



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

INVENTARIZACE TECHNICKÉHO VYBAVENÍ MODERNÍCH SKLADOVACÍCH SYSTÉMŮ

TECHNICAL EQUIPMENT ANALYSIS OF MODERN STORAGE SYSTEMS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JIŘÍ ZAPLETALÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. ROMAN KUBÍK, Ph.D.

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2013/14

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jiří Zapletalík

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Inventarizace technického vybavení moderních skladovacích systémů

v anglickém jazyce:

Technical equipment analysis of modern storage systems

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V současné době se v logistických systémech podniků stále více uplatňují sofistikované skladovací systémy. Součástí takových systémů bývá automatické zaskladnění a vyskladnění, poskytování informací o množství skladových jednotek aktuálně naskladněných do určitého regálu ap. Tyto systémy bývají také více či méně propojeny s výrobním systémem. Úkolem studenta je především zmapovat současnou nabídku takových systémů a jejich vhodnost pro různé velikosti podniků.

Cíle bakalářské práce:

1. Rozbor možností současných progresivních způsobů skladování a jejich využití ve strojírenských podnicích (regálové zakladače, řízené poziční sklady apod.)
2. Možnosti využití těchto technických prostředků pro uložení paletizovaného a nepaletizovaného materiálu, pro různé velikosti podniků
3. Zhodnocení přínosů a nákladů jednotlivých způsobů skladování

Seznam odborné literatury:

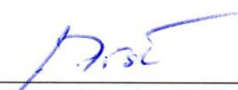
1. CEMPÍREK, V. Technologie ložných a skladových operací. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2000. 73 s. ISBN 80-7194-287-1.
2. ČUJAN, Z. Výrobní a obchodní logistika. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně - Fakulta technologická, 2010. 71 s. ISBN 978-80-7318-906-8.
3. EMMETT, S. Řízení zásob. 1. vyd. Praha: Computer Press, 2008. 298 s. ISBN 978-80-251-1828-3.
4. HLAVENKA, B. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
5. HLAVENKA, B. Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem. 4. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 163 s. ISBN 978-80-214-3607-7.
6. LAMBERT, D., ELLRAM, L. a STOCK, J. Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. 589 s. ISBN 80-251-0504-0.
7. PELÁNEK, R. Modelování a simulace komplexních systémů: jak lépe porozumět světu. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2011. 233 s. ISBN 978-80-210-5318-2.
8. SVOBODA, V. Doprava jako součást logistických systémů. 1. vyd. Praha: Radix, 2006. 152 s. ISBN 80-86031-68-3.
9. ZELENKA, A. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Roman Kubík, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 3.2.2014




prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu


doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na zmapování současné nabídky sofistikovaných skladovacích systémů. Skladovací systémy jsou v dnešní době často zaváděny do logistických systémů různých podniků. Součástí těchto systémů bývá automatické naskladnění, vyskladnění a poskytování aktuálních informací o uskladněných jednotkách.

Klíčová slova

inventarizace, sklad, automatizovaný zakladač, skladovací systém

ABSTRAKT

Bachelor's thesis is focused on mapping the current offers of sophisticated storages systems. Today, the storages systems are often implemented to logistic systems in different companies. Part of the systems is usually an automatic loading, unloading and providing the actual information about the storage units.

Key words

inventorying, warehouse, automated stacker, storage system

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ZAPLETALÍK, J. *Inventarizace technického vybavení moderních skladovacích systémů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 42 s.
Vedoucí bakalářské práce Ing. Roman Kubík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Inventarizace technického vybavení moderních skladovacích systémů** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

30. 5. 2014

.....
Datum

.....
Jiří Zapletalík

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval Ing. Romanu Kubíkovi, Ph.D. za cenné rady a vstřícnost při konzultacích. Také bych rád poděkoval svým rodičům za jejich podporu při studiu.

OBSAH

Úvod	10
1 Skladové hospodářství	11
1.1 Systémy řízení zásob.....	11
1.2 Zásobovací strategie.....	11
1.3 Náklady na zásoby	12
1.3.1 Ekonomicky výhodné objednávací množství.....	13
1.4 Druhy zásob	15
2 Automatické identifikační systémy	16
2.1 Základní principy automatické identifikace.....	16
2.2 Čárový kód.....	17
2.2.1 Typy čárových kódů.....	17
2.3 Radiofrekvenční identifikace	19
3 Konvenční způsoby skladování	20
3.1 Paletové regály.....	20
3.1.1 Konvenční paletové regály.....	20
3.1.2 Vjezdové paletové regály	20
3.1.3 Spádové paletové regály.....	22
3.1.4 Mobilní paletové regály	23
3.2 Policové regály.....	24
3.3 Konzolové regály	24
4 Automatické skladovací systémy	25
4.1 Vertikální výtahový systém	25
4.1.1 Kardex Shuttle XP.....	27
4.1.2 Hänel Lean-Lift	28
4.2 Vertikální karuselový systém.....	29
4.2.1 Kardex Remstar Megamat RS.....	30
4.2.2 Hänel Rotomat.....	31
4.3 Horizontální karuselový systém.....	32
5 Automatizované sklady	33
5.1 Sloupové stohovací jeřáby palet	33

5.2	Sloupové stohovací jeřáby beden.....	36
	Závěr	38
	Seznam použitých zdrojů.....	39
	Seznam použitých obrázků.....	41
	Seznam tabulek.....	42

Úvod

Skladování a manipulace s materiálem jsou nedílnou součástí každého podniku a ovlivňují jeho hospodářský výsledek. Umět správně optimalizovat náklady na skladování a logistiku, je základem k úspěšnému hospodaření. Jedním z mnoha způsobů jak toho docílit je optimalizace dodávek skladových zásob a nalezení kompromisu mezi pořizovacími a skladovacími náklady (tzv. EOQ model).

Dnes existuje nepřeberné množství typů skladů, a tak má každý podnik možnost zvolit si ten, který je pro něj nejvhodnější. Může se rozhodnout mezi konvenčním skladem, kde je proces naskladňování a vyskladňování prováděn manuálně s pomocí manipulační techniky (vysokozdvížné vozíky, stohovací jeřáby, atd.) nebo automatickými systémy (karuselové systémy, automatické stohovací jeřáby, atd.), které po zadání příkazu do řídicího systému samy dopraví požadovanou položku na místo odběru, kde si je vyzvedne pracovník obsluhy.

Automatické systémy dnes tvoří velkou část výrobního procesu v podniku. V poslední době se začínají čím dál více uplatňovat i v části logistické a skladovací. Úkolem těchto systémů je především zrychlení, zefektivnění a zpřesnění operací. Automatické systémy také umožňují mít okamžitý přehled o skladovaných zásobách. Výrobci těchto systémů se snaží co nejvíce přizpůsobit požadavkům, které jsou na ně kladeny ze stran zákazníků. Proto se můžeme setkat s mnoha druhy systémů více či méně automatizovanými.

1 Skladové hospodářství

1.1 Systémy řízení zásob

Mezi součásti podnikového logistického systému patří skladování. Logistický systém má za úkol uskladnění surovin, dílů, produktů nebo finálních výrobků. Skladovací systémy soustřeďují dodávky od různých dodavatelů do jednoho místa. Z tohoto místa lze zákazníkům dodávat zásilky podle jejich potřeb a požadavků.

Sklady jako technická zařízení představují budovy nebo místa na předem stanovené ploše pro ukládání zásob, úložná zařízení jako regály, úložníky umožňující výběr odebíraného zboží, které bývají podle možnosti použité manipulační techniky, plochy a výšky skladu uspořádány výškově a vyžaduje-li to povaha zboží vybaveny klimatizační a vzduchovou technikou.[1]

Vývoj manipulační techniky začal od jednoduché manuální obsluhy založené na dvoukolových ručních vozících tzv. rudlech. Dále vývoj pokračoval mechanizací a automatizací úložných prací, až dospěl k používání robotizovaných skladů. Použití automatizovaných skladovacích systémů je ekonomicky výhodné v případě, že je dosaženo dostatečně velkého skladovacího výkonu.

Skladové systémy můžeme rozdělit v závislosti na funkci, kterou mají plnit. Ze skladu se dají odebírat suroviny, materiál, montážní komponenty nebo hotové výrobky připravené na expedici. Rozeznáváme sklady:

- Předvýrobní sklady:
uskladňují suroviny, materiál a komponenty pro další fázi výroby
- Expediční (distribuční) sklady:
jsou určené pro distribuci a skladování hotových produktů
- Kombinované sklady:
sdružují sklady předvýrobní a distribuční.

1.2 Zásobovací strategie

Zásoby jsou vytvářeny surovinami, rozpracovaným materiálem a polotovary. Jako zásoby také vedeme rozpracované výrobky, které se během zpracovávání přemisťují z jednoho pracoviště na druhé a hotové výrobky, které ještě nebyly předány zákazníkovi.

Zásoby způsobují jedny z největších problémů v logistických systémech. Cílem je optimalizovat objem zásob a minimalizovat tak finanční prostředky, které jsou potřebné pro jejich pořízení a udržování. V zásobách jsou vázané finanční prostředky, o které jsou poté navyšovány náklady týkající se provozu skladových systémů. Proto je potřebné řídit a udržovat množství zásob na takové výši, která neohroží plynulost výroby.

Řízení zásob v podniku:

- Strategické řízení:
má za úkol stanovení množství finančních prostředků, které je možné uvolnit pro krytí zásob.
- Operativní řízení:
zajišťuje dodávku požadovaného množství materiálu na určené místo a v daném čase. Jeho součástí je i dodržení a snaha o minimalizování finančního stropu, který je spojen s pořízením, udržováním a správou zásob a byl k tomuto účelu uvolněn.

Ukazatelem, který charakterizuje rychlost procesu přeměny finančních prostředků vložených do nákupu surovin, materiálu a nakupovaných dílů v zásoby hotových výrobků a následně v tržby, je rychlost pohybu zásob. Rychlost pohybu zásob při transformaci lze vyjádřit pomocí obrátky zásob a dobou obratu zásob.[1]

Obrátka zásob určuje, kolikrát se za rok přemění průměrná zásoba v tržby, to lze vyjádřit poměrem:

$$OZ = \frac{CS}{PZ}$$

Kde: OZ = obrátka zásob
CS = celková spotřeba
PZ = průměrná zásoba

Doba obratu zásob vyjadřuje období, v němž projdou zásoby jednotlivými procesy od příjmu až po přeměnu v tržby.[1]

$$DO = \frac{360}{OZ}$$

Kde: DO = doba obratu zásob
OZ = obrátka zásob

Zásoby jsou faktorem, který ovlivňuje hospodářský výsledek v každém podniku. Velikost zásob by měla být jednak co nejmenší ve vztahu k vázaným finančním prostředkům a jednak co největší vzhledem k nutné pohotovosti v dodávkách ve vztahu k zákazníkovi a jeho požadavkům. Jedná se tedy o dvě navzájem protichůdná stanoviska, mezi kterými je nutný kompromis.[1]

Zásoby plní ve výrobním řetězci několik funkcí. Zaprvé zabezpečují plynulost výroby, dále pak vytváří zásobu materiálu pro nepředvídané výkyvy související se zpožděnou dodávkou. A v neposlední řadě vyrovnávají rozdíly mezi nabídkou a poptávkou.

1.3 Náklady na zásoby

Jedním z klíčových kritérií při optimalizaci zásob je minimalizace celkových nákladů na pořízení a udržování zásob. Během uspokojování poptávky se bere v úvahu určitá míra

rizika nedostatku zásob, taktéž jsou předpokládány nějaké odchylky v průběhu dodávek. Vlastní optimalizace zásob je spojena s určitou mírou rizika. Při optimalizaci se náklady na skladování, doplňování, udržování a využití dělí na náklady:

- pořízovací náklady:
v pořízovacích nákladech jsou zahrnuty náklady spojené s přepravou materiálu nebo polotovarů. Také je zde započtena mzda pracovníků, kteří objednávku zajišťují.
- skladovací náklady:
jsou vztaženy ke každé jednotce ve skladu za určité časové období. Skladovací náklady zahrnují především manipulaci s materiálem, pronájem haly, spotřebu energií, mzdové náklady, pojištění a náklady spojené s případným znehodnocením zásob. Těmto nákladům se říká variabilní náklady. Tyto náklady jsou určeny pevnou částkou vztaženou na jednotku zásob za určité časové období nebo jako procentuální hodnota z nákupní ceny zásob.
- náklady spojené s nedostatkem zásob:
vznikají v případě, kdy kvůli nedostatku zásob nemůže být uspokojena poptávka. Jde např. o ušlý zisk za nedokončený obchod, penále a náklady spojené s omezením nebo změnou výroby.

1.3.1 Ekonomicky výhodné objednávací množství

Při objednávání materiálu pro doplnění zásob má pracovník oddělení nákupu dvě možnosti, jaké množství poptávané položky objednat:

- co největší množství:
tato strategie objednávání sníží objednávací a manipulační náklady na kus, ale materiál se ve skladu hromadí, váže na sebe kapitál a rychle se nevyčerpá
- co nejmenší množství:
malé množství zásob na skladě snižuje skladovací náklady, ale naopak zvyšuje náklady objednávací a manipulační.

Kompromisem mezi těmito odlišnými strategiemi je ekonomicky výhodné objednávací množství (tzv. EOQ). *EOQ je takové množství, které minimalizuje bilanci nákladů mezi objednávacími a skladovacími náklady.*[3] Pro výpočet EOQ je nutné znát objednávací náklady, ve kterých jsou zahrnuty administrativní náklady, náklady na příjem a uložení ve skladu, aj. Také je nutné znát skladovací náklady, kde jsou obsaženy náklady na uskladnění, pojištění a manipulaci.

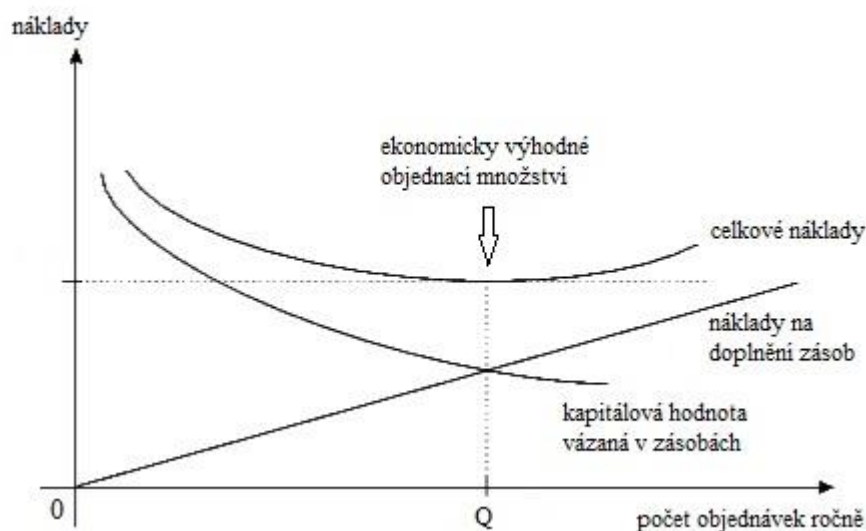
Při výpočtu objednávacího množství jde zejména o minimalizaci celkových nákladů, které jsou součtem nákladů objednávacích a skladovacích. Z této úvahy vycházel pan Camp, který v roce 1922 zveřejnil vzorec pro výpočet EOQ, v němž hledá minimum celkových nákladů TC.

$$TC = \frac{Q}{2} \times H + \frac{D}{Q} \times F$$

Minimum se hledá pomocí metod matematické analýzy jako lokální extrém funkce celkových nákladů TC a proměnné Q, kde výsledkem je Campův vzorec:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times D \times F}{a \times K}}$$

Kde: Q = optimální objednávací množství (ks)
D = předpokládaná roční spotřeba (ks)
F = objednávací náklady na jednu objednávku (Kč)
H = roční skladovací náklady na 1 kus (Kč)
a = koeficient pro roční náklady na držení zásob jako procento z ceny zboží
K = pořizovací cena za 1 kus (Kč)



Obrázek 1: EOQ model [4]

Tento výpočet lze použít pouze pro objednání jedné položky, s tím se v praxi většinou nesetkáme. V praxi se objednává několik položek najednou. Pro tyto případy lze Campův vzorec modifikovat. Nejdříve se určí optimální dodací cyklus dle vzorce:

$$t_{c\ opt} = \sqrt{\frac{2 \times T \times F}{\sum_{i=1}^k D_i \times a_i \times K_i}}$$

Kde: T = délka zásobovacího období, obvykle 1 rok (360 dní)
F = objednávací náklady, nezávislé na počtu objednaných položek
D_i = předpokládaná roční potřeba pro i-tou položku
a_i = skladovací náklady v procentech z ceny i-té položky
K_i = pořizovací cena za 1 kus i-té položky

Po stanovení optimálního dodacího cyklu se vypočte optimální počet objednávek za rok, který bude stejný pro všechny položky:

$$Q_{opt} = \frac{T}{t_{c\ opt}}$$

Z něj se poté vypočítá optimální výše dodávky pro každou položku:

$$Q_{oi} = \frac{D_i}{Q_{opt}}$$

1.4 Druhy zásob

- Běžná zásoba:
má za úkol pokrýt spotřebu v období mezi dvěma dodávkami. Její hodnota během dodávkového cyklu kolísá. Z tohoto důvodu se při výpočtech počítá s průměrnou obrátovou zásobou. V ideálním případě je tato hodnota rovna polovině velikosti dodávky.
- Pojistná zásoba:
její úkol je tlumit neočekávané výkyvy na vstupu a výstupu z podniku.
- Vyrovnávací (strategická) zásoba
vyrovnává větší výkyvy na vstupu nebo výstupu. Typickým příkladem je sezónní spotřeba v období vánoc, kterou není schopen podnik uspokojit. Proto se na dané období vytváří plánovaná zásoba s předpokladem pozdějšího prodeje.
- Dopravní zásoba:
jde o zásobu vázanou v dopravě (tzv. „zboží na cestě“)
- Zásoba rozpracované výroby:
jedná se o část zásob nacházející se ve výrobě.
- Technologická zásoba:
tvoří ji výrobky nebo polotovary, které potřebují být nějakou dobu skladovány. Jedná se např. o zrání sýrů, výrobu vína, vysoušení dřeva, atd. .
- Spekulativní zásoba:
vytváří se za účelem zvýšení zisku při nákupu za nízké ceny a pozdějším prodejem za cenu vyšší (za předpokladu růstu ceny). Při výrobě se kalkuluje s aktuální (vyšší) cenou.

2 Automatické identifikační systémy

Pojem automatická identifikace lze zjednodušeně vyložit jako samočinné zjištění totožnosti objektů nebo prvků, a to nejen jako součást logistických řetězců.[2] V dnešní době je využíváno velké množství výpočetní techniky pro ovládání a využívání informací, které jsou následně použity pro řízení. Kvalitní informace ve správný čas a v požadovaném množství jsou základním předpokladem pro úspěšný chod podniku. Automatická identifikace je určena především pro záznamy velkého množství údajů a má za úkol zvýšit spolehlivost a efektivnost jejich pořizování v porovnání s metodami ručními.[2]

2.1 Základní principy automatické identifikace

Systémy automatické identifikace mají za úkol kódování, čtení a následné zpracování dat bez vzniku lidské chyby. *Z pohledu logistiky lze definovat automatické identifikační systémy, jako systémy využívající pasivních prvků k přenosu informací s nimi souvisejících, mezi jednotlivými články tohoto logistického řetězce. Pasivními prvky jsou výrobky a díly, nebo z nich vytvořené manipulační a přepravní jednotky (přepravky, palety, kontejnery apod.). Aktivními prvky rozumíme dopravní prostředky a obsluhu, jejichž vlastní pohyb lze také sledovat, ale které v první řadě slouží k přenosu informací. [2]*

Totožnost pasivních nebo aktivních prvků je zjišťována podle fyzických znaků (např. kamerou podle barvy nebo tvaru), podle hmotnosti, podle kódu (např. laserovým snímačem u čárových kódů a v neposlední řadě podle nosiče dat (např. snímačem radiofrekvenčního signálu odraženého či vysílaného štítkem připevněným třeba na kontejneru). Identifikovat můžeme i dopravní prostředky a osoby. [2]

Principy automatické identifikace můžeme rozdělit na principy:

- Optický:
snímá odražené světlo od obrazového kódu, který je osvětlen zdrojem se světlem ve viditelném nebo neviditelném spektru. Je nejvíce rozšířen. Na tomto principu funguje přes 80% identifikačních systémů.
- Radiofrekvenční:
vysílá radiofrekvenční signál, který vyvolává odpověď u speciálního štítku. Patří mezi nejrychleji se rozvíjející systémy.
- Induktivní:
je podobný frekvenčnímu principu, ale zde je přenos dat mezi snímačem a štítkem prováděn magnetickou indukcí. Lze jej použít jen na malou vzdálenost.
- Magnetický:
informace jsou zakódovány do magnetického proužku a čtení zajišťují snímací hlavy.
- Hlasový:
rozeznává slova nebo mluvenou řeč.

2.2 Čárový kód

Čárové kódy patří mezi nejrozšířenější technologie a jsou založeny na optickém principu. Čárové kódy jsou často používány především z důvodu velmi nízkých pořizovacích a provozních nákladů. Samotný kód je složen ze světlých mezer a tmavých čar různé tloušťky, které po nasvícení snímačem, světlo pohlcují nebo odrážejí zpět do snímače. Tyto rozdíly v reflexi snímač následně přeměňuje na elektrický signál.

Typů čárových kódů je velké množství. Liší se způsobem kódování a dekódování, hustotou záznamu, kódovanými daty (čísla, znaky, písmena), způsobem zabezpečení správnosti dat aj. Lze dokonce používat vlastní systém s vlastní strukturou kódu, který je navržen podle potřeb podniku. V naprosté většině případů se využívají normalizované a mezinárodně uznávané systémy kódování a to z důvodů výměny dat a komunikace s jiným systémem spolupracujícího podniku.

2.2.1 Typy čárových kódů

➤ EAN

jde o nejznámější čárový kód. Je určen pro zboží prodávané v obchodní síti. Kóduje číslice 0 až 9, kde každá číslice je zakódována dvěma čarami a dvěma mezerami. Pro značení malých výrobků se často využívá jen 8 číslic (EAN-8) nebo 13 číslic (EAN-13). První dvě nebo tři čísla určují stát původu tzv. prefix (Česká republika má přiděleno číslo 859).



Obrázek 2: Čárový kód EAN-13 s popisem [1]

➤ UCC/EAN 128

využívá se zejména pro označení logistických a obchodních jednotek. Kód může obsahovat velké množství informací (např. rozměry, datum výroby, minimální trvanlivost, příjemce zásilky atd.)



Obrázek 3: Čárový kód UCC/EAN 128 [5]

➤ CODE 128

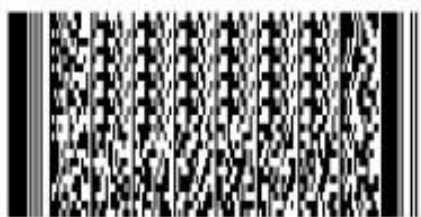
univerzální volně použitelný kód pro kódování alfanumerických dat. Dokáže zakódovat 96 ASCII znaků a 11 speciálních znaků.

➤ CODE 39

kóduje číslice 0 až 9, písmena A až Z a sedm speciálních znaků. Každý znak je kódován pěti čarami a čtyřmi mezerami. Používá se zejména v automobilovém průmyslu a zdravotnictví.

➤ PDF 417

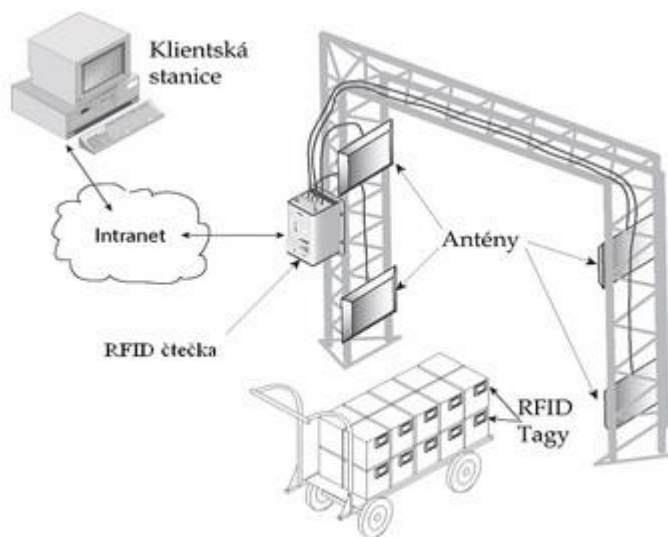
jedná se o dvoudimenzionální (2D) kód s vysokou informační kapacitou. Má schopnost detekce a oprav chyb při porušení kódu. Kód si s sebou nese veškeré potřebné údaje a je tak nezávislý na vnějším systému.



Obrázek 4: Čárový kód PDF 417 [5]

2.3 Radiofrekvenční identifikace

Radiofrekvenční identifikace (RFID) identifikuje objekty pomocí vysokofrekvenčních vln. Systém se skládá ze tří základních částí: přijímač/vysílač, anténa a nosič informace (tag/ transpondér). Informace uložené v transpondérech můžeme opakovaně číst a přepisovat pomocí vysokofrekvenčních vln. Používají se transpondéry aktivní (jsou vybaveny vlastním zdrojem a lze z nich informace číst i zapisovat) a pasivní (informace lze jen číst).



Obrázek 5: Schéma RFID systému [6]

Systém RFID může pracovat na různých frekvencích. Volba vhodné frekvence je jedna z nejdůležitějších fází návrhu řešení. Z této volby poté vychází celá řada dalších (nejen fyzických) omezení, jako např. dosah čtečky, zákonná omezení, rychlost čtení a zapisování, použitelnost v různém prostředí aj.

Automatická identifikace pracující s technologií RFID se používá většinou tam, kde nemůžeme použít jiný způsob identifikace (např. v nečistém prostředí nebo tam, kde není zaručena přímá viditelnost z důvodu nějaké překážky). Na rozdíl od čárových kódů čtení probíhá hromadně (až 1000 ks za minutu).

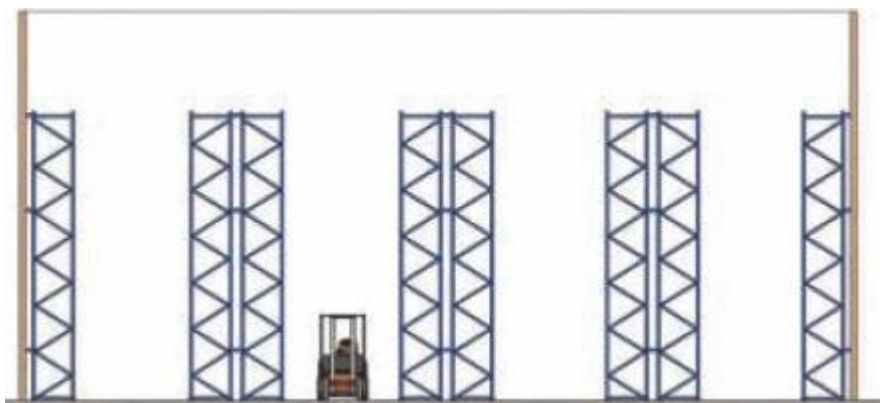
3 Konvenční způsoby skladování

3.1 Paletové regály

Konvenční sklad s paletovými regály patří mezi nejuniverzálnější a nejčastější způsoby skladování. Existuje celá řada typů těchto regálů, ze kterých má zákazník na výběr při projektování skladu. Sklad lze sestavit přesně na míru daného podniku, záleží na charakteru skladovaného materiálu, dispozičním řešení prostoru pro sklad a manipulačním prostředku (např. omezený zdvih vysokozdvižných vozíků).

3.1.1 Konvenční paletové regály

Konvenční paletový regál je nejuniverzálnější systém pro přímý a snadný přístup ke každé paletě. Nejběžnější konvenční systém je složen z jednořadého regálu stojícího podél stěn a dvouřadého regálu umístěného uprostřed skladovacího prostoru (obrázek 6). Při potřebách skladování většího počtu palet je možné použít dvojitou hloubku regálu. Velikosti pracovních uliček mezi jednotlivými regály jsou závislé zejména na vlastnostech manipulačního prostředku a také na velikosti skladovaného materiálu.



Obrázek 6: Konvenční paletové regály[7]

Tento typ regálu se dá přizpůsobit pro skladování na klasických europaletách, stohovacích kontejnerech a při použití podpěr také pro sudy a válce. Mezi jednu z hlavních výhod tohoto způsobu patří přístup ke každé paletě ve skladu, z toho také plyne snadná kontrola stavů zásob. Naopak nevýhodou zde může být poměr skladovaného materiálu na plochu skladu.

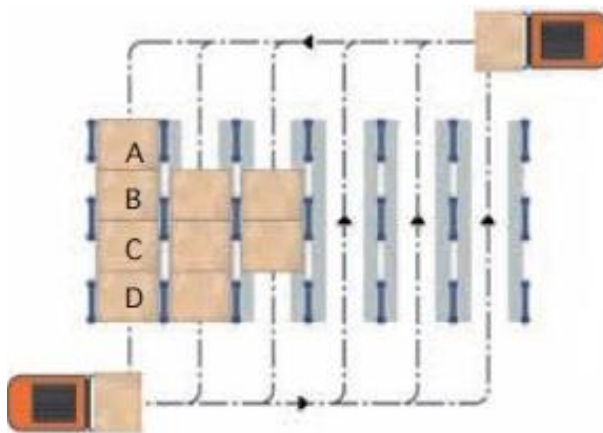
3.1.2 Vjezdové paletové regály

Tento způsob skladování je založen na sběrném principu. Vjezdové regály jsou určeny ke skladování homogenních produktů. Je zde doporučeno skladovat v každém koridoru výrobky stejného druhu, tím se předejde následné zbytečné manipulaci s paletami. Pojmou velké množství palet, toto množství je omezeno hloubkou a výškou skladovacích koridorů. Hloubka koridoru je závislá na počtu skladovaných palet. Vjezdové

regálové systémy mají větší skladovací kapacitu než konvenční paletové regály. V tomto systému existují 2 koncepty zakládání palet:

➤ Průjezdny koncept:

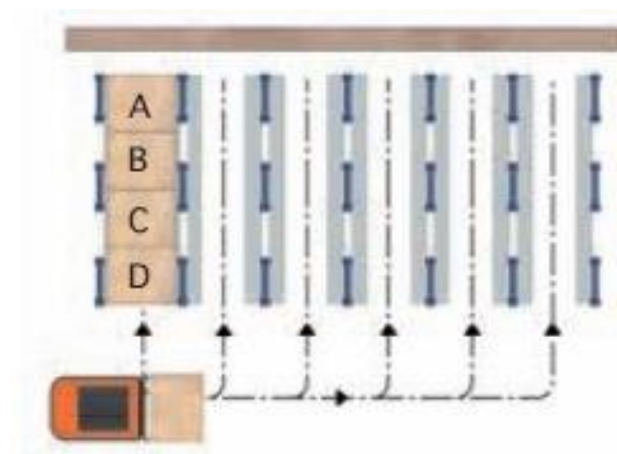
koncept je charakteristický dvěma přístupovými body do každého regálového bloku (ze přední i zadní strany), toho se využívá pro systém skladování FIFO. Tento způsob se využívá především u výrobků podléhajícím zkáze (např. potraviny, a jiné zboží s omezenou trvanlivostí).



Obrázek 7: Průjezdný koncept vjezdového regálu [8]

➤ Neprůjezdný koncept:

jde o nejběžnější způsob skladování u vjezdového regálového systému. Bloky regálu fungují jako odkladiště. Do každého bloku je jen jedna přístupová cesta, ze které se provádí nakládka i vykládka. Tento způsob skladování umožňuje využívat systému LIFO.



Obrázek 8: Neprůjezdný koncept vjezdového regálu [8]

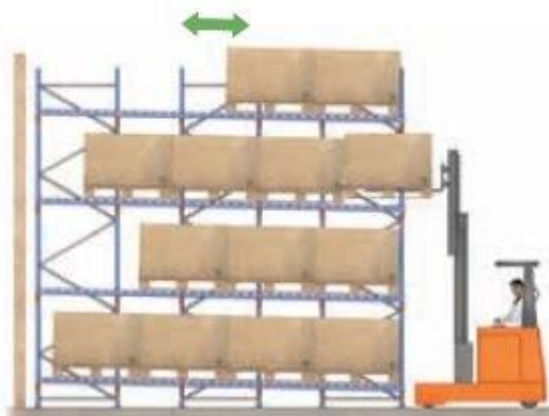
3.1.3 Spádové paletové regály

Spádové regály jsou tvořeny konstrukcí se systémem válečkové dráhy na mírně nakloněné rovině (sklon dráhy se pohybuje v rozmezí $3,4^\circ$ až $3,7^\circ$), která umožňuje posun palet kontrolovanou rychlostí pomocí gravitace až na opačný konec regálu. Kontroly rychlosti se dosáhne pomocí brzdících bubnů a válečků. Tento způsob klade vysoké požadavky na kvalitu a stav palet. Pro snadnější odebrání spádové regály pracují ve většině případů na systému FIFO, proto se využívají zejména v podnicích, kde se manipuluje se zbožím podléhající zkáze.



Obrázek 9: Spádový regál, FIFO [9]

Lze zde také použít systém LIFO, kde je první paleta uložena do první polohy v uličce, při ukládání druhé palety je ta následně zatlačena dozadu na druhé místo. Používá se při omezeném prostoru, kdy není možné realizovat ukládání palet z jedné strany a odebrání z druhé.



Obrázek 10: Spádový regál, Lifo [9]

S paletami se ve většině případů manipuluje z užší strany, s lyžinami kolmo na válečky. Tento způsob je neúčinnější, nejbezpečnější a nejekonomičtější. Vzdálenost jednotlivých válečků od sebe je závislá zejména na hmotnosti a rozměrech palet. Firma Mecalux udává vzdálenost válečků v závislosti právě na hmotnosti a konstrukčním řešení

jako násobek 66,66 mm. Při kratší válečkové dráze lze manipulovat s paletou i z delší strany. Zde je rozestup válečků omezen šířkou lyžin, ta nesmí být menší než 100 mm.



Obrázek 11: Manipulace s paletou u spádového regálu [9]

3.1.4 Mobilní paletové regály

Regály jsou umístěny na pohyblivých základnách hned vedle sebe a pohybují se po vodících kolejnicích. To odstraní potřebu více uliček (ve většině případů postačí jedna). Posunem regálu je vytvořena potřebná ulička u dané palety. Toto řešení má velký vliv na úsporu prostoru nebo na zvýšení skladovací kapacity. Při stejné skladovací kapacitě je plocha mobilního regálového skladu daleko menší než u konvenčního paletového regálu.

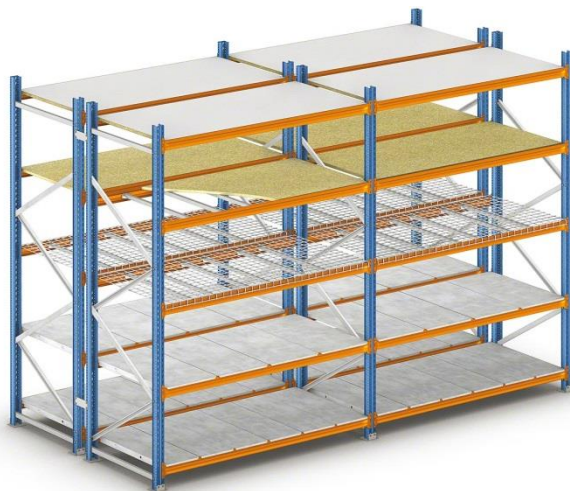


Obrázek 12: Mobilní paletové regály [10]

Vzhledem k velkým úsporám místa je tohle řešení vhodné pro užití do chladících komor nebo místností s požadavkem na hlídání okolního prostředí. To s sebou nese značnou ekonomickou úsporu. Z jiného pohledu je uspořádání regálu vedle sebe nevýhodou, a to z důvodu pomalejší dostupnosti k paletě, což je zanedbatelné při skladování výrobků s malou nebo průměrnou rotací.

3.2 Policové regály

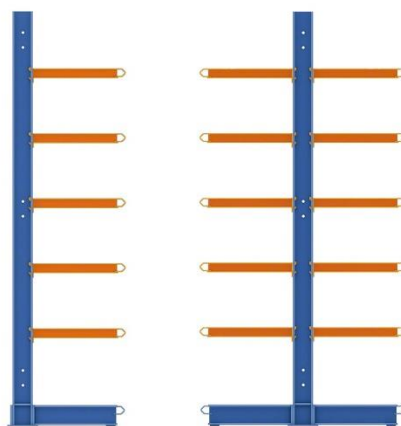
Policový regál je jeden z nejpoužívanějších typů regálu pro manuální skladování lehkého a středně těžkého nepaletizovaného materiálu (většinou krabic). Policové regály mohou dosahovat výšky až 20 m.



Obrázek 13: Policový regál [12]

3.3 Konzolové regály

Konzolové regály (známé také pod pojmem stromečkový regál) jsou určeny především pro skladování tyčového a deskového materiálu, který nelze skladovat pomocí palet nebo stohovacích kontejnerů. Regál je složen ze sloupů s vertikálním nosníkem, dvou nosníků na základně, které zajišťují stabilitu. Existují dva typy konzolových regálů, regál oboustranný a jednostranný.



Obrázek 14: Konzolový regál [11]

4 Automatické skladovací systémy

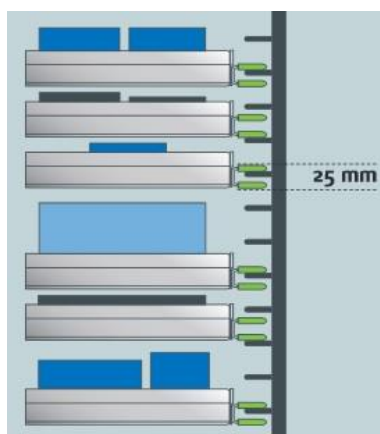
4.1 Vertikální výtahový systém

Výtahový systém je uzavřená jednotka, ve které jsou po obou stranách vertikálně uloženy police. Ve střední části se nachází šachta s tzv. extraktorem, ten po obdržení příkazu doveze požadovanou polici se skladovaným materiálem do výdejového otvoru.



Obrázek 15: Vertikální výtahový systém [23]

Tyto skladovací systémy se vyznačují velkou skladovací kapacitou na poměrně malé půdorysné ploše. Výrobci uvádějí, že při použití těchto systémů lze ušetřit až 85% zastavěné plochy oproti skladování v konvenčních regálových skladech. Ušetřené místo může být následně využito např. pro rozšíření výroby nebo pro doplňkové služby, které následně generují zisk. Tohoto efektu je dosaženo efektivním ukládáním do polic. Výtahový systém automaticky měří výšku a váhu ukládaného materiálu. Systém poté polici uloží na vhodnou volnou pozici tak, aby došlo k co největšímu využití skladovací kapacity ve skladu. Police jsou ukládány v rastru 25 mm.



Obrázek 16: Ukládání polic [14]

Do těchto systémů lze uložit prakticky jakoukoli věc, které splňuje rozměrové a váhové požadavky (omezeno rozměry a nosností police). Skladovaný materiál je možno uložit v nepřeborném množství palet, beden a přepravek. Mezi skladovaným materiálem se nejčastěji objevují náhradní díly, nástroje, spojovací materiál a hotové výrobky.

Uplatnění těchto systémů je možné najít prakticky všude, kde je potřeba něco skladovat. Největší zastoupení má zřejmě průmysl (automobilový, chemický a farmaceutický, strojírenský a elektrotechnický). Zde tyto systémy zajišťují funkci vychystávací, vyrovnávací (pohotovostní), kompletační a jsou také schopny skladovat za kontrolovaných podmínek (teplota, vlhkost, složení vzduchu,...). Pro zvýšení produktivity a automatizace jsou často doplňovány o dopravníkové systémy.

Bezpečnost systémů je zaměřena nejen na ochranu obsluhy, ale také na samotný stroj a na skladovaný materiál. Bezpečnostními prvky jsou automatické vnitřní dveře v zadní části výdejového okna a světelná mříž z fotobuněk v přední části. Volitelným bezpečnostním prvkem je protipožární ochrana (detekuje a hasí požár). Případné hašení je provedeno vstříknutím inertního plynu (argon ve směsi s dusíkem), který ve velmi krátké době sníží hladinu kyslíku (pod 9%) a tím je požár uhašen.



Obrázek 17: Hasicí zařízení, láhve s inertním plynem [13]

Při pořizování těchto systémů se můžeme setkat s několika problémy, které jsou s tím spojeny. Prvním problémem může být finanční stránka věci, která je u mnoha firem dost podstatná a může ovlivnit konečné stanovisko. Pořizovací náklady těchto systémů jsou několikanásobně vyšší než u konvenčních skladů, ale z dlouhodobého hlediska jsou automatické systémy více efektivní (je omezen pohyb mezi regály a hledání) a snižují náklady na údržbu skladu (vytápění a osvětlení menší plochy, méně pracovníků obsluhy). Dalším problémem, který je spojen se zaváděním do provozu, jsou zvýšené nároky na obsluhu. Tento problém je řešen přeškolením pracovníků skladu.

4.1.1 Kardex Shuttle XP

Technické údaje:

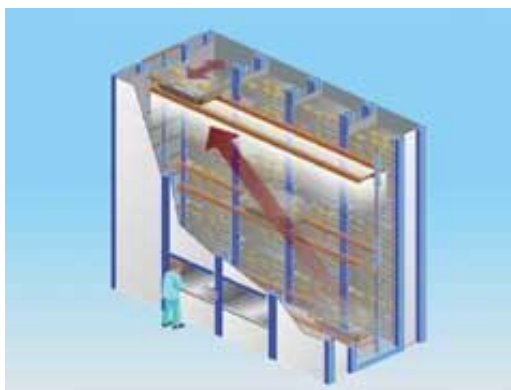
Tabulka 1: Rozměry Kardex Shuttle XP [14]

	OD	DO
Šířka zařízení	1 580 mm	4 380 mm
Hloubka zařízení	2 312 mm	4 292 mm
Výška zařízení	2 550 mm	30 050 mm
Šířka police	1 250 mm	4 050 mm
Hloubka police	610 mm	1 270 mm
Zatížení police	180 kg	1000 kg

- Celková užitečná nosnost:
 - max. 67/120 t
- Výkonové parametry:
 - vertikální rychlost nastavitelná do $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
 - rychlost naskladnění/ vyskladnění nastavitelná do $0,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Volitelné doplňky:
 - až 6 výdejových otvorů (i do více podlaží)
 - poziční lišta s indikací (světelné body/ numerické prvky)
 - automatický stůl pro vyjmutí police
 - chlazení/mrazení (až $-25 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - kontrolovaná atmosféra

Kardex Shuttle XPlus

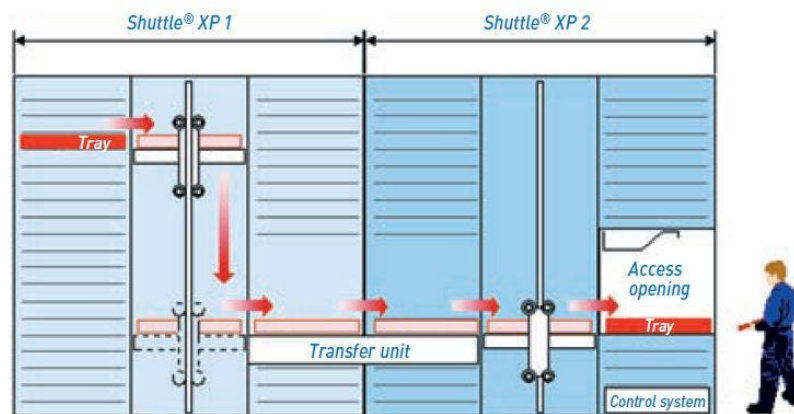
Vznikne spojením 2 až 4 systémů Shuttle XP vedle sebe (do série). Dosáhne se tak větší skladovací kapacity. Obsluhu zajišťuje jeden extraktor, který se pohybuje horizontálně i diagonálně. Podle využití je možnost i dodatečné instalace.



Obrázek 18: Kardex Shuttle XPlus [24]

Kardex Shuttle XPmultiple

Vznikne spojením 2 systémů Shuttle XP za sebe. Každý systém má svůj vlastní extraktor. Předání police ze zadního systému probíhá uprostřed na tzv. transferové jednotce. Tohoto systému se využívá především v hlubokých a úzkých místech.



Obrázek 19: Schéma funkce Kardex Shuttle XPmultiple (boční pohled) [25]

4.1.2 Hänel Lean-Lift

Technické údaje:

Tabulka 2: Rozměry Hänel Lean –Lift [15]

	OD	DO
Šířka zařízení	1 165 mm	3 585 mm
Hloubka zařízení	2 240 mm	4 150 mm
Výška zařízení		
Šířka police	840 mm	3 260 mm
Hloubka police	635 mm	1 270 mm
Zatížení police	180 kg	1000 kg

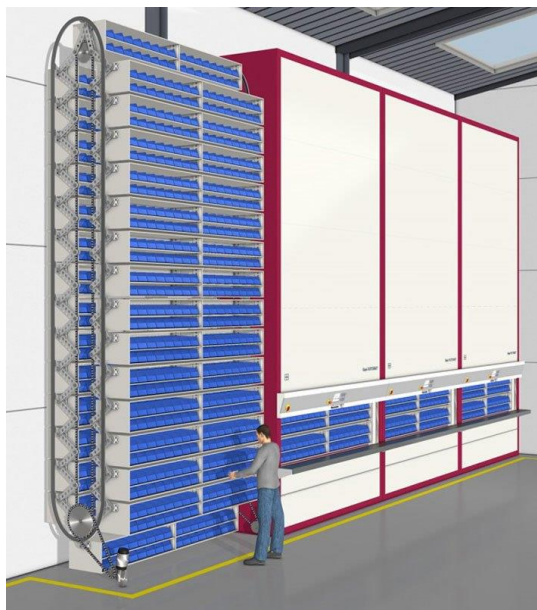
- Celková užitečná nosnost:
 - max. 60 t
- Výkonové parametry:
 - vertikální rychlost nastavitelná do $2,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
 - rychlost naskladnění/ vyskladnění nastavitelná do $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Volitelné doplňky:
 - dvojitý extraktor
 - až 6 výdejších otvorů (i do více podlaží)
 - kontrolovaná atmosféra
 - skladování až při $-80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (speciální police)

Hänel Multi-Space

Vznikne spojením 2 až 6 systémů Lean-Lift (podle typu) vedle sebe (do série). Dosáhne se tak větší skladovací kapacity. Obsluhu zajišťuje jeden extraktor, který se pohybuje horizontálně i diagonálně. Podle využití je možnost i dodatečné instalace.

4.2 Vertikální karuselový systém

Vertikální karuselový sklad pracuje na principu rotačního páternosteru. Je určen především pro skladování materiál s vysokou četností přístupů. Vnitřní část karuselu je tvořena patry nebo policemi, které se pohybují nahoru nebo dolů (pohyb záleží na nejkratší cestě k požadované položce).



Obrázek 20: Vertikální karuselový sklad [17]

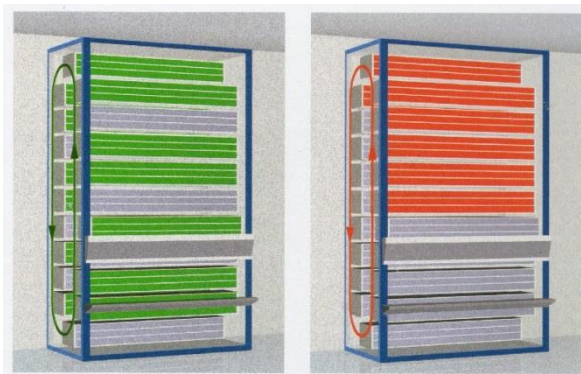
S použitím vertikálního karuselového skladu můžeme ušetřit až 60% zastavěné plochy skladu. Tento sklad je určen především pro skladování drobného a menšího materiálu jako je spojovací materiál, montážní prvky, elektrotechnické součástky a dokonce i jako sklad chirurgických nástrojů. Po úpravě polic jej lze použít i jako sklad pro administrativu.



Obrázek 21: Vertikální karuselový sklad pro administrativu [17]

Jednou z důležitých věcí, na kterou je nutné dávat si pozor, je možný vznik nevyváženosti. Nevyváženost vzniká v případě, když je jedna strana zatížena více než druhá. Následek toho způsobí velké zatížení na pohonný aparát stroje a může dojít k jeho poruše. To je hlídáno systémem kontroly a v případě, kdy systém zjistí nevyváženost,

okamžitě přes informační panel navrhne vhodný postup řešení. Ve většině případů to znamená vyskladnění nebo přeskladnění některé police.



Obrázek 22: Správně uložený materiál (vlevo), špatně uložený materiál (vpravo) [16]

Mezi další bezpečnostní prvky patří přední uzamykatelné dveře proti neoprávněnému přístupu ke skladovanému materiálu. Dalším prvkem je nouzový ruční pohon, kdy v případě poruchy nebo výpadku proudu umožňuje nouzovou funkci skladu.

4.2.1 Kardex Remstar Megamat RS

Technické údaje:

Tabulka 3: Rozměry Kardex Megamat RS[17]

	OD	DO
Šířka zařízení	3 075 mm	3 875 mm
Výška zařízení	2 360 mm	10 010 mm
Hloubka zařízení	1 270/ 1 470/ 1 670 mm	
Šířka patra	2 450 mm	3 250 mm
Výška patra	225 mm	491 mm
Hloubka patra	428/ 528/ 628 mm	
Zatížení patra	180 kg	350 kg

- Celková užitečná nosnost:
 - max. 12 500 kg
- Nevyváženost:
 - max. 1 200 kg
- Volitelné doplňky:
 - více výdejových otvorů (z obou stran, ve více patrech)
 - výběr z velkého množství polic a úložných krabiček

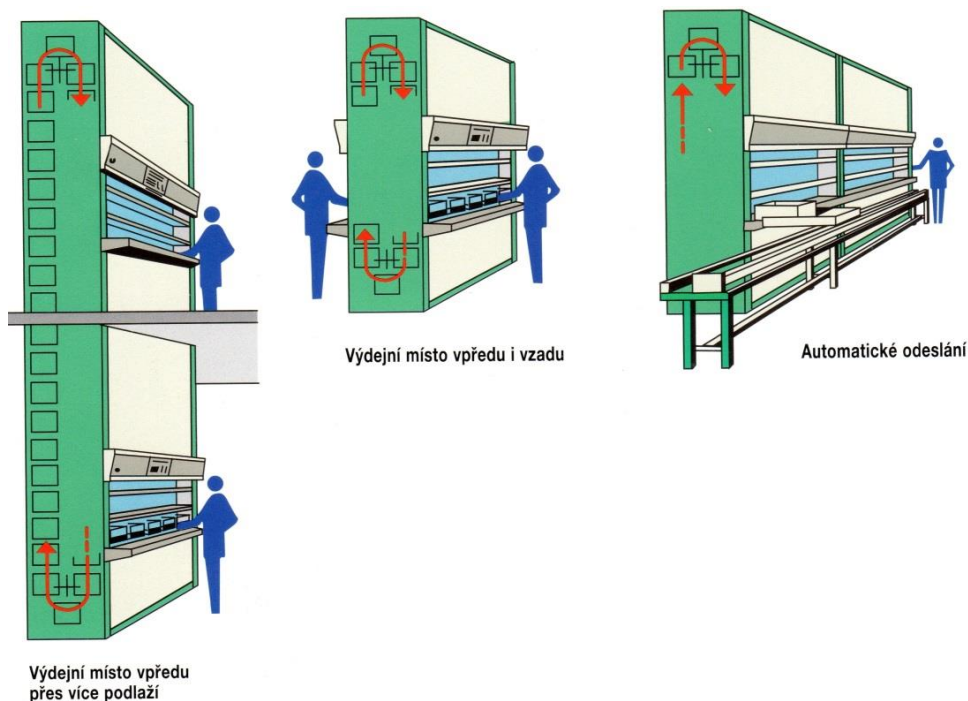
4.2.2 Hänel Rotomat

Technické údaje:

Tabulka 4: Rozměry Hänel Rotomat [16]

	OD	DO
Šířka zařízení	2 600 mm	3 420 mm
Výška zařízení		
Hloubka zařízení	1 000 mm	1 720 mm
Šířka patra	2 243 mm	2 915 mm
Výška patra		
Hloubka patra	370 mm	640 mm
Zatížení patra	150 kg	750 kg

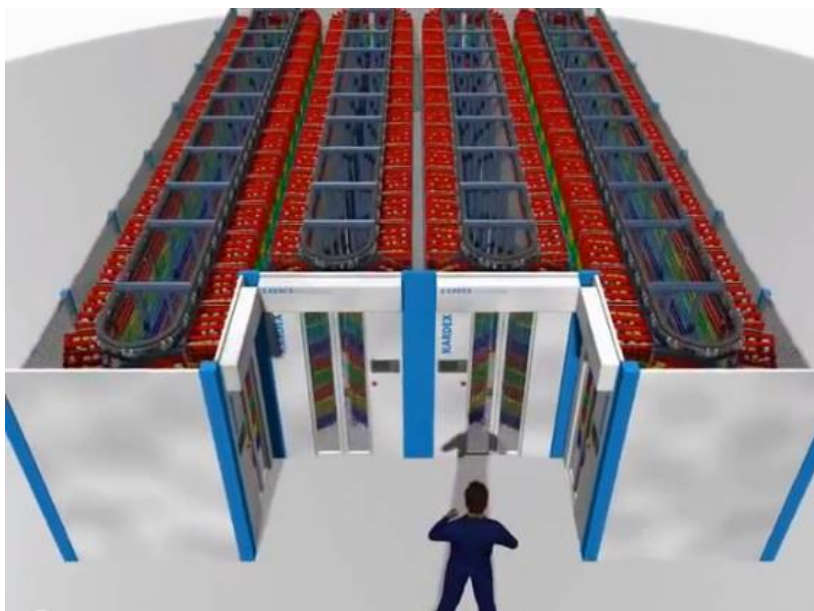
- Celková užitečná nosnost:
 - max. 14 000 kg
- Nevýváženosť:
 - max. 1 200 kg
- Volitelné doplňky:
 - více výdejových otvorů (z obou stran, ve více patrech)
 - výběr z velkého množství polic a úložných krabiček



Obrázek 23: Možnosti konfigurace vertikálního karuselového systému [16]

4.3 Horizontální karuselový systém

Horizontální karuselový systém je složen z vodícího pásu, ke kterému jsou přichyceny regály s bednami. Tento systém se stejně jako systém vertikální využívá především jako vychystávací sklad. Dopravní rychlost pásu je $0,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Výška jednoho systému může být až 4 100 mm a užitečná nosnost může dosáhnout až 60 tun. Při velké výšce systému je obslužné místo vybaveno zvedací plošinou, která obsluhu vyzvedne do správné výšky pro odebrání položky z patra.



Obrázek 24: Horizontální karuselový sklad [19]

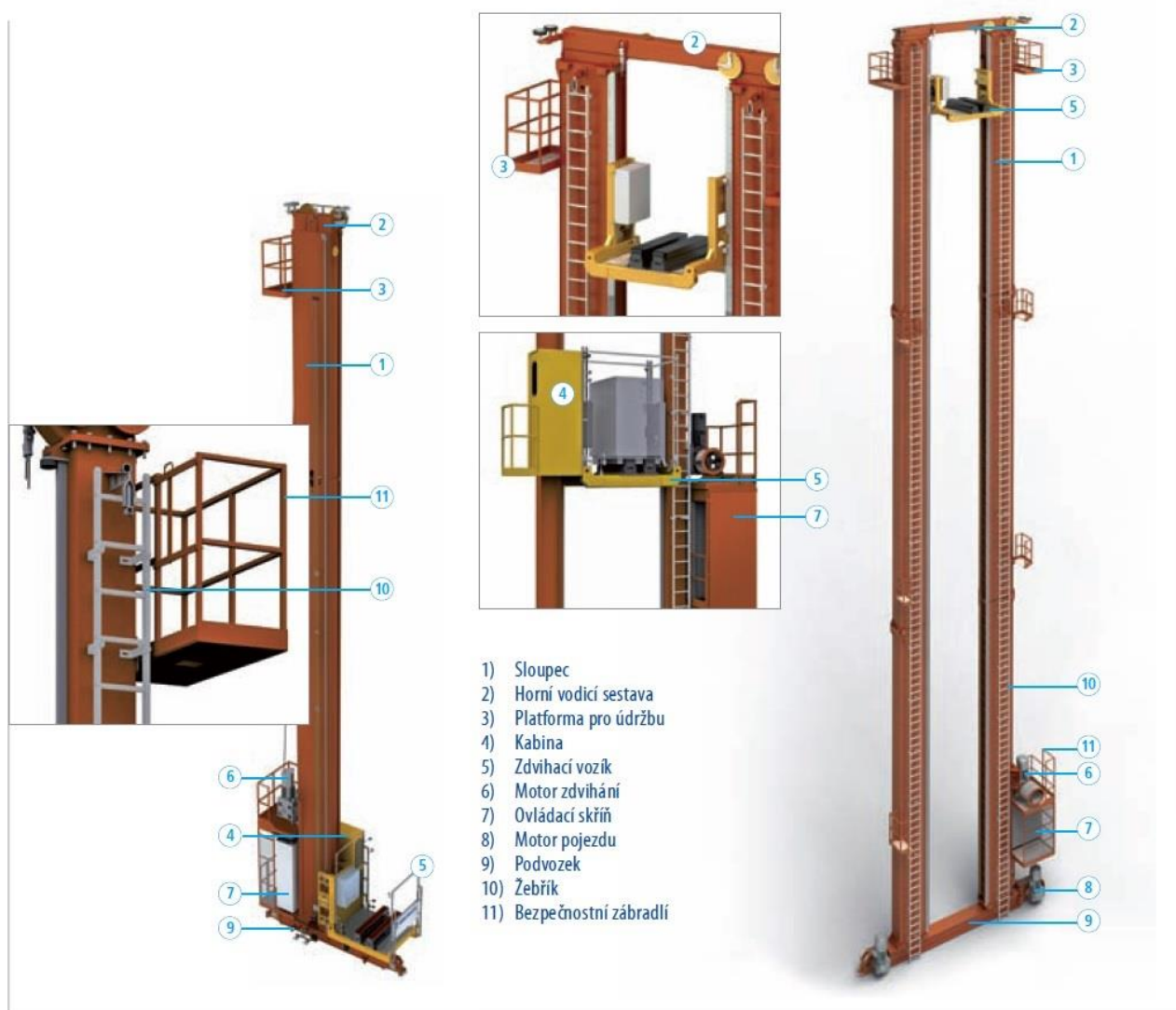
Stejně jako u výše zmíněných systémů, může být tento systém rozšířen až o 4 systémy v jedné obslužné stanici s více výdejními otvory (Obrázek 23). Další variantou může být umístění 2 až 3 systémů nad sebou. Každý systém poté pracuje samostatně a výdejní místa jsou umístěna na podestě. To umožní rychlejší vychystávání, kdy jeden systém připravuje další položku a operátor mezi tím odebírá položku z druhého systému.

5 Automatizované sklady

Automatizované sklady jsou tvořeny konvenčním paletovým regálem, automatickým sloupovým zakladačem a často bývají doplněny o dopravníkový systém. Těchto systémů se většinou využívá ve středních a zejména velkých skladech, kde se vyskytuje velké množství skladovacích jednotek. To jsou především velká logistická centra obchodních řetězců nebo různé expediční sklady.

5.1 Sloupové stohovací jeřáby palet

Sloupový stohovací jeřáb (známý také pod pojmem „zakladač“) je jedním z nejpoužívanějších způsobů manipulace s paletizovaným materiálem v regálových skladech. Základní typy stohovacích jeřábů se dělí podle jednotek, se kterými mají manipulovat. Nejčastěji používané manipulační jednotky jsou europalety, bedny nebo speciální kontejnery. Manipulační jednotky mají vliv na typ regálového systému, ve kterém budou uskladněny.



Obrázek 25: Části sloupového stohovacího jeřábu palet Mecalux [20]

Sloupový stohovací jeřáb má několik základních částí: sloupový nosník, dolní a horní vodící základna, zvedací vozík s extraktorem, pohon pojezdu a zdvihu (viz Obrázek 24). Vodící základna se pohybuje po kolejnici, která je pevně uchycena k podlaze (dolní základna), nebo ke stropu případně k samotnému regálu (horní základna).



Obrázek 26: Vodící základny, horní (vlevo), dolní (vpravo) [20]

Aby byl sloupový jeřáb schopen dosahovat maximální zdvihové výšky, je nosný sloup vyroben z ocelového obdélníkového profilu, který je zevnitř vyztužen žebrováním. To má za následek vyšší odolnost proti zkroucení a ohybu. Jeřáb může být také sestaven ze dvou sloupových nosníků, mezi kterými se pohybuje zvedací vozík. Tato konfigurace umožní zvednout závaží o hmotnosti 1 500 kg až do výšky 45 000 mm.

V následujících tabulkách jsou uvedeny základní parametry sloupových a dvousloupových stohovacích jeřábů palet.

Tabulka 5: Sloupový stohovací jeřáb palet Mecalux [20]

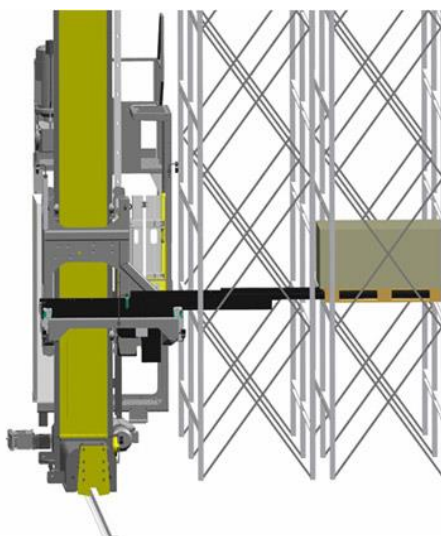
	MT-1	MT-2	MT-3	MT-4	MT-5	MT-6
Max. výška (single deep)	18 000 mm	24 000 mm	33 000 mm	36 000 mm	35 000 mm	40 000 mm
Max. výška (double deep)	15 500 mm	22 000 mm	27 000 mm	33 000 mm	35 000 mm	40 000 mm
Teleskopická vidlice	ano (single deep)					
	volitelná (double/triple deep)					
Max. dovolené zatížení	1 500 kg (single deep)			1 000 kg		
	1 000 kg (double deep)					
Max. rychlost pojezdu	3,67 m·s ⁻¹					
Max. zrychlení pojezdu	0,45 m·s ⁻²					
Max. rychlost zdvihu	1,10 m·s ⁻¹					
Max. zrychlení zdvihu	0,50 m·s ⁻²					
Rozsah provozních teplot	od -30 °C do 40 °C					
Max. rozměry nákladu	1 100 x 1 300 x 2 400 mm					
Typy palet	europaleta s šířkou 800/1 000 mm (EN 13382)					

Tabulka 6: Dvousloupový stohovací jeřáb palet Mecalux [20]

	MTB-1	MTB-2	MTB-3	MTB-4	MTB-5	MTB-6	MTB-7
Max. výška (single deep)	12 000 mm	17 000 mm	22 000 mm	27 000 mm	35 000 mm	40 000 mm	45 000 mm
Max. výška (double deep)	-	12 000 mm	20 000 mm				
Teleskopická vidlice	ano (single deep)						
	volitelná (double/triple deep)						
Max. dovolené zatížení	1 500 kg						
Max. rychlost pojezdu	3 m·s ⁻¹						
Max. zrychlení pojezdu	0,5 m·s ⁻²						
Max. rychlost zdvihu	1,1 m·s ⁻¹						
Max. zrychlení zdvihu	0,8 m·s ⁻²						
Rozsah provozních teplot	od -30 °C do 40 °C						
Max. rozměry nákladu	1 100 x 1 300 x 2 400 mm						
Typy palet	europaleta s šířkou 800/1 000 mm (EN 13382)						

K navigaci automatického jeřábu je používáno laserového dálkoměru, který měří vzdálenost a tím pádem určuje i pozici jeřábu s přesností na 0,1 mm. Laserový paprsek se odráží od odrazového panelu, který je umístěn na konci regálu. Určení přesné pozice jeřábu je velmi důležité pro bezproblémový provoz jeřábu z důvodu přesného naskladnění a vyskladnění palet. To klade větší nároky na samotný regálový sklad.

Pro zvýšení skladovací kapacity skladu lze použít regály s dvojitou někdy i s trojitou hloubkou. K tomuto řešení se poté využívají extraktory, které dokáží uložit paletu na zadní místo v regálu (tzv. double/ triple depth).

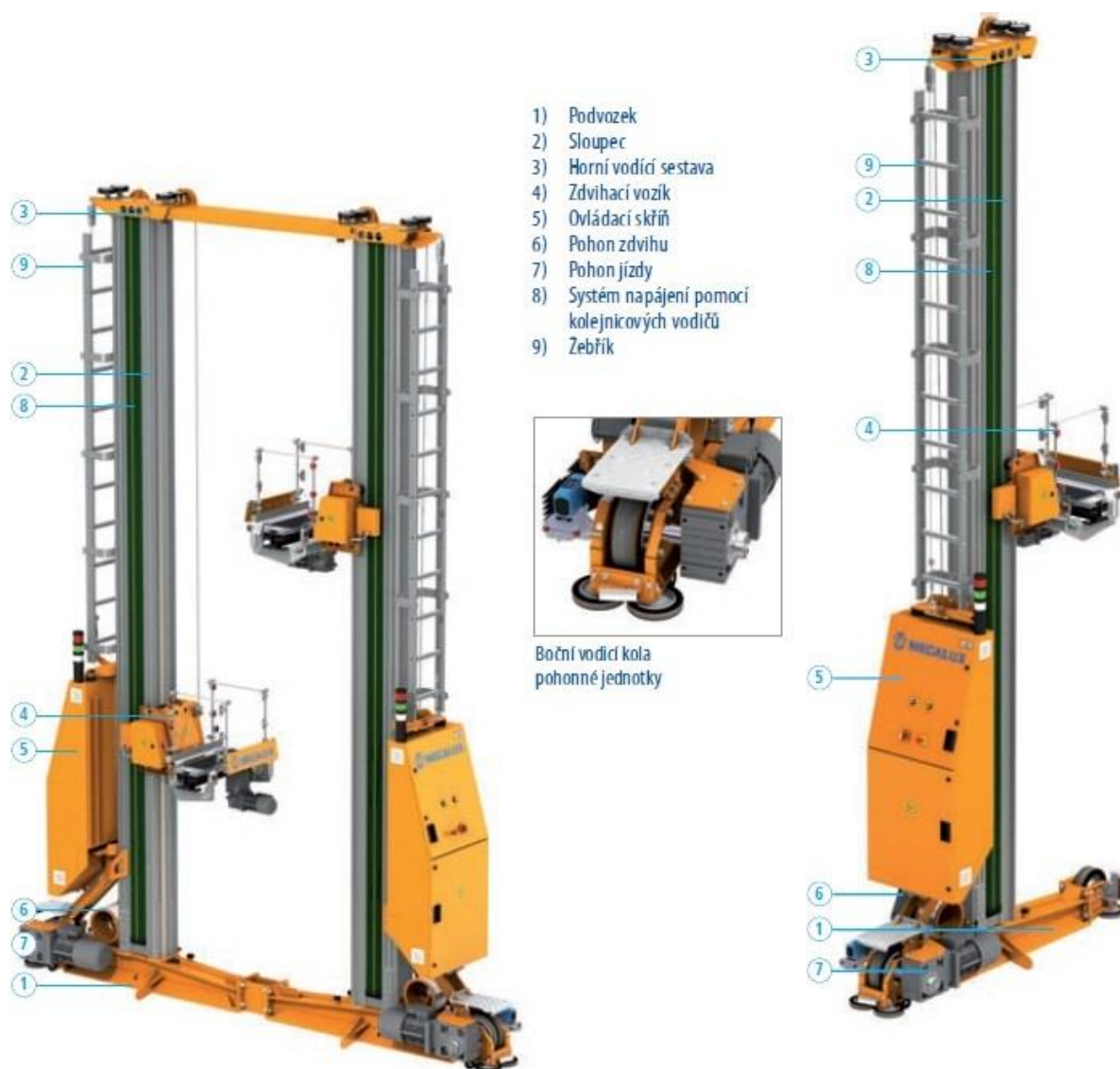


Obrázek 27: Extraktor pracující s dvojitou hloubkou regálu [26]

5.2 Sloupové stohovací jeřáby beden

Sloupové stohovací jeřáby beden slouží k manipulaci s nepaletizovaným materiálem, který je uložen v bednách nebo krabicích. Jejich konstrukce je velmi podobná sloupovým jeřábům palet, ale nejsou na ně kladeny takové nároky na nosnost. Výška zdvihu těchto jeřábů dosahuje „pouze“ 12 290 mm. Tato výška je dostatečná, vezmeme-li v potaz rozměry beden, kterých je možno uskladnit více na menším prostoru než u palet.

Nosný sloup jeřábů je zde vyráběn ve dvou konstrukčních řešeních. Pro zátěž 50 kg je nosný sloup vyroben z hliníkového profilu a pro zátěž 100 kg je vyroben z konstrukční oceli z důvodu většího namáhání.



Obrázek 28: Části sloupového stohovacího jeřábu beden [21]

V následujících tabulkách jsou uvedeny základní parametry sloupových a dvousloupových stohovacích jeřábů beden.

Tabulka 7: Sloupový stohovací jeřáb beden Mecalux [21]

	ML - 50	ML - 100
Maximální výška	10 290 mm	12 290 mm
Nosnost	50 kg	100 kg
Rozměry jednotky	Eurobox 1 jednotka 600x400 mm	Eurobox 2 jednotky 600x400 mm/ 1 jednotka 800x600 mm
Max. rychlost pojezdu	$3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$3,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Max. zrychlení pojezdu	$1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$	$0,80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
Max. rychlost zdvihu	$1,67 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$1,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Max. zrychlení zdvihu	$1,20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$	$0,75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Tabulka 8: Dvousloupový stohovací jeřáb beden Mecalux [21]

MLB100Q	2EPSF	2EPDF	2ECSE	2ECDF
Maximální výška	12 290 mm	12 290 mm	12 290 mm	12 290 mm
Minimální výška	5 040 mm	5 040 mm	5 040 mm	5 040 mm
Maximální zatížení	2 x 50 kg/2 x 100 kg	2 x 50 kg	2 x 50 kg	2 x (50 + 50) kg
Rozměry jednotky (mm)	600 x 400/800 x 600		600 x 400	600 x 400
Max. rychlost pojezdu	$4,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$4,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$4,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$4,17 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Max. zrychlení pojezdu	$1,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$	$1,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$	$2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$	$1,80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
Max. rychlost zdvihu	$1,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$1,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$1,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$1,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Max. zrychlení zdvihu	$1,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$	$1,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$	$1,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$	$1,50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

Vzhledem k manipulaci s relativně jednodušším závažím (bednou) jsou dvousloupové stohovací jeřáby schopny pracovat s dvěma extraktory (na každém nosném sloupu jeden), které tak zvyšují vychystávací rychlost jeřábu.

Použití těchto systémů je díky variabilní konstrukci velmi různorodé. Každý podnik může velikost regálů přizpůsobit svým podmínkám (místo pro sklad, rotace skladovaných zásob) a tím zamezit případům, kdy bude v regálu zbytečně moc volného místa (větší pořizovací náklady) nebo naopak, jeho nedostatek (snaha ušetřit na úkor nedostatku místa pro skladované položky).

Závěr

Automatické systémy jsou stále častěji využívány ke skladování a manipulaci s materiálem v logistických systémech podniků. V současné době existuje na trhu několik základních typů automatických skladovacích systémů, které zrychlují naskladňování a vyskladňování a umožňují zároveň efektivní využití skladovacího prostoru. Pořizovací náklady takových systémů jsou však stále poměrně vysoké. Podnik proto musí důkladně zvážit, zda se jim taková investice vyplatí.

Ze zpracované rešerše vyplývá, že automatické skladovací systémy mají poměrně široké uplatnění. Systémy bývají konstruovány tak, aby je bylo možné přizpůsobit na míru danému podniku. To se většinou týká rozměrů a nosnosti u automatizovaných skladových systémů, popř. zdvihové výšky u stohovacích jeřábů. Proto jsou tyto systémy určeny pro všechny velikosti podniků.

Tato práce měla přispět ke snadnější orientaci v problematice moderních skladovacích systémů. Byly vytipovány základní představitelé těchto systémů s ohledem na názornou ukázkou nejvíce využívaných progresivních principů naskladňování a vyskladňování.

Seznam použitých zdrojů

- [1] ČUJAN, Zdeněk a Zdeněk MÁLEK. *Výrobní a obchodní logistika*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 200 s. ISBN 978-80-7318-730-9. [cit. 2014-05-12]
- [2] CEMPÍREK, Václav a Rudolf KAMPF. *Logistika*. Vyd. 1. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2005, 108 s. ISBN 80-86530-23-x. [cit. 2014-05-12]
- [3] VANĚČEK, Drahoš. *Logistika*. 3., přeprac. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Ekonomická fakulta, 2008, 178 s. ISBN 978-80-7394-085-0. [cit. 2014-05-06]
- [4] EMMETT, S. *Řízení zásob*. 1. Vyd. Praha: Computer press, 2008. 298 s. ISBN 978-80-251-1828-3. [cit. 2014-05-06]
- [5] Kodys: Čárový kód. *Kodys* [online]. 2014 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <<http://www.kodys.cz/carovy-kod.html>>
- [6] Combitrading: RFID technologie. *Combitrading* [online]. 2014 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: <<http://www.combitrading.cz/technologie/rfid-technologie.html>>
- [7] Mecalux. In: *Konvenční paletové regálové systémy* [online]. 2014 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z: <<http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/conventional-cze-58655.pdf>>
- [8] Mecalux. In: *Vjezdové paletové regály* [online]. 2014 [cit. 2014-03-17]. Dostupné z: <<http://img.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/drive-in-cze-58656.pdf>>
- [9] Mecalux. In: *Skladování ve spadových regálech* [online]. 2014 [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <<http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/live-storage-cze-8979.pdf>>
- [10] Mecalux. In: *Movirack* [online]. 2014 [cit. 2014-03-13]. Dostupné z: <<http://img.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/movirack-cze-58658.pdf>>
- [11] Mecalux. In: *Konzolové regály* [online]. 2014 [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <<http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/cantilever-cze-160649.pdf>>
- [12] Mecalux. In: *Policové regály M7* [online]. 2014 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: <<http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/m7-picking-cze-130775.pdf>>
- [13] Kardex Remstar. *Vertikální výtahový systém* [online]. 2014 [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: <<http://www.kardex-remstar.cz/cz/produkty/vertikalni-vytahove-systemy/shuttle-xp.html>>
- [14] Kardex Remtar. In: *Vertikální výtahový systém* [online]. 2014 [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: <http://www.kardex-remstar.cz/fileadmin/user_upload/kardex-remstar/pdf-new/cz/Kardex_Remstar_ShuttleXP_CZ_02_low.pdf>
- [15] Hänel. *Lean-Lift, Technical data* [online]. 2014 [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <<http://www.hanel.de/App/WebObjects/XSeMIPSHAENEL.woa/cms/page/locale.enCZ/pid.63.69.156.162.170/Technical-data.html>>

- [16] Hänel: *Inovace a perspektiva v Intralogistice a organizaci*. Praha 2013, 44 s. [cit. 2014-05-10].
- [17] Kardex Remstar. In: *Megamat RS* [online]. 2014 [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <http://www.kardex-remstar.cz/fileadmin/user_upload/kardex-remstar/pdf-new/cz/Kardex_Remstar_MegamatRS_CZ.pdf>
- [18] Hänel: *Rotomat* [online]. 2014 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <<http://www.haenel.de/App/WebObjects/XSeMIPSHAENEL.woa/cms/page/locale.enCZ/pid.63.69.1354.190/The-principle.html>>
- [19] Kardex Remstar: *Horizontální karuselový sklad* [online]. 2014 [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <<http://www.kardex-remstar.cz/cz/produkty/horizontalni-karuselovy-sklad.html>>
- [20] Mecalux. In: *Stohovací jeřáby palet* [online]. 2014 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <<http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/stacker-cranes-pallets-cze-160628.pdf>>
- [21] Mecalux. In: *Stohovací jeřáby beden* [online]. 2014 [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: <<http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/stacker-cranes-boxes-cze-160638.pdf>>
- [22] Kredit. *Automatizované sklady* [online]. 2014. Dostupné z: <<http://www.automatizace-skladu.cz/produkty/automatizovane-sklady/>>
- [23] GlobalSpec. *Kardex Remstar Shuttle XP* [online]. 2014 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.globalspec.com/FeaturedProducts/Detail/KardexRemstar/Kardex_Remstar_Shuttle_XP_Vertical_Lift_Module/204923/0>
- [24] Direkt einkauf. *Kardex Shuttle XPlus* [online]. 2014 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.direkt-einkauf.ch/DE/Produkt/Hochregal-KARDEX-Shuttle-XPLUS/show_se_0_16_1_55_31867.html>
- [25] Storactlog. *Kardex Shuttle XP Multiple* [online]. 2014 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.storactlog.com/en/products/Automated-storage-retrieval-systems/KARDEX_SHUTTLE_XP/Shuttle%20XP%20Multiple>
- [26] Bastian Solutions. *Vectura Unit Load ASRS* [online]. 2014 [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <<http://www.bastiansolutions.com/automation/automated-storage-retrieval-systems-%28asrs%29/unit-load-asrs/vectura-unit-load-asrs>>

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: EOQ model [4].....	14
Obrázek 2: Čárový kód EAN-13 s popisem [1]	17
Obrázek 3: Čárový kód UCC/EAN 128 [5].....	18
Obrázek 4: Čárový kód PDF 417 [5].....	18
Obrázek 5: Schéma RFID systému [6]	19
Obrázek 6: Konvenční paletové regály[7]	20
Obrázek 7: Průjezdový koncept vjezdového regálu [8].....	21
Obrázek 8: Neprůjezdový koncept vjezdového regálu [8]	21
Obrázek 9: Spádový regál, FIFO [9]	22
Obrázek 10: Spádový regál, Lifo [9]	22
Obrázek 11: Manipulace s paletou u spádového regálu [9].....	23
Obrázek 12: Mobilní paletové regály [10]	23
Obrázek 13: Policový regál [12].....	24
Obrázek 14: Konzolový regál [11]	24
Obrázek 15: Vertikální výtahový systém [23].....	25
Obrázek 16: Ukládání polic [14]	25
Obrázek 17: Hasicí zařízení, láhve s inertním plynem [13]	26
Obrázek 18: Kardex Shuttle XPlus [24]	27
Obrázek 19: Schéma funkce Kardex Shuttle XPmultiple (boční pohled) [25]	28
Obrázek 20: Vertikální karuselový sklad [17].....	29
Obrázek 21: Vertikální karuselový sklad pro administrativu [17]	29
Obrázek 22: Správně uložený materiál (vlevo), špatně uložený materiál (vpravo) [16].....	30
Obrázek 23: Možnosti konfigurace vertikálního karuselového systému [16].....	31
Obrázek 24: Horizontální karuselový sklad [19].....	32
Obrázek 25: Části sloupového stohovacího jeřábu palet Mecalux [20]	33
Obrázek 26: Vodící základny, horní (vlevo), dolní (vpravo) [20].....	34
Obrázek 27: Extraktor pracující s dvojitou hloubkou regálu [26].....	35
Obrázek 28: Části sloupového stohovacího jeřábu beden [21]	36

Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozměry Kardex Shuttle XP [14]	27
Tabulka 2: Rozměry Hänel Lean –Lift [15]	28
Tabulka 3: Rozměry Kardex Megamat RS[17]	30
Tabulka 4: Rozměry Hänel Rotomat [16]	31
Tabulka 5: Sloupový stohovací jeřáb palet Mecalux [20]	34
Tabulka 6: Dvousloupový stohovací jeřáb palet Mecalux [20]	35
Tabulka 7: Sloupový stohovací jeřáb beden Mecalux [21]	37
Tabulka 8: Dvousloupový stohovací jeřáb beden Mecalux [21]	37