

# Indikatori performansi skladišnih sustava

---

**Kanjir, Barbara**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:304148>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-26**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**Završni rad br. 004/LIM/2022**

## **Indikatori performansi skladišnih sustava**

**Barbara Kanjir, 4020/336**

Varaždin, lipanj 2022. godine





# Sveučilište Sjever

Odjel za logistiku i mobilnost

Završni rad br. 004/LIM/2022

## Indikatori performansi skladišnih sustava

### Student

Barbara Kanjir, 4020/336

### Mentor

Bojan Premužič, mag.ing.traff.

Varaždin, lipanj 2022. godine

## Prijava završnog rada

### Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za logistiku i održivu mobilnost

STUDIJ preddiplomski stručni studij Logistika i mobilnost - Varaždin

PRISTUPNIK Barbara Kanjir

MATIČNI BROJ 4020/336

DATUM 27.06.2022.

KOLEGIJ Skladišni sustavi i procesi

NASLOV RADA Indikatori performansi skladišnih sustava

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Warehouse system performance indicators

MENTOR Bojan Premužić, mag.ing.traff.

ZVANJE Predavač

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. prof.dr.sc. Krešimir Buntak, predsjednik
2. dr.sc. Davor Grgurević, član
3. Bojan Premužić, mag.ing.traff., pred., član, mentor
4. doc.dr.sc. Predrag Brlek, zamjenski član
5. \_\_\_\_\_

### Zadatak završnog rada

BROJ 004/LIM/2022

OPIS

Skladišta su jedna od osnovnih karika u logističkom lancu koja osiguravaju dovoljnu količinu resursa potrebnih za normalno odvijanje proizvodnih i uslužnih procesa. Međutim, skladišta i skladišni procesi, ako se isti ne poboljšavaju i ne optimiziraju, mogu biti značajni trošak. S obzirom na to, neophodno je provoditi stalna poboljšanja skladišnih procesa, a za što je potrebno razviti indikatore koji će omogućiti analizu trenutnih performansi skladišnih procesa, odnosno trenutnog stanja u skladišnom sustavu. Cilj završnog rada dati je pregled indikatora koji se mogu koristiti za analizu performansi skladišnog sustava. U završnom radu potrebno je:

- opisati skladišni sustav
- opisati procese u skladišnom sustavu
- dati pregled indikatora performansi skladišnih sustava
- dati primjer izračuna indikatora performansi skladišnog sustava
- prikazati izračun performansi na temelju primjera iz prakse

ZADATAK URUČEN

06.07. 2022.





IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

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

Ja, Barbara Kanjic (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Indikatori performansi skladišnih sustava (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Barbara Kanjic  
(vlastoručni potpis)

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

Ja, Barbara Kanjic (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Indikatori performansi skladišnih sustava (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Barbara Kanjic  
(vlastoručni potpis)

## **Predgovor**

Zahvaljujem se profesoru Bojanu Premužiću na mentorstvu i pomoći tijekom izrade završnog rada. Veliko hvala i svim profesoricama i profesorima koji su svojim znanjem, zahtjevima, ali i razumijevanjem učinili ovaj period obrazovanja mnogo izazovnim i zanimljivim.

Posebno se zahvaljujem svojim roditeljima na pruženoj mogućnosti bezbrižnog nastavka obrazovanja i ukazanom povjerenju.

## **Sažetak**

Skladišta su jedna od osnovnih karika u logističkom lancu i s razlogom im se pridaje tolika pozornost. Na današnjem nestabilnom tržištu, veliku ulogu imaju zalihe, a samim time i skladišta. Ovisno o kojoj djelatnosti je riječ razlikujemo skladišta prema ulogama u logističkom lancu. Kako je tržište sve dinamičnije, potražnja može izrazito porasti u kratkom periodu, pa se od skladišta očekuje brza reakcija. Razvijanjem skladišnih sustava postiže se točnost odvijanja skladišnih procesa i smanjenje troškova skladištenja. Stalnim unaprjeđenjem skladišnih sustava, očekuje se i poboljšanje performansi samog sustava. Stalnim praćenjem rada skladišta možemo na vrijeme reagirati na određene probleme i spriječiti njihov razvoj.

**Ključne riječi:** logistika, logistički lanac, skladišni sustavi, indikator, mjerenje performansi.



## **Summary**

Warehouses are one of the basic links in the logistics chain and are given so much attention for a reason. In today's volatile market, stocks play a big role, and therefore warehouses. Depending on the activity involved, we distinguish warehouses by role in the logistics chain. As the market becomes more dynamic, demand can increase markedly in a short period of time, so warehouses are expected to react quickly. The development of storage systems achieves the accuracy of the operation of storage processes and the reduction of storage costs. By continuously improving storage systems, the performance of the system itself is also expected to be improved. By constantly monitoring the operation of the warehouse, we can respond to certain problems in time and prevent their development.

**Keywords:** logistics, logistic chain, warehouse systems, indicator, performance measurement.

## **Popis korištenih kratica**

**LDC** Logističko – distribucijski centar

**FIFO** First in, first out

**JS** Jedinica skladištenja

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
1.1. Predmet, problem i objekt istraživanja .....	1
1.2. Cilj i svrha istraživanja .....	1
1.3. Znanstvene metode .....	1
1.4. Sadržaj završnog rada .....	1
1.5. Stručni doprinos .....	2
2. Skladišni sustavi .....	3
2.1. Logistika .....	3
2.2. Logistički lanac .....	3
2.3. Upravljanje zalihama .....	4
2.4. Uloga skladišta u logističkom lancu .....	5
2.4.1. Skladišta sirovina .....	6
2.4.2. Skladišta poluproizvoda .....	6
2.4.3. Skladišta gotovih proizvoda .....	7
2.4.4. Konsolidacijska skladišta i tranzitna (prijelazna) skladišta .....	7
2.4.5. Cross dock (pretovarna) skladišta .....	8
2.4.6. Skladišta za sortiranje .....	9
2.4.7. Skladišta za robu u povratu .....	9
2.4.8. Skladišta institucija javnog sektora .....	9
3. Proces u skladišnim sustavima .....	10
3.1. Prijam robe .....	11
3.1.1. Principi prijama .....	11
3.2. Skladištenje robe .....	12
3.2.1. Postupci skladištenja .....	13
3.2.2. Principi skladištenja .....	14
3.3. Komisioniranje robe .....	14
3.3.1. Podjela sustava komisioniranja .....	16
3.3.2. Postupci komisioniranja .....	16
3.3.3. Metode rutiranja .....	18
3.3.4. Principi komisioniranja .....	21
3.4. Izdavanje robe .....	21
3.4.1. Principi izdavanja .....	22
3.5. Oblikovanje skladišnih sustava .....	23
4. Indikatori performansi skladišnih sustava .....	24

5. Prikaz izračuna indikatora performansi.....	26
5.1. Vrijeme kao indikator performansi .....	26
5.1.1. Vrijeme prijema.....	26
5.1.2. Vrijeme skladištenja .....	26
5.1.3. Vrijeme komisioniranja.....	27
5.1.4. Vrijeme otpreme.....	27
5.1.5. Vrijeme isporuke .....	27
5.2. Produktivnost kao indikator performansi .....	28
5.2.1. Produktivnost rada.....	28
5.2.2. Efikasnost rada .....	28
5.2.3. Produktivnost prijema .....	28
5.2.4. Produktivnost skladištenja.....	29
5.2.5. Produktivnost komisioniranja.....	29
5.2.6. Produktivnost otpreme .....	29
5.3. Trošak kao indikator performansi .....	29
5.3.1. Trošak držanja zaliha.....	30
5.3.2. Trošak prijevoza .....	30
5.3.3. Trošak procesiranja narudžbi .....	30
5.3.4. Trošak radnika .....	30
5.3.5. Trošak održavanja .....	31
5.4. Kvaliteta kao indikator performansi.....	31
5.4.1. Točnost prijema .....	31
5.4.2. Točnost skladištenja .....	31
5.4.3. Točnost komisioniranja .....	31
5.4.4. Točnost otpreme .....	32
5.4.5. Savršena narudžba .....	32
6. Primjer iz prakse.....	33
6.1. Izračun performansi s aspekta vremena i analiza rezultata .....	34
6.1.1. Izračun vremena prijema .....	34
6.1.2. Izračun vremena skladištenja .....	34
6.1.3. Izračun vremena komisioniranja .....	34
6.1.4. Izračun vremena otpreme .....	34
6.1.5. Izračun vremena isporuke .....	35
6.2. Izračun performansi s aspekta produktivnosti i analiza rezultata.....	35
6.2.1. Izračun produktivnosti rada.....	35

6.2.2. Izračun efikasnosti rada.....	35
6.2.3 Izračun produktivnosti prijema .....	36
6.2.4. Izračun produktivnosti skladištenja.....	36
6.2.5. Izračun produktivnosti komisioniranja.....	36
6.2.6. Izračun produktivnosti otpreme.....	36
6.3. Izračun performansi s aspekta kvalitete i analiza rezultata .....	36
6.3.1. Izračun točnosti prijema .....	36
6.3.2. Izračun točnosti skladištenja .....	37
6.3.3. Izračun točnosti komisioniranja .....	37
6.3.4. Izračun točnosti otpreme .....	37
6.3.5. Izračun savršene narudžbe.....	37
7. Zaključak .....	38

# **1. Uvod**

U uvodnom djelu rada objašnjen je predmet i cilj istraživanja, navedene su znanstvene metode koje su korištene prilikom izrade rada, opisan je sadržaj rada i stručni doprinos.

## **1.1. Predmet, problem i objekt istraživanja**

Predmet istraživanja u ovom radu je utjecaj indikatora na performanse skladišnih sustava. Tema rada se temelji na dosadašnjim provedenim istraživanjima i na odrađenom primjeru iz prakse. Dosadašnja literatura korištena je kako bi se teoretski opisala tema, a praktični dio kako bi se te navedene činjenice potvrdile.

## **1.2. Cilj i svrha istraživanja**

Cilj istraživanja je da se teorijski dio, odnosno matematički izračuni prikažu na primjeru iz prakse, te da se dokaže utjecaj pojedinih indikatora na cjelokupan skladišni sustav.

## **1.3. Znanstvene metode**

Znanstvene metode koje su se koristile tijekom izrade rada su sljedeće: analiza, sinteza, apstrakcija, klasifikacija, deskripcija, komparacija i statističke metode.

## **1.4. Sadržaj završnog rada**

Zbog velikog utjecaja skladišta na poslovanje, potrebno je obratiti pozornost na poslovanje unutar skladišta. Iako mnogi autori opisuju skladišta kao točke u proizvodnji/distribuciji gdje se smanjuje vrijednost robe (gotovi proizvodi, poluproizvodi, materijali), a povećava trošak vezani uz robu, dobrim upravljanjem i držanjem optimalnih zaliha omogućuje se brza rotacija zaliha i smanjenje troškova. Upravljanje skladišnim sustavom možemo definirati kao posebnu cjelinu unutar poduzeća koja izrazito utječe na profit cjelokupnog poduzeća. Kako bi se lakše upravljalo skladišnim sustavom potrebno je dobro poznavanje skladišnih procesa koji se odvijaju unutar skladišta i razumjeti njihovu važnost, kompleksnost, te međusoban utjecaj. Potrebno je uspostaviti sistem povratne veze. Da bi se uvidjela greška ili poboljšanje u nekom procesu, taj proces je potrebno mjeriti i analizirati.

Glavna tema ovog rada je prikazati izračun indikatora performansi skladišnih sustava. Rad se sastoji od sedam cjelina. Prvi dio je uvod u rad gdje se opisuje sama tematika rada. Drugi dio opisuje skladište s aspekta logistike i logističkog lanca. Skladišta imaju značajan utjecaj na oblikovanje logističkog lanca, a zadaća logistike je u njihovom povezivanju. Navedena je i podjela skladišta prema ulozi u logističkom lancu. U trećem djelu objašnjeni su osnovni

skladišni procesi (prijem, skladištenje, komisioniranje, izdavanje) i karakteristike svakog od njih. Također, prikazane su osnovne skladišne zone u kojima se odvija po jedan od procesa, pa tako razlikujemo zonu prijema, zonu skladištenja, zonu komisioniranja i zonu izdavanja. U četvrtom djelu opisuju se indikatori performansi skladišnih sustava. Daje se prikaz osnovnih performansi, razlozi mjerenje, svrha poboljšanja performansi, te osnovne komponente koje služe za optimizaciju i poboljšanje rada skladišnog sustava. U petom djelu rada na temelju dostupne i proučene literature, iznesena je sinteza izračuna indikatora s aspekta vremena, produktivnosti, troškova i kvalitete. Svaki indikator performansi prikazan je definicijom i formulom uz opis. Šesti dio prikazuje izračun performansi. Opisano je skladište poduzeća „X“ u kojemu je provedeno mjerenje indikatora performansi, te je navedena skladišna i transportna oprema koja se koristi u skladištu. Mjerenje je provedeno kroz odvijanje osnovnih skladišnih procesa, a indikatori koji su se promatrali su vrijeme, produktivnosti i kvaliteta. Cilj tog djela rada je prikazati izračun performansi na primjeru iz prakse. Time se također ukazuje na mogućnost prilagođavanja formula za izračun skladišnom sustavu i podacima koji se traže. Za svaki izračun objašnjeni su podaci koji su se koristili. U sedmom djelu, ujedno i posljednjem, izraženo je vlastito mišljenje na odrađenu tematiku.

## **1.5. Stručni doprinos**

Stručni doprinos ovog rada je prikaz i objašnjenje pojedinih indikatora performansi. Rad omogućuje uvid u teorijski dio, to jest definicije pojedinih pojmova i izračuna, a također i prikaz tih izračuna na primjeru.

## 2. Skladišni sustavi

Skladišni sustav (skladište) je svaki izgrađeni objekt kojemu je primarna funkcija prihvati i smještaj robe, a opremljen je na način da ispunjava sve uvjete u kojima se mogu zadržati izvorna svojstva robe. Skladištenje je planirana aktivnost unutar koje se provode procesi prijema, skladištenja, komisioniranja i izdavanja robe, kao osnovni skladišni procesi uz koje se ovisno o skladištu mogu obavljati i usluge dodatnih vrijednosti.

Prema Oluiću (1997.) glavne komponente skladišnog sustava su:

- skladišni objekti
- sredstva za skladištenje
- sredstva za odlaganje
- transportna sredstva
- pomoćna skladišna oprema
- dodatna skladišna oprema

### 2.1. Logistika

„Logistika je proces planiranja, implementacije i kontrole efikasnog i s pozicije troškova efektivnog tijeka i skladištenja sirovina, zaliha u procesu, gotovih proizvoda, te s tim u vezi informacija, od točke izvora do točke potrošnje, sa svrhom ispunjenja zahtjeva kupaca.“ [1]

S logističkog stajališta skladište možemo opisati kao čvor ili točku na logističkoj mreži kojemu je osnovni zadatak prihvatiti robu i zatim ju proslijediti u drugom smjeru unutar logističke mreže. Skladišta se koriste kako bi se postigao balans u prostornom i vremenskom toku materijala, a glavne tehničke funkcije skladišta koje to omogućuju su skladištenje i distribucija.

### 2.2. Logistički lanac

„Logistički lanac je mreža organizacija koje su uključene u različite procese i aktivnosti koje proizvode vrijednost u obliku proizvoda i usluga za opskrbu korisnika prema njegovim zahtjevima.“ [2]

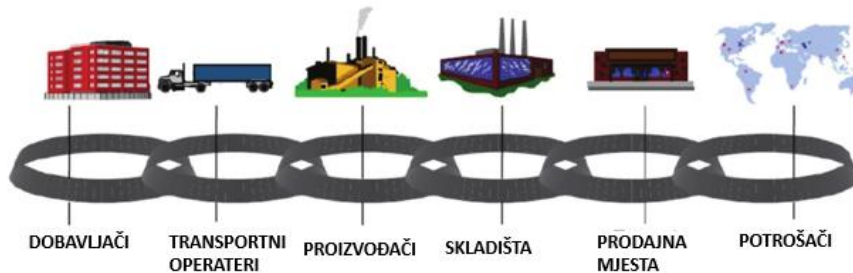
U oblikovanju modernog logističkog lanca veliku ulogu imaju skladišta i procesi unutar skladišta. „Skladište možemo promatrati kao jedan dio logističkog lanca, a logistički lanac kao jedan entitet, čiji dijelovi su u međusobnoj interakciji. Modeli pojedinih dijelova moraju biti povezani, a to se ostvaruje pomoću ulaznih i izlaznih parametara dijelova logističkog lanca.“

[2] Uloga logistike u logističkom lancu je povezivanje tih organizacija kako bi se postigla



određena razina integriteta koja je potrebna za normalno odvijanje procesa i aktivnosti unutar lanca. U logističkom lancu postoji veza fizičkih elemenata i poslovnih procesa, koji uključuju tijek materijala, informacija i novca, te upravljanje takvim lancem. Najveći izazov modernog logističkog lanca je brzina promjene potražnje, što zahtijeva držanje optimalne količine zaliha i prikazuje značaj skladišta u logističkom lancu.

Slika 2.1 Prikaz logističkog lanca



Izvor: <http://docplayer.net/44678197-Planiranje-logistickih-centara.html>

### 2.3. Upravljanje zalihama

„Pod zalihama robe podrazumijeva se količina robe (materijali, vlastiti proizvodi, poluproizvodi i gotovi proizvodi) koja je uskladištena radi kontinuiranog (trajnog) opskrbljivanja vremenski i prostorno bliže ili daljnje, proizvodne ili osobne potrošnje.“ [3]

Zalihe proizvoda nastaju kao rezultat stupnja usklađenosti nabave i potrošnje i ukazuju na odnos između nabave i proizvodnje (potrošnje). Ovisno o procesu nabave i potrošnje, veličina zaliha se kreće u određenom međuprostoru između maksimuma i minimuma i u pojedinim (savršenim) trenucima čini optimalnu razinu zaliha. Cilj skladištenja je održavanje optimalne razine zaliha, kako bi skladište moglo poslovati najprofitabilnije. Na skladištu je potrebno držati optimalne zalihe kako bi se potražnja uvijek mogla zadovoljiti, ali i zbog smanjenja troškova skladištenja ako dođe do naglog pada potražnje. Optimalna strategija upravljanja zalihama osigurava minimum određenih troškova. Pojam optimalno označava razinu zaliha koja omogućuje nesmetano odvijanje poslovanja uz najniže troškove. Optimalna količina zaliha uključuje troškove nabave, dopreme, skladištenja i troškove zaliha. Kako bi se odredila optimalna razina zaliha ključno je pratiti nivo zaliha u funkciji vremena, a osnovni preduvjet kojim se postiže optimiranje zaliha je klasifikacija robe (odrediti koja roba stvara najniže troškove unutar sustava). Upravljanje zalihama je kontinuirani proces koji predstavlja balans između zahtjeva da se zadovolji potražnja i da se održe minimalni troškovi. Kako bi se optimalna razina zaliha mogla planirati i održavati, potrebno je poznavati čimbenik o kojima

razina zaliha ovisi. Razina zaliha svakog proizvoda ovisi o svim čimbenicima o kojima ovisi proces nabave i potrošnje, a oni su specifični za svako društvo i svaki proizvod zasebno.

Potrebna količina zaliha na skladištu (optimalna razina) ovisi o mnogim činiteljima, a oni najrelevantniji su: [3]

- opseg proizvodnje, odnosno opseg dogovorene isporuke robe kupcima (trgovina)
- broj skladišta u logističkom lancu
- uvjeti skladištenja
- stručnost skladišnog osoblja
- uvjeti transporta
- stabilnost i uvjeti na domaćem i stranom tržištu
- učestalost naručivanja
- karakteristike i svojstva uskladištene robe
- pouzdanost dobavljača

Problemi koji se javljaju prilikom uspostavljanja optimalnih razina zaliha u manjim poduzećima su:

- nemogućnost predviđanja potražnje
- nepouzdana dobavljači
- dugi vremenski rokovi isporuke
- kratkotrajnost potražnje (sezonski proizvodi)

Gledano sa stajališta troškova postojanje skladišta ne doprinosi poslovanju, već samo stvara dodatni trošak i dovodi do prekida procesa. „Poznato je da u stvarnim procesima nema materijala koji ne prođe kroz fazu mirovanja – skladištenja ili odlaganja.“ [2] Određene zalihe nužne su na današnjem dinamičnom tržištu kako bi se na zahtjeve kupaca moglo odgovoriti u što kraćem vremenskom razdoblju. Uz dobro vođenje i profesionalno upravljanje skladišnim sustavima, troškovi skladišta mogu se minimizirati i postojanje skladišta može doprinosti boljem poslovanju cijelog poduzeća.

## **2.4. Uloga skladišta u logističkom lancu**

Skladišta možemo dijeliti prema raznim kriterijima, te sukladno tome razlikujemo i mnoge vrste skladišta. Neovisno o vrsti skladišta, svako skladište ima svoju ulogu u cjelokupnom logističkom lancu.

Prema kriteriju podjele, skladišne sustave dijelom prema: [4]

- vrsti i značajkama materijala
- stupnju i razvoju skladišnog sustava
- strategiji mjesta odlaganja
- značajkama građevinskog objekta
- izvedbi objekta
- tehnologiji skladištenja
- pripadnosti dijela poduzeća
- vrsti sredstava za skladištenje

Skladišta možemo promatrati i prema ulozi u logističkom lancu. Prema tom kriteriju Gwynne Richards skladišta dijeli na: [5]

- skladišta sirovina
- skladišta poluproizvoda
- skladišta gotovih proizvoda
- konsolidacijska skladišta i tranzitna skladišta
- cross dock skladišta
- skladišta za sortiranje
- skladišta za robu u povratu (povratni centri)
- skladišta institucija javnog sektor

#### **2.4.1. Skladišta sirovina**

Skladišta sirovina služe za skladištenje sirovina, a lokacija takvih skladišta je u neposrednoj blizini mjesta proizvodnje, odnosno dobivanja određene sirovine. Osnovna uloga ovih skladišta je da osiguravaju neprestano odvijanje procesa proizvodnje.

#### **2.4.2. Skladišta poluproizvoda**

Skladišta poluproizvoda služe za skladištenje poluproizvoda i dodatnih komponenti u različitim fazama proizvodnje. Također prilagođavaju krajnji proizvod po zahtjevima kupaca.

Proces prilagodbe proizvoda obuhvaća sljedeće aktivnosti:

- pakiranje i deklariranje robe
- sklapanje proizvoda
- dodavanje specifičnih komponenata
- označavanje proizvoda u marketinške svrhe

- prilagođavanje proizvoda prema određenoj kulturi

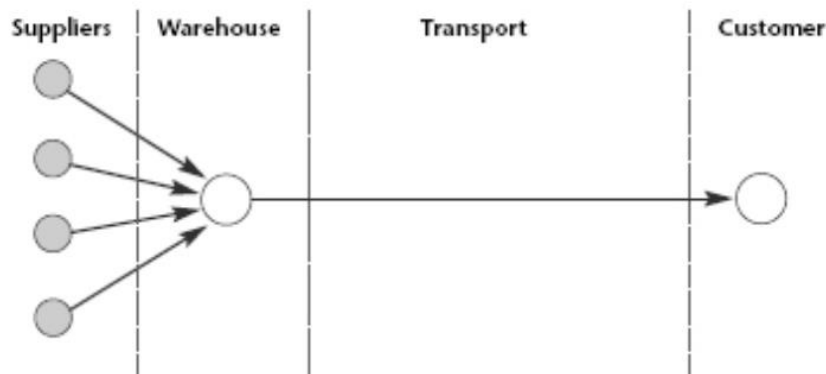
### 2.4.3. Skladišta gotovih proizvoda

Skladišta gotovih proizvoda služe za skladištenje proizvoda na kojima nisu potrebne nikakve preinake i mogu se u tom obliku isporučiti. Iz tih skladišta proizvodi se direktno isporučuju zastupnicima ili kupcima na malo. Kod takvih skladišta najvažnija je lokacija i razina zaliha. Zalihe su bitne kako bi se mogla zadovoljiti potražnja za proizvodom i u uvjetima nestabilne potražnje, a skladišta takve namjene, potrebno je locirati što bliže krajnjem potrošaču, odnosno kupcu.

### 2.4.4. Konsolidacijska skladišta i tranzitna (prijelazna) skladišta

Konsolidacijska skladišta su mjesta objedinjavanja transporta. Pod pojmom konsolidacija tereta podrazumijevamo objedinjavanje robe u veće količinske jedinice. Osnovna svrha takvih skladišta je prijam robe iz raznih izvora i stvaranje pošiljka za pojedinog naručitelja, proizvođača ili potrošača. U kategoriju konsolidacijskih skladišta možemo smjestiti i JIT (Just in time) skladišta, te skladišta koja su zaslužena za maloprodajnu opskrbu. Konsolidacijska skladišta nalaze u blizini dobavljača i smanjuju troškove transporta.

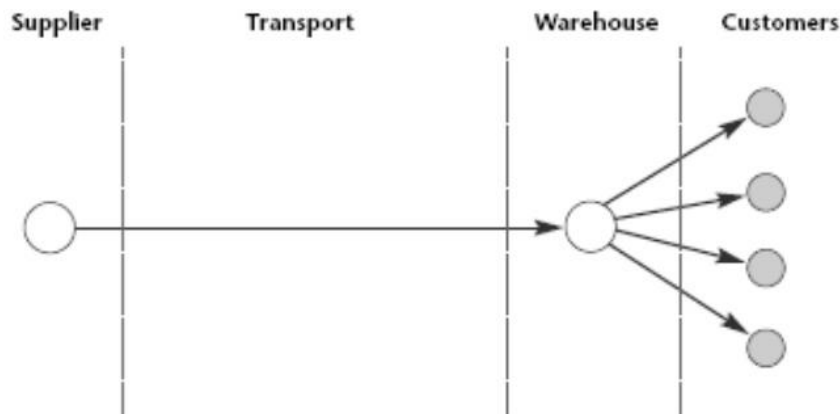
Slika 2.2 Prikaz principa rada konsolidacijskog skladišta



Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina

Tranzitna (prijelazna) skladišta suprotnog su značenja od konsolidacijskih skladišta. Takva skladišta služe za pregrupiranje (razbijanje) proizvoda, odnosno pošiljaka. Takva skladišta nalaze se u blizini korisnika i smanjuju troškove transporta.

Slika 2.3 Prikaz principa rada tranzitnog skladišta



Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina

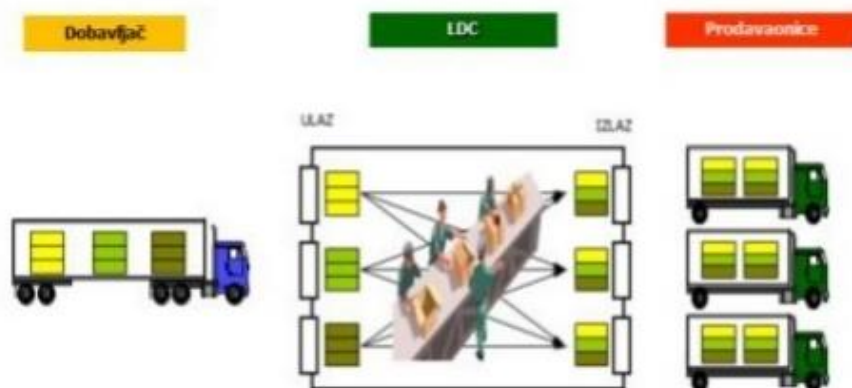
#### 2.4.5. Cross dock (pretovarna) skladišta

Cross docking skladišta su pretovarna skladišta koja omogućuju odvijanje robnih tokova bez prekida, isporuka se odvija preko posrednika – distributera, a naglasak se stavlja na isključivanje konvencionalnog skladištenja. Osnovna uloga takvih skladišta je kontrola ulaznih i izlaznih tokova. Tu se skladišti roba kratkog vijeka trajanja, pa je potrebno minimizirati vrijeme zadržavanja robe na skladištu. Lokacija ovakvih skladišta je u neposrednoj blizini gradova, odnosno u blizini krajnjih potrošača.

Razlikujemo dva tipa cross docking skladišta:

- 1) break bulk crossdocking

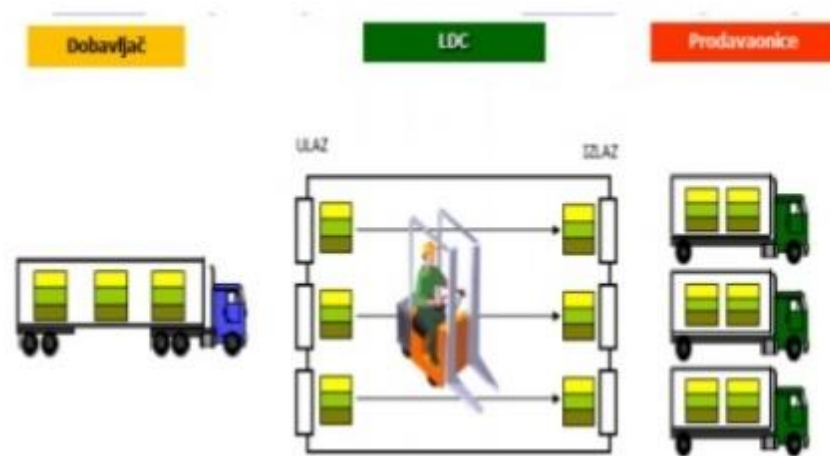
Slika 2.4 Break bulk crossdocking



Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina

## 2) pre-packed crossdocking

Slika 2.5 Pre-packed crossdocking



Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina

### 2.4.6. Skladišta za sortiranje

Skladišta za sortiranje su skladišta u kojima se prikuplja roba iz različitih izvora i nakon procesa sortiranja isporučuje se korisniku. Sortiranje se vrši prema mjestu narudžbe, zatim se obavlja konsolidacija i roba je spremna za isporuku. Sortiranje se može obaviti ručno ili strojno (strojevi sofisticirani za brzo sortiranje robe). Način na koji će se proces odvijati ovisi o količini zaprimljene robe i opremljenosti skladišta.

### 2.4.7. Skladišta za robu u povratu

Osnovna uloga skladišta za robu u povratku je usmjerenje robe prema kanalu povratne logistike. U takvim skladištima potrebno je robu pregledati, sortirati i obaviti sve zahtjeve prema vrsti robe kako bi roba mogla u povrat. U takvim skladištima objedinjuju se logističke usluge, a kao jedna od glavnih prednosti ističe se ekološki prihvatljiv način poslovanja.

### 2.4.8. Skladišta institucija javnog sektora

Glavna karakteristika skladišta institucija javnog sektora je da se takva skladišta ne nalaze u ulazi logističkog lanca, već su u potpori javnog sektora ili vojske. Skladišta su opremljena osnovnim potrebnim proizvodima u slučaju prirodnih i političkih nepogoda. Lokacija skladišta je određena strateški.

### 3. Procesi u skladišnim sustavima

„Skladište izravnavava neujednačenost ponude i potražnje. Kada ponuda premašuje potražnju, skladište pohranjuje proizvod u iščekivanju zahtjeva kupaca. Kada potražnja premašuje ponudu skladište može ubrzati kretanje proizvoda do kupca osiguravajući dodatne usluge, kao primjerice označavanje cijena, pakiranje proizvoda ili montažni sklop.“ [6]

„Skladištenje robe zahtijeva kvantitativno i kvalitativno preuzimanje robe i njeno čuvanje do prodaje kupcu. Operacija skladištenja robe zahtijeva i obavljanje poslova kao što su sortiranje, pakiranje, etiketiranje, miješanje te druge usluge dodatnih vrijednosti. Robu u skladištu treba smjestiti tako da se omogući najbolje iskorištenje skladišnog prostora, pravilno čuvanje i zaštita robe, lako i brzo identificiranje robe, lagan pristup prostoru za razmještaj robe, te postizanje najnižih troškova skladištenja robe.“ [7]

Pojam skladištenje podrazumijeva mirovanje materijala, iako tijekom ulaza i izlaza materijala u/iz skladišta, te za vrijeme boravka materijala u skladištu postoji mnogo aktivnosti kroz koje materijal prolazi. Tijekom materijala unutar skladišnog sustava ostvaruje se pojedinim procesima, odnosno skupom aktivnosti. Neovisno o kojem tipu skladišta je riječ, postoje četiri glavna procesa u skladištu:

- *prijam*: obuhvaća aktivnosti preuzimanja i pregleda svih materijala s popisa narudžbi zbog utvrđivanja kvalitete i količine
- *skladištenje*: aktivnosti pohrane i čuvanja robe do procesa izdavanja
- *komisioniranje*: aktivnosti prikupljanja robe iz skladišta na temelju zahtjeva korisnika, najzahtjevniji i najkompleksniji proces u skladišnom sustavu
- *izdavanje*: aktivnosti provjere narudžbe, provjere robe, pripremanje dokumentacije i ukrcaj robe u sredstvo transporta.

Slika 3.1 Prikaz procesa u skladišnim sustavima



Izvor: izradio autor

Osim navedenih glavnih procesa u skladišnim sustavima mogu se odvijati i dodatne aktivnosti, nazvane i uslugama dodatne vrijednosti. Neke od usluga dodatne vrijednosti su:

- *prepakiranje*: provodi se u slučaju kada se roba treba skladištiti u manjim jedinicama, najčešće prilikom skladištenja u regale i kada je dostavljena roba u rasutom stanju, te prilikom pripreme robe za izdavanje (pakiranje robe u prodajne količine)
- *pakiranje i označavanje*: obavlja se nakon komisioniranja, a obuhvaća spajanje pojedinačnih proizvoda radi lakšeg rukovanja
- *sortiranje*: obavlja se kod narudžbi koje sadrže više proizvoda, a sortiranje nije provedeno unutar procesa komisioniranja
- *prebacivanje*: provodi se direktnim prebacivanjem robe iz prijamne zone u predajnu zonu, bez procesa skladištenja robe
- *popunjavanje*: premještanje robe u primarne lokacije komisioniranja iz rezervnih lokacija uskladištenja .

U nastavku rada detaljnije će biti objašnjeni glavni procesi u skladišnim sustavima.

### **3.1. Prijam robe**

Prijam robe može se raščlaniti na nekoliko radnji, što se sažeto odnosi na prihvatanje robe, identifikaciju robe, ispitivanje vrste i količine robe, zatim na ispitivanje kakvoće predmeta prijama, računsko ispitivanje zaprimljene robe i na kraju izrada dokumentacije o zaprimljenoj robi. Prijam robe je prvi skladišni proces, a aktivnosti unutar njega su najava i fizički prijam robe, istovar robe iz sredstva vanjskog transporta i ulaz robe u skladište. Prije istovara robe iz sredstva vanjskog transporta obavlja se identifikacija i ispravnost artikala i samog pakiranja. Također, potrebno je definirati zone iskrcanja, bilježiti podatke o dolasku vozila, provjeriti dokumentaciju, osigurati vozilo za iskrcanje, osigurati transportna sredstva za iskrcanje, organizirati dovoljan broj zaposlenika koji će obaviti proces, te dodijeliti skladišne lokacije. Osim kvalitativne provjere robe, potrebno je obaviti i kvantitativnu provjeru.

#### **3.1.1. Principi prijama**

Principi prijama služe za ostvarenje planiranog tijeka robe u aktivnostima procesa prijama. Osnovna namjera principa je da se minimizira potreban rad i vrijeme za obavljanje procesa, te kako bi se sam tijek robe kroz proces pojednostavio.



Među najvažnijim principima prijama su sljedeći: [2]

- *ne primiti*: princip koji se temelji na načelu da je neke materijala bolje dostavljati korisnicima izravno od dobavljača, bez prihvata tih materijala u svoje skladište i potom ih izdavati.
- *predprijam*: zahtjeva od dobavljača informacije o robi, kako bi se unaprijed mogla dodijeliti skladišna lokacija.
- *crossdock*: najbrži i najproduktivniji princip prijema.
- *odlaganje izravno u primarne ili rezervne lokacije*: princip kojim se roba izravno odlaže u lokacije skladišne zone, bez odlaganja i obavljanja aktivnosti u zoni prijema. Time se minimizira potreba za ljudskim radom, prostorom i opremom, a samim time smanjuje se i vrijeme rada. Takav princip prijema zahtjeva vozila koja imaju sposobnost istovara s vozila vanjskog transporta. Taj princip je u današnjim, automatiziranim skladištima sve više zastupljeni.
- *odlaganje radi čekanja u zoni uskladištenja*: minimiziranje prostora u zoni prijema upotrebom regala za privremeno odlaganje robe, odnosno dokad roba nije službeno primljena i uskladištena na lokaciju unutar zone skladištenja.
- *izvršiti sve potrebne korake za efikasno rastavljanje tereta i kretanje u prijamnoj zoni*: princip koji zahtjeva obavljanje aktivnosti prepakiranja robe u manje jedinične terete, označavanje robe, planiranje skladištenja i transporta, kao bi nakon zaprimljenog zahtjeva za izdavanje robe ostalo što manje aktivnosti za obaviti. Osnovna svrha tog principa je da proces izdavanja, odnosno priprema robe za izdavanje traje što kraće.
- *sortirati pristigle materijale za efikasno odlaganje..*
- *kombinirati odlaganje i izuzimanje kada je moguće.*
- *napraviti balans korištenja resursa pri prijemu rasporedom dolazaka vozila vanjskog transporta.*
- *minimizirati ili eliminirati hodanje pomoću ostvarenja tijekom materijala do radnih stanica.*

### **3.2. Skladištenje robe**

Proces skladištenja obuhvaća premještanje robe iz prijamne zone u skladišnu zonu. Unutar skladišne zone određuje se lokacija skladištenja i obavlja se smještanje robe na tu lokaciju. Aktivnosti koje se provode unutar procesa skladištenja su identifikacija proizvoda, skeniranje barkoda proizvoda, pronalazak lokacije unutar skladišta, transport proizvoda do određene lokacije, pohrana na lokaciju, zaštita i čuvanje proizvoda. Skladištenje je bitan proces jer o

njemu ovisi trajanje svih nadolazećih procesa. Skladište je potrebno prilagoditi zahtjevima robe koja se u njemu skladišti i osnovna uloga procesa skladištenja je pohrana, čuvanje i održavanje svojstva robe. Nakon što se roba uskladišti na određenu lokaciju, tu istu lokaciju je potrebno zabilježiti, kako bi putem sustava mogli pratiti gdje se nalazi pojedina roba, stanje zaliha i mjesto slobodnih lokacija.

Pri uvođenju i optimizaciji sustava za lociranje nužno je ispuniti određene preduvjete: [8]

- stupanj iskoristivosti prostora
- iskoristivost opreme
- iskoristivost radne snage
- dostupnost svih elemenata sustava
- zaštita
- mogućnost pozicioniranja unutar objekta
- fleksibilnost/prilagodljivost
- smanjenje troškova

### 3.2.1. Postupci skladištenja

„Postupak skladištenja odabire se na temelju nivoa aktivnosti protoka pojedinih proizvoda, potrebi skladišnog prostora, rasporedu prijama i broju vrsta proizvoda na skladištu. Izbor postupka na koji se proizvodi raspoređuju u skladištu ima utjecaj na planirani broj mjesta odlaganja u skladištu.“ [2]

Sljedeći postupci su najčešći u skladištima:

- *slučajno skladištenje*: roba se unutar skladišta skladišti na bilo koju slobodnu lokaciju, nijednoj vrsti robe nije unaprijed dodijeljena skladišna lokacija. Roba se odlaže na najpogodniju lokaciju i izuzima po principu FIFO, što osigurava rotaciju zaliha robe uz ostvarenje efikasnosti rukovanja robom.
- *unaprijed određeno skladištenje*: roba se skladišti na unaprijed određenu skladišnu lokaciju, time se maksimizira protok robe. Lokacija smještaja robe određuje se na temelju odnosa nivoa aktivnosti i broja dodijeljenih mjesta odlaganja. Nivo aktivnosti određen je temeljem broja odlaganja/izuzimanja u vremenu, a ne po količini jedinica skladištenja. Roba se skladišti na najbližu slobodnu lokaciju unutar zone skladištenja koja je dodijeljena za određenu kategoriju robe. Izuzimanje se odvija po FIFO principu.
- *skladištenje po zonama*: u slučaju kada se skladišti veliki broj različitih proizvoda koji zahtijevaju različita mjesta odlaganja i variraju po protoku primjenjuje se postupak

skladištenja po zonama. Provodi se ABC analiza gdje se promatra odnos nivoa aktivnosti i potrebni broj mjesta odlaganja, zatim se prema rezultatu ABC analize proizvodi dijele u grupe i svakoj grupi se unaprijed dodjeljuje zona skladištenja. Unutar tih zona proizvodi se skladište prema slučajnom rasporedu.

### 3.2.2. Principi skladištenja

Ranije u radu spomenuto je kako je proces skladištenja izrazito važan u cijelom skladišnom sustavu, te osim postupaka skladištenja, razlikujemo i principe skladištenja, odnosno način na koji roba ulazi i izlazi iz skladišta.

Principi skladištenja su slijedeći: [2]

- *popularnost*: kod skladišta kojima je ulazna točka ujedno i izlazna (ulaz u skladište je i izlaz iz skladišta), najpopularniji proizvodi skladište se u blizini ulazno/izlazne točke, ako je ulazna točka različita od izlazne tada se najpopularniji proizvodi skladište najbliže izravnoj ruti od ulazne točke do izlazne, što je najčešće glavni prolaz unutar skladišta. Ako je riječ o proizvodima koji se ne primaju i izdaju u istim količinama, tada proizvodi koji imaju manji odnos prijema i izdavanja se skladište bliže izlaznoj točki, a proizvodi s većim odnosom skladište se bliže ulaznoj točki.
- *sličnost*: proizvodi koji se primaju i izdaju zajedno skladište se jedno uz drugo, time se minimizira prijeđeni put u procesu komisioniranja. Ako se i proizvodi ne primaju zajedno, ali se zajedno izdaju, također je poželjno primjenjivati ovaj princip.
- *veličina*: veći predmeti skladište se u blizini korištenja, a oni manjih dimenzija i težina dalje od mjesta korištenja, ali mjesto mora biti određeno na lakoći rukovanja i popularnošću proizvoda. Teži predmeti se skladište na područje manje visine, a oni lakši na veće.

Neke karakteristike proizvoda koji se skladište često su razlog da se odstupa od metoda indiciranih popularnošću, sličnošću i veličinom. Lako pokvarljivi proizvodi, opasni proizvodi (tvari), lomljivi proizvodi i proizvodi od značajne vrijednosti, neke su od tih karakteristika.

### 3.3. Komisioniranje robe

Komisioniranje je proces prilikom kojeg se roba izuzima iz skladišnih lokacija kako bi se ispunila narudžba korisnika. Nakon što je narudžba zaprimljena, potrebno je obaviti provjeru stanja robe u svrhu mogućnosti ispunjenja zahtjeva korisnika. Ako je roba dostupna na skladištu, kreiraju se liste namijenjene skladišnim radnicima koji će obaviti proces komisioniranja. Liste služe za vođenje kroz sam proces. Komisioniranje zahtjeva najviše rada

unutar skladišnog sustava, ono predstavlja središnji dio protoka robe od dobavljača do potrošača i na tom procesu najviše je vidljiva razina rada pojedinih skladišnih sustava.

Grafikon 3.1 Prikaz operativnih troškova skladišnog sustava

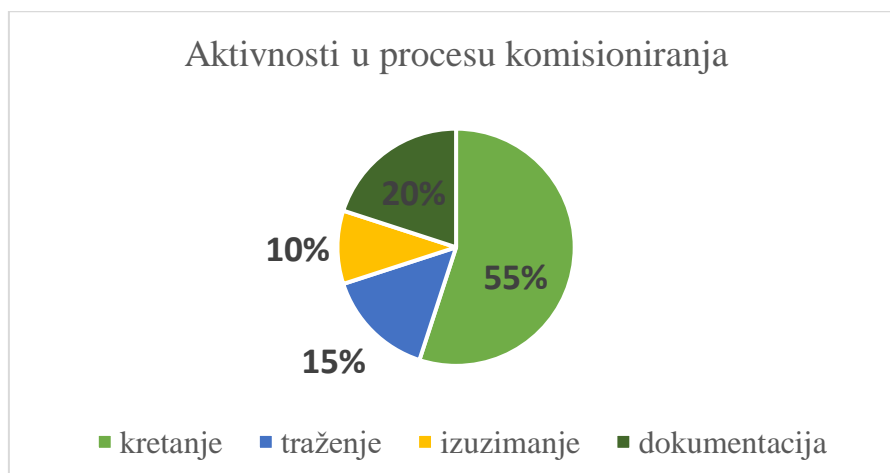


Izvor: prilagodio autor

Grafikon 3.1 prikazuje postotak operativnih troškova pojedinih procesa u skladišnom sustavu. Proces komisioniranja uzrokuje 55% ukupnih troškova skladištenja, što ujedno i ukazuje na važnost i značaj samog procesa. 20% troškova uzrokuje proces izdavanja robe, 15% proces skladištenja, a 10% proces prijema robe.

Kako bi se smanjio ukupan trošak skladištenja, potrebno je smanjiti vrijeme trajanja pojedinih aktivnosti skladišnih procesa. Aktivnosti procesa komisioniranja zahtijevaju najviše vremena.

Grafikon 3.2 Aktivnosti u procesu komisioniranja



Izvor: prilagodio autor

Grafikon 3.2 prikazuje udio pojedinih aktivnosti u procesu komisioniranja. 55% vremena komisioniranja utrošeno je na kretanje komisionera, često je moguće postići znatnu uštedu na vremenu protoka komisioniranja, te tome treba i težiti kako bi postigli i smanjenje troškova u cijelom procesu. Na traženje robe prema nalogu utroši se u prosjeku 15% vremena, dok izuzimanje robe zahtijeva najmanje vremena, u prosjeku 10%. Dokumentacija također oduzima veliki udio u procesu komisioniranja, te bi i u tome pogledu trebalo težiti nekim poboljšanjima.

### 3.3.1. Podjela sustava komisioniranja

Proces komisioniranja možemo dijeliti po principu kretanja materijala/komisionera i prema vrsti jediničnog tereta koji se izuzima.

Podjela sustava komisioniranja po principu kretanja materijala/komisionera: [9]

- princip „čovjek robi“: komisioner se kreće prema robi, odnosno do skladišne lokacije s koje treba izuzeti predmet. Komisioner se može kretati hodajući ili vozeći se na transportnom sredstvu, što ovisi o načinu rada unutar skladišta. Ovaj princip se najčešće koristi u prolazima između regala, pa je drugi naziv principa „u prolazima“.
- princip „roba čovjeku“: predmet koji treba izuzeti kreće se od skladišne lokacije do komisionera. Takav princip zahtijeva više skladišne opreme i višu automatizaciju sustava. Kod ovog principa mjesto izuzimanja je kraj prolaza, pa je drugi naziv principa „na kraju prolaza“.

Podjela sustava komisioniranja prema vrsti jediničnog tereta koji se izuzima: [9]

- komisioniranje pojedinačnih dijelova (proizvoda)
- komisioniranje kutija
- komisioniranje paleta

### 3.3.2. Postupci komisioniranja

Kod komisioniranja razlikujemo tri operativna postupka: komisioniranje prema narudžbi, grupno komisioniranje i komisioniranje prema zonama. [10]

U nastavku rada opisan je svaki od navedenih postupaka:

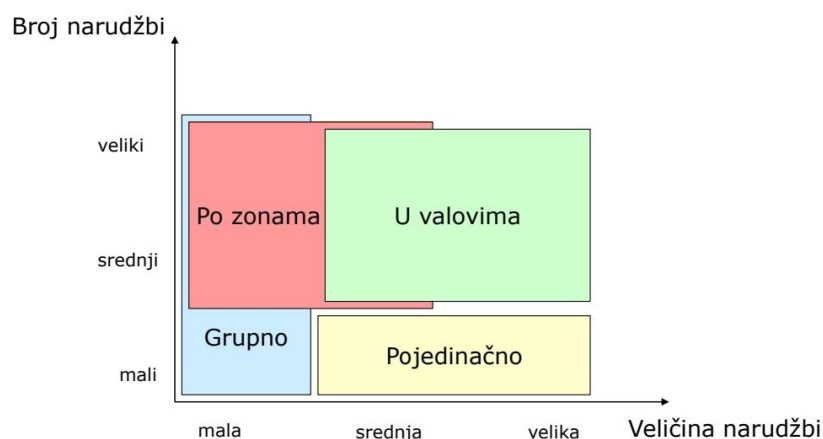
- *komisioniranje prema narudžbi*: podrazumijeva prikupljanje i kompletiranje svih proizvoda za svaku pojedinu narudžbu, a komisioner prođe cijelo područje komisioniranja. Prednost ovog postupka je integritet pojedine narudžbe.
- *grupno komisioniranje*: postupak je u kojem se nekoliko narudžba spaja zajedno, te komisioner prikuplja proizvode za više narudžbi. Ovaj postupak zahtijeva provođenje

procesa sortiranja, koji se može izvršiti u toku komisioniranja ili naknadno pomoću sustava za sortiranje. Glavna prednost ovog postupka je smanjenje prijednog puta po narudžbi, a time i smanjenje ukupnog vremena komisioniranja. Kao nedostatak ovog postupka izdvaja se vrijeme potrebno za sortiranje i povećanje mogućnosti nastanka greški tijekom kompletiranja narudžbi.

- *komisioniranje po zonama*: postupak je u kojem se prikupljaju proizvodi dijela narudžbe, koji se nalaze u toj zoni. U pojedinoj zoni mogu se prikupljati proizvodi za više narudžbi. Do postupka podjele područja komisioniranja dolazi zbog smanjenja puta i vremena komisioniranja, pa su to i glavne prednosti ovog postupka. Dodatna prednost je izbjegavanje susretanja više komisionera u određenoj zoni jer svaki komisioner radi u svojoj zoni, a time se i smanjuje vrijeme traženja proizvoda zbog dobrog poznavanja vrste i rasporeda proizvoda u zoni. Zone se obično dijele prema svojstvima proizvoda, neka od tih svojstva su dimenzije, masa, potrebni uvjeti skladištenja ili zahtjevi za sigurnost. Kao nedostatak opet se ističe vrijeme potrebno za sortiranje proizvoda.

Kod nekih autora susrećemo i četvrti postupak komisioniranja, *komisioniranje u valovima*, što je zapravo varijacija komisioniranja u zonama u kombinaciji s grupnim komisioniranjem. Kod postupka komisioniranja u valovima, umjesto kretanja narudžbe od zone do zone, u svim zonama se komisioniranje obavlja istovremeno. Glavna prednost je velika brzina prilikom komisioniranja velikih narudžbi.

Slika 3.2 Odabir postupka komisioniranja na temelju broja i veličine narudžbe



Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina

Slika 3.2 prikazuje kako izabrati postupak komisioniranja na temelju dva kriterija, to su broj narudžbi i veličina narudžbi. Postupak pojedinačnog komisioniranja (komisioniranje prema narudžbi) odabiremo kada imamo situaciju s malim brojem narudžbi koje su srednje i velike veličine. Grupno komisioniranje koristimo kada imamo mali broj narudžbi koje su ujedno i malog opsega. Komisioniranje u zonama koristi se kada imamo srednji i veliki broj narudžbi, koje su malog i srednjeg opsega. Postupak komisioniranja u valovima najbolje je odabrati u situacijama gdje imamo srednji i veliki broj narudžbi, koje su srednjeg i velikog opsega.

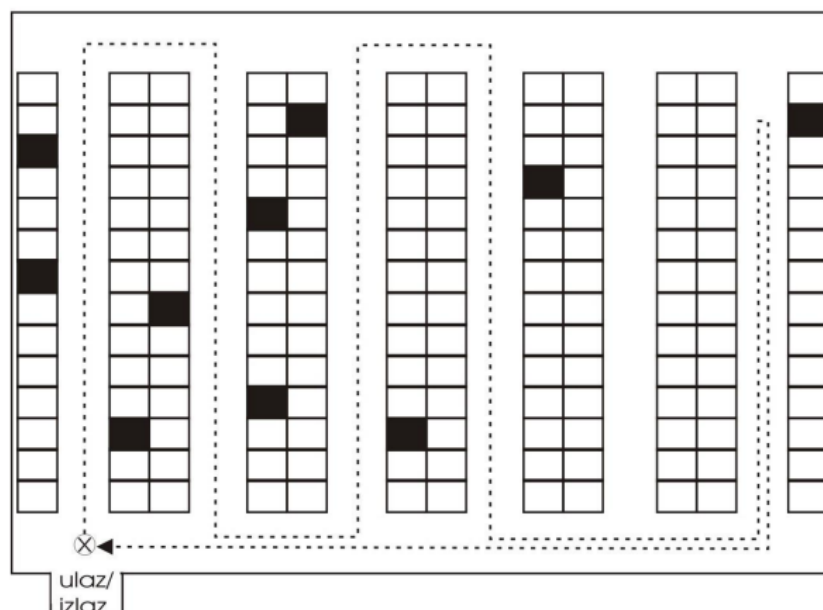
### 3.3.3. Metode rutiranja

Metoda rutiranja određuje redoslijed prikupljanja proizvoda i smjer kretanja komisionera prilikom procesa komisioniranja. Osnovni cilj odabrane metode je minimizacija puta komisionera prilikom prikupljanja proizvoda, odnosno kreiranja narudžbe.

U nastavku ovog rada daje se prikaz nekoliko metoda koje su razvijene za klasična regalna skladišta s prolazima:

- *metoda S-oblika*: najjednostavnija je metoda koja se može primijeniti prilikom procesa komisioniranja. Kroz svaki prolaz u kojemu se nalazi barem jedna lokacija s koje treba izuzeti proizvod prolazi se cijelom duljinom, dok se ostali prolazi zanemaruju i ne prolazi se kroz njih. Nakon što komisioner prikupi sve proizvode vraća se kroz prednji glavni prolaz do početne točke.

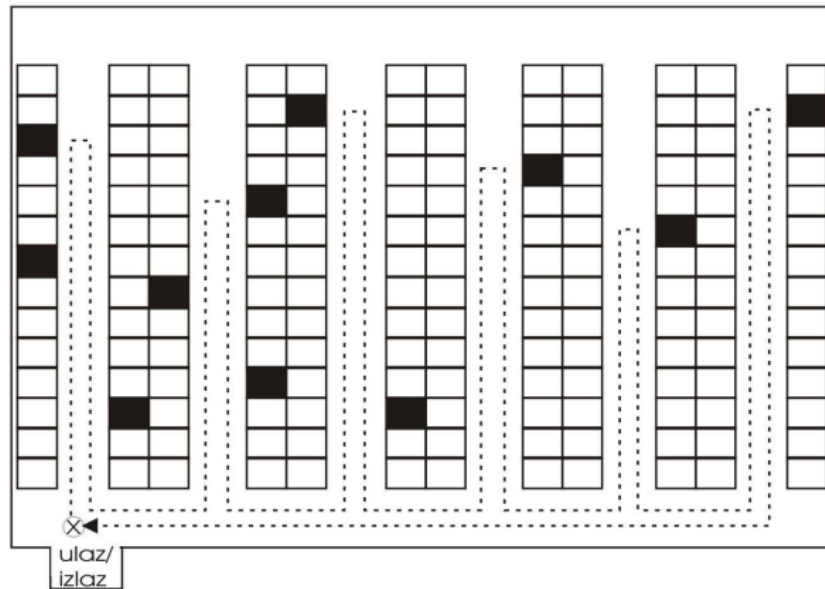
Slika 3.3 Shematski prikaz metode S-oblika



Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina

- *metoda povratka*: kod ove metode komisioner ulazi u prolaze regala iz prednjeg prolaza, a nakon što prikupi sve proizvode, izlazi kroz isti prolaz. Jedino ovu metodu moguće je primijeniti u skladištima sa samo jednim poprečnim prolazom.

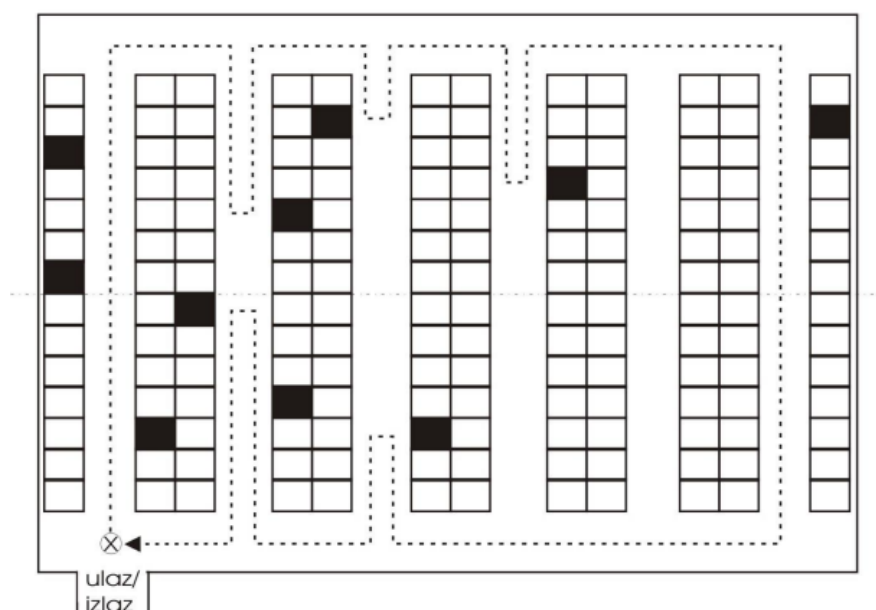
Slika 3.4 Shematski prikaz metode povratka



Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina

- *metoda srednje točke*: ova metoda zahtijeva podjelu skladišta na dva dijela. U prvom djelu komisioner ulazi iz prednjeg prolaza i prikuplja proizvode, a u drugom djelu ulazi iz stražnjeg prolaza. Prilikom korištenja ove metode samo se kroz prvi i zadnji prolaz prolazi cijelom duljinom.

Slika 3.5 Shematski prikaz metode srednje točke

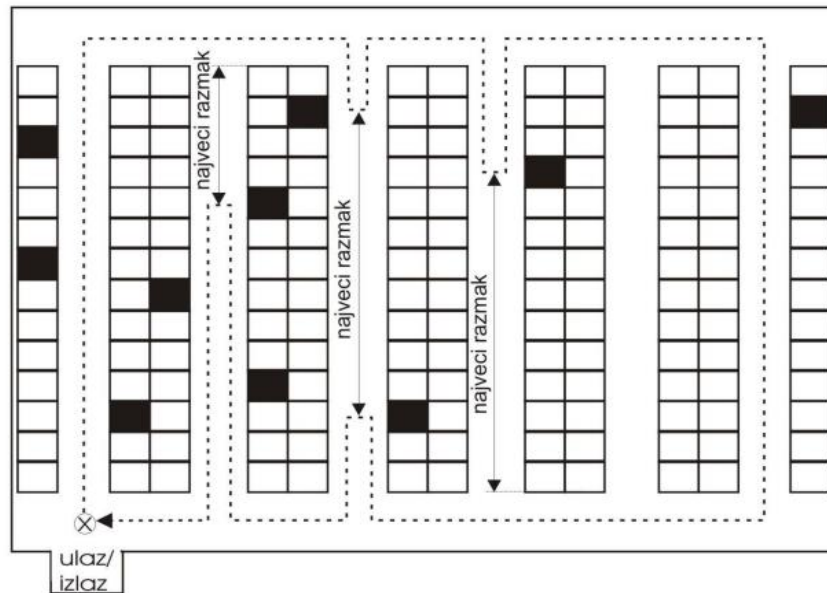


Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina



- *metoda najvećeg razmaka*: komisioner prolazi kroz prvi i zadnji prolaz cijelom duljinom. U ostale prolaze ulazi i izlazi s iste strane, ali ne prolazi najveći razmak. Najveći razmak je udaljenost između dvije susjedne tražene lokacije u prolazu.

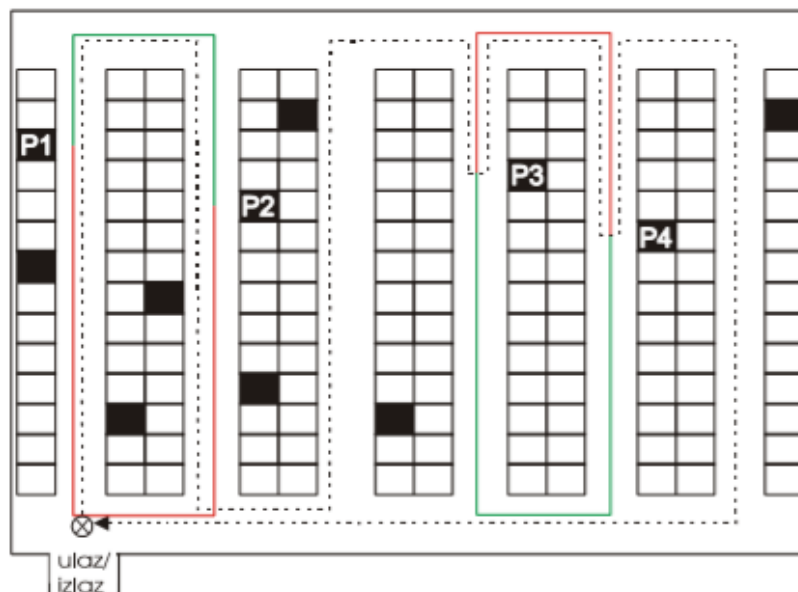
Slika 3.6 Shematski prikaz metode najvećeg razmaka



Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina

- *kompozitna metoda*: ova metoda je zapravo primjena metode S-oblika i metode povratka. Primjenom kompozitne metode minimizira se kretanje između dvije najdalje lokacije u dva susjedna prolaza.

Slika 3.7 Shematski prikaz kompozitne metode



Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina

- *kombinirana metoda*: rezultira rutom vrlo sličnoj ruti kompozitne metode. Kombinirana metoda u odnosu na kompozitnu ima komponentu dinamičkog programiranja, što omogućuje da se promatra jedan prolaz unaprijed .

### **3.3.4. Principi komisioniranja**

Principi komisioniranja prikazuju način na koji se može poboljšati produktivnost procesa komisioniranja bez povećanja broja zaposlenih ili značajnog ulaganja u visoko automatiziranu opremu. Neki od tih principa su sljedeći: [10]

- težiti tome da su narudžbe u jedinicama paleta umjesto kutija, odnosno kutija umjesto komada, time bi se minimizirao manualni rad i izbjeglo bi se dodatno pakiranje.
- uvođenje sustava „roba čovjeku“, kako bi se smanjilo vrijeme kretanja komisionera .
- kombinirati zadatke tijekom komisioniranja, primjer komisioner tijekom vožnje od lokacije do lokacije obavlja poslove sortiranja, pakiranja i dokumentiranja.
- primijeniti postupak grupnog komisioniranja dok velikog broja malih narudžbi kako bi se smanjilo vrijeme kretanja komisionera.
- jedinice skladištenja s visokim postotkom zahtjeva za izdavanje potrebno je skladištiti u zone, što doprinosi povećanju produktivnosti komisioniranja. Osigurati tim JS smještaj na lakšim dostupnim lokacijama.
- u zonama gdje se obavlja velika koncentracija posla potrebno je dobro organizirati procese komisioniranja kako ne bi došlo do zagušenja (komisionera ili sustava).
- kreirati liste komisioniranja namijenjene skladišnim radnicima koji obavljaju proces komisioniranja kako bi se smanjilo vrijeme kretanja, a time i ukupno vrijeme samog procesa.
- težiti na uvođenju sustava koji bi zamijenio upotrebu papirnatih dokumenata, što bi pridonijelo smanjenju vremena i broju greški prilikom komisioniranja, a ujedno bi se i olakšao rad komisionera.
- inzistirati na komfornosti vozila za komisioniranje zbog lakšeg rada komisionera, a upotrebom tih vozila dobiva se na smanjenju vremena i broju greški prilikom komisioniranja.

### **3.4. Izdavanje robe**

Izdavanje robe iz skladišta završni je proces skladišnog sustava, ali jednako zahtjevan kao i ostali. U tom procesu potrebno je provesti dodatne provjere naloga za otpremu kako bi se izbjeglo izdavanje krivog naloga, što uz sebe povlači dodatne poslove kao što su povrat robe i

otpis, a također i dodatne troškove. Potrebno je organizirati kvalitetan otpremni sustav jer je to jedan od najbitnijih segmenata za učinkovitost skladišnog sustava.

Kvalitetno organizirani otpremni sustav za skladište predstavlja značajnu organizacijsku prednost, pozitivno utječe na ukupan rad i učinkovitost skladišta. Kako bi sustav otpreme ostao konkurentan potrebno je izraditi strateški plan razvitka sustava otpreme. Takav sustav obuhvaća sljedeće elemente: [11]

- definiranje i razumijevanje trenutnih zahtjeva korisnika i budućih trendova u njegovom poslovanju
- odabir najpovoljnijeg oblika prijevoza
- odabir optimalnog načina ukrcanja vozila, koji se temelji na zahtjevima korisnika i mogućnostima prijevoza
- projektiranje zone za prikupljanje robe, koja se temelji na načinu ukrcanja vozila i analizi robe koja se otprema
- uvođenje i korištenje informatičkih sustava pri optimizaciji i kontroli sustava

#### **3.4.1. Principi izdavanja**

Principi izdavanja navode na koji način skladište može što kvalitetnije odraditi proces izdavanja. Kod procesa izdavanja bitan segment čine principi koji se odnose na osiguranje pošiljki, automatiziranja punjenja vozila vanjskog transporta i upravljanje vozilima vanjskog transporta unutar predajne zone.

Kao značajniji principi izdavanja mogu se navesti sljedeći: [10]

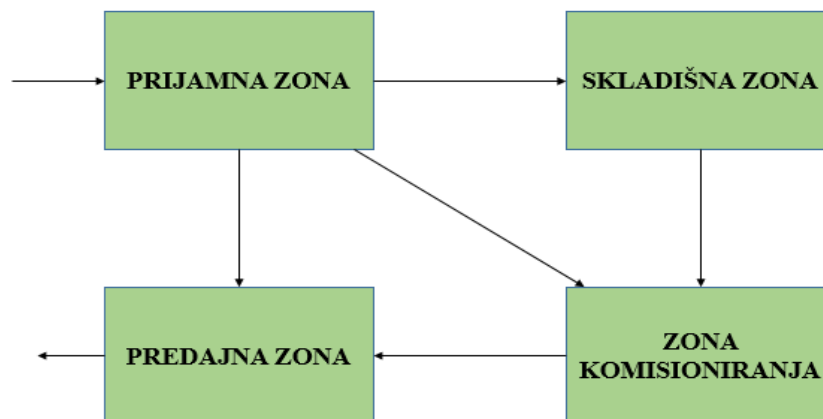
- *izabrati sredstvo za oblikovanje jediničnih tereta i materijale pakiranja koji pridonose smanjenju troškova i uštedi na prostoru:* prilikom odabira sredstva za oblikovanje jediničnog tereta potrebno je uzeti u obzir kriterije nosivosti, trajnosti, cijene i prostora.
- *minimizirati oštećenja proizvoda:* zaštititi proizvode od oštećenja prilikom utovara ili odvijanja samog transporta, upotrebom određenih materijala za pakiranje.
- *eliminirati odlaganje u predajnoj zoni pomoću izravnog punjenja vozila vanjskog transporta:* izravno punjenje sredstva vanjskog transporta robom, bez odlaganja robe u predajnu zonu. Time se smanjuju mogućnosti oštećenja robe prilikom rukovanja.
- *koristiti regale za odlaganje robe koja čeka na izdavanje:* minimizirati površinu u predajnoj zoni koju zauzima roba koja čeka na utovar u sredstvo vanjskog transporta upotrebom regala za privremeno odlaganje robe.

- omogućiti kretanje vozila vanjskog transporta s minimumom potrebne dokumentacije i utroška vremena: upotreba određenih sustava kako bi se ubrzao prolazak sredstva vanjskog transporta kroz predajnu zonu .

### 3.5. Oblikovanje skladišnih sustava

Na temelju četiri osnovna skladišna procesa, skladišni prostor također možemo podijeliti na četiri zone u kojoj se odvija po jedan proces.

Slika 3.8 Prikaz skladišnih zona



Izvor: prilagodio autor

U svakoj navedenoj zoni obavljaju se aktivnosti primjerene za svaki skladišni proces. Prikazane zone vrijede generalno, a postojanost ovisi o tipu skladišta. Kod nekih skladišta postoji dodatna zona, odnosno zona sortiranja, akumuliranja i pakiranja, gdje se navedene aktivnosti i obavljaju. Dok se kod nekih skladišta te aktivnosti obavljaju u jednoj od osnovnih zona.

„Zadaća skladištenja je maksimizirati iskoristivost resursa uz zadovoljenje zahtjeva korisnika ili maksimizirati uslugu korisnicima uz korištenje određenih resursa. Skladišni resursi su prostor, oprema i osoblje, ali indirektno i vrijeme, kapital, energija i informacije. Zahtjevi korisnika su da se proizvodi dostave brzo i u dobrom stanju.“ [2]

Prema tome, u oblikovanje skladišnih sustava poželjno je maksimizirati: [10]

- iskoristivost prostora
- iskoristivost opreme
- iskoristivost ljudskog rada
- pristup svim materijalima
- zaštitu svih materijala

## 4. Indikatori performansi skladišnih sustava

Indikator (latinski indicator – pokazatelj) predstavlja sredstvo koje ukazuje na stanje ili promjenu stanja unutar nekog sustava. U kontekstu ovog rada indikatori se odnose na promjenu (poboljšanje, u najboljem slučaju) performansi skladišnih sustava.

Upravljanje skladišnim sustavom važan je segment svakog logističkog poduzeća jer se njime direktno utječe na razinu usluge, zadovoljstvo kupca i krajnju cijenu usluge. Da bi se dobro upravljalo skladišnim sustavom potrebno je poznavanje svih procesa koji se odvijaju unutar skladišta, a samim time potrebne su i vještine upravljanja.

„U procesu skladištenja ostvaruju se aktivnosti koje dodaju vrijednost materijalu, a ujedno povećavaju i troškove skladištenja. Planiranjem, oblikovanjem i upravljanjem skladišnim sustavima može se postići povećanje odnosa dodane vrijednosti i dodatnih troškova.“ [2]

Jedan od načina upravljanja skladišnim sustavima je praćenje performansi skladišnih sustava. Osnovne performanse skladišnih sustava su: [5]

- razina usluge
- operacijska efikasnost
- troškovna efikasnost
- iskorištenje resursa
- točnost razine zaliha
- vrijeme ciklusa
- sigurnost
- okoliš

Performanse skladišnih sustava pratimo prema ulozi skladišta u logističkom lancu. Ako je riječ o skladištima za robu u povratu, moguće je i uračunati broj obnovljenih proizvoda. Osim prema ulozi skladišta, performanse određujemo i prema procesima koje želimo optimizirati.

Razlozi mjerenja performansi skladišnih sustava: [5]

- osigurati zadovoljstvo kupaca
- osigurati kontinuirani napredak i poboljšanje u skladišnim operacijama
- identificirati potencijalne probleme i ispraviti ih na vrijeme
- osigurati uhodanost osoblja

Mjerenje performansi skladišnog sustava je potrebno provoditi kako bi dobili podatke o uspješnosti skladišnih procesa, a ujedno i kako same procese optimizirati. „S aspekta skladištenja potrebno je osigurati točnost, kvalitetu, vremenski okvir i novčanu efikasnost procesa u skladištu.“ [5] Osiguravanjem navedenih aspekata omogućuje se isporuka robe u pravom obliku, na pravo mjesto i u pravo vrijeme. Postizanjem takvih isporuka dobiva se skladišni sustav s visokim performansama i kupcima koji su zadovoljni uslugom. Potrebno je pratiti performanse u svrhu zadržavanja kupca, kontinuiranog poboljšanja performansi i smanjenja rizika od gubitka kupca i povećanja troškova. Također, potrebno je stalno unaprjeđivati sustav i raditi na poboljšanju performansi.

Poboljšanjem performansi postiže se: [12]

- ubrzavanje procesa, što omogućuje brži protok robe kroz skladište
- fleksibilne procese koji se prilagođavaju situaciji
- smanjenje troškova, što osigurava veću zaradu

Kako bi optimizirali i poboljšali rad skladišnog sustava, te istovremeno smanjili troškove, skladište je potrebno sagledati s tri glavne komponente: [13]

- ljudi: razrada plana razvoja organizacije za poboljšanje kvalitete i produktivnosti radne snage
- procesi: definiranje procesa i procedura u skladištu
- metrika: definiranje mjera poboljšanja procesa i učinkovitosti

„Ključ efikasnog skladišta je visoka produktivnost koja se postiže podešavanjem performansi koje uključuju protok robe, financije, faktor rada, dok je ključ mjerenja produktivnosti skladišta mjerenje ključnih pokazatelja performansi skladišnih sustava, te analiziranje vremena koje je potrebno za svaki skladišni proces.“ [14]

Uspješnost skladišta uglavnom je usmjerena na analizu rezultata indikatora, a manje pozornosti se pridaje metričkim definicijama i mjerenju, što dovodi do problema definiranja indikatora.

Odabir indikatora na kojima će se provoditi mjerenje i analiza treba odabrati s obzirom na poslovanje skladišnog sustava i procesa koji se nastoje poboljšati i optimizirati.

## 5. Prikaz izračuna indikatora performansi

Na temelju dostupne i proučene literature, vidljivo je da svaki autor percipira indikatore na drugačiji način. Osim različitih definicija pojedinih indikatora performansi, razlika je vidljiva i u načinu izračuna. Definiranje i mjerenje indikatora moguće je provesti za pojedini aspekt skladišnog sustava, a u ovom radu prikazati će se sinteza indikatora za svaki proces skladišnog sustava.

Osnovni indikatori za koje se u nastavku rada prikazuje izračun su:

- vrijeme
- produktivnost
- trošak
- kvaliteta

### 5.1. Vrijeme kao indikator performansi

Vrijeme kao indikator performansi predstavlja period koji je potreban za izvršenje pojedinog skladišnog procesa. Vremenski indikatori direktno utječu na razinu kvalitete usluge i razinu produktivnosti skladišnog sustava. Vremenske indikatore je moguće promatrati na razini minuta, radnog sata, mjeseca ili godine.

#### 5.1.1. Vrijeme prijema

Vrijeme prijema predstavlja vremenski period potreban za iskrcaj robe iz sredstva vanjskog transporta u prijamnu zonu.

$$\text{Vrijeme prijema} = \frac{\sum \Delta t(\text{Prijem})}{\text{Br. iskrcajnih paleta}} \text{ (paleta/radni sat) [15]}$$

$\Delta t(\text{Prijem})$  - vrijeme između dolaska vozila na prijem i iskrcaj vozila (radni rat).

Br. iskrcajnih paleta - broj iskrcajnih paleta za promatrani period (paleta/radni sat).

#### 5.1.2. Vrijeme skladištenja

Vrijeme skladištenja predstavlja vremenski period od trenutka kada je roba istovarena u prijamnu zonu do trenutka kada je roba smještena na skladišnu lokaciju.

$$\text{Vrijeme skladištenja} = \frac{\sum \Delta t(\text{Uskl})}{\text{Br. uskladištenih paleta}} \text{ (radni sat/paleta) [15]}$$

$\Delta t(\text{Uskl})$  - vrijeme između istovara paleta i uskladištenja paleta na skladišnu lokaciju (radni sat).

Br. uskladištenih paleta - broj uskladištenih paleta za promatrani period (radni sat/paleta).

### 5.1.3. Vrijeme komisioniranja

Vrijeme komisioniranja predstavlja vremenski period potreban za komisioniranje jedne linije narudžbe. Linija narudžbe odnosi se na broj različitih asortimana proizvoda u pojedinoj narudžbi (različitost proizvoda u narudžbi).

$$\text{Vrijeme potrebno za komisioniranje} = \frac{\Sigma \Delta t(\text{Komisioniranje})}{\text{Br. linija narudžbi}} \text{ (radni sat/linije narudžbi) [15]}$$

$\Delta t(\text{Komisioniranje})$  - vrijeme od početka do završetka procesa komisioniranja (radni sat).

Br. linija narudžbi - broj linija narudžbi koji je komisioniran.

### 5.1.4. Vrijeme otpreme

Vrijeme otpreme predstavlja vremenski period potreban za ukrcaj sredstva vanjskog transporta po liniji narudžbe.

$$\text{Vrijeme otpreme} = \frac{\Sigma \Delta t(\text{Otprema})}{\text{Br. linija narudžbi za isporuku}} \text{ (radni sat/linije narudžbi) [15]}$$

$\Delta t(\text{Otprema})$  - vrijeme od završetka procesa komisioniranja do kraja ukrcaja u sredstvo vanjskog transporta (radni sat).

Br. linija narudžbi za isporuku - broj linija narudžbi za proces isporuke, gdje se linija narudžbi odnosi na broj različitih asortimana proizvoda u pojedinoj narudžbi, dakle misli se na različitost proizvoda u narudžbi.

### 5.1.5. Vrijeme isporuke

Vrijeme isporuke predstavlja vremenski period koji je potrebno za isporuku pojedine narudžbe, to jest vrijeme od trenutka kada je kupac naručio robu do trenutka kada je roba isporučena. Visoka razina vremena isporuke podrazumijeva isporuku u roku od osam sati, produljenjem vremena isporuke pada razina usluge.

$$\text{Vrijeme isporuke} = \frac{\Sigma \Delta t(\text{Narudžba})}{\text{Br. narudžbi}} \text{ (radni sat/narudžba) [15]}$$

$\Delta t(\text{Narudžba})$  - vrijeme između trenutka kada je kupac naručio robu do trenutka kada je roba isporučena (radni sat).

Br. narudžbi - broj isporučenih narudžbi (narudžba/mj).



## 5.2. Produktivnost kao indikator performansi

Produktivnost predstavlja razinu iskorištenja imovine (skladišnih pozicija, prostora i opreme) ili stupanj iskorištenja resursa koji se koriste za postizanje specifičnih željenih rezultata. Jedan je od ključnih indikatora performansi skladišnih sustava koji opisuje uspješnost skladišnog poslovanja.

„Upravljanje skladišnim sustavom veliki naglasak stavlja na radnu učinkovitost. Upravo taj faktor efikasnosti određuje potrebu za novim ulaganjima i investicijama u skladišne sustave. Ukoliko trenutni resursi nisu optimalno iskorišteni, njihova produktivnost je niska te samim time ne može se steći dojam o pravom stanju i potrebi za novim resursima.“ [16]

### 5.2.1. Produktivnost rada

Produktivnost rada rezultat je omjera ukupnog broja procesiranih proizvoda i radnog vremena jedne smjene.

$$\text{Produktivnost rada} = \frac{\text{Br. procesiranih artikala}}{\text{Br. radnih sati}} \text{ (artikala/radni sat) [15]}$$

Br. procesiranih artikala - broj artikala koji su ušli i izašli iz skladišta za promatrani period.

Br. radnih sati - broj radnih sati za promatrani period.

### 5.2.2. Efikasnost rada

Efikasnost rada rezultat je omjera teoretskog vremena i stvarnog vremena koje je potrebno radnicima za izvršenje pojedinog skladišnog procesa.

$$\text{Efikasnost rada} = \frac{\text{Teoretsko vrijeme}}{\text{Br. radnih sati}} \text{ (\%)} [15]$$

Teoretsko vrijeme - vrijeme koje je potrebno za izvršenje određenog skladišnog procesa, idealno vrijeme.

Br. radnih sati - broj sati potrebnih za izvršenje skladišnog procesa.

### 5.2.3. Produktivnost prijema

Produktivnost prijema prikazuje broj iskranih paleta iz sredstva vanjskog transporta u jednom radnom satu.

$$\text{Produktivnost prijema} = \frac{\text{Br. iskranih paleta}}{\text{Br. radnih sati prijema}} \text{ (paleta/radni sat) [15]}$$

Br. iskranih paleta - broj iskranih paleta za promatrani period.

Br. radnih sati - broj radnih sati proveden u aktivnosti prijema za promatrani period.

#### **5.2.4. Produktivnost skladištenja**

Produktivnost skladištenja prikazuje broj paleta koje se uskladište u jednom radnom satu.

$$\text{Produktivnost skladištenja} = \frac{\text{Br.uskladištenih pal.}}{\text{Br.radnih sati uskladištenja}} \text{ (paleta/radni sat) [15]}$$

Br. uskladištenih paleta - broj uskladištenih paleta koje su uskladištene u određenom satu.

Br. radnih sati uskl. - broj radnih sati proveden u aktivnosti uskladištenja.

#### **5.2.5. Produktivnost komisioniranja**

Produktivnost komisioniranja rezultat je omjera broja komisioniranih paleta i broj radnih sati koji su potrebni za obavljanje procesa.

$$\text{Produktivnost komisioniranja} = \frac{\text{Br.linija narudžbi komis.}}{\text{Br.radnih sati u aktivnosti komis.}} \text{ (paleta/radni sat) [15]}$$

Br. linija narudžbi komis. - broj linija komisioniranih narudžbi.

Br. radnih sati u akt. komis. - ukupan broj radnih sati provedenih u aktivnosti komisioniranja robe za promatrani period.

#### **5.2.6. Produktivnost otpreme**

Produktivnost otpreme rezultat je omjera broja otpremljene robe i broj radnih sati koji su potrebni za otpremu.

$$\text{Produktivnost otpreme} = \frac{\text{Br.linija narudžbi otpremljeno}}{\text{Br.radnih sati u akt.otpreme}} \text{ (paleta/radni sat) [15]}$$

Br. linija narudžbi otpremljeno - broj linija narudžbi koje su otpremljene.

Br. radnih sati u akt. otpreme - ukupan broj radnih sati provedenih u aktivnosti otpreme robe za promatrani period.

### **5.3. Trošak kao indikator performansi**

Gledano s aspekta skladišnog sustava, trošak kao indikator performansi je teže opisati nego vrijeme, produktivnost i kvalitete, pa se mjerenje indikatora ne može pratiti prema skladišnim procesima. Trošak kao indikator performansi ima veliki utjecaj na konkurentnost usluge.

### 5.3.1. Trošak držanja zaliha

Trošak držanja zaliha zbroj je troškova skladišnog prostora i troškova držanja nekonkurentnih zaliha.

$$\text{Trošak držanja zaliha} = \text{Trošak skladišnog prostora} + \text{Trošak nekurentne zalihe} \quad [15]$$

Trošak skladišnog prostora – troškovi struje, vode, grijanja, klime, te trošak najma ako je skladište u najmu.

Trošak nekurentne zalihe – trošak robe koja je oštećena i pala joj je vrijednost.

### 5.3.2. Trošak prijevoza

Trošak prijevoza prikazuje trošak prijevoza pojedine narudžbe.

$$\text{Trošak prijevoza} = \frac{\text{Transportni trošak}}{\text{Isporučena narudžba}} \quad [15]$$

Transportni trošak = ukupan trošak prijevoza (kn/mj).

Isporučena roba = broj dostavljenih narudžbi (narudžbi/mj).

### 5.3.3. Trošak procesiranja narudžbi

Trošak procesiranja narudžbi predstavlja ukupan trošak procesiranja narudžbi u odnosu na broj procesiranja narudžbi.

$$\text{Trošak procesiranja narudžbi} = \frac{\text{Trošak proc.nar.}}{\text{Br.narudžbi}} \quad (\$/narudžbi) \quad [15]$$

Trošak proc. nar. - zbroj svih troškova potrebnih za procesiranje narudžbi (\$).

Br. narudžbi - broj narudžbi za promatrani period.

### 5.3.4. Trošak radnika

Trošak radnika predstavlja ukupni trošak plaće i nameta za sve radnike. Računa se na mjesečnoj bazi ili kvartalno.

$$\text{Trošak radnika} = \text{Plaća} + \text{Davanja} \quad (\$/mjeseć) \quad [15]$$

Plaća - plaća svih skladišnih radnika.

Davanja - davanja za sve plaće radnika (porez na dohodak, izdatak za mirovinsko, trošak prijevoza).

### 5.3.5. Trošak održavanja

Trošak održavanja skladišta obuhvaća trošak održavanja skladišnog objekta i skladišne opreme (redovne cikluse održavanja).

$$\text{Trošak održavanja} = \text{Skladišta} + \text{Oprema} (\$) [15]$$

Skladišta = trošak održavanja skladišnog objekta.

Oprema = trošak održavanja skladišne opreme.

## 5.4. Kvaliteta kao indikator performansi

Kvalitetu možemo podijeliti u dvije skupine indikatora. Prva skupina se odnosi na indikatore kvalitete skladišnih procesa, a druga na indikatore kvalitete razine usluge prema kupcu.

### 5.4.1. Točnost prijema

Točnost prijema prikazuje postotak iskranih paleta bez greške (oštećenja, kriva dokumentacija, kriva količina...)

$$\text{Točnost prijema} = \frac{\text{Br.iskranih paleta bez greške}}{\text{Ukupan broj iskranih paleta}} (\%) [15]$$

Br. iskranih paleta bez grešaka - broj iskranih paleta bez grešaka (oštećenje, kriva roba...).

Ukupan broj iskranih paleta - broj iskranih paleta.

### 5.4.2. Točnost skladištenja

Točnost skladištenja predstavlja točnost premještenih paleta iskazanu u postotku. Predstavlja odnos uskladištenih paleta bez greške i ukupnog broja uskladištenih paleta.

$$\text{Točnost uskladištenja} = \frac{\text{Br.uskladištenih paleta bez greške}}{\text{Ukupan broj uskladištenih paleta}} (\%) [15]$$

Br. uskladištenih paleta bez greške - broj točno uskladištenih paleta, na njima namijenjene skladišne pozicije.

Ukupan broj skladišnih paleta - ukupan broj uskladištenih paleta.

### 5.4.3. Točnost komisioniranja

Točnost komisioniranja proizvoda predstavlja broj točno komisioniranih proizvoda u odnosu na ukupnu količinu komisioniranih proizvoda.

$$\text{Točnost komisioniranja} = \frac{\text{Broj točno komisioniranih linija narudžbi}}{\text{Ukupan broj komisioniranih linija narudžbi}} (\%) [15]$$

Br. točno komisioniranih linija narudžbi - broj linija narudžbi koje su komisionirane u pravilnoj količini i tipu proizvoda.

Ukupan broj komisioniranih linija narudžbi - broj komisioniranih linija narudžbi za promatrani period.

#### **5.4.4. Točnost otpreme**

Točnost otpreme predstavlja omjer točno otpremljenih linija narudžbi i ukupan broj otpremljenih linija narudžbi.

$$\text{Točnost otpreme} = \frac{\text{Broj točno otpremljenih linija narudžbi}}{\text{Ukupan broj otpremljenih narudžbi}} (\%) [15]$$

Br. točno otpremljenih linija narudžbi - broj linija narudžbi koje su otpremljene u pravilnoj količini i tipu proizvoda.

Ukupan broj otpremljenih linija narudžbi - broj otpremljenih linija narudžbi za promatrani period.

#### **5.4.5. Savršena narudžba**

Savršena narudžba podrazumijeva isporučenu narudžbu na vrijeme, bez oštećenja sa svom potrebnom dokumentacijom.

$$\text{Savršena narudžba} = \frac{\text{Br. narudžbi na vrijeme bez oštećenja sa dokumentacijom}}{\text{Ukupan broj otpremljenih narudžbi}} (\%) [15]$$

Br. narudžbi na vrijeme bez oštećenja sa potrebnom dok. - broj narudžbi koje je kupac primio na vrijeme, bez oštećenja i sa svom potrebnom dokumentacijom.

Ukupan br. otpremljenih narudžbi - ukupna količina isporučene robe.

## 6. Primjer iz prakse

U svrhu izrade ovog rada u odabranom poduzeću „X“ provedeno je mjerenje indikatora performansi skladišnih sustava. U tijeku provedbe skladišnih procesa mjereni su indikatori s aspekta vremena, produktivnosti i kvalitete, kako bi se mogla odrediti razina performansi skladišnog sustava. Izračun indikatora performansi prilagođen je skladišnom sustavu.

Kao što je navedeno u cjelini 5.3., trošak kao indikator performansi se ne može pratiti prema skladišnim procesima. Trošak se izračunava prema konkretnim podacima, te se u ovom radu ne prikazuje izračun tih troškova na primjeru iz prakse.

Skladište odabranog poduzeća ukupne je površine od 6000 m<sup>2</sup> i podijeljeno je na tri zone. To su zone paletnih regala, poličnih regala i zona gdje se roba odlaže podno. Od skladišne opreme koriste se klasični paletni regali jednostruke dubine koji omogućuju izravni pristup svakoj jedinici skladištenja i polični regali. Za oblikovanje jediničnih tereta (transportnih jedinica) koriste se palete raznih dimenzija. Transportnu opremu za unutarnji transport čine izvedbe viličara i ručnih kolica. Električni čeonni viličari koriste se za utovar/istovar paletnog tereta s transportnog sredstva, a ručni viličari služe za transport paletizirane i komadne robe. Od transportne opreme koriste se i električni bočni visokoregalni viličari. Od ručnih kolica koriste se preklopna ručna kolica i preklopna kolica u obliku košare.

U nastavku rada prikazano je mjerenje i izračuni performansi, te analiza pojedinog rezultata.

Slika 6.1 Paletni regali u odabranom poduzeću „X“



Izvor: izradio autor

## 6.1. Izračun performansi s aspekta vremena i analiza rezultata

U odabranom skladišnom sustavu provedeno je mjerenje vremena potrebnog za izvršenje pojedinog skladišnog procesa. Vrijeme je izraženo u minutama, a rezultati u omjeru vremena prema jedinici kojom se rukuje (paleta, linija narudžbi).

### 6.1.1. Izračun vremena prijema

Vrijeme prijema ovisi o vrsti i broju transportnih sredstava koja su uključena u proces prijema, odnosno o broju ljudi koji rade na prijemu robe. Također, na samo vrijeme utječe udaljenost od sredstva vanjskog transporta do lokacije u prijamnoj zoni gdje treba istovariti robu.

$$\text{Izračun: Vrijeme prijema} = \frac{\Sigma\Delta t(\text{Prijem})}{\text{Br. iskrvanih paleta}} = \frac{27}{10} = 2.7 \text{ minuta/paleti}$$

### 6.1.2. Izračun vremena skladištenja

Za skladištenje jedne palete u prosjeku su potrebne 4 minute. Vremenske razlike uočene su ovisno o lokaciji skladištenja i radniku, pa na vrijeme skladištenja najviše utječe spretnost, znanje i iskustvo skladišnih radnika. Na cijeli proces skladištenja dodatno utječe oblikovanje skladišnog sustava i vrsta robe koja se skladišti.

$$\text{Izračun: Vrijeme skladištenja} = \frac{\Sigma\Delta t(\text{Uskl})}{\text{Br. uskladištenih paleta}} = \frac{40}{10} = 4 \text{ minute/paleti}$$

### 6.1.3. Izračun vremena komisioniranja

Vrijeme komisioniranja u ovom skladišnom sustavu najviše ovisi o vrsti robe koja se komisionira. Značajan utjecaj ima i količina robe u liniji narudžbe. Za komisioniranje jedne narudžbe, koja se sastoji od tri linije proizvoda, potrebno je 13 minuta što je izrazito puno vremena u odnosu na podjelu skladišta na zone i smještaj robe unutar zona.

$$\text{Izračun: Vrijeme komisioniranja} = \frac{\Sigma\Delta t(\text{Komisioniranje})}{\text{Br. linija narudžbi}} = \frac{13}{3} = 4.3 \text{ minute/liniji narudžbe}$$

### 6.1.4. Izračun vremena otpreme

Vrijeme otpreme predstavlja vremenski period od završetka komisioniranja do ukrcanja robe u sredstvo transporta kupca, odnosno do trenutka kada kupac ne napusti zonu predaje robe i to mjesto se ne oslobodi za drugog kupca. Ako vrijeme promatramo na razini jedne linije narudžbe, period od 3.6 minuta ne stvara preveliki problem i trošak, ali ako je riječ o više linija narudžbi u jednoj isporuci tada je potrebna bolja organizacija radnika kako bi se otprema što prije obavila.

$$\text{Izračun: Vrijeme otpreme} = \frac{\Sigma \Delta t(\text{Otprema})}{\text{Br.linija narudžbi za isporuku}} = \frac{11}{3} = 3.6 \text{ minute/liniji narudžbe}$$

### 6.1.5. Izračun vremena isporuke

Vrijeme isporuke u funkciji ovog skladišnog sustava dobiveno je omjerom vremena koje prođe od trenutka kada kupac preda račun na blagajni u skladištu do trenutka kada je roba spremna za isporuku u sredstvo vanjskog transporta s brojem narudžbi u satu. Ako se proces komisioniranja obavi bez greške, vrijeme isporuke po narudžbi traje u prosjeku 8 minuta.

$$\text{Izračun: Vrijeme isporuke} = \frac{\Sigma \Delta t(\text{Narudžba})}{\text{Br.narudžbi}} = \frac{24}{3} = 8 \text{ minuta/narudžbi}$$

## 6.2. Izračun performansi s aspekta produktivnosti i analiza rezultata

Produktivnost može najbolje opisati razinu poslovanja skladišnog sustava. Osim produktivnosti skladišnih procesa, promatra se i produktivnost rada cjelokupnog skladišta. Efikasnost rada izražena je kroz proces komisioniranja zbog njegove kompleksnosti i utjecaja na ostatak procesa.

### 6.2.1. Izračun produktivnosti rada

Za izračun produktivnosti rada skladišnog sustava promatrani period iznosi osam sati, a broj procesuiranih artikala podrazumijeva količinu robe koja je kroz taj period primljena na skladištenje, te onu koja je izdana. Za taj promatrani period, u skladištu su se obavila dva prijema robe, što je ukupno iznosilo 578 artikala različitih dimenzija i namjene. Količina robe koja je izdana iz skladišta iznosi 54 artikala. Artikl podrazumijeva jednu jedinicu skladištenja (jedan proizvod s ambalažom, neovisno o tome koristi li se samostalno ili je dio jednog predmeta, a pohranjen je kao poseban dio).

$$\text{Izračun: Produktivnost rada} = \frac{\text{Br.procesiranih artikala}}{\text{Br.radnih sati}} = \frac{632}{8} = 79 \text{ artikala/satu}$$

### 6.2.2. Izračun efikasnosti rada

Izračun efikasnost proveden je na procesu komisioniranja. Ovdje teoretsko vrijeme predstavlja najbolje vrijeme u kojem su skladišni radnici obavili proces komisioniranja narudžbe. To vrijeme stavljeno je u omjer s vremenom koje je bilo potrebno za komisioniranje iste narudžbe u vrijeme provedbe mjerenja u svrhu izrade ovog rada. Efikasnost rada skladišta u procesu komisioniranja je na 50%, kako je izračun proveden na istoj narudžbi koja se obavlja istim transportnim sredstvom, vidljivo je kako najveći utjecaj imaju skladišni radnici. Ovim rezultatom dokazuje se potreba kompetentnosti radnika.



$$\text{Izračun: Efikasnost rada} = \frac{\text{Teoretsko vrijeme}}{\text{Br.radnih sati}} * 100 = \frac{3}{6} * 100 = 50 \%$$

### 6.2.3 Izračun produktivnosti prijema

Produktivnost prijema daje nam podatak o količini jedinica skladištenja koje mogu biti primljene u radnom satu

$$\text{Izračun: Produktivnost prijema} = \frac{\text{Br.iskrvanih paleta}}{\text{Br.radnih sati prijema}} = \frac{20}{1} = 20 \text{ paleta/sat}$$

### 6.2.4. Izračun produktivnosti skladištenja

Produktivnost skladištenja daje nam podatak o količini jedinica skladištenja koje mogu biti uskladištene na određenu lokaciju u radnom satu.

$$\text{Izračun: Produktivnost skladištenja} = \frac{\text{Br.uskladištenih pal.}}{\text{Br.radnih sati uskladištenja}} = \frac{20}{1.5} = 13 \text{ paleta/sat}$$

### 6.2.5. Izračun produktivnosti komisioniranja

Produktivnost komisioniranja daje nam podatak o broju linija narudžbi koje su komisionirane u radnom satu.

$$\text{Izračun: Produktivnost komisioniranja} = \frac{\text{Br.linija narudžbi komis.}}{\text{Br.radnih sati u aktivnosti komis.}} = \frac{15}{2} = 7.5 \text{ paleta/sat}$$

### 6.2.6. Izračun produktivnosti otpreme

Produktivnost otpreme daje nam podatak o broju linija narudžbi koje su otpremljene u radnom satu.

$$\text{Izračun: Produktivnost otpreme} = \frac{\text{Br.linija narudžbi otpremljeno}}{\text{Br.radnih sati u akt.otpreme}} = \frac{15}{1.5} = 10 \text{ paleta/sat}$$

## 6.3. Izračun performansi s aspekta kvalitete i analiza rezultata

Kvaliteta je izražena postotkom točnosti obavljenog procesa i prikazuje postotak točnosti poslovanja skladišnog sustava. Ima najveći utjecaj na trenutne i buduće kupce, ali i poslovne partnere. Kvalitetu skladišnog poslovanja i sami skladišni radnici ističu kao jednu od najbitnijih stavki unutar skladišnog sustava. Za izračun kvalitete u ovom primjeru promatrani su procesi kroz osam radnih sati.

### 6.3.1. Izračun točnosti prijema

Kroz promatrano vrijeme u skladište je primljeno 20 paleta robe od kojih je svih 20 točno iskrvano, što daje stopostotnu kvalitetu prijema.

$$\text{Izračun: Točnost prijema} = \frac{\text{Br.iskrvanih paleta bez greške}}{\text{Ukupan broj iskrvanih paleta}} * 100 = \frac{20}{20} * 100 = 100\%$$

### 6.3.2. Izračun točnosti skladištenja

Istih 20 paleta robe koje su primljene, u promatranom periodu su i uskladištene. Jedna paleta robe je odložena u krivu zonu, čime se točnost skladištenja smanjuje na 95%.

$$\text{Izračun: Točnost uskladištenja} = \frac{\text{Br.uskladištenih paleta bez greške}}{\text{Ukupan broj uskladištenih paleta}} = \frac{19}{20} * 100 = 95\%$$

### 6.3.3. Izračun točnosti komisioniranja

U procesu komisioniranja dogodile su se dvije pogreške koje su ustanovljene prilikom kontrole komisioniranja. Prva pogreška se odnosila na narudžbu u kojoj je komisioniran krivi proizvod zbog greške u podizanju naloga za komisioniranje. U drugoj narudžbi radilo se o točnom proizvodu, ali pogrešne šifre koja je označavala boju proizvoda. Uz te dvije greške, postotak točnosti komisioniranja iznosi 86.6%.

$$\text{Izračun: Točnost komisioniranja} = \frac{\text{Broj točno komisioniranih linija narudžbi}}{\text{Ukupan broj komisioniranih linija narudžbi}} = \frac{13}{15} * 100 = 86.6\%$$

### 6.3.4. Izračun točnosti otpreme

Zbog kontrole komisioniranja, greške su ispravljene prije procesa otpreme, pa u promatranom periodu točnost otpreme je stopostotna.

$$\text{Izračun: Točnost otpreme} = \frac{\text{Broj točno otpremljenih linija narudžbi}}{\text{Ukupan broj otpremljenih narudžbi}} = \frac{15}{15} * 100 = 100\%$$

### 6.3.5. Izračun savršene narudžbe

Za izračun savršene narudžbe promatraju se narudžbe koje su trebale biti dostavljene na kućnu adresu, u dogovoreno vrijeme i sa svom dokumentacijom. Promatrani period za izračun savršene narudžbe je bio pet dana.

$$\text{Izračun: Savršena narudžba} = \frac{\text{Br.narudžbi na vrijeme bez oštećenja sa dokumentacijom}}{\text{Ukupan broj otpremljenih narudžbi}} = \frac{4}{4} * 100 =$$

100%

## 7. Zaključak

Skladišni sustavi imaju značajan utjecaj na održavanje logističkih lanaca. U današnje vrijeme kada je nestanak pojedinih resursa, materijala ili gotovih proizvoda normalna pojava, uloga skladišta je još veća. Kako bi skladišni sustavi mogli optimalno raditi, potrebno je njima i optimalno upravljati. Prevelike količine zaliha mogu stvoriti dodatne troškove, a nestanak zaliha može se odraziti na pouzdanost kupaca. Praćenjem potražnje za proizvodima i rotacijom zaliha unutar skladišta može se odrediti optimalna količina zaliha. Ako skladište ima dobru politiku upravljanja, tada se optimalna količina može lako odrediti. Upravljanje skladišnim sustavom zahtjeva dobro poznavanje svih procesa unutar skladišta i samog poslovanja poduzeća. Kada se jednom uvede sustav dobrog upravljanja, potrebno je taj sustav pratiti i raditi na njegovom stalnom poboljšanju. Jedan od načina poboljšanja sustava je poboljšanje njegovih performansi. Performanse omogućuju mjerenje uspješnosti procesa unutar sustava, kod skladišta to su osnovni skladišni procesi. Nakon provedenih mjerenja performanse ukazuju na dijelove koji teže poboljšanju. Kako bi dokazali napredak, potrebno je provoditi mjerenje u više navrata, te usporediti rezultate. Dobiveni podaci o performansama skladišnog sustava ukazuju da najveći utjecaj na obavljanje procesa imaju zaposlenici. Kako bi se poboljšale performanse potrebno je obratiti pažnju na ljudske potencijale. Unutar odabranog skladišnog sustava problem je što ne postoji podjela rada, na način da bi svaki zaposlenik uvijek obavljao jedan posao, već se izmjenjuju. Vremenski indikatori daju podatke o vremenskim periodima koji su potrebni za obavljanje pojedinog procesa. Analizom podataka vidljivo je da je moguće provesti poboljšanje performansi sustava s aspekta vremena. Produktivnost skladišnog sustava je na zadovoljavajućoj razini, iako se i u tom segmentu mogu provesti neke promjene koje bi rezultirale poboljšanjem performansi. Potrebno je provesti detaljniju analizu i prema podacima obaviti raspodjelu poslova među zaposlenicima, tako će pojedini zaposlenik obavljati poslove na kojima je najkompetentniji i time se direktno utječe na performanse sustava. Podaci o performansama s aspekta kvalitete također ukazuju na dobro poslovanje, iako se proces komisioniranja ističe nešto nižim postotkom. Unutar procesa komisioniranja potrebno je provesti detaljniju analizu i definirati uzroke pogrešaka. Utjecanjem na pojedine greške unutar procesa, izravno se utječe na cjelokupnu razinu performansi sustava. Razina performansi skladišnog sustava utječe na cjelokupno poslovanje poduzeća, samim time performanse pojedinog procesa direktno utječu na performanse cjelokupnog skladišnog sustava.

## 8. Literatura

- [1] Møller C., Logistics Concept Development: Towards a Theory for Designing Effective Systems. Aalborg: Denmark., 1995.
- [2] Đukić G., Analiza i oblikovanje skladišnog sustava, magistarski rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2000.
- [3] Šafran M., Upravljanje zalihama, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
- [4] Oluić Č., Skladištenje u industriji, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 1997.
- [5] Gwynne R., Warehouse management, The Chartered Institute of Logistics and Transport, London, 2014.
- [6] Hruškar N., Šiljeg K., Skladišno poslovanje, Školska knjiga, Zagreb, 1985.
- [7] Pupavac D., Menadžment skladišne logistike, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu, Osijek, 2012.
- [8] Rogić K., Upravljanje skladišnim sustavima, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.
- [9] Đukić G., Gospodarska logistika 2, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2020.
- [10] Tompkins J. A., Facilities Planning, New York 1996.
- [11] Rogić K., Unutarnji transport i skladištenje, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [12] Slack N., Brandon-Jones A., Johnson R., Operations Management, Harlow, 2013.
- [13] Bloomberg D. J., LeMay S., Hanna J. B., Logistika, Zagreb, 2006.
- [14] Karasek J., An Overview of Warehouse Optimization, 2013.
- [15] Staudt F. H., Di Mascolo M., Alpan G., Rodriguez C. M. T., Warehouse performance measurement: classification and mathematical expressions of indicators, Netherlands, 2014.
- [16] Supply Chain Visions, Warehousing and Fulfillment Process Benchmark and Best Practices Guide, 2007.

## Popis slika

Slika 2.1 Prikaz logističkog lanca, Izvor: <a href="http://docplayer.net/44678197-Planiranje-logistickih-centara.html">http://docplayer.net/44678197-Planiranje-logistickih-centara.html</a> .....	4
Slika 2.2 Prikaz principa rada konsolidacijskog skladišta, Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina.....	7
Slika 2.3 Prikaz principa rada tranzitnog skladišta, Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina.....	8
Slika 2.4 Break bulk crossdocking, Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina.....	8
Slika 2.5 Pre-packed crossdocking, Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina.....	9
Slika 3.1 Prikaz procesa u skladišnim sustavima, Izvor: izradio autor.....	10
Slika 3.2 Odabir postupka komisioniranja na temelju broja i veličine narudžbi, Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina.....	17
Slika 3.3 Shematski prikaz metode S-oblika, Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina.....	18
Slika 3.4 Shematski prikaz metode povratka, Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina.....	19
Slika 3.5 Shematski prikaz metode srednje točke, Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina.....	19
Slika 3.6 Shematski prikaz metode najvećeg razmaka, Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina.....	20
Slika 3.7 Shematski prikaz kompozitne metode, Izvor: Đukić G.: Autorizirana predavanja iz kolegija Gospodarska logistika 2, 2020. godina.....	20
Slika 3.8 Prikaz skladišnih zona, Izvor: prilagodio autor.....	23
Slika 6.1 Paletni regali u odabranom poduzeću „X“, Izvor: izradio autor.....	33

## **Popis grafova**

Grafikon 3.1 Prikaz operativnih troškova skladišnog sustava, Izvor: prilagodio autor.....15

Grafikon 3.2 Aktivnosti u procesu komisioniranja, Izvor: prilagodio autor.....15