



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

STUDIE SKLADOVACÍHO ZAŘÍZENÍ PRO MANIPULACI S MATERIÁLEM

THE STUDY OF STORAGE EQUIPMENT FOR MATERIAL HANDLING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR HALM

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. JIŘÍ HLOSKA

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2013/14

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Petr Halm

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

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

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:

Studie skladovacího zařízení pro manipulaci s materiálem

v anglickém jazyce:

The study of storage equipment for material handling

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vytvořte rešeršní práci, ve které shrnete poznatky o doposud používaných a nově zaváděných metodách skladování v oblasti manipulace s materiálem a o používaných typech skladovacích zařízení. Zpracujte tuto rešeršní práci jako podklad pro výukový materiál studentů bakalářského studia.

Cíle bakalářské práce:

Proveďte:

- přehled a kategorizaci skladovacích metod a skladovacích zařízení.
- u jednotlivých metod a zařízení popište princip funkce naskladnění a vyskladnění a popište konstrukci jednotlivých typů zařízení
- v závěru proveďte tabulkové hodnocení technických parametrů a specifikací jednotlivých metod

Seznam odborné literatury:

KIC, P.: Dopravní a manipulační stroje. I., Základy logistiky, vyd. 1., Praha: Česká zemědělská univerzita, 2008, 44 s., ISBN: 978-80-213-1723-9

PFLÜGER, Hans J. Bungartz; Stefan Zimmer; Martin Buchholz; Dirk. Modellbildung und Simulation: Eine anwendungsorientierte Einführung. 1. Aufl. Berlin: Springer Berlin, 2009. ISBN 978-354-0798-095.

LAW, Averill M. Simulation modeling and analysis. 4. ed., internat. ed. Boston [u.a.]: McGraw-Hill, 2007. ISBN 00-712-5519-2

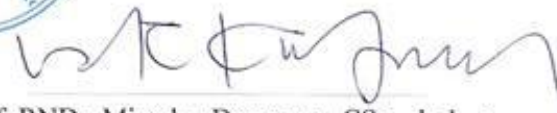
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Hloska

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

V Brně, dne 11.11.2013




prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
Ředitel ústavu


prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan



ABSTRAKT

Cílem této práce je vytvořit přehled používaných skladovacích metod a skladovacích zařízení. Práce obsahuje kategorizaci skladovacích metod s ohledem na manipulaci s materiálem a jeho důležitost. Skladovací zařízení jsou rozděleny podle velikosti skladovaného materiálu na skladovací zařízení pro palety, menší zboží, specifické rozměry. U každého skladovací metody jsou uvedeny základní vlastnosti. U jednotlivých skladovacích zařízení jsou uvedeny základní vlastnosti a konstrukční prvky. Na konci je tabulkové hodnocení skladovacích zařízení pro palety a menší zboží.

KLÍČOVÁ SLOVA

Skladovací zařízení, skladování, sklad, skladovací metoda, paleta, skladovací materiál, regál

ABSTRACT

The aim of this the thesis is to create an overview of the storage methods and storage equipment. Thesis contains categorization storage methods with regard to material handling and its importance. Storage equipment's are divided by size of the stored material storage equipment for pallets, small goods and materials with specific dimensions. For each storage equipment is making its basic features and construction elements. At the end of the work tabular rating of storage equipment for pallets of small goods.

KEYWORDS

Storage equipment, storage, warehouse, storage method, palette, material storage, shelf



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HALM, P. *Studie skladovacího zařízení pro manipulaci s materiálem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 66 s. Vedoucí diplomové práce ing. Jiří Hloska.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Jiřího Hlosky a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 30. května 2014

.....

Petr Halm



PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval hlavně mým rodičům, kteří mně umožnili studium na vysoké škole a podporovali mě při studiu ve všech možných oblastech. Dále bych rád poděkoval mému vedoucímu ing. Hloskou za konzultace a názory.



OBSAH

Úvod	10
1 Skladování	11
1.1 Skladové operace (Funkce skladování)	11
1.1.1 Přesun produktů	11
1.1.2 Uskladnění produktů	11
1.1.3 Přenos informací	12
1.2 Základní funkce skladu	12
2 Skladovací metody	13
2.1 Skladování s ohledem na žádanost (důležitost) materiálu	13
2.1.1 Metoda JIT (just in time)	13
2.1.2 Metoda JIS (just in sequence)	13
2.1.3 Metoda ABC	13
2.2 SKLADOVÁNÍ S OHLEDEM NA MANIPULACI S MATERIÁLEM	14
2.2.1 Lifo	14
2.2.2 Fifo	14
2.2.3 Skladování na vyhrazená místa	15
2.2.4 Náhodné skladování	15
3 Skladovací zařízení	16
3.1 Paletové regály	16
3.1.1 Příhradové paletové regály	17
3.1.2 Průjezdové a vjezdové paletové regály	21
3.1.3 Gravitační paletové regály	24
3.1.4 Mechanizované paletové regály	31
3.1.5 Samonosné paletové regály	36
3.1.6 Automatizované paletové systémy	37
3.2 Regály pro menší materiály	39
3.2.1 Policové regály	40
3.2.2 Automatizované regály	44
3.2.3 Mezipatrové regály	45
3.2.4 Mechanizované regály	48
3.3 Skladovací zařízení pro specifické materiály	51
3.3.1 Skladovací zařízení pro dlouhé materiály	51
3.3.2 Skladovací zařízení pro válce, sudy	53



3.3.3	Skladovací zařízení pro cívky	54
4	Tabulkové hodnocení	56
5	Závěr	57
	Použité informační zdroje.....	59
	Seznam použitých zkratk a symbolů	65
	Seznam příloh	66



ÚVOD

Skladovací zařízení jsou z jedné neodmyslitelných součástí v logistickém řetězci firem a podniků. Slouží ke skladování materiálů určených k expedici, vyrovnání materiálu toku ve výrobě nebo k dalším technologickým operacím. Existují různé varianty skladovacích zařízení, které jsou konstrukčně vhodné pro dané skladovací metody a materiály.

Cílem této práce je shrnutí poznatků o skladovacích metodách a skladovacích zařízeních. Skladovací metody i skladovací zařízení vhodně kategorizovat. Uvést jejich základní vlastnosti, způsob uložení, vyložení palet a popis jednotlivých konstrukčních prvků.

Kategorizace skladovacích metod je provedena s ohledem na manipulaci s materiálem a s ohledem na důležitost materiálů. Skladovací zařízení jsou rozděleny podle velikosti skladovaných materiálů a to na skladovací zařízení pro palety, pro menší materiály (materiály, které nelze skladovat na paletách) a materiály specifických rozměrů. U každého skladovacího zařízení je zaměřeno na jeho základní vlastnosti, velikosti, nosnosti, hlavní konstrukční prvky, a způsob naložení a vyložení materiálu.

Pro skladovací zařízení pro palety a skladovací zařízení pro menší materiály je na konci provedeno tabulkové hodnocení, v němž se hodnotí základní parametry typu využití skladovacího prostoru, rychlost obratu, složitost konstrukce, možnosti LIFO, FIFO automatizace a podobně.



1 SKLADOVÁNÍ

V dnešní době je skladování nedílnou součástí každého logistického systému. Odhaduje se, že na světě existuje asi 750 000 skladovacích zařízení v roce 2000 [1]. Skladování lze definovat jako tu část podnikového logistického systému, která zabezpečuje uskladnění zásob v místě jejich vzniku a mezi místem vzniku a místem spotřeby, a poskytuje managementu informace o stavu, podmínkách a rozmístění skladovaných produktů. Rozeznáváme dva základní typy zásob, které podnik potřebuje uskladnit: (1) suroviny, součástky a díly a (2) hotové výrobky. Dále může mít podnik ještě zásoby zboží ve výrobě a zásoby materiálu určeného k likvidaci [2].

1.1 SKLADOVÉ OPERACE (FUNKCE SKLADOVÁNÍ)

U skladování rozeznáváme tři základní funkce: přesun zboží (produktu), uskladnění zboží (produktu) a přenos informací.

1.1.1 PŘESUN PRODUKTŮ

Příjem/přejímka zboží - zahrnuje vyložení, vybalení zboží, aktualizace skladových záznamů (databáze zásob), kontrola stavu zboží, překontrolování průvodní dokumentace.

Transfer či ukládání zboží - zahrnuje přesun produktů do skladu a jejich uskladnění, dále přesuny produktů do místa výstupní expedice a jiné přesuny.

Kompletace zboží podle objednávek - přeskupování v návaznosti na sortiment a množství, které požaduje zákazník.

Přehrádka zboží (cross-docking) – při překládce typu cross-docking se obchází funkce uskladnění produktů, jelikož zboží se překládá z místa příjmu přímo do místa expedice. Plný cross-docking eliminuje kromě uskladnění i transfer a kompletaci objednávek. Zvyšuje se zde význam transferu informací, neboť dodávky vyžadují přesnou koordinaci činností.

Expedice zboží – představuje zabalení a přesun zásilek do dopravního prostředku, dále úpravy skladovacích záznamů a kontroly expedovaného zboží [1], [2].

1.1.2 USKLADNĚNÍ PRODUKTŮ

Druhou základní částí je uskladnění produktů, toto uskladnění dělíme na přechodné a časově omezené.

Přechodné uskladnění – podporuje funkci přesunu produktů a představuje pouze takové uskladnění produktů, které je nezbytné pro doplňování základních zásob. Přechodové uskladnění je využíváno zejména při použití cross-docking.

Časově omezené uskladnění – týká se pouze takových skladových zásob, které jsou nadměrné vzhledem k potřebám běžného doplňování zásob. Tyto zásoby se nazývají nárazníkové nebo pojistné zásoby. Takové zásoby mohou mít důvody: sezonní poptávka, kolísavá poptávka, úprava výroby, spekulativní nákupy nebo nákupy do zásoby, zvláštní podmínky obchodu [1], [2].



1.1.3 PŘENOS INFORMACÍ

Přenos informací se týká stavu zásob, stavu zboží v pohybu, umístění zásob, vstupních a výstupních dodávek, zákazníků, personálu a využití skladových prostor (elektronická výměna dat, technologie čárových kódů) [3].

1.2 ZÁKLADNÍ FUNKCE SKLADU

Základním úkolem skladu je ekonomické sladění rozdílně dimenzovaných toků. Mezi hlavní funkce skladování patří zejména:

Vyrovňovací funkce při vzájemně odchýlném materiálovém toku a materiálové potřeba z hlediska jejich kvantity nebo ve vztahu k časovému rozložení.

Zabezpečovací funkce vyplývající z nepředvídatelných rizik během výrobního procesu a kolísání potřeb na odbytových trzích a časových posunů dodávek na zásobovacích trzích.

Kompletační funkce pro tvorbu sortimentu v obchodě nebo pro tvorbu sortimentních druhů podle potřeb individuálních provozů v průmyslových podnicích, protože materiály disponují disponibilní (schopný užití) na trhu neodpovídají obvykle konkrétním výrobně technickým požadavkům.

Spekulační funkce vyplývající z očekávaných cenových zvýšení na zásobovacích a odbytových trzích, spekulací funkce vyplývající z očekávaných cenových zvýšení na zásobovacích a odbytových trzích.

Zušlechťovací funkce zaměřená na jakostní změny uskladněných druhů sortimentu (např. stárnutí, kvašení, zrání). Hovoří se zde o tzv. produktivních skladech, protože se jedná o skladování spojené s výrobním procesem [1].



2 SKLADOVACÍ METODY

Skladovací metody lze kategorizovat podle různých aspektů. S ohledem na žádanost materiálu, je materiál skladován s ohledem na jeho následné požadavky, s ohledem na manipulaci s materiálem, kde metody řeší způsob manipulace při nakládce, vykládce a vyhrazení místa.

2.1 SKLADOVÁNÍ S OHLEDEM NA ŽÁDANOST (DŮLEŽITOST) MATERIÁLU

Dle tohoto kritéria je materiál skladován s ohledem na jeho důležitosti na následné požadavky.

Materiál je tříděn a dále uskladněn v místech, kde přístupnější a je zde rychleji naskladněn a vyskladněn oproti materiálu, který bude trávit ve skladu delší dobu.

Díky tomu se urychluje tok materiálu ve skladu a ten se stává efektivnější. Mezi nejpoužívanější metody patří metoda JIT, JIS a ABC. Použité skladovací zařízení závisí na druhu materiálu, požadavkům rychlosti jeho obratu a místa jeho potřeby.

2.1.1 METODA JIT (JUST IN TIME)

Metoda Just in time neboli právě v čas je metoda založena na přesném a neustálém odběru menšího množství výrobků (zpravidla stejného) na přesně dohodnutých termínech. To vede v oblasti skladování k udržování minimálních zásob a vysoké efektivitě skladovacích prostor. Skladovaný materiál, se kterým bude nejdříve manipulováno, je skladován v místech, kde bude nejdostupnější na expedici. Uplatňují se zde průjezdné skladovací regály (viz obr. 12), spádové regály (viz obr. 17), tedy regály s vysokou rychlostí obratu zboží. Tato metoda je efektivní díky rychlému odbytu zboží a držení minimálních zásob. Klade však vysoké nároky na logistiku podniku od nákupu, výroby, skladování až expedici a to u dodavatele i odběratele [2], [4].

2.1.2 METODA JIS (JUST IN SEQUENCE)

Just in sequence volně přeloženo právě v sekvenci je metoda podobná metodě JIT v rozdílu, že u metody JIS je nutné přesné uspořádání materiálu, podle objednávky, aby se urychlila jeho následující manipulace a postupy s ním. Velké využití nachází například při uskladnění materiálu ve výrobě. Materiál se z centrálního skladu vychystá v daném množství, druhu a podle daného pořadí. Materiál takto se takto uskladní ve skladovacích boxech, jednotkách nebo se doplní do skladovacích zařízení ve výrobě. Samotné přepravky nebo boxy mohou být určeny pro jednotlivé výrobky. Následně se ve výrobě materiál odebírá v uskladněném pořadí pro danou aplikaci a výrobek. Tento systém je vhodný pro materiály s vysokou variabilitou.

2.1.3 METODA ABC

Tato metoda rozděluje skladované materiály podle Paretova principu nebo také pravidla 80/20. Pravidlo 80/20 pro skladovaný materiál představuje, že 80% poptávky představuje počtu 20% uskladněného materiálu. Při aplikaci této metody je nejprve potřeba vytvořit analýzu, která závisí například na roční poptávce jednotlivých materiálů. Dále je vytvořena Lorenzova křivka, ve které je vytyčeno zmíněných 80% a další úseky. Na základě toho je možné materiál třídit do tří skupin nebo i více [16], [17].

Do skupiny A patří materiály představující menší počet ale vysokou poptávkou (například 15% ze všech materiálu, ale s 60% poptávky). Jsou to zpravidla o klíčové materiály firmy.



Tyto materiály jsou skladovány ve skladovacím zařízení, kde je zajištěna vysoká rychlost jejich obratu. Do skupiny B patří materiály s průměrnou poptávkou (například 30% materiálu s 30% poptávkou) a jsou skladovány s vyšší možností k jejich přístupu. Skupina C představuje zbylé materiály, u kterých nehraje poptávka nějak výraznou roli, tato skupina má největší zastoupení (například 55% materiálu s 10% poptávkou). Tyto materiály jsou skladovány v odlehlejších částech skladovacích prostor [2], [4], [16], [17].

2.2 SKLADOVÁNÍ S OHLEDEM NA MANIPULACI S MATERIÁLEM

Ke kategorizaci s ohledem na manipulaci s materiálem patří metody uložení a Lifo, Fifo, kde je určující v jakém pořadí budou materiály naskladněny a vyskladněny, pro další metody jsou určující místa, kde budou uloženy.

2.2.1 LIFO

LIFO je akronym ze slov Last In, First Out. Přeloženo Poslední dovnitř, první ven. Z pohledu skladovacího zařízení se zde používají gravitační tratě (válečkové stolice, zásuvné regály), dále vjezdové regály a typ radiově řízených zakladačů. U všech těchto typů je založení a vyložení realizována z jedné strany. Materiál se ukládá ve skladovacích zařízení tvořící tzv. kanál [18].

Princip naskladnění a vyskladnění je podobný u všech typů skladovacích zařízení. U gravitačních tratí je první paleta uložena na válečkovou trať nebo na posuvný vozík, další paleta tu předešlou zasune pomocí manipulačního zařízení dále do regálu a nahradí tu předcházející, po odebrání první palety se vlivem gravitace (naklonění přibližně tratě 6%) posunou palety předcházející o pozici blíže vykládce nebo na ni. U vjezdových regálů je posouvání realizováno pomocí manipulační techniky, která zajíždí do regálu a uloží paletu na danou pozici uvnitř kanálu [19], [20], [23].

Mezi výhody patří menší množství uliček, které vedou ke zvětšení kapacity skladovacího prostoru, která je kompenzována vyšší cenou skladovacích zařízení. Je zde rychlá nakládka i vykládka zboží. Není zde přímá cesta ke konkrétnímu uloženému materiálu, jelikož může být naskladněn jako první a přístup lze vytvořit pouze vyskladněním materiálů před ním [19].

2.2.2 FIFO

FIFO podobně jako LIFO je akronym ze slov First In, First out. Volně přeloženo První dovnitř, první ven. U této metody skladování se používá průjezdné regály, spádové regály, regály s radiově řízenými zakladači. Lze použít i příhradové regály a zařízení kde je přímý přístup k materiálu, ale je zde malá rychlost obratu, díky čemu jsou neefektivní. Nakládka je realizována z jedné strany a vykládka ze strany druhé. Materiál se ukládá do skladovacích zařízení do kanálu [21].

Princip naskladnění je podobný u všech skladovacích zařízení. Paleta je položena na válečkovou trať a vlivem gravitace sjede na druhý konec, kde je realizována vykládka. Během pohybu brzdové zařízení na trati je udržována konstantní rychlost. U průjezdných regálů manipulační zařízení uloží paletu na danou pozici a z opačné strany je vyjmuto pomocí dalšího manipulačního zařízení. Radiově řízený zakladač manipuluje s materiálem, který je uložen na začátku skladovacího zařízení v kanálu na danou pozici [20], [22], [23].



Výhoda těchto zařízení je v rychlosti obratu zboží a velké využitelnosti skladovacích prostor skladu. I zde je vyšší cena těchto zařízení s porovnáním s běžnými regály. I zde není přímá cesta ke konkrétnímu materiálu a musí se počkat, až bude na řadě při vykládce [22].

2.2.3 SKLADOVÁNÍ NA VYHRAZENÁ MÍSTA

Uskladněný materiál má při uskladnění svoje vyhrazené místo, kde je uložen. Díky tomu je zde dokonalý přehled o umístění materiálů a okamžitý přístup ke každému z nich. Nevýhodou je plné nevyužití skladovacích prostor. Položky daného typu a druhu se nejčastěji umísťují pořád na jedno místo, Jedna pozice zpravidla odpovídá jedné skladované položce [4].

2.2.4 NÁHODNÉ SKLADOVÁNÍ

Materiál je skladován na nejbližších volných pozicích a sektorech. Zpravidla se tato metoda používá při nárazovém množství skladovaného materiálu. Využití skladového prostoru je vysoká. Nevýhoda je horší přehlednost a prodlužuje čas potřebný k vyhledání zboží [4].



3 SKLADOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Skladovací zařízení je rozděleno podle velikosti skladovaného materiálu. Konstrukce skladovacích zařízení by měly splňovat následující normy.

Ocelové statické skladovací systémy - Specifikace skladovacího zařízení [8].

Ocelové statické skladovací systémy - Zásady navrhování konstrukce [9], kde se odkazuje na eurokód: zásady navrhování konstrukcí [10], eurokód 3: navrhování ocelových konstrukcí - část 1-1 [11] a eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-3[12].



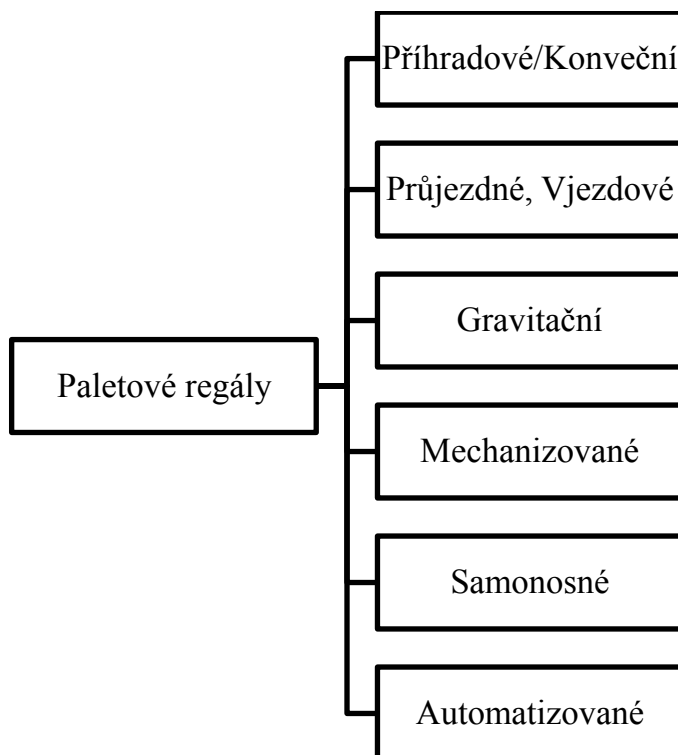
Obrázek 1: Rozdělení skladovacích zařízení;

3.1 PALETOVÉ REGÁLY

Paletové regály jsou určeny pro skladování europalet, kovových ohrádek a prosté palety. Kde europaleta, kovová ohrádka i paleta umožňují manipulovat ze všech čtyř stran.

Europalety mají rozměr 1200 x 800 mm podle normy [13], kovové ohrádky normě [14] s rozměrem podstavy 1200 x 800 mm. Dále na prosté palety [15].

Další rozdělení paletových regálů je provedeno dle jejich konstrukčních typů.



Obrázek 2: Rozdělení skladovacích zařízení pro palety;

3.1.1 PŘÍHRADOVÉ PALETOVÉ REGÁLY

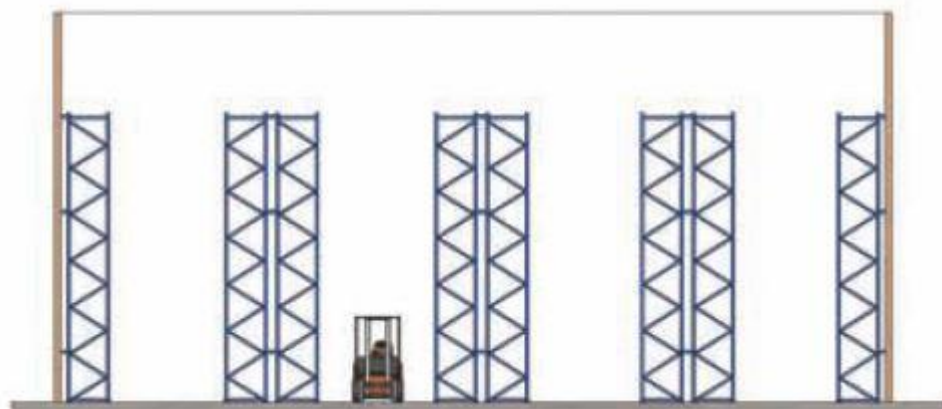
Příhradové paletové regály nebo i konvekční paletový regály patří mezi nejpoužívanější regálové systémy. Mezi klady patří jejich univerzálnost, jednoduchá konstrukce, nízká cena, možnost skladování různých velikostí materiálů, jednoduchá údržba. Za nevýhody lze považovat nízká využitelnost celkové kapacity skladu, díky potřebám uliček. Tento problém do jisté míry řeší příhradového regály s úzkými uličkami (viz obr. 5), kde dochází k úsporám místa a klade větší nároky na výšku skladu. Příhradové paletové regály mají přímý přístup ke každé paletě, protože každé skladové místo zabírá jediná paleta [23], [24], [26], [27].

Nakládka a vykládka probíhá pomocí manipulační techniky, která danou paletu uloží na skladové místo, vykládka probíhá stejně.

Příhradové regály může dále rozdělit:

a) Příhradové paletové regály

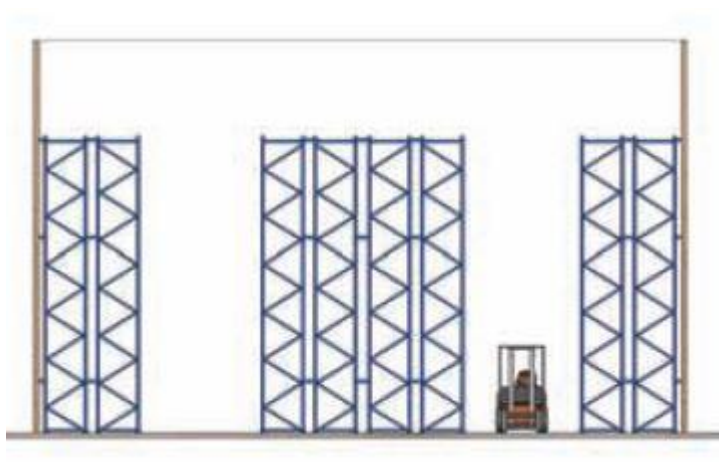
Jde o nejběžnější příhradový systém, který se skládá z jednořadých regálů umístěných podél stěn a dvojřadých regálů uprostřed skladového prostoru (viz obr. 3). Výška regálů a vzdálenost pracovních uliček mezi jednotlivými regály závisí na rozměrech manipulačních vozíků, velikosti palet a samotných rozměrech skladu [23], [24], [26].



Obrázek 3: Příhradové paletové regály jednořadé, dvouřadé[26];

b) Příhradové paletové regály s dvojnásobnou hloubkou

Tento typ lépe využívá kapacitu skladu, ale klade větší nároky na manipulační techniku, kde je potřeba vysokozdvizný zakladač, který musí manipulovat s paletou i na vnitřní úložnou plochu regálu [26].



Obrázek 4: Příhradové paletové regály s dvojnásobnou hloubkou [26];

c) Příhradové paletové regály s úzkými uličkami

Další typ příhradového paletového regálu, který lépe využívá kapacitu skladu (viz obr. 5). Je zde vyšší rychlost obratu oproti příhradovým regálům díky rychlejšímu pohybu manipulačního zařízení v uličce. Existují varianty i s dvojnásobnou hloubkou. Šířku uličky lze redukovat až na 1400 mm. Výška těchto regálů převyšuje 10 m. Je zde však vyšší pořizovací cena, větší nároky na manipulační zařízení, díky absenci úzkých uliček a vysokých výšek jsou zde používány automatické zakladače [25], [26].



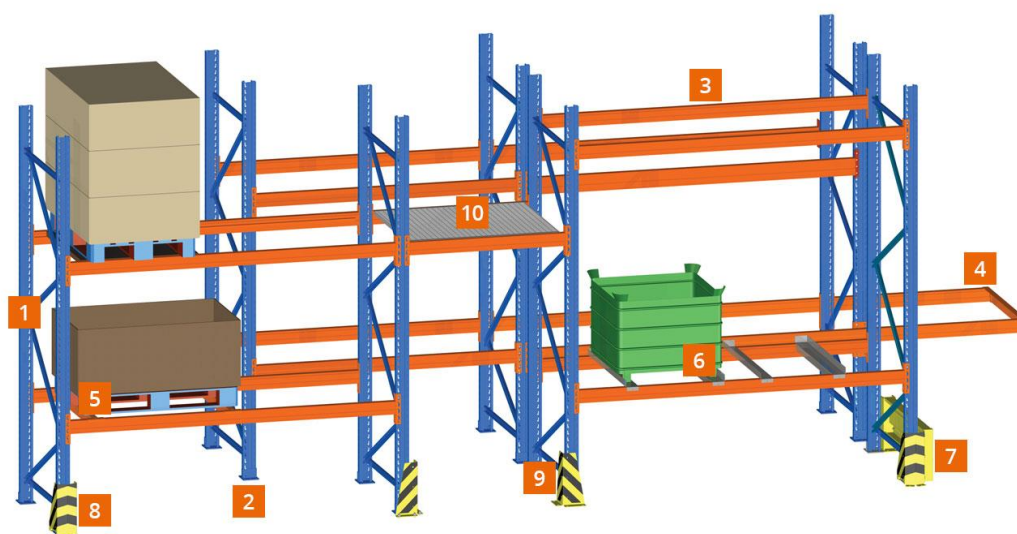
Obrázek 5: Příhradové paletové regály s úzkými uličkami [25];

d) Jednomístné příhradové regály

Tento typ regálů je vhodný zejména k uskladnění materiálu s velkým množstvím podobného zboží a těžkých břemen. Je zde dobrá přístupnost ke skladovanému materiálu, takže je tento typ vhodný také pro vychystávání přímo z palety nebo klece. Paleta je uložena mezi dvěma stojinami, díky čemuž dochází k odstranění klasických regálových nosníků, tak lze získat další prostor [27].



Obrázek 6: Jednomístné příhradové regály [27];



Obr. 7: Schéma příhradového paletového regálu [23]; 1 – rám; 2 – patka; 3- nosník; 4 – předávající a úložné místo; 5 – příčník od palety; 6 – příčník pod kontejnery; 7 – ochrana rámu; 8 – ochrana stojiny; 9 – ochrana rohová; 10 – ochrana proti propadnutí předmětu;

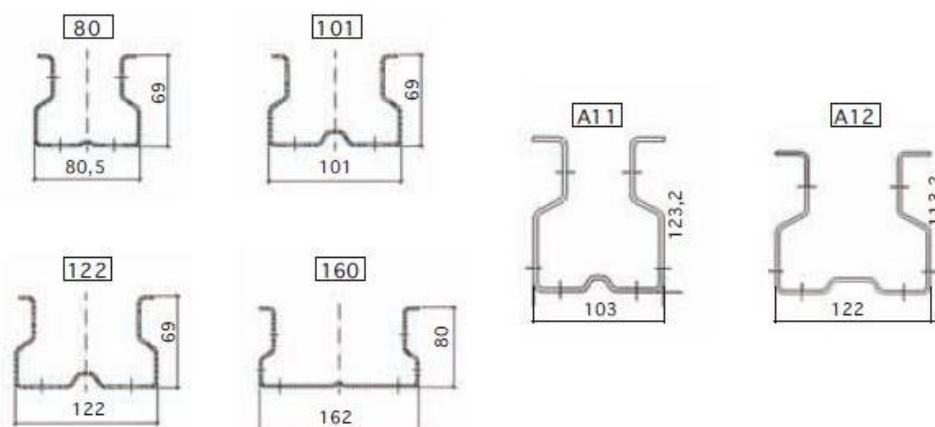
Konstrukční prvky:

Rám

Rám bývá tvořen dvěma stojinami, patkami, vodorovnými a diagonálními výztuhami. Výšky rámu se pohybují v rozměrech od 2500 mm až 30 000 mm [24], [26].

Stojiny rámu

Většina výrobců vyrábí stojiny z pozinkovaných ocelových plechů různé tloušťky a profilů v závislosti na rozměrech a zatížení rámu. V stojinách rámu jsou zhotoveny otvory pro uchycení výztuh na čelní straně profilu a na boční straně otvory pro uchycení nosníků. Díky těmto otvorům je možné vytvořit optimální výšku úložného místa, při skladování různých velikostí materiálů. Na konci stojiny je patka rámu, která je přišroubována kotevnými šrouby a vyrovnávacími podložkami k podlaze [23], [26].



Obrázek 8: Ukázka profilů stojin rámu firmy Mecalux [26];



Nosníky

Na nosníky jsou ukládány břemena a jejich rozměry a profily závisí na typu zařízení a hmotnosti uloženého materiálu. Palety jsou umístěny od jedné palety do tří. Nejvyšší povolené zatížení sloupce je z většiny případů 30 000 kg. Nosníky jsou k stojinám rámu upevněny za pomoci hákových úchytů, šroubového spoje a specifických spojovacích prvků výrobce. Při použití hákových úchytů se proti nežádoucímu vyháknutí používají bezpečnostní pojistky [23], [26].



Obrázek 9: Nosník příhradového regálu s pojistkou [26];

3.1.2 PRŮJEZDNÉ A VJEZDOVÉ PALETOVÉ REGÁLY

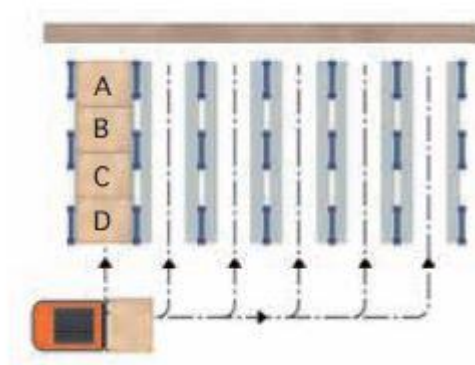
Průjezdné a vjezdové regály jsou složeny z mnoho regálových bloků, které vytvářejí vnitřní ukládací koridory s nosnými lištami pro palety nebo tzv. kanál. Manipulační zařízení vjíždí do těchto koridorů a ukládají palety na nosné lišty. Nosné lišty jsou připevněny na obou stranách koridoru v požadované výšce k rámu, který je tvořený stojinami a paleta je na ně ukládána shora [20], [29].

Průjezdné, vjezdové skladové zařízení je určeno na velké objemy palet stejného druhu. Díky konstrukci bez uliček má vysoké využití skladové plochy skladu. Je tu možné blokového skladování materiálu, které je určeno pro křehké materiály, kde nelze stohovat na sobě. Maximální výšku těchto zařízení uvádějí výrobci až 12 000 mm a hloubku 12 500 mm, maximální zatížení palety 5000 kg, minimální počet úložných ploch v koridoru jsou 3 [28], [29].

Rozlišují se dva typy těchto skladovacích zařízení:

a) Vjezdové skladovací zařízení

Vjezdové skladovací zařízení umožňuje vjezd pouze z jedné strany, proto umožňuje pouze skladování LIFO (viz obr. 10).

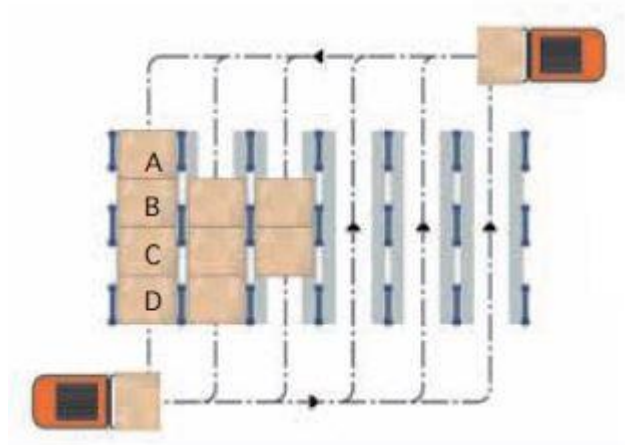


Obrázek 10: Nakládka, vykládka vjezdového regálu [29];

Nakládka a vykládka je zde pouze z jedné uličky. Při nakládce manipulační zařízení zvedne paletu do požadované výšky koridoru, na který bude paleta uložena. Zajede dovnitř a uloží na dané místo. Pořadí je od A následně B, C, D. Pořadí vykládky je v opačném pořadí. Paletu s materiálem je potřeba ukládat na šířku, tedy delší stranou kolmo k ližinám manipulačního zařízení, díky tomu je paleta dostatečně tuhá a pevná [20], [29].

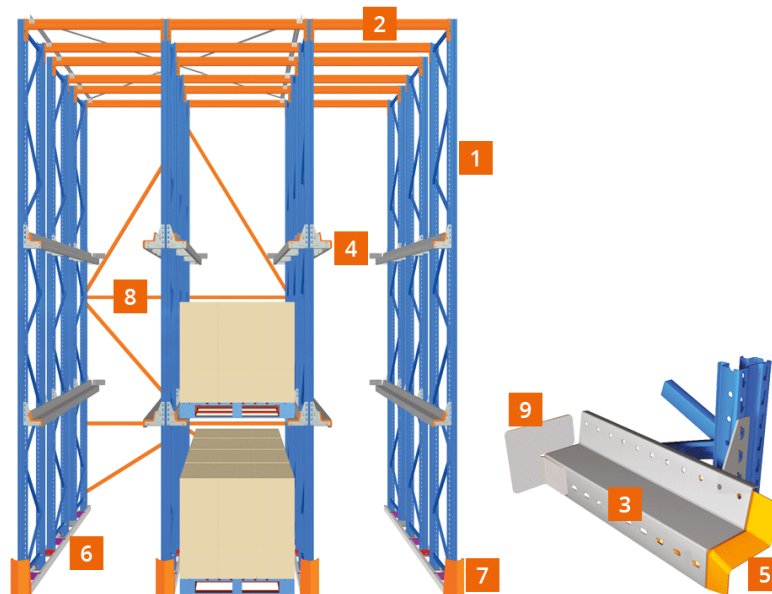
b) Průjezdné skladovací

Průjezdné skladovací umožňuje se dostat k paletě ze dvou protiběžných stran, díky čemuž umožňuje využití systému skladování FIFO. Díky tomuto systému jsou vhodné pro rychlé vyrovnání toku materiálu ve výrobě nebo expedici a na místa s požadovaným vyšším obrátem toku materiálu [20], [29].



Obrázek 11: Nakládka, vykládka průjezdného regálu [29];

Nakládka u průjezdného skladovacího zařízení je z jedné strany, kdy se paleta zvedne do požadované výšky koridoru, následně manipulační zařízení vjede do skladovacího zařízení a uloží ji na požadovanou pozici. Pořadí bývá zpravidla A, B, C, D. Vykládka je realizována ze strany opačné ve stejném pořadí. I zde je potřeba ukládat paletu na šířku [20], [29].

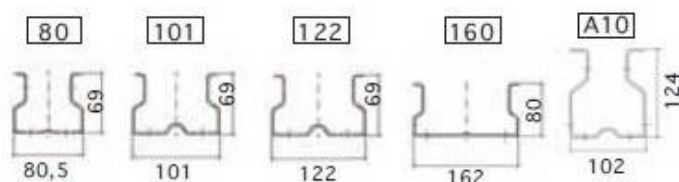


Obrázek 12: Schéma vjezdového/ průjezdného regálu [20]; 1 – rám (stojina); 2 – horní nosník; 3 – nosná ližina pro palety; 4 – konzola nosné ližiny; 5 – nájezdový trychtýř; 6 – vodící profil na podlahu; 7 – nájezdový trychtýř vodícího profilu; 8 – zavětrování; 9 – koncový doraz;

Konstrukční prvky:

Rám

Rám je tvořen stojinami a výztužemi v horizontálním a diagonálním směru. Stojiny bývají vyrobeny pozinkovaných plechů s otvory s roztečí po 50 mm, které slouží k uchycení nosníků a podpěr lišt. Velikosti a profily stojin a výztuh jsou závislé na rozměrech regálů a hmotnostech naložených palet. Na konci stojin je přišroubována patka rámu, která je osazena kotevními šrouby a vyrovnávacími podložkami [20], [28], [29].



Obrázek 13: Profily stojin a patka rámu [29];

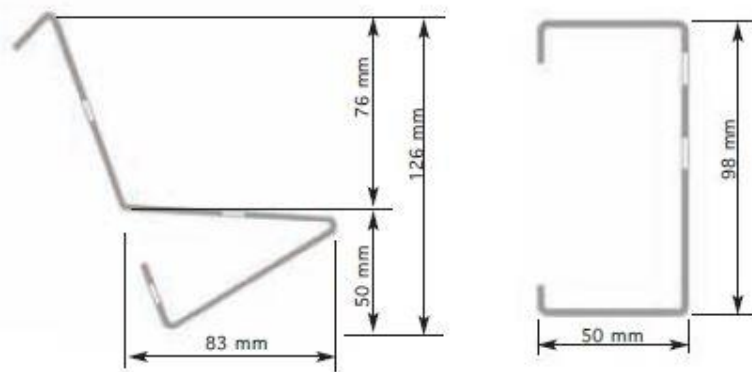
Konzola ližin

Konzole ližin slouží k připevnění nosných ližin k stojinám rámu. Konzoly mohou být připojeny pomocí šroubového spojení nebo pomocí závěsných háčků, které jsou vybaveny pojistkou proti vyháknutí [29].



Nosné ližiny

Nosné ližiny jsou profilované plechy z pozinkované oceli, na které jsou ukládány palety s materiálem. Profily ližin jsou voleny podle toho, jestli jsou palety stejné velikosti a velikosti nákladu (materiál může přesahovat paletu). Tvarované profily například trojúhelníkový profil je vhodný pro palety stejného rozměru, protože je možnost že se sami vystředí. Klasický profil například C-profil se používá pro palety různých čelních velikostí a materiálu, které vyžadují větší minimální mezeru mezi materiálem a stojinou [29].



Obrázek 14: Průřezné regály ližiny [29];

3.1.3 GRAVITAČNÍ PALETOVÉ REGÁLY

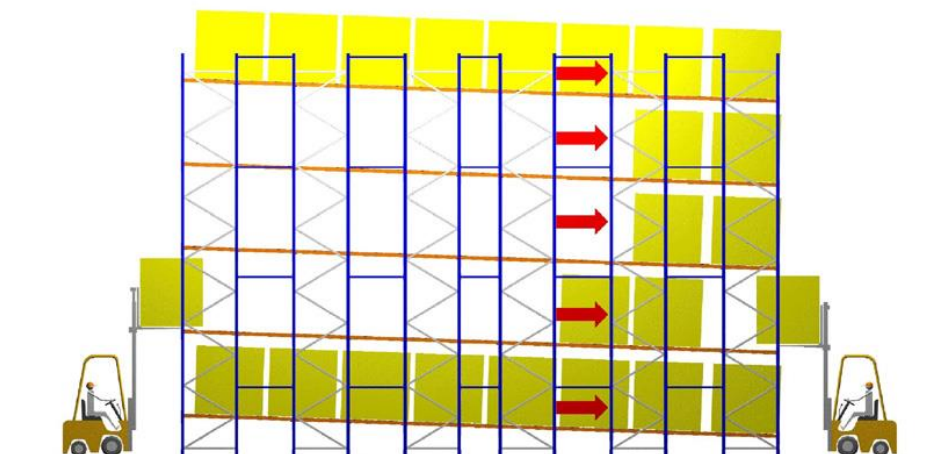
Jsou to skladovací zařízení, které využívají k pohybu materiálu na paletách, gravitační působení. Řadí se sem spádové paletové regály a zásuvné paletové regály.

a) Spádové regálové tratě

Rozlišuje dva typy těchto zařízení. Spádové válečkové tratě fungují na systému FIFO nebo LIFO. Válečkové tratě systému LIFO mají stejné místo nakládky i vykládky. Válečkové tratě systému FIFO mají protiběžná místa nakládky a vykládky.

Spádové válečkové tratě FIFO

Spádové válečkové tratě fungující na systému FIFO (viz obr. 15). Je zde využíváno systému válečkových tratí, které jsou mírně skloněny, díky čemuž mohou palety s materiálem sjíždět. Tento systém je vhodný pro skladování s vysokou rotací. Je zde také úspora času při manipulaci s paletami, dále dobře využívá skladový prostor, jelikož nevyužívá uliček. Výška těchto skladovacích systému dosahuje i 12 000 mm, délka válečkové tratě závisí na počtu palet, šířka na dráhy závisí na velikosti palety a směru jejího uložení, hmotnosti palet se mohou pohybovat od 25 do 1400 kg [19], [34].



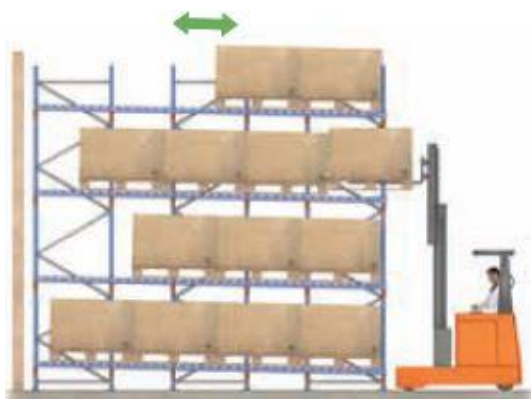
Obrázek 15: Vykládka a nakládka spádové válečkové tratě FIFO [30];

Paleta s materiálem je z jedné strany položena pomocí manipulační techniky na válečkovou trať, která je skloněna pod sklonem přibližně 3 až 6 % a paleta se vlivem gravitační síly pohybuje samovolně na konec válečkové tratě při konstantní rychlosti 0,25 m/s. Rychlost je kontrolována brzdícími válečky. Paleta je centrována pomocí vodících lišt. Na konci je paleta zabrzděna a připravena na vykládku [19], [32], [34].

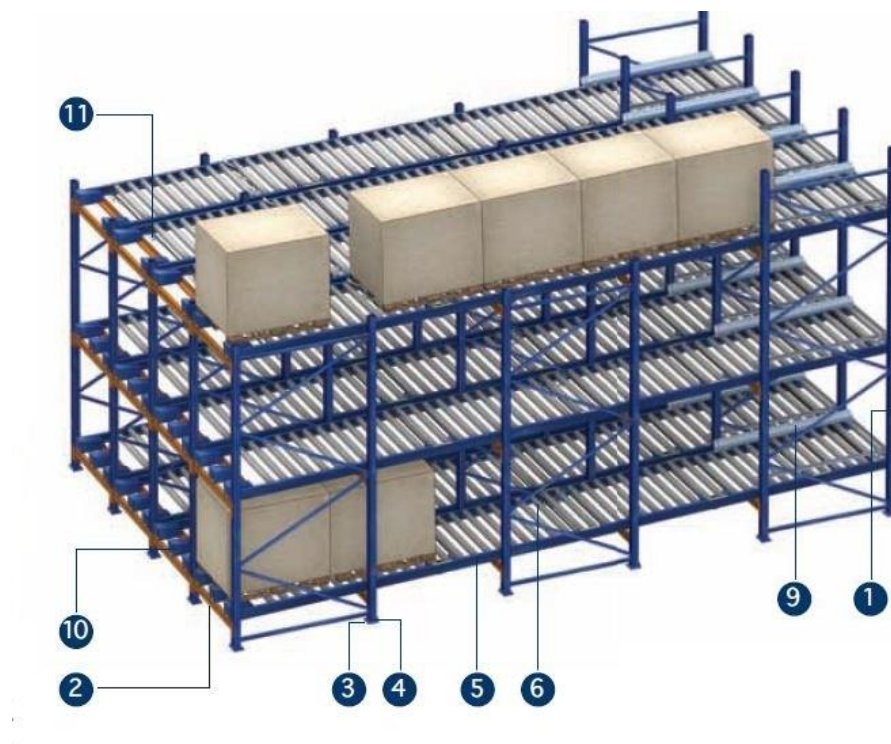
Spádové válečkové LIFO

Spádové válečkové tratě systému LIFO mají obdobnou konstrukci a lze je realizovat do stejných rozměrů.

Nakládka a vykládka je u tohoto typu zařízení realizována z jedné strany. Paleta je pomocí manipulační techniky položena na válečkovou trať. Nově příchozí paleta potlačí tu předcházející a zaujme její místo. Při vykládání se odebere první paleta, po odebrání první palety následující druhá paleta kontrolovaně sjede a zaujme její místo. Při sjíždění je její rychlost kontrolována jednosměrnými brzdícími válečky [19].



Obrázek 16: Vykládka a nakládka spádové válečkové tratě LIFO [19];



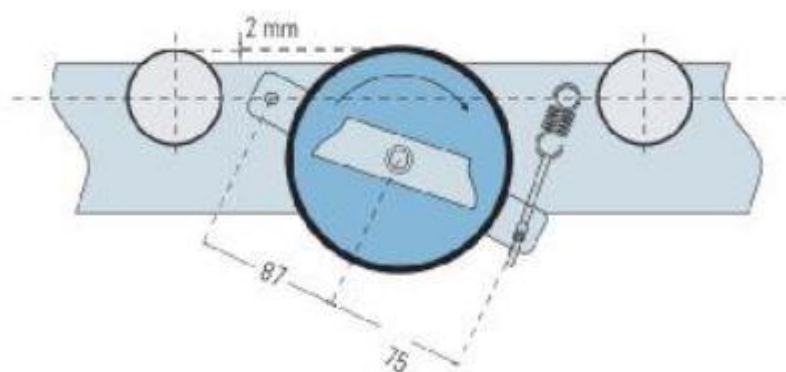
Obrázek 17: Spádový regál [19]; 1 – rámy; 2 – nosníky; 3 – vyrovnávací podložky; 4 – kotevní šrouby; 5 – kolejnice; 6 – válečky; 7 – brzdící bubny; 8 – brzdící válečky; 9 – středící lišty; 10 – brzdící rampy; 11 – separátory palet; 12 – ochrana válečků;

Konstrukční prvky

Brzdící válečky

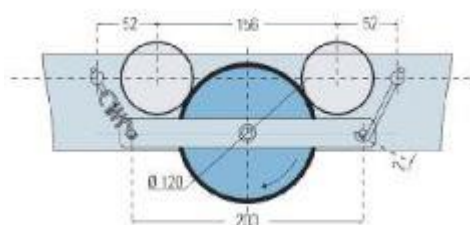
Brzdící válečky jsou určeny ke kontrole rychlosti. Udržovaná rychlost palety je obvykle 0,1-0,3 m/s. Používají se dva typy válečků: brzdící váleček a brzdící nosný váleček. Spádové regálové tratě s principem LIFO používají brzdící válečky jednosměrné, jelikož palety se pohybují ve směru nahoru i dolů [31].

Brzdící válečky jsou použity v provedení přímém (viz obr. 18) nebo nepřímém (viz obr. 19). U přímého brzdění má brzdící váleček přímý kontakt s přepravovanou paletou. Je uchycen s pružinami a musí vyčnívat asi 2 mm nad horní úroveň válečků válečkové dráhy. Pro každé paletové místo na dráze by měl být alespoň jeden brzdící váleček, protože takhle lze docílit kontrolované rychlosti [31].



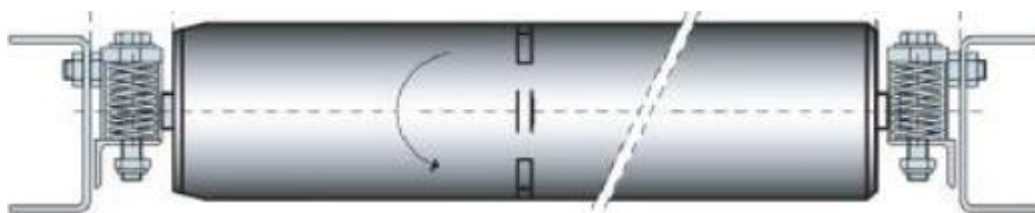
Obrázek 18: Přímé brzdění [31];

U nepřímého brzdění je brzděno pomocí nosných válečků, které jsou v kontaktu s brzdícím válečkem, optimální přitlačení je realizováno pomocí pružin a hákových šroubů [31].



Obrázek 19: Nepřímé brzdění [31];

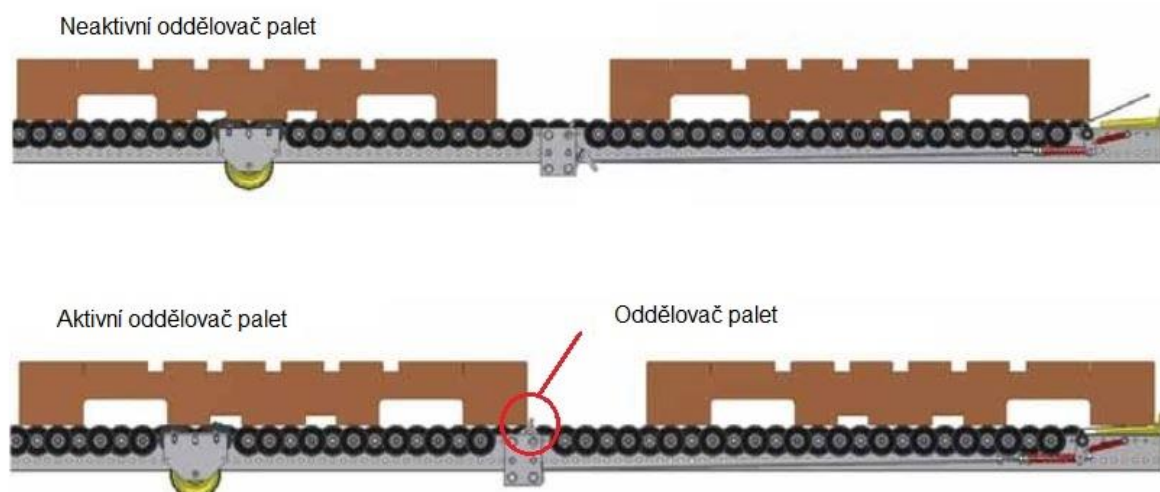
Brzdění je možné dále realizovat pomocí nosných brzdících válečků. Tento váleček se montuje pomocí závěsných lišt přes pružiny do nosné dráhy, kde by měl být vyvýšen oproti ostatním nosným zhruba o 2 mm. Brzdění je realizované pomocí mechanismu uvnitř válečku [31].



Obrázek 20: Brzdící nosný váleček [31];

Oddělovače a zachycovače palet

Oddělovače palet jsou určeny k zachycení nebo oddělení palety, díky čemuž usnadňují odbírání první palety (viz obr. 21). Oddělovače nemusí být nutně montovány na válečkové tratě, jedná se spíše o volitelné příslušenství. Zachycovače jsou určeny k bezpečnému zastavení palety a mírným horizontálním vzepření. Při použití oddělovačů palet je zachycovač propojen se separátorem. Tlak, který působí od poslední palety připravené na vykládku, způsobí, že klapky přidrží paletu v následující poloze, díky tomu je paleta lehce odebrána a netlačí na ni předešlá. Po odebrání palety se tlaková pojistka zvedne a odjistí klapky, které přidržují paletu, která zaujme místo nakládky [32].

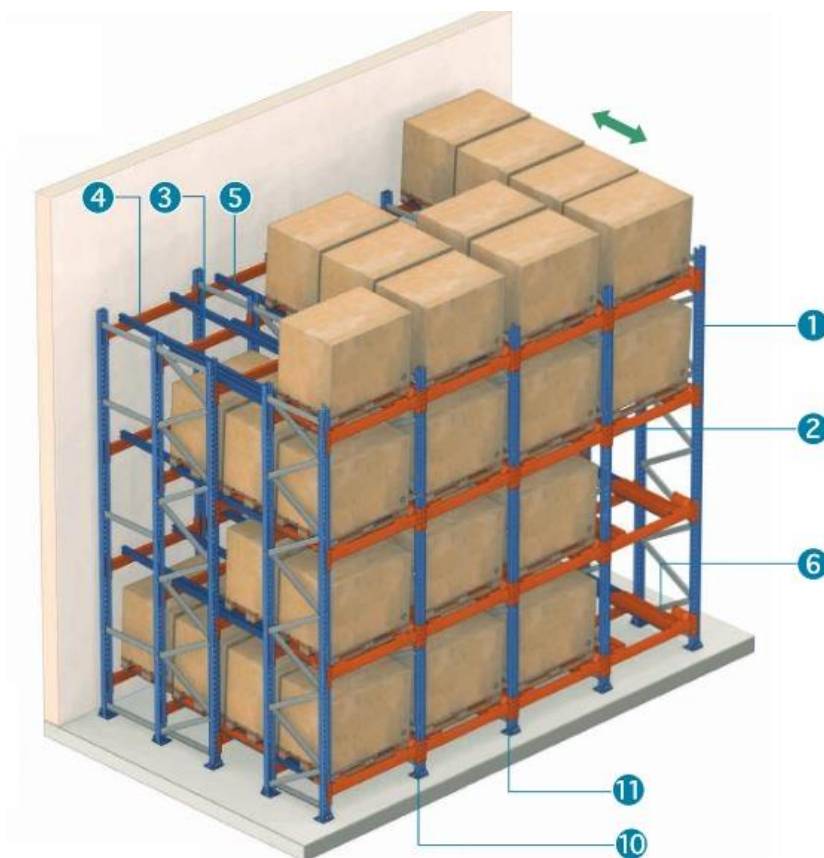


Obrázek 21: Zachycovač a oddělovač [32];

b) Zásuvné paletové regály, systém Push-back

Zásuvné paletové (viz obr. 22) jsou velmi podobné spádovým regálovým tratím s principem FIFO. Podle metody FIFO také fungují. U válečkových regálů jsou palety ukládány na válečky, u zásuvných paletových regálů jsou uloženy na zásuvné vozíky. Každý vozík nese jednu paletu. Běžný počet vozíku je tři až šest. Oproti například příhradovým lépe využívají podlahovou plochu. Palety jsou nakládány a vykládány z jedné obslužné uličky což přispívá ke zkrácení času při obslužném cyklu. Do jedné řady by měl být uložen stejný materiál. Zásuvné paletové regály jsou vhodné pro materiály se střední dobou obratu [22], [34].

Každé patro obsahuje dva nebo tři vozíky o různých výškách, sklon dráhy je 3-5%. Manipulační zařízení (např. vysokozdvizný vozík) při naskladnění uloží první paletu na nejvyšší vozík. Při nakládce druhé palety tlačí manipulační zařízení první paletu dozadu, dokud se nedostane na další vozík, posléze tuto paletu položí na druhý vozík. Při dalším nakládání se postup opakuje, poslední paleta je uložena přímo na kolejnice vozíků. Při vykládce se je postup opačný, palety sjedou kontrolovaně o pozici níže, jelikož je rychlost kontrolována manipulačním zařízením. Nosnost vozíků je až do 1400 kg [22], [33], [34].



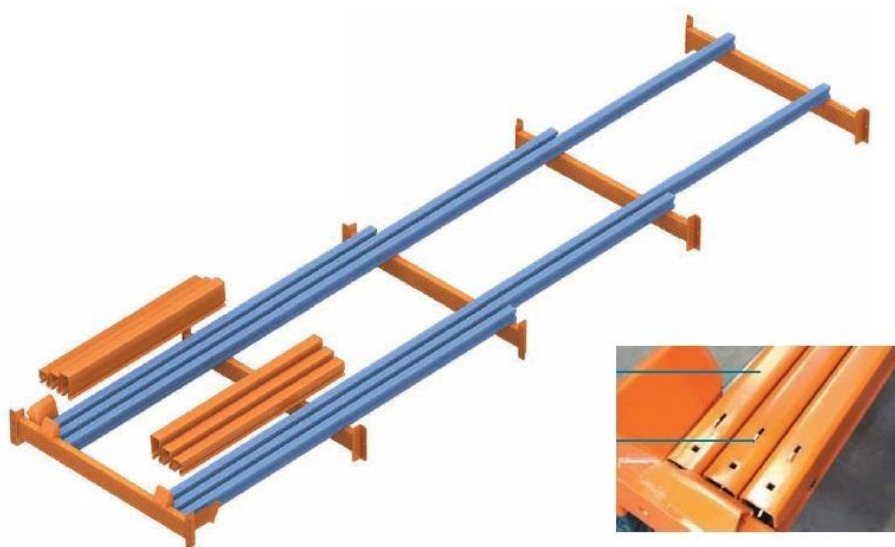
Obrázek 22: Zásunovací paletový regál [22]; 1 – rám; 2 – čelní nosníky; 3 – střední nosníky; 4 – zadní nosníky; 5 – kolejnice; 6 – zásuvné vozíky (push-back); 10 – vyrovnávací podložky; 11 – kotvy;

Konstrukční prvky

Zásuvné vozíky (push-back)

Zásuvné vozíky mohou být provedeny v mnoha provedení, které závisí na velikosti palety, hmotnost palety nebo provedení výrobce.

Jedno provedení je složeno pouze ze dvou rovnoběžných lišt (viz obr. 23), na které je paleta uložena. Paleta je ukládána kolmo, tedy aby kratší strana byla rovnoběžná s ližinami manipulačního zařízení. Ukládací lišty se pohybují pomocí valivých prvků, které jsou obvykle tvořeny kuličkovými ložisky s oboustranným zakrytím, dále jsou vybaveny bezpečnostní západkou, která zabraňuje pohybu, pokud není paleta správně umístěna [22].



Obrázek 23: Pojezdové vozíky; bezpečnostní západky [22];

Další typ vozíku je klasický rám, jenž se používá z většiny případů. Vozík může být opatřen tlačnými destičkami nebo podobnými prvky, které usnadňují posuv a uložení palety. Dále chrání paletu před deformací od druhé palety a drží její správnou pozici na vozíku [33], [34].



Obrázek 24: Zásuvný vozík s tlačnými destičkami [33];



Obrázek 25: Tlačný vozík; schéma uložení šesti vozíků [33];



Kolejnice

Kolejnice jsou namontovány na regálových nosnících pod určitým sklonem. Sklon se pohybuje obvykle v rozmezí 3-6%. Samotné kolejnice jsou tvořeny z I profilů, L profilu, uzavřených profilů obdélníkového tvaru a jiných. Ocelové profily jsou použity díky dobrému bočnímu vedení a středění vozíků [22], [33].

Kolečka

Konstrukce koleček se liší podle typu výrobce a zatížení. Jsou v nich však použity kuličková ložiska, která jsou pomocí náboje připevněna k vozíku. Ložisko může být uloženo v pojezdovém válci, který je opatřen bočním vedením [33].



Obrázek 26: Schéma kolečka zásuvného vozíku [33];

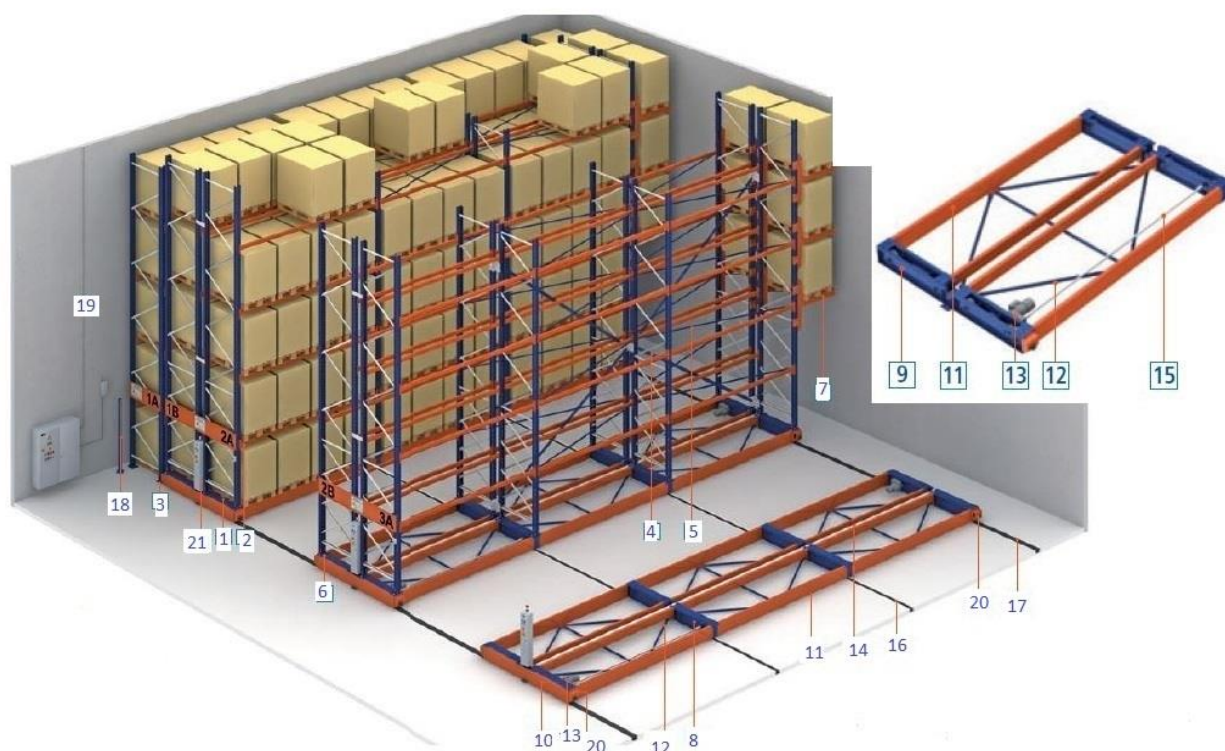
3.1.4 MECHANIZOVANÉ PALETOVÉ REGÁLY

Mezi mechanizované regály se řadí paletové regály, které pohybují paletami za použití motorů. K těmto typům regálů patří mobilní paletové regály a mobilní podvozek (radio shuttle systémy).

Mobilní paletové regály

Mobilní paletové regály (viz obr. 27) jsou tvořeny příhradovými nebo jednomístnými paletovými regály, které jsou připevněny na pojízdné podvozky, které se pohybují do stran po vodících kolejnicích. Díky tomu se odstraňují uličky a maximalizuje se využitý prostor. Uličky jsou tvořeny pohybem podvozků a je zde přímý přístup ke každé paletě. Jsou vhodné pro středně velký počet odlišných materiálů a materiály s menší rotací. Zatížení jednoho podvozku až 800 tun, délka vozíku může dosahovat až 90 m, výška až 12 m. Z bezpečnostních prvků je použita světelná závora [35], [39].

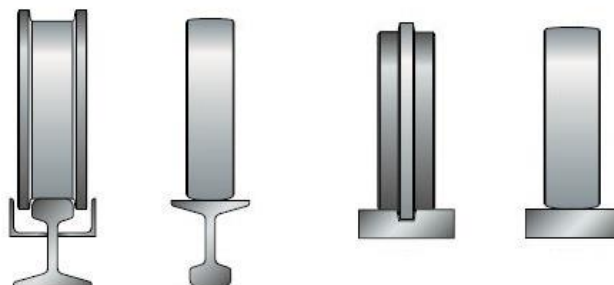
Princip naskladnění a vyskladnění je podobný jako u příhradových regálů. Daná ulička je vytvořena posunutím příslušných podvozkových regálů, které jsou ovládány ze skříňového rozvaděče z jednotlivých regálů nebo pomocí dálkového ovladače. Posléze manipulační zařízení vjede do vzniklé uličky a naloží nebo vyloží danou paletu [35], [39].



Obrázek 27: Mobilní paletový systém [36]; 1- rám; 2 – nosník a bezpečnostní blokáda; 3 – kotvení a připevnění; 4 - vertikální výztuha; 5 – horizontální výztuha; 6 – připevnění do základen; 7 – odkládací místo; 8 – podvozek; 9 – vodící kolový vozík; 10 – vnější kolový vozík; 11 – základní nosník; 12 – systém výztuh; 13 – motor; 14 – kabelový kanál; 15 – hnací hřídel; 16 – vodící kolejnice; 17 – pojízdná kolejnice; 18 – vnější bezpečnostní fotozávora; 19 – kabely napájecí a signálové; 20 – vnitřní bezpečnostní fotozávora; 21 – ovládací panel;

Kolejnice

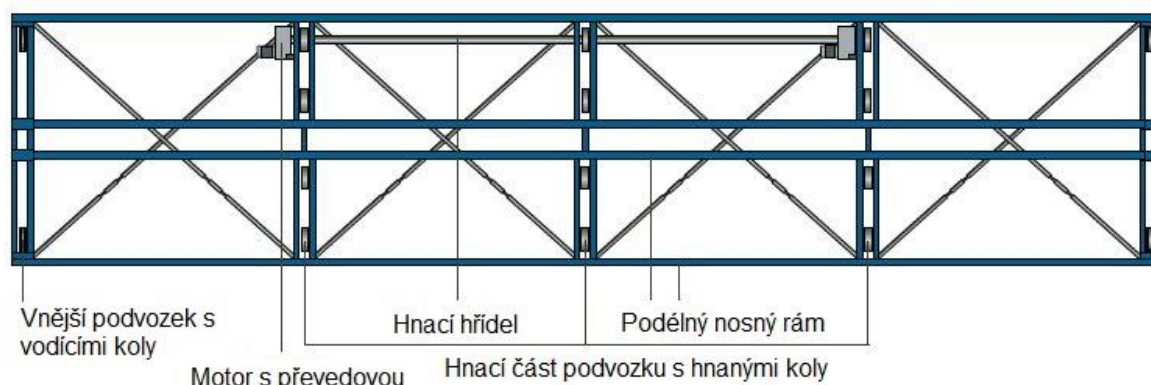
Kolejnice jsou děleny na dva druhy, vodící a pojízdné. Kde vodící kolejnice slouží k vedení podvozku ve správním směru za pomoci vodících kol a pojízdné pro pojezd. Tvar kolejnice závisí na délce podvozku a jeho zatížení [35], [36].



Obrázek 28: Vodící a pojízdné kolejnice [36];

Podvozky

Podvozek je tvořen elektrickým pohonem (třífázový motor s uzavřenou převodovkou), hnací hřídelí, koly vodícími nebo hnanými, podélnými a příčnými nosníky s výztuhami. Všechny motory jsou navzájem propojeny s hnací hřídelí. Na kolové nosníky, ke kterým jsou namontována kola, je našroubována regálová nástavba. Regálová nástavba je stejného typu jako příhradový paletový regál. Podvozek je tvořen také vnitřní bezpečnostní fotozávorou. Podvozek může být tvořen z jednoho vozíku nebo z více vozíků spojených k sobě, to záleží na výrobci a délce podvozku [35], [36].

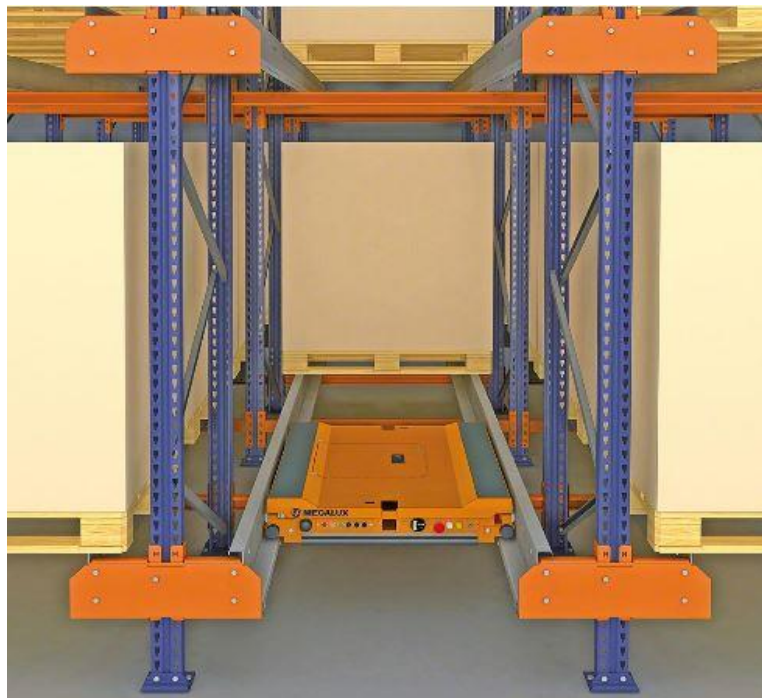


Obrázek 29: Podvozek mobilního regálu [36];

Skladovací zařízení pro kyvadlové vozíky a zakladače

Skladovací regály tohoto typu jsou vjezdové nebo průjezdné regály (viz obr. 12), s rozdílem nosných ližin, které jsou přizpůsobeny vozíkům.

Tento typ skladovacího zařízení využívá radiově řízené kyvadlové nosiče (viz obr. 30), které se pohybují v hlubokém regálovém kanálu. Dobré využití tohoto systému je pro velkoobjemové skladování a vychystávání. Lze aplikovat metodu LIFO i FIFO pokud je skladovací zařízení průjezdné. Dobře využívá plochy a prostoru skladu díky eliminaci uliček. Vysoká rychlost překládky. Hloubka kanálu až 20 palet. Nevýhodou je vyšší náročnost údržby, pořizovací náklady a nutnost dobíjení. Kolejnice jsou uzpůsobeny pro pohyb vozíků a zároveň uložení palet. Ovládání je pomocí operátora manipulačního zařízení [37], [38].

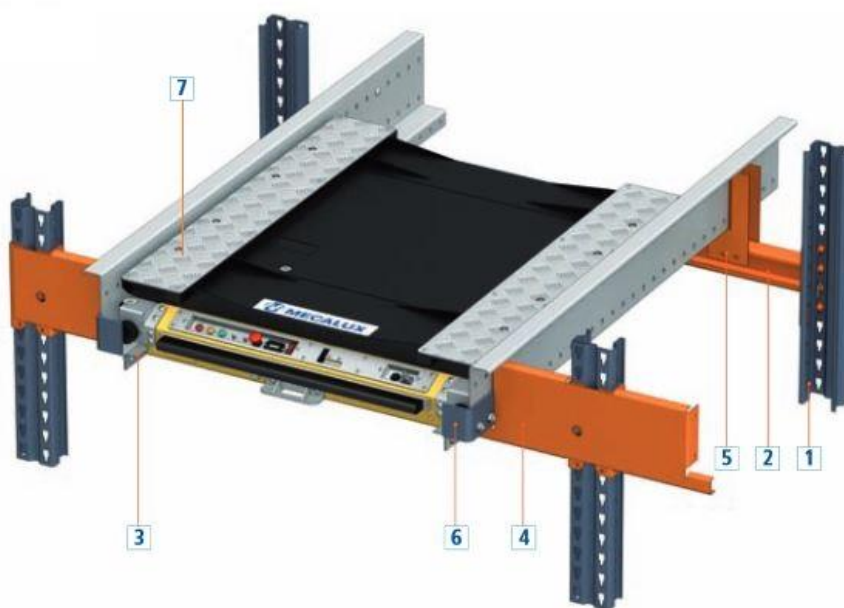


Obrázek 30: Skladovací regály pro kyvadlové podvozky [37];

Rozdělují se dva typy vozíku:

a) Kyvadlový vozík (Under Pallet Carrier)

Kyvadlový vozík (viz obr. 31) se pomocí manipulačního zařízení vloží do dané regálové úrovně, ve kterém je požadovaná manipulace s paletami. Manipulační zařízení uloží paletu na danou regálovou úroveň, kde se nachází vozík a to na šířku, tedy kratší stranou palety rovnoběžně s ližinami manipulačního zařízení. Kyvadlový vozík, který je umístěn pod paletou se zvedne i s paletou následně zajede na první volnou pozici nebo požadovanou pozici, kde paletu uloží jejím spuštěním na kolejnice. Následně se vrátí na vstup do regálu a operace se opakuje. Při vykládce palet je postup podobný jen v opačném pořadí. Maximální nosnost kyvadlového vozíku je až 1500 kg. Nejvyšší rychlost 1 m/s [37], [38].



Obrázek 31: Kyvadlový vozík [37]; 1 – stojina; 2 – nosný rám; 3 – kolejnice; 4 – vnější vzpěrná kolejnice; 5 – vnitřní vzpěrná kolejnice; 6 – bezpečnostní doraz; 7 – zdvihací plošina;

b) Kyvadlový zakladač

Kyvadlový zakladač je připojen k nosnému vozíku místo vidlí pomocí spojky. Paleta je naložena na ližiny zakladače a to na šířku, tedy kratší strana palety je rovnoběžná s ližinami. Pomocí manipulačního zařízení je paleta se zakladačem uložena na danou regálovou úroveň na kolejnice. Po uložení zakladače i s paletou se spustí manipulační zařízení níže, aby došlo k odpojení spojky. Zakladač následně sám zajede do kanálu a uloží paletu na danou pozici, kde spustí paletu z ližin na kolejnice a zajede zpátky na vstup do regálu. Manipulační zařízení pomocí spojky připojí zpátky zakladač a operaci opakuje. Nejvyšší hmotnost palety 1500 kg, nejvyšší rychlost 0,5 m/s [37], [38].

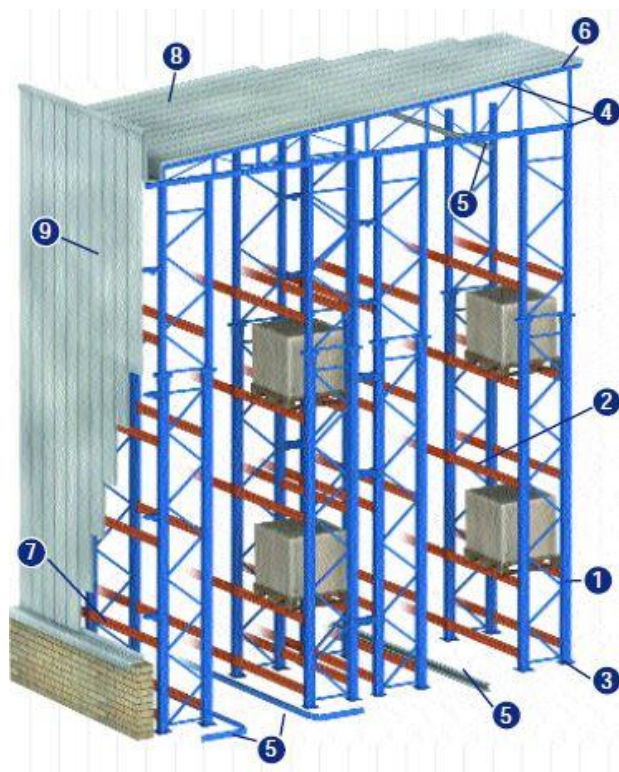


Obrázek 32: Kyvadlový zakladač [38];



3.1.5 SAMONOSNÉ PALETOVÉ REGÁLY

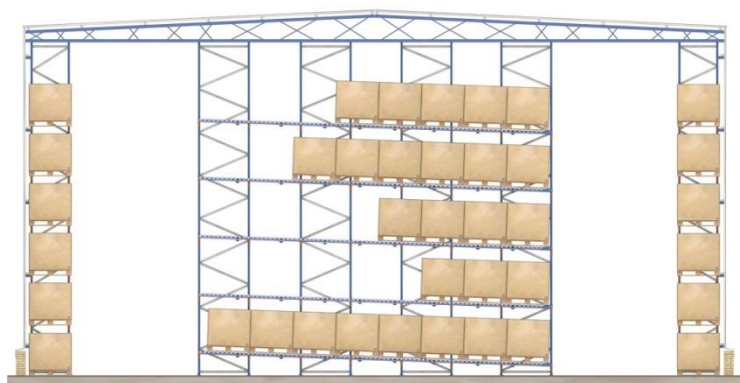
Samonosné regály se vyznačují tím, že paletové regály nesou skladovaný materiál a zároveň slouží jako nosná konstrukce skladu. Tepelně izolované panely střechy a stěn jsou přímo uchyceny na regálové konstrukci. Skladovací zařízení nemusí obsahovat stěny, pouze střechu v tom případě jde o otevřený sklad. Samonosné regály ideálně vyplňují prostor určený pro sklad. Samonosné systémy využívají většinu typů skladovacích zařízení tedy příhradové regály (viz obr. 33), vjezdové regály (viz obr. 12), gravitační regály (viz obr. 41). Dále je zde využíváno vysokých regálů (viz obr. 34), které dosahují výšky až 40 metrů. Uličky vysokých regálů jsou uzpůsobeny zakladačům a jsou zde použity všechny typy příhradových regálů [40], [41], [42].



Obrázek 33: Schéma samonosného skladovacího zařízení [42]; 1 – rám; 2 – nosník; 3 – podložky a kotevní šrouby; 4 – krovy; 5 – vodící lišty pro manipulační zařízení; 6 – střešní nosník; 7 – nástěnný nosník; 8 – střecha; 9 – plechová stěna;



Obrázek 34: Vysoký samonosný regál s automatickou obsluhou [40];



Obrázek 35: Samonosné regálové sklady gravitační [41];

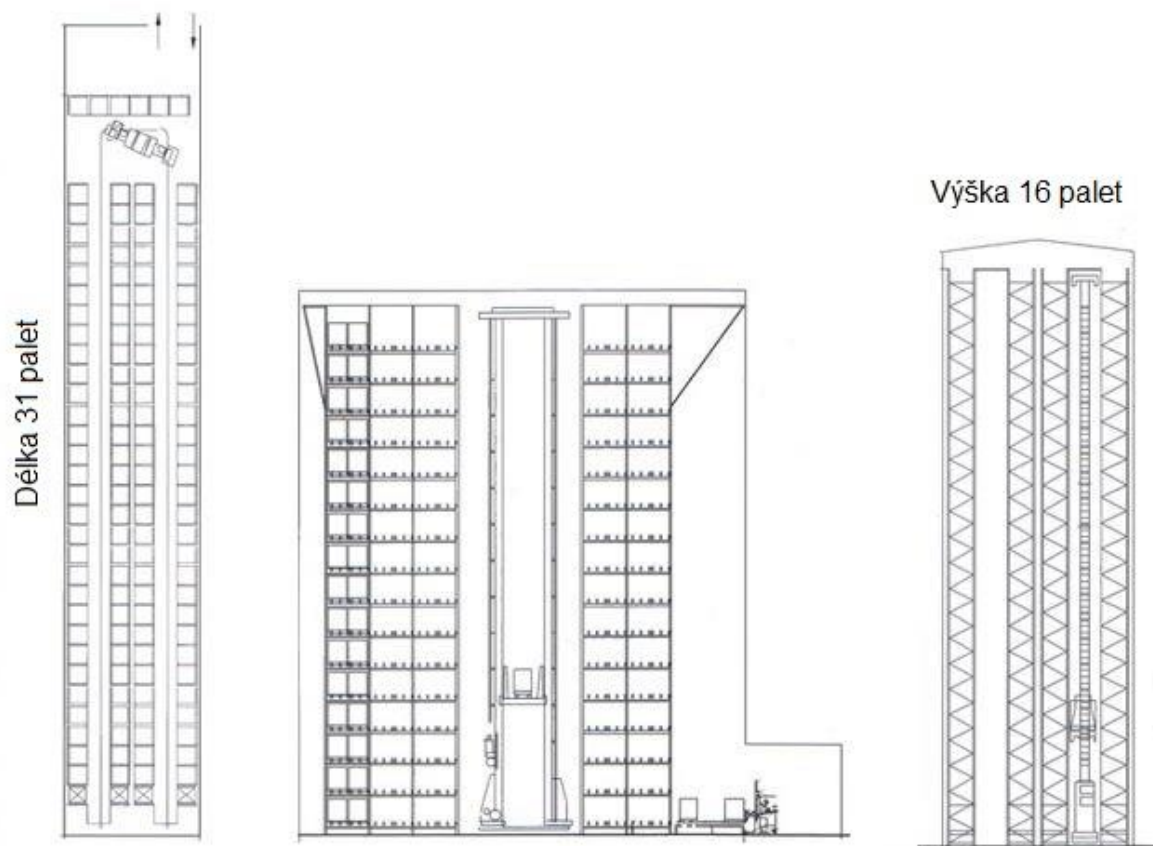
3.1.6 AUTOMATIZOVANÉ PALETOVÉ SYSTÉMY

U automatizovaných paletových regálů je nakládka i vykládka palet realizována automaticky a to za pomoci automatizovaných zakladačů palet. Zakladače palet se pohybují po kolejnicích v uličce mezi regály, některé typy přejíždění mezi uličkami. Zakladače mohou nést kyvadlový vozík nebo zakladač čímž je možné skladování do hloubky. Zakladače palet manipulují s paletami na daná místa podle řídicího systému, to umožňuje vysokou přesnost uložení a dokonalý přehled [40].

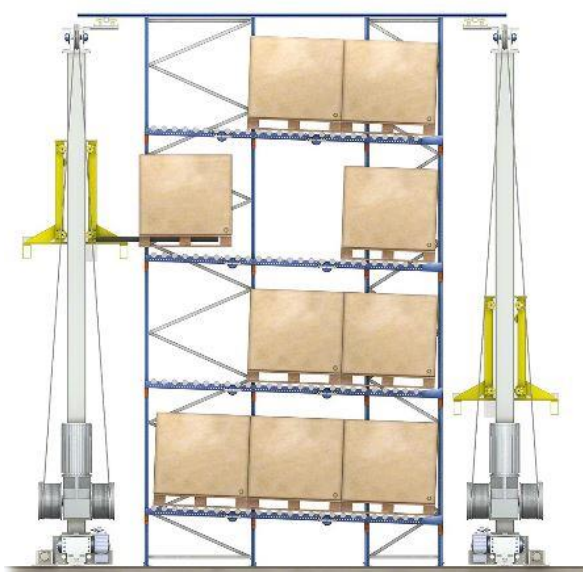
Automatizované skladové regály lze připojit k dopravníkovému systému, který manipulaci s materiálem více zefektivňuje. Automatizované paletové systémy využívají většinu typů



skladovacích zařízení: příhradové paletové regály (viz obr. 7), spádové paletové tratě (viz obr. 17), mechanizované s kyvadlovými vozíky a zakladači (viz obr. 37), gravitační regály (viz obr. 41), vysoké paletové regály (viz obr. 34). Vysoké paletové regály dokonale využívají možnosti skladovat ve vysokých výškách a jejich konstrukce se ve velké míře používají samonosné [19], [25], [37], [40], [43].



Obrázek 36: Výškové regály s automatickou obsluhou [43];

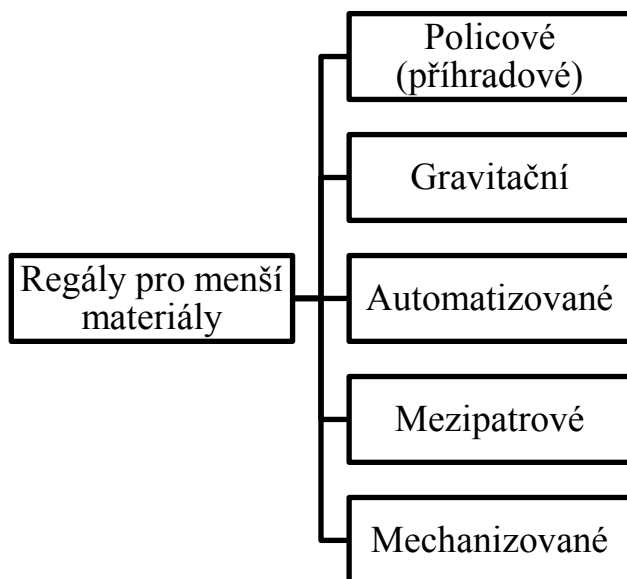


Obrázek 37: Spádový paletový regál s automatickou obsluhou [19];



3.2 REGÁLY PRO MENŠÍ MATERIÁLY

Skladovací regály pro menší materiály jsou určeny pro zboží, které není potřeba ukládat na palety, jsou ve velké rozmanitosti nebo je skladováno jednotlivě. Zboží z těchto regálů slouží z většiny případů pro kompletaci objednávek složené z mnoha produktů, dorovnání materiálů při výrobě. Díky těmto požadavkům jsou konstrukčně uzpůsobeny tyto skladové zařízení. U skladovacích zařízení pro menší zboží jsou rozlišeny dva přístupy ke zboží. První je člověk ke zboží (man to goods), kde člověk musí sám nebo pomocí manipulační techniky pro jednotlivé materiály. Druhý typ je zboží ke člověku (goods to man), kde materiály se sami dostaví na určené místo vykládky.



Obrázek 39: Rozdělení skladovacích zařízení pro menší materiály;

Materiál je skladován v přepravech, krabicích nebo přímo ve skladovém zařízení. Skladovací přepravy jsou uzpůsobeny skladovanému materiálu a existují v mnoho rozměrech a provedení. Existují přepravy pro ukládání a materiál je z nich pouze vychystán dále transportní přepravy, které jsou následně vratné. Další typy přípravek jsou kompatibilní s automatickými zakladači. Přepravy jsou obvykle vyrobeny z polypropylenu, polyetylenu nebo kovové [44].



Obrázek 38: Typy přepravek [44];

3.2.1 POLICOVÉ REGÁLY

Policové regály patří mezi nejpoužívanější regály pro menší zboží. Umožňují okamžitý přístup k jednotlivým položkám a uskladnění zboží velké rozmanitosti. Je zde potřeba většího počtu uliček, takže hůře využívá prostor skladu. Existují jednotlivé typy policových regálů, které jsou uzpůsobeny hmotnosti skladovaného materiálu, jeho rozměrům, počtu, výšce regálu (viz obr. 41). Standartní výšky se pohybují do 3 metrů, pro výškové regály až 20 metrů. Zatížení polic může dosahovat až do 600 kg. Zboží je ukládáno volně na policích nebo v boxech. Policové regály se řídí principem „člověk ke zboží“ [46,] [47], [48].

Pro velké množství ukládaného materiálu se používají výškové policové regály. Zboží u výškových regálů je uloženo v krabicích nebo převážně ve stejných boxech, které odpovídají jednomu skladovacímu místu. Skladové konstrukce jsou policové nebo jednomístné s možností hloubkového skladování pro efektivní využití prostoru. Výškové regály jsou převážně využívány pro automatické skladovací systémy v tomto případě je zde princip zboží ke člověku [49].

Nakládání a vykládání je prováděno ručně, při vyšších výškách pomocí manipulačních vozíků a zakladačů.



Obrázek 40: Policový regál [45]; 1 – rám; 2 – nosník; 3 – pozinkovaná police; 4 – dřevotřísková police; 5 – laminátová dřevotřísková police; 6 – bezpečnostní pojistka; 7 – podpora; 8 – drátěná police; 9 – kotevní šroub; 10 – rámová spojka; 11 – nosník; 12 – vymezovací podložka;

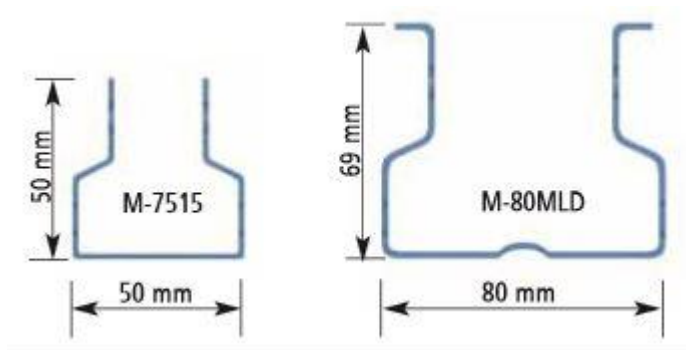


Obrázek 41: Výškový regál pro malé zboží [47];

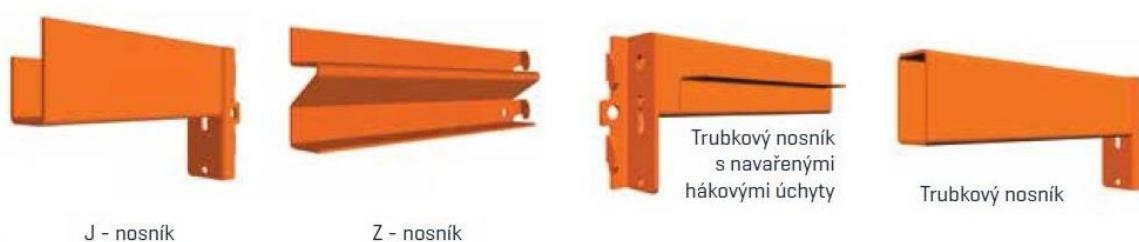
Konstrukční prvky

Rám je tvořen stojinami a výztužemi v horizontálním a diagonálním směru. Stojiny bývají vyrobeny pozinkovaných plechů s roztečí otvorů po 25, 50 mm, které slouží k uchycení nosníků. Velikosti a profily stojin, výztuh a nosníků (viz obr. 43) jsou závislé na rozměrech regálů a hmotnosti ukládaného zboží. Nosníky jsou připevněny pomocí šroubového spoje nebo závěsných háčků, které jsou vybaveny bezpečnostní pojistkou proti vyháknutí. Ke zvýšení tuhosti jsou rámy k sobě spojeny rámovou spojkou [45], [48].

Police jsou různých materiálů: dřevotříska, laminátová dřevotříska, pozinkované lamely, drátěná police na klipsnách nebo na nosnících [45].



Obrázek 43: Profily stojin policových regálů [45];



Obrázek 43: Typy nosníků policových regálů [48];

Gravitační regály pro menší zboží

Gravitační regály využívají pro pohyb materiálu nakloněné válečkové nebo kolečkové tratě. Zboží se vloží do regálu a samospádem sjede na druhý konec, kde je vykládáno nebo spuštěno na další válečkový dopravník. Spádové regály pracují na principu FIFO, tedy zboží, které je první naskladněno je první vyskladněno. Spádové regály jsou vhodné pro zboží s rychlým obrátem. Díky absenci uliček zvyšují kapacity skladovacího prostoru. Úhel sklonu tratě je nastavitelný pomocí otvorů ve stojinách rámu. Brzdy jsou namontovány na konci tratě a jsou realizovány pomocí brzdících klipsů. Spádové regály jsou vyráběny z pozinkovaných profilových plechů nebo ocelových trubek. Trubky jsou o rozměrech až 28 mm s tloušťkou stěny od 0,7 až 2 mm. Profilované plechy jsou stejné jako u policových regálů. Při použití kratších rozměrů lze aplikovat i princip LIFO, kde se bude při nakládání materiál zatlačovat do hloubky, je zde omezení síly nutné k zatlačení materiálu do hloubky [50], [51], [52].



Obrázek 44: Spádový regál s trubkovými profily [51];

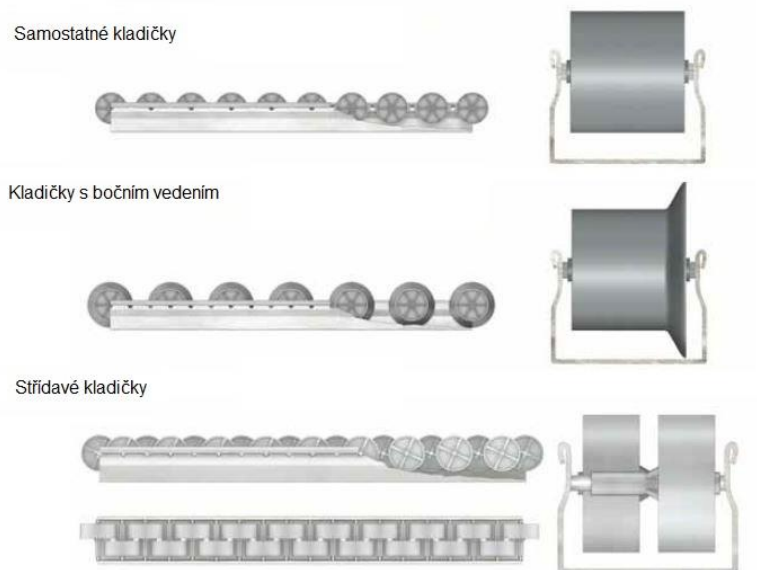


Obrázek 46: Schéma spádového regálu [52]; 1 – podpůrný nosník; 2 – dělicí příčka; 3 – válečková dráha; 4 – nosník dráhy; 5 – brzdící válečky; 6 – identifikační štítek; 7 – brzdová klipsa; 8 – vyrovnávací police; 9 – madla; 10 – spony nosného rámu; 11 – podpory dopravníku; 12 – schůdky;

Válečkové tratě jsou vyráběny z hliníku nebo pozinkovaného plechu, nosnost je až 300 kg na 900 mm délky. Jsou vybaveny válečky nebo kolečky. Na konci mohou být připevněny separátory, které pouští zboží ze spádové tratě na dopravní pás, dále mohou ulehčovat odběr materiálu z válečkové tratě podobně jako oddělovač u spádových tratí pro palety. Brzdy jsou realizovány pomocí brzdných klipsů nebo brzdících válečků (viz obr. 47). Zastavení je realizováno dorazy. Válečkové tratě mají různé konstrukční typy zakončení, které ulehčuje odběr a zlepšuje náhled na zboží, pokud je v krabici nebo boxu. Dále může být různé provedení kladiček tratě a jejich uspořádání [50], [53].



Obrázek 47: Brzdící klipsy (vlevo nahoře), brzdící váleček (vlevo dole), oddělovač materiálu (vpravo nahoře), doraz (vpravo dole) [52];



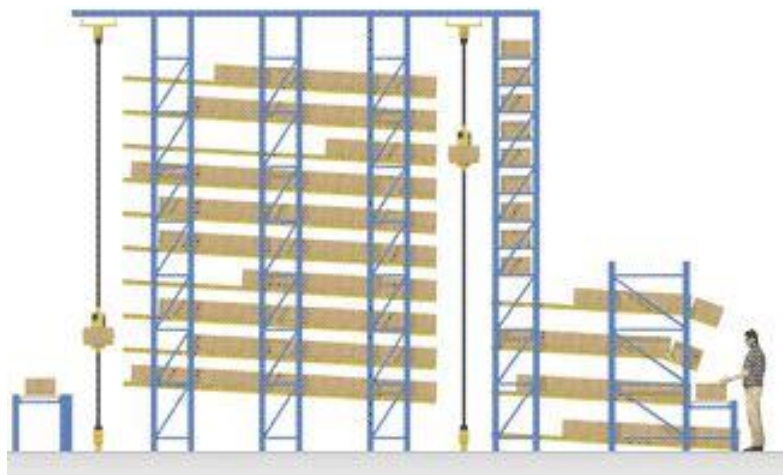
Obrázek 48: Provedení koleček u válečkových stolic [50];

3.2.2 AUTOMATIZOVANÉ REGÁLY

U automatických systémů je nakládka a vykládka prováděna automaticky, pomocí automatických zakladačů. Podobně jako u paletových regálů i zde se využívají vysoké regály (viz obr. 49) s výškami až 20 metrů dále spádové regály (viz obr. 50). Zakladače jsou řízeny programem, který řídí posuvy a rychlosti s ohledem na nejkratší čas manipulace. Mezi výhody patří vysoká efektivita, trvalý přehled k o zásobách, razantním snížením výskytu chyb. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady a větší nároky na rozměry skladu. Rychlost posuvu dosahuje kolem 6 m/s se zrychlením 3 m/s². Převážná rychlost jsou kolem zrychlení 3 m/s². Převážná hmotnosti jsou kolem 100 kg [54], [55], [56].



Obrázek 49: Výškový regál s automatickým zakladačem [55];



Obrázek 50: Spádové regály s automatickým zakladačem [56];

3.2.3 MEZIPATROVÉ REGÁLY

Mezipatrové systémy umožňují vytvářet skladovací zařízení ve více podlaží, kde v každém patře jsou skladové regály a tím se zvětšuje využitelná plocha skladu. Při použití více pater, je uloženo větší množství materiálu do policových regálů, čímž odpadá nutnost používat vysoké regály, kde je potřeba speciálních zakladačů k přístupu ke zboží. Dále je výhoda, že zaměstnanci mohou odebírat více zboží současně. Mezipatrové regály jsou dvou typů: vícepodlažní policové regály (viz obr. 51), vícepodlažní plošiny (viz obr. 52) [57], [60].



Vícepodlažní policové regály

Vícepodlažní policové regály jsou policové regály s vloženými podlažími na určitých úrovních. Výšky těchto zařízení mohou dosahovat až 12 metrů při použití 5 podlaží. Pro pohyb mezi patry jsou vybaveny výtahy. Pro nakládání a vykládání zboží jsou obvykle vybaveny rampami. Na patrech je možná manipulace s menšími manipulačními zařízeními například paletové vozíky. Podlahy jsou dimenzovány na nosnost od 350 do 1000 kg/m² [57].



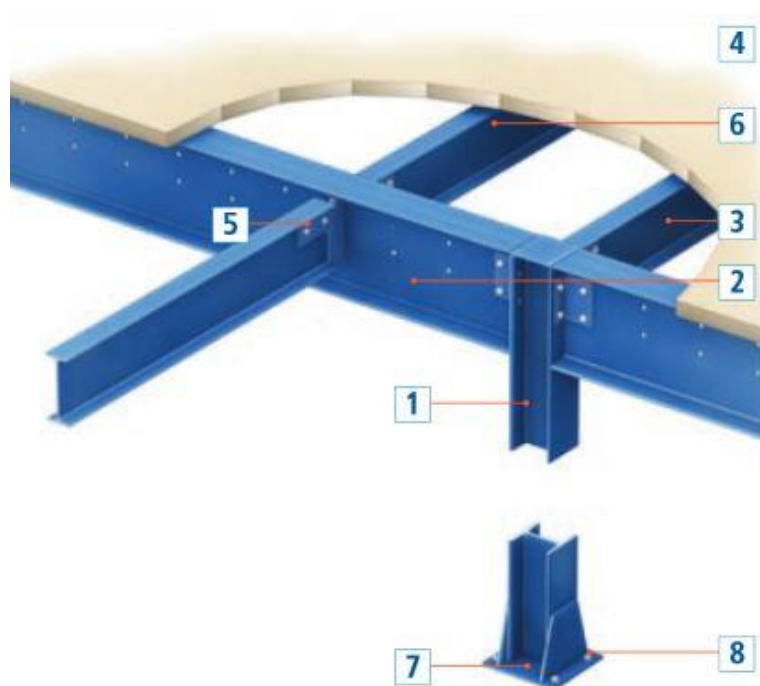
Obrázek 51: Vícepodlažní policové regály [58];

Vícepodlažní plošiny

Vícepodlažní plošiny (viz obr. 52) jsou oproti vícepodlažním regálům tvořeny vlastní konstrukcí oproti vícepodlažním policovým regálům. Na plošiny jsou dotačně umístěny regály, které mohou být různých typů a postaveny na požadovaných místech. Díky tomu jsou plošiny variabilnější. Plošiny bývají opatřeny vychystávací rampou. Plošiny obsahují dvě až tři patra. Materiál je nakládán a vykládán pomocí manipulačních zařízení, jeřábů nebo průmyslových výtahů, které jsou zde zabudovány. Pracovníci se pohybují po schodišti. Plošiny se vyrábí z profilů válcovaných za studena nebo profilů válcovaných za tepla z vysokojakostních ocelí. Vícepodlažní plošiny umožňují skladovat i palety [60].



Obrázek 52: Vícepodlažní plošina [59];



Obrázek 53: Schéma plošiny [60]; 1 – sloup; 2 – hlavní nosník; 3 – příčný nosník; 4 – podlaha; 5 – úhlový úchyt nosníků; 6 – spojovací prvek; 7 – patka; 8 – kotvy;

Velikosti sloupů a nosníků jsou závislé na počtu podlaží a nosnosti plošiny. Podlaha je z dřevotřísky, dřevotřísky kryté plechem, ocelové rošty nebo betonové panely [60].

3.2.4 MECHANIZOVANÉ REGÁLY

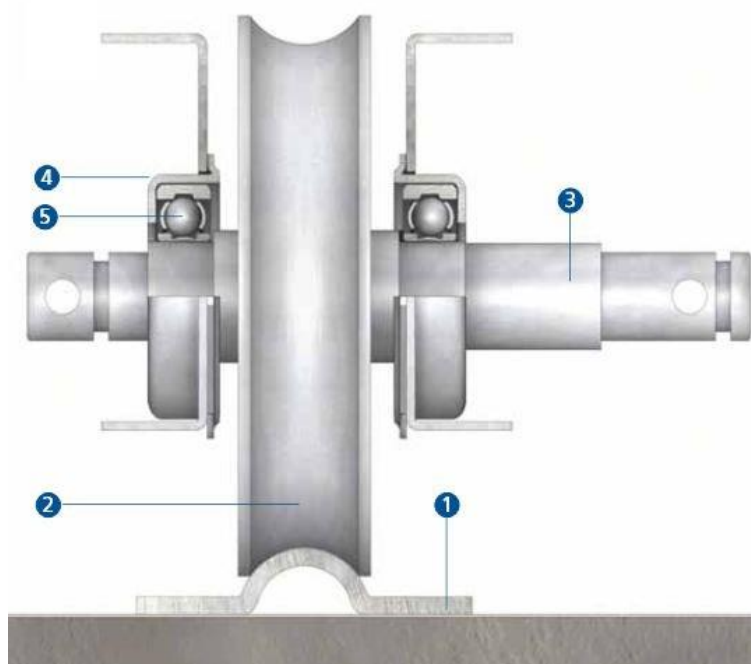
Mezi mechanizované regály patří mobilní policové skříně, které se pohybují po kolejnicích a karuselové skladové systémy ve kterých se pohybují police k místu vydání.

Mobilní policové skříně

Oproti policovým regálům, zde není potřeba uliček a lépe využívají prostor skladu. Uličky jsou vytvořeny posunutím regálu po kolejnicích. Posun je realizován pomocí páky a řetězového převodu nebo pomocí elektromotorů při větších rozměrech regálu a větší tíze uloženého materiálu. Použití mobilních regálů je užíváno ve velké míře pro uložení dokumentů, knih a archivů. Délka podvozku může obsahovat až 15 metrů a rovnoměrně zatížení až 20 000 kilogramů [61], [62].



Obrázek 54: Mobilní policový regál [61]; 1 – mobilní základna; 2 – ovládací páka; 3 – rám policového regálu; 4 – nosník; 5 – nosník základny; 6 – kovová police; 7 – dřevotřísková police; 8 – kolejnice; 9 – kryty řetězu;



Obrázek 55: Uložení kola mobilního regálu [61]; 1 – vodící kolejnice; 2 – kolo; 3 – hnací hřídel; 4 – pouzdro ložiska; 5 – samomazné kuličkové ložisko;

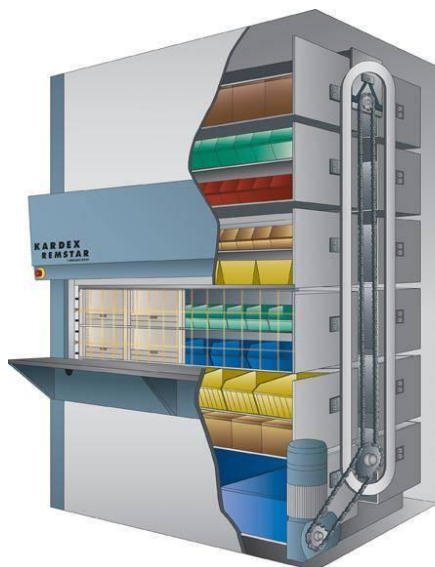
Oběžné (karuselové) skladové systémy

Rozlišují se:

a) Vertikální karuselové systémy

Vertikální karuselové systémy (viz obr. 56) pracují na „páternosterovém“ systému. Materiál je uložen na policích. Police jsou připevněny na řetěz, který s nimi obíhá dokola po definované vertikální trati. Posuv realizují elektromotory. Karuselové skladovací zařízení funguje jako zásobník. Mezi výhody patří úspora místa díky využití výšky skladu. Je zde rychlý odběr zboží. Princip funkce je, že obsluha zvolí produkt na obrazovce a police s požadovaným materiálem přijede k výdejnímu místu. Nevýhoda jsou vyšší pořizovací náklady, omezení kapacity při větších neustálých odběrech materiálu, nutnost složitějšího a časově náročnějšího naskladňování materiálu [63], [64].

Výška těchto zařízení dosahuje až 15 metrů, nosnost police dosahuje 600 kg, vychystávací doba jedné police asi 15 sekund. Při vyšších rozměrech možné rozdělení do dvou pater, díky tomu možnost dvou výběracích míst [63], [64].



Obrázek 56: Vertikální karuselový systém [65];

b) Horizontální karuselové systémy

Pracují na podobném principu jako vertikální. Police jsou připevněny pás nebo řetěz, který je poháněn elektromotorem ve vrchní části. Motor pohybuje pásem a policemi dokola, dokud danou polici neposune na místo vykládky. Nakládka je realizovaná ze stejného místa. Jsou vhodné pro sklady s omezenou výškou. Umožňují uskladnění velkého množství materiálu s rychlým přístupem k jednotlivým položkám. Nevýhoda větší pořizovací náklady, spotřeba energie v porovnání s policovými regály a náročnost na větší prostory. Výška dosahuje až 4 metrů, délka až 50 metrů, nosnost police 100 kg, Čas pohybu příjezdu jedné police je asi 15 sekund [66], [67].



Obrázek 37: Horizontální karuselový systém [66];



3.3 SKLADOVACÍ ZAŘÍZENÍ PRO SPECIFICKÉ MATERIÁLY

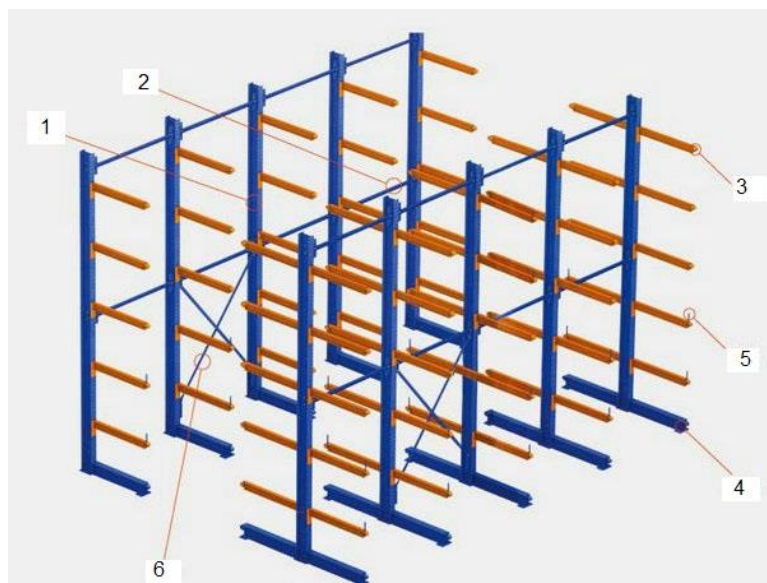
Tyto skladovací zařízení jsou uzpůsobeny pro materiály specifických rozměrů, díky nimž je nelze skladovat na paletách nebo přepravkách. Tyto materiály jsou skladovány na volné ploše nebo pomocí skladovacích zařízení.

3.3.1 SKLADOVACÍ ZAŘÍZENÍ PRO DLOUHÉ MATERIÁLY

Mezi dlouhé materiály se řadí trubky, latě, válcované profily, plechy, jekly. Skladovací zařízení pro tyto materiály jsou nejčastěji: a) konzolové regály, b) regály pro dlouhé materiály, c) stohovací regály.

a) Konzolové regály

Konzolové regály, někdy nazývané stromečkové regály, jsou určeny ke skladování dlouhých a těžkých materiálů, kam se řadí trubky, latě, válcované profily, plechy, jekly. Skladované materiály jsou ukládány na horizontální konzolové nosníky (ramena), které jsou připevněny ke sloupům. Sloupky jsou připevněny k základně, která zabezpečuje stabilitu regálu. Konzolové regály dosahují výšky až 9 metrů, délky konzolových nosníků až 2 metry vetknutí. Materiály jsou ukládány z obou stran nebo z jedné. Při ukládání z jedné strany je regál připevněn ke stěně. Nosnost konzolových nosníků je až 5350 kg. Profily a velikosti sloupů, konzolových nosníků a základen jsou uzpůsobeny velikosti a váze skladovaného materiálu. Profily sloupů pro lehké zboží jsou různých profilů zpravidla obdélníkových pro těžší materiály I profilů. Sloupky mají po určité rozteči (nejčastěji 50 a 100 mm) otvory pro zavěšení konzol. Konzolové nosníky podobně jako sloupky jsou různých profilů s ohledem na velikost a hmotnost skladovaného materiálu. Profily pro lehčí materiály jsou čtvercové, pro těžší materiály I profily. Konzolové nosníky jsou skloněny pod určitým úhlem, kvůli stabilitě skladovaného materiálu a vybaveny bezpečnostním kolíkem na jeho konci. Konzolové nosníky jsou ke sloupům zavěšeny a opatřeny bezpečností pojistkou proti vyháknutí nebo přišroubovány. Pro lepší tuhost mohou být zavětrovány [69], [70].

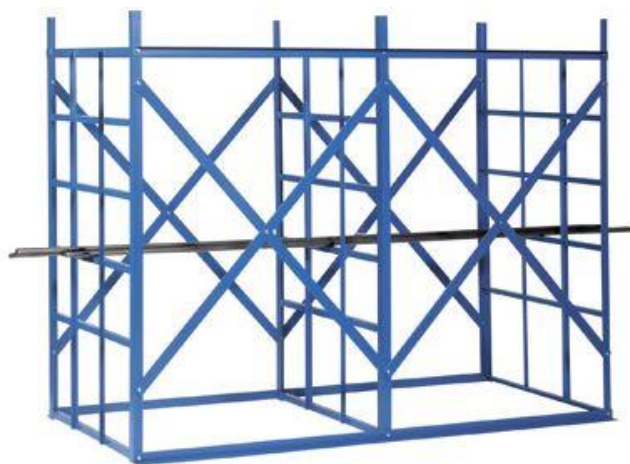


Obrázek 58: Konzolový regál [68]; 1 – sloup; 2 – sloupové spoje; 3 – konzolový nosník; 4 – nosník základny, 5 – bezpečnostní kolík; 6 – zavětrování;



b) Regály pro dlouhé materiály

Regály pro dlouhé materiály, jsou regály vhodné pro tyčové materiály, jekly a válcované profily. Toto skladovací zařízení je tvořeno otvory v mřížovém uspořádání, na které je ukládán materiál a posunován do hloubky, kde se podepře v dalším otvoru. Při použití těžší materiálů je zde potřeba speciálních manipulačních zařízení. Některé typy jsou vybaveny pojízdnými podporami, které uskladňují posun materiálu mezi otvory. Nosnost jednoho otvoru je až 1500 kg, velikost otvoru 500x480 mm, výška regály až 2200 mm, délka 4650 mm [71], [72].



Obrázek 58: Regál pro dlouhé materiály [72];



Obrázek 59: Regál pro dlouhé materiály s pojízdnou podporou [71];

c) Stohovací regály

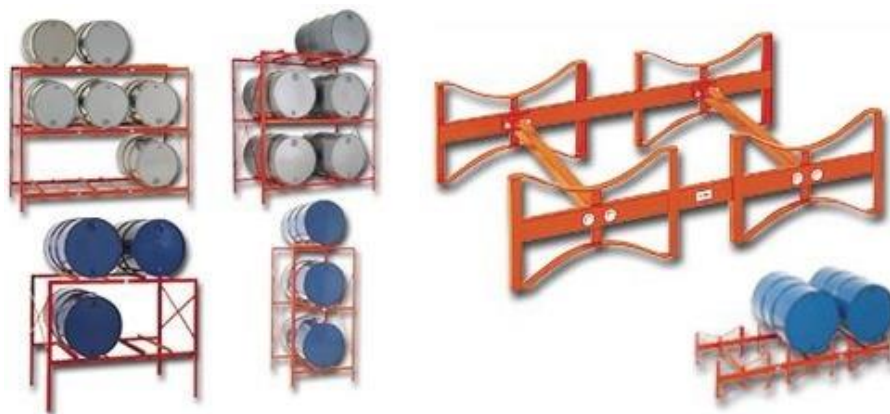
Stohovací regály (viz obr. 60) mají stejné využití jako regály pro dlouhé materiály. Stohovací regály jsou jednoduché konstrukce, kde regál připomíná tvar U. Materiál je uložen na nosníky mezi menšími stojinami, které slouží k držení materiálů z bočních stran a dále je na něj možnost uložit další stohovací regál. Stohovací regály mezi sebou mohou ale i nemusí být spojeny spojovacími trubkami. Délka těchto zařízení je prakticky neomezená, nosnost těchto zařízení může dosahovat až 3400 kg [73], [74].



Obrázek 60: Stohovací regály [75];

3.3.2 SKLADOVACÍ ZAŘÍZENÍ PRO VÁLCE, SUDY

Válce a sudy jsou skladovány pomocí příhradových regálů, speciálně svařovaných konstrukcí, které jsou určeny pouze pro skladování daných materiálů.

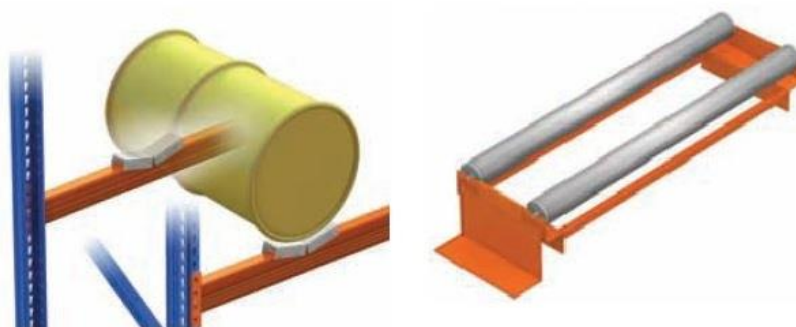


Obrázek 61: Speciální konstrukce pro sudy [76];

Při použití příhradových regálů jsou využívány pomocné podpěry (viz obr. 63), na kterých je sud nebo cívka uložen a podpěry jsou umístěny na nosnících. Nosnost odpovídá nosnosti příhradových regálů. Podpěry jsou tvořeny obvykle svařovanými L profily a mohou obsahovat kolečka nebo válečky na natočení materiálu. Přední podpěry sudů je „C“ profilu ohnutého do tvaru „L“, které jsou osazeny na nosníky [76].



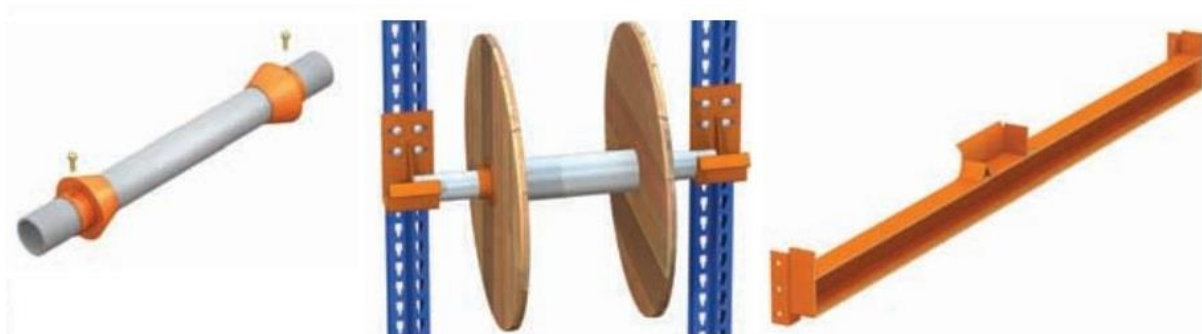
Obrázek 62: Podpěry pro sudy a válce [77];



Obrázek 63: Přední podpěry sudů a cívek [26];

3.3.3 SKLADOVACÍ ZAŘÍZENÍ PRO CÍVKY

Lehčí cívky (např. kabelové cívky) lze skladovat do příhradových regálů a to pomocí podpěr. Podpěry lze rozdělit podle uložení na přední a boční. Oba typy podpěr jsou ke stojinám rámu zaháknuty nebo přišroubovány. Přední podpěry cívek jsou umístěny na předních stojinách rámu. Cívky jsou zasunuty na opěrné osy, pokud jsou potřeba a položeny na podpěry. Boční podpěra cívek je tvořena nosníkem s vymezeným prostorem pro uložení podpěrných os. Podpěrná osa je trubka, na které je cívka nasunuta a vystředěna pomocí kuželovitých nákružků, které slouží jako koncové dorazy a tím zabrání vyklouznutí cívky z osy [26].



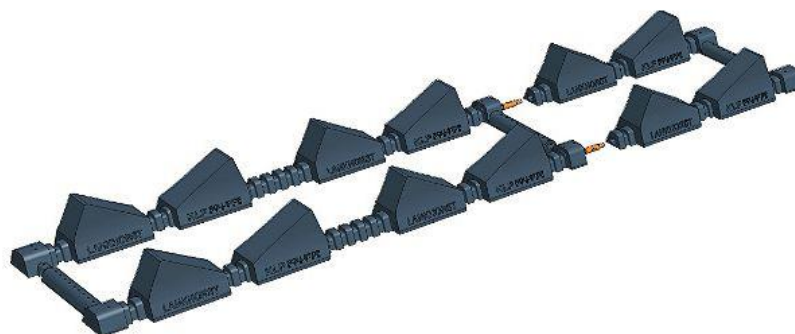
Obrázek 64: Podpěrná osa, přední a boční podpěry[26];

Dále lze použít jednoduché stojany (viz obr. 65), které jsou přímo určeny pro lehké cívky. Tyto stojany jsou obvykle z podobných profilů jako příhradové regály nebo speciálně svařované konstrukce.



Obrázek 65: Stojan cívek [78];

Těžší cívky (např. cívky plechů, drátů větších rozměrů) jsou skladovány na speciální plastové podstavce. Podstavce jsou uzpůsobeny cívkám s průměrem až 2500 mm s až hmotností 100 tun, jsou schopné snášet teploty až 110 °C. Cívky jsou ukládány na podstavce pomocí manipulačních zařízení a lze je vrstvit na sebe [79].



Obrázek 66: Podstavce pro skladování cívek [79];

Těžší cívky lze skladovat za pomoci konzolových regálů, které mají konzolové nosníky (ramena) uzpůsobeny pro cívky [80].



Obrázek 4: Konzolový regál pro cívky [80];



4 TABULKOVÉ HODNOCENÍ

Paletové regály (viz příloha P1) jsou hodnoceny v oblastech: využití skladovacího prostoru, rychlost obratu zboží, náročnost údržby, složitost konstrukce/ investice, vhodnost pro různé druhy zboží, individuální přístup k paletě, možnosti FIFO, LIFO, automatizace, individuálním přístupem k paletě a možnosti samonosné konstrukce skladu. Hodnoceno je od 1 do 5, kde 5 je nejlepší možnost a 1 nejnížší.

Podobně je tomu tak u regálů pro menší zboží (viz příloha P2). Hodnotící parametry jsou využití skladového prostoru, složitost konstrukce, náročnost údržby, individuální přístup ke zboží, rychlost obratu, vhodnost pro různé druhy zboží. Dále možnosti LIFO, FIFO, možnost automatizace a možnost „man to good“, goods to man“. Hodnoceno je od 1 do 5, kde 5 je nejlepší možnost a 1 nejnížší.



5 ZÁVĚR

V této práci jsem se snažil shrnout používané skladovací metody a nejčastěji používané skladovací zařízení. Skladovací metody jsem kategorizoval s ohledem na manipulaci s materiálem a s ohledem na důležitost skladovaného materiálu. Při ohledu na manipulaci s materiálem jsem uvedl metody, podle nichž je ve skladu manipulováno. Nejjednodušší náhodné skladovací místa, kde není nijak určující přesný a rychlý přehled o skladovaných materiálech. Další metoda je skladování na vyhrazená místa, které oproti metodě náhodného skladování má dokonalý přehled o místech a stavu skladovacích zařízení. Umožňuje celkem rychlý a přímý přístup k jednotlivým materiálům, nevýhodou může být menší využitá kapacity skladovacích zařízení. Metodu LIFO dobře charakterizují používaná skladovací zařízení tedy zásuvné regály a válečkové tratě typu LIFO, které jsou nejčastěji používány. Tyto skladovací zařízení plní funkci jakoby určitého zásobníku, kdy materiál je z jedné strany naskladňován a z téhož místa vyskladňován, díky konstrukci těchto zařízení materiál se sám pohybuje uvnitř skladu vlivem gravitace. Tato metoda umožňuje rychlý obrát zboží a dobře využívá prostory skladu. Není zde však přímý přístup k jednotlivým materiálům. Podobně je na tom metoda FIFO, která je vhodná pro materiály s rychlým obrátem. Pro tuto metodu jsou charakteristické spádové válečkové tratě, které využívají také gravitaci pro pohyb zboží v těchto zařízeních. Nakládka je realizovaná z jedné strany a vykládka ze strany opačné, díky tomu umožňuje rychlý obrát zboží. Materiálu je na trati obecně více, takže je umožněno neustálé odbírání materiálu.

Skladovací metody s ohledem na důležitost materiálu, jsou metody, u nichž je materiál tříděn a skladován podle důležitosti nebo také žádanosti na následující operace. Metoda JIT je obecně metoda řízení logistiky podniku, která je založena na neustálém odběru menšího množství materiálu a držení malého množství zásob. V oblasti skladování je podle této metody materiál skladován s ohledem na jeho dobu setrvávající ve skladu a podle toho jsou voleny skladovací zařízení a místa kde bude uskladněn. Ve velké míře se zde využívá cross-docking tedy jenom překládka zboží. Metoda JIS je metoda podobná JIT, která má velké uplatnění ve skladování materiálu pro výrobu. Materiál je z centrálního skladu vychystáván do boxu nebo do jiných skladovacích zařízení ve výrobě a to v daném množství, druhu a hlavně pořadí, podle kterého se následně bude ve výrobě odbírat. Díky tomu se urychlí proces výroby. Metoda ABC rozděluje materiály podle Paretova principu, které se drží principu 80/20 tedy 80% objednávek představuje 20% uskladněného materiálu. Díky tomu je materiál je tříděn a uskladňován na místa a do skladovacích zařízení, kde bude jejich nejvýhodnější pozice pro následnou manipulaci. Materiál je z analýzy závislé například na poptávce jednotlivých materiálů za rok tříděn do skupin, kde skupinu A představují nejčastěji žádané materiály, dále B s průměrnou poptávkou a C u kterých nepředstavuje poptávka výraznou roli. Skladovací zařízení jsem rozdělil podle skladovaného materiálu a to pro skladovací zařízení pro palety, menší zboží, specifické materiály.

Skladovací zařízení jsem rozdělil po druhu skladovaného materiálu a to na paletové regály, regály pro menší materiály a skladovací zařízení pro specifické materiály. Paletové regály jsem dále rozdělil podle konstrukčních typů. První z nich jsou příhradové paletové regály. Příhradové paletové regály jsou nepoužívanější typ z paletových regálů. Existují ve variantách klasické konvekční, s dvojnásobnou hloubkou, úzkými uličkami (obvykle výšky nad 10 metrů a automatizovány) a jednomístné. Velikosti profilů stojin rámu, nosníků jsou různé a každý výrobce má své specifické, odpovídající daným výškám a zatížení. Profily



stojin pro příhradové paletové regály jsou obvykle podobné s ostatními typy paletových regálů, které mají podobné rozměry a zatížení. Další typ jsou průjezdné paletové regály, které umožňují rychlý obrát materiálu díky tomu, že pracují na principu FIFO. Manipulační zařízení vjíždí do regálů z obou stran. Podobně je tomu tak u vjezdových paletových regálů, který však pracuje na principu LIFO a nakládání a vykládání je realizováno z jedné strany. Dalším typem jsou gravitační paletové regály, které pracují podobně jako vjezdové a průjezdné regály s rozdílem že materiál se v regálu pohybuje vlivem gravitačního působení. Mechanizované regály jsou zařízení, kde je manipulováno s uloženými palety pomocí mechanizovaných zařízení a to buď díky mobilním regálům, nebo kyvadlovými vozíky a zakladači. Samonosné regály jsou skladovací zařízení, které plní funkci skladovací i nosné konstrukce skladu, na které je připevněno opláštění. Umožňují dokonalého využití skladovacího prostoru a nejsou finančně tak náročné s porovnáním výstavby nové skladovací haly. Automatizované paletové regály umožňují automatického naskladnění a vyskladnění palet. Využívají automatizovaných zakladačů a obvykle příhradových regálů s úzkými uličkami, pro dobré využití prostoru.

Regály pro menší zboží jsou určeny pro materiály, které není potřeba ukládat na palety, nebo jsou velké rozmanitosti. Rozlišují se dva přístupy ke zboží a to člověk ke zboží (man to goods) a zboží ke člověku (goods to man). Tyto skladovací zařízení jsem rozdělil po konstrukce. První typ jsou policové regály, které jsou jedny z nejpoužívanějších typů. Profily stojin rámu a nosníků jsou uzpůsobeny výškám skladovacích zařízení a hmotnosti skladovaných materiálů. Každý výrobce má své specifické profily, které používá u více typů skladovacích zařízení, které jsou si velikostně podobné. Další typy jsou gravitační paletové regály, které pracují na principu FIFO a jsou vhodné pro místa s rychlým obrátem zboží. U automatizovaných regálů je nakládání a vykládání automatické nebo aspoň jedno z nich. Používají se zde obvykle policové regály s vyššími výškami nebo gravitační regály. Další typ jsou mezipatrové regály, kam se řadí vícepodlažní policové regály a vícepodlažní plošiny, které využívají lépe skladovací prostor skladu. Vícepodlažní plošiny umožňují díky své vysoké nosnosti skladovat i materiály na paletách. K mechanizovaným typům regálů patří mobilní policové skříně, které pracují na stejném principu jako mobilní paletové podvozky a oběžné skladové systémy. Oběžné skladové systémy jsou vertikální nebo horizontální a dokonale vystihují přístup zboží ke člověku.

Poslední kategorie jsou skladovací zařízení pro specifické materiály, kam se řadí skladovací zařízení, které jsou svou konstrukcí zaměřeny na daný typ materiálu. Řadí se sem zařízení pro dlouho materiály, pro válce, sudy a cívky.

Na konec jsem provedl tabulkové hodnocení, u kterého jsem hodnotil podle vybraných kritérií a možností.

.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] SIXTA, Josef. *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.
- [2] LAMBERT, Douglas. *Logistika. 1. vyd.* Praha: Computer Press, 2000, 589 s. ISBN 80-722-6221-1.
- [3] DRAHOTSKÝ, Ivo. *Logistika, procesy a jejich řízení*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2003, 334 s. ISBN 80-722-6521-0.
- [4] PERNICA, Petr. *Logistika pro 21. století: (supply chain management)*. Vyd. 1. Praha: Radix, 2005, s. 1096-1698. ISBN 80-860-3159-4.
- [5] KIC, P.: *Dopravní a manipulační stroje. I., Základy logistiky, vyd. 1.*, Praha: Česká zemědělská univerzita, 2008, 44 s., ISBN: 978-80-213-1723-9
- [6] PFLÜGER, Hans J. Bungartz; Stefan Zimmer; Martin Buchholz; Dirk. *Modellbildung und Simulation: Eine anwendungsorientierte Einführung. 1. Aufl.* Berlin: Springer Berlin, 2009. ISBN 978-354-0798-095
- [7] LAW, Averill M. *Simulation modeling and analysis. 4. ed., internat. ed.* Boston [u.a.]: McGraw-Hill, 2007. ISBN 00-712-5519-2
- [8] ČSN EN 15629. *Ocelové statické skladovací systémy - Specifikace skladovacího zařízení*. Praha: Český normalizační institut, 2009.
- [9] ČSN EN 15512. *Ocelové statické skladovací systémy - Přestavitelné paletové regálové systémy - Zásady navrhování konstrukce*. Praha: Český normalizační institut, 2009.
- [10] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [11] ČSN EN 1993-1-1. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [12] ČSN EN 1993-1-3. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-3: Obecná pravidla - Doplnující pravidla pro za studena tvarované prvky a plošné profily*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [13] ČSN 26 9110. *Evropská dřevěná čtyřcestná prostá paleta s rozměry 800 mm x 1 200 mm*. Praha: Český normalizační institut, 1997.
- [14] ČSN 26 9128. *Evropská kovová čtyřcestná ohradová paleta "Y" s rozměry 800 mm krát 1200 mm*. Praha: Český normalizační institut, 1993.
- [15] ČSN EN 13382. *Prosté palety pro manipulaci s materiálem - Základní rozměry*. Praha: Český normalizační institut, 2002.



- [16] LOGISTIKA: Metoda ABC. *LOGISTIKA* [online]. 2013 [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: <http://logistika-cz.studentske.cz/2008/11/metoda-abc.html>
- [17] Paretovo pravidlo (Pravidlo 80/20). *Management Mania* [online]. 2014 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/paretovo-pravidlo>
- [18] LIFO (Last In First Out). *Management Mania* [online]. 2013 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/last-in-first-out>
- [19] MECALUX ČESKÁ REPUBLIKA, S.R.O. *Skladování ve Spádových Regálech*. 2010. Dostupné z: <http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/live-storage-cze-8979.pdf>
- [20] VJEZDOVÉ REGÁLY DRIVE-IN. Stow ČR, s.r.o. [online]. [2014] [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.stow.cz/prumyslove-regaly/regalove-systemy-pro-skladovani-palet/vjezdove-regaly-drive-in>
- [21] FIFO (First In First Out). *Management Mania* [online]. 2013 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/first-in-first-out>
- [22] MECALUX ČESKÁ REPUBLIKA, S.R.O. *Systém Push-Back u Paletových Regálů*. 2009. Dostupné z: <http://img.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/push-back-cze-58659.pdf>
- [23] PALETOVÉ REGÁLY. STOW ČR s.r.o [online]. [2014] [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.stow.cz/prumyslove-regaly/regalove-systemy-pro-skladovani-palet/paletove-regaly>
- [24] Standardní paletové regály. *Dexion* [online]. © 2011-2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.dexion.cz/Produkty/Paletove-regaly/Standardni-paletove-regaly/>
- [25] Příhradový regál - úzká ulička. *Jungheinrich AG* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: [HTTP://WWW.JUNGHEINRICH.CZ/PRODUKTY/REGALY-A-REGALOVE-SYSTEMY/PALETOVE-REGALY/PRIHRADOVE-REGALY-UZKA-ULICKA/](http://WWW.JUNGHEINRICH.CZ/PRODUKTY/REGALY-A-REGALOVE-SYSTEMY/PALETOVE-REGALY/PRIHRADOVE-REGALY-UZKA-ULICKA/)
- [26] MECALUX ČESKÁ REPUBLIKA, s.r.o. *Konvenční paletové regálové systémy*. 2012. Dostupné z: <http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/conventional-cze-58655.pdf>
- [27] Samostatný regál. *Jungheinrich AG* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.cz/produkty/regaly-a-regalove-systemy/paletove-regaly/samostatny-regal/>
- [28] Pallet Racking - Drive-in - Deepstor. *Dexion* [online]. © 2011-2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.dexion.com/Product-Categories/Pallet-Racking/Deepstore/>
- [29] MECALUX ČESKÁ REPUBLIKA, s.r.o. *Vjezdové paletové regály*. 2009. Dostupné z: <http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/drive-in-cze-58656.pdf>



- [30] Pallet Flow Racking. *SSI Schäfer s.r.o* [online]. [2014] [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.ssi-schaefer-asia.com/storage-distribution/pallet-racking-systems/pallet-flow-racking.html>
- [31] BLUME TZ CZ S.R.O. *Zařízení pro skladovou manipulaci*. Hranice, 2007. Dostupné z: http://www.blume.cz/katalogy/zarizeni_pro_skladovou_manipulaci.pdf
- [32] INTERROLL AG. *INTERROLL PALLET FLOW*. 2012. Dostupné z: http://www.interroll.us/media/products_1/mf_products_staging/ms_pallet_roller_flow_fifo_im_us/Pallet_Roller_Flow_FIFO_IM_us.pdf
- [33] INTERROLL AG. *INTERROLL CART PUSHBACK*. 2009. Dostupné z: http://www.interroll.com/media/editorial_media/interroll_group/downloads/fliesslagermodule/cart_pushback/091027_DS_Cart_Pushback_Bro_en-UK_WEB_OY.pdf
- [34] Push Back. *Dexion* [online]. © 2011-2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: [HTTP://WWW.DEXION.CZ/PRODUKTY/PALETOVE-REGALY/PUSH-BACK/](http://www.dexion.cz/PRODUKTY/PALETOVE-REGALY/PUSH-BACK/)
- [35] MECALUX ČESKÁ REPUBLIKA, S.R.O. *Movirack*. 2011. Dostupné z: <http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/movirack-cze-58658.pdf>
- [36] JUNGHEINRICH AG. *Mobile racking systems*. 2009. Dostupné z: http://www.jungheinrich.de/uploads/jh_importer/assets_product_27868_DE_vl___download___link---1/Gesamtbrochure_Regalsysteme_und_Lagereinrichtungen.
- [37] MECALUX ČESKÁ REPUBLIKA, S.R.O. *Radio-Shuttle*. 2011. Dostupné z: <http://img.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/radio-shuttle-cze-58653.pdf>
- [38] JUNGHEINRICH AG. *In Pallet Carrier IPC*. Tilbrook, 2010. Dostupné z: http://www.jungheinrich.com/uploads/jh_importer/assets_product_544_en-DE___pdf___link/en_IPC_P1___2_2011.pdf
- [39] Posuvné paletové regály. *Dexion* [online]. © 2011-2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: [HTTP://WWW.DEXION.CZ/PRODUKTY/PALETOVE-REGALY/POSUVNE-PALETOVE-REGALY/](http://www.dexion.cz/PRODUKTY/PALETOVE-REGALY/POSUVNE-PALETOVE-REGALY/)
- [40] Vysoký regál. *Jungheinrich AG* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.cz/produkty/regaly-a-regalove-systemy/paletove-regaly/vysoky-regal/>
- [41] Samonosné sklady. MECALUX, S.A. *Samonosné sklady* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.mecalux.cz/paletove-regaly/samonosne-sklady>
- [42] MECALUX, S.A. *High bay pallet racking Automated warehouses*. 2007.
- [43] Curve Crane Asrs. *Fass group* [online]. © 2010 [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.fassgroup.com/curvecrane.html>
- [44] Vratné kontejnery a přepravky. *SSI Schäfer s.r.o* [online]. 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.ssi-schaefer.cz/skladovani-a-dopravniky/prepravky-a-kontejnery/vratne-kontejnery-a-prepravky.html>



- [45] Policové regály M7 s dlouhým rozpětím. *Mecalux, S.A* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.mecalux.cz/kovove-regaly/policove-regaly-tezke-naklady>
- [46] Hi280 - standard. *Dexion* [online]. © 2011-2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.dexion.cz/Produkty/Manipulace-s-malymi-dily/Hi280---standard/>
- [47] Mini Load Automated Storage & Retrieval System. *DAIFUKU WEBB HOLDING COMPANY* [online]. © 2011 - 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.daifukuwebb.com/products/mini-load/>
- [48] STOW ČR s.r.o. *Midi rack*. 2013. Dostupné z: <http://www.stow.cz/prumyslove-regaly/regalove-systemy-pro-drobne-zbozi/policove-regaly-midi-rack>
- [49] Automatic small parts warehouse. In: *Jungheinrich AG* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.com/en/racking-and-warehouse-equipment/small-parts-storage/automatic-small-parts-warehouse-small-parts-racking/>
- [50] MECALUX ČESKÁ REPUBLIKA, S.R.O. *Racking for live picking*. 2013. Dostupné z: <http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/live-picking-cze-130773.pdf>
- [51] Trubkový systém. *BEEWATEC s.r.o.* [online]. © 2010 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.beewatec.cz/katalog-produktu/trubkovy-system>
- [52] Live storage systems for cartons and containers. *AQS Logistic Systems GmbH* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: http://www.aqs-logistic.com/en/Live_storage_systems_Components.htm
- [53] Carton Flow. *Dexion* [online]. ©2011-2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: [HTTP://WWW.DEXION.CZ/PRODUKTY/MANIPULACE-S-MALYMI-DILY/CARTON-FLOW/](http://WWW.DEXION.CZ/PRODUKTY/MANIPULACE-S-MALYMI-DILY/CARTON-FLOW/)
- [54] Mini-Load Stacker Cranes. *TGW Logistics Group GmbH* [online]. © 2013 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.tgw-group.com/at-en/products/asrs-solutions/mini-load-stacker-cranes/>
- [55] Zakládací jeřáby na krabice. *Mecalux, S.A* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.mecalux.cz/skladove-riesenia/automaticky-sklad-krabice>
- [56] Live storage systems for cartons and containers. *AQS Logistic Systems GmbH* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: http://www.aqs-logistic.com/en/Live_storage_systems_Construction.htm
- [57] Hi280 - Víceúrovňový. *Dexion* [online]. © 2011-2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.dexion.cz/Produkty/Manipulace-s-malymi-dily/Hi280---Viceurovovy/>
- [58] Multi Tier Racking. *AR Storage Solutions* [online]. © 2012 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: http://www.ar-storage.com/index.php?option=com_content&task=view&id=198&Itemid=324&lang=en
- [59] XIAOYU COMMERCIAL EQUIPMENT CO., LTD.. *Alibaba* [online]. [cit. 22.5.2014]. Dostupný na WWW:



- http://i00.i.aliimg.com/photo/v0/566964562/warehouse_multi_layer_iron_mezzanine_rack.jpg
- [60] Skladová mezipatra. *Mecalux, S.A* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.mecalux.cz/regaly-dalsi-systemy/patrove-sklady>
- [61] MECALUX ČECKÁ REPUBLIKA, s.r.o. *Movibloc*. 2013. Dostupné z: <http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/movibloc-cze-130781.pdf>
- [62] Hi280. *Dexion* [online]. © 2011-2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: [HTTP://WWW.DEXION.CZ/PRODUKTY/MANIPULACE-S-MALYMI-DILY/Hi280--MOBILNI/](http://WWW.DEXION.CZ/PRODUKTY/MANIPULACE-S-MALYMI-DILY/Hi280--MOBILNI/)
- [63] MECALUX ČECKÁ REPUBLIKA, s.r.o. *Clasimat*. 2011. Dostupné z: <http://img.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/clasimat-cze-58652.pdf>
- [64] Kardex Remstar Vertical Carousels. *Kardex Remstar* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: [HTTP://WWW.KARDEXREMSTAR.COM/US/MATERIALS-HANDLING-STORAGE-SOLUTIONS/VERTICAL-CAROUSELS.HTML](http://WWW.KARDEXREMSTAR.COM/US/MATERIALS-HANDLING-STORAGE-SOLUTIONS/VERTICAL-CAROUSELS.HTML)
- [65] Vertical Carousels. In: *Sedislogistic wordpress* [online]. 30. 04. 2011 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://sedislogistic.wordpress.com/2011/04/30/vertical-carousels/>
- [66] Vertical carousel life horizontal mezzanine high density shelving service installation. *American Specialty* [online]. © 2012 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://americanspecialty.biz/diamond.html>
- [67] Horizontal Carousel (HOCA). *Dexion* [online]. © 2011-2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: [HTTP://WWW.DEXION.COM/PRODUCT-CATEGORIES/STORAGE-MACHINES-AND-WMS/HORIZONTAL-CAROUSELL-HOCA/](http://WWW.DEXION.COM/PRODUCT-CATEGORIES/STORAGE-MACHINES-AND-WMS/HORIZONTAL-CAROUSELL-HOCA/)
- [68] Products Center. *Ace storage equipments manufacturer Ltd* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: [HTTP://ACERACKING.COM/PRODUCTSS.ASPX](http://ACERACKING.COM/PRODUCTSS.ASPX)
- [69] Heavy Duty Cantilever. *Dexion* [online]. © 2011-2014 [cit. 2014-05-27]. Dostupné z: [HTTP://WWW.DEXION.COM/PRODUCT-CATEGORIES/LONG-GOODS-HANDLING/CANTILEVER-RACKING/](http://WWW.DEXION.COM/PRODUCT-CATEGORIES/LONG-GOODS-HANDLING/CANTILEVER-RACKING/)
- [70] MECALUX ČECKÁ REPUBLIKA, s.r.o. *Cantilever racking*. 2013. Dostupné z: <http://static.mecalux.cz/external/catalogue/cs-CZ/pdf/cantilever-cze-160649.pdf>
- [71] Rollrack. *Dexion* [online]. © 2011-2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.dexion.com/Product-Categories/Long-Goods-Handling/Cantilever-Racking/Rollrack/>
- [72] Pigeon Hole Bar Racks. *Action Shelving & Racking* [online]. 2012 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://shelving-racks.co.uk/products/pigeon-hole-bar-racks/>
- [73] Stacking U-Racks. *Equipment and Supply* [online]. 2012 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.rack-online.com/u-racks.htm>



- [74] Stackable Bar Cradles. *Equipment and Supply* [online]. 2012 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.rack-online.com/bar-cradles-stackable.htm>
- [75] Specialty Storage Racks. *Equipment and Supply* [online]. 2012 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <HTTP://WWW.RACK-ONLINE.COM/SPECIALTY-STORAGE-RACKS.HTM>
- [76] Drum Handling Equipment. *Vistamation* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <HTTP://VISTAMATION.COM/DRUMHANDLINGEQUIPMENT>
- [77] Pallet Rack Drum Cradle. *Global Equipment Company Inc.* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: <http://www.globalindustrial.com/p/storage/bulk-rack/drums-barrels/pallet-rack-drum-cradlestandard-797088>
- [78] TPC WIRE & CABLE CORP.. <http://www.tpcwire.com/> [online]. [cit. 21.5.2014]. Dostupný na WWW: http://www.tpcwire.com/sites/default/files/large-reel-rack_1.jpg
- [79] Coil pads and steel storage systems. *Lankhorst Mouldings* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: <http://www.coilstorage.com/en/roll-stop-system>
- [80] Konzolový speciální regál na cívky. *Corex* [online]. 2012 [cit. 9.12.2009]. Dostupné z: <http://corex.cz/newweb/konzolovy-specialni-regal-na-civky/>



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Cross-docking	přehrádka zboží
ČSN	česká technická norma
FIFO	první dovnitř, první ven (first in, first out)
LIFO	poslední ven, první ven (last in, first out)
JIT	právě v čas (just in time)
JIS	právě v sekvenci (just in sequence)



SEZNAM PŘÍLOH

P1-Tabulka paletových regálů

P2-Tabula regálů pro menší zboží



1- nehorší/5-nelepší	Využití skladovacího prostoru	Rychlost obrátu zboží	náročnost údržby	složitosť konstrukce	Vhodnost pro různé druhy zboží	možnost FIFO	možnost LIFO	lze automatizovat	individuální přístup k paletě	možnost samonosné konstrukce skladu
Příhradové regály	1	3	5	5	5	ano	ne	ano	ano	ano
Příhradové regály s dvojnásobnou hloubkou	2	3	5	5	3	ne	ne	ano	ne	ano
Vjezdové regály	3	4	5	4	2	ne	ano	ne	ne	ano
Průjezdné regály	3	4	5	4	2	ano	ano	ne	ne	ne
Spádové tratě Lifo	4	5	3	2	2	ne	ano	ano	ne	ano
Spádové tratě Fifo	4	5	3	2	2	ano	ne	ano	ne	ano
Zásuvné regály	4	5	3	2	2	ne	ano	ano	ne	ano
Mobilní regály	4	2	2	1	4	ano	ne	ne	ano	ne
Regály s kyvadlovými zakládači	5	5	1	3	2	ano	ano	ano	ne	ne

Příloha: P1-Tabulka paletových regálů;



5-nejvyšší/ 1- nejnižší	Využití skladovacího prostoru	Složitost konstrukce	Náročnost údržby	Individuální přístup ke zboží	Rychlost obratu	Vhodnost pro různé druhy zboží	Možnost LIFO	Možnost FIFO	Lze automatizovat	Možnost „man to goods“	Možnost „goods to man“
Policevé regály	2	1	1	5	3	5	ne	ano	ano	ano	ne
Gravitační válečkové tratě	4	3	2	2	5	2	ano	ano	ano	ne	ano
Posuvné regály	5	3	2	3	1	4	ne	ano	ne	ano	ne
Karuselové horizontální	5	5	4	5	4	4	ne	ano	ne	ne	ano
Karuselové vertikální	3	5	4	5	4	3	ne	ano	ne	ne	ano
Automatizované výškové regály	4	4	3	5	4	3	ne	ano	ano	ne	ano
Vícepodlažní regály	3	2	1	4	2	4	ne	ano	ne	ano	ne
Plošina	3	2	1	4	2	4	ne	ano	ne	ano	ne

Příloha: P2-Tabulka regálů pro menší materiály;