

# Primjena i oblikovanje sustava s vertikalnim karuselima

---

**Bocko, Jelena**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:045643>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

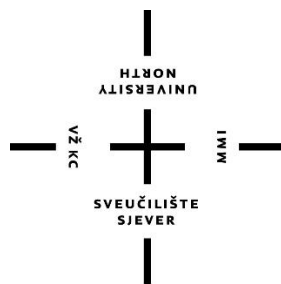
*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-27**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





# Sveučilište Sjever

**Završni rad br. 342/TGL/2017**

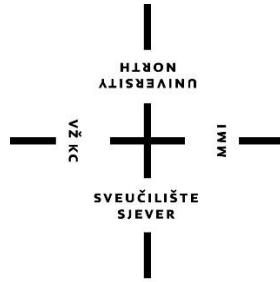
**Primjena i oblikovanje sustava s vertikalnim karuselima**

**Studentica:**

Jelena Bocko, 0367/336

Varaždin, 2017.godine





# Sveučilište Sjever

**Završni rad br. 342/TGL/2017**

**Primjena i oblikovanje sustava s vertikalnim karuselima**

**Studentica:**

Jelena Bocko, 0367/336

**Mentor:**

Goran Đukić, doc.dr.sc.

Varaždin, 2017.godine

# Prijava završnog rada

## Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

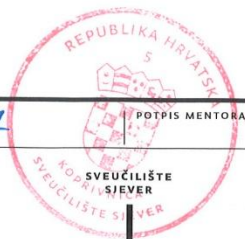
ODJEL	Odjel za tehničku i gospodarsku logistiku		
PRISTUPNIK	Jelena Bocko	MATIČNI BROJ	0367/336
DATUM	09.06.2017.	KOLEGIJ	Gospodarska logistika 2
NASLOV RADA	Primjena i oblikovanje sustava s vertikalnim karuselima		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Applications and design of vertical carousel systems.		
MENTOR	Dr. sc. Goran Đukić	ZVANJE	izvanredni profesor
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. Dr. sc. Kristijan Rogić, red. prof., predsjednik		
	2. Dr. sc. Goran Đukić, izv. prof., mentor		
	3. Mr. sc. Goran Kolarić, v. pred., član		
	4. Dr. sc. Mario Šafran, red. prof., zamjenski član		
	5. _____		

## Zadatak završnog rada

BROJ	342/TGL/2017
OPIS	Jedna od izvedbi automatiziranih skladišnih sustava su uređaji pod nazivom vertikalni karuseli. kao samostalni uređaji pogodni su za ostvarivanje visoke gustoće skladištenja na maloj potrebnoj površini. U izvedbama radnih stanica od više karusela na jednog komisionera predstavljaju i visokoprotodne komisije sustave. Oblikovanje takvih sustava temelji se na primjeni razvijenih modela oblikovanja.
	U radu je potrebno: <ul style="list-style-type: none"><li>• Opisati izgled, osnovne dijelove i princip rada vertikalnog karusela</li><li>• Pojasniti benefite primjene u odnosu na druge izvedbe skladišno-komisijonih sustava</li><li>• Prikazati, korištenjem dostupnih digitalnih i tiskanih izvora, veći broj primjera primjene spomenutih sustava</li><li>• provesti analizu prikupljenih primjera s ciljem utvrđivanja relevantnih informacija o djelatnostima u kojima se primjenjuju, ostvarene rezultate primjene (uštede prostora, povećanje kapaciteta, povećanje protoka, smanjenje grešaka, sigurnost, ergonomija,...), kao i eventualne ekonomskih pokazatelja (visina investicije, vrijeme povrata investicije)</li><li>• Dati osvrt na modele oblikovanja sustava s vertikalnim karuselima.</li></ul>

ZADATAK URUČEN

26. 06. 2017



POTPIS MENTORA

Aulic'

## **Predgovor**

U radu će se obraditi općenito pojam logistike, te automatizirani skladišni sustavi. Analizirat će se razlike, prednosti i nedostaci vertikalnih karusela sa ostalim skladišnim sustavima. U radu su navedeni proizvođači vertikalnih karusela te njihova primjena. Navest će se neki od korisnika vertikalnih karusela i njihova iskustva.

Ključne riječi: skladište, horizontalni karuseli, vertikalni karuseli, AS/RS sustavi, informatički sustavi, logistika, softver.

# Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Logistika .....	3
2.1. Razvoj logistike.....	3
2.2. Skladište .....	4
2.3. Podjela skladišta.....	4
3. Automatizirani skladišni sustavi.....	6
3.1. Vertikalni podizni moduli .....	6
3.2. Horizontalni karuseli .....	7
3.3. Vertikalni karuseli .....	9
3.4. Automatizirano visoko regalno skladište .....	10
3.5. Automatizirano skladište za male dijelove ( MINI-LOAD AS/RS) / (MICRO-LOAD AS/RS) .....	11
3.6. Automatizirano skladište za komisioniranje ( Person-on-bord AS/RS).....	12
4. Vertikalni karuseli.....	13
4.1. Prednosti vertikalnih karusela .....	14
4.2. Usporedba vertikalnih karusela sa drugim skladišnim sustavima .....	16
4.2.1. Vertikalni karuseli u usporedbi s horizontalnim karuselima.....	16
4.2.2. Vertikalni karuseli u usporedbi s VLM-a .....	17
4.2.3. Vertikalni karuseli u usporedbi s mini load AS/RS i micro load AS/RS.....	19
4.2.4. Vertikalni karuseli u usporedbi s automatiziranim skladištem za komisioniranje.....	20
(person-on-bord AS/RS) .....	20
4.2.5. Vertikalni karuseli u usporedbi s neautomatiziranim skladišnim sustavima .....	21
4.2.6. Oblikovanje samostalnih i sustava vertikalnih karusela .....	22
5. Primjeri vertikalnih karusela odabranih proizvođača .....	23
5.1. Vertikalni karuseli proizvođača Kardex Remstar .....	23
5.1.1. Prednosti i sigurnost Megamata RS.....	24
5.1.3. Logicontrol® 100/200.....	27
5.2. Vertikalni karusel proizvođača Kasten .....	28
5.2.1. Vertikalni karusel Paternoster .....	28
6. Primjena vertikalnih karusela .....	30
6.1. Primjena samostalnog karusela .....	30
6.2. Primjena sustava s više karusela.....	30

6.3. Primjeri primjene vertikalnih karusela u praksi .....	31
6.3.1. Primjer: Kardex Remstar – Med24.....	31
6.3.2. Primjer: Kardex Remstar – EKK Anlagentechnik .....	33
6.3.3. Primjer: Kasten – Koiviston Auto .....	34
6.3.4. Primjer: Kardex Remstar – Miller Backerei .....	35
6.4. Analiza primjene .....	36
7. Softveri za automatizirana skladišta .....	37
7.1. Power Pick Global .....	37
7.2. Cleverstore 1000 .....	38
7.3. Smartpick 5200 .....	40
7.4. Smartpick 6000 .....	41
7.5. Communicator Pro .....	42
8. Zaključak.....	43
9. Literatura.....	45



## **Popis korištenih kratica**

AS/RS

Mini-load

Micro-load

Person-on-board

VLM

WMS

## 1. Uvod

Zbog sve većeg razvoja industrije i potrebe za boljim skladištima, a tako i potražnje za što efikasnijim, efektivnijim i bržim protokom robe važnu ulogu imaju automatizirana skladišta koja će u daljnjem radu biti detaljnije obrađena. Skladište je važan dio logističkog procesa, jer omogućava pohranu bilo koje vrste robe, te njihovu zaštitu od raznih štetnih utjecaja ovisno o vrsti robe, detaljniji opis i funkcije se nalaze u nastavku rada.

Osim vertikalnog karusela koji će detaljnije biti objašnjen u radu, imamo i druge vrste automatiziranih sustava skladišta koji se koriste u istoj mjeri, ovisno o potrebama pojedinog skladišnog prostora, vrsti robe te zahtjevu korisnika istih. Neke od ostalih vrsta su: horizontalni karuseli, Person on board AS/RS, Unit-load AS/RS, Mini-load AS/RS, Micro-load AS/RS, vertikalni podizni moduli. Opisat će se te objasniti ostale vrste automatiziranih sustava skladišta.

Vertikalni karuseli se koriste u automatiziranim skladišnim sustavima. To su okretni regali koji služe za skladištenje manjih ili srednjih veličina robe u skladištu. Koriste se radi boljeg iskorištenja skladišnog prostora. U skladištima sa ograničenom skladišnom visinom, vertikalni karuseli mogu iskoristiti inače ne upotrebljiv zračni prostor.

Prije upotrebe automatiziranih skladišnih sustava, koristili su se drugi načini skladištenja kao što su podno skladištenje, skladištenje na policama, regalno skladište. Takav način skladištenja je zahtijevao veliku površinu i velika financijska sredstva, a brzina protoka robe kroz skladišta nije bila toliko protočna kao kod automatiziranih sustava.

Vertikalni karuseli se koriste za skladišta svih veličina, ali najčešće za skladišta u kojima je velika brzina protoka robe, velika distribucijska skladišta koja moraju svojom brzinom omogućiti da roba što prije bude isporučena na traženom mjestu. S obzirom na veličinu i kapacitet skladišta vertikalni karuseli mogu biti različitih visina, širina i duljina, sve ovisno o tome koje dimenzije su potrebne za najefikasnije iskorištenje skladišnog prostora.

Prikazana će biti usporedba vertikalnih karusela sa nekim od ostalih automatiziranih skladišnih sustava. Usporedit će se njihove prednosti i nedostaci, te način rada kao i izgled samih karusela.

Svako skladište ima svoj sustav upravljanja tj. informatički i softverski sustav koji će biti u radu obrađen i detaljno objašnjen. Objasnit će se neki od informatičkih sustava i softvera koji se najviše koriste u automatiziranim skladišnim sustavim.

Postoje puno korisnika vertikalnih karusela, te će biti navedeni neki od njih i njihova iskustva u korištenju istih. Također izdvojit će se neki od proizvođača vertikalnih karusela, te njihovi proizvodi koji će biti detaljno prikazani i objašnjeni.

## **2. Logistika**

Logistika je djelatnost koja se bavi svladavanjem prostornih i vremenskih barijera uz najniže troškove. Logistika je proces strateškog upravljanja nabavom, kretanjem i skladištenjem materijala i gotove robe. Ona uključuje sve poslovne funkcije i znanstvene discipline koje se bave kretanjem materijala, proizvoda i robe u fizičkom, informacijskom i organizacijskom pogledu.

Logistički sustav je skup elemenata tehničke, tehnološke, organizacijske, ekonomske i pravne naravi s ciljem optimizacije tokova materijala, sirovina, informacija, energije i ljudi na za to predvođeno mjesto radi ostvarenja najvećih ekonomskih efekata.

### **2.1. Razvoj logistike**

Pojam logistika se javlja u Francuskoj tokom 17. stoljeću kao opskrba vojnih trupa potrebnim sredstvima, prijevozom dobara i vojske, osiguranje prehrane i smještaja vojske. Krajem 19. stoljeća javlja je u SAD-u u značenju pozadinske vojničke službe. Sredinom 20. stoljeća izraz je iz vojnog područja ušao u gospodarsko-znanstveno područje po prvi puta. Godine 1961. Tiskana je prva knjiga iz područja poslovne logistike koja je bila orijentirana na fizičku distribuciju, te se tako smatra da razvoj suvremene logistike započinje 1960-ih kada se boljim organizacijskim povezivanjem poduzeća nastoje smanjiti troškovi.

Drugom polovicom 20. stoljeća logistika se afirmira kao znanost i gospodarska aktivnost u mnogo širem značenju. U 21. stoljeću dolazi do velike logističke i industrijske revolucije, koja omogućava proizvodnju logističkog znanja i logističkih aktivnosti. Logistika se sve više koristi u prometu, proizvodnji i skladištima.

## 2.2. Skladište

Skladište je ograđeni ili neograđeni prostor, pokriveni ili djelomično pokriveni prostor koji se koristi za čuvanje raznih sirovina, poluproizvoda ili gotovih proizvoda.

Skladište je prostor u kojem se roba čuva od raznih fizičkih, kemijskih utjecaja i naravno krađa. Vrsta skladišta ovisi o djelatnosti društva, tako da razlikujemo skladišta proizvodnih poduzeća, skladišta trgovina i dugih višenamjenskih skladišta.

Prema načinu gradnje skladišta se dijele na otvorena skladišta (materijali i roba koja nije osjetljiva na kemijske i vremenske utjecaje), zatvorena skladišta (roba koja je osjetljiva na vremenske utjecaje), natkrivena skladišta (roba koja mora biti na zraku). Postoji još podjela robe na klasična skladišta, automatizirana i specijalizirana skladišta. Prema vlasništvu skladišta se mogu podijeliti na javna i privatna.<sup>1</sup>

Skladištenje robe je vrlo odgovoran zadatak jer se nepravilnim skladištenjem i nedovoljnom pažnjom smanjuje vrijednost robe. Za vrijeme uskladištenja može doći do velikih gubitaka. Uzroci gubitaka mogu biti u kvaliteti robe, uvjeti u kojima se skladišti, nesavjesnom ili neispravnom manipuliranju robom. Ako je roba pravilno uskladištena, zaštićena je od nepovoljnih utjecaja, gubitaka robe, kvarenja a troškovi bi morali biti minimalizirani.

## 2.3. Podjela skladišta

Postoje više vrsta skladišta koja se mogu podijeliti u kategorije, jedna od podjela skladišta je prema vrsti sredstva za skladištenje, na podna skladišta i regalna skladišta koja također imaju svoje podvrste skladišta koje će se detaljnije navesti i opisati u nastavku rada.

---

<sup>1</sup> <http://www.gradimo.hr/clanak/skladista/7812>

## Podjela prema vrsti sredstva za skladištenje:

- **PODNA SKLADIŠTA** – glavna značajka sustava s podnim skladištenjem je ta da nemaju regale za smještaj materijala. Prednosti podnog skladištenja su u manjim investicijskim troškovima, radi povećanja iskoristivosti podnog skladištenja primjenjuje se slaganje robe na robu do 5m visine.

U tu vrstu skladišta spada:

- **podno blok skladištenje** koje se koristi u slučaju manjeg asortimana, te veće količine istovrsne robe,
- **podno skladištenje u redove** koje se koristi u slučaju većeg asortimana, a manjih količina po vrsti robe.
- **REGALNA SKLADIŠTA**- najčešće se koristi, te ima više vrsta na koje ih možemo podijeliti.

Neka od njih su:

- **klasični paletni regali** gdje se materijal odlaže uz primjenu posebne opreme tj. paleta te uz pomoć viličara.
- **paletni regali dvostruke dubine** se koriste za uskladištenje robe sa oba dvije strane regala.
- **polični regali** imaju izgleda polica gdje se skladište materijali manjih dimenzija koji mogu biti u kutijama ili samostalno.
- **ladičari** su dostupni u različitim veličinama, dimenzijama te omogućavaju jednostavan i brz pristup manjim ili krhkim pohranjenim materijalima.
- **prolazni regali** – njihove stranice su raspoređene tako da oblikuju mjesta za odlaganje i slobodne prolaze transportnom sredstvu koje rukuje jediničnim teretom.
- **protočni regali** su pogodni za odlaganje istovrsnog komadnog materijala većih količina, te se rukovanjem materijalom ostvaruje po principu FIFO.
- **konzolni regali** mogu biti dvostruku ili jednostruki, a služe za odlaganje materijala koji se koristi u industrijskim poduzećima (šipke, cijevi, profili).

### **3. Automatizirani skladišni sustavi**

Automatizirani skladišni sustavi ( en. Automated Storage/ Retrieval Systems –AS/RS) su sustavi od kojih većina radi na principu „roba čovjeku“, što znači da se roba izuzima na jednom mjestu. Te se skladišne jedinice lociraju automatski. AS/RS povećava iskoristivost skladišnog prostora, povećava kontrolu i praćenje zaliha u skladištu, troškovi ljudskog rada su svedeni na minimum, povećava se sigurnost i zaštita na radnom mjestu, smanjuju se greške prilikom izuzimanja robe sa skladišta. Najviše se primjenjuju u velikim distribucijskim centrima, skladištima sa visokim protokom robe, trgovinskim skladištima te organizacijama sa vlastitom proizvodnjom. Postoje razne izvedbe automatiziranih skladišnih sustava, koje su u literaturi klasificirane prema prikazu u nastavku.

#### **3.1. Vertikalni podizni moduli**

Vertikalni podizni modul (VLM), (ilustriran na slici 3.1.), je zatvoreni sustav koji se sastoji od dva stupca ladica sa svake strane, te otvorenjem u sredini. Uređaj za vađenje i umetanje robe u vertikalnim podiznim modulima automatski pronalazi ladice, te pritiskom na zapovjednu tipku izuzima odabranu ladicu sa robom i doprema ju operateru na ergonomski postavljenom prozoru za prihvat robe. Svaki put kada VML pohranjuje robu na neki ladicu skenira veličinu robe, te tako automatski optimizira visinu ladice radi postizanja maksimalne gustoće pohrane robe. Vertikalni podizni modul može povećati produktivnost za 2/3, isporučuje robu direktno operateru, smanjuje vrijeme pronalaženja robe u skladištu.

VLM je dostupan u svim visinama i širinama radi zadovoljenja svih zahtjeva nekog skladišnog prostora. Prostor skladišta je iskoristiv u potpunosti od poda do stropa, te u usporedbi sa standardnim policama osigurava uštedu skladišnog prostora do 85%.



Slika 3.1. Vertikalni podizni modul (VLM) [25]

### 3.2. Horizontalni karuseli

Horizontalni karuseli, (ilustrirani na slici 3.2.), se sastoje od fiksnog broja mjesta za pohranu ustvari spremnika. Regalna polja se pomoću elektromotora kreću prema naprijed ili prema nazad do mjesta izuzimanja robe. Regalna polja su zatvorena žičanim rešetkama sa tri strane, dok je prednja strana otvorena radi mogućnosti izuzimanja robe. Svako regalno polje ima određeni broj polica koje mogu imati pune ili rešetkaste podove. Neki od horizontalnih karusela imaju instalirana klizna vrata koja se automatski otvaraju kada odabrano polje dođe do mjesta izuzimanja robe.



Horizontalni karuseli omogućuju bitno skraćenje vremena komisioniranja robe, ovisno o raspoloživom prostoru i broju horizontalnih karusela u skladištu. Kod malih i uskih skladišta moguća su do dva horizontalna karusela, dok u velikim i uskim skladišnim prostorima dolazi u obzir i do šest uređaja. Kod visokih skladišnih prostora zbog bolje iskoristivosti prostora koristi se dvoetažna varijanta s podestom ili varijanta s podiznom platformom.



Slika 3.2. Horizontalni karusel [26]

### 3.3. Vertikalni karuseli

Vertikalni karuseli, (ilustrirani na slici 3.3.), su okretni regali gdje se police kreću u vertikalnoj ravnini u oba smjera, optimiziranjem najkraćeg puta. To je dinamički sustav s principom „roba čovjeku“. Svaki uređaj je jedna zasebna skladišna jedinica. Pomoću informatičkog sustava, samo jednim pritiskom na tipku, odabrana polica sa robom dolazi do mjesta izuzimanja, odnosno u radnu poziciju, što omogućuje brzo uskladištenje ili izuzimanje tražene robe, minimiziraju pretraživanje, penjanje te šetnju. Vertikalni karuseli su praktični za visoke skladišne prostore radi popunjavanja od poda do stropa optimizirajući raspoloživi prostor. Detaljniji opis vertikalnog karusela, njegove prednosti i nedostaci te funkcije detaljnije su obrađeni u poglavlju 4.



Slika 3.3. Vertikalni karusel [5]

### 3.4. Automatizirano visoko regalno skladište

Automatizirana visoko regalna skladišta ( eng. Unit-Load AS/RS) služe za pohranu većih teretnih jedinica. Skladišni prostor je popunjen policama za palete dok se između njih u uskom prolazu nalazi dizalica koja putuje kroz prolaze s mogućnošću okretanja okomito i vodoravno te tako pohranjuje ili izuzima robu. Izuzimanjem robe sa odabranog mjesta dizalica se spušta na mehanizirana kolica koja robu dopremaju do zone za komisioniranje. Isti princip se koristi i za pohranu robe samo u obrnutom smjeru.

Težina tereta može biti od 250 do 500 kilograma pa i više. Sva roba mora biti smještena na nekoj podlozi kao što su palete, metalni, drveni sanduci, dok se nekim većim teretima može rukovati i bez sredstva za oblikovanje jedinice tereta. Automatizirana visoko regalna skladišta mogu biti visine od 10 do 50 metara, dok njihova duljina može dosežati do 290 metara. Mogu sadržavati fiksne pretovarne stanice ili pak pretovarne stanice s konvejerima.

Takvim principom skladišta može se iskoristiti maksimalni skladišni prostor, povećati sigurnost na radu, smanjenje grašaka prilikom uskladištenja ili izuzimanja robe, brži rad. Osim prednosti, neki od nedostataka mogu biti: velika početna ulaganja, skupocjeno održavanje skladišta, nefleksibilnost.



Slika 3.4. Automatizirano visoko regalno skladište ( Unit-Load AS/RS) [31]

### 3.5. Automatizirano skladište za male dijelove ( MINI-LOAD AS/RS) / (MICRO-LOAD AS/RS)

Mini-Load AS/RS je sustav automatiziranog uskladištenja ili izuzimanja manjih teretnih jedinica koje se uglavnom nalaze u kutijama ili manjim spremnicima. Težina tereta se kreće od 50 do 250 kilograma, a ponekad i do 500 kilograma. Mini-load AS/RS sustavi štede prostor i vrijeme izuzimanja. Visina može biti od 3 do 15m, širina 12-60m, dok je brzina dizalice u horizontalnom smjeru do 2,5m/s, a u vertikalnom smjeru 0,6m/s. Mini-Load AS/RS se koriste najčešće za pohranu manjih predmeta kao što su dokumenti, knjige, manji dijelovi, sitni materijali.

Micro-Load AS/RS je sustav automatiziranog uskladištenja ili izuzimanja malih teretnih jedinica u vrlo malim spremnicima kao što su kutije, s težinom do 50 kilograma. Koristi se u industriji automobila, pohranjivanju hrane, bolnicama.



Slika 3.5. Automatizirano skladište za male dijelove ( Mini-Load AS/RS)/(Micro-Load AS/RS) [27]

### 3.6. Automatizirano skladište za komisioniranje ( Person-on-bord AS/RS)

Automatizirano skladište za komisioniranje je sustav komisioniranja po principu „čovjek robi“. Takav sustav može se nazvati i (polu)automatizirano pohranjivanje i izuzimanje robe. Čovjek na dizalici ručno izuzima i uskladišti robu unutar visokih prolaza na polične ili paletne regale.



Slika 3.6. Automatizirano skladište za komisioniranje ( Person-on-bord AS/RS) [32]

## 4. Vertikalni karuseli

Kao što je već rečeno, automatizirani vertikalni karuseli su okretni regali namijenjeni pohrani robe, omogućuju brz i precizan pristup pohranjenoj robi. Vertikalni karuseli mogu biti postavljeni kao samostojeći ili ugrađeni u zgradu na više etaža do visine deset metara s više pristupnih otvora. Mogu biti samostalni ili u sustavu vertikalnih karusela, time osiguravaju veću učinkovitost i fleksibilnost. Sastoje se od niza polica koje rade na principu kotača, rotirajući se oko kolosijeka kako bi na brz način isporučili robu na mjesto izuzimanja odnosno do operatera. Sastoje se od rotirajućih polica koje se kreću prema gore ili prema dolje s obzirom na naredbu operatera i položaj tražene robe. Vertikalni karuseli omogućuju veliku iskoristivost visina skladišnih prostora, štede do 70% površine prostora i mogu povećati produktivnost za 2/3 u usporedbi sa običnim standardnim policama.<sup>2</sup> Svaka od polica može biti opremljena dodacima kao što su međuprostori, pregrade i može se podesiti za držanje predmeta, kutija i drugih roba. Karuseli isporučuju robu direktno operateru te tako štede vrijeme sakupljanja, šetnje ili traženja robe po cijelom skladišnom prostoru. Takav sustav skladišta eliminira i troškove prijevoza robe od poda do stropa. Zaštita proizvoda od vanjskih utjecaja, prašne i raznih čestica kod vertikalnih karusela je također maksimalna. Time se smanjuju troškovi održavanja vertikalnih karusela i samog skladišnog prostora.



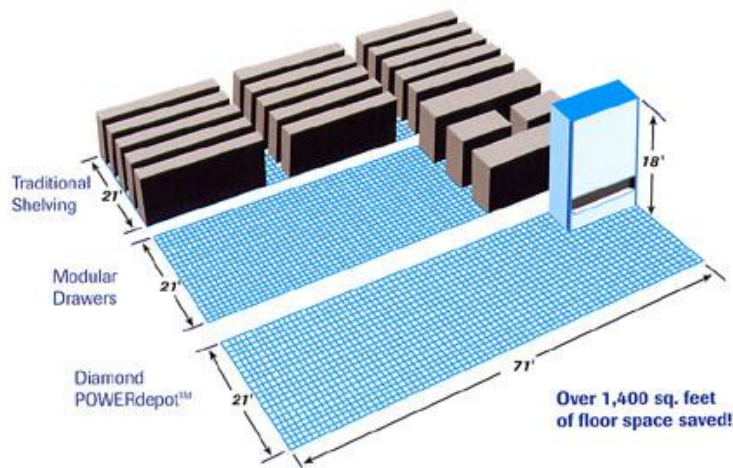
Slika 4. Prikaz vertikalnog karusela [30]

<sup>2</sup> <http://www.dexion.com/Product-Categories/Storage-Machines-and-WMS/Vertical-Carousel-PATERNOSTER/>

#### 4.1. Prednosti vertikalnih karusela

Vertikalni karuseli su prilagodljivi svim vrstama korisnika, te svih veličina i dimenzija skladišta. Pogodni su za skladišta visokih stropova i užih dimenzija te tako popunjavaju neiskorišten zračni prostor. Dostupni su u raznim veličinama, dubinama i širinama. Roba se direktno isporučuje operateru („roba čovjeku“) što uvelike skraćuje vrijeme traženja robe i nepotreban hod. Omogućuju optimalno iskorištenje prostora preko 75%, mogu se koristiti i povezivanjem više katova nekog objekta s više radnih otvora na više razina, te tako povećati produktivnost skladišta. U jednom karuselu se može pohranjivati jedna vrsta robe koje može biti različitih dimenzija i oblika. Može se koristiti za robu koja je osjetljiva na nečistoću jer je potpuno zatvoren, samo sa otvorenim oknom kroz koje se izuzima roba.

Korištenjem vertikalnih karusela uvelike se smanjuju pogreške kod odabira i izuzimanja proizvoda. Sadrži do 60% više kapaciteta za pohranu robe od običnih regalnih skladišta. Ima dobru organizaciju unutar samog karusela za pohranu malih dijelova. Važno je spomenuti da vertikalni karuseli omogućuju visoko protočne komisijone sustave gdje jedan operater može raditi na više karusela odjednom, te time uštedjeti novac, vrijeme i prostor.



Slika 4.1. Prikaz uštede prostora pomoću vertikalnih karusela u usporedbi na klasične polične regale i regale ladičare [13]

Vertikalni karuseli rade na principu automatskog izuzimanja robe (eng.automated picking), koje je puno brže i efikasnije od ručnog izuzimanja robe što se može vidjeti na slici 4.2. u nastavku rada. Kod automatskog izuzimanja robe vrijeme putovanja do operatera je puno kraće, dok se kod ručnog izuzimanja puno vremena gubi na samo putovanje i traženje određenog proizvoda.



Slika 4.2. Usporedba vremena ručnog i automatiziranog izuzimanja [13]



## **4.2. Usporedba vertikalnih karusela sa drugim skladišnim sustavima**

U daljnjem dijelu rada usporedit će se vertikalni karuseli sa horizontalnim karuselima, VLM, mini load AS/RS i micro load AS/RS, person-on-bord AS/RS te neautomatiziranim skladišnim sustavima. Navest će se njihove sličnosti i različitosti od izgleda pa sve do funkcioniranja samog skladišnog prostora njihovom primjenom.

### **4.2.1. Vertikalni karuseli u usporedbi s horizontalnim karuselima**

Vertikalni karuseli imaju sličnosti sa horizontalnim karuselima u svojim prednostima i nedostacima, no isto tako kroz neke svoje detalje su i jako različiti. Sama različitost počinje od njihova vanjskog a tako i unutarnjeg izgleda. Vertikalni karuseli popunjavaju skladišni prostor od poda do stropa, tj. skladišta koja su vrlo visoka ali uska. Dok se horizontalni karuseli koriste u nižim i širim skladišnim prostorima jer popunjavaju skladište u dužinu. Isto tako treba spomenuti da se vertikalni karuseli okreću u vertikalnom smjeru prema gore ili dolje, dok se horizontalni karuseli okreću u horizontalnom smjeru prema lijevo ili desno sve ovisno o položaju robe. Izuzimanje robe je vrlo slično i kod vertikalnih i kod horizontalnih karusela, oba imaju stanicu sa otvorom za izuzimanje robe. Izuzimanje robe i kod vertikalnih i horizontalnih karusela može obavljati jedan operater na više karusela odjednom te tako omogućiti neprestano izuzimanje i smanjenje vremena isporuke robe.

Oba dvije vrste karusela, vertikalni i horizontalni služe istoj funkciji, a to je dovođenje predmeta koji se izuzima do osobe koja vrši preuzimanje. Štede vrijeme izuzimanja robe automatiziranim principom rada, te smanjuju pogreške izuzimanja na minimum. Sigurnosni sustav kod vertikalnih i horizontalnih karusela je jednak. Sastoji se od sistema za zaključavanje ili odgovarajućeg softvera preko kojeg se uz odgovarajuću zaporku roba može zaštititi od neovlaštenog pristupa.

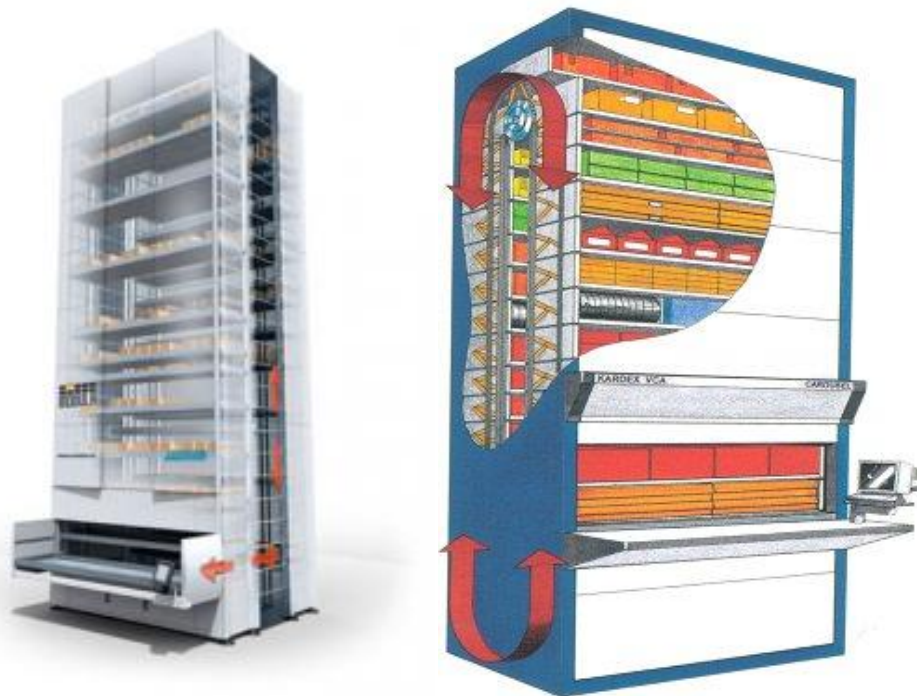


Slika 4.3. Usporedba vertikalnog i horizontalnog karusela [30]

#### 4.2.2. Vertikalni karuseli u usporedbi s VLM-a

Uspoređujući vertikalne karusele i vertikalne podizne module možemo reći da su vrlo slični ako uspoređujemo vanjski izgled. Unutarnji izgled i konstrukcija te rad vertikalnih karusela i VLM-a se bitno razlikuje. Kod vertikalnih karusela unutrašnjost se sastoji od polica koje su povezane tako da se kod traženja i izuzimanja svi uskladišteni proizvodi okreću tako dugo dok traženi proizvod ne bude izuzet. VLM ima drugačiji princip rada, jer se unutrašnjost sastoji od tri stupca od kojih dva stupca služe za pohranu spremnika koji mogu biti različitih dimenzija, dok srednji stupac služi za prolaz dizala koje služi za uskladištenje i izuzimanje spremnika.

Vertikalni karuseli i VLM-i imaju i neke zajedničke prednosti kao što su štednja prostora u skladištima, povećanje produktivnosti rada jer se proizvodi mogu brže locirati i izuzeti poboljšavaju ergonomiju rada te time smanjuju ozljede na radnom mjestu i omogućuju zadovoljstvo zaposlenih koji rade na vertikalnom sustavu pohrane.



Slika 4.4. Usporedba vertikalnog karusela i VLM-a [23]

#### 4.2.3. Vertikalni karuseli u usporedbi s mini load AS/RS i micro load AS/RS

Vertikalni karuseli štede prostor u visokim skladištima, dok mini load AS/RS i micro load AS/RS također štede prostor u visokim skladištima. Mini i micro load AS/RS se sastoji od dva stupca polica kroz koje prolazi dizalica za pohranjivanje i izuzimanje robe, no to ipak nije dovoljno da se uštedi toliko vremena koliko kod vertikalnih karusela. Kod mini-load AS/RS sustava težina spremnika može iznositi od 50 kg do 250 kg, dok kod micro-load AS/RS sustava imamo vrlo male spremnike čija težina ne smije prelaziti 50 kg. Suprotno tome vertikalni karuseli mogu podnijeti težinu jednog spremnika do 600 kg. Uzimajući u obzir težinu koju mogu podnijeti po pojedinom spremniku oba dva sustava možemo zaključiti da su vertikalni karuseli pogodniji.

Vrijeme izuzimanja, ustvari brzina S/R dizalice kod mini i micro- load AS/RS sustava iznosi 2,5 m/s u horizontalnom smjeru te 0,6 m/s u vertikalnom smjeru, dok je vrijeme izuzimanja kod vertikalnih karusela samo 15 sekundi po proizvodu.

Vertikalni karuseli i mini i micro-load AS/RS sustavi rade na principu „roba čovjeku“, sva tri sustava su automatizirani sustavi koji uz pomoć tehnologije te su ujedno zato i efikasni, efektivni te pružaju veliku sigurnost na radnom mjestu.

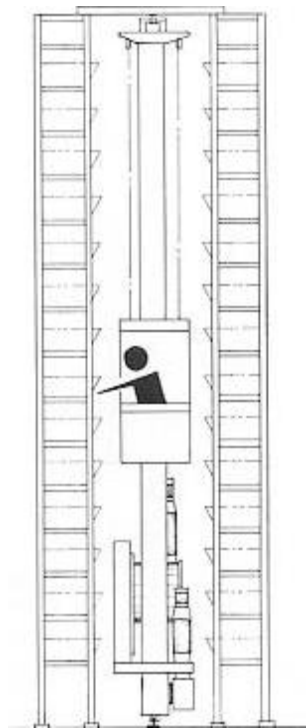


Slika 4.5. Prikaz mini i micro load AS/RS [24]

#### 4.2.4. Vertikalni karuseli u usporedbi s automatiziranim skladištem za komisioniranje

##### (person-on-bord AS/RS)

Vertikalni karuseli rade na principu „roba čovjeku“, te funkcioniraju preko tehnologije za sve radnje koje su potrebne unutar karusela. Automatizirana skladišta za komisioniranje pak rade na principu „čovjek robi“. To su polu automatizirani skladišni sustavi za izuzimanje i pohranjivanje robe. Dok se kod vertikalnih karusela roba izuzima i pohranjuje na jednom mjestu kod otvora karusela za izuzimanje i pohranjivanje robe, kod automatiziranih skladišta za komisioniranje čovjek se nalazi na dizalici za ručno izuzimanje i pohranjivanje robe u prolazi između visokih poličnih ili paletnih regala.



Slika 4.6. Person-on-bord AS/RS [22]

#### 4.2.5. Vertikalni karuseli u usporedbi s neautomatiziranim skladišnim sustavima

Vertikalni karuseli se bitno razlikuju od neautomatiziranih skladišnih sustava samim time što se koristi tehnologija kojom roba putem naredbe operatera sama dolazi do mjesta preuzimanja, dok se kod neautomatiziranih skladišta koriste uglavnom polični ili paletni regali koji nemaju takvu tehnologiju već se roba sakuplja po cijelom skladištu uz pomoć viličara. Neautomatizirani skladišni sustavi su pogodni za skladišta velikih dimenzija, dok se vertikalni karuseli koriste i u takvim skladišnim prostorima, ali najčešće u užim ali visokim. Vertikalni karuseli štede prostor puno više od neautomatiziranih skladišnih sustava.



Slika 4.7. Prikaz neautomatiziranog skladišta [21]

#### **4.2.6. Oblikovanje samostalnih i sustava vertikalnih karusela**

Određivanja vremena komisioniranja iz vertikalnog karusela temelji se na modelu očekivanog vremena rotacije uređaja, koje je potrebno da se regal okrene sa svim lokacijama iz narudžbe ili skupa narudžbi. Uz vrijeme koje je potrebno za rotiranje karusela, nalaze se i dodatna vremena u ukupnom vremenu komisioniranja, a to su vrijeme za pokretanje i zaustavljanje karusela, te vremena koja su potrebna za izuzimanje robe. [33]

Model određivanja vremena komisioniranja iz sustava vertikalnih regala, predstavlja više karusela na jednog komisionera, a temelji se na određivanju iskoristivosti komisionera, na temelju čega se dolazi do protoka sustava. Model je vrlo složen, jer regali i čovjek, mogu raditi istovremeno. Zbog složenosti prikaza modela koristi se razvijeno softversko rješenje *MHIA\_CVLM\_Package*. [33]

## 5. Primjeri vertikalnih karusela odabranih proizvođača

U ovom dijelu rada navest će se vertikalni karuseli koji se proizvode u tvrtkama Kardex Remstar i Kasten. Od svakog proizvođača posebno možemo saznati koje su im prednosti, nedostaci, način rada samih karusela, izgled i učinkovitosti kod uštede skladišnog prostora, brzina rada upotrebnom vertikalnih karusela i sigurnost na radnome mjestu zaposlenih.

### 5.1. Vertikalni karuseli proizvođača Kardex Remstar

Kardex Remstar je jedan od vodećih proizvođača automatiziranih skladišnih sustava za pohranu i pronalaženje. Od 1873 godine uspješno posluju u cijelom svijetu te su do danas instalirali više od 140 000 automatiziranih sustava u raznim sektorima kao što su maloprodaja, veleprodaja, skladišta, distribucija, administracijski uredi. Posluju na velikoj međunarodnoj razini u cijelom svijetu. Svojim velikim uspjehom i širenjem proizvodnje do danas broje više od 1 480 zaposlenih širom svijeta. Kardex Remstar proizvodi više vrsta automatiziranih sustava za skladištenje, a jedni od njih su vertikalni karuseli Megamat RS 180, Megamat RS 350 i Megamat RS 650.<sup>3</sup>



Slika 5.1. Logo Kardex Remstar tvrtke [17]

---

<sup>3</sup> <http://www.kardex-remstar.com/en/storage-retrieval-systems/megamat-vertical-carousels.html>



### 5.1.1. Prednosti i sigurnost Megamata RS

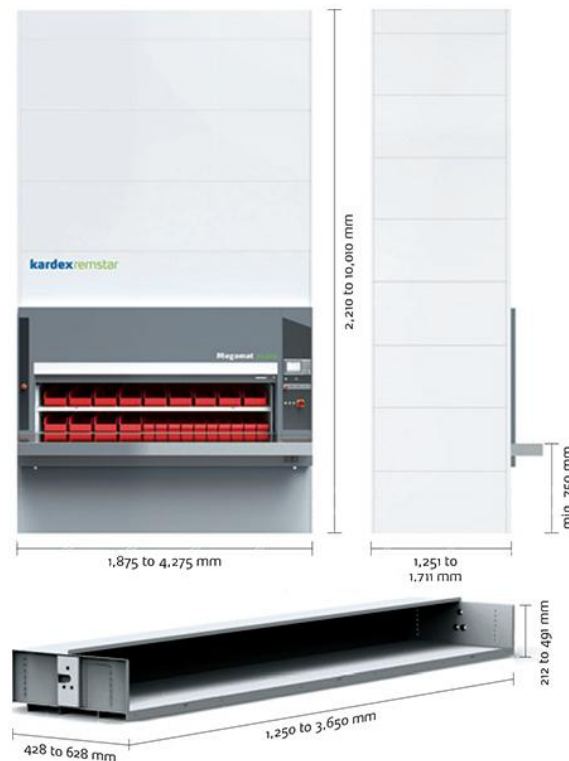
Vertikalni karuseli proizvođača Kardex Remstar imaju svoje prednosti u odnosu na druge skladišne sustave. Neke od prednosti se podudaraju s drugim proizvođačima vertikalnih karusela, ali svaki proizvođač je jedinstven tako da ima i nekih razlika.

Prednosti :

- Visoka produktivnost izuzimanja
- Velika brzina okretanja karusela
- Ušteda skladišnog prostora
- Smanjenje pogrešaka tokom odabira
- Kratko vrijeme izuzimanja
- Do 60% više skladišnog kapaciteta
- Dobra organizacija za pohranu malih dijelova
- Brz i jednostavan pristup na jednom mjestu
- Mogućnost naknadne ugradnje
- Samostalno ili integrirano rješenje
- Dug životni ciklus – smanjenje troškova
- Odobren od uprave za zaštitu okoliša
- Ručna ručica u slučaju nezgode
- Kontrolirani pristup
- Maksimalna zaštita zaposlenika i robe
- Princip „roba čovjeku“
- Power Pick Global softver

Zaštita zaposlenih je jako važna, ali isto tako i zaštita pohranjene robe i skladišnog prostora. Vertikalni karuseli imaju ugrađenu zaštitnu opremu u pristupnom otvoru kao što je sigurnosna svjetlosna zavjesa tako da je operater maksimalno zaštićen od ozljeda na radu. Uskladištena roba unutar karusela može se zaštititi i osigurati od krađe pomoću zaključanih kliznih vrata. Ako se pak želi zaštititi cijela radna jedinica ili neko određeno područje izdaju se posebne lozinke ili preko RFID čipova zaposlenika. Radi maksimalne sigurnosti Kardex Remstar je opremio Megamat RS s četiri dodatne sigurnosne značajke.

- Ručna ručica u slučaju opasnosti
- Automatski zatezač lanca
- Klizna vrata s glatkim pokretom
- Klip sustav



Slika 5.2. Prikaz vertikalnog karusela Megamat RS [11]

<b>Unit dimensions</b>			
Megamat RS	180	350	650
Width	1,875 to 3,875 mm	1,875 to 4,275 mm	1,975 to 4,275 mm
Height min.	2,210 mm	2,360 mm	2,360 mm
Height max.	7,510 mm	10,010 mm	10,010 mm
Depth	1,251 mm	1,271 mm	1,311 mm
	1,441 mm	1,471 mm	1,511 mm
	1,631 mm	1,671 mm	1,711 mm
<b>Usable carrier dimensions</b>			
Width min.	1,250 mm	1,250 mm	1,250 mm
Width max.	3,250 mm	3,650 mm	3,550 mm
Height	212 mm	225 mm	255 mm
	237 mm	263 mm	306 mm
	263 mm	301 mm	356 mm
	288 mm	339 mm	407 mm
	314 mm	377 mm	458 mm
	339 mm	415 mm	
	364 mm	453 mm	
		491 mm	
Depth	428 mm	428 mm	428 mm
	528 mm	528 mm	528 mm
	628 mm	628 mm	628 mm
Unit imbalance			
max.	600 kg	1,200 kg	2,100 kg
Load per carrier			
max.	180 kg	350,00 kg	650 kg
Unit load			
max.	6,000 kg	12,500 kg	19,000 kg

Slika 5.3. Prikaz dimenzija karusela Megamat RS [11]

### 5.1.3. Logicontrol® 100/200<sup>4</sup>

Kontrolni centar Logicontrol od velikog je značaja za sustave vertikalnih karusela. Poboljšava ergonomiju i iskorištenje Kardex Remstar automatiziranog sustava za pohranjivanje i izuzimanje. Sadržava jednostavno sučelje osjetljivo na dodir. Za korisnike koji ne koriste WMS sustav, Logicontrol je alternativno rješenje za upravljanje strojevima. Znači da nije potrebno mjesto za računalo jer se ne upotrebljavaju hardver, te ne može doći do gubitka investicije ako se nadograđuje na računalo.

Logicontrol 100 – „Pen and Paper“ :

- Novi standard funkcioniranja kontrolnog centra Kardex Remstar
- Omogućava jednostavan rad
- Ručno upravljanje popisom materijala
- Dostupnost tipkovnice po izboru

Logicontrol 200 – „Location Management“:

- Baziran na Logicontrol 100
- Jednostavno upravljanje lokacijama do 8 000 mjesta za uskladištenje
- Izuzimanje i uskladištenje se vrši uz podršku sustava
- Jednostavna pohrana i izuzimanje podataka
- Moguće upravljanje zalihama sa 3 automatizirana sustava odjednom



Slika 5.4. Prikaz Logicontrol-a 100 i Logicontrol-a 200 [11]

<sup>4</sup> <http://www.kardex-remstar.com/en/storage-retrieval-systems/megamat-vertical-carousels/logicontrol-100-200.html>

## 5.2. Vertikalni karusel proizvođača Kasten

Proizvođač Kasten je tržišni lider i Finskoj, bave se uslugama i prodajom proizvoda za skladišta, arhive i uredska skladišta, maloprodajne trgovine od 1886. godine. Specijalizirani su za opremanje svih vrsta tehnologije skladišta, od onih najjednostavniji pa sve do najkompliciranijih. Bilo da se radi o skladištima s policama ili automatiziranim skladišnim sustavima. Glavni proizvodni pogon nalazi se u gradu Lohuu.

### 5.2.1. Vertikalni karusel Paternoster

Vertikalni karusel koji je pogodan za optimalno smanjenje vremena izuzimanja, što se najbolje može vidjeti kod skupnog sakupljanja jer nudi bržu protok. Vertikalni rotirajući sustav štedi prostor na podu i učinkovito iskorištava skladišnu visinu. Mjesta izuzimanja mogu biti postavljena na više etaža, ovisno o potrebama kupca. Korištenjem Paternoster-a rad u skladištu se može smanjiti do 60%. Proizvodi su zaštićeni od nečistoća i svjetlosti zbog zatvorenosti cijelog karusela. Paternoster se najčešće koristi za pohranu proizvoda koji su različitih vrsta.



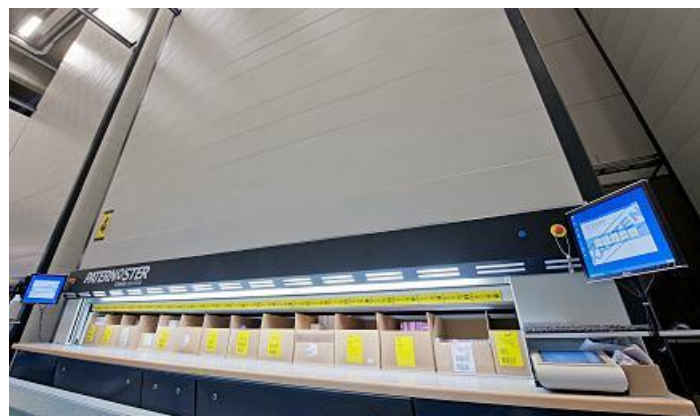
Slika 5.5. Logo proizvođača Kasten [28]

### Prednosti vertikalnog karusela Paternoster:

- Ušteda do 75% prostora
- Vrijeme izuzimanja – 15 sekunda/redak
- Smanjenje grešaka kod prikupljanja za 2/3
- Sigurna radna okolina
- Mogućnost kombinacije s WMS sustavima
- Osiguran od neovlaštenog pristupa
- Dobro osvijetljen otvor za prikupljanje
- Kontrola preko grafičkih zaslona

### Dimenzije:

- Širina nosača- 2850 i 4100 mm
- Dubina prijenosnika - 420, 520 i 620 mm
- Kapacitet prijenosnika - max. 600 kg / nosač
- Prostor između nosača - 201-493 mm
- Ukupni kapacitet - max. 15 600 kg
- Ukupna širina - 3703 i 4953 mm
- Ukupna dubina - 1836, 2036 i 2236 mm
- Ukupna visina - 3040-14 890 mm
- Kontrolni sustav: PaC100



Slika 5.6. Vertikalni karusel Paternoster [28]

## **6. Primjena vertikalnih karusela**

Kod primjera primjene navest će se više korisnika vertikalnih karusela, njihova mišljenja, te zadovoljstvo i rad sa istima. Korisnik Med24 koristi vertikalni karusel tvrtke Kardex Remstar isto kao i korisnik EKK Anlagentechnik, te Miller Backerei. Dok Koiviston Auto koristi vertikalne karusele proizvođača Kasten.

### **6.1. Primjena samostalnog karusela**

Samostalni vertikalni karusel radi na principu „roba čovjeku“ jer odabirom željene robe on automatski dovozi odabranu robu do čovjeka te se time eliminira prazan hod i traženje po skladištu, što je slučaj kod neautomatiziranih skladišnih sustava. Vrijeme izuzimanja se smanjuje zbog principa rada karusela koji odabranu robu vrti u smjeru u kojem je najkraći put do operatera. Samostalni karuseli se koriste u manjim skladištima radi uštede prostorne površine, te iskoristivosti etažnih zgrada, gdje se koristi karusel sa po jednim otvorom na svakoj etaži. Za korištenje samostalnog karusela potreban je jedan operater koji daje naredbe te izuzima traženu robu iz karusela.

### **6.2. Primjena sustava s više karusela**

Upotrebom sustava više karusela skladišni prostor se također smanjuje isto kao i upotrebom jednom karusela. Radom jednog čovjeka na jednom karuselu dolazi do određenog vremena čekanja da karusel doveze traženu robu, a dok čovjek izuzima robu karusel opet čeka na sljedeću narudžbu. Kako bi se još dodatno smanjilo vrijeme čekanja vertikalni karuseli se grupiraju u grupe po dva, tri ili četiri karusela na jednog čovjeka. Tako da čovjek izuzima robu s jednog karusela dok drugi karusel u to vrijeme dovozi sljedeću robu, te tako sve u krug bez praznog hoda.

### **6.3. Primjeri primjene vertikalnih karusela u praksi**

U nastavku rada će se obraditi već spomenuti korisnici na početku samog poglavlja. Opisat će se za koje proizvode tvrtke koriste vertikalne karusele, njihova iskustva sa takvim načinom skladištenja svojih proizvoda, te koja poboljšanja su primijećena uvođenjem vertikalnih karusela.

#### **6.3.1. Primjer: Kardex Remstar – Med24**

Danska tvrtka Med24 je kupac vertikalnih karusela. Tvrtka je specijalizirana za internetsku prodaju zdravstvenih proizvoda, proizvoda za njegu kože i kozmetičkih proizvoda. Kupcima skandinavskih regija nudi širok i bogat asortiman prodajom putem interneta. Velikim rastom tvrtke i sve većim rastom asortimana koji je dosegao 10000 različitih artikala, tvrtka je primorana modernizirati skladište radi bolje i brže isporuke robe kupcima. Bez daljnjeg napredovanja i ulaganja u napredne skladišne sustave, gubila bi se brzina rada, te bi najvjerojatnije došlo do nezadovoljstva kupaca. Tvrtka Med24 se odlučila za automatizirani skladišni sustav za pohranu proizvoda, proizvođača Kardex Remstar. Time bi se osiguralo daljnje brzo i uspješno poslovanje na tržištu svojih proizvoda.

Radi velike i brze potražnje proizvoda potrebna je efikasna obrada preko 1500 dolaznih dnevnih narudžbi. Potrebno je brže vrijeme izuzimanja robe sa skladišta, te bolja upotreba do sada raspoloživog skladišnog prostora. Korištenje skalabilnog modela sustava koji može pratiti brzi rast same tvrtke.



Proces bržeg izuzimanja robe sa skladišta omogućava automatizirani sustav za pohranu Megamat RS 350. Vertikalni karusel Megamat RS 350 omogućava veliku gustoću pohrane te smanjuje površinu potrebnog skladišta od 1000m<sup>2</sup> do 200m<sup>2</sup>. Vrijeme izuzimanja robe je čak do 60% brže nego kod neautomatiziranog skladišta. Uz korištenje vertikalnih sustava, koristi se i optički indikator odabira koji poboljšava preciznost samog biranja. Vrijeme indukcije se poboljšalo na dva do tri sata od nekadašnjih dva do tri mjeseca. Također se može dodavati nova roba u skladišni sustav ako bi došlo do daljnjeg rasta tvrtke i asortimana proizvoda.

Isporuka od strane proizvođača:

- Devet vertikalnih karusela Megamat RS 350
- Optički indikator prilikom odabira proizvoda
- Power Pick Global softver

### 6.3.2. Primjer: Kardex Remstar – EKK Anlagentechnik

Tvrtka EKK Anlagentechnik se bavi proizvodnjom kontejnera, cjevovoda i pumpnih stanica. Radi potrebe za uštedom radnog prostora mora se uvesti novi skladišni sustav. Potrebni su skladišni prostori za pohranu manjih dijelova materijala i prostor gdje je materijal zaštićen od prašine i nečistoća. Konstantan nadzor nad zalihama materijala. Skladišni prostor sastavnih materijala mora biti dobro organiziran. Vertikalni karuseli su zato najbolji odabir koji je izabran za ovu vrstu skladišta i tvrtke.

Koriste se vertikalni karuseli za spremanje manjih dijelova, te tako štede prostor i vrijeme izuzimanja. Ušteda prostora je velika, od 77.5m<sup>2</sup> uz vertikalne karusele smanjuje se na samo 6,3m<sup>2</sup> skladišnog prostora. Koristi se poseban upravljački sustav za upravljanje skladištem pod nazivom Logicontrol 200.

Isporuka od strane proizvođača:

- Jedan vertikalni karusel Megamat RS 180
- Razvodni sustavi unutar karusela ( kutije, poprečni razdjeljivači, ladice )
- Posebna boja karusela



Slika 6.3. Prikaz vertikalnog karusela u tvrtki EKK Anlagentechnik [18]

### 6.3.3. Primjer: Kasten – Koiviston Auto

Koiviston Auto je finska automobilska tvrtka koja želi svoje logističke funkcije preseliti u novo izgrađeno središnje skladište. Visoki prostori skladišta su riješeni kupnjom Paternostera, te je skladište maksimalno iskorišteno. Zbog većeg mjesta za pohranu, vertikalni karuseli su omogućili tvrtki kupnji većih količina dijelova po nižoj cijeni koje kasnije mogu smjestiti u svoje dobro opremljeno skladište.

Pomoću vertikalnih karusela brzina izuzimanja se znatno povećala, a tako i sam red u skladištu. Vertikalni karusel koji je kupljen Paternoster ima 60 razina, gdje svaka razina može nositi teret do najmanje 400kg. U jednom karuseli se može sveukupno nalaziti 1000 predmeta. Visina kupljenog vertikalnog karusela iznosi 8240mm, širina razina iznosi 4100mm, duljina razina iznosi 420mm, dok količina ladica iznosi 32 komada po karuseli.



Slika 6.4. Prikaz vertikalnog karusela (Paternoster)  
u skladištu tvrtke Koiviston Auto [20]

#### 6.3.4. Primjer: Kardex Remstar – Miller Backerei

Kupac Miller Backerei je tvrtka koja se bavi proizvodnjom kruha i ostalih pečenih namjernica. Izgradnjom nove zgrade tvrtka dolazi do pitanja kako što učinkovitije iskoristiti skladišni prostor, bolje rukovanje njime te upravljanje pokvarljivim proizvodima.

Vertikalni karuseli omogućavaju smanjenje skladišnog prostora do 300%, brzim automatiziranim sustavom pronalaze potrebne sastojke za pečenje te tako štede i samo vrijeme pripreme proizvoda i prodaje. Vertikalni karuseli su zatvoreni sustavi koji su pogodni za takvu vrstu pohrane zbog svoje čistoće, te higijenske zaštite proizvoda jer sadrže spremnik za prašinu u zatvorenim plastičnim kutijama. Skladišta sa policama su zamijenjena vertikalnim karuselima, tako da nema više traženja i gubljenja vremena u potrazi za sastojcima.



Slika 6.5. Vertikalni karusel u Miller Backerei [19]

## 6.4. Analiza primjene

Uporabom vertikalnih karusela na gore navedenim primjerima možemo vidjeti velike uštede koje mogu promijeniti poslovanje svake organizacije na bolje. Štedi se vrijeme prilikom izuzimanja robe ili pak sitnog materijala za sklapanje novih uređaja bez čekanja ili traženja, samim time roba ili gotovi proizvodi brže stižu do kupca ili proizvodnje. Brzina izuzimanja je bitna i kod narudžbe koja dolazi iz proizvodnih pogona kada dođe do lomova nekog dijela proizvodnih strojeva.

Omogućeno je kod nekih kupaca smanjenje skladišnog prostora i do 300% upotrebom vertikalnih karusela. Skladišta proizvođača koja su mala i nemaju iskorišten prostor u visinu najviše su pogodna za takve karusele. Postiže se velika ušteda prostora.

Ulaganje u takav tip skladišta je skupa investicija, ali kroz duži vremenski period isplativa što se može vidjeti iz četiri navedena primjera gdje su kupci zadovoljni zbog uvođenja karusela. Nema velikih dodatnih ulaganja niti stalnih popravaka, lako se održavaju jer su zatvorenog tipa pa se nečistoće ne zadržavaju unutar karusela, što je pogodno za skladištenje prehrambenih proizvoda u industriji.

Pogodnosti su i prilikom skladištenja auto dijelova, osim što se štedi prostor, karuseli mogu izdržati velike težine samih dijelova koji se skladište. Samim time svi dijelovi se nalaze na istom mjestu pa nema potrebe za pretraživanjem cijelog skladišta.

Za tvrtke koje imaju kupnju preko internate, te samim time moraju imati veliku brzinu isporuka, vertikalni karuseli upravo to i omogućavaju. Svi proizvodi se izuzimaju s istog mjesta, pakiraju te isporučuju što štedi vrijeme isporuke.

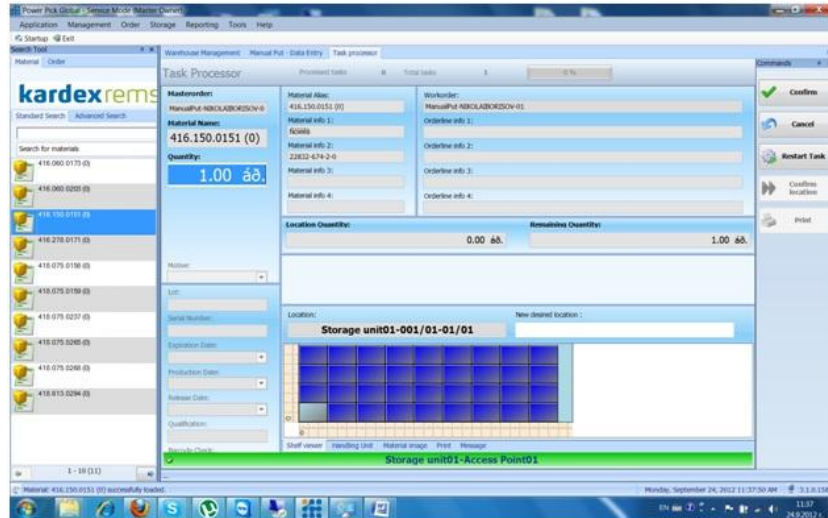
## **7. Softveri za automatizirana skladišta**

U daljnje dijelu rada prikazat će se softveri koji omogućuju što efikasniji i efektivniji rad automatiziranog skladišnog sustava. Uvođenjem automatiziranog sustava potrebno je uvesti barem osnovu nadogradnju nekog od softvera. Spomenut će se Power Pick Global, Cleverstor 1000, Smartpick 5200, Smartpick 6000 i Communicator Pro.

### **7.1. Power Pick Global**

Primjer softvera za automatizirana skladišta pod nazivom „ Power Pick Global – the Warehouse Management System for intralogistic solutions“, softver firme Kardex Remstar,( ilustriran na slici 7.1.). Power Pick Global omogućava brzo, precizno i jednostavno sakupljanje. Omogućava operateru da istovremenu ispuni više narudžbi, te se time uvelike povećava produktivnost samog skladišta. Power Pick Global komunicira s raznim uređajima kao što su skeneri za kodove, laserski svjetlosni pokazivači i pisači. Omogućuje brzi pristup i paralelni rad na narudžbama, te povećava točnost sakupljanja do 99%. Može se koristiti kao samostalno rješenje ili se pak integrirati u IT sustav neke firme.

Temeljni modul Keytec čini osnovnu strukturu Power Pick Globala. Uključuje funkcije prikladne za upravljanje kontejnerima, materijalima, skladištima i skladišnim prostorima. Omogućuje jednostavno izvještavanje uz pomoć stvorenih popisa i izvještaja.



Slika 7.1. Sučelje programa Power Pick Global [29]

Ključne prednosti:

- Procesi podržani softverom i provjere
- Učinkovitije korištenje dinamičkih i statičkih sustava za pohranu
- Funkcionalna skalabilnost zahvaljujući modularnom dizajnu
- Sigurnost za ulaganja i budućnost zahvaljujući modernom razvoju okruženja
- Najsuremenija IT arhitektura (klijent/server)

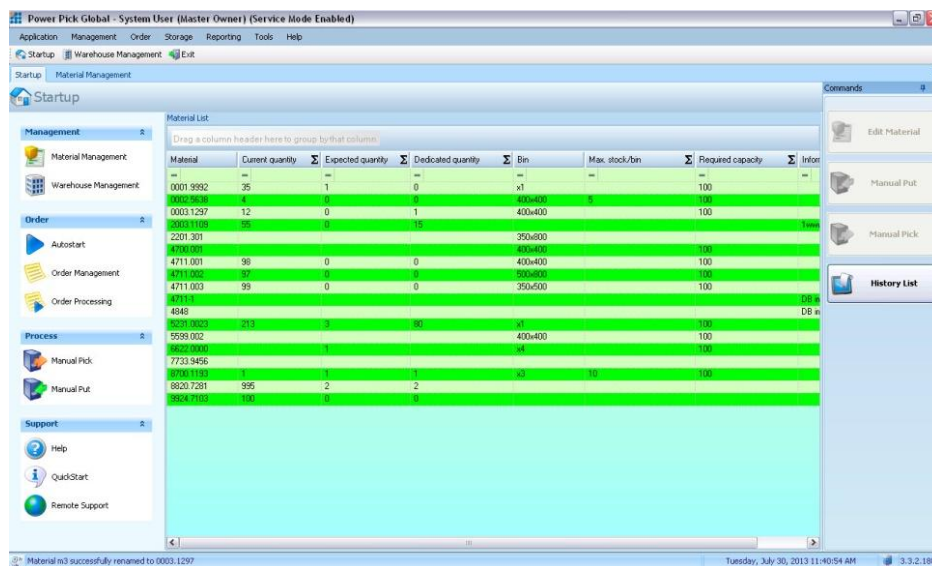
## 7.2. Cleverstore 1000

Cleverstore 1000, (ilustriran na slici 7.2.), se koristi za učinkovito skladištenje i pronalazak materijala. Upravlja prostorom za pohranu i zalihama raznih protoka. Povećava produktivnost rada dizajnom koji korisniku smanjuje a ponekad i potpuno eliminira vrijeme pretraživanja, te time operater brže i učinkovitije radi i pristupa materijalima. Povećava preciznost rada pojednostavljenim metodama unosa, te se time smanjuju greške kod prikupljanja do 99%. Povećava se profitabilnost zbog povećane produktivnosti, dok se kroz radni rok smanjuje vrijeme izuzimanja, a povećavaju se točnost i dostupnost zaliha. Kombinacijom softvera i

automatiziranog sustava za pohranu dobiva se do 85% nekorištenih površina koje se mogu koristiti za daljnji razvoj.

Najvažnije karakteristike:

- Upravljanje zalihama materijala
- Upravljanje skladišnim prostorom
- Smanjenje vremena pronalaženja
- Snimanje korekcija zaliha
- Mogućnost ručnog postavljanja
- Odabir prostora za pohranu pomoću grafičkog prikaza
- Kategorizacija materijala
- Dodjela slike i dokumenta materijalu
- Jednostavno izvještavanje pomoću unaprijed definiranih popisa i izvješća



The screenshot displays the 'Power Pick Global' software interface. The main window shows a 'Material List' table with the following columns: Material, Current quantity, Expected quantity, Dedicated quantity, Bin, Max. stock/bin, and Required capacity. The table contains several rows of material data, including materials like 0001 9992, 0002 9638, 0003 1297, 0003 1195, 2201 307, 4711 000, 4711 002, 4711 000, 8031 0003, 5599 002, 7753 9456, 8076 1193, 8820 7281, and 9804 7103. The interface also includes a sidebar with navigation options like Management, Order, Process, and Support, and a 'Commands' panel on the right with buttons for 'Edit Material', 'Manual Put', 'Manual Pick', and 'History List'. The status bar at the bottom indicates 'Material m3 successfully renamed to 0003.1297' and the date 'Tuesday, July 30, 2013 11:40:54 AM'.

Material	Current quantity	Expected quantity	Dedicated quantity	Bin	Max. stock/bin	Required capacity
0001 9992	35	1	0	41	100	100
0002 9638	4	0	0	400+400	100	100
0003 1297	12	0	1	400+400	100	100
0003 1195	35	0	15		100	100
2201 307				350+600		
4711 000	98	0	0	400+400	100	100
4711 002	37	0	0	500+600	100	100
4711 000	99	0	0	350+600	100	100
8031 0003	213	0	80	41	100	100
5599 002				400+400	100	100
7753 9456		1		41	100	100
8076 1193	1	1	1	40	10	100
8820 7281	995	2	2			
9804 7103	100	0	0			

Slika 7.2. Sučelje programa Cleverstore 1000 [29]

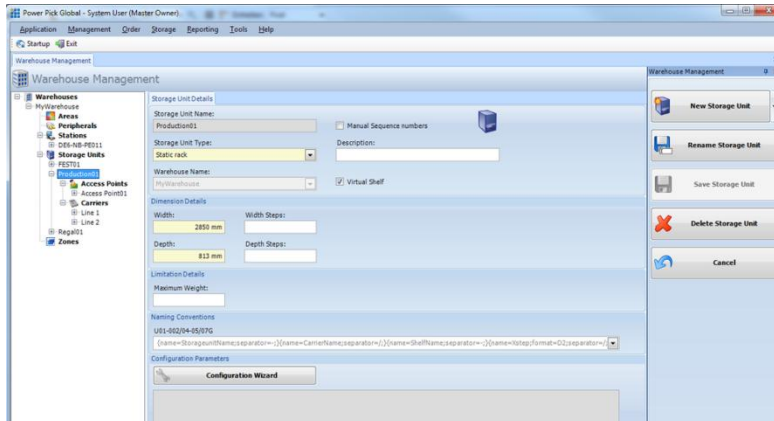


### 7.3. Smartpick 5200

Smartpick 5200, (ilustriran na slici 7.3.), se koristi kao rješenje za upravljanje i obradu naloga za prikupljanje robe, te je posebno prilagođen potrebama elektronike. Bilježe se serijski brojevi tako da prilikom prikupljanja robe ne može doći do pogrešnog sakupljanja jer točan serijski broj unaprijed određen. Pomoću ovog softvera može se povećati produktivnost skladišta jer ima mogućnost višestruke strategije odabira. Može biti vođen preko optimiziranih ispisa ili integriranih automatiziranih svjetlosnih sustava. Točnost izuzimanja se povećava do 99% što bi se moglo pripisati optimiziranim popisima, dobrim provjerama crtičnih kodova i sustavima odabira. Povećava prostor za pohranu, te se tako optimalno iskorištava svaki kvadratni metar.

Najvažnije karakteristike:

- Upravljanje materijalima
- Kategorizacija materijala prema srodnim materijalima
- Upravljanje skladišnim prostorom
- Evidencija pohranjivanja i pronalaženja materijala
- Evidencija korekcije zaliha
- Automatsko generiranje povratnog naloga s razlikom u količini
- Jednostavno izvještavanje pomoću unaprijed definiranih popisa
- Neplanirana ručna uskladištenja i izuzimanja
- Izuzimanja do proizvodnih linija



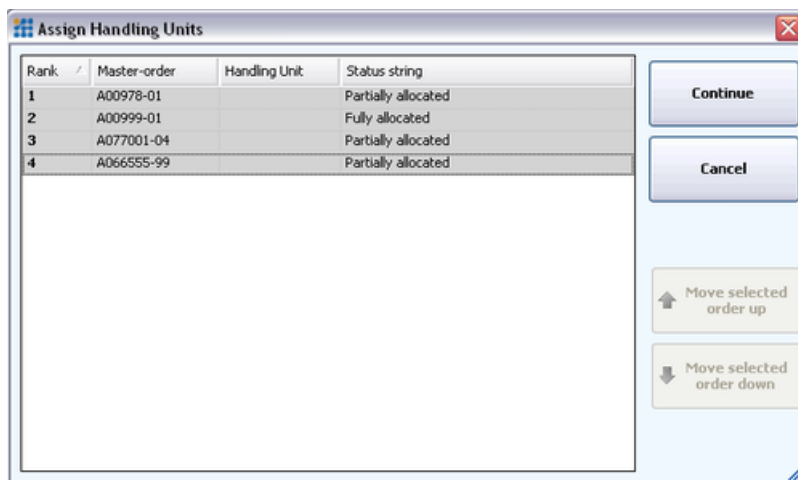
Slika 7.3. Sučelje programa Smartpick 5200 [29]

## 7.4. Smartpick 6000

Smartpick 6000, (ilustriran na slici 7.4.), je višestruka strategija za komisioniranje. Povećava produktivnost jer se više naloga obrađuje odjednom, ustvari više naloga se spaja u jedan veliki nalog. Roba se tada prikuplja iz velikog skupnog naloga zajedno, te se kasnije sortira posebno za svaki manji nalog. Preciznost preuzimanja sa Smartpick 6000 doseže do 99 %.

Najvažnije karakteristike:

- Upravljanje materijalima
- Kombinacija više naloga u jedan veći nalog
- Uvoz podataka o materijalima
- Uvoz podataka o narudžbama
- Podaci o izvozu
- Kategorizacija materijala prema srodnim materijalima
- Upravljanje skladišnim prostorom
- Evidencija uskladištenja i izuzimanja
- Evidencije korekcija zaliha



Slika 7.4. Sučelje programa Smartpick 6000 [29]

## 7.5. Communicator Pro

Communicator Pro je nabolje rješenje za pohranu podataka kod onih firmi koje već rade sa WMS ili ERP sustavom, ali žele još veću učinkovitost od trenutnog stanja. Podaci se mogu prenositi standardnim tekstualnim datotekama ili putem specifičnih sučelja. Ovim sustavom se direktno upravlja materijalom, zalihama i strategijom, te ostalim skladišnim aktivnostima.

Važne funkcije:

- Sinkronizacija podataka materijala sa sustavom
- Izvješća
- Obrada stanja zaliha

## 8. Zaključak

Vertikalni karuseli se koriste u automatiziranim skladištima, te su pogodni za skladištenje malih dijelova i različitih vrsta robe. Pogodni su za sva skladišta, a osobito ona koja su visokih dimenzija jer zbog svojeg izgleda i funkcije dosežu velike visine, a mogu se koristiti i na više etaža.

Sam izgled i rad karusela omogućava brzi protok robe kroz skladište i brzo prikupljanje potrebne robe za isporuku, a još bržu funkciju ima ako se izuzimanje vrši iz više karusela odjednom uz samo jednog operatera.

Pogodan je za robu osjetljivu na prašinu i vanjske utjecaje zbog svojeg zatvorenog tipa, dok se otvor za izuzimanje robe lako može zatvarati. Osiguran je od krađe ili neovlaštenog pristupa posebnim lozinkama za zaključavanje, te je tako roba sigurna unutar vertikalnog karusela.

Imamo više proizvođača koji prodaju vertikalne karusele pa se time neki dijelovi mogu i razlikovati od proizvođača do proizvođača, ali to je uglavnom u jako malim detaljima. Također ima i onih koji koriste vertikalne karusele u svojim tvrtkama. Puno različitih djelatnosti se koristi takvim skladišnim sustavima, bez obzira na to koja vrsta materijala se pohranjuje. Iako si početna ulaganja dosta visoka, može se reći da su kasnije kroz duži vremenski period jako isplativa jer je vremenski vijek karusela jako dug i održavanje je vrlo jednostavno.

Upotreba vertikalnih karusela je jako dobro rješenje za skladišne prostore, uredske prostore, te sve djelatnosti kojima je svrha prikupiti robu, uskladištiti ili izuzeti u što kraćem roku, uz što veću stopu produktivnosti.



IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, JELENA BOCKO (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA I OBLIKOVANJE SUSTAVA S VERTIKALNIM KARUSELIMA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

Jelena Bocko  
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, JELENA BOCKO (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PRIMJENA I OBLIKOVANJE SUSTAVA S VERTIKALNIM KARUSELIMA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

Jelena Bocko  
(vlastoručni potpis)

## 9. Literatura

- [1] <http://bestlogistika.blogspot.hr/2008/07/definicije-logistike.html>
- [2] <http://www.gradimo.hr/clanak/skladista/7812>
- [3] <http://conveyorhandling.com/automation-solutions/vertical-lift-modules-carousels/>
- [4] [http://www.ing.ula.ve/lasdai/?page\\_id=59](http://www.ing.ula.ve/lasdai/?page_id=59)
- [5] [http://www.cisco-eagle.com/material-handling-systems/industrial-carousels/vertical\\_carousels](http://www.cisco-eagle.com/material-handling-systems/industrial-carousels/vertical_carousels)
- [6] [http://www.cisco-eagle.com/material-handling-systems/asrs-systems/unit\\_load](http://www.cisco-eagle.com/material-handling-systems/asrs-systems/unit_load)
- [7] <http://www.unarcorack.com/asrs-systems-details/asrs-systems-unit-load/>
- [8] <http://www.unarcorack.com/asrs-systems-details/mini-load-asrs-system/>
- [9] <https://www.vanderlande.com/warehousing/innovative-systems/storage-asrs/quickstore-miniload>
- [10] <http://shoppasmidamerica.com/common-types-of-forklifts/>
- [11] <http://www.kardex-remstar.com/en/storage-retrieval-systems/megamat-vertical-carousels/advantages.html>
- [12] <http://www.primatlogistika.hr/hr/proizvodi-i-sustavi/skladisni-sustavi/vertikalni-regal-lektriever/vertikalni-regal-lektriever>
- [13] <http://www.cisco-eagle.com/blog/2009/06/03/saving-space-shelves-vs-modular-drawers-vs-vertical-carousels-vs-flow-racks/>
- [14] [https://vistamation.com/vertical\\_carousels.htm](https://vistamation.com/vertical_carousels.htm)
- [15] <http://www.warehousesolutionsinc.com/products/automated-vertical-storage/>
- [16] <http://info.osequip.com/blog/vertical-lift-module-vs-vertical-carousel-what-is-the-right-solution/>
- [17] [http://www.mmh.com/article/kardex\\_remstar\\_purchases\\_alternative\\_handling\\_technologies\\_services\\_group](http://www.mmh.com/article/kardex_remstar_purchases_alternative_handling_technologies_services_group)
- [18] <http://www.kardex-remstar.com/en/kardex-remstar-storage-optimisation/industry-sectors/reference-detail/article/ekk-anlagentechnik-storage-of-lightweight-small-parts.html>
- [19] <http://www.kardex-remstar.com/en/kardex-remstar-storage-optimisation/industry-sectors/reference-detail/article/miller-baekerei-retrieval-of-ingredients.html>
- [20] <http://www.kasten-storage.com/References/Storage-of-Small-Parts/Vertical-Carousel-PATERNOSTER/Koiviston-Auto-Oy-Finland/>

- [21] [https://www.google.hr/search?client=firefox-b-ab&biw=1366&bih=659&tbm=isch&sa=1&q=neautomatizirano+skladi%C5%A1te&oq=neautomatizirano+skladi%C5%A1te&gs\\_l=psy-ab.3...0.0.0.15158.0.0.0.0.0.0.0.0..0.0...0...1..64.psy-ab..0.0.0.4zK7tZ\\_U5ow#imgrc=l-9XL-P7TDvaAM:](https://www.google.hr/search?client=firefox-b-ab&biw=1366&bih=659&tbm=isch&sa=1&q=neautomatizirano+skladi%C5%A1te&oq=neautomatizirano+skladi%C5%A1te&gs_l=psy-ab.3...0.0.0.15158.0.0.0.0.0.0.0.0..0.0...0...1..64.psy-ab..0.0.0.4zK7tZ_U5ow#imgrc=l-9XL-P7TDvaAM:)
- [22] <http://www4.ncsu.edu/~kay/mhetax/StorEq/index.htm>
- [23] <http://www.kardex.com.au/?module=products&action=vertical-carousel>
- [24] <http://www.abelwomack.com/asrs-automated-warehouse-storage-retrieval-systems/>
- [25] <http://www.asrsinc.com/automated-systems/hanel-lean-liftr-vertical-lift-modules>
- [26] <http://www.bartekcorp.com/storage-retrieval-systems>
- [27] <https://www.vanderlande.com/warehousing/innovative-systems/storage-asrs/quickstore-miniload>
- [28] <http://www.kasten-storage.com/Products/Storage-Machines-and-WMS/Vertical-Carousel-PATERNOSTER/>
- [29] [https://www.google.hr/search?q=smartpick+5200&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi0t\\_mso\\_LVAhVNIxQKHxIoDasQ\\_AUICigB&biw=1366&bih=659](https://www.google.hr/search?q=smartpick+5200&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi0t_mso_LVAhVNIxQKHxIoDasQ_AUICigB&biw=1366&bih=659)
- [30] [https://www.google.hr/search?q=vertical+carousel&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjOgbCOPLVAhVHtBQKHATICK8Q\\_AUICigB&biw=1366&bih=659](https://www.google.hr/search?q=vertical+carousel&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjOgbCOPLVAhVHtBQKHATICK8Q_AUICigB&biw=1366&bih=659)
- [31] <https://www.daifuku-logisticssolutions.com/de/solution/function/dense-storage/dd-pallet-asrs.html>
- [32] <http://www.najlepszeuslugi24.pl/ukladnice-w-systemach-transportu-wewnatrz-magazynowego/>
- [33] Goran Đukić, Predavanje, Posebna poglavlja tehničke logistike

## Popis slika

Slika 3.1. Vertikalni podizni modul (VLM) [25].....	7
Slika 3.2. Horizontalni karusel [26] .....	8
Slika 3.3. Vertikalni karusel [5].....	9
Slika 3.4. Automatizirano visoko regalno skladište ( Unit-Load AS/RS) [31] .....	10
Slika 3.5. Automatizirano skladište za male dijelove ( Mini-Load AS/RS)/(Micro-Load AS/RS) [27] .....	11
Slika 3.6. Automatizirano skladište za komisioniranje ( Person-on-bord AS/RS) [32].....	12
Slika 4. Prikaz vertikalnog karusela [30].....	13
Slika 4.1. Prikaz uštede prostora pomoću vertikalnih karusela u .....	14
usporedbi na klasične polične regale i regale ladičare [13].....	14
Slika 4.2. Usporedba vremena ručnog i automatiziranog izuzimanja [13] .....	15
Slika 4.3. Usporedba vertikalnog i horizontalnog karusela [30] .....	17
Slika 4.4. Usporedba vertikalnog karusela i VLM-a [23] .....	18
Slika 4.5. Prikaz mini i micro load AS/RS [24].....	19
Slika 4.6. Person-on-bord AS/RS [22].....	20
Slika 4.7. Prikaz neautomatiziranog skladišta [21].....	21
Slika 5.1. Logo Kardex Remstar tvrtke [17].....	23
Slika 5.2. Prikaz vertikalnog karusela Megamat RS [11] .....	25
Slika 5.3. Prikaz dimenzija karusela Megamat RS [11].....	26
Slika 5.4. Prikaz Logicontrol-a 100 i Logicontrol-a 200 [11] .....	27
Slika 5.5. Logo proizvođača Kasten [28] .....	28
Slika 5.6. Vertikalni karusel Paternoster [28].....	29
Slika 6.3. Prikaz vertikalnog karusela u tvrtki EKK Anlagentechnik [18] .....	33
Slika 6.4. Prikaz vertikalnog karusela (Paternoster) .....	34
u skladištu tvrtke Koiviston Auto [20].....	34
Slika 6.5. Vertikalni karusel u Miller Backerei [19].....	35
Slika 7.1. Sučelje programa Power Pick Global [29].....	38
Slika 7.2. Sučelje programa Cleverstore 1000 [29] .....	39
Slika 7.3. Sučelje programa Smartpick 5200 [29] .....	41
Slika 7.4. Sučelje programa Smartpick 6000 [29] .....	42