

# METODE KOMISIONIRANJA - KOMISIONIRANJE ROBA ČOVJECU U LJEKARNAMA

---

**Klobučar, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Economics in Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:145:197173>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-30**



*Repository / Repozitorij:*

[EFOS REPOSITORY - Repository of the Faculty of Economics in Osijek](#)



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Diplomski studij Logistički menadžment

Ivan Klobučar

**METODE KOMISIONIRANJA – KOMISIONIRANJE ROBA  
ČOVJEKA U LJEKARNAMA**

Diplomski rad

Osijek, 2021. godina

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Ekonomski fakultet u Osijeku

Diplomski studij Logistički menadžment

Ivan Klobučar

**METODE KOMISIONIRANJA – KOMISIONIRANJE ROBA  
ČOVJEKU U LJEKARNAMA**

Diplomski rad

**Naziv kolegija: Transport i skladištenje**

JMBAG: 0010217985

e-mail: iklobucar@efos.hr

Mentor: prof.dr.sc. Davor Dujak

Osijek, 2021. godina

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

Faculty of Economics in Osijek

Graduate Study Logistic management

Ivan Klobučar


**COMMISSIONING METHODS – COMMISSIONING PARTS  
TO PICKER IN PHARMACIES**

Graduate paper

Osijek, 2021.

## IZJAVA

### O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI, PRAVU PRIJENOSA INTELKTUALNOG VLASNIŠTVA, SUGLASNOSTI ZA OBJAVU U INSTITUCIJSKIM REPOZITORIJIMA I ISTOVJETNOSTI DIGITALNE I TISKANE VERZIJE RADA

1. Kojom izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je DIPLOMSKI (navesti vrstu rada: završni / diplomski / specijalistički / doktorski) rad isključivo rezultat osobnoga rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu. Potvrđujem poštivanje nepovredivosti autorstva te točno citiranje radova drugih autora i referiranje na njih.
2. Kojom izjavljujem da je Ekonomski fakultet u Osijeku, bez naknade u vremenski i teritorijalno neograničenom opsegu, nositelj svih prava intelektualnoga vlasništva u odnosu na navedeni rad pod licencom *Creative Commons Imenovanje – Nekomercijalno – Dijeli pod istim uvjetima 3.0 Hrvatska*. 
3. Kojom izjavljujem da sam suglasan/suglasna da se trajno pohrani i objavi moj rad u institucijskom digitalnom repozitoriju Ekonomskoga fakulteta u Osijeku, repozitoriju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku te javno dostupnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu (u skladu s odredbama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, NN br. 123/03, 198/03, 105/04, 174/04, 02/07, 46/07, 45/09, 63/11, 94/13, 139/13, 101/14, 60/15).
4. izjavljujem da sam autor/autorica predanog rada i da je sadržaj predane elektroničke datoteke u potpunosti istovjetan sa dovršenom tiskanom verzijom rada predanom u svrhu obrane istog.

Ime i prezime studenta/studentice: IVAN KLOBUČAR

JMBAG: 0010217985

OIB: 75822980108

e-mail za kontakt: ivan.klobucar13@gmail.com

Naziv studija: DIPLOMSKI STUDIJ LOGISTIČKI MENADŽMENT

Naslov rada: METODE KONISIONIRANJA – KONISIONIRANJE ROBA ČOJEKU U LIKARNAMA

Mentor/mentorica diplomskog rada: PROF. DR. SC. DAVOR DJIAK

U Osijeku, 24. lipnja godine

Potpis

Klobučar Ivan

# Metode komisioniranja – komisioniranje roba čovjeku u ljekarnama

## SAŽETAK

Komisioniranje je jedan od skladišnih procesa koji predstavlja traženje, prikupljanje odnosno izuzimanje i objedinjavanje proizvoda s njihovih skladišnih pozicija prema narudžbi kupca. Komisioniranje zauzima najveći udio u troškovima skladišnih procesa, jer je ono radno najintenzivnija i najskuplja aktivnost za gotovo svako skladište. Procjenjuje se da troškovi odabira narudžbi čine čak 55% ukupnih operativnih troškova skladišta.

Kako bi se proveo postupak komisioniranja, tri funkcijska elementa komisioniranja moraju se združiti na jednom mjestu, a to su: komisionar, jedinica za pristup artiklu i jedinica za prikupljanje narudžbe. Ovisno o kombinaciji ova tri funkcijska elementa odabire se određena metoda komisioniranja pa tako postoji nekoliko podjela metoda komisioniranja, a to su: Metode komisioniranja s obzirom na kretanje proizvoda i komisionara, komisioniranje s obzirom na broj narudžbi te komisioniranje s obzirom na vrstu jediničnog tereta koji se izuzima.

U radu se najveći naglasak daje na metodu „roba čovjeku“ budući da odabrani primjer kojeg se u istraživačkom dijelu rada analizira primjenjuje upravo ovu metodu komisioniranja. Ova metoda specifična je po tome što se kod nje proizvodi u skladištu uz pomoć AS/RS sustava kreću prema stacioniranom komisionaru, odnosno komisioniranje obavlja određeni robot.

Za potrebe rada analizirana je primjena Rowa Vmax robota u ljekarni Tripolski u Osijeku te se nastojalo uočiti prednosti primjene robota u procesu komisioniranja, ali i uočeni su određeni nedostaci te se nastojalo predložiti načine za unaprjeđenje tih nedostataka.

**Ključne riječi:** skladišni procesi, komisioniranje, komisioniranje „roba čovjeku“, komisioniranje „čovjek robi“, tehnologije komisioniranja, Rowa robot, farmaceutska industrija.

# **Commissioning methods – commissioning parts to picker in pharmacies**

## **ABSTRACT**

Commissioning is one of the warehousing processes that represents the search, collection or exclusion and consolidation of products from their storage positions according to the customer's order. Commissioning occupies the largest share in the costs of warehousing processes, because it is the most labor-intensive and most expensive activity for almost every warehouse. It is estimated that order selection costs account for as much as 55% of total warehouse operating costs.

To carry out the commissioning process, the three functional elements of commissioning must be combined in one place, namely: picker, the item access unit and the order collection unit. Depending on the combination of these three functional elements, a certain commissioning method is selected, so there are several divisions of commissioning methods, namely: Commissioning methods regarding product and picker movement, commissioning about the number of orders and excludes.

The paper places the greatest emphasis on the method of "parts-to-picker" since the selected example that is analyzed in the research part of the paper precisely applies this method of commissioning. This method is specific in that the products in the warehouse with the help of the AS/RS system move towards the stationary commission agent, ie the commissioning is performed by a specific robot.

For the purposes of this paper, the application of Rowa Vmax robots in the Tripolski pharmacy in Osijek was analyzed and the advantages of using robots in the commissioning process were noticed, but certain shortcomings were noticed and ways to improve these shortcomings were suggested.

**Keywords: warehousing processes, commissioning, commissioning "parts-to-picker", commissioning of "picker-to-parts", commissioning technologies, Rowa robot, pharmaceutical industry.**

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. METODOLOGIJA RADA.....</b>	<b>2</b>
2.1. PREDMET ISTRAŽIVANJA .....	2
2.2. METODE ISTRAŽIVANJA .....	2
2.3. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA .....	3
2.4. IZVORI ISTRAŽIVANJA.....	4
<b>3. OSNOVE KOMISIONIRANJA U SKLADIŠTU .....</b>	<b>5</b>
3.1. DEFINICIJA I OBILJEŽJA KOMISIONIRANJA.....	5
3.2. PROCES KOMISIONIRANJA .....	7
3.3. IZAZOVI KOMISIONIRANJA .....	9
3.4. METODE USMJERAVANJA.....	12
<b>4. METODE KOMISIONIRANJA.....</b>	<b>17</b>
4.1. METODE KOMISIONIRANJA S OBZIROM NA KRETANJE PROIZVODA I KOMISIONIARA.....	17
4.1.1. <i>KOMISIONIRANJE „ČOVJEK ROBI“</i> .....	18
4.1.2. <i>KOMISIONIRANJE „ROBA ČOVJEKU“</i> .....	19
4.1.3. <i>KOMIBINIRANO KOMISIONIRANJE</i> .....	20
4.2. KOMISIONIRANJE S OBZIROM NA BROJ NARUDŽBI.....	21
4.2.1. <i>KOMISIONIRANJE PREMA NARUDŽBI</i> .....	22
4.2.2. <i>ZONSKO KOMISIONIRANJE</i> .....	23
4.2.3. <i>KOMISIONIRANJE PREMA ARTIKLU</i> .....	24
4.3. KOMISIONIRANJE S OBZIROM NA VRSTU JEDINIČNOG TERETA KOJI SE IZUZIMA .....	25
4.4. TEHNOLOGIJE KOMISIONIRANJA.....	26
4.4.1. <i>KOMISIONIRANJE PAPIRNATIM LISTAMA</i> .....	26
4.4.4. <i>SVJETLOM USMJERENO KOMISIONIRANJE</i> .....	29
4.4.5. <i>VIZIJSKO KOMISIONIRANJE</i> .....	30
<b>5. AUTOMATIZIRANO KOMISIONIRANJE NA PRIMJERU TVRTKE BD ROWA     31</b>	
5.1. PRIMJENA ROBOTA ROWA VMAX U LJEKARNI TRIPOLSKI.....	32
5.2. OPIS METODE KOMISIONIRANJA ROBOTA ROWA VMAX.....	34
5.3. PREDNOSTI I NEDOSTACI RADA ROWA VMAX ROBOTA .....	38
5.4. PRIMJENA ROBOTA ROWA VMAX U FARMACEUTSKOJ INDUSTRIJI .....	40
<b>6. RASPRAVA.....</b>	<b>42</b>
6.1. TESTIRANJE HIPOTEZA.....	42
6.2. PRIJEDLOZI ZA UNAPREĐENJE KOMISIONIRANJA U LJEKARNAMA .....	44
<b>7. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>45</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>46</b>



# 1. UVOD

U svakom poslovanju na neki način se susreće sa skladištem i skladišnim procesima. Skladište je određeni prostor koji se koristi za čuvanje sirovina, poluproizvoda ili gotovih proizvoda koji su u funkciji odvijanja poslovnih procesa, a također se može reći kako je ono točka u logističkoj mreži na kojoj se predmet skladištenja prihvaća ili ga se prosljeđuje u nekom drugom smjeru unutar mreže.

U skladištima se odvijaju i određene skladišne funkcije i procesi, a u njih se ubraja: zaprimanje robe, inspekcija i kontrola kvalitete, raspakiravanje, odlaganje, čuvanje odnosno uskladištenje, komisioniranje narudžbe, razvrstavanje i/ili akumuliranje te pakiranje i otprema pošiljke.

Sve te skladišne funkcije stvaraju određene troškove, a najveći trošak stvara upravo tema ovog rada, odnosno komisioniranje narudžbi. Komisioniranje je vrlo skupo ukoliko ga obavlja ljudski kapital, ali razvoj informacijske tehnologije doveo je do promjena i u obavljanju komisioniranja te se danas govori o automatiziranom komisioniranju čime se utječe na sniženje troškova ljudskog čimbenika.

Brojna istraživanja govore kako upravo informacijska tehnologija ima veliku ulogu u snižavanju troškova, ali i povećanja uspješnosti poduzeća u nastupu na tržištu. Stoga je svrha ovog rada istražiti kako uvođenje automatiziranih uređaja utječe na komisioniranje narudžbi te kakva je njena korisnost u farmaceutskoj industriji, kao industriji u kojoj je ljudski faktor vrlo skup. Naravno ovim radom će se dokazati i koliko automatizirana sredstva mogu zamijeniti ljudski rad.

Komisioniranje uz pomoć automatiziranih uređaja naziva se komisioniranje roba čovjeku odnosno na engleskom *parts to picker*, a taj oblik komisioniranja će se u istraživačkom dijelu obraditi na primjeru farmaceutске industrije, odnosno na primjeni robotske ruke u skladištu osječke *drive in* ljekarne Tripolski.

Ovaj rad prikazati će osnove komisioniranja u skladištu, u sklopu čega će se definirati pojam komisioniranja i njegov proces, metode komisioniranja koje se mogu gledati kao one s obzirom na kretanje proizvoda i komisionara te metode s obzirom na broj narudžbi. Istraživački dio opisati će primjenu robota u farmaciji te će se raspraviti o ovoj temi i dati zaključno mišljenje.

## **2. METODOLOGIJA RADA**

Rad se bavi metodama komisioniranja, a u svrhu diplomskog rada provedena je analiza poduzeća Ljekarna Tripolski, odnosno njihove *drive-in* poslovnice u Osijeku. Tim istraživanjem želi se dokazati kako automatizirana sredstva mogu uvelike unaprijediti rad ljekarne te zamijeniti ljudski faktor čiji je rad u tom sektoru uvelike skup.

### **2.1. PREDMET ISTRAŽIVANJA**

Predmet istraživanja su metode komisioniranja odnosno primjena metode “roba čovjeku” u ljekarnama. Metode komisioniranja odnose se na sam način i redosljed izuzimanja proizvoda u skladištu, a na temelju naloga za komisioniranje. Kako se tvrdi da je komisioniranje najzahtjevniji proces u skladištu, time je došlo do ideje da se obradi ova tema diplomskog rada, a primjer za prikazivanje procesa komisioniranja u praksi odabran je jer je rijedak primjer skladišta sa robotom, uz to u industriji koja je jedna od najrazvijenijih industrija općenito. Metoda komisioniranja “roba čovjeku” je metoda kod koje se proizvodi uz pomoć određenog automatiziranog uređaja kreću ka stacioniranom čovjeku, u ovom slučaju komisionaru. Ljekarna Tripolski u Osijeku upravo je primjer takvog skladišta, jer komisioniranje proizvoda ondje obavlja robotska ruke tvrke BD Rowa, a robot kojeg koriste za obavljanje komisioniranja naziva se Rowa Vmax. Ovim radom želi se istražiti kako robotska ruka u skladišta utječe na obavljanje procesa komisioniranja, ali i može li robot u potpunosti zamjeniti rad ljudskog faktora.

### **2.2. METODE ISTRAŽIVANJA**

Metoda općenito označava planski postupak ispitivanja i istraživanja neke pojave, odnosno način rada za ostvarivanje nekog cilja na filozofskom, znanstvenom, političkom ili praktičnom području (Zelenika, 1998: 313).

U radu je korištena induktivna metoda, jer se iz analize individualnih činjenica nastoji dati opći sud o primjeni robotske ruke u skladišnim procesima komisioniranja.

Također se u praktičnom dijelu rada koristi metoda analize, u ovom slučaju analizira se ljekarna Tripolski u gradu Osijeku te proizvođač robota BD Rowa.

Metoda dokazivanja također je korištena u izradi ovog rada, gdje se nastojalo dokazati kako teorijski definirane tvrdnje uistinu vrijede i u praksi, te su se nastojale dokazati postavljene hipoteze. U slučaju da dođe do odbacivanja postavljene hipoteze, koristit će se i metoda opovrgavanja.

U 4. poglavlju rada odnosno u dijelu u kojem se objašnjavaju metode komisioniranja koristila se metoda klasifikacije budući da se opći pojam dijelio na manje cjeline.

Veći dio ovog diplomskog rada korištena je metoda deskripcije. Deskriptivna metoda je postupak jednostavnog opisivanja ili očitavanja činjenica, procesa i predmeta u prirodi i društvu te njihovih empirijskih potvrđivanja odnosa i veza, ali bez znanstvenog tumačenja i objašnjavanja. Ova metoda upravo je korištena za definiranje pojmova u teorijskom dijelu, ali i za objašnjavanje praktičnog dijela rada.

U teorijskom dijelu također je korištena metoda kompilacije, odnosno korištene su zaključci stručnjaka kako bi se definiralo pojedine aspekte komisioniranja.

Prilikom izrade rada korištena je i metoda opažanja, kako bi se uvidjelo da određene činjenice koje vrijede u teoriji, vrijede i u praksi, odnosno kako ih i ljekarna Tripolski primjenjuje.

Osim metode opažanja, za izradu praktičnog dijela rada korištena je i metoda intervju, gdje se intervjuom opisao rad robota te su se doznale neke zanimljivosti o robotu od voditelja ljekarne Tripolski u Osijeku.

### **2.3. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA**

U radu će se postaviti nekoliko hipoteza kako bi se dokazalo kako novi trendovi uistinu mogu doprinijeti u efikasnosti obavljanja svakodnevnih zadataka.

Hipoteza istraživanja su sljedeće:

H1: Robotska ruka može značajno utjecati na brzinu i točnost obavljanja komisioniranja.

H2: Robotska ruka može u potpunosti zamijeniti rad čovjeka u ljekarnama glede komisioniranja.

H3: Robot za komisioniranje može smanjiti troškove u ljekarni.

H4: Robot može omogućiti upotrebu metode komisioniranja „roba čovjeku“ u ljekarnama.

Analizom rada robota u procesu komisioniranja će se ispitati točnost ovih četiriju hipoteza te će se rezultati istraživanja potkrijepiti dokazima.

## **2.4. IZVORI ISTRAŽIVANJA**

Izvori koje se koristi u ovome radu su sekundarne prirode, odnosno u teorijskom dijelu već obrađene teme, dok se će se analizom rada robota u ljekarni Tripolski dobiti i određeni primarni podaci.

U izradi rada koristila se određena stručna literatura, nekoliko radova na ovu temu koji su nešto detaljnije obradili određene vrste komisioniranja, jer dolaze s fakulteta van ekonomskih znanosti. Zatim su korištena autorizirana predavanja profesora Dujaka iz kolegija Transport i skladištenje te nekoliko internetskih stranica.

Poteškoća prilikom analize ljekarne Tripolski nije bilo, jer je vodstvo poslovnice *drive in* ljekarne u Osijeku otvoreno za suradnju i puno toga se moglo doznati od njih, ali i vidjeti sam rad robota i na taj način produbiti znanja u teoriji, ali i povezati ih s praksom.

### 3. OSNOVE KOMISIONIRANJA U SKLADIŠTU

Tema ovog rada su metode komisioniranja, stoga će se prvotno definirati ova skladišna operacija te dati uvid u njegova obilježja. Također će se obraditi cijeli proces komisioniranja te nabrojati i opisati metode routinga.

#### 3.1. DEFINICIJA I OBILJEŽJA KOMISIONIRANJA

„Komisioniranje predstavlja prikupljanje i objedinjavanje potrebnih količina iz asortimana proizvoda prema zadanim narudžbama“ (Gudehus, Kotzab, 2012:535).

Drugim riječima komisioniranje označava procese koji se realiziraju u skladištima i uključuje sve aktivnosti koje prate izdavanje traženog asortimana robe prema vrsti i količini u cilju ispunjenja narudžbe korisnika.

Ova operacija u skladišnim procesima predstavlja središnji dio protoka roba od dobavljača do kupca. Nakon zaprimanja zahtjeva slijedi komisioniranje robe u skladištu. Prema zahtjevu korisnika, u skladištu se najprije nastoji utvrditi mogućnost isporuke tražene robe prema vrsti i količini. Nakon toga slijedi organizacija redoslijeda komisioniranja i izrada potrebne dokumentacije. Komisioniranje je operacija tijekom koje se prema zahtjevima korisnika prikuplja roba u skladištu i formira pošiljka spremna za otpremu (Habazin, 2016).

Slikom 1 prikazati će se udio troškova u skladišnom procesu.



Slika 1: Operativni troškovi u skladišnom procesu; (izvor: Hajdul, M., Lerher, T., Sgarbossa, F., Dujak, D. (2021). *Transport i skladištenje*; Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku)

Može se vidjeti kako upravo komisioniranje zauzima najveći udio u troškovima skladišnih procesa. Samim time kvaliteta obavljanja procesa u skladištu uvelike ovisi o organizaciji postupka komisioniranja, jer je ono radno najintenzivnija i najskuplja aktivnost za gotovo svako skladište. Procjenjuje se da troškovi odabira narudžbi čine čak 55% ukupnih operativnih troškova skladišta. Posljedično, skladišni profesionalci smatraju da je komisioniranje narudžbi najistaknutije područje poboljšanja produktivnosti u cilju smanjenja operativnih troškova u skladištima (De Koster i dr; 2007).

Kako je komisioniranje proces tako kod njega postoje određeni parametri koji pokazuju razinu kvalitete procesa komisioniranja. Čimbenici odnosno obilježja ovog procesa, koji utječu na kvalitetu i vrijeme potrebno za izuzimanje skladišnih jedinica kod komisioniranja su produktivnost, brzina i točnost.

„Produktivnost komisioniranja može se provjeriti iz broja izuzetih skladišnih jedinica sa skladišnih pozicija u određenom vremenskom intervalu“ (Benjaafar, 2008).

Kod komisioniranja pojedinačnih artikala promatra se stvaran broj izuzetih artikala sa skladišnih pozicija u jednome satu, dok se kod komisioniranja kutija promatra broj izuzetih kutija sa skladišnih pozicija u jednome satu, a kod komisioniranja cijelih paleta promatra ukupan broj paleta također u jednome satu. Produktivnost komisioniranja može se promatrati i za duži vremenski interval (dan, tjedan, mjesec), ali najpouzdaniji rezultat najčešće dobiva se koristeći vremenski interval od jednoga sata.

„Brzina komisioniranja je vrijeme ciklusa potrebnog za izvršenje samog procesa komisioniranja, odnosno jednog korisnikovog naloga“ (Benjaafar, 2008).

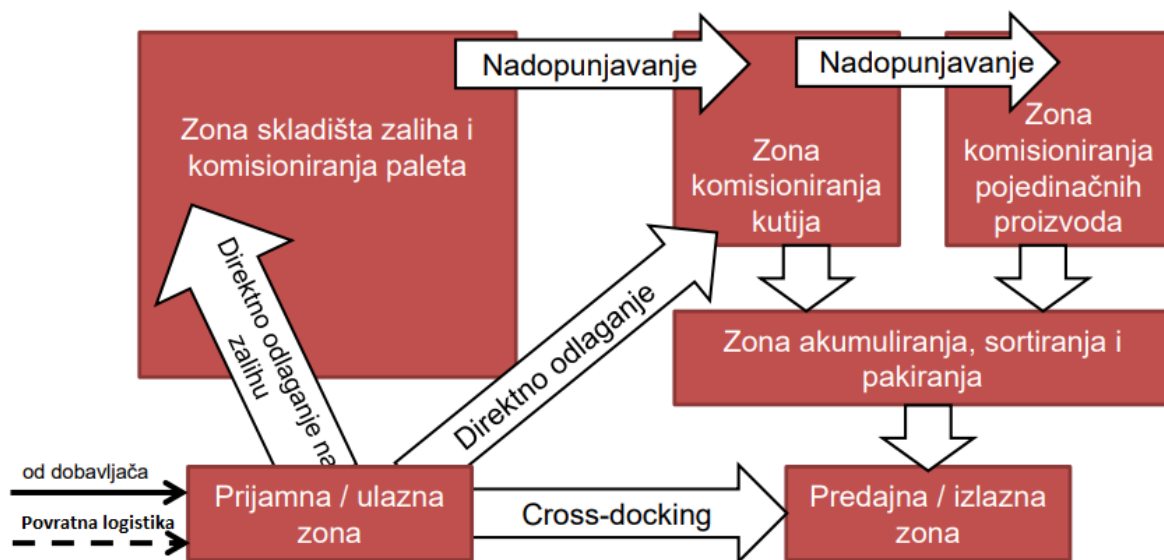
U vremenski ciklus ubraja se vrijeme od zaprimanja naloga za izuzimanje skladišnih jedinica sa skladišta pa sve do trenutka odlaganja palete u otpremnu zonu. Vrijeme potrebno za komisioniranje jednog naloga podijeljeno je na bruto i neto vrijeme komisioniranja. U neto vrijeme spada vrijeme potrebno isključivo za izuzimanje robe sa skladišnih pozicija od početka zaprimanja naloga pa sve do izuzimanja zadnjeg artikla prema nalogu. U bruto vrijeme, uz neto vrijeme, spada vrijeme potrebno za preslagivanje palete, omatanje odnosno osiguravanje palete te vrijeme potrebno za dostavu komisionirane palete na otpremnu zonu (Župančić, 2015).

Točnost je jedan od ključnih elemenata koji utječe na kvalitetu procesa komisioniranja, a odnosi se na ispravnost u količini izuzetih proizvoda (Benjaafar, 2008).

Kako bi se ispunio parametar točnosti komisioniranja važno je detaljno analizirati kupčev nalog te iz skladišta izuzeti točno onu robu koju kupac traži u naručenoj količini.

### 3.2. PROCES KOMISIONIRANJA

Postupak komisioniranja odnosno proces komisioniranja iniciran je narudžbom kupca, no naravno prethodno treba osigurati zalihu tražene robe u skladištu. Odnosno kako bi proces komisioniranja bio učinkovit, svi skladišni procesi moraju biti povezani u cjelinu, a to prikazuje slika 2.



Slika 2: Tipične skladišne funkcije i tokovi; (izvor: Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H., Tanchoco, J.M.A. (2003). *Facilities Planning*, NJ: John Wiley & Sons)

Opskrba skladišta robom ubraja se u nulti korak procesa komisioniranja, a nakon zaprimanja narudžbe kupca slijedi još 5 koraka ovog procesa, a tu su:

1. Priprema procesa komisioniranja,
2. Putovanje,
3. Traženje proizvoda,
4. Izuzimanje proizvoda,
5. Ostalo (Tompkins i dr; 2003:445).

Nakon osiguranja robe u skladištu potrebno je pripremiti potrebnu dokumentaciju i opremu za komisioniranje, a nju čine nalog za komisioniranje i radna sredstva za komisioniranje.

Priprema komisioniranja ovisi o metodi komisioniranja o kojima će se detaljnije u idućim poglavljima rada. Tako nalog može biti u papirnatom obliku ili kao dokument koji se nalazi na uređajima koji se koriste u komisioniranju. Sredstva za komisioniranje mogu biti određeni sanduci, posude, kutije i slični predmeti u koje će komisionar spremati proizvode koje komisioniranjem izuzme sa skladišnog mjesta.

Nakon dolaska narudžbe i pripreme komisioniranja, započinje korak koji se naziva putovanje, a on predstavlja sam put komisionara u skladištu u potrazi za proizvodima koje je na zahtjev kupca potrebno izuzeti sa njihovog skladišnog mjesta. Ovaj korak u procesu komisioniranja čini čak 50% vremena procesa te je jako važno tražiti načine i metode kako bi se vrijeme putovanja smanjilo.

Treći korak odnosno traženje proizvoda odnosi se na odabir skladišnih prolaza i regala s ciljem pronalaska lokacije proizvoda kojeg je na temelju naloga za komisioniranje potrebno izuzeti s njegovog mjesta. Ako se promatra vrijeme trajanja koraka u procesu ovaj korak se prema trajanju nalazi iza putovanja te se i ovdje razvijaju određeni modeli na temelju kojih se trajanje ovog koraka smanjuje.

Izuzimanje proizvoda četvrti je korak, a u njemu se proizvodi izuzimaju s njihove skladišne pozicije i stavljaju u posudu ili neki drugi predmet u kojega se odlažu komisionirani proizvodi.

Posljednji korak Tompkins (2003:447) navodi kao korak ostalo, odnosno to bi bili svi oni poslovi koje komisionar obavlja u procesu komisioniranja, a nisu kompleksni kao prethodno opisani. Tako se u poslove ubraja prihvaćanje informacija, njihova obrada, kontrola, odstranjivanje pakovanja i slični zadaci.

Nakon što su prikupljeni odnosno komisionirani svi proizvodi koji se nalaze u nalogu ili u više naloga, posuda ili neki drugi predmet u koje se odložila komisionirana roba odlaže se, a komisionirana roba se akumulira, sortira i pakira kako bi bila spremna za otpremu prema kupcu.

Nadalje će se obuhvatiti izazove procesa komisioniranja odnosno kako se minimalizira njihov utjecaj u komisioniranju. To se ponajviše odnosi na vrijeme trajanja određenih koraka, ali i na načine na koje se roba raspoređuje u skladištu.



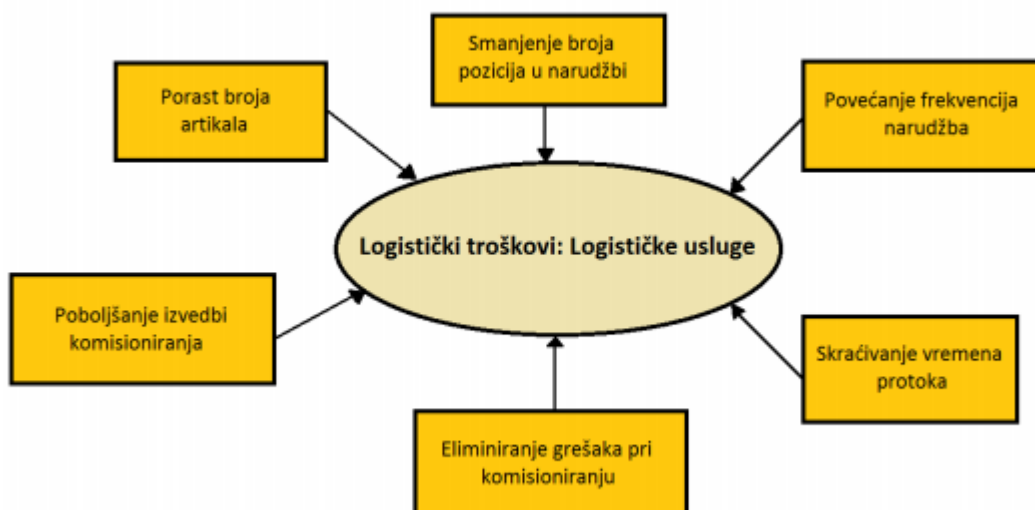
### 3.3. IZAZOVI KOMISIONIRANJA

Komisioniranjem je sve teže upravljati, a čemu doprinose nove strategije u poslovanju i marketingu koje iziskuju da se manje narudžbe isporučuju češće i s većom točnošću te pojava sve većeg broja jedinica robe u skladištu u cilju što šireg asortimana koji će zadovoljiti raznovrsne potrebe potrošača.

Na slici 3 prikazani su osnovni zahtjevi prema procesu komisioniranja odnosno izazovi učinkovitosti komisioniranja. Postavljeni su sljedeći konkretni ciljevi za komisioniranje:

- povećanje performansi komisioniranja,
- smanjenje broja grešaka tijekom realizacije komisioniranja,
- skraćivanje vremena protoka narudžba (Đurđević, 2013).

„Učinkovitost ovog procesa u velikoj su mjeri zavisne o samom projektnom rješenju skladišta, kao i o načinu na koji je sam proces organiziran i upravljan. Samim time dolazi do potrebe da skladište bude prilagođeno zahtjevima kako bi sustav komisioniranja bio adekvatno izabran i uobličen“ (Đurđević, 2013).



Slika 3: Zahtjevi prema procesu komisioniranja ; (izvor: Đurđević B.D.: Razvoj modela za izbor i uobličavanje komisione zone)

Najveći izazov u komisioniranju predstavlja vrijeme putovanja, jer ono stvara trošak, a ne donosi vrijednost pa je ključno unaprijediti proces komisioniranja kako bi se smanjilo vrijeme putovanja. Kako bi se smanjilo vrijeme komisioniranja mjeri se prosječna udaljenost pri jednoj turi komisioniranja i ukupna udaljenost pri komisioniranju. Minimiziranjem prosječne udaljenosti ujedno se minimizira i ukupna pređena udaljenost pri komisioniranju (Dujak, 2020).

Minimiziranje pređene udaljenosti pri komisioniranju zahtjeva sustavan pristup određivanju metodi komisioniranja, *layouta* skladišta, rasporeda robe u skladištu, prijelaza između izuzimanja i sortiranja, tehnologije komisioniranja u skladištu i skladišnih ruta. Kada se cjelovito organiziraju svi ovi čimbenici, tada se dobivaju optimalni rezultati, odnosno smanjuje se vrijeme putovanja (Dujak, 2020).

Brojni su izazovi s kojima se skladišta svakodnevno suočavaju u obavljanju komisioniranja pa je stoga važno istaknuti i načine na koje se može povećati učinkovitost u obavljanju komisioniranja. Kako bi se podigla razina učinkovitosti komisioniranja postoji nekoliko načela odabira narudžbi, čijom primjenom komisionari utječu na kvalitetu obavljanja ovog procesa.

„Neovisno o veličini, misiji, opsegu, inventaru, zahtjevima kupca ili vrsti kontrolnog sustava operacije skladištenja, postoje određena načela koja se jednako dobro primjenjuju na funkciju odabira narudžbi“ (Tompkins i dr; 2003:447).

Stoga se ističu sljedeća načela:

#### 1. Primjena Paretovog zakona

Prije objašnjenja primjene ovog zakona u komisioniranju, potrebno je definirati pojam. Talijanski ekonomist Pareto primijetio je da 80% svjetskog bogatstva posjeduje 20% ljudi. Iznenadujuće, njegova se zapažanja odnose na nekoliko aspekata planiranje proizvodnje. Na primjer, Paretov zakon često se primjenjuje na kombinaciju proizvodnog postrojenja. Odnosno, 80% opsega proizvodnje pripisuje se 20% proizvedenih dobara ili primjerice u prodaji 80% generiranog prihoda ostvaruje se prodajom 20% proizvoda (Tompkins i dr; 2003).

U operaciji skladištenja Paretovo pravilo odnosi se na mali broj jedinica za čuvanje zaliha, odnosno engleski *stock keeping unit* (u nastavku SKU) koje čine velik dio inventara. Isto tako, mali broj SKU predstavljat će velik dio propusnosti u skladištu. Ako se artikli koji su

popularni, drugačije rasporede u skladištu, može se smanjiti vrijeme putovanja u skladištu tijekom izuzimanja proizvoda. Ovo je vrlo dobar zakon čijom primjenom se itekako može utjecati na skraćivanje vremena.

## 2. Korištenje odgovarajuće dokumentacije

Korištenje dokumentacije za komisioniranje koja je jednostavna za čitanje. Narudžba kupca pretvara se u nalog na temelju kojeg komisionar obavlja svoj posao. Razlog zašto se ne koristi narudžba je u tome što narudžba uključuje vanjske informacije i osmišljena je tako da pomogne korisniku u funkciji primanja, a ne komisionaru. Informacije treba navesti redoslijedom koji je potreban: lokacija, broj zaliha, opis, jedinica materijala i potrebna količina. Osim toga, može se zabilježiti svako posebno označavanje ili pakiranje. Font treba biti jednostavan za čitanje.

„Osnovni principi komisioniranja koriste dokumentaciju koja optimira rute kretanja osoblja čime se smanjuje nepotrebno kretanje komisionara ili uređaja po skladištu te izbjegava obilazak lokacija u skladištu sa nedovoljnim zalihama. Upotreba učinkovitog sustava za adresiranje u skladištu omogućuje ažuriranje lokacija artikla te se na taj način ubrzava postupak prikupljanja robe i izbjegava nepotrebno traženje. Vrlo je bitna pouzdanost i razina obučenosti osoblja kako bi se smanjile zamjerke korisnika zbog netočnosti narudžba. Izbjegavanje prebrojavanja i potvrđivanje narudžbe povećava se brzina te potvrđuje točnost isporuke, a potrebno je i minimalizirati vrijeme potrebno za popunjavanje dokumentacije kako bi se dobilo na brzini“ (Rogić, 2014).

## 3. Održavati učinkovit sustav lociranja zaliha.

Nije moguće imati učinkovit sustav za odabir narudžbi bez učinkovitog sustava za lociranje zaliha. Da bi se izuzelo bilo koju stavku naloga, prvo ju je potrebno pronaći. Ako komisionar ne zna određenu lokaciju, vrijeme mora biti utrošeno na traženje proizvoda, što nije niti dodana vrijednost niti je produktivno. Bez fiksne lokacije je nemoguće iskoristiti Pareto zakon, a bez sustava za lociranje zaliha nije moguće imati unaprijed usmjereni nalog za komisioniranje (Tompinks i dr; 2003).

U kontekstu komisioniranja nužno je riješiti dva problema:

1. Problem *layouta* postrojenja
2. Problem konfiguracije prolaza (Dujak, 2020).

Problem *layouta* postrojenja odnosi se na izbor lokacije različitih skladišne odjela kao što su primanje/ulaz, komisioniranje, skladište zaliha, otprema/izlaz. U obzir se uzimaju odnosi između aktivnosti koje se u njima odvijaju, a u cilju minimiziranja manipulativnih troškova tj. glavni cilj je smanjiti udaljenost koja se prelazi.

Problem konfiguracije prolaza odnosno interno oblikovanje *layouta* je određivanje broja blokova, te broja, dužine i širine svakog bloka u komisionom/skladišnom dijelu, a također s ciljem smanjenja udaljenosti.

Uz *layout* je neizostavno vezan i raspored robe u skladištu ili drugim riječima princip pomoću kojeg se nekom proizvodu određuje njegova lokacija u skladištu. Postoje različiti oblici rasporeda robe, a neki od najpoznatijih rasporeda u skladištu su: varijabilni (kaotični), fiksni, na temelju prometa, ABC klasifikacija, obiteljsko grupiranje (proizvodi koji su komplementarni u potražnji) ili kombinirani oblik više metoda (Dujak:2020). Ono najvažnije kod rasporeda robe je da bude praktičan za metodu komisioniranja koja se koristi, ali i da se pri tome vodi računa o obrtaju zaliha kako bi se bliže smjestili oni proizvodi koje će biti potrebno češće izuzimati.

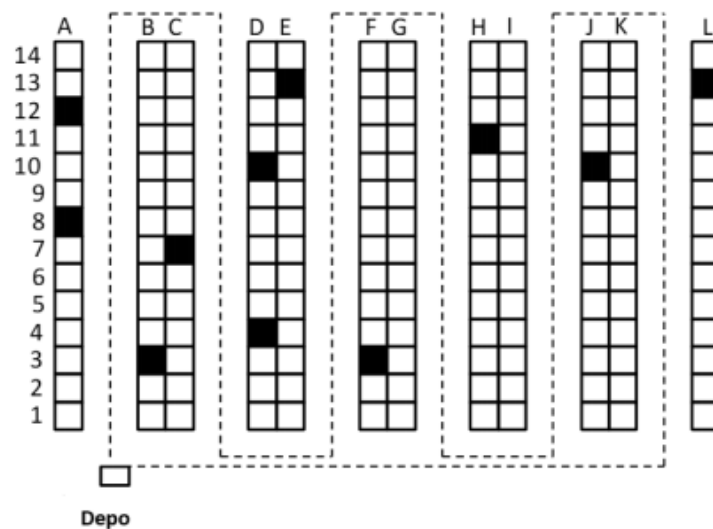
Sve ove izazove zahtjevno je implementirati, jer ponekad odabir jednog parametra može utjecati na učinkovitost drugog te je vrlo važno dobro organizirati proces komisioniranja vodeći računa o ovim izazovima. Ako se sve dobro analizira onda će odabrani način komisioniranja biti efikasan te vrijeme putovanja neće imati toliki udio u ukupnom vremenu komisioniranja.

### **3.4. METODE USMJERAVANJA**

„Usmjeravanja ili engl. *routing* je redoslijed prikupljanja i smjera kretanja pri komisioniranju“ (Dujak i dr; 2021:95). Postoji nekoliko politika usmjeravanja razvijenih i korištenih u praksi, a u ovom radu opisati će se: metoda S-oblika, metoda povratka, metoda srednje točke, metoda najvećeg razmaka, kombinirana te optimalna metoda. One se kreću od vrlo jednostavnih do nešto složenijih metoda. Izbor pojedine metode ovisi o položaju proizvoda koji se nalaze u nalogu i o njihovoj lokaciji u skladištu. Cilj ove prakse jest pronaći najkraći put prikupljanja artikala (De Koster i dr; 2007:498).

## 1. Metoda S-oblika (engl. *S-shape ili traversal*)

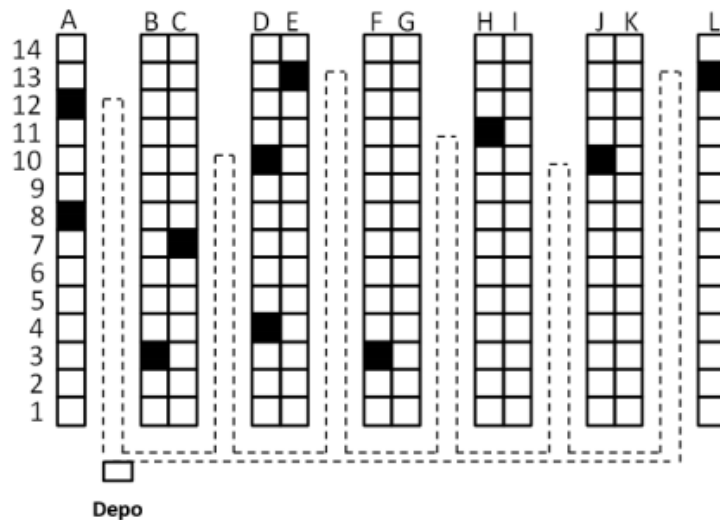
Ova metoda je najjednostavnija metoda usmjeravanja. Kod ove metode komisionar ulazi u svaki prolaz u kojem se nalazi barem jedan artikl kojeg je potrebno izuzeti i mora proći cijelim prolazom, a samo se prolazi u kojima se ništa na treba izuzeti preskaču. Nakon izuzimanja posljednjeg proizvoda komisionar se vraća na depo. Na slici je napravljena iznimka za posljednji posjećeni prolaz u slučaju da je broj prolaza koji treba posjetiti neparan. U tom se slučaju povratno putovanje obavlja u zadnjem posjećenom prolazu (Dujak i dr; 2021:95).



Slika 4: Primjer politike S-oblika u skladištu s jednim blokom (izvor: Hajdul, M., Lerher, T., Sgarbossa, F., Dujak, D. (2021). *Transport i skladištenje*; Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku)

## 2. Metoda povratka (engl. *Return method*)

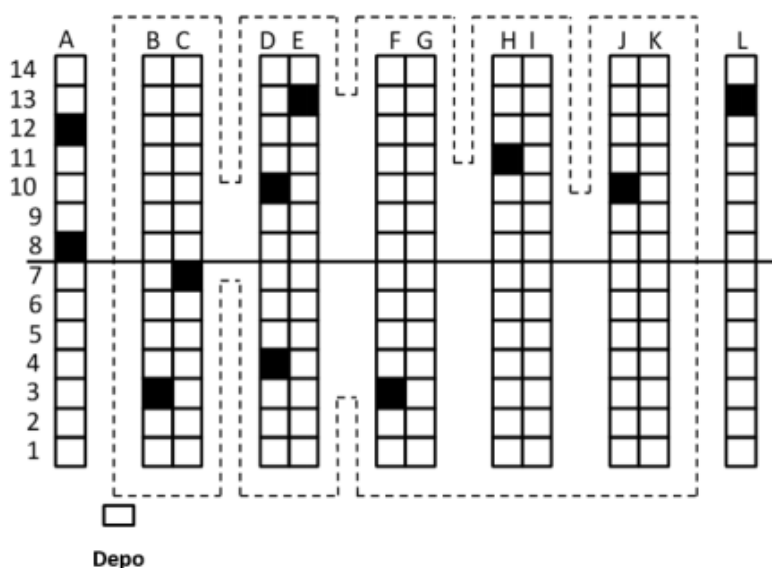
Ovo je još jedna jednostavnija metoda, a jedina je opcija kod skladišta koja imaju samo jedan poprečni prolaz. Kod ove metode komisionar ulazi u svaki red gdje je potrebno izuzeti proizvod, uvijek iz prednjeg prolaza ulazi u rad, pokupi robu te se vraća do glavnog prolaza i tu radnju ponavlja kroz cijelo skladište. Primjer ove metode prikazati će se na slici 5.



Slika 5: Primjer politike povratka u skladištu s jednim blokom (izvor: Hajdul, M., Lerher, T., Sgarbossa, F., Dujak, D. (2021). *Transport i skladištenje*; Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku)

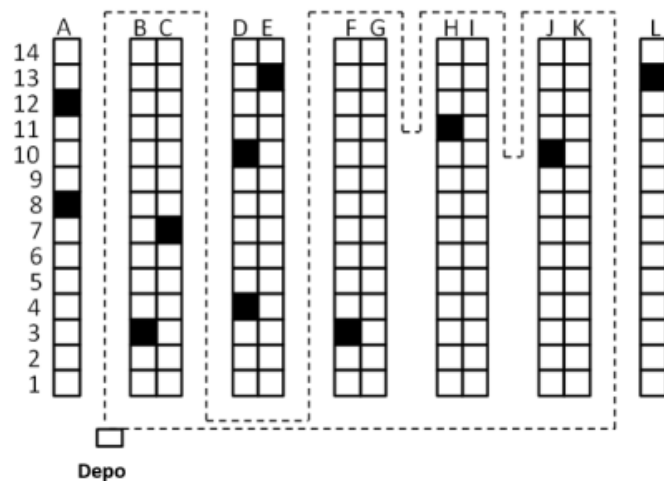
### 3. Metoda srednje točke (engl. *Midpoint method*)

Metoda srednje točke je također jedna od jednostavnih politika usmjeravanja, a izgleda kao metoda povrata za dvije polovice skladišta. Kod ove metode skladište se dijeli na dva područja. Proizvodima u prvoj polovici su pristupa se s prednjeg poprečnog prolaza, a proizvodima u stražnjoj polovici pristupa se sa stražnjeg poprečnog prolaza. Samo se prvi i zadnji posjećeni prolaz u potpunosti prolaze. Metoda srednje točke ima bolje rezultate od metode S-oblika kada je broj proizvoda koji se izuzima po prolazu mali (De Koster i dr:2006).



Slika 6: Primjer politike srednje točke u skladištu s jednim blokom (izvor: Hajdul, M., Lerher, T., Sgarbossa, F., Dujak, D. (2021). *Transport i skladištenje*; Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku)



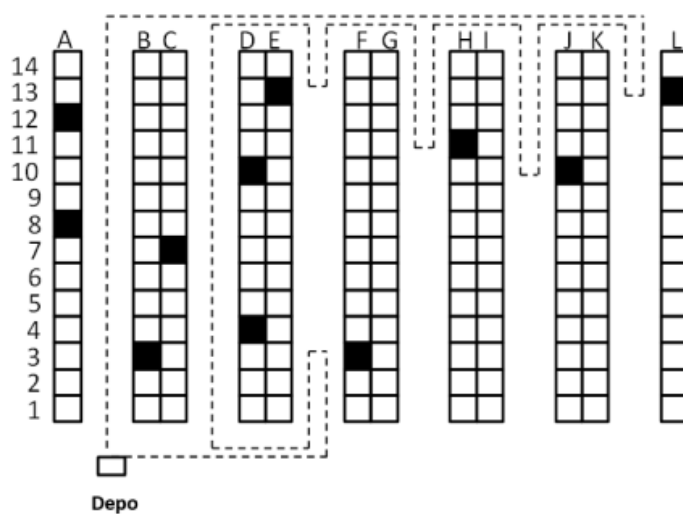


Slika 8: Primjer kombinirane politike u skladištu s jednim blokom (izvor: Hajdul, M., Lerher, T., Sgarbossa, F., Dujak, D. (2021). *Transport i skladištenje*; Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku)

## 6. Optimalna metoda

Posljednja metoda usmjeravanja odnosno *routinga* koja će se opisati je optimalna metoda. Ova metoda je kombinacija svih metoda usmjeravanja s izražajnom komponentom dinamičkog programiranja koja joj daje mogućnost da gleda u prolaze ispred sebe. (Dujak i dr; 2021:100)

Kod nje se na temelju matematički razvijenog algoritma određuje put kretanja, a algoritam je sposoban razmotriti sve mogućnosti kretanja unutar i između glavnih prolaza. Primjer ove metode također će se prikazati slikom.



Slika 9: Primjer optimalne politike u skladištu s jednim blokom (izvor: Hajdul, M., Lerher, T., Sgarbossa, F., Dujak, D. (2021). *Transport i skladištenje*; Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku)



## **4. METODE KOMISIONIRANJA**

Kako bi se proveo postupak komisioniranja, tri funkcijska elementa komisioniranja moraju se združiti na jednom mjestu, a to su:

- komisionar,
- jedinica za pristup artiklu,
- jedinica za prikupljanje narudžbe (Gudehus i Kotzab, 2012).

Komisionar je fizička osoba ili automatizirani uređaj koji obavlja proces komisioniranja. Jedinica za pristup artiklu predstavlja određeni regal ili neki drugi skladišni objekt na kojem se nalaze proizvodi određenog artikla. Mogu imati prostorno razdvojeno nadopunjavanje i izuzimanje artikala ili zajedničko. Dok je jedinica za prikupljanje narudžbe određena posuda, kutija ili slični predmet u koji komisionar odlaže izuzeti proizvod za vrijeme komisioniranja (Gudehus i Kotzab, 2012).

Ovisno o kombinaciji ova tri funkcijska elementa odabire se određena metoda komisioniranja pa tako postoji nekoliko podjela metoda komisioniranja, a to su:

- Metode komisioniranja s obzirom na kretanje proizvoda i komisionara,
- Komisioniranje s obzirom na broj narudžbi,
- Komisioniranje s obzirom na vrstu jediničnog tereta koji se izuzima.

U skladištima postoji više metoda komisioniranja, no one se najčešće paralelno koriste, a nadalje u radu će se objasniti zašto je to moguće, ali će se također objasniti svaka od tih metoda.

### **4.1. METODE KOMISIONIRANJA S OBZIROM NA KRETANJE PROIZVODA I KOMISIONIARA**

Prva podjela metoda komisioniranja odnosi se na kretanje proizvoda i komisionara, kod koje postoje dvije vrste komisioniranja. Prva se odnosi na kretanje čovjeka ka robu, tj. kod ove metode se komisionar kreće skladištem i izuzima proizvode s njihovih stacioniranih lokacija. Druga vrsta komisioniranja naziva se „roba čovjeku“ odnosno kao što sam naziv kaže kod ove metode se roba uz pomoć određenih AS/RS sustava kreću prema stacioniranom komisionaru.

Nadalje će se detaljnije objasniti obje metode te prednosti i nedostaci primjene ovih metoda.

#### 4.1.1. KOMISIONIRANJE „ČOVJEK ROBI“

Prva metoda komisioniranja koja će se opisati jest metoda „čovjek robi“, a ona predstavlja najčešće korištenu metodu ove podjele, a u nastavku će se detaljnije opisati.

„U komisioniranju prema principu „čovjek robi“ komisionar se kreće, hodajući ili vozeći se na transportnom sredstvu, do pozicije sa koje treba izuzeti robu. Kako se aktivnost izuzimanja najčešće obavlja u prolazima između regala, ova grupa sustava vrlo se često naziva i sustavi „u prolazima““ (Bartholdi, 2011).

Pristupne jedinice smještene su na fiksnim mjestima jedan do drugoga na podu ili u stalcima. Cilj uređenja skladišta u kojemu se obavlja ova metoda komisioniranja jest postići kratke staze, dobru raspoloživost i optimalnu iskoristivost prostora. Komisionar se seli s jedinicom za prikupljanje na mjesta gdje je potrebno izuzeti proizvod. Proizvodi koje treba izabrati i njihova lokacija označeni su nalogom za komisioniranje ili nekom drugom tehnologijom komisioniranja. Komisionar i/ili vozilo kreće od depoa, preuzima prazne jedinice za sakupljanje, seli se na prvo mjesto s kojeg treba izuzeti proizvod, odabire tražene količine, stavlja ih u jedinicu za sakupljanje i čita sljedeći artikl. To se ponavlja dok se ne izabere posljednji artikl za narudžbu. Komisionar se potom vraća u centralnu stanicu, gdje se spremaju komisionirane narudžbe i preuzimaju novi nalozi (Gudehus i Kotzab, 2012:544).

Prednosti ove metode su sljedeće:

- Minimalni tehnički zahtjevi,
- Jednostavna organizacija uz ili bez računalne potpore ,
- Kratko vrijeme dostave narudžbe,
- Brze narudžbe, samostalne narudžbe, serije narudžbi, djelomične narudžbe kao i cjelovite narudžbe se mogu izvršavati istovremeno,
- Velika fleksibilnost s obzirom na promjenjivu potražnju za komisioniranjem i promjene asortimana,
- Primjenjiva za sve vrste robe (Gudehus i Kotzab, 2012:544).

Zbog tih prednosti, komisioniranje „čovjek robi“ najčešća je metoda u poslovnoj praksi. Međutim, njegovi se nedostaci ponekad zanemaruju i podcjenjuju:

- dugačke udaljenosti kod širokog asortimana s jedinicama za pristup velikih dimenzija zahtijevaju više komisionara nego druge metode,

- potreban dodatan prostor ako su mjesta izuzimanja i mjesta nadopunjavanja prostorno odvojena,
- problemi s nadopunjavanjem nakon iscrpljujućeg zahvata, kada je izabrana zadnja jedinica i kada su potrebne dodatne jedinice istim redoslijedom (Gudehus i Kotzab, 2012:544).

#### 4.1.2. KOMISIONIRANJE „ROBA ČOVJEKU“

„U sustavima komisioniranja prema principu „roba čovjeku“ funkcionira tako da materijal koji treba izuzeti kreće se do komisionara. Mjesto izuzimanja nalazi se na kraju prolaza, pa se ovi sustavi još nazivaju i sustavi „na kraju prolaza“. Takav princip komisioniranja najčešće koristi automatizirane transportere ili robotske ruke koji izuzimaju robu sa skladišnih pozicija i dostavlja je do mjesta na kojem skladišni radnik izuzima robu te je slaže na paletu ili transportna kolica“ (Habazin, 2016).

Komisioniranje se u ovoj metodi vrši na fiksnoj radnoj stanici na kojoj čekaju jedinice prikupljanja. Pristupne jedinice s potrebnim artiklima dolaze iz automatiziranog skladišta. Osigurava ih transportni sustav ili sustav vozila. Pristupne jedinice čekaju u radnoj stanici i na zahtjev se premještaju komisionaru.

„Roba čovjeku je sustav u kojem se roba za komisioniranje u određenom trenutku transportira iz zone za skladištenje i postavlja na mjesto za komisioniranje kako bi bila dostupna komisionaru. Može se zaključiti kako se ovim načinom rada štedi vrijeme putovanja, no zato se povećava vrijeme čekanja tražene robe do mjesta za komisioniranje. Ovi sustavi podrazumijevaju veći stupanj mehanizacije/ automatizacije. Tipičan predstavnik je AS/RS (*Automated Storage and Retrieval System*) koji predstavlja automatiziranu verziju visokoregalnog paletnog skladišta. Vrlo bitna karakteristika je računalno upravljani podsustav za uskladištenje i izuzimanje koji rukuje sa paletnim jedinicama. Ovaj sustav podrazumijeva izdvajanje palete iz skladišne zone te njenu dopremu do mjesta za komisioniranje gdje komisionar izdvađa potrebnu količinu robe te se ostatak robe na paleti vraća u skladišnu zonu“ (Đurđević, 2013).

Prednosti ovog načina komisioniranja su sljedeće:

- bez ili uz minimalno kretanje komisionara, što omogućuje ergonomska radna mjesta,
- Podrška uređaja za rukovanje za teške ili glomazne artikle,

- Visoka učinkovitost komisioniranja zbor eliminiranja putovanja,
- Nema problema s nedostatnim artiklima za narudžbu,
- Jednostavno pomicanje i nadopunjavanje praznih posuda za nošenje tereta,
- Visoka fleksibilnost u slučaju promjene asortimana ili strukture narudžbe,
- Ušteda prostora zbog automatizacije nadopunjavanja (nema rezervnog prostora),
- Optimalna zaštita zaliha od neautoriziranog pristupa,
- Mali zahtjevi za prostorom jer nisu potrebni prolazi za izuzimanje,
- Depoi mogu biti locirani u blizini prostora za pakiranje ili utovar (Gudehus i Kotzab, 2012:548).

Naravno ovaj oblik komisioniranja ima i određene nedostatke, a oni su sljedeći:

- Vrlo visoka ulaganja za automatizaciju nadopunjavanja/izuzimanja i pokretne trake/robote,
- Dugačko vrijeme dostave narudžbe za artikle na paletama i u velikim kontejnerima/posudama,
- Dugačko vrijeme dostave narudžbe za vrijeme vršnih sati kod dvodimenzionalnog kretanja komisionara,
- Ograničena fleksibilnost kod varijabilne potražnje za komisioniranjem,
- Može biti potrebno osigurati/zaštiti teret prije nadopunjavanja jedinice za pristup teretu (Gudehus i Kotzab, 2012:548).

Ovi nedostaci mogu se djelomično ukloniti ili smanjiti visokim performansama skladište zaliha, napredni sustav upravljanja procesima, inteligentne operativne strategije, i radom u više smjena s fleksibilnim radnim vremenom (Gudehus i Kotzab, 2012:548).

#### 4.1.3. KOMIBINIRANO KOMISIONIRANJE

Kako je već prethodno rečeno najčešće se više metoda komisioniranja koristi istovremeno pa tako se i metoda „čovjek robi“ i metoda „roba čovjeku“, mogu primjenjivati u nekom skladištu paralelno, odnosno u tom slučaju govorimo o metodi kombiniranog komisioniranja. Uglavnom je primjenjuju skladišta koja posjeduju robote u skladištima, jer roboti nisu u mogućnosti komisionirati određene predmete ili su određeni proizvodi uskladišteni pod posebni zahtjevima kojima robot ne može udovoljiti. Ovaj oblik komisioniranja posebice će se obraditi u praktičnom dijelu ovog rada.

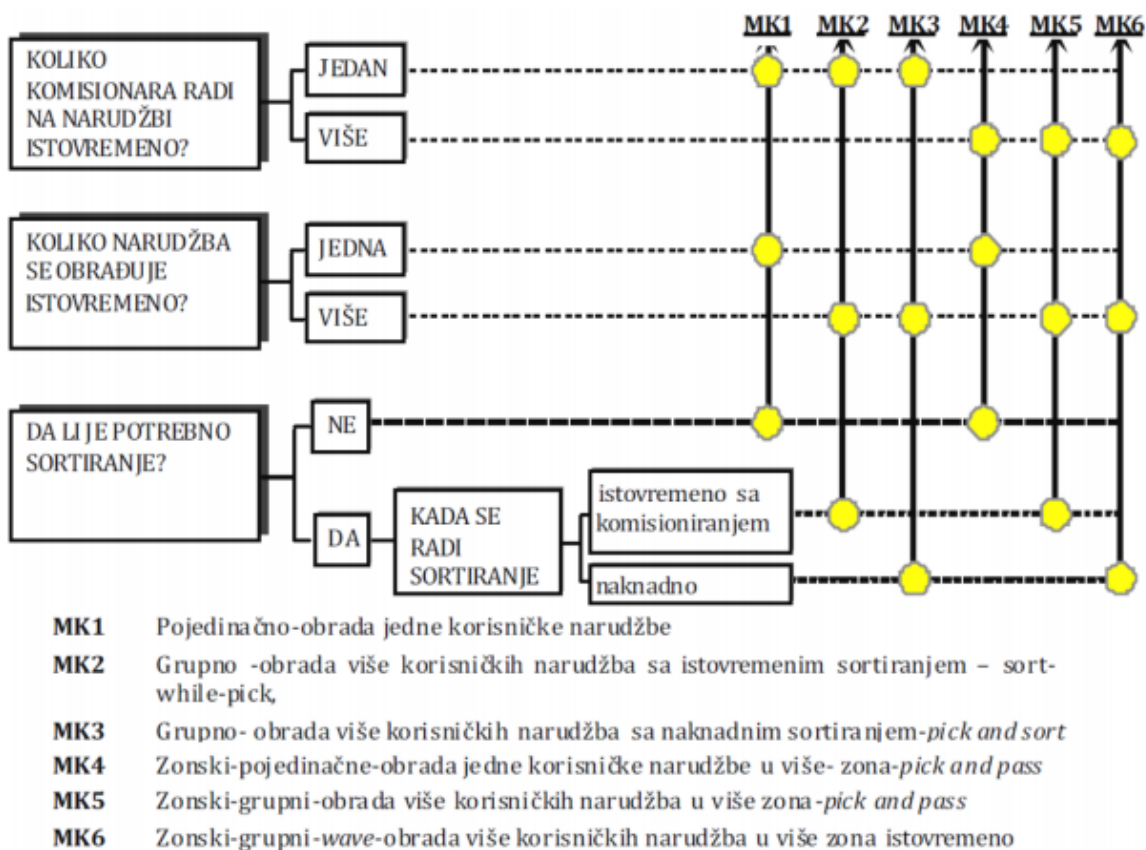
## 4.2. KOMISIONIRANJE S OBZIROM NA BROJ NARUDŽBI

Ova podjela komisioniranja odnosi se na broj narudžbi koje se istovremeno komisioniraju, odnosno o broju komisionara koji istovremeno obavljaju poslove komisioniranja.

U ovom slučaju postoje tri glavne metode za komisioniranje narudžbi, a to su: komisioniranje prema narudžbi, zonsko komisioniranje i komisioniranje prema artiklu ili komisioniranje grupe narudžbi (Dujak i dr; 2021:89).

„Kombiniranjem ove tri osnovne metode može se izvesti veći broj različitih metoda komisioniranja. Do šest često primjenjivih u praksi moguće je doći kroz odgovor na tri osnovna pitanja:

1. Koliko komisionara radi na obradi jedne narudžbe?
2. Koliko narudžba se obrađuje istovremeno?
3. Da li je potrebno sortiranje i kada se realizira?“ (Đurđević, 2013).

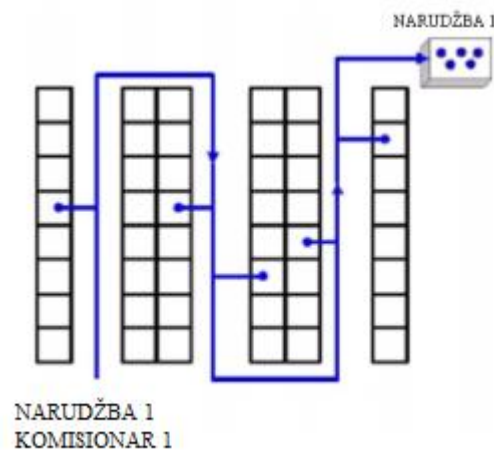


Slika 10: Generiranje tipičnih metoda komisioniranja (izvor: Đurđević B.D.: Razvoj modela za izbor i uobličavanje komisijone zone)

#### 4.2.1. KOMISIONIRANJE PREMA NARUDŽBI

„U slučaju komisioniranja prema narudžbi (engl. *pick by order* ili *single order picking* ili *discrete picking*), jedan komisionar prikuplja sve stavke za jednu narudžbu. Nakon što se izuzmu i prikupi svi artikli iz narudžbe, komisionar uzima sljedeći nalog i kreće u novu turu izuzimanja i prikupljanja“ (Dujak i dr; 2021:90).

Ovaj način komisioniranja prikazan je sljedećom slikom.



Slika 11: Komisioniranje prema narudžbi (izvor: Habazin, J. (2016). *Optimizacija skladišnog procesa komisioniranja u mljekarskoj industriji*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti)

Ovo je najjednostavniji oblik komisioniranja, a prednost je također što je kod ove metode manja mogućnost pogreške te brzina reakcije prema kupcu. Prednost je što se cijela narudžba može spakirati dok se izuzima sa skladišnog mjesta, bez potrebe za sortiranjem i konsolidacijom.

Najveći nedostatak ovog načina komisioniranja je vrijeme putovanja, jer komisionar prelazi velik put kako bi komisionirao narudžbu, odnosno mana je u tome što vrijeme putovanja može biti pretjerano ako postoji mali broj izuzimanja po narudžbi. Do zagušenja u prolazima može doći ako se istovremeno komisionira veliki broj narudžbi (Ray, 2010).

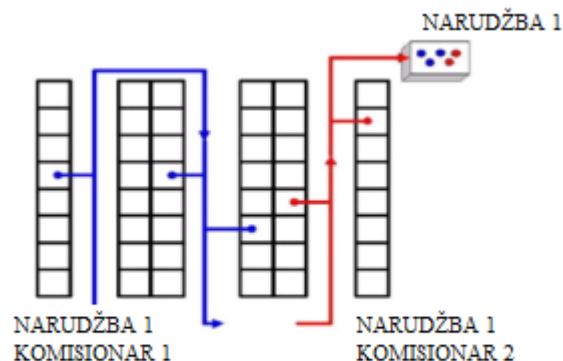
#### 4.2.2. ZONSKO KOMISIONIRANJE

„Kod zonskog komisioniranja, svaki komisionar bira samo one stavke naloga koje se nalaze u dodijeljenoj zoni. Zone predstavljaju dijelove skladišta (ili količinskog skladišta ili komisijskog skladišta) nastale na temelju fizičkog i logičkog segmentiranja istog“ (Ray, 2010).

Postoje dvije varijante zonskog komisioniranja. Sekvencijalni način podrazumijeva prikupljanje artikala u jednoj zoni unutar nekog vremenskog intervala. Nasuprot tome, simultano prikupljanje podrazumijeva prikupljanje artikala u više zona istovremeno (Habazin, 2016).

Prednost je u tome što zonsko komisioniranje omogućuje korištenje različitih tehnika i opreme u svakoj različitoj zoni te što smanjuje vrijeme putovanja (sve dok se artikli s velikim obrtajem nalaze na najpristupačnijim mjestima). Mane su što može biti teško uskladiti količinu posla u svakoj zoni (Ray, 2010).

Zonsko komisioniranje se često koristi, posebno u skladištima sa više vrsta artikala i sa različitim oblicima pakiranja artikala, da bi se smanjilo vrijeme prikupljanja veće se zone mogu podijeliti u više manjih, a ova metoda komisioniranja bit će prikazana slikom 12.



Slika 12: Zonsko komisioniranje narudžbi (izvor: Habazin, J. (2016). *Optimizacija skladišnog procesa komisioniranja u mljekarskoj industriji*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti)

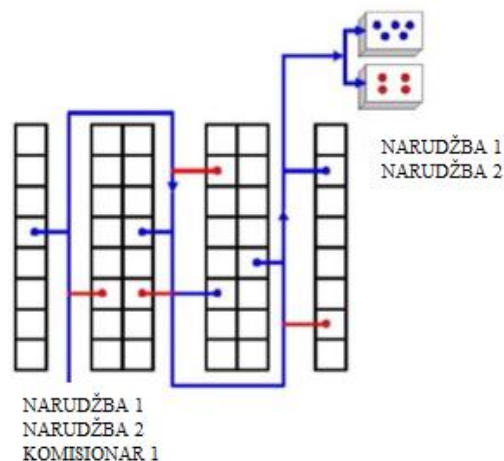
#### 4.2.3. KOMISIONIRANJE PREMA ARTIKLU

Komisioniranje prema artiklu ili komisioniranje grupe narudžbi (engl. *batch picking* ili *picking by article*) oblik je komisioniranja kod kojeg jedan komisionar izuzima sve stavke za više narudžbi (Dujak i dr; 2021:93).

Ako se pojedini artikl nalazi na nalogu više narudžbi, sa skladišta se podiže ukupna tražena količina koja se zatim raspoređuje ovisno o količini artikla u pojedinoj narudžbi. Na ovaj se način povećava učinkovitost, posebno u komisioniranju artikala u malim pakiranjima.

Prednost je u tome što se smanjuje vrijeme putovanja, ali se smanjuje i vrijeme pretraživanja ako više narudžbi posjeti zajednička mjesta. Mane ove metode su što se proizvodi moraju razvrstati u pojedinačne narudžbe. Sortiranje se može dogoditi tijekom i nakon skupljanja, ovisno o komisionaru. Također, možda će trebati dugo čekati da se skupi dovoljno narudžbi koje imaju predmete koji se nalaze u neposrednoj blizini (Ray, 2010).

Slika 13 prikazuje komisioniranje prema artiklu.



Slika 13: Komisioniranje prema artiklu (izvor: Habazin, J. (2016). *Optimizacija skladišnog procesa komisioniranja u mljekarskoj industriji*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti)

Pri provođenju komisioniranja prema artiklu potrebno je izvršiti i sortiranje, odnosno kada se izuzme ukupna količina određenog artikla za sve narudžbe, potrebno je sortirati količine tog artikla za svaku pojedinu narudžbu. Sortiranje je moguće odraditi usporedno s komisioniranjem ili pak naknadno. Komisioniranje prema artiklu ili grupno komisioniranje je pogodno u slučajevima većeg broja malih narudžbi (Dujak i dr; 2021:94).



### **4.3. KOMISIONIRANJE S OBZIROM NA VRSTU JEDINIČNOG TERETA KOJI SE IZUZIMA**

Postoje tri glavne razine komisioniranja narudžbe na temelju veličine jedinice koja se izuzima (Ray, 2010):

- komisioniranje paleta → dohvatanje punih paleta.
- komisioniranje kutija → dohvatanje punih kutija s predmetima.
- komadno komisioniranje → dohvatanje pojedinačnih jedinica.

#### **Komisioniranje paleta**

Pod komisioniranjem paleta podrazumijeva se izuzimanje paleta sa skladišnih pozicija. Paleta mogu biti uskladištene na paletnim regalima ili su jednostavno odložene na pod na unaprijed određenim paletnim pozicijama. Komisionar prilikom komisioniranja paleta dolazi do paletne pozicije na kojoj se paleta nalazi, te je uz pomoć viličara izuzima sa pozicije i otprema prema ukrcajnoj rampi. Prednost ovog načina komisioniranja je što se odjednom izuzima veća količina proizvoda (Habazin, 2016).

#### **Komisioniranje kutija**

Ako se analizira učestalost komisioniranja s obzirom na vrstu tereta onda je jedan od najčešćih načina komisioniranja upravo komisioniranje kutija, odnosno transportne ambalaže u kojoj se nalaze pojedinačni artikli na paleti i na određenoj skladišnoj poziciji. Kod ovog oblika komisioniranja postoje modificirani i prilagođeni regali za brže i sigurnije komisioniranje. Tako se nerijetko u skladišnim objektima mogu vidjeti protočni regali za kutije. Protočni regali za kutije su regali sa malim gravitacijskim valjčanim konvejerima, gdje se proizvodi nalaze u kutijama. Nakon što se kutija izuzme sa skladišne pozicije nova kutija popuni komisionu lokaciju (Giannikas i dr; 2014).

#### **Komisioniranje pojedinačnih jedinica**

„Kod komisioniranja pojedinačnih artikala odnosno proizvoda vrši se izuzimanje istih iz transportne ambalaže koja se nalazi na paleti na skladišnoj poziciji. Kada postoji veliki broj narudžbi kupaca gdje je potrebno izuzimati pojedinačne artikle nerijetko se koriste polični regali odnosno ladičari. Oni su načinjeni od malih skladišnih prostora koji služe za pojedinačne artikle kako bi im se što lakše i sigurnije moglo pristupiti“ (Habazin, 2016).

#### 4.4. TEHNOLOGIJE KOMISIONIRANJA

Već je nekoliko puta rečeno kako je komisioniranje najizazovniji korak u skladišnim procesima, a postoje određeni načini usmjeravanja komisionara, pomoću kojih taj proces može biti nešto učinkovitiji. Tako se razlikuju komisioniranje papirnatim listama, komisioniranje pomoću RF terminala, glasom usmjereno komisioniranje, svjetlom usmjereno komisioniranje te vizijsko komisioniranje (Dujak, 2020).

U nastavku će svaka od spomenutih tehnologija komisioniranja biti opisana.

##### 4.4.1. KOMISIONIRANJE PAPIRNATIM LISTAMA

Komisioniranje papirnatim listama je najjednostavniji i najjeftiniji, pa čak i zastarjeli oblik tehnologije za komisioniranje. Komisionaru su na papiru zapisani podaci o proizvodu, njegovoj lokaciji i količini za izuzimanje. Ovaj način komisioniranja najpogodniji je za mala skladišta s malim brojem proizvoda, u kojima jednostavno nije isplativo uvođenje bilo kakve tehnologije i za time nema potrebe ili kod skladišta koja ne mogu podnijeti tu investiciju (Dujak, 2020).



Slika 14: Primjer naloga za komisioniranje (izvor: [https://www.researchgate.net/figure/The-picking-methods-that-were-used-in-our-study-a-A-participant-using-the\\_fig5\\_301683109](https://www.researchgate.net/figure/The-picking-methods-that-were-used-in-our-study-a-A-participant-using-the_fig5_301683109))

Prednost ovog oblika komisioniranja je jednostavnost, svatko može koristiti taj oblik, nizak trošak uvođenja i nizak trošak korištenja, dok su nedostaci komisioniranja s listom za komisioniranje sljedeći: velika mogućnost pogreške, sporiji oblik komisioniranja, niska produktivnost i visok trošak zaposlenika (60 do 70% troška odlazi na kretanje), samo jedna ruka slobodna zbog držanja liste, podaci nisu u realnom vremenu i nisu povezani s WMS-om, samim time smanjuje se provjeravanje točnosti komisioniranja te komisionar sam bira metodu *routinga* (Dujak, 2020).

#### 4.4.2. KOMISIONIRANJE POMOĆU RF TERMINALA

RF ili radijsko frekvencijski čitači su uređaji koji služe za automatsku identifikaciju proizvoda koji u sebi ili na sebi sadrže RF čipove, koji imaju antenu za prijenos i primanje radio signala. Komisionar skeniranjem koda na ekranu vidi podatke o proizvodu te se samim skeniranjem potvrđuje točnost lokacije i proizvoda. RF čitač je spojen na WMS sustav te je time smanjen broj pogrešaka u odnosu na komisioniranje papirnatim listama (Magdić, 2020). Ova tehnologija komisioniranja prikazana je na slikom 15.



Slika 15: Komisioniranje uz pomoć RF terminala (<http://seuic.blogspot.com/2019/01/how-to-use-rf-handheld-scanner.html>)

Prednost ovog načina komisioniranja uz pomoć tehnologije su: povećana točnost i brzina u odnosu na listu na papiru, eliminira unos podataka nakon komisioniranja i rukovanje s

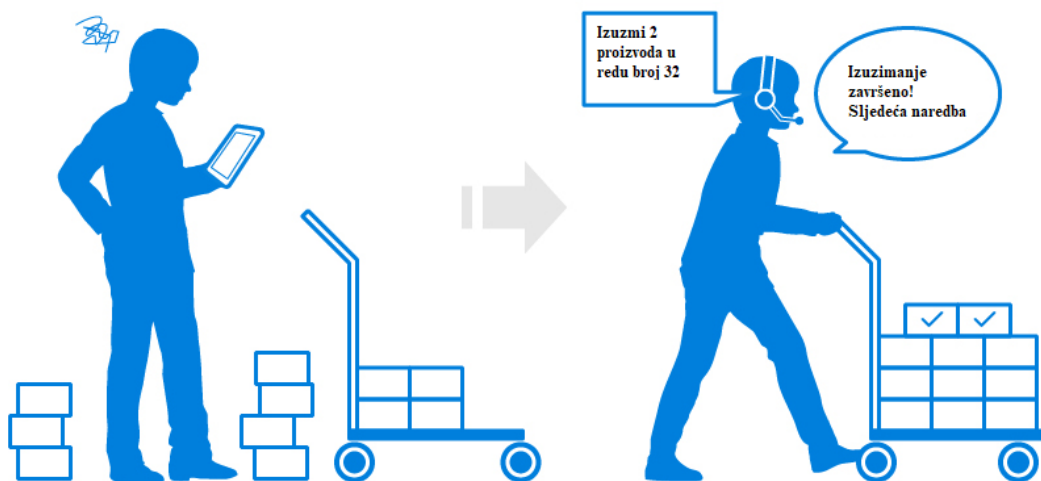
papirom, lakša je evidencija premještanja proizvoda u skladištu, lako korištenje i jednostavna edukacija zaposlenika te nisu skupi za implementaciju kao ostale tehnologije komisioniranja.

S druge nedostatak je što je i dalje jedna ruka zauzeta držanjem skenera te je i dalje niža stopa produktivnosti od novijih tehnologija (Magdić, 2020).

#### 4.4.3. GLASOM USMJERENO KOMISIONIRANJE

„Glasom usmjerenom komisioniranje (eng. *voice directed picking*) ili skraćeno komisioniranje glasom (eng. *voice picking*), poznatije jednostavno kao eng. *pick-by-voice*, je tehnologija koja objedinjuje računalne tehnologije sintetizatora ljudskog govora i prepoznavanja ljudskog govora. Komisionari na glavi nose slušalice s mikrofonom, spojene na RF terminal za pojasom“ (Advanced Media, 2020).

U ovom slučaju komisioniranja, WMS je taj koji šalje glasovnu poruku komisionaru koji nalog treba izvršiti, a komisionar će nakon izvršenja govorom u mikrofonski potvrditi to. Ovime je zapravo riješen problem zauzetosti ruku komisionara u odnosu na prethodne načine u kojem je komisionar nosio papirnati radni nalog i izuzimao robu te zapisivanjem potvrđivao izvršenost ili mu je jedna ruka bila zauzeta zbog RFID čitača. Usporedba konvencionalnog načina komisioniranja i komisioniranja usmjerenog glasom prikazana je na slici 16.



Slika 16: Usporedba konvencionalnog načina komisioniranja u odnosu na *pick-by-voice* (izvor: <https://www.advanced-media.co.jp/english/solution/logistics>; [pristupljeno: 7.srpnja 2020.]

Prednosti glasom usmjerenog komisioniranja su to da komisionar ne mora gledati u papir ili ekran, jer nema ručnog uređaja za skeniranje bar koda te su obje ruke slobodne, koncentrira se na izuzimanje proizvoda i njegovu lokaciju, više izuzimanja po satu nego kod uobičajenog

komisioniranja, veća je točnost zbog potvrđivanja izuzetog proizvoda WMS-u, 80 do 90% manje grešaka nego pri komisioniranju s liste papira.

Dok su nedostaci ove tehnologije sljedeći: komisionaru treba vremena za interpretaciju glasovne naredbe te tek potom djeluje, nije moguće simultano izuzimanje robe, već sustav na temelju algoritma daje informaciju o idućem proizvodu, problem s prepoznavanjem pozadinske buke, komisionar donekle naslijepo slaže paletu te je nekad potrebno preslagivanje robe (Dujak, 2020).

#### 4.4.4. SVJETLOM USMJERENO KOMISINIRANJE

Sljedeća tehnologija komisioniranja je svjetlom usmjereno komisioniranje ili engleski *pick-by-light*. Radi na principu svjetlosne identifikacije lokacije proizvoda za izuzimanje te komisionar pritiskom tipke potvrđuje obavljeno izuzimanje WMS-u. Za implementaciju ove tehnologije potrebno je da svaka lokacija proizvoda ima svoj display koji sadrži lampicu, ekran na kojem se ispisuje količina za izuzimanje te tipkala za potvrdu izvršenog izuzimanja (Magdić, 2020).



Slika 17: Svjetlom usmjereno komisioniranje (izvor: <https://www.indiamart.com/proddetail/pick-to-light-system-21738811333.html>)

Prednosti ove tehnologije su sljedeće: brža tehnika od *pick by voice*, nije potrebno ponavljati uputu kao kod prethodnog pikiranja, komisionar jednostavno može uočiti lokaciju na kojoj se vrši izuzimanje jer će lampica na toj lokaciji svijetliti, stalno prikazuje potreban broj komada za izvršenje narudžbe, simultano izuzimanje robe, nije potrebno znanje jezika, mogućnost

zapošljavanja zaposlenika neovisno o razini poznavanja jezika, lakše zapošljavanje privremenih radnika tijekom najprometnijeg razdoblja, brže obučavanje zaposlenika, odradi se 450 izuzimanja po satu/ po zaposleniku što je 10 puta brže od komisioniranja po listi na papiru, a korištenje opreme za ovu tehnologiju lako integrira u postojeći WMS ili ERP (Magdić, 2020).

Naravno ova tehnologija komisioniranja ima i svoje nedostatke. Najveća pogreška koja se događa kod svjetlom usmjerenog komisioniranja je preskakanje određene lokacije, dok su manje greške izuzimanje previše ili premalo određenog proizvoda. Međutim, ako se izuzme premalo određenog proizvoda ili se proizvod uopće ne izuzme, može doći do zastoja proizvodne linije, jer nedostaje dijelova ili će krajnji kupac morati čekati na određeni proizvod. Također komisionar može izuzimati samo iz stalaka ili kutija koje su ispred njega. Još jedan nedostatak je što tvrtka mora instalirati sustav svjetla na stalke i imati komisionara na fiksnoj lokaciji, a ova tehnologija skuplja je od 40 do 80 % od *pick by voice* rješenja (Magdić, 2020).

#### 4.4.5. VIZIJSKO KOMISIONIRANJE

„Vizijsko komisioniranje ili vizijski vođeno komisioniranje je inovativno korištenje naprednih i pametnih tehnologija u komisioniranju, a koristi tehnologiju proširene stvarnosti za grafički prikaz potrebnih podataka. U stranoj literaturi postoji više naziva ove tehnologije: eng. *visual picking*, *visual guided picking* i *pick-by-vision*“ (Magdić, 2020).

Kako bi se tehnologija vizijskog komisioniranja mogla implementirati, potrebno je zadovoljiti određene uvjete, a to su vizualizacija, interakcija i praćenje te navigacija. Vizualizacija se ostvaruje pomoću zaslona postavljenog na glavu (eng. *Head-mounted Display*, HMD), a nosi ga komisionar. To je vrsta uređaja koji se, kao što naziv govori, nosi na glavi ili je ugrađen u dio kacige. Uređaj je opremljen tehnologijom proširene stvarnosti (eng. *Augmented Reality*, AR). AR tehnologija se temelji na postavljanju virtualnih slojeva u okruženje “prave” stvarnosti. AR aplikacije čitaju kontekstualne informacije slojeva te na temelju njih korisnik prima interaktivnu povratnu informaciju u obliku virtualnog sadržaja (Magdić, 2020).

Prednosti ove tehnologije su što su ruke komisionara slobodne, veća je brzina i točnost u odnosu na ostale tehnologije, kombinira i vid i sluh komisionara, navodi zaposlenika po skladištu optimiziranim planom kretanja, olakšava komunikaciju među članovima tima i dr.

## 5. AUTOMATIZIRANO KOMISIONIRANJE NA PRIMJERU TVRTKE BD ROWA

U sljedećim naslovima rada biti će opisan praktični primjer primjene automatiziranog komisioniranja na primjeru robota BD Rowa Vmax, čiji se rad analizirao u ljekarni Tripolski u Osijeku.

U svrhu rada proveden je intervju s voditeljem ljekarne te se na službenim stranicama proizvođača robota doznalo kako sam robot radi, neke njegove posebnosti u radu, ali i korištenjem zamijećene nesavršenosti. Razgovor s voditeljem poslovnice obavljen je 23. lipnja u ljekarni koja se nalazi na adresi Antuna Kanižlića 48A, gdje se nalazi njihova *drive in* poslovnica. U provedbi istraživanja bilo je i određenih ograničenja, jer se na stranicama proizvođača nisu mogle pronaći sve informacije koje bi bile zanimljive s logističkog aspekta. Drugo ograničenje s kojim se suočilo je to što analizirana ljekarna trenutno uvodi *web shop* te njihovu stranicu nije moguće pretraživati pa se samim time nije moglo doći do još nekih informacije koje možda postoje na web sjedištu ljekarne.

Godine 1897. Maxwell Becton i Fairleigh Dickinson osnovali su Becton, Dickinson, odnosno BD kompaniju s vizijom poboljšanja ishoda za pacijente. U više od stoljeća iskustva dosegli su globalni doseg, a osnovni cilj BD-a je sigurnost pacijenata i zdravstvenih radnika te razvoj tehnologije koje omogućuju medicinska istraživanja i kliničke laboratorije (BD a: 2018).

BD je svjetska tvrtka medicinske tehnologije koja unapređuje svijet zdravlja poboljšanjem medicinskog otkrića, dijagnostike i pružanja njege. Tvrtka pruža inovativna rješenja koja pomažu unaprijediti medicinska istraživanja, unaprijediti dijagnosticiranje zaraznih bolesti i raka, unaprijediti liječenje lijekovima, unaprijediti prevenciju infekcija, opremiti kirurške i intervencijske zahvate te podržavati liječenje dijabetesa (BD b: 2018).

Robot kojeg se analizira u ovom radu nalazi se unutar kategorije BD Rowa, a ta kategorija dijeli se na 4 potkategorije, a one su: *store & pick*, *present & sell*, *move & ship* i *package & dispense*. BD Rowa VMax kao skladišni robot nalazi se u potkategoriji *store & pick*. Rowa Vmax proizvodi se u 4 varijante proizvoda, a razlikuju se u veličini, odnosno u broju proizvoda koji se može pohraniti u skladište tog proizvoda (BD c: 2018).



Slika 18: Rowa Vmax 160 (izvor: <https://rowa.de/en/solutions/store-pick/bd-rowa-vmax/>)

U ovom radu će se konkretno opisati BD Rowa Vmax 160, koji je i prikazan na slici 18, a kojeg posjeduje ljekarna Tripolski u gradu Osijeku. Taj robot širine je 1,63 m, visine je od 1,72 do 3,52 m, ovisno o potrebi i želji kupca, a duljine od 2,68 do 15,17 m, što također određuje kupac. Robot može imati 2 ulazne lokacije za prijem robe te 2 izlazne lokacije, gdje odlaže komisioniranu robu. Također može imati 1 ili 2 robotske ruke koje obavljaju komisioniranje.

## **5.1. PRIMJENA ROBOTA ROWA VMAX U LJEKARNI TRIPOLSKI**

Ljekarna Tripolski posluje u gradu Osijeku od 1991. godine, a 2017. su otvorili prvu poslovnicu u Hrvatskoj koja posjeduje robotizirano skladište. Ova *drive in* ljekarna koristi upravo predmet ovog istraživanja odnosno Rowa Vmax robota.

Kako bi se objasnio način komisioniranja robe, potrebno je objasniti i sam ulaz te skladištenje robe te će se prvotno objasniti ti koraci skladišnog procesa, a zatim i metode komisioniranja koje ova ljekarna primjenjuje.

Rowa Vmax je takav sustav koji zahtjeva svega 6m<sup>2</sup> poda, a zamjenjuje čak 22 sustava ladica.

Prije svega potrebno je napomenuti kako se u skladištu Rowa Vmax robota nalaze isključivo gotovi proizvodi, ali ne svi, određeni proizvodi zbog specifičnih svojstava ne mogu biti pohranjeni u skladištu robota.



Rowa robot u skladištu ljekarne Tripolski posjeduje 14 odjeljaka, a u svakom odjeljku nalazi 65 polica, odnosno kapacitet ovog skladišta je čak 18 000 proizvoda.

Kada se zaprime naručeni proizvodi potrebno ih je unijeti u sustav, a zatim farmaceuti mogu ručno očitavati lijekove putem koda i onda ih skladištiti u skladište robota ili to mogu prepustiti robotu. Slika 19 prikazuje ručni unos robe u skladište



Slika 19: Ručni unos robe (izvor: <https://www.pinterest.com/pin/491314640571542741/>)

Ako ljekarnici prepuste unos robe robotu, onda je potrebno samo odložiti sve lijekove u poseban odjeljak te zatim robot sam očitava proizvode i skladišti ih na mjesto koje on sam odluči. Slikom 20 prikazat će se taj način unosa robe.



Slika 20: Unos robe uz pomoć robota (izvor: vlastita izrada)

Kod unosa proizvoda vrlo je važno da je proizvod ispravno označen, odnosno da posjeduje ili EAN ili QR kod, jer ukoliko robot ne može prepoznati određeni lijek prema njegovoj oznaci na ambalaži, taj proizvod se neće moći nalaziti u skladištu robota.

Nakon što se proizvod očita kao ispravan proizvod pokretna traka ga vodi do robotske ruke koja ga potom uskladištava na mjesto koje joj je najprikladnije, odnosno primjenjuje se kaotični raspored. Robotska ruka smješta proizvod na prvo dostupno mjesto kako bi čim prije uskladištila robu, ali ga kasnije ili nakon što je gotovo radno vrijeme preraspoređuje ovisno o tome kolika je frekvencija kupovine određenog lijeka te prema roku trajanja određenog lijeka.

Još nešto je važno naglasiti prilikom skladištenja robe, a to je da robot na jedan stupac police može uskladištiti 3 kutije lijekova. A kako je poznato da se lijekovi razlikuju u dimenzijama ambalaže, robot mora razmišljati i o tome. Stoga se u pojedinom stupcu uvijek nalaze proizvodi koji imaju jednaku širinu kutije.

Skladište ljekarne Tripolski ne posjeduje hladnu komoru, ali Rowa Vmax robot može ju imati, no kako su ovi proizvodi obično u staklenoj ambalaži odluka ljekarne prilikom kupnje robota bila je da se proizvodi koji su u tekućem stanju ne skladište u robotsko skladište kako se ne bi dovelo u rizičnu situaciju, odnosno kako bi se smanjila mogućnost pogreške robota.

## **5.2. OPIS METODE KOMISIONIRANJA ROBOTA ROWA VMAX**

Proces komisioniranja Rowa Vmax robota u ljekarni Tripolski započinje od onog trenutka kada je proizvod ili više proizvoda koje kupac traži, putem informacijskog sustava usmjereno ka robotu. Ako se radi o proizvodu koje se nalazi u skladištu robota, on izuzima potreban proizvod i odlaže ga u spremnik koji proizvod vodi do one blagajne s koje je zatražen proizvod.

Budući da u ovom slučaju roba dolazi ka stacioniranom djelatniku ljekarne, govori se o metodi komisioniranja „roba čovjeku“. Ali kako je već rečeno, ne nalaze se svi proizvodi koje ljekarna nudi u skladištu robota, već su neki proizvod izloženi u prodajnom prostoru ljekarne. Ako kupac zatraži neki od tih proizvoda te lijekove ili dopunski asortiman, komisionirati će sam djelatnik ljekarne te se ovdje govori o metodi komisioniranja „čovjek robi“. S obzirom da u ovom slučaju se istovremeno mogu koristiti obje metode može se reći kako ljekarna Tripolski primjenjuje kombiniranu metodu komisioniranja.



Slika 21: Robotska ruka Rowa Vmax (izvor: vlastita izrada)

Slika 21 prikazuje robotsku ruku koja obavlja komisioniranje u ljekarni Tripolski.

Kako ljekarna ima tri blagajne, 2 unutar poslovnice, a jednu *drive in* blagajnu tako robotska ruka odlaže proizvode u onaj spremnik ovisno o blagajni s koje je tražen proizvod. Put proizvoda od skladišta do blagajne traje od 5 do 14 sekundi. Najduže traje kada se komisionira proizvod koji je potreban *drive in* blagajni budući da je ona najudaljenija od skladišta.

Ako se analiziraju metode komisioniranja s obzirom na broj narudžbi Ljekarna Tripolski primjenjuje komisioniranje prema narudžbi, budući da robotska ruka komisionira pojedinačne narudžbe, ali u skladištima koja imaju dvije robotske ruke, može se koristiti i zonsko komisioniranje, jer u tom slučaju obje robotske ruke komisioniraju jednu narudžbu i svaka izuzima lijekove sa svoje zone. Ako u isto vrijeme treba izuzeti više narudžbi i u tom slučaju može se koristiti komisioniranje prema narudžbi.

Za kraj ako se analizira komisioniranje narudžbe na temelju veličine jedinice koja se izuzima ljekarna Tripolski komisionira pojedinačne proizvode, budući da se oni kao takvi uskladištuju u robotsko skladište.

Nadalje što se tiče metoda usmjeravanja odnosno *routinga* Rowa Vmax robota, ne može se reći kako robot primjenjuje neku od metoda opisanih u poglavlju 3.4., a razlog tome je što robot izuzima proizvode onim redoslijedom kojim su oni uneseni u program. Budući da skladište ljekarne Tripolski u Osijeku posjeduje samo jednu robotsku ruku koja opslužuje tri

prodajna pulta u nekom trenutku robotu se dodijeli više narudžbi istovremeno. U tom slučaju robot prvo komisionira tkz. prioritetnu robu, odnosno robu koja se izdaje na recept.

Iako je teško uočiti metodu usmjeravanja koju robot primjenjuje, poznato je kako robot skladišti proizvode prema učestalosti izuzimanja istih, ali i prema roku valjanosti lijeka te dimenzijama proizvoda. Iz tog proizlazi da robot unaprijed planira komisioniranje te kako se primjenjuje optimalna metoda *routinga* tj. kako robot nastoji pripremiti komisioniranje kako bi bio čim brži, a određenim algoritmom poznaje lokaciju proizvoda te ih na temelju narudžbe komisionira.

Iako u ovom skladištu komisioniranje obavlja robot, analizom njegova rada uočena je jedna tehnologija komisioniranja koju robot primjenjuje, a to je komisioniranje usmjereno svjetlom. Kada robot izuzme proizvod, otvor u koji je potrebno odložiti proizvod, ovisno o blagajni s koje je zatražen, daje svjetlosni signal prema kojem robota upućuje prema tom otvoru. Otvor o kojem se govori prikazat će se sljedećom slikom.



Slika 22: Otvor za odlaganje izuzetog proizvoda (izvor: vlastita izrada)

Nadalje će se tablično prikazati karakteristike rada ovog robota kako bi se na jednom mjestu obuhvatilo sve prethodno opisano.

Tablica 1: Tehnička svojstva Rowa Vmax robota

TEHNIČKA SVOJSTVA		OPIS
DIMENZIJE	ŠIRINA	1,63m
	VISINA	1,72 – 3,52m
	DUŽINA	2,68-15,17m
ULAZ I IZLAZ ROBE	BROJ ULAZNIH LOKACIJA	2
	TRAJANJE ULAZA ROBE	3 sekunde
	BROJ IZLAZNIH LOKACIJA	2
	TRAJANJE IZAZA ROBE	5 – 14 sekundi
VELIČINE PAKIRANJA KOJE SE MOGU SKLADIŠTITI	MIN. VELIČINA PAKIRANJA	35*15*15mm
	MAX. VELIČINA PAKIRANJA	230*140*45mm
	TEŽINA	5 – 1000g
KODOVI KOJE ROBOT MOŽE OČITATI		EAN, QR I 2D kodovi
PROCES KOMISIONIRANJA	UNOS ROBE	RUČNO ILI AUTOMATIZIRANO
	SVOJSTVA ROBE PRILIKOM SKLADIŠTENJA	OBRTAJ ROBE,ROK VALJANOSTI, DIMENZIJE PROIZVODA
	METODA KOMISIONIRANJA	ROBA ČOVJEKU / KOMISIONIRANJE PREMA NARUDŽBI / KOMISIONIRANJE POJEDINAČNIH PROIZVODA
	TEHNOLOGIJA KOMISIONIRANJA	KOMISIONIRANJE USMJERENO SVJETLOM

(izvor: izrada autora prema Rowa Vmax: 2018)

### **5.3. PREDNOSTI I NEDOSTACI RADA ROWA VMAX ROBOTA**

Kako je već u teoriji rečeno, metoda komisioniranja „roba čovjeku“ ima svojih prednosti i nedostataka, a analizom rada robota Rowa Vmax 160, koji obavlja najkompleksniji korak skladišnih procesa, uočene su određene dobre stvari, ali i određeni nedostaci u radu.

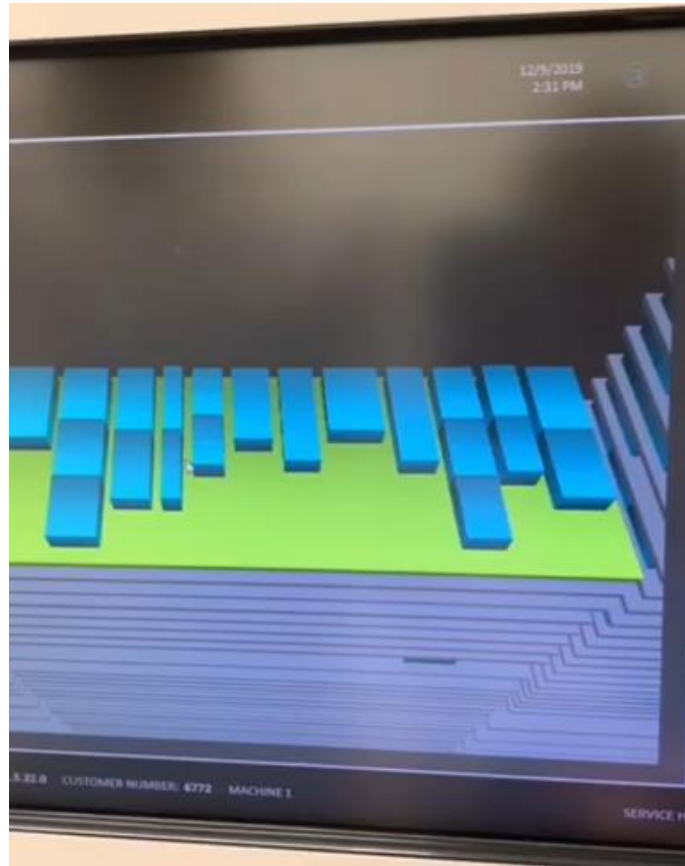
Prednost robota u skladištu je u produktivnosti, robot može komisionirati puno više lijekova u određenom vremenskom razdoblju, jer točno zna gdje mu se proizvod nalazi te mu je svega nekoliko sekundi potrebno da komisionira kupčev zahtjev, a s druge strane farmaceut se može posvetiti kupcu te mu pomoći u svim njegovim nejasnoćama, kojih u ovom poslu ima uvijek.

Još nešto što je definitivno prednost je točnost, jer se iz razgovora s voditeljem ljekarne saznalo kako od 2017. godine robot nije imao niti jedan propust, a da je za njega bio kriv. Jer se propust dogodi samo onda kada je ljudski faktor nešto krivo naredio robotu.

Robot tijekom komisioniranja vodi računa i o roku valjanosti, tako da farmaceut može pouzdano vjerovati robotu, odnosno djelatnici uopće ne moraju ulaziti u skladište robota. Robot čak sam i čisti police i to na način da preslaguje proizvode na prazne police te uzima određenu napravu za čišćenje polica, koju također očitava preko BAR koda i održava police te nakon te radnje ponovno slaže lijekove na police prema novom rasporedu kojeg odredi.

Još jedna od prednosti je što robot može raditi u svakom trenutku te i onda kada nema zaposlenih u ljekarni, on može ponovno preslagivati police vodeći računa o obrtaju zaliha, roku valjanosti, iskorištenosti prostora i dr.

Prednost je svakako i to što se može pratiti stanje zaliha u svakom trenutku, ali i pratiti položaj proizvoda u skladištu te rokove valjanosti. Sve to zaposlenici mogu analizirati na robotovom računalu. Robot također javlja i stanje zaliha svakog lijeka te time omogućuje lakše planiranje nabave novih lijekova.



Slika 23: Analiza police skladišta (izvor: vlastita izrada)

Nedostaci koji su uočeni u radu robota su mali broj izuzimanja u jednom komisioniranju, odnosno robotska ruka može izuzeti tek tri proizvoda u jednom pikiranju, što znači da ako jedan kupac kupi više od 3 lijeka će čekati nešto duže, jer robot ne može brže obaviti komisioniranje.

Još jedan nedostatak je što robotska ruka teže prepoznaje proizvode koji imaju sjajnu ambalažu, što je u farmaceutskoj industriji relativno često te se ljekarna ponekad odluči ne uskladištiti takve lijekove, kako bi izbjegla propust robota.

Još jedan nedostatak robota je što se u njemu ne mogu uskladištiti proizvodi koji nemaju odgovarajuću oznaku, tj. koji nisu označeni EAN ili QR kodom. Što znači da ljekarna mora imati dostupne police za određene artikle, a skladišni prostor robota nije u potpunosti iskorišten.

#### 5.4. PRIMJENA ROBOTA ROWA Vmax U FARMACEUTSKOJ INDUSTRIJI

Iako u Hrvatskoj ova inovacija nije zastupljena, analizirajući web sjedište proizvođača robota može se vidjeti kako je u svijetu robota u ljekarnama itekako zastupljen, ali i duž opskrbnog lanca u farmaceutskoj industriji.

Rowa ima 4 linije proizvoda koji su namijenjeni farmaceutskoj industriji, a one su: *store & pick*, *present & sell*, *move & ship* i *package & dispense*. Rowa roboti su kategorija *store & pick*, a tu su uz Rowa Vmax robote nalaze i Smart i Prolog roboti. Benefiti koje ta kategorija donosi za ljekarne su: optimizacija procesa, raspona i resursa (Rowa Vmax: 2018).

Optimizacija procesa odnosi se na stabilnije i tiše tijekom rada, lako biranja receptata i narudžbi, automatsko upravljanje naplatom i manje potrebnog vremena za održavanje skladišta. Optimizacija resursa predstavlja povećanje kapaciteta isporuke, poboljšanu kontrolu zaliha zasnovanu na stalnom popisu i visoku sigurnost i kvalitetu rada robota. Dok se optimizacija resursa odnosi na više prostora, vremena i više financijske koristi. Automatski sustav upravljanja skladištem optimizira upotrebu prostora, upravlja stvarima i kapitalnim obvezama (Rowa Vmax: 2018).

U kategoriji *present & sell* nalaze se proizvodi koji olakšavaju proces kupnje u ljekarnama. Naprimjer moguće je imati automate na kojima kupac samo preuzima unaprijed naručen i plaćen lijek, bez da ometa rad farmaceuta. Također postoje i samo naplatni uređaji, gdje su pohranjeni lijekovi koje pacijent može kupiti lijekove bez recepta i time također ubrzati proces kupnje.

Sljedeća kategorija je *move & ship* koja je pogodnija za članove lanca opskrbe koji prethode ljekarnama, jer ta automatizirana sredstva također sadrže robotsku ruku kao i robot Rowa Vmax, no ovdje se komisionirani proizvodi odlažu u kutije u kojima se lijekovi dalje distribuiraju prema ljekarnama koje su ih naručile. Ovaj proizvod putem informacijskog sustava dobiva narudžbu kupca, zatim se odabire određena kutija, koja ima identifikacijski kod te se ona pokretnom trakom pomiče do otvora skladišta, a ondje robotska ruka odlaže proizvode koje je potrebno izuzeti te se potom kutija dalje kreće do mjesta gdje ju se zatvara i spremna je za transport. Opisani robot i prikazati će se sljedećom slikom.





Slika 24: BD Rowa Crate (izvor: <https://rowa.de/en/solutions/move-ship/bd-rowa-crate-roller-conveyor/>; [pristupljeno: 10.rujna 2021.]

Posljednja kategorija jest *package & dispense* kod nje se roboti koriste u proizvodnji gdje se proizvedeni lijekovi skladište u robota te se po potrebi prepakiraju. Kod ovog robota moguće je pakirati pojedinačne tablete nekog lijeka, više njih ili čak kombinirati nekoliko vrsti lijekova u jedno pakiranje.

BD Rowa se koristi u njemačkoj Besamex ljekarni, odnosno u njezinom centralnom skladištu, gdje se lijekovi komisioniraju za njihove ljekarne, ali i za narudžbe koje su naručene putem *web shopa*. Skladište je potpuno automatizirano, a roboti i pokretne trake koje se koriste proizvodi su BD tvrtke, odnosno Rowa roboti.

Na temelju narudžbe kupca ili neke od poslovnica roba se komisionira u posude, a metoda koja se koristi u komisioniranju je kombinirano komisioniranje. Većim dijelom primjenjuje se metoda „roba čovjeku“ uz pomoć Rowa Vmax robota, ali i pokretnim trakama i svom popratnom opremom, no pojedine proizvode komisioniraju ljudi, jer se zbog nekih svojstava lijekova, ambalaže i ostalih činjenica, ne mogu komisionirati automatiziranim sustavom.

Ovaj skladišni sustav interesantan je za vidjeti i jednim dijelom može se reći kako je čovjekova uloga u ovom skladištu minimalna, iako u farmaceutskoj industriji je to teško zamisliti. Ono što je također dobra strana primjene robota u farmaceutskoj industriji jest brzina kojom robot radi, što je u odnosu na čovjekov rad vrlo značajno unaprjeđenje.

## 6. RASPRAVA

U nastavku ovog rada testirati će se hipoteze koje su postavljene prije provedbe istraživanja te će se predložiti unaprjeđenje komisioniranja u ljekarnama.

### 6.1. TESTIRANJE HIPOTEZA

Za potrebe ovog diplomskog rada, analizirana je ljekarna Tripolski u gradu Osijeku, odnosno robot tvrtke BD Rowa. Ljekarna Tripolski robota koristi u skladištu gdje se obavlja prodaja krajnjem potrošaču, dok ljekarna Besamex koja također koristi robote tvrtke BD, njih koristi u centralnom skladištu, gdje se roba komisionira za njihove poslovnice te za prodaju putem interneta. Specifičnost ove ljekarne je što poslove komisioniranja narudžbi obavlja robotska ruka, a hipoteze koje su postavljene prije provedbe istraživanja su sljedeće:

H1: Robotska ruka može značajno utjecati na brzinu i točnost obavljanja komisioniranja.

H2: Robotska ruka može u potpunosti zamijeniti rad čovjeka u ljekarnama glede komisioniranja.

H3: Robot za komisioniranje može smanjiti troškove u ljekarni.

H4: Robot može omogućiti upotrebu metode komisioniranja „roba čovjeku“ u ljekarnama.

Ljekarna Tripolski ima jednu robotsku ruku u skladištu te je zbog toga brzina rada robota nešto manja u odnosu kada bi posjedovali dvije robotske ruke te u slučaju količinski veće narudžbe robotu će biti potrebno nešto više vremena kako bi komisionirao sve lijekove, jer robot u jednom izuzimanju može zahvatiti 3 proizvoda. Bez obzira na to Rowa robot je zasigurno brži od čovjeka, ako se promatra komisioniranje u prodajnom skladištu, budući da točno zna lokaciju lijeka i da prilikom skladištenja razmišlja o obrtaju proizvoda. S druge strane, ako se robot koristi u distribucijskom skladištu kao što je to u skladištu ljekarne Besamex, u potpunosti je opravdana upotreba robota, budući da su puno veće narudžbe koje se komisioniraju. Uz to Besamex posjeduje i prodaju putem interneta te je učestalost komisioniranja veća te je onda i brzina komisioniranja ono što je jako važno.

Ako se promatra točnost robota, ono što se doznalo u intervjuu s voditeljem poslovnice ljekarne Tripolski jest da Rowa robot u 4 godine njihovog korištenja, nikada nije pogriješio u radu, a da je za grešku bio odgovoran. Pogreške koje su se dogodile bile su rezultat čovjeka, tako da je točnost nešto što je zasigurno prednost primjene robota u komisioniranju. Samim

time može se reći kako primjena robotske ruke u skladišnom procesu komisioniranja uvelike doprinosi brzini i točnosti obavljanja tog procesa.

Sljedeća hipoteza odnosi se na zamjenu ljudskog rada u ljekarnama s robotom, naravno u smislu obavljanja komisioniranja. Na temelju onoga što je uočeno u radu robota u ljekarni Tripolski, ali i prema svemu onome što je istraženo na web sjedištu proizvođača, svakako se može reći kako je ljudski faktor u skladištu nepotreban. No ljekarna Tripolski, ali i skladište ljekarne Besamex nije isključivo prepušteno radu automatiziranih sredstava, jer se neki proizvodi ne mogu nalaziti u skladištu robota, bio zbog stanja u kojemu se nalaze ili zbog oznake koju robot ne prepoznaje, dimenzija ambalaže i sl. Upravo iz tog razloga se ne može posve osloniti na robota, ali svakako poželjno je implementiranje ovakvog sustava, jer time su farmaceuti više posvećeni pacijentu i mogu pružiti svoja znanja te savjetovati pacijenta. Ova hipoteza se odbija, budući da je ljekarni u cilju imati što širi spektar proizvoda koji pomažu pacijentima, a samim time nije moguće sve proizvode uskladištiti te u proces komisioniranja mora biti uključen i čovjek.

Treća hipoteza jest utjecaj robota na smanjenje troškova ljekarne kao primarnog cilja logistike. Pod ovom hipotezom se prije svega želi istaknuti smanjenje troška komisioniranja kao najvećeg troška u skladišnim procesima. Međutim uvođenje robota u skladište ljekarne Tripolski nije značajno smanjio trošak, jer kapaciteti robota nisu u potpunosti iskorišteni te je i dalje dobar dio asortimana izložen na police u ljekarni koje farmaceuti moraju sami komisionirati. No kada se robot uvodi u distribucijsko skladište kao što je ono u ljekarni Besamex, onda se smanjenje troškova značajnije može zamijetiti, jer je prije svega potrebno manje radne snage, koja je izuzetno velik trošak kada je o komisioniranju riječ. Uz to roboti su puno bolje iskorišteni, jer je prije svega veći broj proizvoda smješten u robotu te je i veći broj narudžbi koje treba komisionirati pa robot ima manje praznog hoda. Stoga se ova hipoteza djelomično prihvaća, budući da smanjenje troška ovisi o skladištu u kojem se robot nalazi.

Posljednja hipoteza jest opravdanost upotrebe metode komisioniranja „roba čovjeku“ u ljekarnama koja bi se također prihvatila. Razlog prihvaćanja ove hipoteze jest u tome što kada robot komisionira proizvode ljekarnik se može posvetiti pacijentu te mu može pružiti svoje znanje, odnosno manje vremena se troši na traženje proizvoda te može puno brže obavljati svoj posao. Također primjena robota opravdana je i distribucijskom skladištu, jer je puno veći broj narudžbi koje treba komisionirati te je brzina i točnost robota ono što opravdava ovu metodu komisioniranja. Još jedan razlog opravdanosti ove metode, jest što je ljekarna

Tripolski implementacijom robota uvela i *drive in* blagajnu te je zbog toga ova metoda osobito korisna, jer ljekarnik samo mora zatražiti kupčev lijek, a on zatim dolazi do njegovog mjesta i on ga predaje kupcu. Još jedna korisnost ovog načina poslovanja posebno je došla do izražaja u vrijeme pandemije, jer kupci ne moraju ući u poslovnicu i gotovo da bez kontakta mogu obaviti kupnju lijeka, dok ljekarnici mogu brzo uslužiti kupca zahvaljujući metodi komisioniranja koju primjenjuju.

## **6.2. PRIJEDLOZI ZA UNAPREĐENJE KOMISIONIRANJA U LJEKARNAMA**

Iako kada se promatra rad robota pomisli se kako je savršen i kako nema nedostataka, ipak ima određenih svojstava koji se mogu unaprijediti kako bi komisioniranje i rad robota bilo još bolje.

Prijedlog koji je itekako potreban farmaceutskoj industriji jest standardiziranje označavanja lijekova. Veliki broj država ima vlastite kodove kojima se označava ambalaža lijeka te se zbog toga određeni lijekovi ne mogu nalaziti u skladištu Rowa robota, jer ih on ne može identificirati. Kada bi se na svjetskoj razini ili barem na razini EU standardiziralo označavanje pojednostavio bi se proces skladištenja, a samim time i komisioniranja lijekova.

Još jedan nedostatak u radu jest kada Rowa robot posjeduje dvije robotske ruke, jer si roboti mogu smetati u radu te time se proces komisioniranja usporava. Kada bi se skladište podijelilo u dva dijela tada bi se izbjegla smetnja robotskih ruku, odnosno ubrzao bi se proces komisioniranja.

Još jedan nedostatak koji je naglašen u intervjuu jest dizajn ambalaže lijekova koji je zbog marketinških svojstava ambalaže izuzetno bitan u farmaciji, no sjajne kutijice u kojima se često pakiraju lijekovi smetaju robotu. Razlog smetnje je reflektiranje svjetla te je robotu teže prepoznati lijek i ponekad on ne obavi komisioniranje nekog lijeka iz tog razloga. Stoga se ljekarna Tripolski odlučuje takve proizvode ne skladištiti u robotsko skladište čime se usporava proces komisioniranja. Dakle, kada bi se izbjeglo dizajniranje takve ambalaže izbjegao bi se i ovaj nedostatak u radu robota.

## 7. ZAKLJUČAK

Skladišno poslovanje u svakom poduzeću je izazov, jer mora biti dobro organizirano kako bi se što efektivnije obavljalo sve procese u njemu. Ukoliko se ono ne organizira na pravi način, donosi velike troškove za poslovanje, a najveći trošak u skladišnim procesima donosi komisioniranje, koje je upravo bila tema ovog rada.

Komisioniranje jest proces u kojem se na temelju narudžbe kupca proizvodi traže u skladištu i izuzimaju sa njihovih skladišnih pozicija. Nakon što se izuzme posljednji proizvod koji se nalazi na nalogu za komisioniranje ta narudžba je spremna za isporuku. Komisioniranje predstavlja najveći trošak od svih skladišnih procesa upravo zbog vremena koje je potrebno da se taj korak obavi.

Komisioniranje može obavljati čovjek ili automatizirano sredstvo, a također se mogu kombinirati i oba dva načina komisioniranja. Budući da čovjekova radnje ovo procesa donosi velike troškove, u praksi se sve češće susreće s robotima koji obavljaju komisioniranje, a tada se ta metoda komisioniranja naziva „roba čovjeku“. Primjer ovog načina komisioniranja uočen je u ljekarni Tripolski te je za potrebe rada analiziran rad Rowa Vmax robota u skladištu ove *drive in* ljekarne u gradu Osijeku.

Ono što se istraživanjem htjelo dokazati jest kako implementiranjem robotske ruke obavljanje poslova komisioniranja ovaj proces dobiva na brzini i točnosti, ali se u potpunosti ne može isključiti utjecaj čovjeka u ovom procesu. Istraživanjem se također nastojalo dokazati kako robot može utjecati na smanjenje troškova, a što bi značilo i opravdanost korištenja metode komisioniranja „roba čovjeku“ u ljekarnama.

Ipak analizom primjene robota u farmaceutskoj industriji uočeno je kako je primjena robota za komisioniranje narudžbi isplativija u skladištima koja imaju veći obrtaj kao što je skladište ljekarne Besamex u Njemačkoj. Razlog zašto je to tako jest što robot ondje ima manje praznog hoda te su narudžbe koje komisionira veće i učestalije pa su svi oni parametri koje se istraživanjem dokazivalo bili bolje iskorišteni, u odnosu na prodajno skladište ljekarne Tripolski.

Inače trend automatiziranih uređaja u skladištima sve je učestaliji tako da je za očekivati daljnji razvoj robota, a samim time i veću primjenu metode „roba čovjeku“ i unaprjeđenje procesa komisioniranja u farmaceutskoj industriji.

# LITERATURA

## Knjige

1. Bartholdi, J.J., Hackman, S.T. (2011). *Warehouse and distribution science, the supply chain an logistics institute*. School of Industrial and Systems Engineering, Atlanta
2. De Koster R., Le-Duc T., Roodbergen K.J. (2007). *Design and Control of Warehouse Order Picking: a literature review*, European Journal of Operational Research
3. Đurđević B. D. (2013). *Razvoj modela za izbor i uobličavanje komisione zone*, doktorska teza, Beograd: Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet. Raspoloživo na:[https://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/2667/Djurdjevic\\_Dragan.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/2667/Djurdjevic_Dragan.pdf?sequence=3&isAllowed=y). [pristupljeno 18. lipnja 2021].
4. Giannikas, V., McFarlane, D., Lu, W. (2014). *Intelligent Logistic: Involving the Customer*, Institute for Manufacturing, Univesity of Cambridge, Cambridge
5. Gudehus, T., Kotzab, H. (2012). *Comprehensive logistics*. Second Edition, Springer Science & Business Media
6. Hajdul, M., Lerher, T., Sgarbossa, F., Dujak, D. (2021). *Transport i skladištenje*, Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku
7. Ray R. (2010). *Supply Chain Management for Retailing*, Tata McGraw Hill Education Private Limited, New Delhi
8. Rogić K. (2014). *Unutrašnji transport i skladištenje*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb.
9. Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H., Tanchoco, J.M.A. (2003). *Facilities Planning*, NJ: John Wiley & Sons
10. Zelenika R. (1998). *Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela*, Treće izmijenjeno i dopunjeno izdanje; Rijeka, Ekonomski fakultet u Rijeci

## Radovi i prezentacije

1. Benjaafar, S., Elhedhli, S. (2008). *Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources*, Guangdong, Kina
2. Dujak, D. (2020). *Skladištenje u trgovini – komisioniranje, nastavna predavanja*, Osijek, Ekonomski fakultet u Osijeku
3. Habazin, J. (2016). *Optimizacija skladišnog procesa komisioniranja u mljekarskoj industriji*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti. Raspoloživo na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:502358>. [pristupljeno 18. lipnja 2021].
4. Magdić, N. (2020). *Primjer primjene vizijskog komisioniranja*, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb. Raspoloživo na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:324795>. [pristupljeno 26. lipnja 2021].
5. Župančić, D. (2015). *Analiza procesa komisioniranja u skladištu poduzeća Tisak d.d.*, Sveučilište Sjever, Varaždin

## Internetski izvori

1. Advanced Media (2020). *Logistics*, Raspoloživo na: <https://www.advanced-media.co.jp/english/solution/logistics>; [pristupljeno: 7. srpnja 2020.]
2. BD a (2018). *About BD*. Raspoloživo na: <https://www.bd.com/en-us/company/about-bd>; [pristupljeno: 8. srpnja 2020.]
3. BD b (2018). *Company*. Raspoloživo na: <https://www.bd.com/en-us/company>; [pristupljeno: 8. srpnja 2020.]
4. BD c (2018). *Solutions*. Raspoloživo na: <https://www.rowa.de/en/solutions/store-pick/>; [pristupljeno: 8. srpnja 2020.]
5. Rowa Vmax (2018). *BD Rowa Vmax*; Raspoloživo na: <https://www.rowa.de/en/solutions/store-pick/bd-rowa-vmax/>; [pristupljeno: 8. srpnja 2020.]

## POPIS SLIKA

Slika 1: Operativni troškovi u skladišnom procesu .....	5
Slika 2: Tipične skladišne funkcije i tokovi .....	7
Slika 3: Zahtjevi prema procesu komisioniranja .....	9
Slika 4: Primjer politike S-oblika u skladištu s jednim blokom .....	13
Slika 5: Primjer politike povratka u skladištu s jednim blokom .....	14
Slika 6: Primjer politike srednje točke u skladištu s jednim blokom .....	14
Slika 7: Primjer politike najvećeg razmaka u skladištu s jednim blokom.....	15
Slika 8: Primjer kombinirane politike u skladištu s jednim blokom .....	16
Slika 9: Primjer optimalne politike u skladištu s jednim blokom .....	16
Slika 10: Generiranje tipičnih metoda komisioniranja .....	21
Slika 11: Komisioniranje prema narudžbi .....	22
Slika 12: Zonsko komisioniranje narudžbi.....	23
Slika 13: Komisioniranje prema artiklu .....	24
Slika 14: Primjer naloga za komisioniranje.....	26
Slika 15: Komisioniranje uz pomoć RF terminala .....	27
Slika 16: Usporedba konvencionalnog načina komisioniranja u odnosu na pick-by-voice .....	28
Slika 17: Svjetlom usmjereno komisioniranje.....	29
Slika 18: Rowa Vmax 160.....	32
Slika 19: Ručni unos robe.....	33
Slika 20: Unos robe uz pomoć robota .....	33
Slika 21: Robotska ruka Rowa Vmax .....	35
Slika 22: Otvor za odlaganje izuzetog proizvoda.....	36
Slika 23: Analiza police skladišta.....	39
Slika 24: BD Rowa Crate .....	41