralogistika/Automatizace/>
- (9) *Kardex: Automated Storage and Retrieval Systems (ASRS)* [online]. Zurich: Kardex, 2023 [cit. 2023-04-1]. Dostupné z: <https://www.kardex.com/en/applications/storage-retrieval>
- (10) *Automatizované zakladače palet* [online]. Mecalux, 2023 [cit. 2023-04-1]. Dostupné z: <https://www.mecalux.cz/skladove-riesenia/automaticky-sklad-palety>

## **SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1	Automatické vozíky Jungheinrich .....	31
Tabulka 2	Automatické vozíky Linde.....	35

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obrázek 1</b>	Stavebniny DEK Hradec Králové .....	23
<b>Obrázek 2</b>	Aktuální rozložení skladu .....	27
<b>Obrázek 3</b>	Subsklad pro drobné zboží .....	28
<b>Obrázek 4</b>	Paletové regály .....	29
<b>Obrázek 5</b>	Vjezdové regály .....	30
<b>Obrázek 6</b>	EKS 215a .....	32
<b>Obrázek 7</b>	EKX 514a.....	33
<b>Obrázek 8</b>	Karuselový zakladač - PRK .....	34
<b>Obrázek 9</b>	Výtahový regál - LRK.....	34
<b>Obrázek 10</b>	R-MATIC .....	36
<b>Obrázek 11</b>	Návrh rozložení skladu .....	41

## SEZNAM ZKRATEK

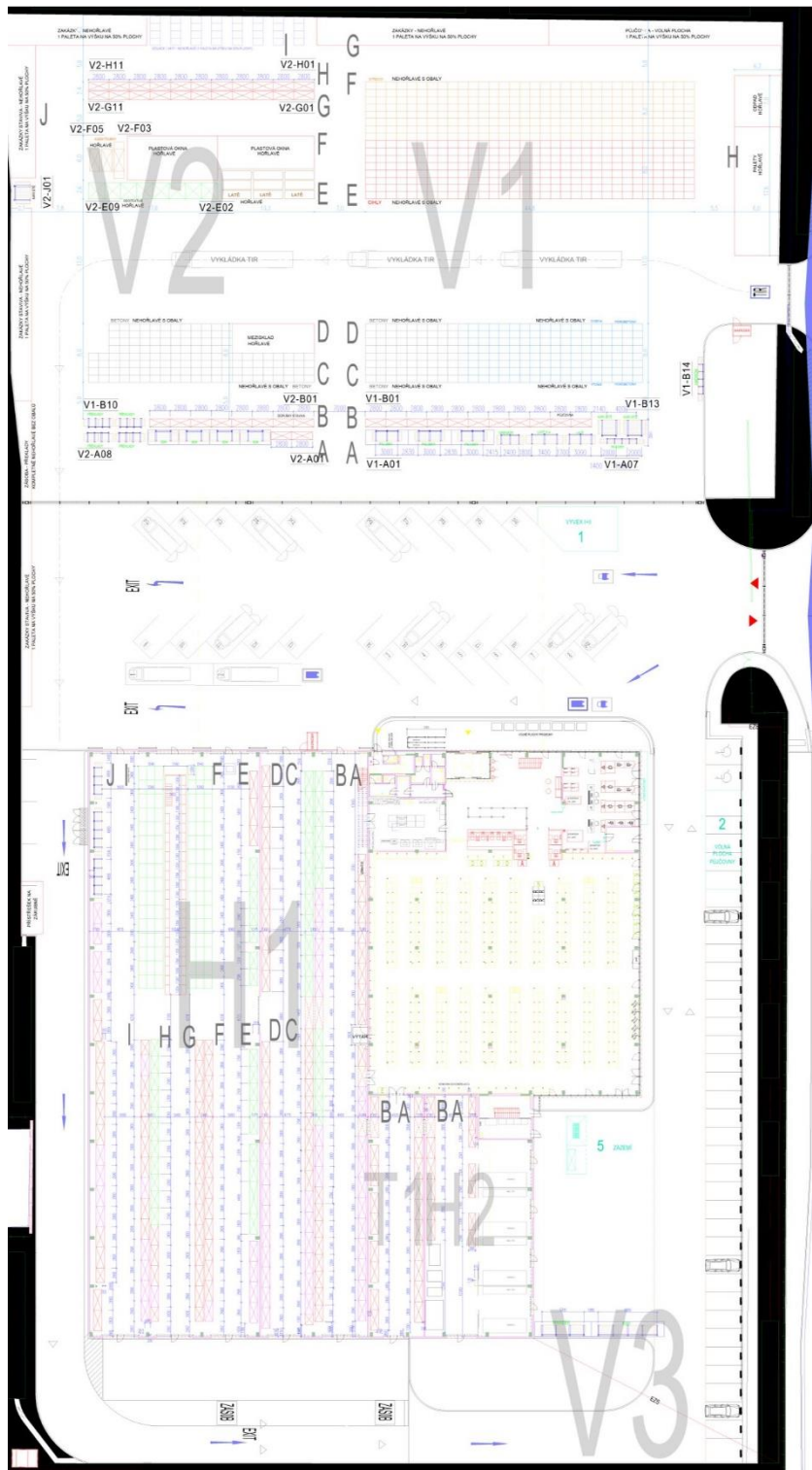
AGV	Automated Guided Vehicle Automaticky naváděné vozidlo
ERP	Enterprise Resource Planning Systém plánování podnikových zdrojů
FIFO	First In First Out První dovnitř první ven
LIFO	Last In First Out Poslední dovnitř první ven
RFID	Radio Frequency Identification Radiofrekvenční identifikace
QR	Quick Response Code Kód rychlé odezvy
WLAN	Wireless Local Area Network Bezdrátové místní síť
WMS	Warehouse management system Systém řízení skladu

# **SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha A** Detailní schéma skladu







Zdroj: Autor