

# Optimizacija skladišnih procesa kod logističkog operatera

---

Milić, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2021

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:682205>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-06**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Luka Milić**

**Optimizacija skladišnih procesa kod logističkog operatera**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, rujan 2021.

Zagreb, 10. svibnja 2021.

Zavod: **Zavod za transportnu logistiku**  
Predmet: **Unutrašnji transport i skladištenje**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 6361

Pristupnik: **Luka Milić (0135241140)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Optimizacija skladišnih procesa kod logističkog operatera**

### Opis zadatka:

U radu će se analizirati načini organizacije skladišnih sustava, informacijska podrška, infrastruktura i skladišna oprema te specifičnosti poslovanja. U radu će se predložiti mogućnosti optimizacije na primjeru iz prakse. Primjer iz prakse jedan je od davatelja logističkih usluga na tgržištu.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

doc. dr. sc. Ivona Bajor

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**DIPLOMSKI RAD**

Optimizacija skladišnih procesa kod logističkog operatera

Optimization of Logistics Service Provider Warehouse Processes

Mentor: doc. dr. sc. Ivona Bajor

Student: Luka Milić, 0135241140

Zagreb, rujan 2021.

## NASLOV

Optimizacija skladišnih procesa kod logističkog operatera

## SAŽETAK

Učinkovitost distribucijskih, logističkih sustava i lanca opskrbe izrazito ovise o strukturi i organizaciji skladišnih sustava. Skladišni sustavi su kompleksna mjesta gdje se odlaže raznovrsna roba. Osnovni procesi u skladištima su skladišni procesi. Elementarna podjela skladišnih procesa je na prijem robe, pohranu robe, komisioniranje robe i otpremu za krajnjeg korisnika. Svi skladišni procesi se odvijaju sa skladišnom opremom. Opremom skladišta i uređenjem smatra se raspored putova i prostorija, razmještaj opreme u skladišnom i manipulativnom prostoru. Analizom skladišnih procesa logističkom operatera cilj ovoga rada je ukazati na područja koja se mogu unaprijediti i ponuditi prijedlog optimizacije.

**KLJUČNE RIJEČI:** analiza trenutnog stanja, prijedlog optimizacije, skladišni procesi, skladišni sustavi

## TITLE

Optimization of Logistics Service Provider Warehouse Processes

## ABSTRACT

The efficiency of distribution systems, logistics systems and supply chains highly dependent on the structure and organization of storage systems. Storage systems are complex places where a variety of goods are stored. The basic processes in warehouses are warehousing processes. The basic divisions of warehousing processes are receiving of goods, storage of goods, commissioning of goods and shipping to the end user. All storage processes are done with storage equipment in the warehouse and manipulative space. By analyzing the warehousing processes of the logistic operator, the aim of this paper is to point out the areas that can be improved and offer a optimization proposal.

**KEYWORDS:** Current situation analysis, optimization proposal, storage systems, warehousing processes

# SADRŽAJ

1	UVOD .....	3
2	OSNOVNE POSTAVKE SKLADIŠNIH SUSTAVA .....	5
2.1	Osnovna podjela skladišnih sustava .....	6
3	SKLADIŠNI PROCESI I SKLADIŠNA OPREMA .....	8
3.1	Skladišni procesi .....	8
3.1.1	Prijem robe u skladište .....	9
3.1.2	Pohrana robe u skladište .....	11
3.1.3	Komisioniranje robe .....	12
3.1.4	Otprema robe za krajnjeg korisnika .....	19
3.2	Skladišna oprema .....	20
3.2.1	Transport unutar skladišta .....	21
3.2.2	Sredstva za pohranu robe .....	25
4	ANALIZA TRENUTNOG STANJA I SUSTAVA KORISNIKA SKLADIŠNE USLUGE .....	29
4.1	Analiza procesa prijema robe .....	36
4.2	Analiza procesa pohrane robe .....	40
4.3	Analiza procesa komisioniranja robe .....	43
4.3.1	Automatizirano komisioniranje .....	47
4.4	Analiza procesa otpreme .....	49
4.5	Nedostatci analiziranog sustava korisnika skladišne usluge .....	51
5	PRIJEDLOG OPTIMIZACIJE SKLADIŠNIH PROCESA .....	52
5.1	Prijedlog optimizacije za komunikaciju između timova .....	52
5.2	Prijedlog optimizacije za vrstu komisioniranja .....	54
5.3	Prijedlog optimizacije za primjenu cross dock filozofije .....	56
5.4	Prijedlog optimizacije za promjenu zone konsolidacije .....	56
6	ZAKLJUČAK .....	59

LITERATURA.....	60
POPIS SLIKA.....	64
POPIS TABLICA.....	65

# 1 UVOD

Skladištenje i skladišne operacije postaju sve kompleksniji i jedan od ključnih elemenata u području logistike. U zadnjih par godina zbog globalizacije i povećanjem robe na tržištu skladišni procesi imaju važnu ulogu u distribuciji i lancu opskrbe.

Cilj rada je predočiti važnosti skladišnih procesa i objasniti svaki proces i potrebnu skladišnu opremu zasebno. Prikazati stanje skladišta logističkog operatera. Metodologijom prikupljanja i obrade podataka cilj je prikazati realno stanje skladišnih procesa i ponuditi prijedlog optimizacije. Rad je podijeljen u šest cjelina :

1. Uvod
2. Osnovne postavke skladišnih sustava
3. Skladišni procesi i skladišna oprema
4. Analiza trenutnog stanja i sustava korisnika skladišne usluge
5. Prijedlog optimizacije skladišnih procesa
6. Zaključak.

Nakon uvoda u trećem poglavlju dolazi do definiranja osnovnih postavki skladišnih sustava i osnovne podjele skladišnih sustava. Skladišni sustavi se dijele prema raznim kriterijima i izgrađeni su u raznovrsnim izdanjima.

Treće poglavlje detaljno opisuje skladišne procese i skladišnu opremu. Skladišnim procesima mogu se nazvati sve aktivnosti u skladištu. Skladišni procesi trebali bi se odvijati u što kraćem vremenu kako bih čim prije odgovorili na zahtjev korisnika, uz uvjete da se u svakom trenutku zna gdje se nalazi roba, u kolikoj količini i u kakvom je stanju. Opremom skladišta i uređenjem smatra se raspored puteva i prostorija, razmještaj opreme u skladišnom i manipulativnom prostoru.

U četvrtom poglavlju se opisuje i analizira trenutno stanje i sustav korisnika skladišne usluge. Navedeni su i obrađeni svi bitni pokazatelji za skladišne procese. Grafički je prikazana organizacija poslovanja, popunjenost skladišta i iscrpno je analiziran svaki skladišni proces zasebno.



U petom poglavlju se ukazuje na područja gdje se sustav može unaprijediti i navode se određeni nedostaci u analiziranom sustavu. Predložena su rješenja za optimizaciju i unapređenje sustava.

Zaključno poglavlje obuhvaća cjelokupna razmatranja iz rada i konkretna rješenja.

## 2 OSNOVNE POSTAVKE SKLADIŠNIH SUSTAVA

Učinkovitost distribucijskih, logističkih sustava i lanca opskrbe izrazito ovise o strukturi i organizaciji skladišnih sustava. Skladišni sustavi su kompleksna mjesta gdje se odlaže raznovrsna roba. To su izgrađeni objekti ili prostori kojima je primarni zadatak smještaj i pohrana robe od preuzimanja do otpreme. Među najbitnije i osnovne postavke skladišnog sustava ubrajaju se :

- Skladišni objekti;
- Sredstva za skladištenje i sredstva za pohranu robe;
- Pomoćna skladišna oprema;
- Prijevozna sredstva;
- Dodatna oprema. [1]

Skladišni objekti su kompleksi u kojima se roba pohranjuje, te pod skladišne objekte spadaju i uređene površine oko samog objekta kao što je parking, uređene površine i slično. Sredstva za pohranu su sredstva koja oblikuju i manipuliraju jediničnim teretom. Pod pomoćnu skladišnu opremu podrazumijeva se računalni sustavi, strojevi i oprema za pakiranje, sredstva za kontrolu, strojevi za depaletizaciju. Dodatna oprema skladišta je sva oprema koja pospješuje učinkovitost i sigurnost skladišta, a to je protupožarna oprema, rasvjeta, oprema za čistoću i uređenje skladišta.

Svrha skladišta je osposobiti sigurnu i ispravnu pohranu robe, bez mogućnosti promjene strukture, svojstava i kvalitete robe. Osnovni zahtjevi kvalitetnog skladišnog poslovanja su dobra organizacija toka robe i pravilna tehnološka implementacija sustava, vođenje stanja zaliha, evidentiranje skladišnih procesa, evidentiranje stanja i količine robe, komunikacija i suradnja s poslovnim partnerima [2]. Skladišta se mogu i nazvati poveznicom proizvođača i potrošača jer ujedinjuju procese i skraćuju vrijeme potrebno za dostavu krajnjim potrošačima [3].

Tablica 1 prikazuje skladišne sustave prema Jünemannu [4]. On prikazuje skladišni sustav u tri moguće izvedbe. Prvi stupac prikazuje podjelu u moguća tri skladišna sustava, drugi stupac prikazuje skladišnu tehniku, organizaciju skladišta, informacijske sustave.

Treći i četvrti stupac prikazuju skladišna sredstva i skladišnu opremu kao što su skladišni regali i transportna oprema skladišta.

Tablica 1. Skladišni sustavi.

Skladišni sustav 1	Skladišna tehnika	Skladišna oprema, Građevinski objekt	Skladišni regali, transportna oprema skladišta
	Organizacija skladišta		
	Informacijski sustav		
	Transportna sredstva		
	Sredstva za manipulaciju		
Skladišni sustav 2	Skladišna tehnika	Skladišna sredstva	Skladišni regali
	Organizacija skladišta	Objekti	
	Informacijski sustav		
	Transportna sredstva		
Skladišni sustav 3	Skladišna sredstva	Transportna sredstva za skladištenje materijala	
	Informacijski sustav		
	Organizacija		

Izvor: [2]

Prema Bergu [5], upravljanje skladišnim sustavima je kontinuirano unaprjeđivanje procesa, organizacijske strukture i podataka i informacijama u skladišnom sustavu kao i suradnja s dobavljačima i drugim sudionicima opskrbnog lanca. Poboľšanjem skladišnih sustava nužno je za održavanje konkurentnosti na tržištu.

## 2.1 Osnovna podjela skladišnih sustava

Skladišni sustavi su podijeljeni prema raznim kriterijima i izgrađeni u raznim vrstama. Osnovna podjela skladišnih sustava je prema funkciji. Prema funkciji skladišta se mogu podijeliti na distribucijska i industrijska. Industrijska skladišta najčešće uz sebe imaju tvornicu, te tako su usko vezana uz proizvodnju. Distribucijska skladišta su zastupljenija

i usmjerena prema distribucijskim procesima. Kako bi skladišni sustav bio efektivan i učinkovit potrebno je balansirati između performansi kao što su zahtjevi kupca, financijska dobit, inovacije i dodatno učenje, te kvalitetni odnosi zaposlenika unutar tvrtke [6].

Zbog velikog broja podjela i vrsta skladišta sama izvedba skladišnih sustava uvelike ovisi o vrsti robe koja se skladišti. Mnogi kriteriji ovise o vrsti skladišnih procesa kao što su vrsta i značajke materijala, stupanj iskoristivosti skladišnog sustava, strategija odlaganja materijala, model organiziranja, značajke građevinskog objekta, glavna zamisao izvedbe objekta, vrsta sredstava za skladištenje, vrsta toka materijala, pripadnost funkciji, tehnologija skladišta i zadatak u proizvodnom sustavu [2].

Skladišni sustav podrazumijeva sve sustave unutar skladišta. Odgovarajući na zahtjeve skladišnog sustava važno je uzeti u obzir poslovnu strategiju, određena ograničenja kao što je planiranje i ekološki problemi [7].

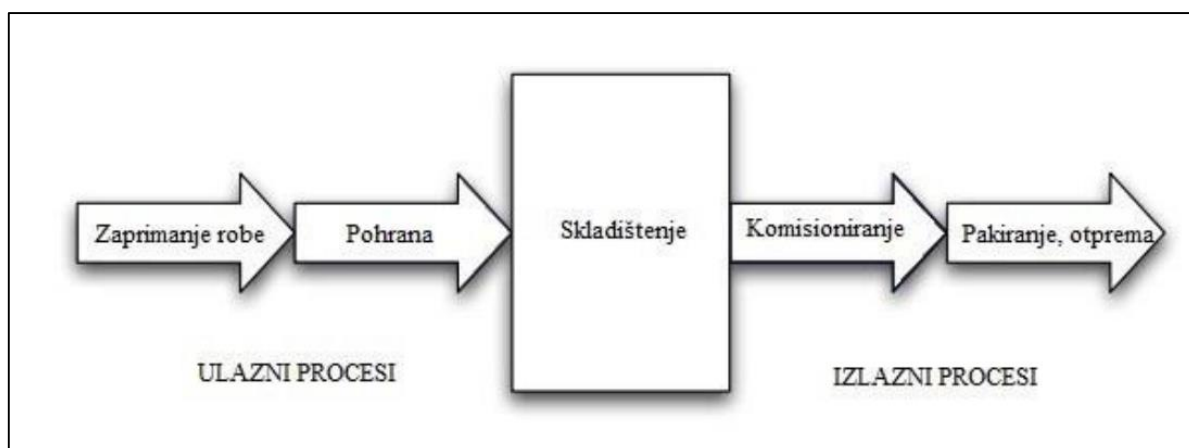
### 3 SKLADIŠNI PROCESI I SKLADIŠNA OPREMA

Skladišni prostor kao i sami skladišni procesi su od iznimne važnosti za distribuciju i lanac opskrbe. Skladištenje je potrebno kako bi se uspješno zadovoljile potrebe krajnjih korisnika. Za izvođenje skladišnih procesa potrebna je određena skladišna oprema.

#### 3.1 Skladišni procesi

Skupom aktivnosti u skladištu nazivaju se skladišni procesi. Skladišni procesi trebali bi se odvijati u što kraćem vremenu kako bih čim prije odgovorili na zahtjev korisnika, uz uvjete da se u svakome trenutku zna gdje se nalazi roba, u kolikoj količini i u kakvom je stanju. U skladištima može doći do prepakiravanja proizvoda. Roba najčešće ulazi na paleti, a napušta u kartonskoj kutiji ili drugom pojedinačnom pakiranju ovisno o narudžbi. Skladišna jedinica (Stock Keeping Unit) je najmanja jedinica proizvoda u skladištu s kojom se manipulira, a može biti paleta, jedinično pakiranje ili kartonsko pakiranje [8]. Elementarni i ujedno najvažniji skladišni procesi su:

- Prijem robe u skladište;
- Pohrana robe u skladište;
- Komisioniranje robe;
- Otprema robe za krajnjeg korisnika.



Slika 1. Skladišni procesi

Izvor: [9]

Slika 1 prikazuje skladišne procese. Roba u skladište može doći od unutarnjeg ili vanjskog izvora i otpremiti se također prema unutarnjem ili vanjskom izvoru te po tom pitanju mogu se razlikovati skladišta gotovih proizvoda, skladišta sirovina ili distribucijska skladišta.

Kako bi se skladišni procesi mogli nesmetano odvijati potrebno je planirati prostor i njegovu organizaciju. Time se želi postići jednostavan, brz i siguran pristup robi uz što manje troškove i istovremeno ispuniti zahtjeve korisnika.[23].

Svaki skladišni proces pokušava se ubrzati, sustav se pokušava organizirati kako bi proizvod u najkraćem mogućem roku došao do krajnjeg korisnika i njegovog zahtjeva, te je zbog toga izrazito važan smještaj proizvoda. Svaki skladišni prostor ima svoj vlastiti način skladištenja robe gdje se prati tok robe unutar prostora od prijema do otpreme, te se u svakom trenutku ažurira informacija o mogućoj promjeni. Kako se pokušava smanjiti vrijeme skladišnih procesa, te samim time poboljšati efikasnost i učinkovitost postoji veća mogućnost za pogreškom. Najčešći uzroci mogućih pogreški u realizaciji skladišnih operacija su: [1]

- Specifikacija proizvoda, pogrešno očitovanje specifikacije proizvoda, netočno uneseni podatci o proizvodu;
- Pakiranje, etiketiranje, netočan sadržaj, pogrešna količina robe u pakiranju i sl.
- Skladištenje, pogrešna lokacija, pogrešna oznaka lokacije, miješanje različitih vrsti roba pri slaganju;
- U procesu komisioniranja robe: krive informacije, kratki vremenski rokovi, pogrešna lokacija, nepotrebna dokumentacija, pogrešan unos podataka o robi.

### 3.1.1 Prijem robe u skladište

Proces prijema robe prvi je proces koji se mora obaviti prilikom dolaska robe. Roba u skladišni prostor dolazi najčešće kamionom. Tijekom ovog procesa roba može biti provjerena, prepakirana, pregledana ili skenirana te čekati za prijenos prema narednom procesu [10]. Kada se naznači da roba stiže može se reći da već tada počinje prijem robe. To je izrazito važno kako bi odgovorne osobe znale organizirati vrijeme iskrcaja, broj zaposlenika koji će sudjelovati u samom prijemu robe i ostale potrebne predradnje. Najčešće se roba odmah smješta na područje pohrane i ne zadržava se duže vrijeme u

prijemnoj zoni radi lakše dostave druge robe i jednostavnijim kretanjem po skladištu ostalih zaposlenika.

Zbog toga važan faktor pri određivanju zona u skladištu je odrediti optimalnu površinu prijemnog prostora. Površina prijemnog područja može se izračunati prema formuli [1]:

$$A_{s,pr} = \frac{Q_{uk}}{x_{pr} \cdot f \cdot p_p} = \frac{q}{f \cdot p_p} \quad (1)$$

Gdje  $Q_{uk}$  predstavlja godišnju ukupnu količinu zaprimljene robe u skladištu,  $x_{pr}$  prosječni broj prijema godišnje,  $f$  faktor iskoristivosti poda,  $p_p$  opterećenje poda i  $q$  prosječna količina prijema.

Kada se vozilo zaprimi, roba se privremeno odložili blizu prijemne rampe i u isto vrijeme se obavlja i administrativno zaprimanje robe [11]. Prilikom prijema robe moraju se obaviti razne djelatnosti. Prije svega mora se odrediti zona iskrcaja. Prilikom dolaska vozila unijeti podatke o vremenu dolaska, te osposobiti vozilo za iskrcaj. Važna stvar je provjeriti dokumentaciju kako bih se jasno znalo što ulazi u skladišni prostor. Odmah nakon prijema robe ako je potrebno može doći do usluga dodatnih vrijednosti poput deklariranja [12]. Nakon iskrcavanja robe, važno je detaljno pregledati, kako bi se uvidjelo je li roba oštećena, te se provjerava ujedno stanje i količina. Nakon grupiranja i slaganja u prijemnoj zoni uspoređuje se s dokumentacijom. Ako su navedeni koraci ispravno napravljeni i ne dolazi do pogreške, roba se unosi u sustav i stanje skladišta i spremna je za pohranu. U zoni pohrane određuje se lokacija novoj robi te se izdaje dokumentacija kao ovjera prijema.

Postoji više načina prijema robe na skladište. Prvi i najjednostavniji način je izravni prijem gdje se direktno roba šalje u skladište bez ikakvih dokumentacija i pomoćnih uređaja. Drugi način je prijem pomoću bar coda gdje svaka skladišna jedinica ima vlastiti bar code i pomoću kojeg se roba očitava. Treći način je prijem naslijepo gdje se gleda realna količina robe koja ulazi u skladište bez obzira na papirologiju i napisano stanje u dokumentima. Četvrti način je cross docking gdje se roba ne pohranjuje već odmah odlazi u otpremnu zonu.

Proces prijema robe potrebno je dobro organizirati i dobro pozicionirati prijemnu zonu. U što kraćem vremenu potrebno je vidjeti je li roba oštećena, ukradena ili za povrat. Pozicija prijemne zone ovisi o obliku skladišta, o gradnji, mogućnosti prilasku vozila s

ceste, veličini parcele itd. Najčešće je prijamna zona na suprotnoj strani od otpremne zone kako bih se mogla paralelno odvijati oba procesa jer ako se događa proces prijema robe drugi vozači čekaju kako bih se oslobodila rampa i kako bih mogli drugu robu otpremiti i samim time se gubi vrijeme, iskoristivost, efikasnost, fluidnost i dolazi do povećanja troškova. Zbog toga je organizacija i pravilan raspored skladišnih procesa pa tako i proces prijema robe od iznimne važnosti za kvalitetno funkcioniranje i upravljanje skladišnim sustavima.

Budući da se određena roba smješta direktno na lokaciju dok se druga mora preslagivati, bitno je da trošak prijema ne prelazi više od 10 % troškova skladišta.[23]

Na povećanje produktivnosti prijema robe nužno je slijediti korake kao što su: [13]

- Osigurati skladišne pozicije za većinu dobavljača;
- Smanjiti količinu kontrole dolaznih dostava;
- Imati prioritet na promocijskim artiklima i artiklima s niskom razinom zalihe;
- Planirati pohranu robe i osigurati da je artikl smješten na točnu lokaciju koja je dodijeljena prema sustavu;
- Fokus na korištenje cross-dock sustava skladišta.

### 3.1.2 Pohrana robe u skladište

Nakon što je prošla proces prijema roba se pohranjuje u skladište. Roba se može pohraniti na dva osnovna načina. Svaki artikl mora imati određeno mjesto odlaganja [14].S obzirom na mjesto odlaganja roba može imati stalno mjesto i kada god taj određeni artikl treba pohraniti unaprijed se zna lokacija. Također, roba može imati promjenjivo mjesto te se roba odlaže na prvo slobodno mjesto. Bez obzira na način pohrane u svakom slučaju odloženu robu treba unijeti u sustav kako bih sve bilo transparentno u sustavu. Prilikom optimizacije sustava potrebno je ispuniti razne uvjete poput što bolje iskoristivosti skladišta, djelatnika i skladišne opreme. U distribucijskim skladištima koriste se sustavi: [15]

- Sustavi zasnovani na pamćenju;
- Sustavi s fiksnom lokacijom;
- Sustavi sa slučajnom lokacijom;
- Zonski sustavi;

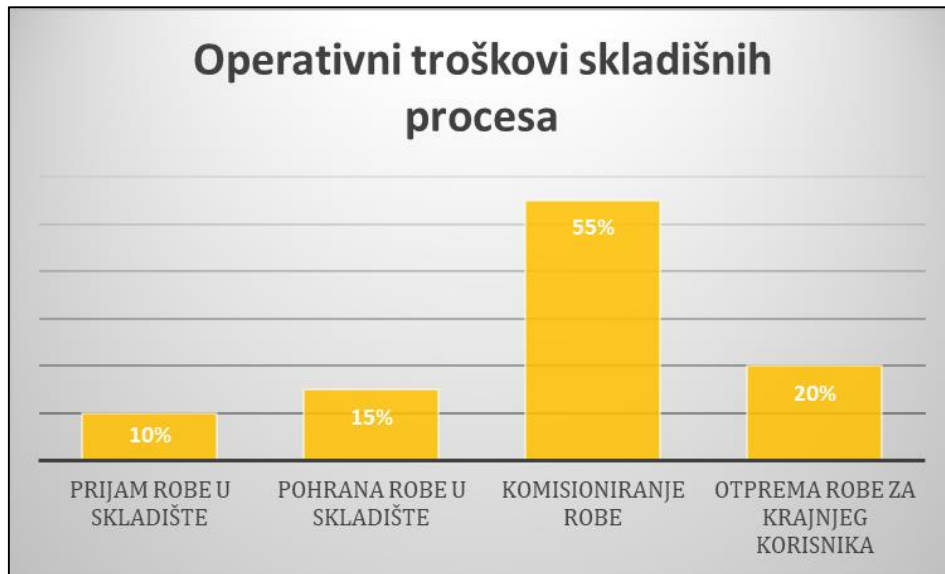


- Kombinirani.

Sustavi zasnovani na pamćenju su najjednostavniji sustavi pohrane robe u skladište. Najčešće se primjenjuje u manjim skladištima gdje nema potrebe za dokumentacijom i sve je vidljivo i lako dostupno. Problem ovakvog sustava je što se ne može lako manipulirati i premještati roba jer je prostor ograničen i ovisi iznimno o ljudskom faktoru i međusobnoj komunikaciji među zaposlenici. Zbog navedenih razloga ovaj sustav se ne smatra idealnim jer ima dosta nedostataka. Sustavi s fiksnom lokacijom su sustavi gdje svaki artikl ima svoje unaprijed određeno fiksno mjesto. U ovom slučaju čim roba dođe u skladište zna se na kojoj je poziciji, te prilikom komisioniranja ne gubi se vrijeme na lociranje artikla. U ovakvom sustavu se ne ispunjava maksimalni kapacitet skladišta i teško dolazi do modifikacija. U sustavu sa slučajnom lokacijom pohrane robe roba se pohranjuje na mjesto gdje je slobodno. U ovakvom sustavu nužno je zabilježiti lokaciju robe i prilikom svake izmjene ažurirati jer u protivnom može doći do težeg pronalaska robe. Ovakav sustav je dobar što se tiče iskoristivosti prostora, ali je potrebna iznimna organiziranost i jako puno vremena na svakodnevni unos i ažuriranje sustava. Zonski sustav pohrane robe je najčešći sustav koji se primjenjuje. U zonskom sustavu skladište je podijeljeno na određene zone u kojima se skladišti određena vrsta robe. U jednoj zoni skladišti se primjerice samo voće, dok u drugoj zoni bijela tehnika. Nakon što su se odredile zone, dolazi do još detaljnijih podjela u svakoj zoni, svakom regalu i polici. U ovakvom sustavu također iskoristivost prostora nije maksimalna jer u jednoj zoni potražnja može prelaziti vlastiti kapacitet dok druga zona može biti potpuno prazna. Kombinirani sustavi su sustavi koji upotrebljavaju sustav s fiksnom lokacijom i sustav sa slučajnom lokacijom. Jedna vrsta robe ima fiksnu lokaciju, dok ostatak robe se smješta dodjelom slučajne lokacije.

### 3.1.3 Komisioniranje robe

Komisioniranje robe je najzahtjevniji skladišni proces. Unatoč tome što je najzahtjevniji komisioniranje robe nam snosi i najviše operativnih troškova. Slika 2 prikazuje grafikon operativnih troškova skladišnih procesa iz kojeg je jasno vidljivo kako komisioniranje snosi više troškova nego svi ostali skladišni procesi zajedno. Komisioniranje predstavlja kontinuirani proces planiranja, dogovaranja i praćenja usluga [24]. Komisioniranje ili podizanje robe sa skladišta je proces u kojemu zaposlenik po skladištu prikuplja artikle, formira narudžbu i sprema je za otpremu prema krajnjem korisniku.



Slika 2. Grafički prikaz operativnih troškova skladišnih procesa  
Izvor: autor

Slika 3 grafički prikazuje utrošak vremena u procesu komisioniranja. Prilikom zaprimanja narudžbe priprema se dokumentacija koja čini 20% vremena komisioniranja. Nakon toga komisioner pretražuje i odlazi do lokacija gdje se artikli nalaze i izuzima ih. Najveći dio vremena u procesu komisioniranja čini unutarnji transport. 55% vremena unutar procesa komisioniranja potrebno je za putovanje, 20% za dokumentaciju, 15% za traženje artikla i 10% za prikupljanje [16].

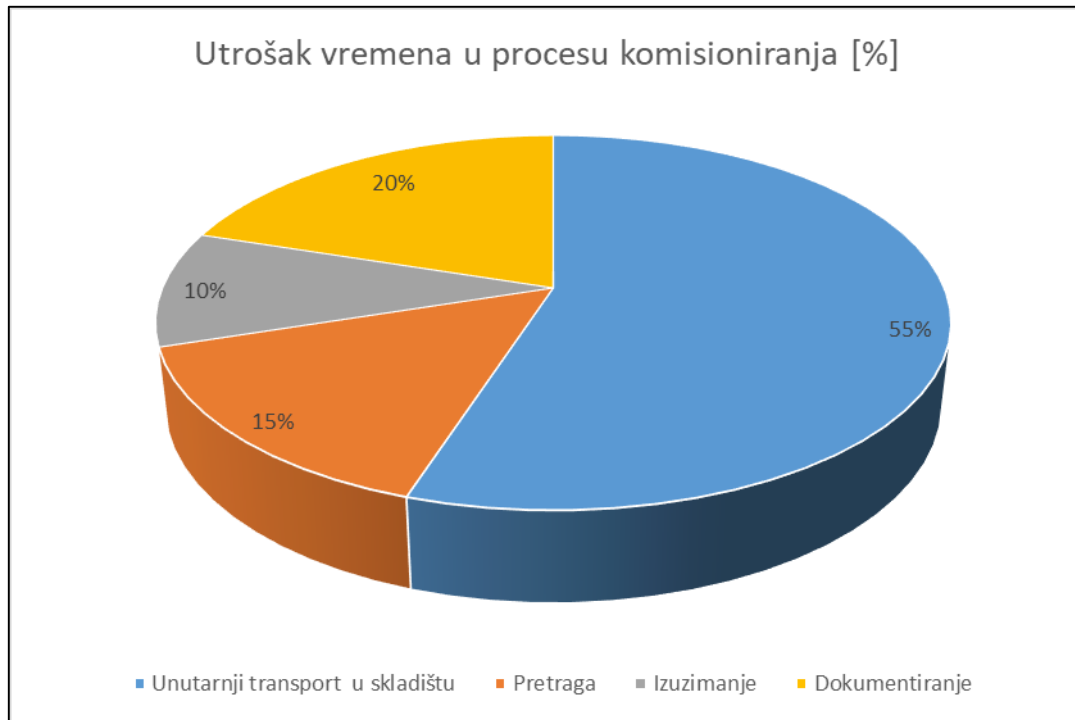
Komisioniranje mora zadovoljavati osnovne uvjete kako bi se ubrzao sam proces i kako bi sustav bio što organiziraniji. Prije samog proces komisioniranja mora se imati uvid i planirati koji su artikli najfrekventniji i napraviti ABC analizu gdje se jasno kategorizira svaki artikl. Analizom se detaljno prati broj narudžbi i količina robe, te artikl s najvećom vrijednosti se kategorizira kao A proizvod, drugi na B i treći artikl kao C kategorija (Tablica 2).

Tablica 2. Primjer ABC analize.

Artikl	Količina	Broj narudžbi	Kategorija
Jogurt	200	300	C
Mlijeko	1100	215	A
Kruh	20 000	8	B

Izvor: autor

Kvalitetnim planiranjem i dodjelom dobre lokacije uvelike se poboljšava iskoristivost i gubitak vremena. Dokumentacija mora biti jasno napisana i čitljiva. Odmah na njoj trebaju pisati artikli po redu da komisioner ima optimalan put. Dokumentacija ne treba imati viška informacija, nego jasnu količinu, mjesto robe i ispravnu adresu.



Slika 3. Grafički prikaz utroška vremena u procesu komisioniranja  
Izvor: autor

Sam način komisioniranja se može izvršiti na mnogo načina i ovisi o velikom broju pojedinosti. Roba se može prikupljati pomoću papira, pomoću svjetla, pomoću glasa, prema etiketi, prema barkodu, RFID prikupljanje i prikupljanje može biti automatizirano.

Komisioniranje pomoću papira je najstariji oblik prikupljanja robe. Komisioner sa sobom nosi papir na kojemu piše koju robu mora pokupiti i gdje se nalazi. Ovo je najsporiji i zastarjeli način prikupljanja jer s današnjom tehnologijom se može ubrzati i optimizirati način prikupljanja(Slika 4).



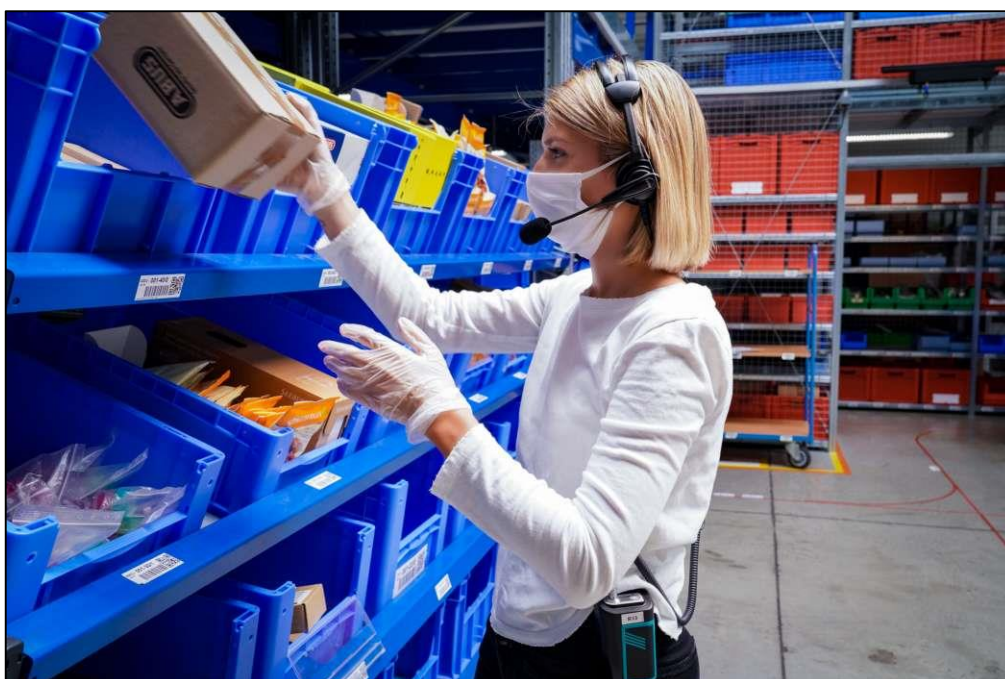
Slika 4. Komisioniranje pomoću papira  
Izvor: [17]

Komisioniranje pomoću svjetla je način komisioniranja koji olakšava prikupljanje robe. Prednost ovakvog načina prikupljanja za razliku od ostalih je što su ruke zaposlenika slobodne. Komisioner prikuplja robu ondje gdje mu svijetli i piše određena količina koju treba prikupiti. Komisioner kako bih potvrdio da je prikupio artikl pritisne tipku s kojom zabilježi promjenu stanja na poziciji, te samim time zasvijetli nova lokacija za prikupljanje sljedećih artikla. Ovo je izrazito jednostavan način gdje nije potrebno dugo vrijeme obuke. Ovakav način prikupljanja povećava broj narudžbi i smanjuje operativne troškove procesa prikupljanja narudžbi(Slika 5).



Slika 5. Komisioniranje pomoću svjetla  
Izvor: [18]

Komisioniranje pomoću glasa je metoda komisioniranja gdje komisioner dobiva sve upute i podatke vezane za robu, skladišnu poziciju. Zaposlenik nalog dobiva putem zvučnih signala [19]. Slika 6 prikazuje komisionera koji je u kontaktu s operativnim sustavom od kojeg dobiva naredbu. Nakon što prikupi određeni artikl glasovnim putem komisioner potvrdi i dobiva novu skladišnu poziciju za prikupljanje artikla. Prednosti ovakvog načina komisioniranja su obje slobodne ruke za manipulaciju robom, te samim time veća usredotočenost očima na obavljanje zadataka [20].



Slika 6. Komisioniranje pomoću glasa  
Izvor: [21]

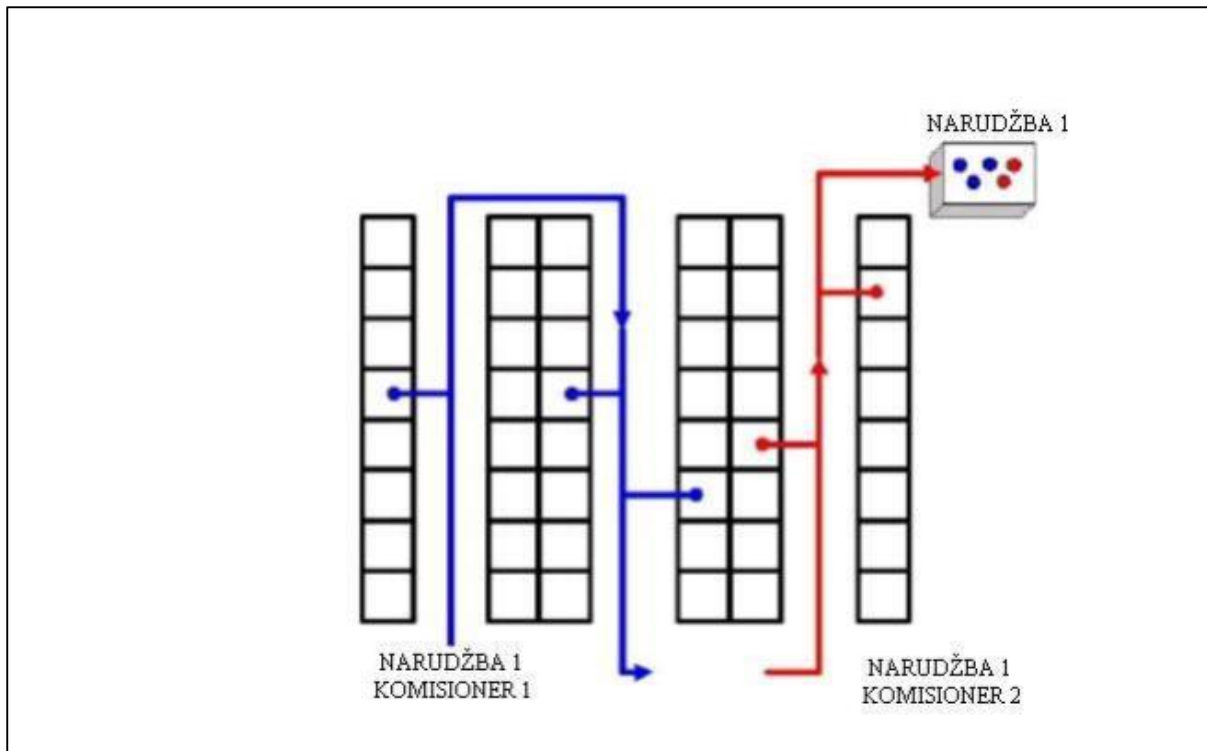
Prikupljanje prema etiketi, bar kodu ili RFID je dosta slično. Prema etiketi komisioner uzima određeni artikl i očitava ga s uređajem te jasno unese u sustav da je prikupio navedeni artikl. Svaka lokacija ima svoj bar kod gdje se podjeli skladište s brojevima i slovima u zone, tako da nekada zaposlenicima nije niti potreban skener za očitavanje bar koda jer s većim iskustvom jako brzo se može identificirati skladišna pozicija proizvoda. Svaki načina komisioniranja ovisi o veličini manipulativne jedinice. Komisioniranje paleta, komisioniranje redova, komisioniranje kutija, komisioniranje unutarnjeg pakiranja u kartonu ili pojedinačno komisioniranje određenog artikla. Komisioniranje

paleta se može odvijati na dva načina. Prvi način je da svaka polica u regalu ima svoju robu i prikuplja se u svim razinama. Drugi način je da se komisionira samo nulta razina dok se na ostalim policama u regalu nalazi ostatak iste robe s kojom se ponovno nadopunjava nulta razina. Komisioniranje kutija se odvija po principu da se prikupe potrebne kutije, te se kasnije sortira i ujedini svaka narudžba posebno. Komisioniranje određenog artikla se odvija tako što se artikl prikupi i s ostalim artiklima u narudžbi zapakira i sprema u otpremnu zonu.

Komisioniranje ima više načina komisioniranja robe prema narudžbi kupca, a sve ovisi o opremljenosti skladišta i o skladišnoj politici [22]. Komisioner može ići k robi, roba prema komisioneru ili može biti potpuno automatizirano komisioniranje. Automatizirano skladište može biti u potpunosti robotizirano koja je financijski najskuplja opcija. Sustav se može automatizirati i pomoću karusela i sortera. Komisioner prema robi je puno učestaliji princip koji se koristi za veća skladišta s većim kapacitetom. Pod načinom komisioner prema robi spadaju diskretno komisioniranje, zonsko komisioniranje, grupno komisioniranje ili komisioniranje na mah [15]. Roba prema komisioneru je manje redovan pristup gdje zaposlenik stoji a roba pristiže na traci ili kranu.

Jedne od metoda prikupljanja prema robi je diskretno komisioniranje. Diskretno komisioniranje je prikupljanje artikla gdje jedan komisioner sakuplja sve artikle iz narudžbe po skladištu. On nije vremenski ograničen i izrazito je jednostavno. Slika 7 prikazuje diskretno komisioniranje gdje jedan komisioner prikuplja jednu narudžbu. Problem ovakve metode je što veći broj zaposlenika kada radi istovremeno u istom području međusobno se ometaju i dolazi do konfuzije.





Slika 8. Zonsko komisioniranje  
Izvor: [24]

Slika 8 prikazuje zonsko komisioniranje. Ono se još naziva pick and pass prikupljanje narudžbe gdje su dva komisionera podijeljena u dvije zone. Jedan komisioner prikuplja artikle u jednoj zoni, dok drugi komisioner nastavlja prikupljati artikle u drugoj zoni, te u konačnici grupiraju narudžbu.

Uz zonsko, postoji i grupno komisioniranje, komisioniranje na mah i kombinacija navedenih načina. Grupni način komisioniranja je takav da zaposlenik obilazi skladište i prikuplja robu za više narudžbi istovremeno. Na kraju kada se prikupi sva roba grupira se i formira svaka narudžba zasebno.

#### 3.1.4 Otprema robe za krajnjeg korisnika

Otprema se sastoji o više aktivnosti, no osnovna je funkcija je izlaz robe iz skladišta do krajnjeg korisnika. Stoga se trebaju obaviti aktivnosti kao što su:

- Prijem robe;
- Kratkotrajna pohrana u predajnoj zoni;
- Kontrola robe;
- Prepakiranje;



- Označavanje;
- Dokumentiranje;
- Ukrcaj. [9]

Prije nego se napravi nalog za otpremu, skladišni radnik detaljno provjerava je li sve ispravno navedeno i potpisano od nadređene osobe. Roba se odmah može nakon komisioniranja prenijeti u sredstvo vanjskog transporta. U situacijama ukrcaja većih količina i potrebe za određenim redoslijedom na više lokacija, kontrole ili označavanja, pojavljuje se potreba odlaganja transportnih jedinica u otpremnoj zoni koje čekaju na ukrcaj. Ako je roba pravilno pakirana i smještena te ako je organiziranost i opremljenost skladišta dobra, i na vrijeme pripremljena sva dokumentacija, učinkovitost otpreme robe će biti puno veća. [25]

### 3.2 Skladišna oprema

Opremom skladišta i uređenjem smatra se raspored putova i prostorija, razmještaj opreme u skladišnom i manipulativnom prostoru. Oprema i uređenje skladišta ovisi o puno faktora kao što je vrsta robe koja se skladišti, rasporedu robe u skladištu, količini robe, vrsti samog skladišta, načinu rukovanja s robom, vrsti transportnih sredstava i određenoj tehnici rada. Ispravnim uređenjem i kvalitetnom opremljenošću može se poboljšati učinkovitost skladišta u pogledu skraćivanja vremena komisioniranja, svih skladišnih operacija i povećanje obrta robe. Osnovna podjela skladišne opreme je na sredstva na transport unutar skladišta i sredstva za pohranu robe [2]. Jedno od najzastupljenijih sredstava na transport unutar skladišta je viličar, dok sredstva za pohranu možemo podijeliti na polične i paletne regale.

Najčešći način skladištenja je na paletama. Određeni artikli se stavljaju na paletu, zaštite folijom ako je potrebno i transportiraju do skladišne jedinice gdje se pohrane bez ikakve dodatne manipulacije. Najčešće takav oblik je podno skladištenje koje se skladišti poput blokova. Problem ovakvog načina skladištenja je što se ovisno o artiklima ne može veliki broj paleta u visinu pohraniti jer može doći do lomljenja ili devijacije artikala. Standarda dimenzija palete u Europi je 1200 mm X 800 mm (Tablica 3). Paleta po njezinoj konstrukciji može biti dvostrana ili četverostrana. Razlika između ove dvije izvedbe je u

tome s koliko strana može viličar prikupiti paletu. Četverostranoj paleti viličar može pristupiti sa svake strane, dok dvostranoj samo s dvije.

Tablica 3. Standardne dimenzije palete.

Širina palete[mm]	Dužina palete [mm]	Najviše zastupljena
1219	1016	Sjeverna Amerika
1000	1200	Europa, Azija
1165	1165	Australija
1067	1067	Sjeverna Amerika, Europa, Azija
1100	1100	Azija
800	1200	Europa

Izvor: [22]

### 3.2.1 Transport unutar skladišta

Transport unutar skladišta je važan faktor u odvijanju skladišnih procesa. Uz važnu funkciju transport nosi najčešće i veliku vrijednost. Odabirom optimalnog načina transporta i rukovanjem robom, može se postići kvalitetnije, sigurnije, te vremenski kraće i financijski isplativije smještanje robe. Transportna sredstva povezuju tokove na relaciji skladište – okolina i može biti veza na relaciji skladište – skladište, skladište – proizvodni pogon ili veza vanjski transport – skladište [2]. Svaka navedena veza ovisi o vrsti skladišta, ima li ono proizvodni pogon ili roba dolazi vanjskim transportom kao što je kamion.

Najvažnije sredstvo za transport unutar skladišta je viličar. Viličari su transportna sredstva koja se koriste unutar skladišta i imaju implementiranu vilicu po kojoj su i dobili naziv. Oni služe za iskrcavanje, ukrcavanje, transport, rukovanje i pohranjivanje robe. Među najvažnijim zahvatima spada transport tereta gdje viličar prenosi robu s jednog mjesta do drugog unutar skladišta. Također pod iskrcavanje ili ukrcavanje robe smatra se operacijom kojom se roba pomoću viličara stavlja na određenu lokaciju ili izuzima s određene lokacije. Viličar je jedno od najvažnijih industrijskih inovacija u novije doba. Danas se više od 150 000 viličara godišnje isporučuje tvrtkama koji imaju potrebu rukovati s njima. Viličari su se razvili iz dizalica koje su bile primarno sredstvo za podizanje i premještanje teških predmeta krajem 1800-ih. Te su se dizalice u osnovni sastojale od lanca i vitla [26]. Nakon toga u vrijeme Prvog svjetskog rata razvijaju se kolica s

električnom platformom koja se podiže, te se polovicom 20. stoljeća razvijaju viličari koje možemo nazvati začetnikom današnjih viličara.

Viličari se koriste ne samo u svrhe transportiranja paletizirane robe nego razne druge svrhe. Zbog mogućnosti promjene vilica, i stavljanje kante ili mnogih drugih konstrukcijskih opcija viličar može služiti i za kontejnere. Kroz dugogodišnji razvoj viličara danas se može podijeliti prema tri osnovna elementa, a to su [15]:

- Prema namjeni;
- Prema pogonu;
- Prema konstrukciji.

Prema namjeni viličari mogu biti skladišni, transportni i viličar za komisioniranje. Prema pogonu viličari mogu biti ručni, motorno-ručni i motorni. Ručni viličari koristi se za prijenos paleta koje nije potrebno podizati na određenu visinu, nego se pohranjuju na pod. Ručni viličar je napravljen tako da pritiskom na ručicu vilice se podignu za par centimetara te komisioner može upravljati i prenijeti paletu. Istim postupkom se spuštaju vilice na mjesto gdje komisioner želi. Slika 9 prikazuje tehnički prikaz ručnog viličara koji je primjenjiv i dobar ako nije potrebno transportirati veliku količinu paleta i za male udaljenosti u skladištu. Motorno-ručni viličar je sličan ručnom viličaru, ali je lakše kretati se s njime jer je pogonjen elektromotor. Oni se još i nazivaju i paletni viličari. Oni su jedni od najzastupljenijih viličara u skladištima. Izrazito je jednostavan i lako je rukovati s njime. Velika prednost motorno-ručnog viličara u odnosu na ručni viličar je što se paleta može podići i na određenu visinu stoga je primjenjiv u velikim skladištima i skladištima s regalima i policama.



Slika 9. Ručni viličar

Izvor: [27]

Motorni viličari prema pogonu mogu biti električni, diesel, benzinski ili plinski. Diesel, benzinski i plinski ne koriste se u zatvorenim skladištima radi njihovih štetnih plinova. Oni se koriste u skladištima na otvorenom, najčešće u skladištima građevinskih firmi gdje nema potrebe zatvarati skladište jer određene čelične konstrukcije i materijali mogu podnijeti sve vremenske uvjete. Najzastupljeniji motorni viličar na otvorenom je viličar s diesel motorom. Nosivost motornih viličara je u pravilu do 250 kN, osim specijaliziranih viličara koji mogu imati nosivost čak do 400 kN. Električni viličari su ekološki puno primjenjiviji, no postoji mogućnost ako se detaljno ne prati stanje baterije da tijekom skladišnih operacija ostane bez mogućnosti pogona jer akumulator nije napunjen. Oni imaju manje snage nego diesel, benzinski ili plinski motori. Tehnološkim razvojem električnih automobila i ostalih prijevoznih sredstava poput električnih romobila, može se očekivati kako u skoroj budućnosti će i električni viličari znatno napredovati, te prosperirati i konkurirati na tržištu s još boljim specifikacijama. Zaštita okoliša je izrazito važna, a ekološki prihvatljiviji viličar može pridonijeti tome segmentu.



Slika 10. Električni čeonni viličar  
Izvor: [28]

Prema konstrukciji viličare možemo svrstati u čeone, bočne, regalne i vrlo uskoprolazne viličare. Svako skladište koristi izvedbu viličara koja poduzeću najviše odgovara, a to ovisi o skladišnoj opremi, prostoru za manipulaciju, visini skladišta, kapacitetu, vrsti robe i ostalim kriterijima. Najpoznatiji i najupotrebljiviji su čeonni viličari. Slika 10 prikazuje čeonni viličar s električnim pogonom. Bez obzira na vrstu pogona postoje različite izvedbe viličara prema konstrukciji. Kod čeonih viličara roba se prikuplja s vilicama koje se nalaze s prednje strane, te je uvijek vidljiva komisioneru. Nedostatak čeonih viličara za razliku od viličara druge konstrukcije je što je potrebna najveća širina prolaza i prostora za manipulaciju. Bočni viličari obično se koristi u pogonima s robom velike težine koja se može lako manipulirati i transportirati. Komisioner stoji s bočne strane te iskrcava robu na boku. Viličari su izrazito stabilni i širok im je razmak između kotača kako bih se težina jednako rasporedila na sve kotače. Bočnim radom, viličari s bočnim opterećenjem mogu se voziti uz police, prikupljati i iskrcavati robu bez okretanja. To ih čini pogodnim za transport u uskim prolazima i rukovanje s dugim teretima poput nosivih konstrukcija, cijevi, stupova za rasvjetu i drva što prikazuje Slika 11.



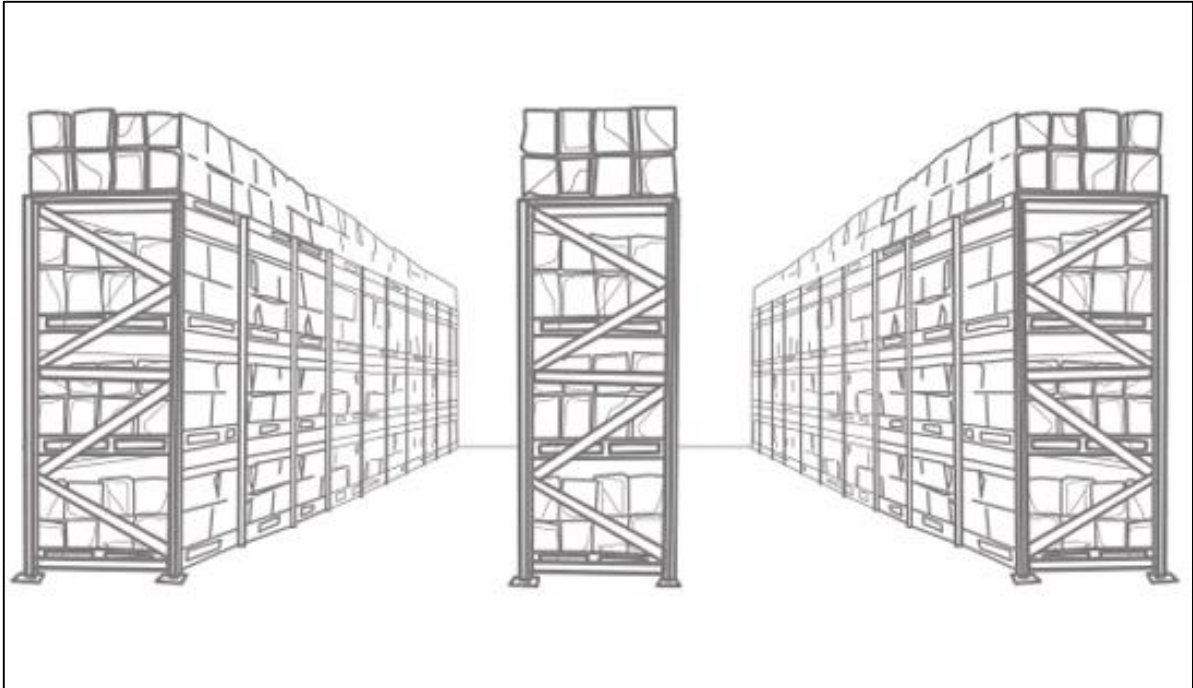
Slika 11. Bočni viličari  
Izvor: [29]

Regalni viličari ne koriste se na otvorenim prostorima nego isključivo u zatvorenim skladišnim prostorima gdje je velika frekvencija i kapacitet skladišta. Najčešće su električnog pogona, gdje komisioner kao u čeonim viličarima sjedi iza vilica i pregledno može prikupljati robu. Zbog manje potrebnog prostora odnosno širine prolaza za komisioniranje sve veći broj skladišta mijenja čeone viličare za regalne. Oni se mogu kretati po tračnicama ili vodilicama koje mogu biti na konstrukciji stupova ili na podu. Vrlo uskoprolazni viličari se koriste u skladištima s uskim prolazima između regala.

### 3.2.2 Sredstva za pohranu robe

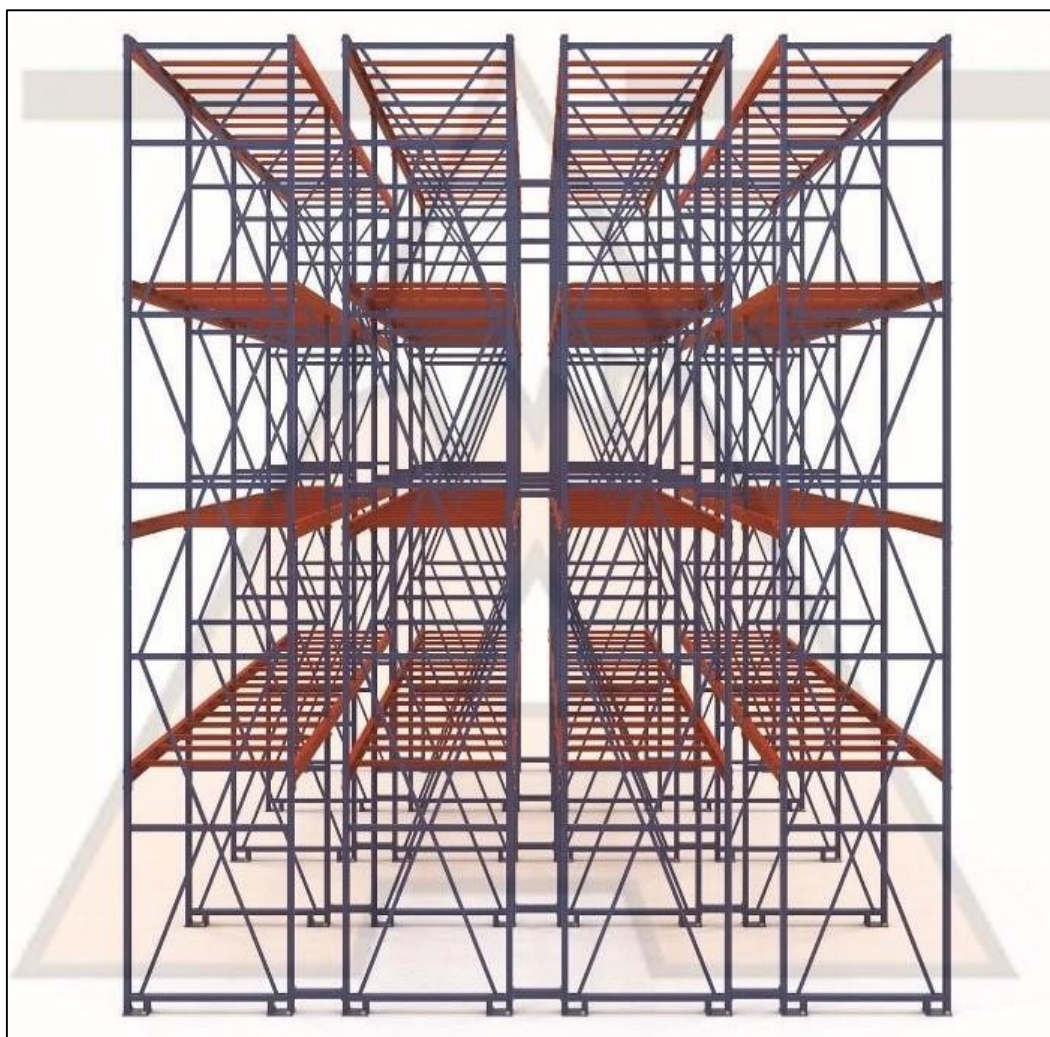
Sredstva koja se koriste za pohranu robe su regali. Poput transportnih sredstava, svako skladište ovisno o vlastitoj koncepciji dizajnira i postavlja regale koji im najviše odgovaraju. Regali se prema vrsti mogu podijeliti na paletne i polične regale. Paletni regali su više zastupljeniji u skladištima. Sastoje se od više razina na koju se može pohraniti paleta. Postoji mogućnost podesivosti visine svake razine, pa se standardizira visina robe na paleti kako bih postojao dovoljan otvor za manipulaciju s robom. Postoji više izvedba paletnih regala, a to su jednostruki paletni regali, paletni regali dvostruke dubine, protočni i provozni.

Jednostruki paletni regali su dobili naziv po tome što je regal dužine poput palete. Točnije jednostrukim paletnim regalima u svakome trenutku se može pristupiti na svakoj skladišnoj lokaciji što prikazuje Slika 12. Jednostruki paletni regali su najjeftiniji oblik regala, potrebna je velika skladišna površina i iskoristivost prostora je izrazito mala, ali prednost je mogućnost komisioniranja na više lokacija u isto vrijeme.



Slika 12. Jednostruki paletni regali  
Izvor: [30]

Paletni regal dvostruke dubine sličan je jednostrukom paletnom regalom, osim što postoji prostor da se postave dvije palete po dubini regala. Paletni regal dvostruke dubine bolje iskorištava skladišni prostor, ali je problem ako se treba komisionirati artikl koji se nalazi u drugome redu koji nije dohvatljiv. Stoga je pravilo da se drugi redovi popunjavaju s istim artiklima. Također prilikom prikupljanja sa stražnjih skladišnih jedinica komisioner nema najbolju vidljivost. Slika 13 prikazuje tehnički prikaz paletnog regala dvostruke dubine koji je pogodan za artikle koji se kategoriziraju kao B artikli ili C artikli ABC analizom jer tada skladište pohrani određene artikle, koji se ne komisioniraju svakodnevno.



Slika 13. Paletni regal dvostruke dubine  
Izvor: [31]

Uz navedene regale, koriste se protočni regali. Protočni regal funkcionira tako što su palete postavljene na niz kotačića. Nakon što se prikupi prva paleta do prolaza, cijeli niz stražnjih paleta se pomakne za red naprijed. Takvim načinom funkcioniranja uvijek je prvi red do prolaza popunjen, te nije potrebna velika površina skladišta. Oni se popunjavaju s jedne strane bloka, a prikupljaju s druge strane bloka, stoga je moguće obavljati obje operacije istovremeno.

Provozni regali su regali konstruirani tako da viličar u potpunosti ulazi unutar okvira. Postoje dvije izvedbe provoznih regala. Prva izvedba provoznih regala je da se s viličarom može samo ući unutar okvira, te se s iste strane roba i prikuplja i prazni. Takva izvedba ima slabu točku jer roba koja se zadnja pohrani prva će se prilikom narudžbe otpremiti. Druga izvedba provoznih regala je da viličar može u potpunosti pristupiti regalu s obje



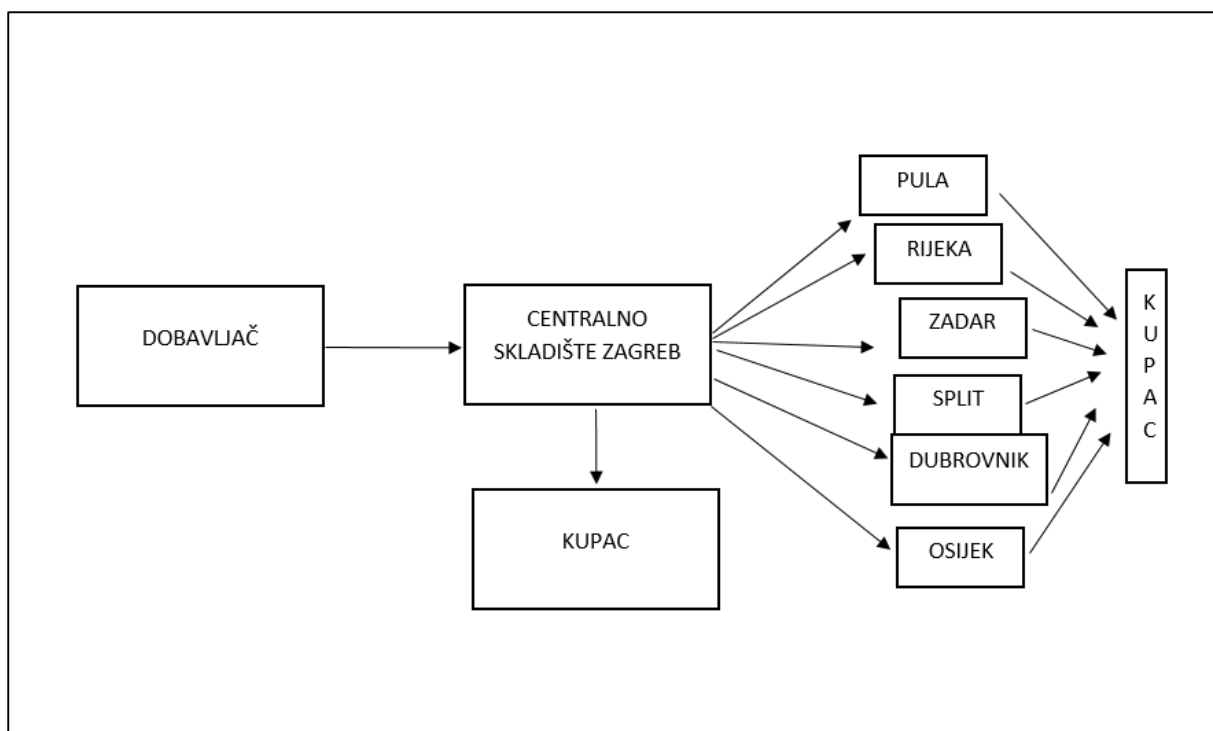
strane te se roba pohranjuje s jedne, a otprema s druge strane. Kod provoznih regala potrebno je u svaki red pohraniti iste proizvode kako ne bi došlo do nepotrebnih manipulacija. Provozni regali su primjenjivi za skladišta s manjom površinom.

Polični regali su kategorija skladišne opreme koja se najčešće koristi kada je skladišna jedinica kartonsko pakiranje ili jedinično pakiranje. Postoje dvije vrste poličnih regala. To su jednostavni regali i gravitacijski. Jednostavni regali su regali s policama standardiziranih dimenzija koji su najzastupljeniji u skladištima. Jednostavni polični regali koriste se u skladištima koja imaju male jedinične artikle kao što su šarafi, vijci, matice i ostalo. Jednostavni polični regali zahtijevaju veće vrijeme prilikom komisioniranja, jer je komisioneru potrebno vrijeme dok pronade i prikupi sve artikle. Gravitacijski protočni polični regal je sličan protočnim regalima. Njihova konstrukcija je postavljena koso i sastoje se od niza kotačića koji nakon prikupljanja artikla iz prvoga reda, stražnji niz pomaknu naprijed. U skladištima koja pohranjuju robu u polične regale preporučljivo je komisioniranje pomoću svijetla ili komisioniranje pomoću glasa jer uvelike može smanjiti vrijeme potrebno za pretraživanje artikla.

## 4 ANALIZA TRENUTNOG STANJA I SUSTAVA KORISNIKA SKLADIŠNE USLUGE

U ovome radu je analizirano i istraživano trenutno stanje skladišnih procesa poslovnog subjekta koji je jedan od vodećih globalnih poduzeća koji se bave prodajom namještaja i proizvoda za uređenje doma. Poslovni subjekt već dugi niz godina zahvaljujući svome brendu i imidžu postiže impresivne rezultate kako na europskom tako i na hrvatskom tržištu.

Tvrtka posluje tako što je skladišni prostor odmah u sklopu poslovnog objekta, gdje kroz jedan dio mogu hodati i kupci. Robna kuća je podijeljena u tri velike zone u kojima dolazi do još detaljnijih podjela. Robna kuća za kupce je otvorena od 10:00 do 21:00h. Sva roba koja dolazi iz inozemne tvornice, najprije dolazi u robnu kuću i centralno skladište u Zagrebu, a nakon toga ovisno o narudžbi se šalje u distributivne centre koji se nalaze u Puli, Rijeci, Zadru, Splitu, Dubrovniku i Osijeku (Slika 14). Distributivni centri su naknadno napravljeni, najprije je u Hrvatskoj i jugoistočnoj Europi postojala isključivo robna kuća u Zagrebu. Ovakvim načinom postoji mogućnost za kupnju bez dolaska do Zagreba, nego u obližnji veći grad ili pak dostavom na kućnu adresu. U navedenoj tvrtki u Zagrebu, ne brojeći distributivne centre u drugim gradovima zaposleno je 160 radnika. U samom skladištu je zaposleno 60 radnika, gdje je 40 jutarnja smjena, a 20 zaposlenika poslijepodnevna.



Slika 14. Grafički prikaz organizacije poslovanja  
Izvor: autor

U promatranom skladištu nalazi se 21 viličar, od toga 12 regalnih, 5 iskrcajnih i 4 viličara za prikupljanje robe. Regalni viličari su Toyota BT nosivosti do 1600 kilograma. Uz Toyotine viličare tvrtka ima i Jungheinrich viličare nosivosti od 1600 do 2000 kilograma. Sve viličare poslovni subjekt je kupio od generalnih zastupnika za Hrvatsku i svakodnevno raspolažu s njima. Osim toga u svakom dostavnom centru nalazi se po jedan viličar za iskrcaj robe. Svi viličari su električno pogonjeni. Ručni viličari su rađeni isključivo za poslovnog subjekta jer manipuliraju s nestandardiziranim paletama, te moraju imati i viličare s više vrsta vilica koje odgovaraju dimenziji palete. Analizirana tvrtka ima kapacitet od 11 925 paletnih mjesta. Paleta s kojima manipuliraju su papirnate koje imaju ima kocke na rubovima. Kao što je već navedeno palete nisu standardiziranih dimenzija, nego papirna paleta prati veličinu proizvoda, te se paleta prilagođava dimenziji proizvoda što prikazuje Slika 15. Na paletama se može nalaziti roba direktno složena te u kartonskim kutijama. Kartonske kutije imaju sedam različitih dimenzija. Manje kutije mase 140 kilograma pa sve do 260 kilograma. Svaka paleta ima svoj bar kod i prilikom iskrcaja dolazi do skeniranja palete. Niti jedna druga tvrtka u Hrvatskoj ne koristi takvu vrstu paleta. Velika prednost ovakvih paleta je što ne dolazi do problema zbrinjavanja i ekološki je puno prihvatljivije jer svaka oštećena paleta ide u reciklažni

proces. Manji dio robe se pohranjuje i na drvene palete. To su standardne EURO palete dimenzija 800 x 1200 milimetara.



Slika 15. Roba na papirnatim paletama različitih dimenzija  
Izvor: autor

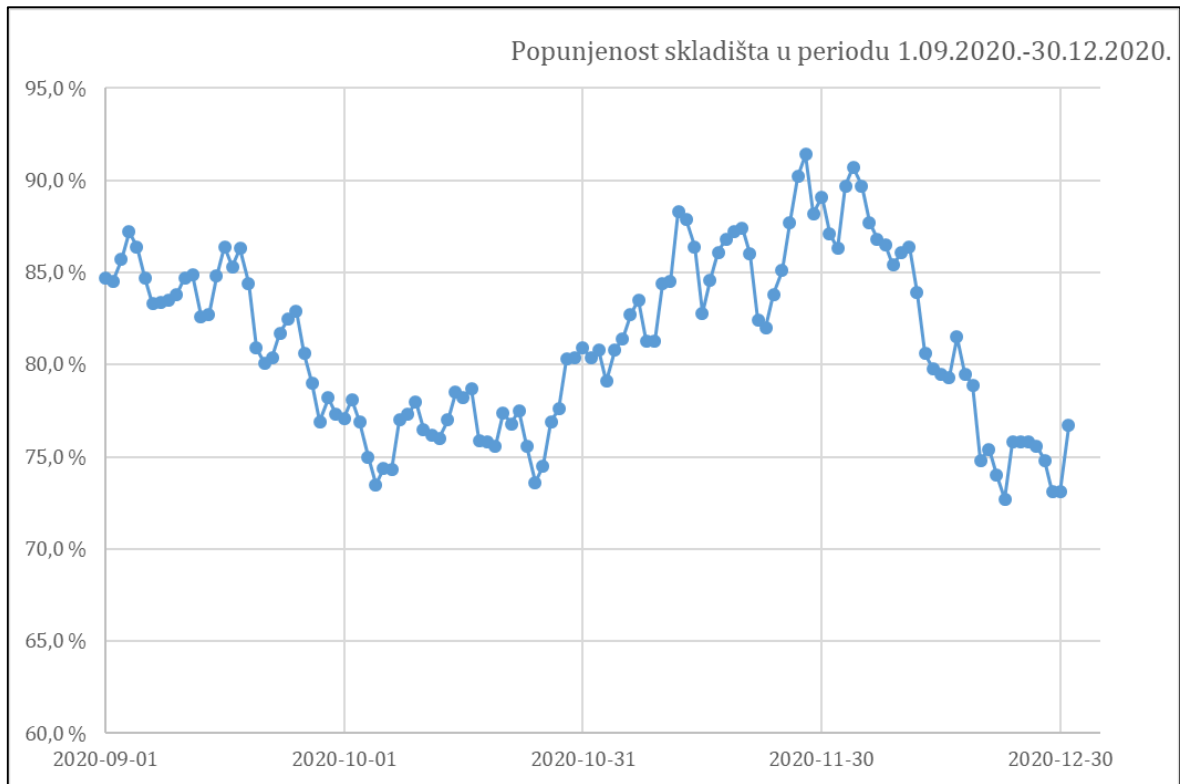
Regalno skladište je podijeljeno u 6 razina po visini, ali postoji mogućnost i da određeni dio skladišta imaju jednu razinu podijeljenu na dva dijela zbog specifičnosti proizvoda što prikazuje Slika 16. Regali su kombinirani, dvostruke i jednostruke dubine zbog specifičnosti proizvoda, jer postoje proizvodi za pohranu kao što su kreveti koji su dugački i za jedan proizvod je potreban regal dvostruke dubine. Većina nabave robe funkcionira automatski. Sustavi prate dnevnu, tjednu, i mjesečnu prodaju te se uzima u obzir koliki je vremenski period potreban da proizvod pristigne u tvrtku. Tvrtka ima

jedan odjel koji prati anomalije automatskih narudžbi, te prati prognozu prodaje i kada dolazi do velikih odstupanja u redovitim narudžbama dolazi do korekcija.



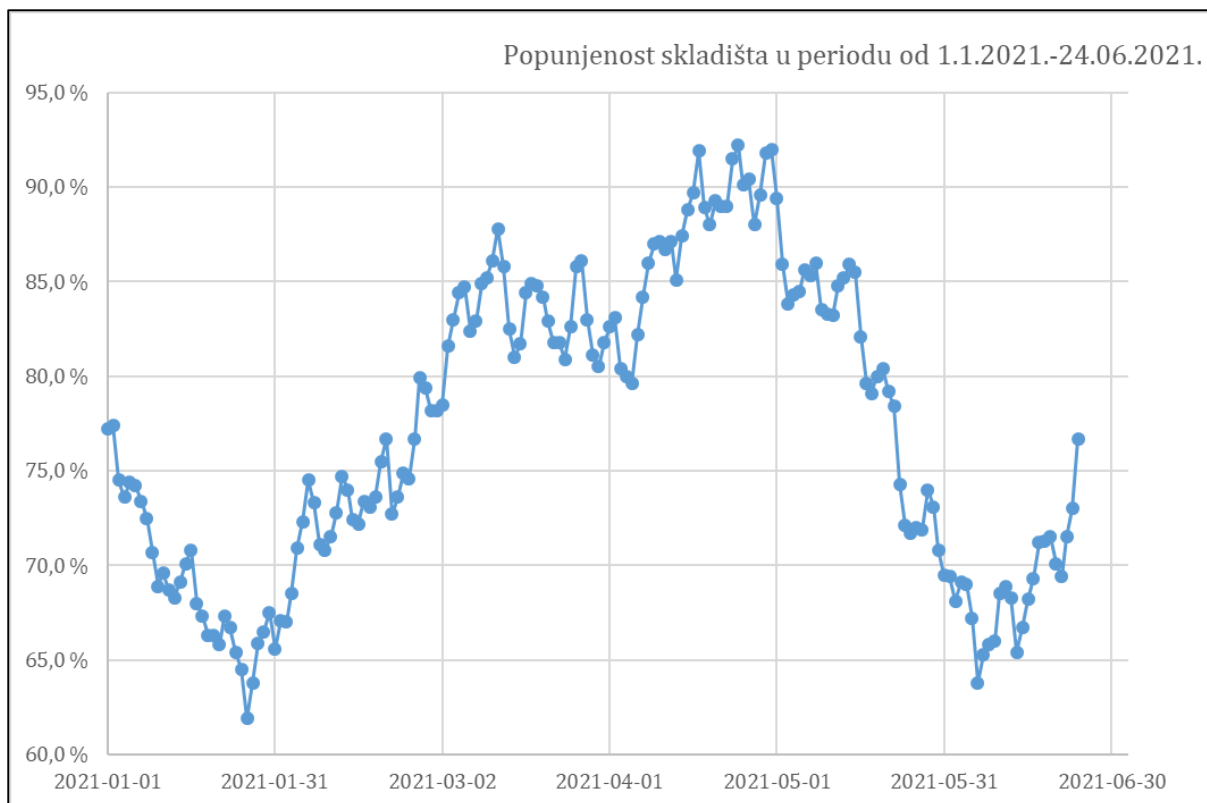
Slika 16. Podjela razine regala na više dijelova  
Izvor: autor

Jedan od najbitnijih segmenata svakog skladišta je njegova popunjenost. Optimalna popunjenost skladišta kako navodi Bertholdi je 85% [22]. Slika 17 prikazuje svakodnevna očitavanja popunjenosti skladišta u 2020 godini i njihov grafički prikaz. Jasno je vidljivo kako do pada popunjenosti skladišta dolazi u listopadu, jer je obujam posla tada manji. Do povećanja popunjenosti skladišta dolazi krajem studenog i početkom prosinca jer u tom razdoblju godine u prosincu dolazi do najviše narudžbi. Vidljivo je da i samim time popunjenost skladišta prelazi optimalnu razinu pa čak i iznad 90% popunjenost kapaciteta skladišta.



Slika 17. Grafički prikaz popunjenosti skladišta u 2020.  
Izvor: autor

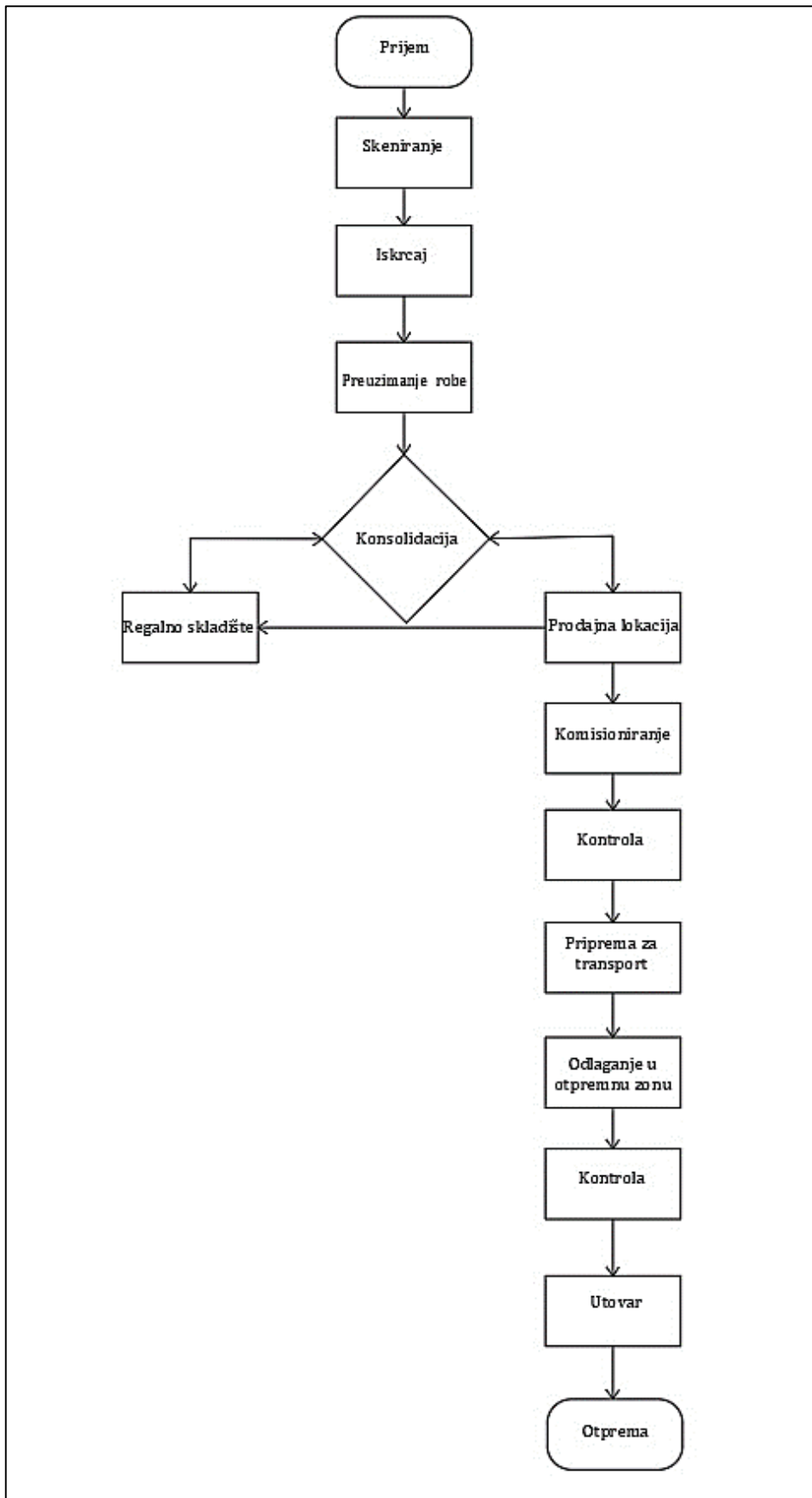
Slika 18 grafički prikazuje popunjenost skladišta u periodu od 1.siječnja do 24.lipnja 2021.godine kada su prikupljeni i obrađeni podatci. Iz grafikona se da jasno očitati kako dolazi do drastičnog pada popunjenosti skladišta do kraja siječnja. Nakon toga dolazi do konstantnog povećanja popunjenosti skladišta do čak najvećih u godini 92.2%. Sredinom svibnja poslovni subjekt najbolje posluje tijekom godine. Mnogi kupci upravo tada naručuju namještaj i stvari za kuću i vrt. Također jedna od glavnih karakteristika robne kuće su narudžbe prije turističke sezone pa je samim time i veliki broj narudžbi za distributivne centre u Zadru, Splitu, Dubrovniku, Rijeci i Puli. Zbog navedenog razloga i povećanog obujma posla popunjenost skladišta 6.lipnja pada na najnižih 63.8%.



Slika 18. Grafički prikaz popunjenosti skladišta u 2021.

Izvor: autor

Slika 19 prikazuje dijagram toka skladišnih procesa. Skladišni procesi u poslovnom subjektu odvijaju se najprije od prijema robe. Prije samog i za vrijeme iskrcaja dolazi do skeniranja robe, a nakon toga se roba iskrca u prijemnu zonu. Kada se roba iskrca dolazi do kontrole količine robe i provjere dokumentacije. Nakon kontrole, roba se transportira do svake zone konsolidacije ovisno gdje se pohranjuje. Roba se može pohraniti u regalni dio skladišta ili na prodajne lokacije. Ako dio robe ne može stati na prodajnu lokaciju, on se vraća u zonu konsolidacije pa nastaje formiranje nove palete i pohrane u regalni dio skladišta. Takav način pohrane robe se još naziva i povratni tok robe. Proces povratnog toka robe je moguć i s regalnog skladišta, tako što se roba pohrani u zonu konsolidacije zatim na prodajnu lokaciju. Komisioniranje se isključivo odvija s prodajnih lokacija. Nakon komisioniranja artikla detaljno se provjerava svaka prikupljena narudžba i priprema robe za transport. Roba se odvozi u otpremne zone, gdje dolazi do ukrcavanja u transportno vozilo i odvija se zaključni proces otpreme. Svi procesi u daljnjem dijelu rada su detaljnije opisani.

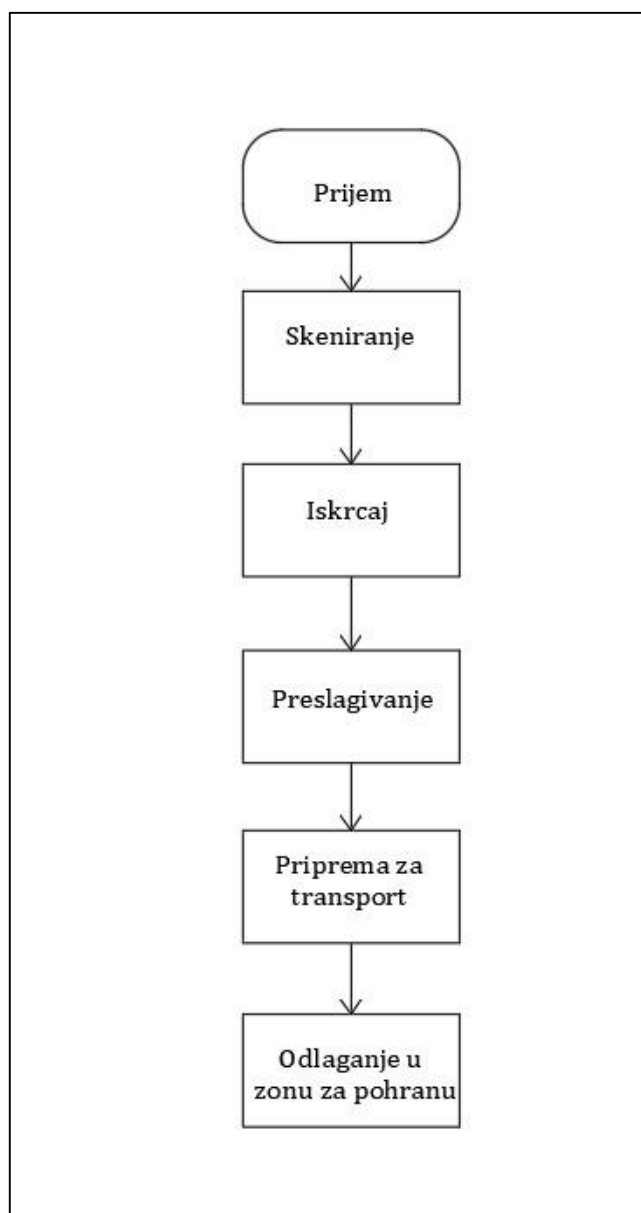


Slika 19. Dijagram toka skladišnih procesa  
Izvor: autor



#### 4.1 Analiza procesa prijema robe

Prijemna zona tvrtke se sastoji od područja za iskrcaj te rampe za ukrcaj ili iskrcaj. Postoji 7 rampe na kojima transportna vozila mogu istovremeno ukrcajati ili iskrcajati robu. Područje iskrcajnih zona nalazi se ispred svake rampe. Slika 20 prikazuje dijagram toka procesa prijema robe. Proces prijema robe mora se sastojati od navedenih elemenata, te se prilikom svakog prijema odvijaju prikazane radnje kako bih se ubrzao i jasno odvijao tok procesa prijema robe.



Slika 20. Dijagram toka procesa prijema robe  
Izvor: autor

8 zaposlenika čini tim koji sudjeluju u procesu prijema i otpreme robe. Zadnji iskrcaj mora biti gotov ujutro do 10:00h jer se tada otvara robna kuća i sve mora biti spremno za sigurno i nesmetano kretanje kupaca i radnog osoblja. Slika 21 prikazuje iskrcavanje robe u ranim jutarnjim satima. Kada su kupci unutar robne kuće, pravilo tvrtke je da se ne odvijaju manipulacije viličarom u kupci mogu stupiti. Razne tvrtke u Hrvatskoj donose poslovne odluke gdje dozvoljavaju kretanje se s viličarom istovremeno, ali analizirani poslovni subjekt u prvi plan stavlja sigurnost i zaštitu kupaca i zaposlenika.



Slika 21. Prijemna zona iskrcaja robe  
Izvor: autor

Iskrcaj prvog kamiona započinje ujutro u 4:00h, te se u prosjeku zaprimi sedam do deset kamiona dnevno što prikazuje Tablica 4.

Tim je raspoređen da 1 član iskrcava jedan kamion. Ako nisu u istom trenutku popunjene sve rampe, određeni dio tima koji ne manipuliraju viličarom čine pripremne radnje kao

što je skeniranje ili osiguravanje paleta. Prijem kamiona funkcioniše da svako transportno vozilo ima svoje unaprijed određeno mjesto i vrijeme iskrcaja. Najavom i rasporedom iskrcaja kamiona, predviđa se vremenski period potreban za iskrcaj. Najkompleksniji kamioni za iskrcaj gdje se na jednoj paleti nalazi 15 različitih artikala i 100 paleta se zaprimaju najranije ujutro. Takve kamione potrebno je iskrcati i pohraniti sve artikle na svaku lokaciju te dobrom organizacijom timovi imaju više vremena za pohranu. Slika 22 prikazuje iskrcaj kamiona od početka prve palete do iskrcaja posljednje palete. Jasno je vidljivo da je popunjenost prikolice gotovo maksimalna. Kako svaka paleta ima svoj bar kod prilikom iskrcaja dolazi do skeniranja palete. Nakon iskrcajanja u zone dolazi do preslagivanja težih i većih kutija na dno palete, a onih manje mase na njih.



Slika 22. Iskrcaj kamiona  
Izvor: autor

Za prijem robe se koriste prve 4 rampe, a ostale su za otpremu. Na prve 4 rampe dolazi do iskrcaja robe gdje viličarist unaprijed odredi prostor za iskrcaj ovisno do koje zone robne kuće odnosi robu, pa ju tako iz kamiona pozicionira kako bih kasnije lakše robu selektirao. Prilikom skeniranja palete, prema lokaciji gdje se artikl pohranjuje viličarist zna gdje treba paletu odvesti u koju zonu konsolidacije jer mu sustav odmah sam predloži na koju lokaciju transportira robu. Na paleti se nalaze tri koda koja se skeniraju. Prvi kod predstavlja podatke o artiklu i količinu koja je na paleti. Drugi kod je kod potvrde za preuzimanje. Treći kod je jedinstveni kod koji ima svaka paleta. Kada se zaprimi cijeli kamion istih artikala svaka paleta ima jedinstveni kod pa se tako u lancu opskrbe zna se točno gdje je ta paleta bila i u svakom trenutku gdje se nalazi. Krajnji zadatak tima za prijem robe je prenijeti robu do zona konsolidacije gdje odlože robu, a tamo preuzima tim za pohranu robe i smješta na konačne lokacije u regale ili na prodajne lokacije.

Tablica 4. Vrijeme potrebno za iskrcaj kamiona.

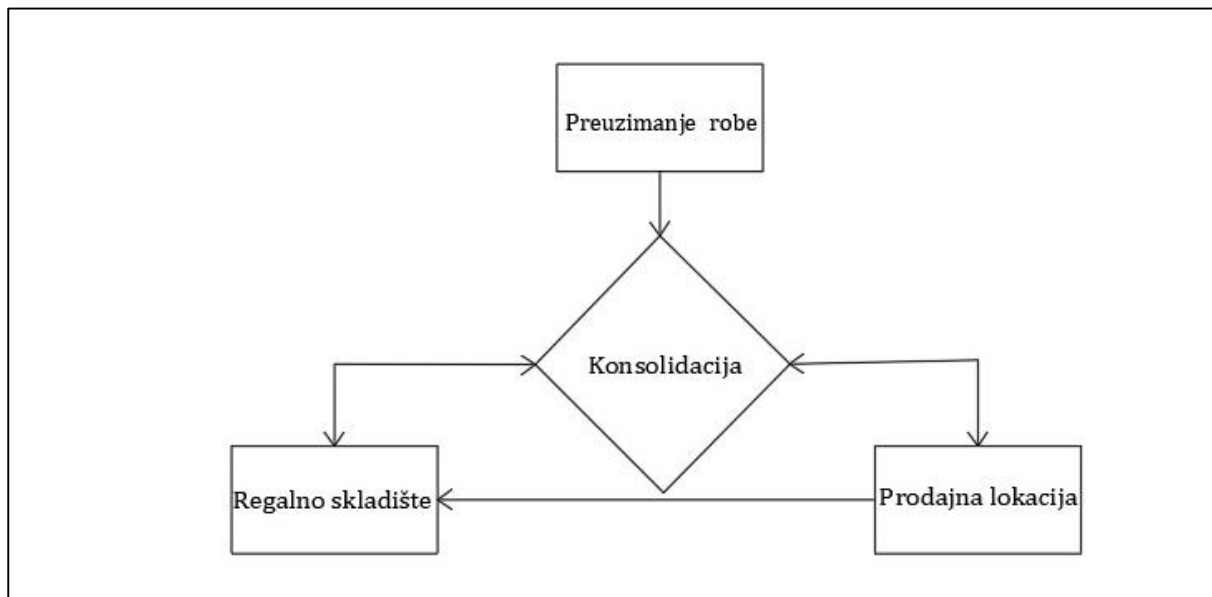
Početak iskrcaja	Kraj iskrcaja
1.5.2021 4:00	01/05/2021 05:40
01/05/2021 04:00	01/05/2021 07:00
03/05/2021 04:00	03/05/2021 05:30
03/05/2021 07:00	03/05/2021 08:00
04/05/2021 04:00	04/05/2021 05:50
04/05/2021 04:00	04/05/2021 05:15
04/05/2021 04:30	04/05/2021 05:30
04/05/2021 06:00	04/05/2021 08:00
04/05/2021 06:30	04/05/2021 07:30
05/05/2021 04:00	05/05/2021 06:00
05/05/2021 04:00	05/05/2021 06:00
05/05/2021 04:00	05/05/2021 05:30
05/05/2021 04:00	05/05/2021 05:30
05/05/2021 06:30	05/05/2021 07:00
05/05/2021 08:00	05/05/2021 08:30
06/05/2021 04:00	06/05/2021 06:00
06/05/2021 04:00	06/05/2021 06:10
06/05/2021 04:00	06/05/2021 06:30
06/05/2021 04:00	06/05/2021 06:30
06/05/2021 04:00	06/05/2021 06:30
06/05/2021 06:00	06/05/2021 07:40
06/05/2021 06:30	06/05/2021 08:30
07/05/2021 04:00	07/05/2021 06:40
07/05/2021 04:00	07/05/2021 06:20
07/05/2021 04:00	07/05/2021 06:10
07/05/2021 04:00	07/05/2021 06:30
07/05/2021 04:00	07/05/2021 06:00
07/05/2021 06:30	07/05/2021 08:10
07/05/2021 08:00	07/05/2021 08:10
08/05/2021 04:00	08/05/2021 06:10
08/05/2021 04:00	08/05/2021 06:50
08/05/2021 04:00	08/05/2021 06:00
08/05/2021 06:00	08/05/2021 09:00

Izvor: autor

#### 4.2 Analiza procesa pohrane robe

Sva roba prolazi kroz 3 vrata iz prijemne zone, ovisno u koju zonu treba robu pohraniti. Bez obzira pohranjuje li se roba u regalno skladište koje je zatvoreno za kupce ili se pohranjuje na regale prodajnih lokacija roba dolazi u jednu od zona konsolidacije

određenog područja. Svaka zona ima zonu konsolidacije, te tim zadužen za pohranu u zonama konsolidacije preuzima i pohranjuje robu(Slika 23).



Slika 23. Dijagram toka procesa pohrane robe  
Izvor: autor

Najveći broj pohrane robe je upravo iz zone konsolidacije gdje se roba pohranjuje u regalno skladište. Na tom području se nalazi najveća i najvažnija zona konsolidacije i pripreme za pohranu robe za zalihe. U tom djelu robne kuće sve je na kotačićima, te kada se robna kuća zatvori sva roba s tog područja se pomakne na drugi dio kako bih se mogao odvijati proces pohrane robe. Takvom idejom s pomicanjem polica dolazi do prostora gotovo više od 300 m<sup>2</sup> za manipulaciju, kretanje viličara i pohranu.

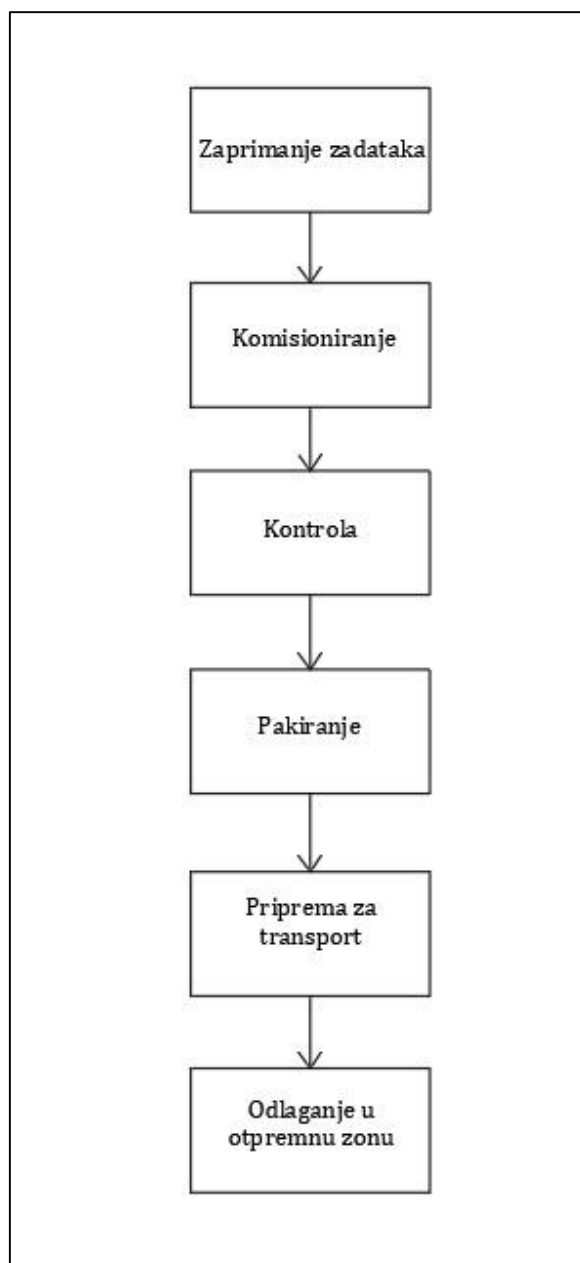


Slika 24. Prikaz oznake skladišne lokacije  
Izvor: autor

Ako se artikl pohranjuje na prodajne lokacije, sustav sam predlaže ostatak robe pohraniti na regalnu lokaciju što bliže onoj gdje se nalazi ta prodajna lokacija kako bih prilikom spuštanja palete bio što manji put za manipulaciju. Slika 24 prikazuje jednu skladišnu lokaciju. Svaka od lokacija je numerirana. Prvi broj predstavlja red. Drugi broj označava lokaciju u redu, a treći kat. Takvim načinom označavanja svaka skladišna lokacija ima jedinstveni broj. Kako je robna kuća na 2 kata robu je potrebno pohraniti i na gornji dio. Za to se nalazi platforma koja diže palete na gornji kat. Roba se viličarom digne na platformu gdje komisioner čeka palete, te stavlja ogradu sa strane ručnim mehanizmom kako bih zaštitio zaposlenike ispod i osigurao mogućnost pada robe, te nastavlja dalje pohranjivati robu s ručnim viličarom.

### 4.3 Analiza procesa komisioniranja robe

Nakon što je roba pohranjena, integriran je sustav koji je 24 sata dnevno aktivan i prati sve narudžbe koje kupci naprave putem interneta. Sustav odmah rezervira količinu naručene robe. Također sustav prati prodaju svih artikala, te određuje lokaciju u robnoj kući ovisno o prodaji.



Slika 25. Dijagram toka procesa komisioniranja robe  
Izvor: autor

Slika 25 prikazuje dijagram toka procesa komisioniranja robe. Narudžba najprije ulazi u sustav. Komisioniranje se vrši ujutro od 8 sati do 22 sata. Početak procesa započinje kada



vođa tima daje izvještaj gdje su otvoreni odabrani zadatci, te daje komisionerima zadatke što treba prikupljati (Slika 26). Zaposlenik najprije otvara skener te odmah vidi listu naloga i može krenuti prikupljati robu. Roba se skuplja po cijeloj robnoj kući, u regalnom skladištu i u prodajnom prostoru. Komisioneri koriste skenere, svaki artikl ima bar kod te prilikom prikupljanja skenira svaki artikl i odlaže na kolica. Kada je narudžba cijela prikupljena dovozi se u zonu provjere narudžbe. Politika tvrtke je da uvijek jedan komisioner prikuplja robu dok drugi provjerava je li sve prikupljeno kako treba i pakira proizvode. Taj proces se naziva *check and pack*. On se odvija u posebnoj zoni. Kako se roba transferira na više lokacija, ona se provjerava i pakira u više zona kako ne bih došlo do miješanja narudžbi. Jedna narudžba može zadržavati više identifikacijskih oznaka. Poslovni subjekt je trenutno odabrao diskretan način komisioniranja. Jedan komisioner prikuplja cijelu narudžbu. On hoda po cijeloj robnoj kući ako je potrebno kako bih prikupio i formirao kompletnu narudžbu. U zonama prodajnog prostora na konstrukciji iznad polica, uz već podijeljenu zonu piše dodatna podjela na slova i brojeve kako bih se smanjilo vrijeme potrebno za prikupljanje proizvoda (Slika 27).



Slika 26. Komisioneri prilikom preuzimanja zadataka  
Izvor: autor

Velik je broj parametara koji određuju lokaciju, a nekoliko je glavnih. Jedan od njih je već navedena prodaja proizvoda. Ako se proizvod dobro prodaje sustav će zatražiti i veći broj paleta u prodajnom prostoru kako ne bi došlo do nemogućnosti prodaje jer kao što je već navedeno tijekom dana kada su kupci u robnoj kući se ne manipulira s viličarom unutra. Drugi parametar je prognoza. Prognozom budućeg povećanja prodaje također dolazi do poboljšanja lokacije. Primjerice ljeti će suncobrani, vrtne garniture i ostali sezonalni artikli imati najbolju lokaciju, dok zimi potpuno suprotno. Treći važan parametar je vremenski period potreban robi da dođe u robnu kuću. Sustav prikuplja sve podatke i predlaže lokaciju.



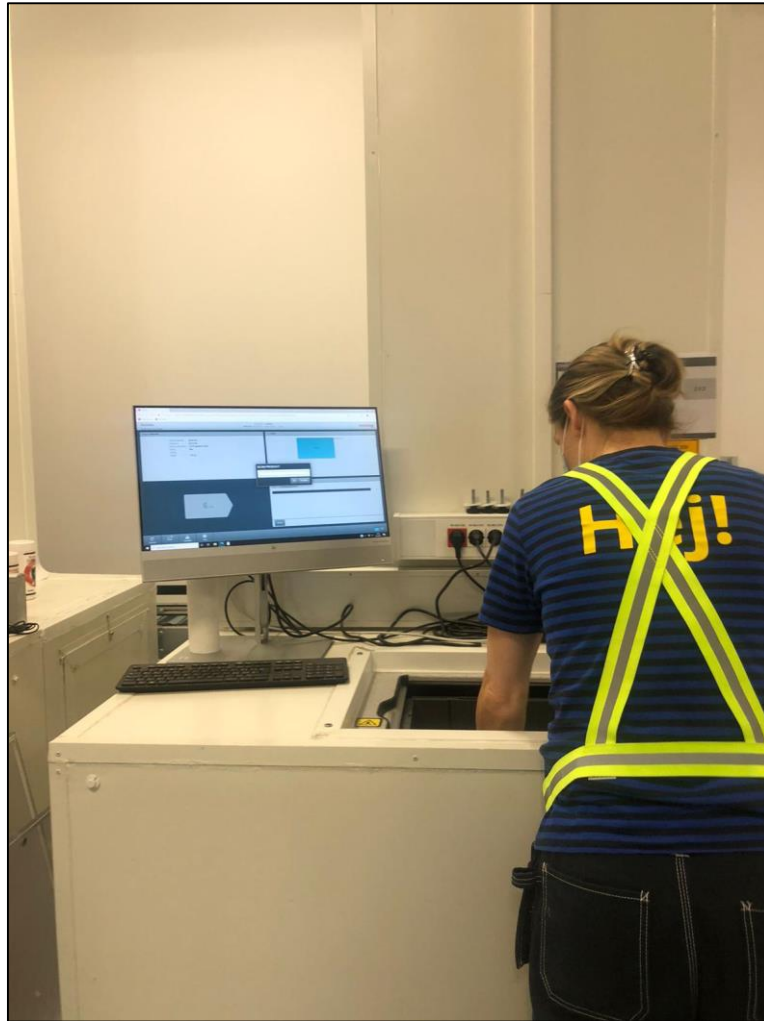
Slika 27. Dodatne oznake na konstrukciji  
Izvor: autor

Prodajni dio tvrtke je u obliku labirinta kako bih kupac prošao pokraj što više prodajnih proizvoda. Kako bih se došlo do izlaza mora se proći kroz svaku zonu robne kuće. U procesu komisioniranja to nije nimalo efikasno, ali su napravljeni prečaci. Postoje police koje su na kotačima i ujutro kada nema kupaca, prije samog procesa komisioniranje sve se police pomaknu te komisioneri imaju kraću rutu i samim time manje vrijeme komisioniranja. Nakon što se prikupe svi artikli odvoze se u zonu provjere i pakiranja gdje drugi zaposlenik sve provjeri i roba se odvozi u otpremne zone. Zone provjere se nalaze blizu otpremnih rampi kako bih se skratio put i vrijeme potrebno za prijenos. Svaki distributivni centar ima različito vrijeme prikupljanja u danu kako ne bi došlo do miješanja. Kako se narudžbe odvijaju konstantno, a svaki distributivni centar ima

posebno vrijeme prikupljanja interno je dogovoreno i integrirano u sustav krajnje vrijeme za svaku lokaciju distributivnih centara prikupljanja za taj dan. Ako je narudžba formirana nakon dogovorenog vremena tek sutra će se komisionirati određena roba jer se mora predati vozaču na prijevoz. Sustav uzima u obzir i popunjenost kamiona i broj zaposlenika potrebnih za komisioniranje, jer ako je kamion već popunjen prije će biti vrijeme kada se prekidaju narudžbe za taj distributivni centar ili ako je poluprazan pomaknut će se s navedenog termina. Najčešće *cut off time* bude sljedeći dan, ovisno o lokaciji distributivnog centra.

#### 4.3.1 Automatizirano komisioniranje

Poslovni subjekt uz klasično komisioniranje posjeduje i automatizirani dio skladišta gdje komisioner radi na uređaju na kojemu mu piše koji će artikl pristići i njegov identifikacijski kod. Narudžbe iz centralnog sustava dolaze do uređaja na kojemu radi jedan zaposlenik gdje prikuplja artikle (Slika 28). Sam stroj prepoznaje po kodu koliki je broj artikala i signalizira ako nema više robe na zalihama.



Slika 28. Automatizirano komisioniranje  
Izvor: autor

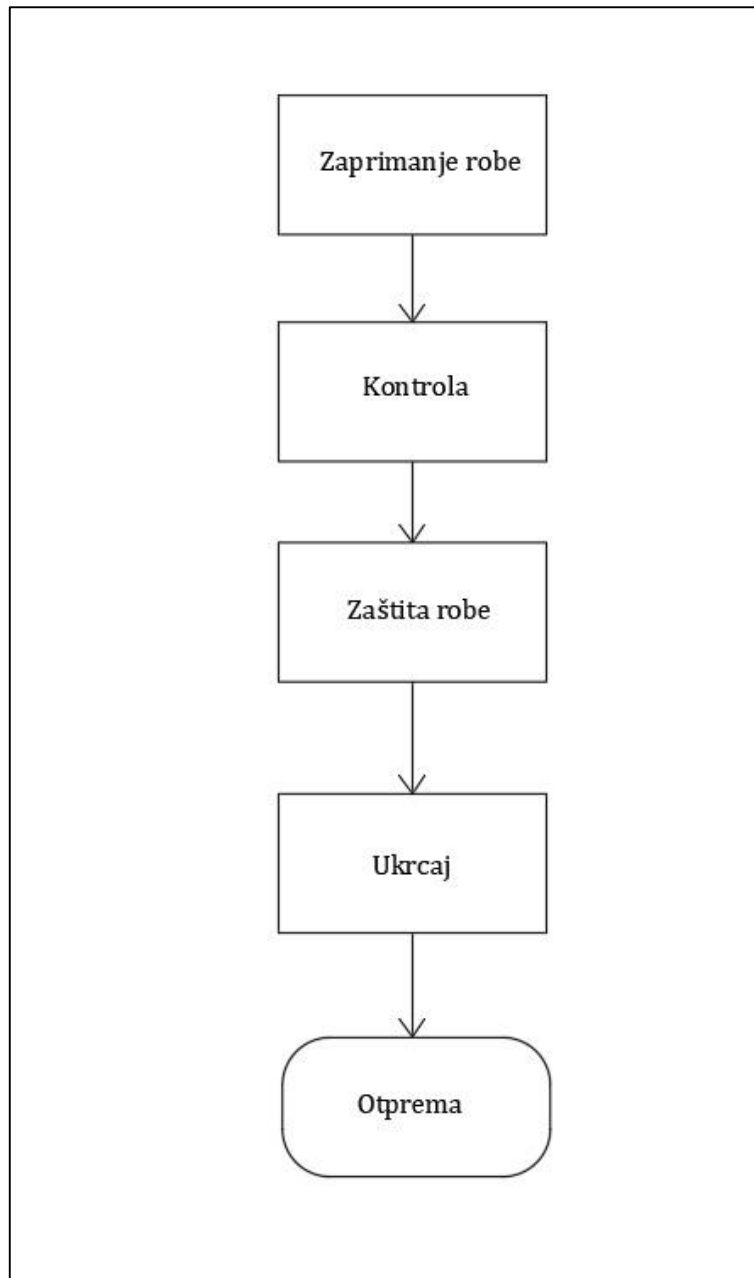
Sustav je inkorporiran u ulazne i izlazne procese, jer dio tima puni automatizirani sustav robom, s druge strane i u izlazne procese jer komisioneri ne trebaju prikupljati robu po robnoj kući i trošiti vrijeme. Vrijeme komisioniranja kroz robnu kuću se povećava jer kupci kada ugledaju zaposlenika traže pomoć u pronalasku proizvoda ili postavljaju informativno pitanje. Automatizacijom artikl pristigne do komisionera za samo 20 sekundi.. Prije same pohrane palete odvaja se dio robe u zonama konsolidacije koji je za automatizaciju te se slaže na paletu. Kada se prikupi cijela paleta viličar dovozi paletu na dio koji automatizirano prikuplja roba. Slika 29 prikazuje robota koji prikuplja robu. Kada se isprazni baterija na robotu, on sam izmjeni bateriju. Proces izmjene baterije traje 10 sekundi. Robot može raditi 24 sata dnevno. Tvrtka posjeduje 14 robota koji prikupljaju 3 000 artikala. Automatizirano komisioniranje ne pokreće standardni sustav tvrtke nego drugi sustav, ali postoji međusobna komunikacija između njih.



Slika 29. Prikupljanje artikala robotom  
Izvor: autor

#### 4.4 Analiza procesa otpreme

Proces otpreme u analiziranoj tvrtki je izrazito jednostavno i kvalitetno strukturiran. Kako se prijem i otprema odvijaju na istim rampama, podijeljene su prve četiri rampe za prijem robe dok su ostale tri za otpremu robe. Tvrtka ima potpisan ugovor s dva špeditera za paletnu dostavu i s jednim za paketnu dostavu. Nakon što se sva roba prikupi privremeno se smjesti u otpremnim zonama prije samog ukrcaja u kamion.



Slika 30. Dijagram toka procesa otpreme robe  
Izvor: autor

Prije ukrcaja robe dolazi do detaljne provjere i osiguravanja kako ne bi došlo do oštećenja(Slika 30). Proizvodi od stakla se dodatno zaštićuju i iziskuje duže vremena jer unutar pakiranja svaka čaša se posebno zaštiti s papirom kao i sav prostor unutar samog pakiranja.Svaki kamion, kao i za prijem robe ima točno određeno vrijeme dolaska za otpremu i vremenski period za ukrcavanje robe. Kako svaki distributivni centar ima svoje određeno vrijeme otpreme, sukladno tome se roba prikuplja. Ako je kapacitet kamiona nedovoljno popunjen za jedan distributivni centar, sam sustav spaja dva distributivna

centra koja nisu udaljena jedan od drugoga. Ako kamion treba dostaviti robu u distributivni centar u Splitu a nije u potpunosti pun, sustav ponudi i dio robe koja se treba dostaviti i u distributivni centar u Zadru.

#### 4.5 Nedostatci analiziranog sustava korisnika skladišne usluge

Analiziranje trenutnog stanja skladišnog sustava primijećeni su nedostatci koje je moguće optimizirati i unaprijediti. Nedostatci su sljedeći:

- Loša interakcija između timova;
- Odabir načina komisioniranja;
- Pozicija zone konsolidacije;
- Pohrana većeg broja robe u regalno skladište.

U nastavku rada predložena su rješenja za unapređenje i optimizaciju sustava koja su donesena nakon analize i mjerenja učinkovitosti skladišnih procesa.



## 5 PRIJEDLOG OPTIMIZACIJE SKLADIŠNIH PROCESA

Nakon detaljne analize skladišnih procesa poslovnog subjekta uočeno je par područja gdje se može unaprijediti i optimizirati sustav. Predloženim rješenjima poslovni subjekt navedene zadatke može obavljati efektivnije i uz veće uštede. Područja gdje se može unaprijediti i optimizirati sustav su:

- Komunikacija timova;
- Način komisioniranja;
- Primjena cross dock filozofije;
- Promjena zone konsolidacije.

### 5.1 Prijedlog optimizacije za komunikaciju između timova

Nakon što tim za prijem iskrca robu, oni istu robu transportiraju do zona konsolidacije gdje odlažu sve artikle. Tim za pohranu robe sa zona konsolidacije pohranjuje robu. Učestalo se dogodi situacija da roba pristigne u zonu konsolidacije i tamo provede vremenski period dok tim za pohranu ne reagira i započne proces pohrane.



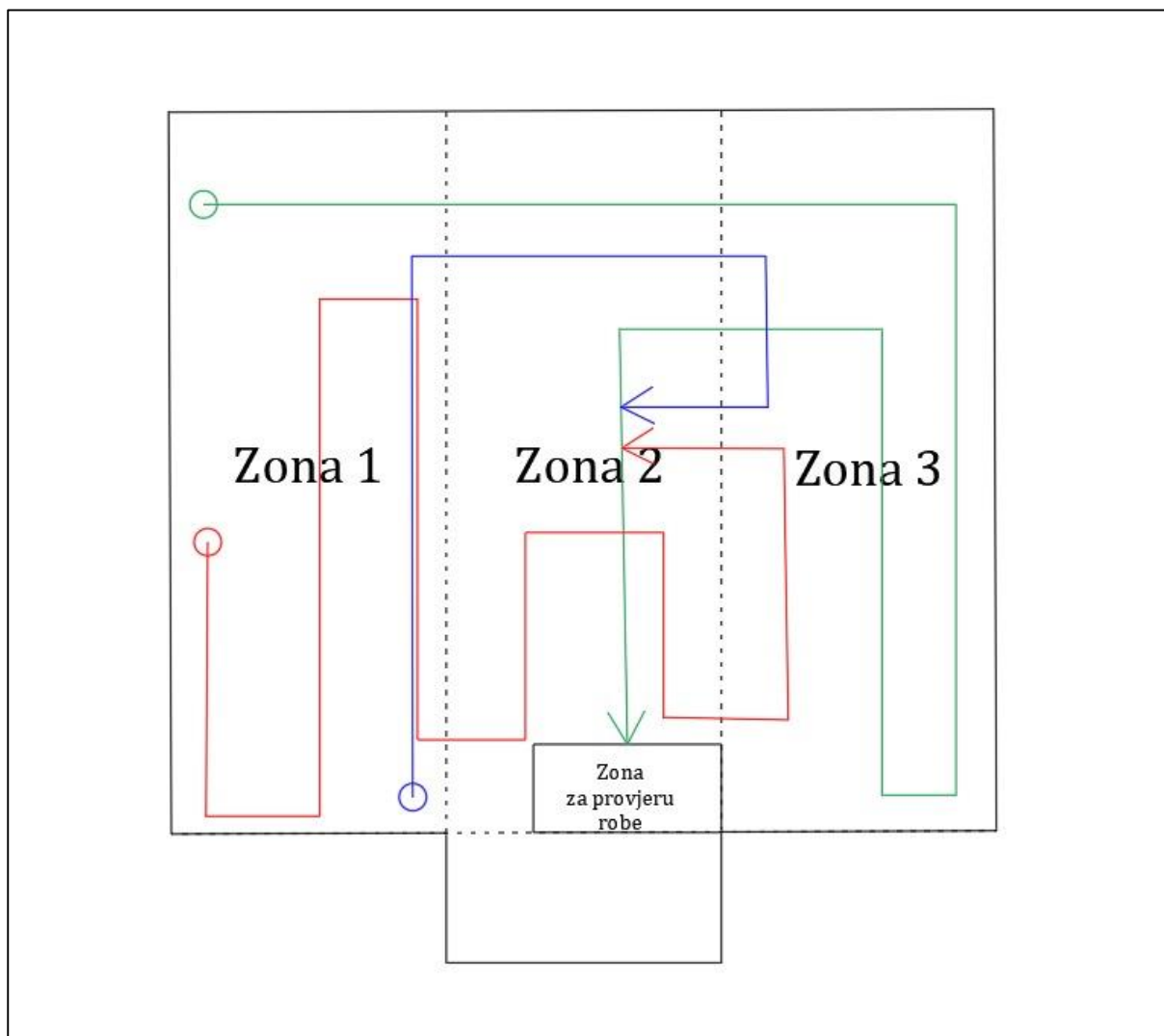
Slika 31. Barkod skener s obavijesti  
Izvor:autor

Ulaganjem u nove barkod skenere koji podržavaju Android, Bluetooth i mnoge suvremene načine povezivanja timovi mogu komunicirati jedni s drugima putem automatskih generiranih poruka. Slika 31 prikazuje barkod skener od zaposlenika iz tima za pohranu gdje se jasno vidi koji tim šalje obavijest i koliki je vremenski period prošao od pristigle obavijesti. Kada skener zazvoni ili vibrira tim za pohranu može odmah reagirati bez obzira na to što ne vide da je roba pohranjena u konsolidacijskoj zoni.

Sinkronizacijom između timova skratit će se vrijeme potrebno od iskrcaja do pohrane te se samim time ubrzati, unaprijediti, pojednostaviti i optimizirati proces prijema i proces pohrane robe.

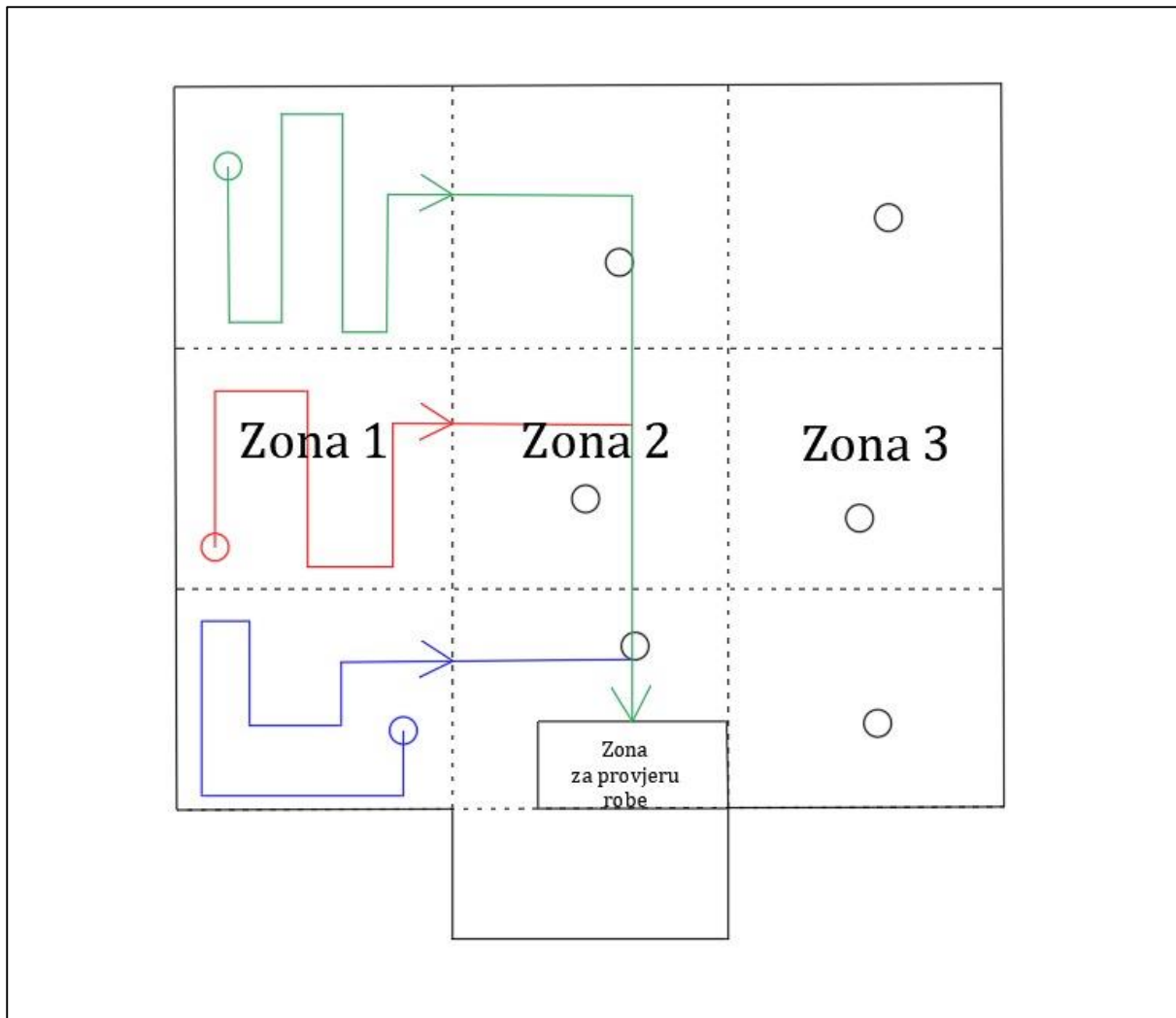
## 5.2 Prijedlog optimizacije za vrstu komisioniranja

Trenutačni način komisioniranja u poslovnom subjektu je diskretno komisioniranje (Slika 32). Svaki komisioner ima jednu narudžbu koju prikuplja po cijelom skladištu. Poslovna odluka tvrtke je da nakon što komisioner prikupi cijelu narudžbu drugi zaposlenik provjerava jesu li prikupljeni sve artikli s narudžbe. Ako je već donesena poslovna odluka kontrole komisioniranja, grupni način komisioniranja uvelike ubrzava proces.



Slika 32. Trenutačni način komisioniranja  
Izvor: autor

Na slici su prikazana tri komisionera koji prikupljaju 19 artikala. Svaki komisioner prikuplja artikle s narudžbe po cijeloj robnoj kući, te nakon toga odlaze u zonu za provjeru robe.



Slika 33. Predloženi način komisioniranja  
Izvor:autor

Predloženi način komisioniranja što prikazuje Slika 33 je promjena načina prikupljanja robe. Svaki komisioner podijeljen je u određenu zonu skladišta i prikuplja artikle koji mu sustav javlja. Sustav prepoznaje u kojem području se nalazi zaposlenik, te spaja više narudžbi u jednu. Nakon što prikupi sve artikle komisioner ih odnosi u zonu za provjeru gdje dolazi do preslagivanja. Zaposlenik zadužen za kontrolu provjerava i kreira svaku narudžbu zasebno. Slika 33 prikazuje jednak broj prikupljenih artikala od jednakog broja komisionera, a jasno je vidljivo smanjenje puta za hodanje. Osim što bi uvelike ubrzalo proces komisioniranja, ostvaruje se profit uz minimalan prazan hod. Grupni način prikupljanja robe smanjuje dužinu hodanja zaposlenika, povećava efektivan rad i učinkovitije se iskorištava zadatak kontrole komisioniranja.

### 5.3 Prijedlog optimizacije za primjenu cross dock filozofije

Najveći broj robe se pohranjuje sa zone konsolidacije u regalno skladište. S obzirom na to da su zahtjevi kupaca svakim danom sve veći i protok robe je znatno dinamičniji predlaže se cross dock filozofija. Ako se želi optimizirati sustav, potrebno je da sustav sam ponudi zaposleniku otpremu prema krajnjem kupcu ili pohranu na prodajnu lokaciju. Cilj ovakve filozofije je što kraće zadržavanje robe kod poslovnog subjekta. Kada bi se što veći broj artikala odmah s prijema robe pohranio na prodajne lokacije proizvod bi prije bio dostupniji kupcima i prije završio kod krajnjeg korisnika.

Uz to kada se roba ne pohranjuje na prodajne lokacije dolazi do dvostruke manipulacije jer se roba mora pohraniti u regalno skladište, a nakon toga pohraniti iz regalnog skladišta na prodajne lokacije. Također pohranom robe u regalno skladište dolazi do nemogućnosti pristupa robi u svakome trenutku, nego kupac mora čekati sljedeći radni dan za preuzimanje narudžbe jer se ne može pristupiti viličarom unutar radnog vremena robne kuće. Zbog kompleksnosti posla, potrebno je imati i određeni dio robnih zaliha, ali smanjenjem manipulacija i povećanjem i pohranom robe na prodajne lokacije poslovni subjekt može optimizirati proces, smanjiti trošak, ubrzati prekrcajne i skladišne operacije, brzinom isporuke povećati zadovoljstvo kupca te ostvariti veću financijsku dobit.

### 5.4 Prijedlog optimizacije za promjenu zone konsolidacije

U analiziranom poslovnom subjektu tok robe funkcionira tako da se roba od prijemne zone viličarom doprema u zonu konsolidacije i nakon toga pohranjuje. Trenutno se najučestalija i najfrekventnija zona konsolidacije nalazi na potpuno suprotnoj strani skladišta od prijemne zone što prikazuje Slika 34. Vrijeme potrebno za odlaganje robe od prijemnog područja do zone konsolidacije i vrijeme potrebno da se zaposlenik vrati na početnu točku može se izračunati prema formuli:

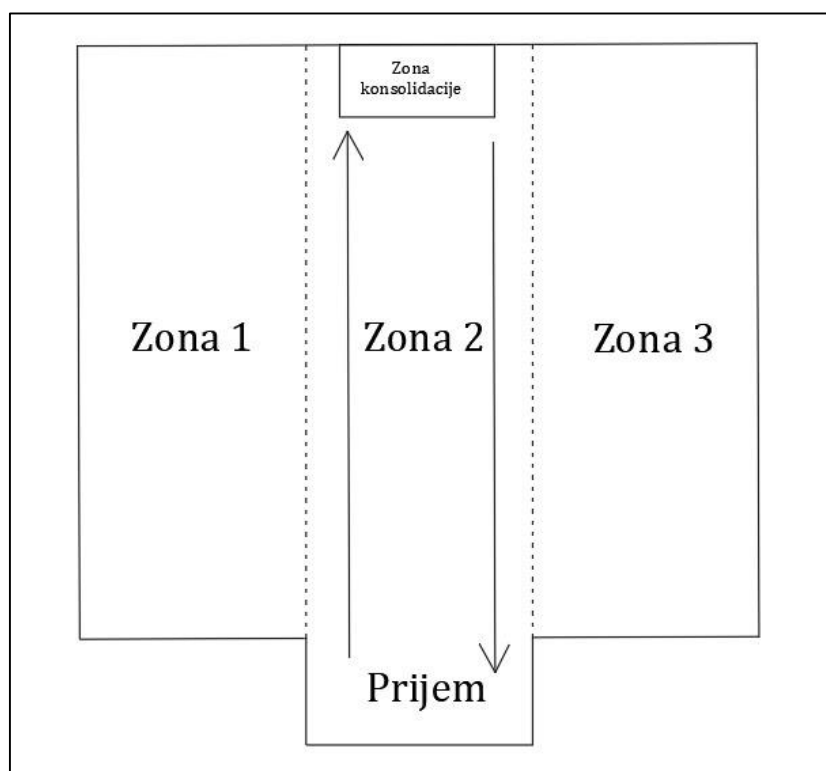
$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow t = \frac{\Delta s}{\bar{v}} \quad (2)$$

Gdje  $\bar{v}$  predstavlja prosječnu brzinu viličara,  $\Delta s$ - prijeđeni put u metrima, a  $\Delta t$ - vremenski period potreban za odložiti robu i vratiti se u sekundama. Brzina vožnje viličara u

skladišnom prostoru poslovnog subjekta iznosi 2,1 m/s, uključujući brzinu vožnje utovaren, brzinu vožnje prazan te podizanje i spuštanje vilica.

Udaljenost od prijemne zone do sadašnje zone konsolidacije i natrag iznosi 134 m. Vrijeme potrebno za odlaganje robe do trenutne zone konsolidacije iznosi :

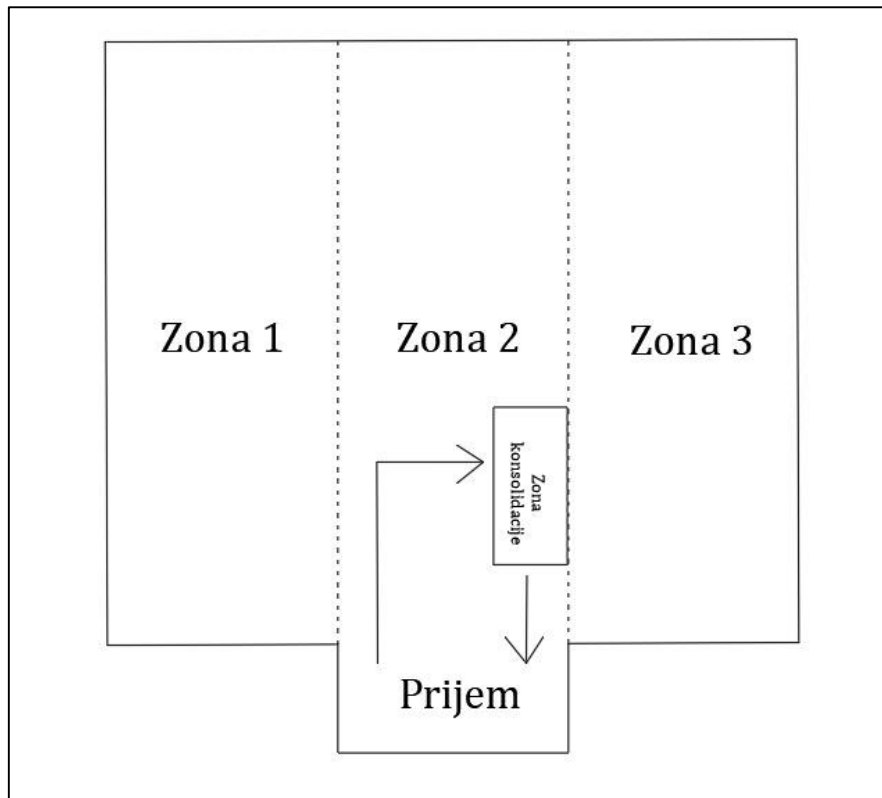
$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow t = \frac{134m}{2,1 s} = 63,8 s.$$



Slika 34. Trenutačni način pohrane  
Izvor: autor

Vrijeme potrebno da vozač viličara transportira robu i vrati se na početnu poziciju iznosi približno 64 sekunde. Kada bi se zona konsolidacije promijenila i pozicionirala bliže prijemnoj zoni za istu robu analizom i izračunom je utvrđeno da vrijeme potrebno zaposleniku da odloži robu i vrati se natrag u prijemnu zonu iznosi približno 41 sekundu.

$$\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow t = \frac{85m}{2,1 s} = 40,5 s.$$



Slika 35. Prijedlog nove zone konsolidacije  
Izvor: autor

Prijedlogom promjene zone konsolidacije koje prikazuje Slika 35, smanjilo bi se vrijeme potrebno za transport, a samim time smanjuje se broj radnih sati viličara, vijek trajanja će im biti duži, bit će efikasniji i smanjit će se troškovi održavanja i mogućnost za kvarom. Optimizacijom promjene zone konsolidacije ekonomski je isplativija i produktivnija opcija.

## 6 ZAKLJUČAK

Skladišni procesi su od iznimne važnosti za svakog logističkog operatera, distribuciju i lanac opskrbe. Skladištenje je potrebno kako bi se uspješno zadovoljile potrebe krajnjih korisnika. Za izvođenje skladišnih procesa potrebna je određena skladišna oprema. Cilj logističkih operatera je smanjiti vrijeme skladišnih procesa, te samim time poboljšati efikasnost i učinkovitost, uz pokušaj minimaliziranja pogrešaka u navedenim procesima.

Analizom stanja sustava logističkog operatera jasno je vidljivo da su izrazito dobro organizirani. Poslovni subjekt je dugi niz godina vodeći brend u svijetu i Republici Hrvatskoj u području namještaja i proizvoda za uređenje doma. Svi procesi se odvijaju u timovima koji imaju svoje voditelje koji zaposlenicima daju jasne upute i zadatke. Popunjenost skladišta je grafički prikazana i jasan je pokazatelj perioda u godini kada se ostvaruje najveći promet u robnoj kući. Dijagramom toka vizualno je prikazan tijek robe od prijema do otpreme i svaki proces zasebno.

Proces prijema i otpreme robe se pokazao kao dobro strukturiran i organiziran, dok u području pohrane i komisioniranja može doći do unaprjeđenja. Unatoč tome tvrtka ima automatizirani dio skladišta za komisioniranje robe koji je budućnost logistike i potrebno je što više primijeniti tehnologiju i robotizaciju u skladišne procese.

Nakon detaljne analize skladišnih procesa poslovnog subjekta uočeno je određeni broj područja gdje se može unaprijediti i optimizirati sustav. Promjenom načina komisioniranja i zone konsolidacije bitno se mogu ubrzati procesi pohrane i komisioniranja. Analizom je utvrđeno da će se smanjiti vrijeme potrebno za pohranu ako se promjeni zona konsolidacije. Promjenom načina komisioniranja smanjit će se vrijeme i dužina hodanja komisionera. Predloženim rješenjima poslovni subjekt navedene zadatke može obavljati u kraćem vremenu, efektivnije i uz veće uštede.



## LITERATURA

- [1] K. Rogić, Upravljanje skladišnim sustavima, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2018.
- [2] Č. Dundović i S. Hess, Unutarnji transport i skladištenje, Rijeka: Sveučilište u Rijeci, 2007.
- [3] J. K. Roodbergen, »Layout and Routing Methods for Warehouses,« 10 05 2001. [Mrežno]. Available: <https://www.irim.eur.nl/doctoral-programme/phd-in-management/phd-tracks/detail/428-layout-and-routing-methods-for-warehouses/>. [Pokušaj pristupa 23 08 2021].
- [4] R. Jünemann, Materialfluß und Logistik, Heidelberg: Extra materials, 1989.
- [5] J. P. van der Berg, Integral Warehouse Management, Utrecht: Management Outlook Publications, 2007.
- [6] J. Tompkins, Warehouse Management Handbook, Raleigh, North Carolina: Tompkins Press, 1998.
- [7] P. Baker i M. Canessa, »Warehouse design: a structured approach,« 2009. [Mrežno]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/138558.pdf>. [Pokušaj pristupa 13 07 2021].
- [8] R. Manzini, Warehousing in the Global Supply Chain, London: Springer, 2012.
- [9] N. Dujmešić, »Optimizacija prikupljanja robe primjenom tehnologije komisioniranja glasom-studija slučaja,« Fakultet prometnih znanosti, 21 03 2016. [Mrežno]. Available: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/search/dujme%C5%A1i%C4%87?type=dismax>. [Pokušaj pristupa 12 05 2021].

- [10] P. Mendes, Demand Driven Supply Chain: A Structured and Practical Roadmap to Increase Profitability, Berlin: Springer, 2011.
- [11] L. Wenrong, »Product Intelligence in Warehouse Management: A Case Study,« 2014. [Mrežno]. Available: [https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Research/DIAL/Resources/Papers/GLM\\_H13\\_website.pdf](https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/uploads/Research/DIAL/Resources/Papers/GLM_H13_website.pdf). [Pokušaj pristupa 22 08 2021].
- [12] T. Lisa M i M. Russel D., Product Intelligence in Warehouse Management: A Case Study, Cambridge, 2014.
- [13] G. Richards, Warehouse Management: A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse, London: Kogan Page Ltd, 2017.
- [14] B. Rouwenhorst, R. MAntel i B. Reuter, »Warehouse Design and Control: Framework and Literature Review,« 12 1998. [Mrežno]. Available: <https://pure.tue.nl/ws/files/4278451/522792.pdf>. [Pokušaj pristupa 21 08 2021].
- [15] K. Rogić, »Unutarnji transport i skladištenje- autorizirana predavanja,« Fakultet prometnih znanosti, 2 12 2018. [Mrežno]. Available: [https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3278198/mod\\_resource/content/1/prijem%20i%20pohrana%20robe.pdf](https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3278198/mod_resource/content/1/prijem%20i%20pohrana%20robe.pdf). [Pokušaj pristupa 13 05 2021].
- [16] E. Frazzelle, World-Class Warehousing and Material Handling, Atlanta: GA: Logistics Resources International, 1996.
- [17] Logistic Solutions, »Picking Cart System,« [Mrežno]. Available: <https://www.daifuku-logisticssolutions.com/en/solution/function/manual-picking/pick-cart.html>. [Pokušaj pristupa 23 08 2021].
- [18] LUCA Logistic Solutions, »Pick-to-Light Picking,« Luca Logistic Solutions, [Mrežno]. Available: <https://www.luca.eu/en/pick-to-light/pick-to-light-kommissionierung/>. [Pokušaj pristupa 16 05 2021].
- [19] S. Benjaafar i S. Elhedhli, Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources, Guangdong: Informs, 2008.

- [20] A. Miller, »Order Picking for the 21st Century: Voice vs. Scanning Technology,« 2004. [Mrežno]. Available: [https://www.logisticsit.com/absolutenm/articlefiles/688-voice\\_vs\\_scanning.pdf](https://www.logisticsit.com/absolutenm/articlefiles/688-voice_vs_scanning.pdf). [Pokušaj pristupa 23 08 2021].
- [21] S. Lehmann, »Pick-by-Voice: Lydia versteht auch mit Maske,« Logistik Heute, 29 05 2020. [Mrežno]. Available: <https://logistik-heute.de/news/pick-voice-lydia-versteht-auch-mit-maske-30731.html>. [Pokušaj pristupa 16 05 2021].
- [22] J. J. Bertholdi, »Warehouse & distribution science,« Georgia Institute of Technology, 19 08 2014. [Mrežno]. Available: <https://www2.isye.gatech.edu/~jjb/wh/book/editions/wh-sci-0.96.pdf>. [Pokušaj pristupa 14 05 2021].
- [23] D. Matanović, »Optimizacija skladišnih procesa i nacrtu skladišta u maloprodajnoj tvrtki,« 04 2017. [Mrežno]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/197495246.pdf>. [Pokušaj pristupa 23 08 2021].
- [24] I. Radmanić, »Analiza prikupljanja kod pozicioniranja robe slučajnom lokacijom,« Warehouse & Inventory Management: Order Picking Operations, 24 04 2017. [Mrežno]. Available: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz%3A1173/datastream/PDF/view>. [Pokušaj pristupa 21 08 2021].
- [25] J. Habazin, »Optimizacija skladišnog procesa komisioniranja u mljekarskoj industriji,« Fakultet prometnih znanosti, 1 07 2016. [Mrežno]. Available: <https://repositorij.fpz.unizg.hr/islandora/object/fpz:410>. [Pokušaj pristupa 16 05 2021].
- [26] Forklifts- Backbone of The Industry, »Fokrlifts - Backbone of The Industry,« The Mheda Journal, 14 07 2004. [Mrežno]. Available: <http://www.lb7.uscourts.gov/documents/06c6163.pdf>. [Pokušaj pristupa 27 05 2021].
- [27] iStock, »Hand Pallet Jack,« [Mrežno]. Available: <https://www.istockphoto.com/vector/pallet-truck-linear-technical-drawing->

manual-forklift-for-warehouse-illustration-gm1238018767-362479772. [Pokušaj pristupa 23 08 2021].

[28] H&F lift trucks, »What should you consider when buying an eco-friendly forklift?,« H&F lift trucks, [Mrežno]. Available: <https://www.hflifttrucks.co.uk/consider-buying-eco-friendly-forklift/>. [Pokušaj pristupa 27 05 2021].

[29] P. Brierley, »Further support for Ridgeons Forest Products,« Eastern forklift trucks ltd, 30 10 2018. [Mrežno]. Available: <https://easternflt.com/news/further-support-for-ridgeons-forest-products>. [Pokušaj pristupa 27 05 2021].

[30] Raymond, »Storage Solutions,« [Mrežno]. Available: <https://www.raymondcorp.com/products/storage-solutions>. [Pokušaj pristupa 23 08 2021].

[31] Apex, »Double Deep Pallet Racking,« [Mrežno]. Available: <https://www.apexwarehousesystems.com/double-deep-pallet-rack-design-tips-from-the-apex-experts/>. [Pokušaj pristupa 23 08 2021].

[32] S. Benjaafar i Y. Li, »Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources,« 12 2008. [Mrežno]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/220391422\\_Demand\\_Allocation\\_in\\_Systems\\_with\\_Multiple\\_Inventory\\_Locations\\_and\\_Multiple\\_Demand\\_Sources](https://www.researchgate.net/publication/220391422_Demand_Allocation_in_Systems_with_Multiple_Inventory_Locations_and_Multiple_Demand_Sources). [Pokušaj pristupa 21 08 2021].

## POPIS SLIKA

Slika 1. Skladišni procesi .....	8
Slika 2. Grafički prikaz operativnih troškova skladišnih procesa .....	13
Slika 3. Grafički prikaz utroška vremena u procesu komisioniranja .....	14
Slika 4. Komisioniranje pomoću papira .....	15
Slika 5. Komisioniranje pomoću svijetla .....	15
Slika 6. Komisioniranje pomoću glasa .....	16
Slika 7. Diskretno komisioniranje.....	18
Slika 8. Zonsko komisioniranje.....	19
Slika 9. Ručni viličar .....	23
Slika 10. Električni čeoni viličar .....	24
Slika 11. Bočni viličari .....	25
Slika 12. Jednostruki paletni regali .....	26
Slika 13. Paletni regal dvostruke dubine .....	27
Slika 14. Grafički prikaz organizacije poslovanja .....	30
Slika 15. Roba na papirnatim paletama različitih dimenzija .....	31
Slika 16. Podjela razine regala na više dijelova .....	32
Slika 17. Grafički prikaz popunjenosti skladišta u 2020.....	33
Slika 18. Grafički prikaz popunjenosti skladišta u 2021.....	34
Slika 19. Dijagram toka skladišnih procesa .....	35
Slika 20. Dijagram toka procesa prijema robe.....	36
Slika 21. Prijemna zona iskrcaja robe .....	37
Slika 22. Iskrcaj kamiona .....	38
Slika 23. Dijagram toka procesa pohrane robe.....	41
Slika 24. Prikaz oznake skladišne lokacije .....	42
Slika 25. Dijagram toka procesa komisioniranja robe.....	43
Slika 26. Komisioneri prilikom preuzimanja zadataka .....	45
Slika 27. Dodatne oznake na konstrukciji .....	46
Slika 28. Automatizirano komisioniranje .....	48
Slika 29. Prikupljanje artikala robotom .....	49
Slika 30. Dijagram toka procesa otpreme robe .....	50

Slika 31. Barkod skener sa obavijesti.....	53
Slika 32. Trenutačni način komisioniranja .....	54
Slika 33. Predloženi način komisioniranja .....	55
Slika 34. Trenutačni način pohrane .....	57
Slika 35. Prijedlog nove zone konsolidacije.....	58

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Skladišni sustavi.....	6
Tablica 2. Primjer ABC analize.....	13
Tablica 3. Standardne dimenzije palete. ....	21
Tablica 4. Vrijeme potrebno za iskrcaj kamiona.....	40



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj \_\_\_\_\_ diplomski rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavlvenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu \_\_\_\_\_ diplomskog rada

pod naslovom **Optimizacija skladišnih procesa kod logističkog operatera**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, \_\_\_\_\_ 6.9.2021 \_\_\_\_\_

Studentica: \_\_\_\_\_

(potpis)