

**Vysoká škola technická a ekonomická
v Českých Budějovicích**

Diplomová práce

Bc. Jaroslav Szlachta

2021

**Vysoká škola technická a ekonomická
v Českých Budějovicích**

Ústav technicko-technologický

**Optimalizace logistických a výrobních
procesů ve vybrané firmě**

Autor diplomové práce: Bc. Jaroslav Szlachta

Vedoucí diplomové práce: Ing. Monika Karková, PhD.

České Budějovice, 2021



VYSOKÁ ŠKOLA TECHNICKÁ A EKONOMICKÁ V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Akademický rok: 2020/2021

Student: Bc. Jaroslav Szlachta

UČO: 20761

Program: Dopravní technologie a spoje

Obor: Logistické technologie

Téma práce: Optimalizace logistických a výrobních procesů ve vybrané firmě

Téma práce anglicky:

Vedoucí práce: Ing. Monika Karková, PhD.

Zadání: Cílem práce je na základě kritické analýzy současného stavu logistických procesů identifikovat problémové oblasti a navrhnout optimální řešení.

Literatura:

Souhlasím se zadáním (podpis, datum):

.....
Bc. Jaroslav Szlachta
student

.....
Ing. Monika Karková, PhD.
vedoucí práce

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval/a samostatně pouze s použitím uvedených zdrojů.

V Českých Budějovicích, 5.května 2021

vlastnoruční podpis

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí své diplomové práce paní Ing. Monice Karkové, Ph.D. za odborné rady, ochotné a vstřícné jednání při řešení této práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při studiu na vysoké škole.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá optimalizací logistických a výrobních procesů ve vybrané firmě, kde je v teoretické části popsána logistika, logistické řetězce a jejich optimalizace, logistika skladování, základní funkce skladu a jeho optimalizace, charakteristika AGV systémů, druhy vozíků a jejich navigací, bezpečnostní prvky AGV, QR kódy a jejich specifikace a korekce chyb. V aplikační části je na základě kritické analýzy současného stavu logistických problémů seznámeno s charakteristikou společnosti, jejím materiálovým tokem výroby, aktuálním stavem logistického centra. Touto analýzou byly určeny výzkumné problémy, které byly předměty návrhů optimálního řešení distribučního centra.

Klíčová slova

Logistika, AGV vozíky, automatizace, QR kódy

Abstract

This diploma thesis deals with the optimization of logistics and production processes in a selected company, where the theoretical part describes logistics and logistics chains and their optimization, warehousing logistics, basic warehouse functions and its optimization, characteristics of AGV systems, types of trucks and their navigation, safety AGV elements, QR codes and their specifications and error correction. In the application part, based on a critical analysis of the current state of logistics problems, he is acquainted with the characteristics of the company, its material flow of production, the current state of the logistics center. This analysis identified research problems that were the subject of proposals for the optimal solution of the distribution center.

Key Words

Logistics, AGV trucks, automation, QR codes

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl práce	9
3 Teoretická část	10
3.1 Logistika.....	10
3.2 Cíle logistiky	11
3.3 Logistické náklady	13
3.4 Logistické řetězce a jejich optimalizace.....	13
3.5 Logistika skladování a její základní funkce	15
3.5.1 Vztah skladování a logistiky	16
3.5.2 Druhy skladů	17
3.5.3 Automatizace skladu	18
3.6 Charakteristika AGV systému.....	18
3.6.1 Typy automatizovaných vozíků	19
3.6.2 Navigace automatizovaných vozíků.....	20
3.6.3 Řízení AGV vozíků.....	22
3.6.4 Pohon AGV vozíků.....	22
3.6.5 Bezpečnostní prvky	23
3.7 QR kódy	24
3.7.1 Historie QR kódů	24
3.7.2 Specifikace QR kódů.....	25
3.7.3 Korekce chyb	27
3.8 Výzkumný problém.....	28
3.9 Metodika práce.....	29
4 Aplikační část.....	30
4.1 Charakteristika společnosti	30
4.1.1 Historie Chlumčanských keramických závodů	31

4.1.2 Chlumčanské keramické závody v současnosti	33
4.2 Technologické postupy výroby obkladů a dlažeb	34
4.2.1 Příprava hmoty	34
4.2.2 Příprava glazur	37
4.2.3 Výroba dlažby	38
4.2.4 Finální operace	39
4.3 Aktuální stav Logistického centra	40
4.3.1 Program SappyWMS	44
4.4 Identifikace problému	45
4.5 Návrh 1 zavedení AGV vozíků do logistického centra	46
4.5.1 Výrobci AGV vozíků a zakladačů	46
4.5.2 Srovnání vozíků a zakladačů	53
4.5.3 Výpočet počtu automatizovaných vysokozdvížných vozíků	54
4.5.4 Výběr nejvhodnějšího dodavatele AGV vozíků	56
4.5.5 Náklady na nasazení AGV vozíků do distribučního centra	58
4.5.6 Aktuální náklady na provoz distribučního centra	59
4.5.7 Návrh návratnosti nákladů za pořízení vozíků	60
4.6 Návrh 2 zavedení QR kódů do výroby a logistického centra	61
4.6.1 Aktuální stav značení QR kódů	61
4.6.2 Srovnání čárových a QR kódů	62
4.6.3 Tvoření QR kódů	63
4.7 Diskuse výsledků a návrhy opatření	66
5 Závěr	67
Seznam zdrojů	69
Seznam použitých zkratk	72
Seznam tabulek, obrázků a grafů	75
Přílohy	77

1 Úvod

Manipulace a skladování zboží patří k jedním z nejdůležitějších procesů v průmyslu. Průmyslové společnosti se snaží tyto procesy co nejvíce automatizovat a eliminovat tak lidský faktor zahrnutý v těchto procesech. Zaměstnanci společností jsou jak jen to jde maximálně nahrazovány automaticky řízenými vozíky. Tyto vozíky dokáží plně nahradit zaměstnance a za pomoci nejmodernějších technologií i s maximální přesností zvýšit efektivitu a rychlost práce. Zároveň se tak minimalizuje počet chyb při skladovacích procesech způsobený lidským faktorem.

Z těchto důvodů se tato diplomová práce zabývá optimalizací logistických procesů ve vybrané společnosti Lasselsberger,s.r.o.. Jeden z výrobních závodů, jež byl vybrán se nachází v Chlumčanech u Plzně a vyrábí obkladové dlažby. Dalším důvodem při výběru tématu a společnosti této diplomové práce bylo bývalé zaměstnání autora práce ve společnosti Lasselsberger,s.r.o. a s tím spojeným povědomím o problémových oblastech ve společnosti.

V první části je popsána logistika, logistické řetězce a jejich optimalizace, logistika skladování, základní funkce skladu a jeho optimalizace, charakteristika AGV systémů, druhy vozíků a jejich navigací, bezpečnostní prvky AGV, QR kódy a jejich specifikace a korekce chyb. V aplikační části je na základě kritické analýzy současného stavu logistických problémů seznámeno s charakteristikou společnosti, jejím materiálovým tokem výroby, aktuálním stavem logistického centra. Touto analýzou byly určeny výzkumné problémy týkající se vysokých nákladů na provoz distribučního centra spojené s velkým počtem zaměstnanců, vysokým počtem pronajatých vysokozdvihných, vidlicových, plynových vozíků a velkým množstvím reklamací. Důvodem velkého množství reklamací může být lidská chybovost a problémy při načítání čárových kódů, kterými je hotové zboží označeno. Řešením optimálních návrhů těchto problémů v aplikační části byla automatizace distribučního skladu a náhrada čárových kódů jiným druhem označování výrobků. Na závěr této práce byla provedena diskuze výsledků a návrhů opatření.

2 Cíl práce

Cílem práce je na základě kritické analýzy současného stavu logistických procesů identifikovat problémové oblasti a navrhnout optimální řešení.

3 Teoretická část

V teoretické části této diplomové práce budou popsány teoretické poznatky a informace získané při tvorbě této práce z odborné literatury uvedené v seznamu zdrojů na konci diplomové práce.

3.1 Logistika

Existuje spousta definic vztahujících se k pojmu logistika. Stručně ale můžeme říci, že se logistika věnuje přesunu všech druhů materiálů a zboží z místa, kde se vyrobí do místa, kde se následně spotřebovává a s tím vším souvisejícím informačním tokem. Týká se to všech částí oběhového procesu, jako jsou: řízení zásob, doprava, manipulace se zbožím a materiálem, distribuce, balení a skladování. Logistika zahrnuje také informační, komunikační a řídicí systémy. Úkolem logistiky je zajištění správných materiálů a zboží ve správný čas na správném místě, v požadované kvalitě, s příslušnými informacemi a s odpovídajícím finančním dopadem. (Drahotký, Řezníček, 2003)

Podle filozofických slovníků z doby kolem roku 1985 je logistika jiným jménem pro symbolickou logiku a matematickou logiku. Matematická logika, symbolická logika a logistika označují jeden a ten samý vědecký obor, a to moderní formální logiku. V roce 1966 slovník cizích slov rozlišoval dva významy. První symbolická logika užívala matematických metod a formulí. Druhá v terminologii nějakých západoevropských zemí označení pro soubor zařízení v hlubokém týlovém území, které slouží pro armádu jako prostor pro výcvik, materiálové vybavení, sklady zásob a další. (Sixta, Mačát, 2005)

Od devatenáctého století pak bylo možné setkat se s pojmem logistika ve vojenství, který zajišťoval úplně všechny potřeby vojska, zásobování zbraněmi, potravou, municí. Logističtí důstojníci připravovali mnoho vojenských akcí a kontrolovali pohyby vojenských jednotek. Dále se potom jako předmět zkoumání logistika objevila až na počátku dvacátého století. A to konkrétně v souvislosti s podporou obchodní strategie podniku a dosahováním užité hodnoty času a místa. (Drahotký, Řezníček, 2003)

„Výrazná pozornost se začala věnovat logistice po druhé světové válce, zpočátku především v USA. Efektivní distribuce a zásobování významně přispěly k úspěchu spojenců. Zásobovací problémy vedly k širokému používání matematických metod pro řešení procesů se zásobováním spjatých. Tyto metody našly své uplatnění po válce v podnikové logistice, ať už se jedná o

určení optimálního množství produkce, rozmístění skladů, či problémy spojené s dopravou a jejími náklady. “(Drahotký, Řezníček, 2003, str.2)

Důvodů pro uplatnění logistiky do hospodářské sféry bylo velké množství. Především bylo velice důležité vyřizovat pořad složitější distribuční a výrobní procesy. Bylo potřeba zajišťovat návaznost jednotlivých dílčích procesů tak, aby se využívaly co nejefektivněji všechny kapacity. Stále se zvětšovala náročnost a požadavky na dopravu. Optimalizace zásobování mohla snižovat prostředky v zásobách vázané. (Drahotký, Řezníček, 2003)

Významnost logistiky obecně nonstop roste spolu se zvětšující se globalizací. Společnosti jsou vystavovány velice silným tlakům ze strany konkurence a logistika v této situaci zastává strategické postavení. Napomáhá zdokonalování zákaznického servisu, na který se od začátku devadesátých let klade důraz nejvíce. Umožní snížení nákladů a tím dosažení vyšších zisků. Účinnost logistiky se zvětšuje se zlepšováním informačních technologií. Pro největší úspěšnost logistiky je nezbytný systémový přístup. Chápání vzájemných souvislostí je klíčové při zvětšování efektivity systému jako celku. (Drahotký, Řezníček, 2003)

3.2 Cíle logistiky

Cíle logistiky podniku se můžou charakterizovat ze dvou stran, kdy na jedné straně vychází z celopodnikové globální strategie a pomáhá naplňovat cíle celého podniku a na straně druhé se musí zabezpečovat požadavky zákazníků na služby a zboží s požadovanou úrovní, a to při minimálních celkových nákladech. (Horáková H. 1999)

Nejhlavnější kritéria můžeme členit na cíle logistiky, jejich oblast působení ať už vně nebo uvnitř podniku a způsoby měření jejich výsledků ekonomickým vyjádřením nebo výkonem. (Horáková H. 1999)

Mezi nejdůležitější cíle logistiky se zahrnují cíle:

- výkonové,
- vnější.

Sekundární cíle logistiky zahrnují cíle:

- ekonomické,
- vnitřní.

Logistické cíle vnější se zaměřují především k uspokojení přání zákazníků, kteří je uplatňují na trh. To přispěje k udržení, popřípadě i k dalšímu rozšíření realizovaných služeb. Do této skupiny vnějších logistických cílů je možné zařadit:

- zkracování dodacích lhůt,
- zvyšování objemu prodeje,
- zlepšování pružnosti logistických služeb neboli flexibility,
- zlepšování spolehlivosti a úplnosti dodávek.

(Sixta, Mačát, 2009)

„Významným logistickým požadavkem je zabezpečení spolehlivosti a úplnosti dodávek. Faktor času je v logistice nejdůležitější ukazatel. Jednotlivé články logistického řetězce na sebe musí přesně navazovat. Přesné dodržování těchto časových návazností přispívá ke snížení nároku na skladování nebo dokonce jeho odstranění (s výjimkou minimálních pojistných zásob). Zajištění úplnosti dodávky je nutným logistickým požadavkem, který je zajištěn tvorbou co nejhodnějších manipulačních jednotek a použitím vhodných přepravních pomůcek.“ (Sixta, Mačát, 2009, str. 20)

Cíle logistiky vnitřní se orientují na minimalizování nákladů při dodržování splňování vnějších cílů. Jde o tyto náklady:

- na dopravu,
- na zásoby,
- na skladování a manipulaci,
- na řízení,
- na výrobu.

Cíle logistiky výkonové zabezpečují požadovanou úroveň služeb tak, aby množství požadovaného zboží nebo materiálu bylo vždy ve správném množství u správného zákazníka, jakosti a druhu, ve správný čas na správném místě. (Sixta, Mačát, 2005)

Cílem ekonomickým v logistice je zabezpečování těchto služeb s přiměřenými náklady, které jsou minimální vzhledem k úrovni jejich služeb. V praxi jejich větší úroveň zajišťuje větší zájem zákazníků, současně také zvětšuje náklady, které na jejich zákazníky působí naopak. Z toho důvodu má snahu zabezpečit logistické služby s optimálními náklady. Takové náklady poté odpovídají ceně, jakou ještě je zákazník ochoten za velkou kvalitu zaplatit. (Sixta, Mačát, 2009)

3.3 Logistické náklady

Dříve se veškeré činnosti obchodních i výrobních společností odvíjeli od ceny, kterou si vytvářel sám výrobce. V dnešní době již tato obchodní politika nefunguje. Nyní cenu většinou neurčuje prodejce zboží, ale určuje ji konkurenční boj, tedy ji určuje konkurence. Cena není, matematicky vyjádřeno, veličinou závislou. Má-li být výrobní podnik funkční, tam musí generovat určitý zisk, který musí dále investovat. Na základě této skutečnosti, promítnuté do matematického vyjádření:

$$\textit{náklady} = \textit{cena} - \textit{zisk}$$

Jednoznačně matematickou mluvou říká, že náklady jsou veličinou závislou. Ekonomicky můžeme druhou rovnici interpretovat takto: „Jestli chce společnost přežít, musí své náklady minimalizovat tak, aby dosáhly maximálně hodnoty ceny zboží.“ (Sixta, Mačát, 2005)

Logistika, která má nejmenší náklady je takový stav, při kterém se dosažením dané úrovně zákaznického servisu snižuje součty všech logistických nákladů. Pro velice úspěšnou implementaci analýzy nákladových vazeb, ale musí mít management k dispozici daná data o jednotlivých typech nákladů. Management by neměl sám stanovovat politiku velikosti a obratu zásob svévolně, však na základě výborných znalostí o nákladech za udržování zásob o souhrných nákladech celého logistického systému a o nutné strategii zákaznického servisu.

Sledování logistických výkonů a nákladů v podrobném členění může přinést:

- správné zaúčtování,
- zviditelnění položky,
- kvalifikované rozhodnutí.

(Sixta, Mačát, 2005)

3.4 Logistické řetězce a jejich optimalizace

Logistický řetězec je jeden z nejdůležitějších pojmů v logistice. Označujeme jím dynamické propojování trhu spotřeby s trhy materiálů, surovin a dílů v jeho nehmotném a hmotném aspektu, které vychází od objednávky konečného zákazníka. Respektive které se váže s konkrétní zakázkou, výrobkem, druhem či skupinou výrobků. (Pernica, 2004)

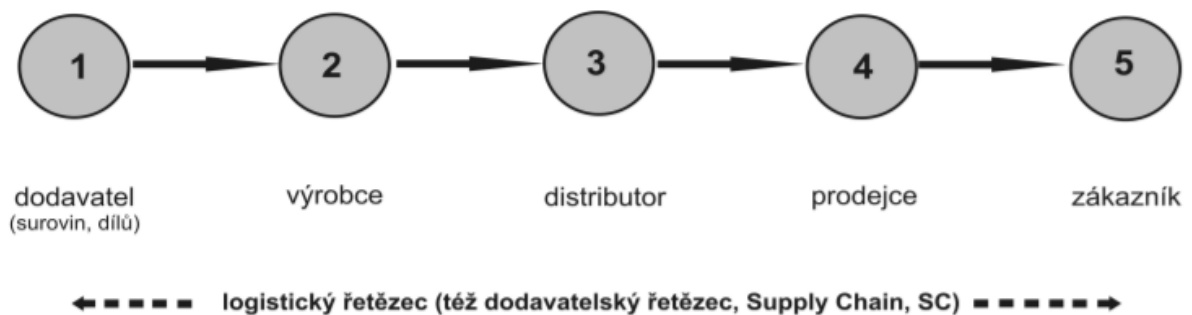
Logistické řetězce zahrnují průmyslové výrobní postupy, které se typicky skládají z provozních materiálů a pomocných látek, surovin, dále také z dílů a skladebných skupin, které zajišťují formou

poddodávek z jiných průmyslových podniků a je nutné, aby byly zajištěny zásobovacím útvarem podniku. Od této doby jsou v systému závislé na požadavky výroby. (Bernd, Kortschak, 1997)

Logistické řetězce jsou tvořeny jednotlivými články. Jimi mohou být s přihlédnutím ke zvolené rozlišovací úrovni:

- v obchodě: velkoobchodní a maloobchodní sklady, prodejny, nebo
- větší celky: různé terminály, logistické areály, budovy, plochy a překladiště,
- v dopravě: letiště, námořní přístavy, železniční stanice,
- ve výrobě: výrobní díly, mezisklady a sklady, továrny, popřípadě jejich dílny.

Obrázek 1: Logistický řetězec



Zdroj: https://theses.cz/id/ezcfs3/Poskytovatele_logistickych_sluzeb_v_CR.pdf

Při řízení dodavatelského řetězce jde o koordinaci toku materiálů a informací od dodavatele surovin k finálnímu zákazníkovi, což je k vidění na obrázku č. 1.

Optimalizace logistických řetězců

Optimalizace logistických systémů musí být hlavně měřitelná. Není nutné, aby se jednalo o finanční kritéria jako zvýšení obrátu. Způsob jak zaútočit proti celkovému plýtvání v organizaci nabízí filozofie Lean management. Plýtvání se všemi zdroji se v logistice projevuje velice patrně. Plýtvání, která nastávají v logistice:

- nadměrná spotřeba obalových materiálů,
- nadměrná spotřeba maziv a pohonných hmot,
- nedostatek pokrytí skladovací plochy,
- nadměrné zásoby,
- prostoje ve výrobě a další.

(Novotný,2015)

Pokud je potřeba logistické procesy optimalizovat, tedy hledat způsoby, jak ušetřit za náklady a zamezit plýtvání, je nutné strategicky rozhodnout, jestli není na místě udělat reengineering kompletního logistického procesu. Metodicky vzato, je to reengineering ve smyslu restrukturalizace, synchronizace, totální koordinace a celková optimalizace řetězce (supply chain) mezi konečné zákazníky, výrobci a jejich dodavateli, včetně poskytovatelů služeb. Efektem toho je redukce zásob, snížení nákladů a tím uvolnění kapitálu. (Novotný,2015)

3.5 Logistika skladování a její základní funkce

Skladování je jednou ze základních částí celého logistického systému. Skladování je spojující článek mezi zákazníky a výrobci. Skladování také zabezpečuje skladování produktů jako jsou hotové výrobky, díly a suroviny v místech, kde vznikají a místem kde se spotřebovávají a poskytují celému managementu informace o stavu rozmístění a podmínkách skladových produktů. Sklady zajišťují překlenutí času a prostoru. Obchodní zásoby zboží zajistí plynulé zásobování zákazníků a výrobní zásoby zajistí plynulost ve výrobě. (Sixta, Mačát, 2005)

V rámci skladování přicházejí v úvahu tyto hlavní rozhodovací akce:

- vybavenost skladu včetně správy a řízení skladů,
- cizí nebo vlastní skladování,
- centralizace a rozsah skladů,
- stanoviště skladu,
- úroveň zboží uskladněných ve skladu.

(Sixta, Mačát, 2005)

Základní funkce skladování

Přesun produktů:

- **Příjem zboží** – vybalení, vyložení, aktualizace záznamů, překontrolování průvodní dokumentace, kontrola stavu zboží.
- **Transfer či ukládání zboží** – uskladnění, přesun produktů do skladu a jiné přesuny.
- **Kompletace zboží podle objednávky** – přeskupování produktů podle požadavků zákazníka.
- **Překládka zboží** – překládka zboží neboli cross-docking z místa příjmu do místa expedice, vynechání uskladnění.
- **Expedice zboží** – kontrola zboží podle objednávek, úpravy skladových záznamů, zabalení a přesun zásilek do dopravního prostředku.

Uskladnění produktů:

- **Přechodné uskladnění** – uskladnění nezbytně nutné pro doplnění základních zásob.
- **Časově omezené uskladnění** – týká se to nadměrných zásob – nárazníkové zásoby. Důvody držení: spekulativní nákupy, úprava výrobků, kolísavá poptávka, sezónní poptávka, zvláštní podmínky obchodu.
(Drahotský, Řezníček, 2003)

Přenos informací:

Přenosy informací se týkají stavu zásob, umístění zásob, stavu zboží v pohybu, vstupních a výstupních dodávek, využití skladových prostor, personálu, zákazníků, elektronická výměna dat, technologie QR a čárových kódů.

Využití technologie QR a čárových kódů velice výrazně usnadňuje evidenci zboží ve skladu. Po načtení QR nebo čárového kódu se zobrazují informace o daném druhu zboží či materiálu, které je automaticky přičteno nebo odečteno na sklad. (Drahotský, Řezníček, 2003)

„Osobní počítače hrají při výměně dat důležitou úlohu. Nejrůznější informační systémy značně urychlují, zefektivňují a zkvalitňují přenos informací, potřebných k zajištění všech funkcí skladování. Nepostradatelné je v této oblasti pochopitelně propojení počítačů do sítí.“ (Drahotský, Řezníček, 2003, str. 20)

3.5.1 Vztah skladování a logistiky

Všechny podniky nepoužívají sklady k tomu, aby dosahovaly co nejnižších celkových logistických nákladů při zajištění vysoké úrovně zákaznického servisu. K vylepšení současné situace společnost musí uvažovat nad všemi nákladovými vazbami. Není možné doporučit daný matematický postup, podle jakého bychom potom byli schopni snižovat celkové náklady. Pouze je možné důrazně upozorňovat na velice širokou škálu faktorů, které veškeré náklady ovlivňují a rozlišují se případ od případu. Mezi faktory, které ovlivňují strategii skladování, můžeme zařadit tyto:

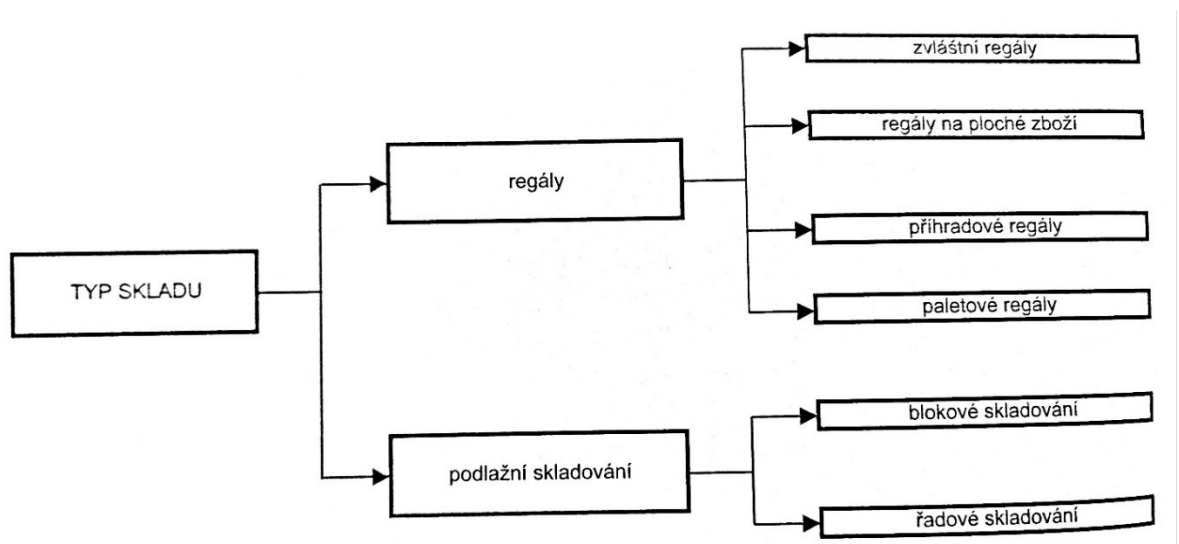
- odvětví,
- dostupnost kapitálu,
- podniková globální strategie,
- charakter výrobků – kazitelnost, rozměry, výrobní řady, míra zastarávání a možnosti substituce,

- konkurenci,
 - ekonomické podmínky,
 - sezónnost poptávky,
 - použitý výrobní proces,
 - použití přístupů JIT případně dalších logistických technologií.
- (Sixta, Mačát, 2009)

3.5.2 Druhy skladů

Sklady, lze rozdělovat podle celé řady různých kritérií. Nejrozsáhlejší dělení je základní dělení jednotlivých druhů skladů nebo dělení podle různých typů skladů, což můžeme vidět na obrázku č.2.

Obrázek 2: Typové rozdělení skladů



Zdroj: Sixta, Mačát, 2005, str. 150

Ze strany logistiky je jedním z nejdůležitějších rozdělování skladů postavení skladu v hodnotovém procesu. Dá se tak hovořit o skladech na straně vstupu jako zásobovací sklady, sklady určené k předzásobení mezi všemi stupni výrobního procesu, mezisklady a sklady na výstupu z výrobního podniku jako jsou odbytové sklady vyrovnávající časové rozdíly mezi odbytem a výrobou. (Sixta, Mačát, 2005)

3.5.3 Automatizace skladu

Automatizace skladu musí respektovat aktuální trendy. Vedle hospodárnosti daného systému proto vzniká otázka, jestli se zvládne budoucí rozmanitost položek, průtok zásob skladem a vývoj zásob. Odpovědi bývají pro jednotlivé druhy skladů (obchodní sklad, sklad hotových výrobků, výrobní sklad).

Výrobní sklady by se měli zmenšovat vlivem toho, jak opatřuje zásoby systém JIT na velice rychlý vyrovnávací zásobník s malou zásobou. Oproti tomu sklady hotového zboží by měl růst s uvažováním sezónně kolísající poptávky. Také uvnitř skladů jsou rozdíly podle rychlostí obrátů položek kategorií A, B a C. (Sixta, Mačát, 2005)

„Uvedená hlediska přirozeně nejsou nová. U připravovaných reorganizačních opatření je trend zkoumat vlastní provozní situaci v tom ohledu, zda místo univerzálních skladů pro všechny existující úkoly nejsou přiměřenější specializované metody pro jednotlivé úseky a funkce s ohledem na náklady a na potřebné výkony. Pak by se také mohlo dařit lépe než dosud respektovat hledisko optimalizace objemu jak při návrhu, tak při skladování interně a mezipodnikově používaných skladových a přepravních jednotek. Neměl by se přepravovat ani skladovat vzduch.“ (Sixta, Mačát, 2005, str.153)

3.6 Charakteristika AGV systému

Nonstop zvětšující se poptávka po zboží tvoří nátlak na výrobní firmy k vyšší a mnohem rychlejší produkci výrobků. Z toho důvodu se velice často upouští od běžného skladování obrovského množství materiálu a přecházejí na zásobování krátkodobé. Zde se zapojuje systém automaticky naváděných vozíků. Díky těmto vozíkům se může efektivně snížit čas manipulace s materiálem, zvětšit přesnost nebo eliminovat například lidské zranění a tím snížit náklady na nákladech na mzdy zaměstnanců. Automaticky vedené vozíky, dále jen AGV, což v angličtině znamená Automatic Guided Vehicle jsou vozidla, která jsou samoobslužná a mají vlastní pohon. V současnosti jsou to nejvíce rozvíjející se typy manipulačních jednotek, a to převážně ve výrobních halách a velkých skladech. (Arvind, 2011)

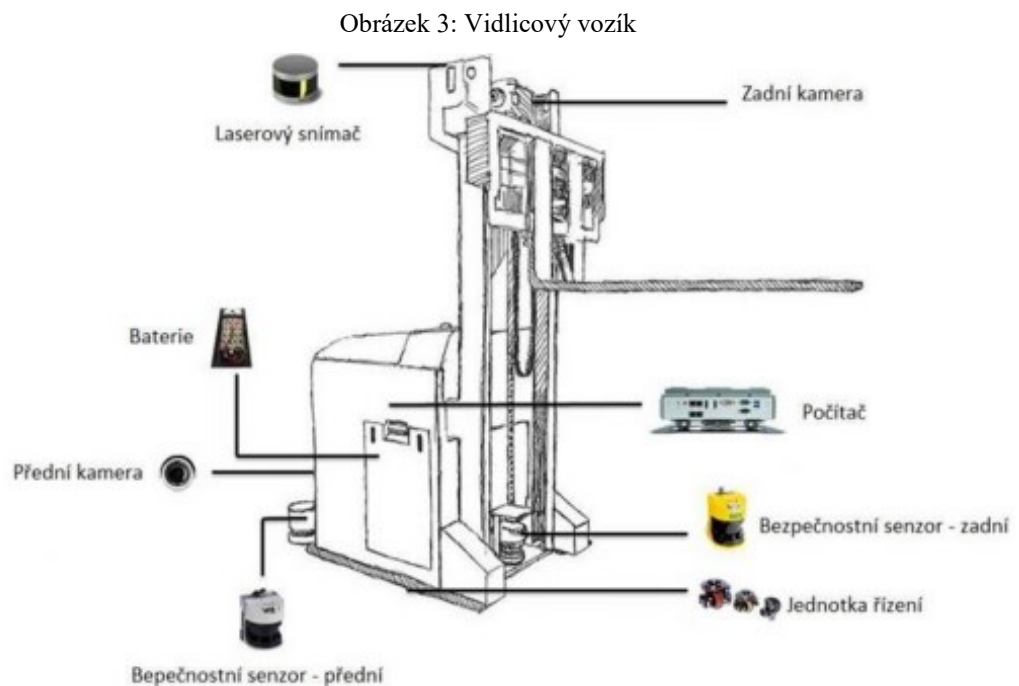
3.6.1 Typy automatizovaných vozíků

Vozíky AGV existují úplně stejně tak jako motorizované vozíky, které mají obsluhu v různých provedení. Hlavním rozdílem je v tom, že obsluha je nahrazena navigačním systémem, kamerami a bezpečnostními senzory.

Mezi vyráběné typy patří:

- **Vidlicové vozíky**

Tyto vozíky se používají k manipulaci s materiálem v prostorech skladu a následnému třídění do určitých sektorů ve skladu. Nejhlavnější částí AGV vidlicových vozíků je zdvihací jednotka. Tato zdvihací jednotka se skládá ze zdvihacího rámu a nosiče vidlí, který má dvě ližiny s různě nastavitelnou roztečí. Vidlice na vozíku mohou směřovat ve směru jízdy nebo do strany vozidla. Nejčastějším nákladem, pro který se tyto vozíky používají jsou palety s různým nákladem. Různé druhy AGV vidlicových vozíků se používají na různé operace. (Palka, 2020)



Zdroj:https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/76961/PalkaP_AnalyzaPodminek_DS_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Vysokozdvížné vidlicové vozíky
- Nízkozdvížné vidlicové vozíky
- Automatizované tahače
- Vozíky s palubním dopravníkem
- Podjížděcí automaticky naváděný tahač

3.6.2 Navigace automatizovaných vozíků

Jedna z možností jak AGV vozíky rozdělit je druh navigace. Hlavními úkoly navigace jsou určit jako:

- na jakém místě se vozík nachází,
- co vozík musí udělat, aby dorazil v bezpečí do cíle,
- na jaké místo má AGV vozík pokračovat, když narazí na něco kvůli čemu by musel změnit svůj směr.

(Ullrich, 2011)

AGV vozíky se pohybují v rámci pokynů pevného souřadnicového systému, což může představovat například výrobní hala nebo sklad. Souřadnicový systém AGV vozíků je připevněn na samotném vozíku a to obvykle ve prostředku vozíku, nebo v jeho těžišti případně ve prostředku jedné nápravy. Tenhle mobilní souřadnicový systém nepopisuje pouze pohyb vozíků, ale popisuje spíše pohyb ve vztahu k vozíku. Globální souřadnicový systém, který se nazývá také pevný souřadnicový systém má počáteční bod v jednom z rohů nebo na stropě haly. AGV vozík je potom provozován jen v oblasti globálního souřadnicového systému.

Souřadnice ve vertikální poloze většinou slouží pouze k určení výšky vozíku. Pokud je mezipatrová doprava, tak lze hodnotu vertikálních souřadnic zjednodušit jen na čísla pater. (Ullrich, 2011)

AGV navigace dělíme na:

- Navigace s řídicími prvky umístěnými na podlaze
 - a) Navigace optická
 - b) Navigace indukční pasivní
- Navigace s řídicími prvky umístěnými v podlaze
 - a) Navigace indukční aktivní
 - b) Navigace magnetická
- Navigace satelitní (GPS)
- Navigace laserová

(Ullrich, 2011)

Navigace laserová

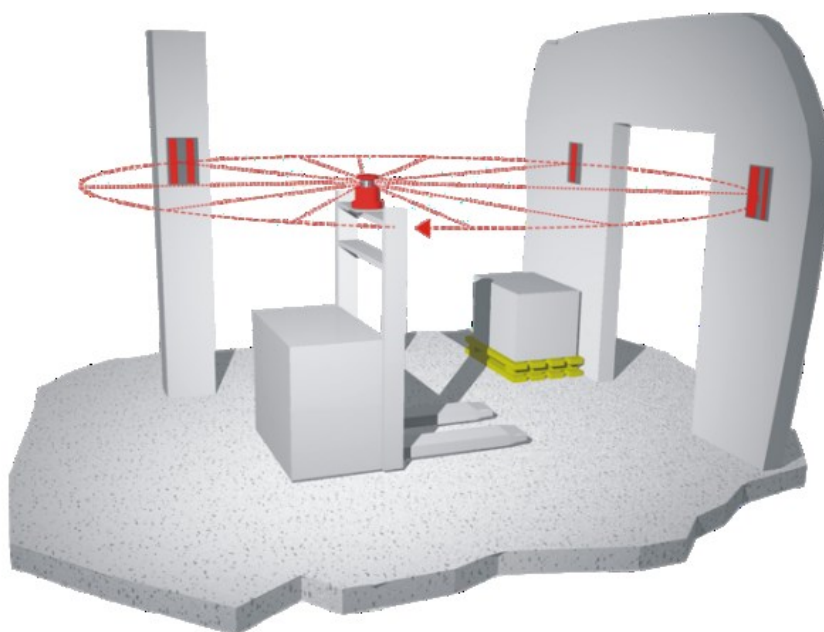
Nejvýznamnějším představitelem volné navigace je laserová navigace, která je také jedním z hlavních konkurentů magnetické navigace a můžeme ji vidět na obrázku č. 4.

Aby laserové navigace fungovaly správně je potřeba na sloupy a stěny umístit reflektory v úrovni nad hlavami pracovníků. V závislosti na používaném postupu s přímým měřením vzdálenosti nebo bez ní musí být vždycky viditelné minimálně dva nebo tři reflektory. Z vozíků jsou posílány laserové paprsky, kterými skenují okolí. Paprsky odrážené od reflektorů snímá laserový snímač a měří tak průběžně polohu jednotlivých reflektorů vůči vozíku. Poloha vozíku je ve formě souřadnic zpracovávána počítačem vozíku, který neustále upravuje odchylky od naprogramované trasy. Tyto odchylky mohou být způsobeny různými zatíženími, opotřebením kol, tolerancemi vozíku atd. (Ullrich, 2011)

Trasa, kterou má vozík jezdit je do paměti vozíku naprogramována, popřípadě je vytvořena takzvanou výukovou jízdou. Při výukové jízdě si vozík ukládá do své paměti trasu, po které se pohybuje.

Laserová navigace je velice přesná a při jejím zavádění do výrobních hal nebo skladů není potřeba nic zadělovat do podlahy. Na druhé straně je potřeba na sloupy a stěny rozmístit reflektory. V hodně členitých prostorech můžou mít laserové navigace nějaké problémy, které bývají řešeny kombinací s magnetickou navigací. Systémy kombinace navigací se nazývá multinavigace, která využívá nejvhodnější druh navigace v závislosti na jejich poloze. (Ullrich, 2011)

Obrázek 4: Navigace laserová



Zdroj: <https://www.goetting-agv.com/solutions>

3.6.3 Řízení AGV vozíků

Systémy řízení automatizovaných AGV vozíků jsou složeny ze softwarových a hardwarových částí. Celý tento systém řízení AGV vozíků je ovládán počítačovým programem, který funguje na jedno nebo více počítačů najednou. Řídící program hromadně řídí automatizované AGV vozíky a začleňuje je do celého chodu podniku. Tyto vozíky mezi sebou navzájem komunikují na základní úrovni nebo mezi sebou nekomunikují vůbec a také samy nevykonávají vůbec žádná rozhodnutí. Rozhodnutí za AGV vozíky vykonává jim nadřazený řídicí systém. Komunikace mezi nadřazeným systémem a vozíkem je zprostředkována sítí LAN. LAN bezdrátové kontaktní systémy neposkytují jen komunikaci mezi vozíky a řídicími systémy, ale je do nich také možné vložit nástroje pro ovládání dalších periferních zařízení jako jsou automatické otevírání dveří, výtahů. Řídící systémy získávají informace z výrobních linek, na základě kterých je schopen vyhodnotit, zda je nutné například odebrat břemeno. (Ullrich, 2011)

3.6.4 Pohon AGV vozíků

AGV vozíky pohánějí elektromotory. Tyto elektromotory se mohou napájet přes akumulátorové baterie nebo přes vysokofrekvenční kabely.

Akumulátorové baterie

Akumulátorové baterie se v dnešní době používají skoro u všech automatizovaných vozíků, protože jejich velkou výhodou je velice vysoká flexibilita a mobilita při jejich práci. Velkou nevýhodou je však velká hmotnost akumulátorových baterií, kterou se dá využít jako protiváhu především u vysokozdvizných vozíků. Další nevýhodou může být jejich dobíjení a výměna. U automatizovaných vozíků to ale není takový problém, jelikož je možné si vybrat mezi několika různými druhy jejich dobíjení. (Kozel, 2017)

Druhy nabíjení AGV vozíků:

- Automatická výměna baterií – výměna baterie se uskutečňuje automaticky bez přítomnosti obsluhy.
- Poloautomatická výměna baterií – výměna baterie se uskutečňuje při přítomnosti obsluhy.
- Trickle chargé neboli mezidobíjení – jestliže je vozík neaktivní nebo je baterie vybitá, tak zajede do dobíjecí stanice a sám se automaticky připojí k dobíjecí stanici.

(Kozel, 2017)

3.6.5 Bezpečnostní prvky

AGV automatizované vozíky se velice často pohybují mezi jinými dopravními prostředky a lidmi, z těchto důvodů musí být vozíky vybaveny bezpečnostními prvky, které eliminují veškerá rizika vzniku kolize. Tyto bezpečnostní prvky musí odpovídat bezpečnostním normám. Z bezpečnostního hlediska je legislativa v Evropské unii nejpřísnější na světě. (Ullrich, 2011)

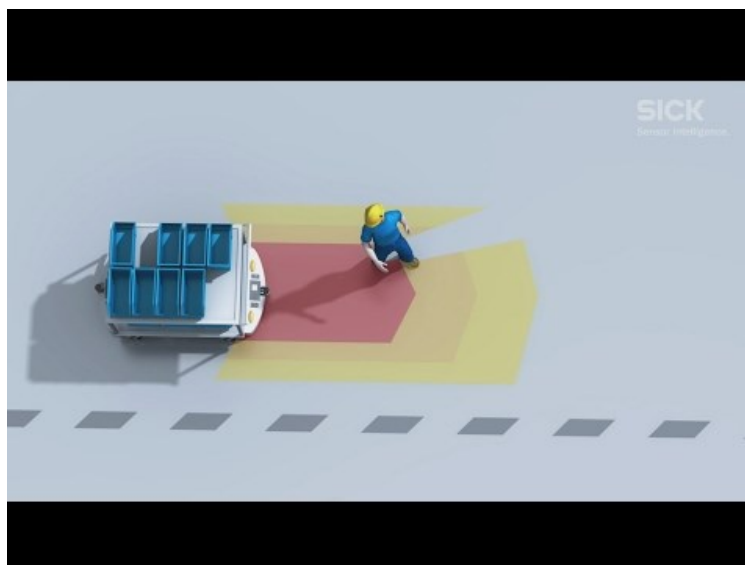
Velice důležité je, aby vozík informoval jeho okolí o provozu vozíku. Pro tyto účely mají AGV vozíky kombinaci akustických varovných signálů s optických varovných signálů jako jsou otočná výstražná světla. Jsou tam zahrnuty také blinkry, které značí změnu směru trasy stejně jako u automobilů, ale na rozdíl od automobilů s akustickou podporou. (Ullrich, 2011)

Stejně tak jako musí mít všechny stroje, tak i AGV vozíky musí mít nouzový vypínač. Takový nouzový vypínač musí být snadno přístupný a dostatečně pro každého viditelný. Pokud je nouzový vypínač aktivován, tak AGV vozík okamžitě zastaví a zůstane zastaven, do té doby, než je vypínač zresetován. (Ullrich, 2011)

Velice důležitým je systém ochrany osob. Takový systém musí zajistit spolehlivé rozpoznání osob nebo objektů umístěných v cestě vozíku a jeho nákladu. Pokud systém rozpozná nějakou překážku, tak musí AGV vozík přizpůsobit svoji rychlost nebo úplně zastavit a předejít tak nějakému poškození předmětů nebo zranění osob. Mechanické ochranné systémy jsou navrženy jako měkké pěnové a plastové nárazníky, které reagují na jakýkoliv kontakt. Bezkontaktní senzory skenují oblasti v okolí vozíku za použití radaru, ultrazvuku, laseru, infračerveného záření nebo kombinací několika těchto technologií. (Ullrich, 2011)

Na obrázku č. 5 je k vidění AGV vozík, který monitoruje svoje okolí. Vozík rozpoznává tři vzdálenosti nebezpečí. V první žluté zóně vozík zaregistruje osobu nebo předmět, který se nachází v jeho cestě a je připraven zareagovat. Pokud se osoba nebo předmět dostane do druhé oranžové zóny, tak vozík okamžitě a znatelně sníží svoji rychlost. A pokud se osoba nebo předmět dostanou do třetí červené zóny, tak vozík okamžitě zastaví do doby, než se předmět či osoba nevzdálí alespoň do první žluté zóny. (Ullrich, 2011)

Obrázek 5: Bezpečnostní zóny



Zdroj: <https://www.sick.com/cz/cs/bezpecnostni-systemy-a-reseni/bezpecnostni-systemy/safe-agveasy/c/g412755>

Mechanické nezávislé provozní brzdy zajišťují zastavení vozíků. Provozní nezávislé brzdy jsou udělány tak, že nejsou aktivovány do té doby, dokud jim je dodávána energie. Jestliže je potřebné v případě nebezpečí vozík zastavit, tak musí dojít k přerušení dodávky energie, což způsobí okamžité brždění. Je to opačný princip, než jaký se využívá u standartních brzd v automobilovém průmyslu. (Ullrich, 2011)

3.7 QR kódy

Velice jednoduše řečeno jde o velký čtverec skládající se z bílých a černých bodů. Po naskenování tohoto čtverce příslušnou čtečkou dojde k dekodování informací v něm na sérii alfa-numerických znaků. V dnešní době již dokáže QR kódy číst každý mobilní telefon nebo tablet do kterého je možné stáhnout aplikaci pro čtení QR kódů a je vybavený fotoaparátem. Tato aplikace naskenované znaky převede na textovou zprávu, internetovou adresu nebo vizitku a zobrazí je. (Kršková, 2014)

3.7.1 Historie QR kódů

Již v šedesátých létech devatenáctého století byl v Japonsku obrovský ekonomický růst, kdy jsme v obchodech mohli narazit na obrovskou škálu zboží. Používali se již systémy pokladen, které měly nevýhodu zavádění všech kódů jednotlivě ručně, což mělo za následky zdravotní problémy prodavaček, které tyto kódy zaváděly. Řešením jak tento problém vyřešit bylo zavádění čárových kódů na obaly všech výrobků. Když prodejci načtli optickým senzorem čárový kód, tak

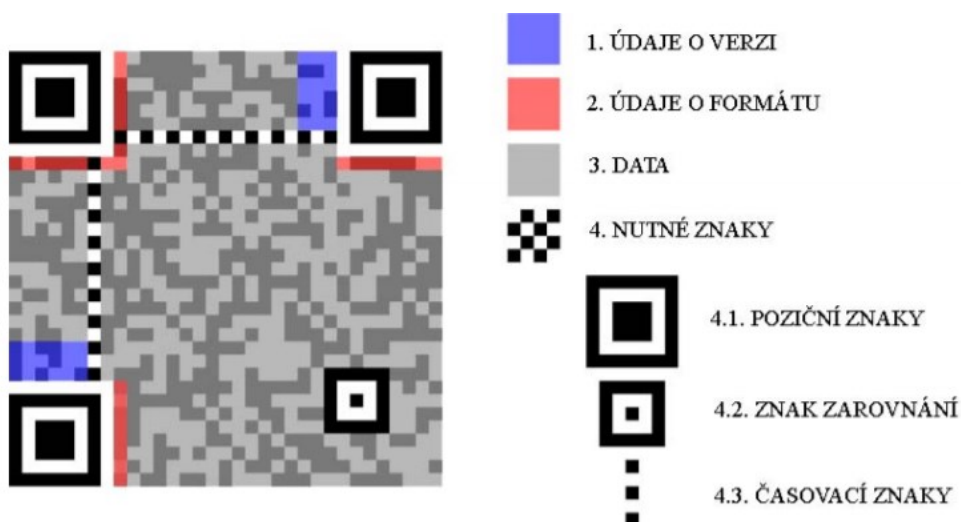
došlo k načtení daného kódu a informací okamžitě do počítače. Postupem času byly nároky na tyto kódy čím dál tím větší a kapacita dvaceti znaků jim pomalu začala přestávat stačit.

Prodejci se proto obrátili na společnost Denso, která v té době vyvíjela běžné čárové kódy. Prodejci na ně měli požadavky na větší kapacity optických kódů a načítání různých znaků. Po mnoho pokusech a omylů byl v roce 1994 vyvinut první QR kód, který pojmul až sedm tisíc znaků s dodatečnou pamětí. Také tyto první QR kódy uměly zakódovat text, který byl napsán tradičním japonským písmem. Nejen, že tento kód obsahoval mnohem větší počet znaků, ale také dokázal oproti čárovým kódům načítat informace desetkrát rychleji. Největším rozdílem však bylo, že čárové kódy je možné zakódovat pouze jedním směrem, ale QR kódy je možné zakódovat informace dvěma směry dolů a nahoru. Nejzásadnějším krokem pro rozšíření těchto 2D QR kódů bylo rozhodnutí společnosti Denso neuplatnit jejich práva a nechat je volně přístupnými, i přesto, že na něj získali patent. (History of QR Code, 2014)

3.7.2 Specifikace QR kódů

QR kódy jsou tvořeny několika pevně danými zónami, které v sobě nesou informace o verzích kódů, typech dat a jejich formátech. Například se jedná o tři velké čtverce, které používá čtečka ke správnému zaměření kódů. Díky těmto čtvercům může čtečka přečíst kódy v jakémkoliv úhlu a směru otočené. V dalších oblastech kódů jsou samotná zakódovaná data. Struktura 2D QR kódů je vyobrazena na obrázku č. 6 společně s detailními popisky co jednotlivé sekce znamenají. (Melichar, 2016)

Obrázek 6: Podrobné schéma rozložení dat v QR kódu



Zdroj: https://is.muni.cz/th/njgiw/BP_Panakova.pdf

Mezi nejpoužívanější formáty dat, které podporují generátory, patří následující:

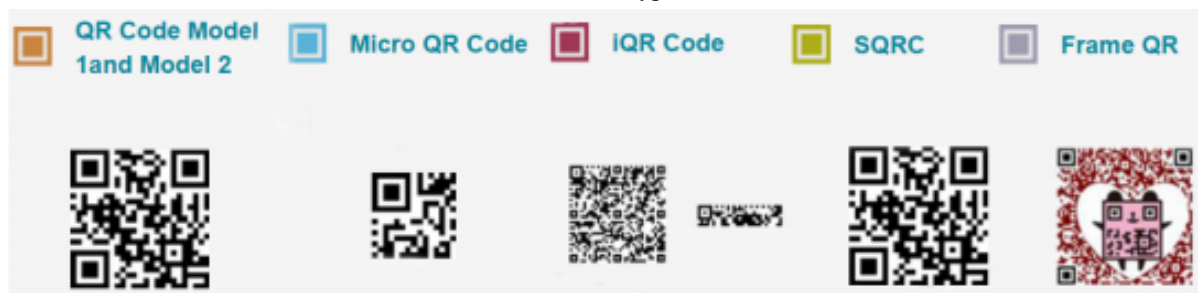
- prostý text,
- SMS zpráva – umožňuje ukládat informace jako předmět SMS zprávy a telefonní číslo,
- GPS souřadnice,
- telefonní čísla,
- email – umožňuje ukládat informace jako je zpráva, předmět a adresa příjemce,
- URL adresa,
- vizitka – umožňuje ukládat informace jako adresa, email, telefonní číslo, jméno a příjmení.

QR kódy existují v několika různých verzích a až čtyřiceti různých velikostech. Především se od sebe liší počtem modulů, což je úplně nejmenší prvek QR kódů. Jeden bílý čtvereček odpovídá logické nule a jeden černý čtvereček odpovídá logické jedničce. Úplně nejmenší QR kód obsahuje 21x21 modulů, naopak ta úplně největší obsahuje 177x177 modulů. Při každé vyšší verzi se u QR kódů navyšuje počet modulů o 4 ve vertikálním a o 4 moduly v horizontálním směru. Můžeme říci, že verze kódů určuje množství dat, které se na něj mohou uložit. (Melichar, 2016)

Mezi nejčastěji používané typy QR kódů vyobrazené na obrázku č. 7 patří:

- **QR kódy Model 1 a 2** – je to základní verze kódů a zároveň je také největší verzí, model 1 je původní verze a má maximální velikost 14, což je 73x73 modulů a model 2 je vylepšená původní verze a má maximálně velikost 40, což je 177x177 modulů.
- **Micro QR kód** – největší rozdíl oproti modelu 2 je v počtech zaměřovacích bodů. Model 1 a 2 potřebuje tři zaměřovací body a Micro QR kódu stačí jen jeden zaměřovací bod. Díky omezení počtu zaměřovacích bodů, a tedy i menší plochy největší verze obsahuje jen 17x17 modulů.
- **iQR Code** – tyto kódy mohou mít obdélníkový tvar místo klasického čtvercového tvaru, dokáže pojmout velké množství dat a má velikost 61, což odpovídá až 422x422 modulů.
- **SQRC** – ten typ se hodí pro správu interních informací, jelikož má omezené typy dat, které může zakódovat.
- **Frame QR** – je to typ QR kódu, který má v sobě plátno, na tomto plátně mohou být umístěny například další text nebo obrázky. Tato vlastnost umožňuje QR kódům zvětšit vyjadřovací schopnost. Tento kód ale zvládne ukládat mnohem méně dat než Model 2. (Melichar, 2016)

Obrázek 7: Přehled typů QR kódů



Zdroj: Melichar, 2016

3.7.3 Korekce chyb

QR kódy v sobě mají umístěny ochranu proti poškození a z toho důvodu můžeme QR kód, který je částečně poškozený přečíst. Jednotlivé verze QR kódů mají určitou maximální přenosovou kapacitu, která je závislá na množství a typech dat a úrovni korekce chyb.

Korekce chyb je schopnost obnovit data QR kódu v případě, že kód je poškozen nebo znečištěn. V závislosti na prostředí, v kterých se QR kódy provozují, tak existují čtyři úrovně korekce chyb. Konkrétně to jsou úrovně L, M, Q a H. Čím větší je úroveň korekce QR kódu, tím se zvětšuje schopnost korekce chyb, ale snižuje se tím datová kapacita QR kódů. Funkce korekce chyb je u QR kódů implementována přidáním Reed-Solomon algoritmům k původním datům. QR kódy mohou být přečtené při maximálně 30% poškození. Následující tabulka č. 1 ukazuje schopnost oprav chyb u jednotlivých úrovní. (Kršková, 2014)

Tabulka 1: Schopnost opravy chyb u jednotlivých úrovní

Úroveň	Schopnost opravy chyb v %
Úroveň L (Low)	Schopnost opravy 7 % znaků.
Úroveň M (Medium)	Schopnost opravy 15 % znaků.
Úroveň Q (Quartile)	Schopnost opravy 25 % znaků.
Úroveň H (High)	Schopnost opravy 30 % znaků.

Zdroj: vlastní

3.8 Výzkumný problém

Výzkumným problémem této diplomové práce je aktuální stav distribučního centra ve vybrané společnosti. Problémem jsou zejména vysoké náklady na provoz distribučního centra spojené s velkým počtem zaměstnanců a vysokým počtem pronajatých vysokozdvížných, vidlicových, plynových vozíků. Dalším důvodem vysokých nákladů může být vysoká chybovost zaměstnanců, která je spojená se spoustou reklamací ze strany zákazníků. Důvodem chybovosti je chyba při načítání čárových kódů na obalech hotových výrobků nebo na zabalených paletových jednotkách, kdy čárový kód nejde z důvodu poškození, špatného natisknutí nebo ušpinění načíst a zaměstnanec tak musí dohledávat podle číselných kódů potřebná data v počítači při čemž zřejmě nejčastěji nastává chyba. Výzkumnou otázkou tedy je, jak by se daly snížit vysoké náklady a eliminovat chyby spojené s reklamacemi.

Výzkumným problémem v této diplomové práci tedy je optimalizace distribučního centra. Jehož řešením by měla být automatizace distribučního skladu, která by měla zajistit jak snížení nákladů na provoz distribučního centra, tak reklamace u zákazníků spojené s lidským faktorem při jakékoliv práci. Posledním řešením výzkumného problému by mělo být minimalizování chybovosti při načítání čárových kódů nebo náhrada čárových kódů jiným druhem označování výrobků.

3.9 Metodika práce

Aplikační část je zaměřena na optimalizaci vybrané společnosti. Nejdříve je vybraná společnost charakterizována a proveden popis materiálových toků od přivezení potřebných materiálů dodavatelem přes výrobu, zabalení a uskladnění až po distribuci hotových výrobků. Všechna potřebná data v aplikační části byla získána buď z internetových zdrojů nebo z interních zdrojů získaných vlastním pozorováním a konzultacemi s technologi a vedoucím distribučního centra při prohlídce vybrané společnosti.

Pro výběr nejvhodnějšího dodavatele AGV vozíků byla využita rozhodovací metoda (Vzor způsobu rozhodování nabídek), která byla převzata z portálu Operačního programu výzkumu a vývoje pro informace a způsob jakým probíhá určování jednotlivých hodnocení a následně vyhodnocení je popsán v příloze č. 1.

Všechny specifické vzorce použité v aplikační části této Diplomové práce byly za pomoci matematických a fyzikálních vzorců, logického myšlení vytvářeny a definovány všechny části intuitivně a nemají jasnou strukturu.

4 Aplikační část

Aplikační část této diplomové práce byla vytvořena podle zadaného cíle práce kritická analýza současného stavu společnosti v části 4.1 a 4.2. Obě tyto části vycházejí ze získaných informací buď z internetových zdrojů, které jsou uvedeny ve zdrojích nebo z interních zdrojů získaných vlastním pozorováním a konzultacemi s technologií a vedoucím distribučního centra při prohlídce vybrané společnosti.

Na základě konzultací a pozorování při prohlídce společnosti byly identifikovány problémové oblasti logistických procesů a v Návrhu 1 a Návrhu 2 byl určen návrh optimálního řešení těchto problémových oblastí logistických procesů.

4.1 Charakteristika společnosti

Vybraná společnost Lasselsberger, s.r.o. je jediný výrobce keramických dlažeb a obkladů v České republice a zároveň se také řadí k jedním z největších výrobců obkladových materiálů v Evropě. Tato společnost rozvíjí a zachovává tradici české značky RAKO už 138 let. Díky spolupráci značek RAKO OBJECT, RAKO SYSTÉM, RAKO HOME společnost pokrývá téměř jakékoliv potřeby zákazníků v oblasti keramických obkladů a dlažeb. (RAKO, 2021)

RAKO HOME reprezentuje velice široký sortiment keramických dlaždic a obkladaček včetně funkčních a dekoračních doplňků pro kompletní řešení koupelny, kuchyně a podlahy bytových interiérů, ale i terasy, balkony a schodiště v exteriéru. RAKO HOME respektuje individuální přístup k zákazníkům, načerpává inspiraci současných trendů v souladu s náročnými požadavky na kvalitu.

RAKO OBJECT nabízí projektantům, architektům a odborníkům ucelený systém vzájemně se doplňujících sérií se zaměřením na velmi vysoké technické požadavky. Jejich přednosti jsou díky velice bohatému sortimentu i tam, kde jsou požadavky vytvořit architektonické koncepty podle atypického řešení.

RAKO SYSTEM doplňuje komplexní nabídky stavebních chemií pro systémové aplikace v oblasti přípravy podkladu, lepení, spárování, údržby a čištění. Nabídky zahrnují materiály pro přípravu podkladu, hydroizolační stěrky, lepicí a spárovací hmoty, ale i přípravky na údržbu a čištění obkladů doporučené značkou RAKO. (RAKO, 2021)

Lasselsberger, s.r.o. v ČR působí od roku 1998, kdy koupila majoritní podíl v keramických závodech v Chlumčanech a jejich prostřednictvím i akciovou společnost Calofrig v Borovanech.

Jedním z dalších členů této nově vznikající skupiny se o rok déle stala akciová společnost Keramika v Horní Bříze a potom Kemat Skalná s.r.o.. Největší dynamický vývoj společnosti pokračoval akvizicí společnosti Cemix Čemín s.r.o., který roku 2002 byl zakončen získáním společnosti RAKO. Roku 2004 proces přeměny skončil. Na přelomu roku 2007 a 2008 došlo k rozdělování společnosti do nových subjektů samostatně podnikajících v oblasti výroby keramických dlažeb a obkladů, v oblasti úpravy a těžby surovin a ve výrobě omítkových a maltových směsí a pastovitých omítek. Nyní ve společnosti pracuje kolem 1600 zaměstnanců v pěti výrobních závodech: Chlumčanech, Borovanech, Lubné u Rakovníka, Horní Bříze a Podbořanech. (RAKO, 2021)

Obrázek 8: Logo společnosti LASSELSBERGER s.r.o.



Zdroj: <https://www.rako.cz/>

Tato diplomová práce se bude zabývat pouze výrobním závodem v Chlumčanech společnosti Lasselsberger, s.r.o., proto v další části charakteristiky společnosti bude seznámení pouze s tímto závodem.

4.1.1 Historie Chlumčanských keramických závodů

Keramická výroba se v Chlumčanech datuje od roku 1873, kdy Oberreit Gustav, saský podnikatel, objevil při hledání uhlí kaolinovou hlínu. Oberreit o ni ale neměl zájem, tak jeho objev využili čeští podnikatelé Pečka a Čermák. Zbudovali první plavírnu, kterou provozovali do roku 1890. Během jejího provozu velice často měnila majitele. Novou plavírnu majitele tesaře a zedníka Menzla Mikuláše v roce 1909 odkoupila společnost Dobřanské kaolinové závody Eisenschimml a Friedler, s.r.o.. Roku 1911 tihle podnikatelé prodali společnost Královehradeckému úvěrnímu ústavu, který roku 1912 založil firmu Dobřanské kaolinové a šamotové závody, a.s.. Tato firma byla roku 1913 zapsána do obchodního rejstříku a zasloužila se

o rychlý rozvoj. Od roku 1912 do 1918 společnost každý rok vyprodukovala 12500 tun kaolinu, 7000 tun šamotu, 9 milionů pískových cihel a 4000 vagónů písku.

V roce 1913 byla postavena nová plavárna a zahájena výroba šamotu a dinasu. Rozhodující zásluhou této a.s. však byla výstavba závodu na glazované obkladačky a dlaždice „Flíska“, který byl uveden do provozu v roce 1914 a který se v období po první světové válce začala stávat rychle rostoucím zárodkem velmi významné české firmy. Další historický moment bylo spojení s keramickými závody v Horní Bříze roku 1926, kdy došlo také k rozdělení výroby a to dlaždic do Chlumčan a obkladaček do Horní Břízy. Továrna byla od roku 1929 součástí Západočeských továren kaolinových-šamotových a slovenských závodů magnezitových a.s. Praha. Rok 1934 byl spjat se začátkem pálení dlaždic v tunelové peci, kdy celková roční výroba dlaždic činila cca 150-250 tis. m². V roce 1941 dosáhla výrobou 315 000 m² keramických dlaždic vrcholu své produkce. V roce 1943 byl závod v Chlumčanech značně poškozen po náletech a teprve roku 1945 se produkce závodu vrátila na její předválečnou úroveň. Na podzim roku 1945 byly celé Západočeské továrny kaolinové-šamotové a slovenské magnezitové, a.s. Praha znárodněny zestátněním, a to Benešovým dekretem z 24. října roku 1945. (Čižmář Zeno, 2013)

V roce 1950 se Chlumčanské keramické závody staly samostatným národním podnikem, kdy došlo i k přičlenění závodů Černý Újezd a Staňkov a roku 1957 se také připojil závod Poběžovice. V roce 1970 byla zahájena výroba glazovaných dlaždic dvoužárných v novém závodě Dlaždice II. Chlumčany už v roce 1971 vyráběly celkem přes 2,3 mil.m² dlaždic. V roce 1983 byla dokončena výstavba a najetí na plnou kapacitu v závodě GDD II, ve kterém se vyráběly jednožárné glazované dlaždice, známé pod názvem „kůže“ s roční kapacitou 1,3 mil.m² dlaždic. Dynamický rozvoj nastal v závěru roku 1990, kdy byla do provozu uvedena výrobní linka S1 s kapacitou 900 00 m² na vysoce slinuté dlaždice, které byly v té době technicky a technologicky nejpokrokovějším výrobkem. V době vlády jedné strany až do doby sametové revoluce bylo hospodaření závodu ovlivněno přerozdělováním zdrojů a ideologicky motivovanými zásahy do řízení. Tuhle velice dlouhou dobu podnik ve zdraví překonal. Přes toto všechno se nadále vyvíjel, vstup do tržního prostředí úspěšně zvládl a 1. května 1992 byla založena firma Chlumčanské keramické závody, a.s..

V roce 1993 došlo k privatizaci této akciové společnosti, a to hlavně kupónovou metodou. V roce 1993 byla také do provozu v Chlumčanech uvedena linka S2 s kapacitou 1 mil.m² za rok a linka S3 ve Staňkově s roční kapacitou 0,45 mil.m².

Dynamický rozvoj nových linek pokračuje rokem 1994 s uvedením v Chlumčanech do provozu v linky S4 s roční kapacitou 1,5 mil.m², dále rokem 1996 s uvedením v Chlumčanech do provozu linky S5 s roční kapacitou 1,5 mil.m² a v Borovanech linky B1 s ročním kapacitou 2 mil.m².

I v dalších letech byly zprovozněny další linky a to v roce 1997 v Chlumčanech linka S6 s roční kapacitou 0,2 mil.m² a v roce 1999 v opět v Chlumčanech linka S7 s roční kapacitou 2,2 mil.m² dlaždic.

Roku 1998 Chlumčanské keramické závody, a.s. a prostřednictvím jí i akciová společnost Calofrig Borovany vstoupili do koncernu rakouské společnosti Lasselsberger Holding International, GmbH a začalo další velice významné období jejich historie. (Čížmář Zeno, 2013)

4.1.2 Chlumčanské keramické závody v současnosti

Chlumčanské keramické závody n. p. pod tímto názvem již neexistují. Od roku 1998 až do dneška vše vlastní rakouská společnost Lasselsberger, s.r.o.. Tato společnost se rozděluje do tří částí: těžba a úprava surovin, výroba různých suchých směsí a keramika. Všechny výrobky této společnosti jsou celosvětově prodávány pod značkou RAKO. Ze závodů z Chlumčan již jiné výrobky neodcházejí. Není to totiž samostatný závod, proto nemají svojí vlastní prodejnu ani značku. Do části keramika patří tyto závody: Chlumčany, Horní bříza, Rakovník, Podbořany a Borovany, a to pod názvem RAKO. Ve výrobě společnosti Lasselsberger,s.r.o. je v současnosti zaměstnáno kolem pěti stovek zaměstnanců. V Chlumčanských závodech je potřeba rozlišovat keramiku a lom, jako jednotlivé samostatné závody. Závodu LB Minerals, s.r.o. patří lom a všechny budovy ve kterých se provádí zpracování kaolinu. Jsou to různé společnosti, které svoje služby a výrobky prodávají každý sám. Dohromady je spojuje pouze velice blízká vzdálenost závodů a to, že pro výrobu keramiky potřebuje Lasselsberger,s.r.o. kaolin společnosti LB Minerals.

Výroba v Chlumčanských závodech je co nejvíce automatizována. Zaměstnanci na výrobních linkách pouze kontrolují stroje a výrobky, řeší jejich poruchy, problémy a doplňují náplně nezbytně nutné pro výrobu do strojů. Na začátku výroby keramických dlaždic se musí nejprve přivést potřebný materiál. Potřebný materiál se dováží za pomoci kamionové dopravy, protože je tato metoda snazší a levnější než doprava vlaková. Část surovin se odebírá od blízké firmy LB Minerals, ale i přes velice vysokou kapacitu lom nedokáže pokrýt veškeré potřebné suroviny pro výrobu, proto se většina surovin dováží odjinud. Zbytek surovin nakupují také u firmy LB Minerals, ale dováží se i z lomů v Horní Bříze nebo Kaznějově.

V Chlumčanských závodech se v současné době nachází sedm linek. Tyto linky se označují zkratkami S1, S4, S5, S6, S7, S8 a S9. Nejnovější je linka S9, která byla vybudována pro velkoformátové dlaždice – 60x60, 80x80 a 60x120 cm. K tomuto provozu jsou přidružena i další oddělení typu: přípravná forem, kde se opravují a vyrábějí formy dlaždic do lisů, přípravná glazur, řezání dlaždic, údržba, logistické centrum a další. Celý tento závod v Chlumčanech je v provozu 24 hodin denně 7 dní v týdnu. Provoz se zastaví jedině při pravidelné povinné týdenní, až čtrnáctidenní odstávce v létě a v zimě. Ale ani při povinné odstávce se nesmějí pece jen tak pozastavit, proto se u nich pouze sníží teplota na teplotu udržovací a je u nich stále obsluha. V Chlumčanských závodech se již obkladový keramický materiál nevyrábí a na trh ho dodává závod v Rakovníku. V Chlumčanech se vyrábí jen dlaždice a ve velice malé míře i doplňky, jako jsou například schodovky. (Kočínková, 2020)

4.2 Technologické postupy výroby obkladů a dlažeb

Obkladové keramické materiály se rozdělují do tří základních skupin: dlažba hutná, obkladačky a dlažba slinutá. V Chlumčanských závodech se vyrábí dlažba slinutá, dlažba hutná a obkladačky se vyrábí v závodech v Rakovníku. Výroba všech těchto skupin je velice podobná a finální produkty se liší v podstatě pouze užitnými vlastnostmi.

V Chlumčanech se vyrábí nepřetržitým 3 směnným provozem. Vyrábí se formáty o velikosti 10x10, 15x15, 20x20, 30x30, 33x33, 60x30, 45x45, 60x60, 80x80, 120x60 centimetrech a jiné různé lámané varianty.

4.2.1 Příprava hmoty

Prvním krokem při výrobě dlažeb je příprava hmoty, ze které se vyrábějí.

Všechny keramické dlažby pálené v Chlumčanském závodě jsou vyráběny ze stejné hmoty. Z tohoto důvodu jsou veškeré suroviny pro přípravu hmot na dlažby stejné. Jednotlivé výrobky se liší pouze použitou glazurou a rozměrem.

Dříve se suroviny pro výrobu hmoty do Chlumčanských závodů dopravovaly železniční dopravou nebo nákladními automobily. V současné době se do závodu zaváží jen nákladní automobilovou dopravou, protože je to nejrychlejší a nejlevnější varianta. Další výhodou nákladní automobilové dopravy v zimním období je, že na automobilu nejsou suroviny tak dlouho jako na vlaku a nestačí tak přimrznout ke stěnám nákladního vozu.

Po příjezdu do závodu se suroviny nejdříve podrobí vizuální kontrole a odeberou se vzorky pro vstupní laboratorní kontrolu. Pokud suroviny neprojdou vstupní kontrolou, tak následuje reklamace a vrácení surovin. Pokud suroviny projdou vstupní kontrolou, tak dojde k jejich zvážení a následné uskladnění do zásobníků.

Pro výrobu keramické dlažby se používají tyto suroviny:

- Vazné, nedostatečně rozpojené jíly

Po dopravení jsou jíly většinou spojeny pevně k sobě v jednu hmotu. Musí se tedy rozmělnit na menší kousky trhačem, než se mohou vůbec použít. Následně se pak mohou uskladnit v příslušném boxu.

- Sypké, rozdušené suroviny – plavený a surový kaolin, živce

Sypké, rozdušené materiály jsou do Chlumčanských závodů přiváženy v sypkém stavu, takže není potřeba používat trhač na rozmělnění. Po vstupní kontrole jsou tyto materiály rovnou uskladněny do boxů pro ně určených.

- Mikromleté ztekucovadla a uhličitany – dolomit a vápenec

Dolomit a vápenec jsou velice sypké materiály, které svými vlastnostmi připomínají spíše kapaliny. Proto se do závodů přivážejí v cisternách, ze kterých se rovnou přečerpávají do sil pro ně určených, až do doby kdy jsou potřeba.

- Keramické střepy z výroby

Do připravované keramické hmoty je důležité také použít zhruba 5% vypálených dlažeb z výroby. Zmetková dlažba, která po vypálení neprojde výstupní kontrolou, se rozemele a použije jako přísada pro přípravu keramické hmoty.

- Ostatní další materiály

Mletí mokré

Při přípravě hmoty je velice důležité všechny suroviny dobře rozemlít a promíchat. Nejdříve se do násypky připraví směs podle receptury. Každá surovina se do násypky odváží váhou umístěnou na jeřábu. Jestliže je vše navážené a připravené, tak tato směs projde naposledy přes trhač, který je umístěn pod násypkou. Trhač tuto směs roztrhá na požadovanou hrubost a potom se tato směs dopraví po pásových dopravnících do bubnových mlýnů. Bubnové mlýny jsou před plněním touto směsí již naplněny směsí vody, barvítka, mikromletými ztekucovadly a uhličitany. Po kompletním

naplnění a uzavření bubnového mlýnu začne probíhat mokré mletí pomocí mlecích kamenů - pazourků, které trvá okolo 11 hodin a namele až 15 tun. Potom jsou odebrány vzorky do laboratoře, kde se musí odzkoušet správná hrubost směsi. Tomuto mletí se říká diskontinuální.

Další mletí, které se v Chlumčanech používá je mletí kontinuální, při kterém se umele 5 tun za hodinu-120 tun za celý den. Kontinuální mlýn se skládá ze tří komor, v každé komoře jsou různé velké mlecí tělesa (pazourek a alubit). Suroviny jsou do mlýnu přiváděny pásy, na které se dávkuje pomocí přesných digitálních vah.

Pokud směs v pořádku projde přes laboratorní zkoušky, tak se umletá suspenze přelévá přes vibrační síto, které zachycuje hrubé částice, do nádrží hrabicového míchače, odkud se potom tato suspenze přepouští přes mnohem jemnější vibrační síto a elektromagnet do homogenizačních směšovacích nádrží. Hrabicový míchač je takovým mezičlánkem mezi vibračními síty a jeho úkolem je zamezení usazování pevných částic v namleté směsi. Tyto částice se mohou usazovat ze dvou důvodů. Prvním důvodem je, že filtrace přes jemné síto při přepouštění do homogenizační nádrže je dost dlouhá. Druhým důvodem je, že jsou občas homogenizační nádrže plné a namletá směs musí po nějakou dobu setrvat v hrabicovém míchači.

Homogenizační nádrže jsou potom velice důležitým prvkem pro co největší kvalitu výrobků. Sjednocují suspenzi z jednotlivých bubnových mlýnů, aby měla stálé vlastnosti. Hodně důležité je, aby homogenizační nádrže byly dostatečně velké a co nejvíce plné, aby mohlo docházet k dostatečnému sjednocení namleté suspenze. Velikost takovýchto nádrží je od 50 tun do 150 tun. Laboratoř potom jednou za den provádí kontrolu hmotnosti jednoho litru, zbytků na síte a zkoušku barvy.

Rozprachová sušárna

Při lisování směsi pro výrobu dlažby je důležitá její vlhkost. Proto se musí hmota míchaná v homogenizačních nádržích usušit na potřebnou vlhkost. K tomuto vysoušení se v Chlumčanech používají rozprachové sušárny. Do těchto sušáren je přivedena suspenze z homogenizačních nádrží. Suspenze obsahuje zhruba 36% vody a je vstříkována do kónického válce, který je vysoký asi 20 metrů. Do tohoto válce je ze shora vháněn horký vzduch (300-500°C) a ze spodu je umístěno odsávání. Toto zapříčiní klesání horkého vzduchu dolů. Výsledkem této operace je sušina, kde je pouze 6% vody. Obsah 6% vody je velice důležitý pro správné lisování dlažby.

Takto usušená směs je kompletně připravena k lisování. Z rozprachových sušáren se hmota dopravuje pásovými dopravníky do sil, kde se uskladňuje do doby, než je použita k výrobě. Zde při odebírání hmot k výrobě se používá takzvaný princip řízení zásob FIFO. Pro lisování má tedy

vždy přednost materiál, který je nejstarší a vždy se také celý tento zásobník vyprázdní. Až po úplném vyprázdění dojde k odebírání hmoty z dalšího nejdříve naplněného zásobníku. (Blažíček, 2010)

4.2.2 Příprava glazur

Druhou věcí, která se musí udělat před začátkem samotné výroby dlažby je příprava glazur nanášených na povrch dlaždic.

Suroviny potřebné pro výrobu glazur

Při výrobě glazur se v současnosti používají barvítka, plavený kaolin a frity. Všechny tyto suroviny se do Chlumčanských závodů dovážejí nákladními automobily. V dnešní době se frity přivážejí v tunových balení a tím je velice usnadněno skladování a odvažování množství pro umíchání glazury.

Výroba glazur

Hmota pro výrobu dlažeb je stejná, ale glazur se používají 3 základní typy – matná, lesklá a transparentní. Matné a lesklé glazury můžou mít v podstatě jakoukoliv barvu, která se používá v tomto závodě. Stejně tak jako při výrobě keramické hmoty, je buben na mletí glazur nejdříve plněn vodou a potom jsou následně přidány příslušná barvítka, plavený kaolin a frity. Po uzavření a utěsnění mlecího bubnu probíhá několikahodinové mletí surovin. Když je proces mletí ve finále, tak se zkontroluje hrubost namleté suspenze. Pokud je moc hrubá, tak se buben musí znovu uzavřít a utěsnit a glazura se mele dál. V případě, že je hrubost suspenze glazury v pořádku, tak se přepustí do homogenizačních nádrží.

V závodě v Chlumčanech je více druhů velikostí těchto nádrží. Nejpoužívanější glazura je bílé barvy. Ta se umísťuje v největších nádržích a musí se neustále doplňovat, aby se mohlo maximalizovat sjednocení jednotlivých dávek.

Dalších různých barev je mnoho a z toho důvodu se umísťují do menších nádrží. Tyto glazury se ale nedoplňují stejně jako bílá glazura. Potom co se nádrž naplní je barevná glazura použita na výrobní lince až do úplného vyčerpání její dávky. Tedy jedna dávka této barevné glazury se rovná kapacitě jednoho bubnu a spotřebovat jí na výrobní lince zabere 1 až 1,5 dne.

Výroba dekoračních barev

Při výrobě dekoračních barev se používá tekuté médium, do kterého se rozmíchá barevný prášek. Výroba dekoračních barev-dekoračních past je oproti výrobě glazury a hmoty o dost jednodušší. Barevný prášek se rozmíchává v daném tekutém médiu, a suspenze, která vznikne se potom přemele na speciálních mlýnkách. Takto připravené dekorační barvy jsou připravené použít ve výrobě na speciálních dekoračních technologiích, které se nazývají rotokolory. (Blažíček, 2010)

4.2.3 Výroba dlažby

Po připravení všech materiálů potřebných pro kompletní výrobu dlaždic může začít samotná výroba.

Sušení a lisování

Ze zásobních sil se usušená směs přepravuje pásovým dopravníkem do jednotlivých lisů, kterých je v celém Chlumčanském závodě 9 a stejně tak je 9 i glazovacích linek. Lisy-různé tlaky pro různé formáty – 2800-5000 tun na celý prostor = cca 0,5t/cm². Razníky např. 6x30x30, 2x60x60. Do lisovací formy se nasype granulát, razník odpovídající tvaru (hladký/reliéfní) vylišuje dlaždici. Velikost vylišované dlaždice je o 8-10% větší než výsledná vypálená dlaždice, protože dochází ke smrštění v peci. Každá dlaždice je potom lisována lícem dolů a následně se otočí a putuje do sušárny (horizontální/vertikální). Lisovací hmota má stále vlhkost 6%, ale pro následné nanesení glazury a pálení dlaždic je žádoucí jen 1% vlhkosti. Výlisky se začistí čistícími kartáči a postupují přibližně 20 minut sušárnou, odkud vyjíždí horké kolem 80°C. Vyšší teplota následně pomáhá odpařování přebytkové vody po glazování.

Nanášení glazury a dekorování

Ze sušárny se dopravují lisované polotovary dlaždic na glazovací linku. Nejprve takzvaný retardér vytváří stejně velké mezery mezi jednotlivými dlaždicemi. Potom soustava kartáčků vyhladí a dočistí polotovar, který se potom kropí vodou. Ihned potom co se dlaždice navlhčí, tak se nanese engoba a glazura. Podle požadavku je potom dlažba ještě dozdobena dekoračními barvami – pastami na rotokolorech. Což je v podstatě silikonový válec, do kterého je vygravírován vzor. Pokud má být dekorace barevná, bude se skládat například ze tří barev, musí být na lince za sebou nasazeny tyto tři rotokolory, které mají ale vygravírovány každý jiný vzor a pasta je na každém válci jiná.

Digitální tisk

Digitální tisk je nejnovější druh technologie používané pro finální zdobení keramických dlažeb. Tato technika je vlastně jakási tiskárna, která nanáší inkoust na nevypálenou dlažbu. Tento stroj je schopen používat 6 barev, na každé barvě je 11 hlav. Design potisku je nadesignován ve Photoshopu, rozlišení digitisku je 360 dpi a celý stroj je řízen počítačově. Potom co zaschne inkoust je na nevypálenou dlažbu nanесena ochranná bezbarvá glazura, nebo skelný posyp. Za pomoci této technologie je společnost schopná na keramickou dlažbu nanášet to samé co inkoustová tiskárna na papír. Jsou tedy schopni natisknout jakýkoliv motiv, s kterým zákazníci přijdou na jakýkoliv formát za trochu vyšší náklady, než jsou náklady v sériové výrobě.

Vypalování

Potom co máme připravené polotovary, tak zbývá už jen dlažbu vypálit a zabalit. Z výrobní linky jsou dlaždice naskládány do zásobníků neboli bufferů, které jsou dopravní prostředky pro připravené výlisky k příslušným pecím. Při pohybu po výrobním závodě se zásobníky s dlažbou orientují za pomoci laserů a umí přepravit dlažbu od jakékoliv linky k výpalu do jakékoliv pece. Pece jsou jednopatrové a dvoupatrové. Tyto pece jsou přibližně 80 m dlouhé a jsou vyhřívány zdola i shora zemním plynem. Maximální dosahovaná teplota se pohybuje okolo 1200 °C a čas vypalování je rozdílný podle tloušťky a velikosti dlaždic. Průměrná doba výpalu je však kolem 45 minut. V peci jsou tři teplotní pásma: předehřívací, žárové a chlazení. Životnost pece je 15-20 let, jede se na nepřetržitý provoz. Využívá se rekuperační systém tepla-vrácení na vstup pece. Uvnitř pece je šamotová vyzdívka a speciální skelná vata. Dlaždice postupují pecí po rolnách, kterých je v peci cca 2000 kusů. Ze všech procesů výroby dlaždic je výpal je energeticky nejnáročnější. V Chlumčanech se spotřebuje denně 5000 m³ plynu, přičemž běžná domácnost spotřebuje 150 m³ za rok. (Blažíček, 2012)

4.2.4 Finální operace

Poté co se dlažba vyrobí je potřeba provést její kontrolu, zabalit ji a následně odvézt z výrobní linky pryč.

Balení a kontrola jakosti

Potom zbývá už jen překontrolovat jakost dlažby a zabalit ji. Dříve třídění prováděli proškolení zaměstnanci, ale v dnešní době tuto činnost zastupují přístroje, které jsou schopny rozlišit vady na dlaždicích, odstíny, rozměry a roztřídit je do první nebo druhé jakosti. V případě, že nevyhovují vůbec, tak je rovnou vyřadí do odpadu. Po roztřídění a kontrole jsou dlaždice rovnou baleny do příslušných kartonů. Tyto kompletní kartonové balíky jsou ihned opatřeny čárovým a číselným

kódem pro snadnější identifikaci. Následně jsou kartonové balíky skládány na euro palety do příslušných vrstev podle velikosti formátu dlaždic a obaleny folií, aby vznikla pevná paletová jednotka, která je také opatřena štítkem s čárovým a číselným kódem.

Skladování

Zabalené a štítkem označené palety jsou ze všech výrobních linek svázeny k mostovému dopravníku, kterým jsou dopravovány do logistického centra. Tam si zaměstnanci odebírají jednotlivé palety s dlažbou a umísťují je na předem určená místa ve skladu.

4.3 Aktuální stav Logistického centra

Distribuční a skladovací centrum společnosti Lasselsberger, s.r.o. které je k vidění na obrázku č. 9 slouží ke skladování hotových výrobků ve dvou typech skladů a to konkrétně skladů blokových a regálových. Součástí blokového skladu jsou vestavěné třípatrové administrativní prostory pro zaměstnance a vedení distribučního centra. Jednopodlažní blokový sklad má rozměry 192,7x96,7x9,3 metru. Jednopodlažní regálový sklad má rozměry 132,7x84,7x11,3 metru. Celková užitná plocha je tedy 29873 metrů čtverečních. (Technoprojekt, 2017)

Obrázek 9: Logistické centrum



Zdroj: <https://kariera.rako.cz/cs/volna-mista/prace/skladnik-expedice-chlumcany-106554>

Jelikož výrobní závod funguje ve třisměnném pracovním provozu, tak i distribuční centrum musí fungovat ve třisměnném pracovním provozu. Na ranní směně musí být minimálně devět zaměstnanců obsluhujících vidlicové vozíky a šest pracovníků v administrativních prostorech distribučního centra. Na odpolední směně musí být minimálně sedm zaměstnanců obsluhujících vidlicové vozíky a dva pracovníci v administrativních prostorech distribučního centra. Na noční směně potom musí být minimálně šest zaměstnanců obsluhujících vidlicové vozíky a jeden pracovník v administrativních prostorech distribučního centra.

Do distribučního centra jsou hotové paletové jednotky dopravovány mostovým dopravníkem, ze kterého si je následně odebírají zaměstnanci obsluhující vidlicové plynové vozíky a odvázejí je k uskladnění na předem určené místo, což je k vidění na obrázku č. 10. Každý vozík je vybaven bezpečnostními světelnými a zvukovými zařízeními pro upozornění na směr nebo případnou změnu jízdy. Dále je každý vozík vybaven laserovou čtečkou čárových kódů, kterou si obsluha vozíku vždy načte čárový kód na převážené paletové jednotce a na obrazovce uvnitř vozíku se jí ukáže přesné místo kam má paletovou jednotku umístit.

Obrázek 10: Používané vysokozdvizné vozíky



Zdroj:<https://www.systemylogistiky.cz/2017/12/11/laselsberger-optimalizoval-uskladneni-keramickych-obkladu-dlazez/>

Sklad je rozdělen do určitých boxů o určitých rozměrech, které jsou vyznačeny bílou barvou na podlaze. Každý box má svoji pozici označenou příslušným kódem skládajícím se z kombinace pěti písmen a číslic, které jsou také označeny na podlaze bílou barvou, což je k vidění na obrázku č.

11. Do každého boxu se vejde šest paletových jednotek za sebe a může se na sebe stohovat až pět paletových jednotek. Do jednoho boxu se tedy vejde maximálně třicet paletových jednotek, což záleží na druhu hotových výrobků, které se na daných paletách nacházejí.

Obrázek 11: Ukázka označení a skladování v části blokového skladu



Zdroj: vlastní foto

Stejně tak jsou kódem skládajícím se z příslušných písmen a číslic označeny i regály, což je k vidění na obrázku č.12. Zde má každá paletová jednotka přidělený svůj kód, jelikož jsou na každé paletě výrobky, které se nedají stohovat a prodávají se kusově, a ne po paletových jednotkách jako jsou prodávány v části blokového skladu.

Obrázek 12: Ukázka označení a skladování v části regálového skladu



Zdroj: vlastní foto

Distribuční centrum je vybaveno deseti nákladními rampami pro nakládání nákladních aut. Tyto rampy se nacházejí v blokové části distribučního centra, kde jsou také v jejich blízkosti takzvané vychystávací boxy, které slouží pro přípravu palet, které budou v nejbližší době nakládány. Ukázka těchto vychystávacích boxů je na obrázku č. 13. Nakládání aut probíhá od šesti hodin ráno do šesti hodin odpoledne, od pondělí do pátku. Na ranní směně jsou pro tuto práci určeni čtyři zaměstnanci, kteří začnou ráno v šest hodin nakládat auta z vychystávacích boxů. Pokud je nějaký z těchto zaměstnanců nevytížený nakládkou, tak naváže do vychystávacích boxů další palety k nejbližší nakládce. Na odpolední směně již není nakládání tak frekventované a probíhá pouze půlku směny, takže pro nakládání nákladních automobilů stačí pouze dva zaměstnanci, jelikož nakládají jen zboží z vychystávacích boxů. Tito zaměstnanci druhou polovinu odpolední směny navážejí paletové jednotky do vychystávacích boxů na ráno pro své kolegy.

Obrázek 13: Vychystávací boxy



Zdroj: vlastní foto

Na každé směně je potřeba, aby bylo minimálně pět zaměstnanců odvázejících a uskladňujících hotové paletové jednotky od dopravníku na předem určené místo ve skladu. Aby se mohli zaměstnanci na směnách střídát, mohli mít volno a pokrýt se případný výpadek spojený s dovolenou nebo nemocí nějakého zaměstnance, tak zde pracuje třicet čtyři zaměstnanců obsluhujících vidlicové vozíky. Na každé směně musí být jeden zaměstnanec z administrativní části distribučního skladu, což je vedoucí směny. Dále zde musí být zaměstnanec, který vyřizuje veškeré potřebné dokumenty při nakládce s řidiči nákladních automobilů na ranní a odpolední směně. Jeden zaměstnanec ranní směny má za úkol komunikovat se zákazníky, dopravci a řidiči nákladních automobilů. Jeho úkolem je také vyřizování případných reklamací, které vznikají.

Další dva zaměstnanci ranní směny zadávají do systému veškerá potřebná data získaná od marketingu společnosti a výroby společnosti, která jsou nezbytně nutná pro chod celého distribučního centra. Posledním zaměstnancem, který bývá převážně na ranní směně je ředitel celého distribučního centra. Zaměstnanci administrativní části distribučního centra chodí do práce pouze od pondělí do pátku.

Chod logistiky celého distribučního centra řídí produkt SappyWMS, který společnosti dodala firma Aimtec. Výrobky jsou tímto systémem řízeny od příjmu z výroby přes zaskladnění až po dobu expedice včetně. Program řeší efektivní využití skladovacích prostor díky strategiím pro uskladňování různých druhů zásob a zjednodušuje procesy prodeje při fázi expedice. Program SAP tedy umí podle dat, které má vyhodnotit kam bude nejefektivnější hotový výrobek uskladnit. Pracuje s daty jako prodejnost daného výrobku, konkrétní termín expedice daného výrobku, bere v potaz i zaskladňování ještě nevyrobených výrobků v nejbližší budoucnosti a spousty dalšími daty. Zjednodušeně uskladňuje výrobky, které se hodně prodávají a mají brzký termín expedice dopředu k vychystávacím boxům a výrobky, které se prodávají méně a mají datum expedice za dlouhou dobu uskladňuje dál od těchto vychystávacích boxů.

4.3.1 Program SappyWMS

SappyWMS používá strategie zaskladnění, které navrhují optimální uskladnění podle typu skladového místa a charakteru balení. Program SappyWMS podporuje velkou řadu přesunů zásob a interních pohybů, včetně průběžných inventur. Evidence pohybu všech zásob, kartonů, palet funguje na principu unikátního čísla balení. Velice důležitými funkcionalitami jsou příprava expedice, kontrola šarže (odstín, barva), vyskladňování ze skladových míst a nakládka. Kumulace všech požadavků a rozdělování časových oken začíná u dispečerů skladu. Daná zásoba práce pro zaměstnance skladu se zobrazuje ve vozíkových terminálech, konkrétní přiřazení probíhá na základě dopředu daných kritérií. V reálném čase tak dokáže poskytovat informace o stavu vychystávaných dodávek k zákazníkům. (Systémy logistiky, 2017)

Program SappyWMS umožňuje plynulou expedici dodávek, které jsou většinou vytvořeny smíšenými paletami s kartony a kusy nebo paletami z blokových skladů. Tento velice složitý druh přípravy dodávky se povedlo vyřešit nasazením programu SappyWMS a použitím příslušných technologií. Expedice byla z celého Chlumčanského závodu centralizována do tohoto distribučního centra a v současnosti umožňuje odbavit až sto kamionů každý den.

Velkou výhodou práce v jednotném systému je přístup ke všem datům v reálném čase a další tvorba spolehlivých logistických reportů, které často využívají jednotlivá oddělení společnosti.

Velice se tak zjednodušil proces prodeje, kde hraje hodně podstatnou roli část logistika spolu s expedicí. Jednotné řešení podporuje rychlejší tok výrobků a materiálů uvnitř firmy, hodně usnadňuje práci zaměstnanců a vozíků skladu.

Díky tomuto SappyWMS programu společnost ušetří náklady na zaměstnance, kteří by zastávali funkce tohoto programu. Dále ušetří náklady na podporu a správu vlastního WMS systému. Další částí, kde by společnost mohla ušetřit za náklady na zaměstnance je obsluha vidlicových vozíků. Jelikož program SappyWMS podporuje technologie pro optimální pohyb automatizovaných zakladačů a naváděných vozíků, tak by nebylo složité zavést obsluhu skladu AGV vozíky. (Aimtec, 2021)

4.4 Identifikace problému

Při návštěvě Chlumčanských závodů společnosti Lasselsberger, s.r.o. byl jako první proveden rozhovor s technologem výroby dlažby. V rozhovoru byl detailně popsán celý technologický postup od přípravy hmot a glazur přes samotnou výrobu až po finální operace s hotovými výrobky, což je k vidění v části 4.2. Dále v rozhovoru zaznělo, že společnost má optimalizované všechny výrobní procesy co nejvíce je to možné. Veškeré informace sdělené při rozhovoru byly následně podloženy detailní prohlídkou a popisem jednotlivých pracovních procesů přímo ve výrobních halách společnosti. Po navštívení nejnovější výrobní haly a linky S9 bylo jasné, že na ostatních výrobních linkách je stále co optimalizovat a automatizovat. Jelikož ale ostatní výrobní linky se nacházejí v přes sto let starých budovách, tak optimalizace nejsou u důvodu rozložení budov možné. Možnost realizace nějakých optimalizací by mohla nastat jen v případě velkých zásahů a optimalizací i do budov a nejen samotných výrobních linek. Náklady by byly na tak velké zásahy a předělávání budov obrovské, že by se spíše vyplatilo budovy zbourat a postavit nové, jelikož rekonstrukce jsou vždy mnohem pracnější, nákladnější a časově náročnější.

V druhé části návštěvy Chlumčanských závodů společnosti Lasselsberger, s.r.o. proběhl rozhovor spojený s prohlídkou s vedoucím distribučního centra. Během prohlídky byl popsán momentální stav a chod distribučního centra od dopravování hotového zboží z výroby přes zaskladňování v blokové a regálové části skladu až po expedici, což je k vidění v části 4.3. V rozhovoru zaznělo, že v distribučním centru zatím neproběhly žádné optimalizace, jelikož je sklad starý necelých pět let. Při poslední odpovědi na otázku, co by se dalo v distribučním centru vylepšit odpověděl vedoucí distribučního centra, že jejich největšími problémy je jen velké množství reklamací a vysoké náklady na provoz distribučního centra, na které se chtějí do budoucna co nejvíce zaměřit.

Po rozhovoru s vedoucím distribučního centra bylo jasné, že se v práci bude zabýváno optimalizací problémů, které uvedl na konci rozhovoru. Jelikož pro řešení problémů distribučního centra není potřeba zasahovat do konstrukce budovy nebo dokonce stavět nové budovy, jako by tomu muselo být v případě optimalizací procesů ve výrobě. Zároveň odhadovaná návratnost nákladů za optimalizace ve skladu je mnohem rychlejší a efektivnější.

Pro řešení problémů distribučního centra s vysokými náklady a reklamacemi bude v dnešní době vysokého rozvoje průmyslu 4.0, kdy se vše co nejvíce automatizuje a robotizuje, navrženo zavedení AGV vozíků do distribučního centra. Pořízení vlastních AGV vozíků by mělo snížit náklady na pronájem současných vozíků a mzdy zaměstnanců obsluhující je. Zároveň by mělo snížit procenta reklamací o ty, za které může lidský faktor. Dalším řešením pro minimalizaci reklamací bude návrh nového označování hotového zboží, jelikož mají opakující se problémy při načítání čárových kódů, v podobě zavedení označování hotových výrobků a zabalených paletových jednotek QR kódy.

4.5 Návrh 1 zavedení AGV vozíků do logistického centra

Distribuční centrum má vysoké náklady na provoz spojené s velkým počtem zaměstnanců a vysokým počtem pronajatých vysokozdvížných, vidlicových, plynových vozíků. Dále se distribuční centrum potýká s velkým množstvím reklamací, které jsou ve většině případů spojovány s lidským faktorem a jeho chybovostí.

Pro řešení těchto problémů s vysokými náklady na provoz distribučního centra a reklamacemi spojené s lidským faktorem bylo navrženo zautomatizování skladu a to konkrétně nákupem AGV vozíků. AGV vozíky nahradí jak zaměstnance skladu, tak vysokozdvížné vidlicové vozíky za které v současnosti musí platit nájem. Jsou schopné provádět jak vykládku, tak nakládku nebo se můžou pustit i do složitějších akcí při řízení příslušným WSM systémem.

4.5.1 Výrobci AGV vozíků a zakladačů

Existuje mnoho výrobců AGV systémů. Pro tuto práci byli vybráni tři největší z nich, kteří se pohybují na našem území a v celé Evropě. Každý z nich vyrábí mnoho typů automatizovaných vozíků, pro řešení problematiky byly vybrány od každé společnosti vždy nejvhodnější vozíky, ze kterých se následně bude vybírat ten s nejlepšími vlastnostmi. V dnešní době využívají výrobci AGV vozíků převážně laserové a optické navigace. Čím je technologie pokročilejší, tím je aplikace snazší a méně nákladná.

Společnost Jungheinrich

Společnost Jungheinrich AG má sídlo v Hamburgu a je jedním z předních světových dodavatelů řešení v oblasti intralogistiky. Společnost má více než šedesátileté zkušenosti s výrobou, službami a poskytováním komplexních řešení v intralogistice. Jungheinrich nabízí široké portfolio výrobků začínající nízkozdvíhými vozíky až po plně automatické logistické systémy s velice inteligentními softwary. Dále nabízí finanční a inovativní servisní služby. Všechny tyto výrobky a služby dohromady směřují k dosažení co nejlepší výkonnosti skladu a nejefektivnějšího toku materiálu. Jejich vozíky označují jako Jungheinrich APM (Auto Pallet Mover) a řídí je laserová navigace. Systém Jungheinrich APM je možné bezproblémově integrovat do stávající skladové infrastruktury a velice dobře spolupracují se systémy ERP nebo WMS. (Jungheinrich, 2021)

Automatický vysokozdvíhý vozík ERC 213a/217a

Vysokozdvíhý vozík ERC 213a/217a na obrázku č. 14 je všestranný ERCa vozík, který provádí opakující se přepravní úkoly. Vozík má výšku zdvihu až čtyři a půl metru a unese břemena o hmotnosti až sedmnáct set kilogramů. Model ERCa je díky kompaktním rozměrům dobrou volbou pro zvýšení efektivity procesů na hodně omezeném prostoru. Vozík má třífázový motor 2,8 kW zajišťující konstantní výkon. Elektricky regulovaný velice výkonný motor umožňuje nehlučné a pozvolné spouštění a zvedání i do velké výšky zdvihu.

Obrázek 14: Vozík ERC 215a



Zdroj: <https://www.jungheinrich.cz/systemy/autonomni-voziky/automaticke-voziky>

Tyto AGV vozíky mají sériově instalovány skenery ochrany osob, které v závislosti na rychlosti skenují překážky na trase vozíku a to ve směru pohybu, ve směru břemene a v zátočinách. Vozíky naviguje laserová navigace, která využívá odrazky a okolní prvky na trase vozíku.

Automatické vertikální vychystávací zařízení EKS 215a

Automatické vertikální vychystávací zařízení EKS 215a na obrázku č. 15 jsou autonomní transportní vozíky AGV na bázi ověřených elektrických vertikálních vozíků, které v kombinaci s moderním softwarem a navigačními a automatizačními komponentami zefektivní všechny procesy skladování. Vozík má výšku zdvihu až šest metrů a unese břemena o hmotnosti až patnáct set kilogramů. Využívají třífázovou technologii čtyřiceti osmi voltů pro vysoce dlouhou výdrž baterie bez nabití. Dále je vybaven aktivním správcem spotřeby energie, regenerativním brzděním, řídicím systémem CAN-Bus, který má certifikaci TÜV.

Obrázek 15: Vozík EKS 215a



Zdroj: <https://www.jungheinrich.cz/systemy/autonomni-voziky/automaticke-voziky>

Další propracované bezpečnostní součástky zaručují nejvyšší míru bezpečnosti a maximální výkon. Samotnými vidlemi je zajištěna flexibilita, takže je tento model vhodný pro přepravu zvláštních nosičů nákladů a uzavřených paletových jednotek. Vozíky naviguje laserová navigace, která využívá odrazky a okolní prvky na trase vozíku.

Automatický vozík ETX 515a

Automatické vozíky ETX 515a na obrázku č. 16 jsou transportní autonomní vozíky AGV bez řidiče, které mají nevyšší flexibilitu v automatizovaném režimu. Vozík má výšku zdvihu až čtrnáct metrů a unese břemena o hmotnosti až patnáct set kilogramů. Základní zařazení tohoto vozíku je osvědčený regálový zakladač z řady ETX.

Obrázek 16: Vozík ETX 515a



Zdroj: <https://www.jungheinrich.cz/systemy/autonomni-voziky/automaticke-voziky>

Za pomoci doplňkových komponentám, jako je systém přesného polohování, automatický řídicí počítač, kontrola středění obrysu a řízení průjezdu zatáčkami, můžou efektivně dosáhnout plné automatizace. Vozíky jsou optimální k využití v nepřetržitém provozu.

Automatizovaný regálový zakladač EKX 516a

Automatizovaný regálový zakladač EKX 516a je transportní autonomní vozík AGV bez řidiče, které jsou vyvinuty na bázi osvědčených elektrických vysokozdvíhových vozíků pro třístranné základní EKX a je k vidění na obrázku č. 17. Tento model EKX se vyznačuje jedním z nejvyšších výkonů ve výškách se zdvihem až třináct metrů a nosností až šestnáct set kilogramů.

Obrázek 17: Zakladač EKX 516a



Zdroj: <https://www.jungheinrich.cz/systemy/autonomni-voziky/automaticke-voziky>

Systém tohoto vozíku má pohon osmdesát voltů a synchronním reluktančním motorem, který má minimální nároky na údržbu a dosahuje nových měřítek výkonnosti při nízké spotřebě energie. Díky volitelnému integrovanému nabíječi je vozík vybaven k využití v nepřetržitém provozu. (Jungheinrich, 2021)

Společnost Linde Material Handling

Společnost Linde Material Handling je jedním z hlavních výrobců vysokozdvizných vidlicových vozíků a skladové techniky ve světě. Se značkami Fenwick a Linde jsou jedničkami na evropském trhu. Od roku 2006 patří do skupiny KION Group, která je na světě druhým největším výrobcem manipulačních vozíků a jedním z vedoucích poskytovatelů automatizovaných řešení pro intralogistiku.

Společnost Linde má kvůli svým pobočkám zastoupení ve více jak sto zemích světa. Linde vyvíjí svým zákazníkům velice výkonná řešení určená pro intralogistiku. Základem takových řešení jsou vidlicové vysokozdvizné vozíky se vznětovými i elektrickými motory, software pro správu vozového parku, paletové vozíky, řešení pro automatizaci, asistenční systém řidiče, nabídky veškerých služeb, které se týkají vysokozdvizných vozíků a školení obsluhy vozíků. (Linde, 2021)

Automatický precizní zvedák R-MATIC

Autonomní R-MATIC vozík, který je na obrázku č. 18 přepravuje, vyskladňuje a uskladňuje zboží o hmotnosti až šestnáct set kilogramů do výšky až jedenáct metrů. Podle výběru sloupu je tento vozík vhodný pro manipulaci zboží ve středních až ve velkých výškách nebo pro zásobování výrobních stanišť. Za pomoci inovativní 3D kamery retrak R-MATIC vozík rozpozná úložný prostor v regálu i paletové otvory.

Obrázek 18: Vozík R-MATIC



Díky dobrému nastavení vidlic dokáže břemeno přesně vyskladnit a uskladnit. Geonavigace vozíků nepožaduje žádnou přidanou infrastrukturu a efektivně a bezpečně interaguje s osobami, dopravními pásy nebo neautomatizovanými vozíky. R-MATIC má duální režim, díky kterému je možno řídit vozík ručně. Je možné identifikovat břemena pomocí čtečky čárových, QR kódů nebo RFID. Data, která R-Matic načte je možné nahrávat do ERP a WMS systémů.

Funkční logistický robot K-MATIC

Tento funkční logistický robot je autonomní regálový zakladač K-MATIC vhodný pro břemena o hmotnosti až tisíc pět set kilogramů a výškou zdvihu až dvanáct metrů a je k vidění na obrázku č. 19. Při běžných způsobech použití v úzkých regálových uličkách bez potřeb vodicích kolejnic přidělaných v podlaze nebo laserových reflektorů bezpečně řídí vozík inteligentní navigace. Vozík může fungovat jako samostatné zařízení zpracovávající stanovené procesní kroky, nebo jako vozík určitého vozíkového parku, kde jeho vysoká funkčnost K-MATIC nabízí vysoký manipulační výkon v rámci komplexních pracovních požadavků. Přitom regálový zakladač komunikuje bezdrátově s infrastrukturou zákazníka jako je například balicí stanice nebo dopravník.

Obrázek 19: Zakladač K-MATIC



Zdroj:<https://www.linde-mh.cz/cs/Vyroby/Automatizovane-voziky/K-Matic/>

Autonomní logistické vozíky způsobuje minimální počet jakéhokoli poškození břemen a paletových jednotek, proto se hodí pro manipulaci se zbožím vysoké hodnoty. Robotický autonomní vozík je kvůli rychlé a snadné údržbě nepřetržitě a spolehlivě provozuschopný a je možné vozík kdykoliv ovládat manuálně prostřednictvím zaměstnance. (Linde, 2021)

Společnost STILL

Společnost STILL je zavedená špičková značka a spolehlivý partner, který nabízí řešení na míru v oblasti intralogistiky po celém světě. Společnost STILL dokáže zajistit inteligentní řízení manipulátorů, softwarů a služeb. Po celém světě mají širokou prodejní síť s dvěma sty čtyřiceti šesti pobočkami ve čtyřiceti osmi zemích světa. (Still, 2021)

Plně automatizovaný vozík FM-X iGo systems

Plně automatizované vysokozdvizné FM-X vozíky s výsuvným zvedacím zařízením provádějí nejrůznější úkoly. Používá se pro automatické vyskladňování a zaskladňování zboží ve skladech s širokými uličkami a v blokových skladech. K vidění je na obrázku č. 20.

Obrázek 20: Vozík FM-X



Zdroj: <https://www.still.cz/intralogisticke-systemy/automatizace/igo-systems.html>

Dále se používají pro zásobování najížděcích regálů až po úplně automatizované shuttle systémy. Maximální rychlost vozíků je jedna celá sedm metrů za sekundu. Nosnost břemene je až čtrnáct set kilogramů do výšky až deset metrů.

Plně automatizovaný vozík MX-X iGo systems

Plně automatizovaný vozík MX-X se používá v úzkých uličkách, kde využije své silné stránky při zakládání do regálů. Silnými stránkami je například otočná výsuvná nebo teleskopická vidlice do výšky až čtrnáct metrů, rychlost až tři metry za sekundu a bezpečnostní ochrana osob tři sta šedesát stupňů kolem vozíku. K vidění je na obrázku č. 21. (Still, 2021)

Obrázek 21: Zakladač MX-X



Zdroj: <https://www.still.cz/intralogisticke-systemy/automatizace/igo-systems.html>

4.5.2 Srovnání vozíků a zakladačů

Všechny výše popsané vidlicové vozíky jsou schopny provádět veškeré úkony, které nyní provádí zaměstnanci s vidlicovými vysokozdviznými vozíky. Pro výběr nejlepšího z těchto výše popsaných vozíků byla sestavena tabulka vlastností (tabulka č. 2). Pomocí ní můžeme srovnat jednotlivé vlastnosti všech vozíků a vybrat z nich potom ten nejlepší.

Tabulka 2: Srovnávání vysokozdvizných automatizovaných vozíků

	ERC 215a	EKS 215a	R-MATIC	FM-X iGo
Výška zdvihu (m)	4,5	6	11	10
Nosnost (kg)	1700	1500	1600	1400
Baterie (V/Ah)	24/375	48/465	48/620	48/465
Hlučnost (dB)	68	62	63	69
Max. rychlost (m/s)	0,47	2,5	3,88	3,88
Celková hmotnost (kg)	1430	3140	4000	3430

Zdroj: vlastní

Všechny výše popsané zakladače jsou schopny provádět veškeré úkony, které nyní provádí zaměstnanci se zakladači. Pro výběr nejlepšího z těchto výše popsaných zakladačů byla sestavena tabulka (č. 3) vlastností. Pomocí ní můžeme srovnat jednotlivé vlastnosti všech zakladačů a vybrat z nich potom ten nejlepší.

Tabulka 3: Srovnávání regálových automatizovaných zakladačů

	ETX 515a	EKX 516a	K-MATIC	MX-X iGo
Výška zdvihu (m)	13	13	10,8	12
Nosnost (kg)	1500	1600	1500	1250
Baterie (V/Ah)	80/775	80/930	80/930	80/700
Hlučnost (dB)	65	64	68	68
Max. rychlost (m/s)	2,92	3,33	3,33	3,88
Celková hmotnost (kg)	7530	7900	10625	8088

Zdroj: vlastní

4.5.3 Výpočet počtu automatizovaných vysokozdvihných vozíků

Pro výběr automatizovaných vysokozdvihných vozíků je také velice důležité znát jejich počet. Aby byl výpočet počtu vozíků možný udělat je potřebné znát několik hodnot:

Počet palet vyrobených a zaskladněných za hodinu – $n = 66$

Průměrná vzdálenost potřebná k zaskladnění a vrácení se zpět k dopravníku – $s_1 = 360 [m]$

Průměrná vzdálenost potřebná k nakládce nákladních aut – $s_2 = 120 [m]$

Průměrná vzdálenost potřebná k navážení palet do vychystávacích boxů – $s_3 = 360 [m]$

Doba potřebná pro nabrání palety, vyložení palety a načtení palety – $t_1 = 60 [s]$

Průměrný počet odvezených nákladních aut za den – $a = 80$

Průměrný počet palet se zbožím v jednom nákladním autě – $p = 20$

Počet vychystávacích boxů – $b = 30$

Čas provádění nakládky – $t_2 = 12 [h]$

Rychlost vybraných vozíků (z důvodu případných zdržení ostatních vozíků na trase, osob a zatáček na trase je potřeba snížit rychlost vozíků koeficientem $k = 0,7$):

$$\text{ERC 215a} - v_1 = 0,47 \left[\frac{m}{s} \right] \quad v_1 = 0,47 * 0,7 = 0,329 \left[\frac{m}{s} \right] \quad (1)$$

$$\text{EKS 215a} - v_2 = 2,5 \left[\frac{m}{s} \right] \quad v_2 = 2,5 * 0,7 = 1,75 \left[\frac{m}{s} \right] \quad (2)$$

$$\text{R-MATIC} - v_3 = 3,88 \left[\frac{m}{s} \right] \quad v_3 = 3,88 * 0,7 = 2,72 \left[\frac{m}{s} \right] \quad (3)$$

$$\text{FM-X iGo} - v_4 = 3,88 \left[\frac{m}{s} \right] \quad v_4 = 3,88 * 0,7 = 2,72 \left[\frac{m}{s} \right] \quad (4)$$

Počet vozíků pro zaskladňování palet z výroby:

Čas jedné cesty potřebné k zaskladnění a vrácení se zpět k dopravníku + doba potřebná pro nabrání palety, vyložení palety a načtení palety:

$$t_z = \frac{s_1}{v_1} + t_1 = \frac{360}{0,329} + 60 = 1154,2 [s] = 19,24 [min] \quad (5)$$

Počet palet, který zaskladní jeden vozík za hodinu:

$$i_z = \frac{60}{t_z} = \frac{60}{19,24} = 3,11 = 3 \text{ palet} \quad (6)$$

Počet vozíků pro zaskladňování palet z výroby:

$$k_z = \frac{n}{i_z} = \frac{66}{3} = 22 \text{ vozíků} \quad (7)$$

Počet vozíků pro nakládání nákladních aut:

Čas jedné cesty potřebné pro naložení nákladního automobilu:

$$t_n = \frac{s_2}{v_1} + t_1 = \frac{120}{0,329} + 60 = 424,74 [s] = 7,08 [min] \quad (8)$$

Čas potřebný pro naložení jednoho nákladního automobilu:

$$t_a = t_n * p = 7,08 * 20 = 141,6 [min] = 2,36 [h] \quad (9)$$

Počet nákladních automobilů, které je schopen jeden vozík naložit za jeden den:

$$l_n = \frac{t_2}{t_a} = \frac{12}{2,36} = 5,08 = 5 \text{ nákladních automobilů} \quad (10)$$

Počet vozíků pro nakládání nákladních aut:

$$k_n = \frac{a}{l_n} = \frac{80}{5} = 16 \text{ vozíků} \quad (11)$$

Počet vozíků pro zásobování vychystávacích boxů:

$$k_v = \frac{50 * p}{i_z * t_2} = \frac{50 * 20}{3 * 12} = 27,8 = 28 \text{ vozíků} \quad (12)$$

Celkem vozíků:

$$k = k_z + k_n + k_v = 22 + 16 + 28 = 66 \text{ vozíků} \quad (13)$$

Tyto ukázkové výpočty byly provedené pro vozík ERC 215a. Pro všechny ostatní vozíky byl proveden stejný postup a z toho důvodu nebyl každý postup jednotlivě napsán, ale výsledky byly zapsány rovnou do tabulky č.4.

Tabulka 4: Tabulka výsledků

	ERC 215a	EKS 215a	R-MATIC	FM-X iGo
kz	22	5	4	4
kn	16	5	4	4
kv	28	7	5	5
Součet	66	17	13	13
Celkem	69	20	16	16

Zdroj: vlastní

V řádku Součet je minimální počet vozíků, který je potřebný pro chod distribučního centra. Z důvodu nutnosti nabíjení vozíků a případnému servisu vozíku bylo navrženo naddimenzovat počet vozíků o tři vozíky, což je k vidění v řádku Celkem. Dále bych vyřadil vozíky ERC 215a z výběru vozíků, jelikož v tak vysokém počtu by nebyly schopny v distribučním centru vůbec fungovat.

4.5.4 Výběr nejvhodnějšího dodavatele AGV vozíků

V předchozích kapitolách byly vybrány čtyři pro toto řešení nejlepší varianty AGV vozíků, které jsou momentálně na trhu. Jelikož vozíků ERC 215a od firmy Jungheinrich bylo napočítáno 69, tak by tyto vozíky v takovém počtu nebyly vůbec schopny ve skladu fungovat. Proto bylo rozhodnuto, že při dalším výběru nejvhodnějšího AGV vozíku bude pokračováno pouze s vozíky: EKS 215a od společnosti Jungheinrich, R-MATIC od společnosti Linde a FM-X iGo od společnosti STILL.

Tabulka 5: Parametry vybraných dodavatelů

	EKS 215a	R-MATIC	FM-X iGo
Počet vozíků (ks)	20	16	16
Výška zdvihu (m)	6	11	10
Nosnost (kg)	1500	1600	1400
Baterie (V/Ah)	48/465	48/620	48/465
Hlučnost (dB)	62	63	69
Max. rychlost (m/s)	2,5	3,88	3,88
Celková hmotnost (kg)	3140	4000	3430

Zdroj: vlastní

Pro výběr nejvhodnějšího dodavatele AGV vozíků byla využita rozhodovací metoda, která je uvedena v tabulce. Způsob jakým probíhá určování jednotlivých hodnocení je popsán v příloze č. 1, která byla převzata z portálu Operačního programu výzkumu a vývoje pro informace.

Váhy všech kritérií byly určeny při telefonickém hovoru s ředitelem logistického centra. Společnost nejvíce zajímá nosnost, výška zdvihu, počet vozíků a výdrž baterie.

Tabulka 6: Rozhodovací metody pro vybrané dodavatele

Kritéria	Váha	EKS 215a	Součin	R-MATIC	Součin	FM-X iGo	Součin
Počet vozíků (ks)	6	80	480	100	600	100	600
Výška zdvihu	5	55	273	100	500	91	455
Nosnost	7	94	656	100	700	88	613
Baterie	5	75	375	100	500	75	375
Hlučnost	1	100	100	98	98	90	90
Max. rychlost	4	64	258	100	400	100	400
Celková hmotnost	2	100	200	79	157	92	183
Užitnost			2342		2955		2715
Pořadí vozíků		3.		1.		2.	

Zdroj: vlastní

Z této rozhodovací metody vychází, že je pro společnost nejvhodnější AGV vozík od společnosti Linde a to typ R-MATIC. Hlavními důvody, proč je tento vozík nejvhodnější, jsou největší nosnost, výška zdvihu a výdrž baterie. Dalšími důležitými faktory při rozhodování byl nejmenší počet AGV vozíků pro obsluhování skladu, od čehož se bude odvíjet i cena za vozíky a bude zaručen nejplynulejší provoz, jelikož si vozíky nebudou při práci překážet. Dalším důležitým faktorem je nejvyšší maximální rychlost, od které se odvíjí množství odvedené práce a tudíž i počet potřebných AGV vozíků.

Byla provedena rozhodovací metoda a výpočet počtu vozíků pouze pro vysokozdvizné vidlicové AGV vozíky, jelikož jsou nejdůležitějšími stroji celého skladu. Regálové zakladače nejsou vytíženy nonstop, tak jako vidlicové vozíky a stačí pouze dva do regálové části skladu, což uvedl ředitel skladu při rozhovoru. Proto bylo rozhodnuto, že budou zvoleny zakladače od stejné firmy jako vozíky a to tedy od společnosti Linde typ K-MATIC.

4.5.5 Náklady na nasazení AGV vozíků do distribučního centra

Po výpočtu počtu automatizovaných vysokozdvihných vozíků byla vypracována a poslána žádost o cenovou nabídku všem třem výrobcům těchto vozíků. Manažeři zastupující tyto společnosti sdělili, že nejsou schopni poskytnout ceník, jelikož se nejedná a samostatný prodej AGV vozíků, ale jde o projekt, který v sobě zahrnuje i projekční projekt management a inženýrské práce.

V případě na cenění takového projektu, chtěli společnosti vyslat své zástupce do skladu, pro který je tato práce určena, aby mohli získat informace pro vypracování layoutu v DWG a získat mnoho technických a bezpečnostních specifikací, jelikož se automatizované vozíky skládají až ze dvou set takových technických a bezpečnostních zařízení. Toto nebylo možné zrealizovat, jelikož společnost, které sklad patří o zavedení AGV vozíků v nynější době ještě nepřemýšlí a nechtěla se ničemu zavazovat, ani nic financovat. Proto společnosti poskytli pouze orientační částky za jednotlivé vozíky, které se potom můžou následně ve větším počtu značně lišit.

Manažer společnosti Linde poskytl tyto orientační ceny:

- Průměrná cena jednoho R-MATIC vozíku je 850000 Kč
- Průměrná cena jednoho K-MATIC vozíku je 3000000 Kč
- Průměrná cena za zavedení automatizovaného vozíku do skladu je 1900000 Kč

Průměrná cena za jeden R-MATIC a K-MATIC by měla obsahovat:

- Geo – navigací, která má orientaci bez infrastruktury, mapování LIDARem, naprogramování cest, kontrolu navigace
- Bezpečnostní prvky – Linde BlueSpot, 3D kamera, 2D laser, zvukové varování, světelná signalizace, nouzový stop, přední a boční PL-D laser, mobilní laser, telemetr, kontrolu naložení palety
- Navigační modul + řízení
- Aktivní bezpečnost – ta by měla obsahovat dynamické pole pro detekci překážek, přizpůsobující se úhlu řízení a rychlosti AGV, individuální nastavení v provozu na základě posouzených rizik.

Průměrná cena za zavedení jednoho vozíku obsahuje tyto služby:

- Projekt Management
- Návrh okruhu a mapování
- Montáž a uvedení do provozu

- Školení na údržbu a servis
- Bezpečnostní certifikace a dokumentace

Celkové náklady na pořízení a zavedení AGV vozíků:

$$Celk = 8500000 * 16 + 3000000 * 2 + 1900000 * 18 = 53800000 \text{ [Kč]} \quad (14)$$

4.5.6 Aktuální náklady na provoz distribučního centra

Pro výpočet nákladů potřebujeme znát několik hodnot:

Minimální počet řidičů vysokozdvížných vozíků na jeden den – $k = 34$

Počet vozíků, kterými je vybaveno distribuční centrum – $i = 13$

Nájem jednoho vozíku na jeden den – $n = 1340 \text{ [Kč]}$

Průměrná hrubá mzda za měsíc – $m = 35400 \text{ [Kč]}$

Sociální a zdravotní pojištění, které za zaměstnance odvádí zaměstnavatel za – $p = 11966 \text{ [Kč]}$

Počet měsíců za rok – $l = 12$

Počet dní v roce – $d = 365$

Náklady na vozíky za rok:

$$N_v = i * n * d = 13 * 1340 * 365 = 6358300 \text{ [Kč]} \quad (15)$$

Náklady na zaměstnance za rok:

$$N_z = k * l * (m + p) = 34 * 12 * (35400 + 11966) = 19325328 \text{ [Kč]} \quad (16)$$

Celkové náklady za rok:

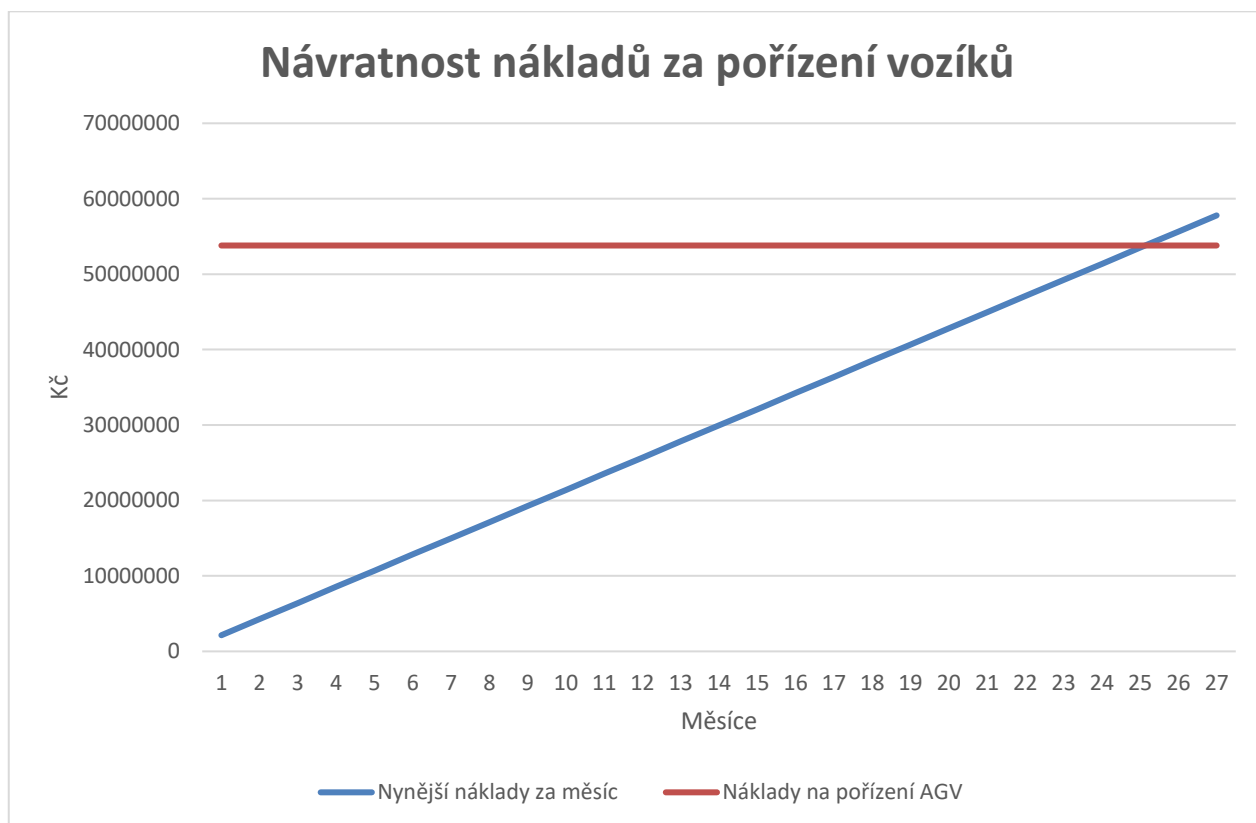
$$N_c = N_v + N_z = 6358300 + 19325328 = 25683628 \text{ [Kč]} \quad (17)$$

Jelikož je výpočet nákladů na pořízení AGV vozíků pouze orientační, tak zároveň nejde ani vypočítat přesné náklady na provoz a servis distribučního centra v případě jejich pořízení. Proto nebylo počítáno s náklady na provoz a servis ani při výpočtu aktuálních nákladů, jelikož je předpokládáno, že tyto náklady po zavedení AGV budou na jejich provoz a servis totožné s těmi aktuálními.

4.5.7 Návratnost nákladů za pořízení vozíků

Pro názornou ukázkou za jak dlouho se distribučnímu centru náklady za zavedení automatizovaných vozíků vrátí byl sestaven graf č. 1.

Graf 1: Návratnost nákladů za pořízení vozíků



Zdroj: vlastní

V grafu návratnosti nákladů za pořízení je na ose Y hodnota nákladů v korunách od deseti milionů až do sedmdesáti milionů, což by pro náš případ mělo stačit. Dále jsou na ose X vidět jednotlivé měsíce od data pořízení AGV vozíků. Červenou čarou jsou znázorněny náklady na pořízení AGV vozíků, které jsou pouze jednorázové, tudíž je čára vodorovná. Modrou čarou jsou znázorněny nynější měsíční náklady, které by byly za nynějších podmínek od data teoretického pořízení vozíků. Tyto čáry se protnouly přibližně u hodnoty 25, což znamená, že náklady na pořízení AGV vozíků se za nynějších podmínek distribučnímu centru vrátí zhruba za dvacet pět měsíců.

Jelikož je cena AGV vozíků od společnosti Linde pouze orientační, tak i návratnost nákladů za pořízení AGV vozíků je pouze orientační.

4.6 Návrh 2 zavedení QR kódů do výroby a logistického centra

Jelikož se distribuční centrum potýká s velkým množstvím reklamací, které jsou velice často spojovány s chybovostí zaměstnanců, kteří mají problémy při načítání čárových kódů a zaměstnanec, tak musí dohledávat podle číselných kódů potřebná data v počítači při čemž zřejmě nejčastěji nastává chyba.

Pro řešení tohoto problému s načítáním čárových kódů bylo vybíráno mezi nahrazením čárových kódů technologií RFID a QR kódy. RFID je technologie bezdotykové identifikace, kde komunikaci mezi nosičem kódu a čtečkou dochází za pomoci rádiových vln. RFID ale nejde využívat ve všech případech a to hlavně kvůli velmi vysoké ceně v porovnání s QR kódy. V tomto případě, kdy se vyrábí tak vysoké množství výrobků za den by cena RFID byla extrémně vysoká a nedokázaly by se využít její přednosti, které má oproti čárovým a QR kódům. Z těchto důvodů bylo pro tuto práci vybráno pro řešení problému s čárovými kódy jejich nahrazení QR kódy.

4.6.1 Aktuální stav značení QR kódů

V této části práce bylo popsáno aktuální značení z výroby hotových paletových jednotek, což je také k vidění na obrázku č. 30.

Obrázek 22: Značení QR kódů



Zdroj: vlastní

Při balení hotové paletové jednotky musí obsluha umístit z jedné dlouhé a z druhé krátké strany papír A4 s informacemi o zboží, které se na paletě nachází. Následně po zabalení se z venku na igelitový obal nalepí papírový štítek se stejnými informacemi a čárovým kódem, který slouží pro načítání informací obsluhou vozíku po dopravení do distribučního centra z výroby.

4.6.2 Srovnání čárových a QR kódů

Po vyloučení technologie RFID z důvodů vysokých nákladů byla sestavena tabulka vlastností pro srovnání a vyhodnocení, zda bude použití QR kódů lepší volbou než čárové kódy a pomůže nám eliminovat problémy s reklamacemi.

Tabulka 7: Srovnání čárových a QR kódů

QR kódy	Čárové kódy
Možno zakódovat až 7000 znaků, podle typu a úrovně korekce	Možno zakódovat jen malé množství informací, podle využitého standardu
Možno skenovat při částečném poškození nebo znečištění	Není možné skenovat při porušení nebo znečištění
Potřeba hardwarových čtecích zařízení	Potřeba hardwarových čtecích zařízení
Nízké provozní náklady	Nízké provozní náklady
Za určitých okolností je možné měnit informace	Není možné měnit informace (je potřeba nový tisk etikety)
Možné propojení s podnikovým systémem	Možné propojení s podnikovým systémem
Čtečky QR kódů dokáží číst čárové kódy	Čtečky čárových kódů nejsou schopny načíst QR kódy
Čtečky QR kódů dokáží číst z úhlu	Čtečka čárových kódů musí laserem přejet přes všechny čáry
QR kódy lze skenovat i běžným fotoaparátům mobilního telefonu	Čárové kódy jsou určeny pro čtení laserových nebo CCD čteček

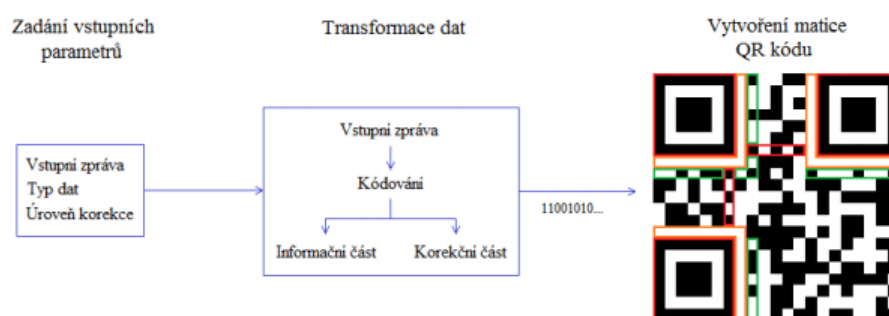
Zdroj: vlastní

Z tabulky č. 7 je jasné, že za téměř totožných nákladů jako čárové kódy dokáží QR kódy zakódovat mnohokrát násobně více znaků, můžeme částečně měnit informace na již vytvořených QR kódech, čtečky QR kódů dokáží číst i čárové kódy, QR kódy se mohou načítat i mobilním telefonem a mohou se načítat i z úhlu a nemusí přesně přejet laserem přes všechny čáry jako u kódů čárových. Posledním a pro tuto práci nejzásadnějším rozdílem při srovnání vlastností je načítání i částečně poškozených nebo znečištěných QR kódů. Z těchto důvodů bude nahrazení čárových kódů QR kódy nejlepší variantou.

4.6.3 Tvoření QR kódů

Tvoření QR kódů je možné rozdělovat do tří základních fází a to: Zadávání vstupních parametrů, transformace dat a samotné vytváření QR kódů, což je k vidění na schématu vytváření QR kódů na obrázku č. 23.

Obrázek 23: Schéma vytváření QR kódů



Zdroj: Horáček, 2016

Vstupními parametry musí být informace jako vstupní zpráva, zabezpečení dat proti poškození a typ dat. Všechny tyto parametry mají obrovský vliv hlavně na rozměry výsledné matice. Pro získání nejlepších vlastností QR kódů je potřeba, aby měly co nejmenší velikost dat a co největší úroveň zabezpečení. Nejpřesnější snímání QR kódů je, pokud jsou všechny čtverečky QR kódu dostatečně velké. QR kódy, které mají vysoký objem dat je nutno skenovat takovým skenovacím zařízením, které má velké rozlišovací schopnosti. Pokud nemá dostatečně velké rozlišovací schopnosti, tak dojde při skenování QR kódu k chybnému vyhodnocení čtené QR matice. Zabezpečovací úroveň zajišťuje, že pokud bude při načítání část QR kódu zašpiněná, poškozená nebo překrytá nějakým předmětem, tak bude stále možné získat původní informaci. (Horáček, 2016)

Pro označování hotových paletových jednotek na papírovém štítku, který je přilepený z venku na igelitový obal, který slouží pro načítání informací pro manipulaci s hotovým zbožím v distribučním centru bylo navrženo využít dva QR kódy. Papírový štítek je pro oba dostatečně velký a doplňkový text, který je nyní tištěn na štítek již nebude tisknut. Z důvodu nejlepších vlastností, kdy je potřeba, aby QR kód měl co nejmenší objem dat, co nejvyšší úroveň zabezpečení a nejpřesnějšímu snímání bude na štítku přes celou šířku umístěn QR kód obsahující pouze číselný kód pro naskenování informací potřebných pro řídicí systém. Tuto funkci doposud plní čárový kód. Jelikož je štítek dostatečně dlouhý a QR kód má tvar čtverce, tak nad prvním QR kódem vznikne místo na druhý menší QR kód, který bude obsahovat informace, které jsou na štítku

napsány nyní. Zároveň pod obalem bude stále umístěn ze dvou stran papír A4 se stejnými informacemi jako doposud.

Analýza dat a úroveň zabezpečení

Prvním krokem pro tvorbu QR kódů je výběr typu dat a obsah dat, které ponese. QR kód má několik definovaných druhů módů právě z hlediska obsahu znaků.

První QR kód bude obsahovat pouze číselný kód, tudíž mu stačí pouze numerický mód, který používá pouze číselné znaky od 0 do 9.

Druhý QR kód bude obsahovat jen stávající informace, které se nyní na papírovém štítku nalepené zvenku paletové jednotky nachází. Proto postačí pouze alfanumerický kód, který obsáhne 47 znaků a na rozdíl od numerického používá i znaky abecedy.

Podle tabulky č. 1 byla zvolena úroveň zabezpečení QR kódů H – high, což je nejvyšší úroveň a opraví až 30% dat při poškození nebo znečištění.

Všechna tato data byla vybírána pro QR kód typu Modul 2, který je detailně popsán v teoretické části v kapitole 3.11.2.

V této části byla vybrána všechna potřebná data a úrovně, ve kterých se požaduje, aby výsledné QR kódy byly při budoucím možném zavádění vytvářeny.

Obrázek 24: Navrhované štítky



Zdroj: vlastní

Na obrázku č. 24 byl za pomoci skutečných dat a požadovaných úrovní vytvořen návrh štítku pro označování hotových paletových jednotek. Tento návrh je zcela funkční a obsahuje všechny informace o zboží, které obsahuje i papírový štítek na obrázku č. 22. Návrh byl vytvořen pomocí generátoru QR kódů, který je zdarma dostupný na internetu na stránce: <https://qrd.by/>.

Pokud by potřeboval ať už zaměstnanec z výroby nebo distribučního centra získat rychle informace a neměl by u sebe čtečku QR kódů ani mobilní telefon vybavený aplikací pro čtení QR kódů, tak stále bude ze dvou stran pod igelitovým obalem umístěn informační A4 papír.

Změny a náklady na vytváření těchto QR kódů budou minimální, jelikož navrhované štítky budou úplně na stejných formátech jako nynější čárové kódy s informacemi o zboží a bude je tisknout stejná tiskárna, takže nevzniknou žádné vyšší náklady na větší formáty štítků nebo nové tiskárny potřebné pro jejich tisk.

Obrázek 25: Čtečky kódů



Zdroj: <https://pdaflores.cz/cs/blog/rozdil-mezi-1d-typicky-ean-a-2d-typicky-qr-carovym-kodem-b14.html>

Jediné větší náklady, které vzniknou budou na výměnu skenovacích hlav u čteček čárových kódů, aby byly schopny číst QR kódy. V horní části obrázku č. 25 je čtečka s hlavou na čárové kódy a ve spodní části je hlava na čtení QR kódů. Tyto hlavy se dají bez problémů vyměnit.

Čtečky používají zaměstnanci v regálové části skladu při distribuci kusového zboží. Na nových AGV vozíčkách by čtečky se skenovací hlavou pro načítání QR kódů již byly součástí výbavy.

4.7 Diskuse výsledků a návrhy opatření

Provedením kritické analýzy současného stavu logistických procesů ze získaných dat buď z internetových zdrojů, nebo z interních zdrojů získaných vlastním pozorováním a konzultacemi s technologi a vedoucím distribučního centra při prohlídce vybrané společnosti bylo zjištěno, že největším problémem jsou zejména vysoké náklady na provoz distribučního centra a reklamace od zákazníků společnosti spojené s chybami při distribuci.

V prvním návrhu byli vybráni tři největší výrobci AGV vozíků v Evropě a od každého z nich byli vybrány nejvhodnější AGV vozíky a regálové zakladače pro řešené distribuční centrum. Pomocí určení nejdůležitějších kritérií a jejich vah pro rozhodovací metodu byl vybrán nejvhodnější vozík pro distribuční centrum a to konkrétně R-MATIC. Regálový zakladač byl vybrán od té samé společnosti, a to K-MATIC, jelikož vlastnosti zakladačů byly téměř totožné a pro regálový sklad byly potřeba pouze dva tyto zakladače. Zároveň jednotnou objednávkou na AGV vozíky i zakladače vznikne výhodnější nabídka, než při koupi zakladačů a vozíků od jiné firmy. Oslovení výrobci poskytli pouze orientační částky z důvodu nedostatku potřebných informací pro nacenění. Byly vypočítány orientační náklady na zautomatizování logistického centra a nynější náklady na provoz distribučního centra, ze kterých po zanesení do grafu vyplývá, že orientační návratnost je okolo dvaceti pěti měsíců.

V druhém návrhu byl řešen problém s velkým množstvím reklamací, za který částečně mohou problémy při načítání čárových kódů. Tento problém byl vyřešen navržením QR kódů místo čárových kódů. Tento návrh optimalizace byl podložen srovnávací tabulkou, kde bylo jasné, že za téměř stejných nákladů mají QR kódy mnohem lepší vlastnosti. Nejdůležitější z nich však byla schopnost čtení i částečně poškozených QR kódů, což řeší problém s načítáním čárových kódů při poškození či znečištění. Tento návrh byl dokončen návrhem štítku se skutečnými informacemi a potřebnými úrovněmi ochrany.

Z diskuze výsledků tedy vyplývá, že dlouhodobý problém společnosti s vysokými náklady na provoz distribučního centra, lze vyřešit automatizací skladu za pomoci AGV vozíků během dvaceti pěti měsíců. Problém s velkým množstvím reklamací by se vyřešil okamžitě zavedením AGV vozíků a QR kódů, čímž by se eliminovaly chyby spojené s lidským faktorem a chyby při načítání čárových kódů.

5 Závěr

V teoretické části této diplomové práce byl proveden základní popis logistiky, logistických řetězců a jejich optimalizace. Dále byla rozebrána logistika skladování, základní funkce skladu a jeho automatizace. Poté byla rozebrána charakteristika AGV systému, typy automatizovaných vozíků, navigace automatizovaných vozíků a bezpečnostní prvky AGV vozíků. V poslední části byly popsány QR kódy, jejich specifikace a korekce chyb QR kódů.

V aplikační části této diplomové práce bylo nejdříve na základě kritické analýzy současného stavu logistických problémů seznámeno s charakteristikou společnosti, materiálovým tokem výroby dlažeb od přivezení surovin potřebných pro výrobu až po konečné uskladnění hotových zabalených výrobků a aktuálním stavem logistického centra. Touto analýzou byly určeny výzkumné problémy, které byly předměty návrhů optimálního řešení distribučního centra. V prvním návrhu bylo řešeno zavádění automatizovaných vozíků do distribučního centra a v druhém návrhu bylo řešeno zavádění QR kódů pro označování hotových výrobků.

Výsledky návrhů optimalizací byly podrobeny diskuzí výsledků, ze které vyplývá, že dlouhodobý problém společnosti s vysokými náklady na provoz distribučního centra, lze vyřešit automatizací skladu za pomoci AGV vozíků během dvaceti pěti měsíců. Proto by bylo na místě, aby si společnost pozvala odborníky ze společnosti Linde, od které jsou navrhované AGV vozíky a nechala si vypracovat projekt, ve kterém by byl požadovaný layout společnosti a AGV vozíky by měli přesné technické a bezpečnostní doplňky, které požadují.

Problém s velkým množstvím reklamací by se vyřešil okamžitě zavedením AGV vozíků a QR kódů, čímž by se eliminovaly chyby spojené s lidským faktorem a chyby při načítání čárových kódů. Společnost má vlastní IT zaměstnance, kteří dokáží v programu SAP změnit označování výrobků čárovými kódy na označování QR kódy. Společnost tudíž ušetří za zavádění QR kódů externí společnostmi. Finance, které ušetří by bylo nejlepší investovat do pořízení nových tiskáren k baličkám na každou výrobní linku, jelikož problémy s načítáním čárových kódů občas vznikají i špatnou kvalitou tisku. Při velmi špatné kvalitě tisku by, však nemusely pomoci ani navrhované QR kódy, které mají schopnost čtení i částečně poškozených kódů.

Pokud by společnost nechtěla investovat do vlastních AGV vozíků, bylo by alespoň vhodné zavedení QR kódů, které by nebudou stát na náklady skoro nic a vyřeší tak částečně alespoň problém s reklamacemi alepší se tak i celý proces používání informačních kódů lepšími vlastnostmi QR kódů.

Cílem práce bylo na základě kritické analýzy současného stavu logistických procesů identifikovat problémové oblasti a navrhnout jejich řešení. Proto jsem charakteristikou společnosti, technologickými postupy při výrobě dlažby a aktuálním stavem distribučního centra provedl kritickou analýzu, na základě které jsem identifikoval problémové oblasti a navrhl optimální řešení problémových oblastí v podobě zavedení AGV vozíků a QR kódů.

Seznam zdrojů

AIMTEC. *SappyWMS: Použijte SAP pro celkovou správu materiálového toku*. [online]. 2021 [cit. 2021-4-16]. Dostupné z: <https://www.aimtecglobal.com/en/sappywms/>

ARVIND, S.A. *Fabrication of automated guided vehicle: Mini Project Report 2011* [online]. 2011 [cit. 2021-3-12]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/soorajsasthamcottta/project-report-for-automated-guided-vehicle>

BLAŽÍČEK, Martin. *Měření efektivního nasazení formátu na linkách v RAKO III*. Praha, 2010. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Ing. Hana Svobodová, Ph.D.

BLAŽÍČEK, Martin. *Optimalizace skladových zásob hotových výrobků v LASSELSBERGER, s.r.o.* Praha, 2012. DIPLOMOVÁ PRÁCE. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Ing. Hana Svobodová, Ph.D.

ČIŽMÁŘ, Zeno. *RAKO HISTORIE OD ZALOŽENÍ 1883 DO SOUČASNOSTI* [online]. Plzeň, 2013 [cit. 2021-3-28]. Dostupné z: https://www.rako.cz/file/edee/o-nas/predstaveni-spolecnosti/historie/lb_kniha_130let_final.pdf

DRAHOTSKÝ, Ivo a Bohumil ŘEZNÍČEK. *Logistika - procesy a jejich řízení*. Brno: Computer Press, 2003. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 80-722-6521-0.

GOETTING. *Řešení: Laserový skener* [online]. 2013 [cit. 2021-4-4]. Dostupné z: <https://www.goetting-agv.com/solutions>

History of QR Code. *QRcode.com* [online]. Japonsko, 2019 [cit. 2021-4-20]. Dostupné z: <https://www.qrcode.com/en/history/>

HORÁČEK, Michal. *Kodér / dekodér QR kódů*. PARDUBICE, 2016. Diplomová práce. UNIVERZITA PARDUBICE.

HORÁKOVÁ, Helena a Jiří KUBÁT. *Řízení zásob: logistické pojetí, metody, aplikace, praktické úlohy*. 3. přeprac. vyd. Praha: Profess, [1999]. Poradce controllingu. ISBN 80-852-3555-2.

HRNEČKOVÁ, Kateřina. *Poskytovatelé logistických služeb v ČR* [online]. České Budějovice, 2010. Dostupné také z: https://theses.cz/id/ezcfs3/Poskytovatele_logistickych_sluzeb_v_CR.pdf.

DIPLOMOVÁ PRÁCE. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Vedoucí práce Ing. Radek Toušek, Ph.D.

JUNGHEINRICH. *O nás* [online]. 2021 [cit. 2021-4-17]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/o-nas>

KORTSCHAK, Bernd H. *Úvod do logistiky: (co je logistika)*. 2. čes. vyd. Praha: BABTEXT, [1994]. Univerzitní edice. ISBN 80-858-1606-7.

KOZEL, David. *STUDIE ŘÍZENÝCH PRŮMYSLOVÝCH VOZÍKŮ*. Brno, 2017. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. Vedoucí práce Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.

KRŠKOVÁ, Adéla. *Biologické a edukační uplatnění QR kódů*. Praha, 2014. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE. UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE. Vedoucí práce PhDr. Petr Novotný, Ph.D.

LINDE. *O společnosti Linde: Profil* [online]. 2021 [cit. 2021-4-17]. Dostupné z: <https://www.linde-mh.cz/cs/O%C2%A0spolecnosti-Linde/Spolecnost/>

MELICHAR, Michal. *PRÁCE S QR KÓDY VE WEBOVÝCH APLIKACÍCH: WORK WITH QR CODES IN WEB APPLICATIONS*. Brno, 2016. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. Vedoucí práce Ing. VLADIMÍR BARTÍK, Ph.D.

NOVOTNÝ, Josef. *Optimalizace logistických procesů ve společnosti zabývající se hotelnictvím*. Praha, 2015. Diplomová práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Doc. Ing. Zora Říhová, CSc.

PALKA, Petr. *Analýza podmínek zavedení automaticky vedených vozíků ve skladu*. Pardubice, 2020. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Ing. David Šourek, Ph.D.

PANÁKOVÁ, Petra. *VYUŽITÍ QR KÓDŮ V PODNIKU* [online]. Brno, 2010. Dostupné také z: https://is.muni.cz/th/njgiw/BP_Panakova.pdf. Bakalářská práce. Masarykova univerzita Ekonomicko-správní fakulta. Vedoucí práce Ing. Michal KOZUB.

PERNICA, Petr. *Logistika pro 21. století: (Supply chain management)*. Praha: Radix, 2005. ISBN 80-860-3159-4.

RAKO *Brand of lasselsbergergroup* [online]. Plzeň, 2021 [cit. 2021-3-26]. Dostupné z: <https://www.rako.cz/>

SICK, Sensor Intelligence. *Bezpečnostní systémy Safe AGV Easy: Snadné zajištění bezpečnosti pro automaticky řízené vozíky* [online]. 2021 [cit. 2021-4-6]. Dostupné z: <https://www.sick.com/cz/cs/bezpecnostni-systemy-a-reseni/bezpecnostni-systemy/safe-agv-easy/c/g412755>

SIXTA, Josef a Miroslav ŽIŽKA. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Brno: Computer Press, 2009. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2563-2.

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

STILL. *Značka STILL: Známa značka a spolehlivý partner* [online]. 2021 [cit. 2021-4-18]. Dostupné z: <https://www.still.cz/zamestnani-kariera/to-jsme-my-ve-spolecnosti-still/znacka-still.html>

SYSTÉMY LOGISTIKY. *LASSELSBERGER optimalizoval uskladnění keramických obkladů a dlažeb* [online]. 2017 [cit. 2021-4-14]. Dostupné z: <https://www.systemylogistiky.cz/2017/12/11/lasselsberger-optimalizoval-uskladneni-keramicky-obkladu-dlazeb/>

TECHNOPROJEKT. *Distribuční a skladovací centrum v areálu firmy Lasselsberger* [online]. 2017 [cit. 2021-4-12]. Dostupné z: http://27e19lb.257.cz/pr_st-ref0020.php

ULLRICH, Günter. *Fahrerlose Transportsysteme: Eine Fibel: – mit Praxisanwendungen -zur Technik - für die Planung*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2011. ISBN 978-3-8348-0791-5.

Seznam použitých zkratek

°C	Stupeň celsia
a	Průměrný počet odvezených nákladních aut za den
AGV	Automatic Guided Vehicle
Ah	Amper hodiny
APM	Auto Pallet Mover
b	Počet vychystávacích boxů
Celk.	Celkem
cm ²	Centimetry čtvereční
č.	Číslo
ČR	Česká republika
d	Počet dní v roce
dB	Decibel
DVG	Drawing
ERB	Enterprise resource planning
GPS	Global Positioning System
i	Počet vozíků, kterými je vybaveno distribuční centrum
i _z	Počet palet, který zaskladní jeden vozík za hodinu:
JIT	Just in Time
k	Celkový počet vozíků
k	Koeficient snížení rychlostí vozíků
K	Minimální počet řidičů vysokozdvíhových vozíků na jeden den
Kč	Koruny
kg	Kilogram
k _n	Počet vozíků pro nakládání nákladních aut

ks	Kusy
k_v	Počet vozíků pro zásobování vychystávacích boxů
kW	Kilo watt
k_z	Počet vozíků pro zaskladňování palet z výroby
l	Počet měsíců za rok
LAN	Local Area Network
LB	Lasselsberger
l_n	Počet n. automobilů, které je schopen jeden vozík naložit za jeden den
m	Metr
m	Průměrná hrubá mzda za měsíc
m^2	Metry čtvereční
m^3	Metry krychlové
mil.	Milion
n	Nájem jednoho vozíku na jeden den
n	Počet palet vyrobených a zaskladněných za hodinu
N_c	Celkové náklady za rok
N_v	Náklady na vozíky za rok
N_z	Náklady na zaměstnance za rok
p	Sociální a zdravotní pojištění, které za zaměstnance odvádí zaměstnavatel
p	Průměrný počet palet se zbožím v jednom nákladním autě
RFID	Radio Frequency Identification
s	Sekunda
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
s_1	Průměrná vzdálenost potřebná k zaskladnění a vrácení se zpět k dopravníku
s_2	Průměrná vzdálenost potřebná k nakládce nákladních aut
s_3	Průměrná vzdálenost potřebná k navážení palet do vychystávacích boxů

SAP	Systems applications products
SMS	Short message service
str.	Strana
t	Tuny
t_1	Doba potřebná pro nabrání palety, vyložení palety a načtení palety
t_2	Čas provádění nakládky
t_a	Čas potřebný pro naložení jednoho nákladního automobilu
t_n	Čas jedné cesty potřebné pro naložení nákladního automobilu
TÜV	Technischer Überwachungs Verein
t_z	Čas jedné cesty potřebné k zaskladnění a vrácení se zpět k dopravníku
URL	Uniform Resource Locator
USA	Spojené státy americké
V	Volt
v_1	Rychlost vozíku ERC 215a
v_2	Rychlost vozíku EKS 215a
v_3	Rychlost vozíku R-MATIC
v_4	Rychlost vozíku FM-X iGo
WMS	Wep map service

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tabulka 1: Schopnost opravy chyb u jednotlivých úrovní.....	27
Tabulka 2: Srovnávání vysokozdvížných automatizovaných vozíků	53
Tabulka 3: Srovnávání regálových automatizovaných zakladačů	54
Tabulka 4: Tabulka výsledků	56
Tabulka 5: Parametry vybraných dodavatelů.....	56
Tabulka 6: Rozhodovací metody pro vybrané dodavatele.....	57
Tabulka 7: Srovnání čárových a QR kódů	62
Obrázek 1: Logistický řetězec.....	14
Obrázek 2: Typové rozdělení skladů.....	17
Obrázek 3: Vidlicový vozík	19
Obrázek 4: Navigace laserová.....	21
Obrázek 5: Bezpečnostní zóny.....	24
Obrázek 6: Podrobné schéma rozložení dat v QR kódu	25
Obrázek 7: Přehled typů QR kódů	27
Obrázek 8: Logo společnosti LASSELSBERGER s.r.o.	31
Obrázek 9: Logistické centrum	40
Obrázek 10: Používané vysokozdvížné vozíky.....	41
Obrázek 11: Ukázka označení a skladování v části blokového skladu	42
Obrázek 12: Ukázka označení a skladování v části regálového skladu	42
Obrázek 13: Vychystávací boxy	43
Obrázek 14: Vozík ERC 215a.....	47
Obrázek 15: Vozík EKS 215a.....	48
Obrázek 16: Vozík ETX 515a.....	49
Obrázek 17: Zakladač EKX 516a	49
Obrázek 18: Vozík R-MATIC	50
Obrázek 19: Zakladač K-MATIC	51
Obrázek 20: Vozík FM-X	52
Obrázek 21: Zakladač MX-X.....	53
Obrázek 22: Značení QR kódů.....	61

Obrázek 23: Schéma vytváření QR kódů.....	63
Obrázek 24: Navrhované štítky.....	64
Obrázek 25: Čtečky kódů.....	65
Graf 1: Návratnost nákladů za pořízení vozíků.....	60

Přílohy

Příloha 1: Vzor způsobu hodnocení nabídek



Příloha č. 3 k č. j. 10385/2011-42 (2407/2011-42) - Vzor způsobu hodnocení nabídek

Vzor způsobu hodnocení nabídek dle směrnice č. j.: 2371/2009 – 14

- 1) Pro hodnocení jednotlivých dílčích hodnotících kritérií se použije bodovací stupnice v rozsahu 0 až 100 bodů.
- 2) Pro výpočet bodového ohodnocení, které vyjadřuje míru splnění hodnoceného dílčího hodnotícího kritéria ve vztahu k nejlépe nabídky, se použije těchto vzorů:
 - a) U dílčích hodnotících kritérií, kde má nejlépe nabídka minimální hodnotu (cena, doba provádění apod.):
$$\text{Počet bodů dílčího hodnotícího kritéria} = 100 \times \frac{\text{hodnota minimální nabídky}}{\text{hodnota posuzované nabídky}}$$
 - b) U dílčích hodnotících kritérií, kde má nejlépe nabídka maximální hodnotu (doba záruky, smluvní pokuta apod.):
$$\text{Počet bodů dílčího hodnotícího kritéria} = 100 \times \frac{\text{hodnota posuzované nabídky}}{\text{hodnota maximální nabídky}}$$
- 3) U dílčích hodnotících kritérií, která nelze číselně vyjádřit, zadavatel stanoví hodnotící subkritéria včetně jejich bodové váhy. Váhu jednotlivých hodnotících subkritérií stanoví zadavatel v rozsahu 0 až 100 bodů, přičemž maximální počet bodů rozdělených mezi jednotlivá hodnotící subkritéria může dosáhnout 100 bodů, tj. maximální bodové hodnoty dílčího hodnotícího kritéria. Pro výpočet bodového ohodnocení u číselně nevyjádřitelných kritérií (kvalita navrhovaného řešení, kvalita složení řešitelského týmu apod.) se použije následující postup:
 - nejprve se přiřadí body jednotlivým zadavatelem ve výzvě stanoveným hodnotícím subkritériím dílčího hodnotícího kritéria, a to v bodovém rozmezí, které jednotlivým hodnotícím subkritériím stanovil zadavatel ve výzvě;
 - poté se sečtou bodové hodnoty přiřazené jednotlivým hodnotícím subkritériím dílčího hodnotícího kritéria.
- 4) Počet bodů přiřazených jednotlivým dílčím hodnotícím kritériím hodnocené nabídky se vynásobí % váhou jednotlivých dílčích hodnotících kritérií hodnocené nabídky, kterou těmto dílčím hodnotícím kritériím stanovil zadavatel ve výzvě, takto získané bodové hodnoty všech dílčích hodnotících kritérií hodnocené nabídky se poté sečtou.
- 5) Nabídky uchazečů se seřadí dle výše bodových hodnot, kterých nabídky dosáhly, a to od nabídky s nejvyšší bodovou hodnotou, až po nabídku s bodovou hodnotou nejnižší.