

# Optimizacija skladišnih procesa davatelja logističkih usluga

---

**Vodvarka, Renato**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*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:119:970025>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Renato Vodvarka**

**OPTIMIZACIJA SKLADIŠNIH PROCESA DAVATELJA**  
**LOGISTIČKIH USLUGA**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**OPTIMIZACIJA SKLADIŠNIH PROCESA DAVATELJA  
LOGISTIČKIH USLUGA**

**OPTIMIZATION OF WAREHOUSE PROCESSES OF THE PROVIDER  
OF LOGISTIC SERVICES**

Mentor: doc. dr. sc. Ivona Bajor

Student: Renato Vodvarka, 0135220061

Zagreb, rujan 2018.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. SKLADIŠNI SUSTAVI U OPSKRBNIM LANCIMA .....	3
2.1. Uloga skladišnih sustava u opskrbnim lancima.....	3
2.2. Vrste skladišta.....	7
2.2.1. Distribucijski centar za trgovinu na malo .....	8
2.2.2. Distribucijski centar za rezervne dijelove .....	8
2.2.3. Distribucijski centar za katalošku ili e-prodaju .....	10
2.2.4. 3PL skladište .....	10
2.2.5. Distribucijski centar za lakopokvarljivu robu .....	11
3. SKLADIŠNI PROCESI .....	12
3.1. Proces prijema robe .....	13
3.2. Proces pohrane robe.....	15
3.2.1. Sustavi zasnovani na pamćenju.....	16
3.2.2. Sustavi s fiksnom lokacijom .....	17
3.2.3. Zonski sustavi.....	17
3.2.4. Sustavi sa slučajnom lokacijom .....	18
3.2.5. Kombinirani sustavi .....	19
3.3. Proces komisioniranja robe .....	19
3.4. Proces otpreme robe .....	21
3.5. Mjerenja u skladišnim sustavima .....	22
4. ANALIZA SKLADIŠNIH PROCESA DAVATELJA LOGISTIČKIH USLUGA .....	25
4.1. Analiza procesa prijema robe .....	28
4.2. Analiza procesa pohrane robe.....	33
4.3. Analiza procesa komisioniranja robe .....	42
4.4. Analiza procesa otpreme robe .....	45

4.5.	Nedostaci promatranog sustava .....	49
4.5.1.	Nasumična pohrana robe .....	49
4.5.2.	Deklariranje artikala paralelno s izlaznom kontrolom .....	50
4.5.3.	Prolongirano vrijeme procesa komisioniranja.....	50
4.5.4.	Prolongirano vrijeme izlazne kontrole .....	52
4.5.5.	Nacrt transportnog puta komisioniranja .....	54
5.	PRIJEDLOG OPTIMIZACIJE PRI UPRAVLJANJU SKLADIŠNIM PROCESIMA ...	55
5.1.	Prijedlog optimizacije procesa pohrane robe.....	55
5.1.1.	Prijedlog rješenja problema nasumične pohrane robe i deklariranja artikala ....	55
5.1.2.	Prijedlog rješenja racionalnog iskorištenja skladišnih lokacija.....	58
5.2.	Optimizacija prolongiranog vremena procesa komisioniranja i izlazne kontrole .....	59
5.2.1.	Optimizacija prolongiranog vremena procesa komisioniranja.....	59
5.2.2.	Optimizacija prolongiranog vremena izlazne kontrole .....	60
5.3.	Prijedlog optimizacije nacrta transportnog puta .....	62
6.	ZAKLJUČAK .....	64
	LITERATURA.....	65
	POPIS SLIKA .....	67
	POPIS TABLICA.....	68
	POPIS GRAFIKONA .....	69

# 1. UVOD

Skladišni sustavi su objekti u opskrbnom lancu koji služe za privremeno smještanje proizvoda do zahtjeva za isporuku istih. Također, uloga skladišnih sustava je i konsolidacija proizvoda od više dobavljača i isporuka prema korisniku, te sortiranje proizvoda od jednog dobavljača i isporuka prema više korisnika. Procesi u skladišnim sustavima su prijem, pohrana, komisioniranje i otprema. Proces pohrane najvažniji je proces u skladišnim sustavima i zahtijeva najviše rada. Brže odvijanje procesa komisioniranja i otpreme robe zahtijeva kvalitetno odrađivanje svih aktivnosti procesa pohrane robe. Različitim mjerenjima aktivnosti skladišnih procesa moguće je pronaći nedostatke sustava te optimizacijom istih ostvariti određena poboljšanja.

Optimizacija skladišnih procesa iznimno je važna za proizvodna i trgovinska poduzeća zbog iznimno velikog protoka robe te troškova koji nastaju tijekom procesa skladištenja robe. To su svi oni procesi koji su potrebni da bi se roba preuzela u skladište, pravilno posložila u skladištu i isporučila krajnjim korisnicima.

Svrha istraživanja je prikazati i analizirati dosadašnje stanje svih skladišnih procesa. Također, svrha rada je primijetiti odstupanja i mogućnosti poboljšanja. Cilj istraživanja je optimizacijom skladišnih procesa povećati učinkovitost rada unutar skladišta, postići racionalniju pohranu robe na skladišne lokacije, te smanjiti troškove koji nastaju tijekom procesa skladištenja robe. Naslov diplomskog rada je: Optimizacija skladišnih procesa davatelja logističkih usluga. Rad je podijeljen u šest cjelina:

1. Uvod
2. Skladišni sustavi u opskrbnim lancima
3. Skladišni procesi
4. Analiza skladišnih procesa davatelja logističkih usluga
5. Prijedlog optimizacije pri upravljanju skladišnim procesima
6. Zaključak

U drugom su poglavlju opisani skladišni sustavi u opskrbnim lancima, njihova uloga te vrste skladišta.

U trećem poglavlju opisani su skladišni procesi: prijem, pohrana, komisioniranje i otprema robe.

Četvrto poglavlje obuhvaća analizu svih skladišnih procesa davatelja logističkih usluga. Različitim mjerenjima prikazani su podaci o postojećem stanju u promatranom sustavu. U procesu prijema opisane su aktivnosti, te su prikazana mjerenja svih aktivnosti procesa prijema. Podacima promatrane tvrtke prikazan je intenzitet dolazaka kamiona kroz godinu. U procesu pohrane robe opisane su sve aktivnosti, te su prikazana mjerenja istih. Prema podacima tvrtke prikazana količina zaprimljenih artikala, te formiranih i odloženih paleta na skladišne lokacije. Opisan je proces komisioniranja, te prikazano ukupno vrijeme komisioniranja i traženja artikala za svaku narudžbu. Opisan je proces otpreme robe i prikazano ukupno vrijeme izlazne kontrole, te pogreške procesa komisioniranja i vrijeme potrebno za ispravljanje istih. Analizom skladišnih procesa utvrđeni su i opisani nedostaci promatranog sustava.

U petom poglavlju prema istraženim podacima ponuđeni su prijedlozi optimizacije pri upravljanju skladišnim procesima.

U šestom poglavlju iznesena su zaključna razmatranja.

## **2. SKLADIŠNI SUSTAVI U OPSKRBNIM LANCIMA**

Skladište je objekt u opskrbnom lancu koji služi za konsolidaciju proizvoda u svrhu smanjenja troškova transporta, postizanja ekonomije razmjera u proizvodnji ili kupnji ili osiguranju procesa dodanih vrijednosti i skraćanja vremena odziva. Skladištenje je prepoznato kao jedna od glavnih operacija gdje tvrtke mogu pružiti prilagođene usluge svojim klijentima i postići konkurentsku prednost. [1]

Skup svih aktivnosti s materijalom u skladištu predstavlja skladišni proces, a uobičajeni naziv za skladište predstavlja skladišni sustav. Glavne komponente skladišnog sustava su: [3]

- skladišni objekti (zgrade, uređene površine,...),
- sredstva za skladištenje i sredstva za odlaganje materijala (sredstva za oblikovanje jediničnih tereta),
- transportna sredstva,
- pomoćna skladišna oprema (računalna oprema, oprema za pakiranje, sredstva za paletizaciju i depaletizaciju, za kontrolu i mjerenje,...), te
- dodatna oprema (protupožarna, oprema za grijanje i hlađenje, rasvjeta, oprema održavanja čistoće itd.).

### **2.1. Uloga skladišnih sustava u opskrbnim lancima**

Prema Linderu i Haroldu, skladišni sustavi bitni su elementi logističkog sustava. Omogućuju prevladavanje vremenske, prostorne, kvantitativne i kvalitativne neusklađenosti između dostupnosti i potražnje za materijalima u proizvodnji, prodaji i potrošnji. Između proizvođača i potrošača uvijek treba biti skladišni prostor, osmišljen za ublažavanje neujednačenih ciklusa proizvodnje, potrošnje i rada različitih vrsta prijevoza. U tom smislu, u cjelokupnoj promociji toka materijala u opskrbnom lancu od proizvođača do potrošača mora se uzeti u obzir prisutnost mreže različitih vrsta pohrane. [2]

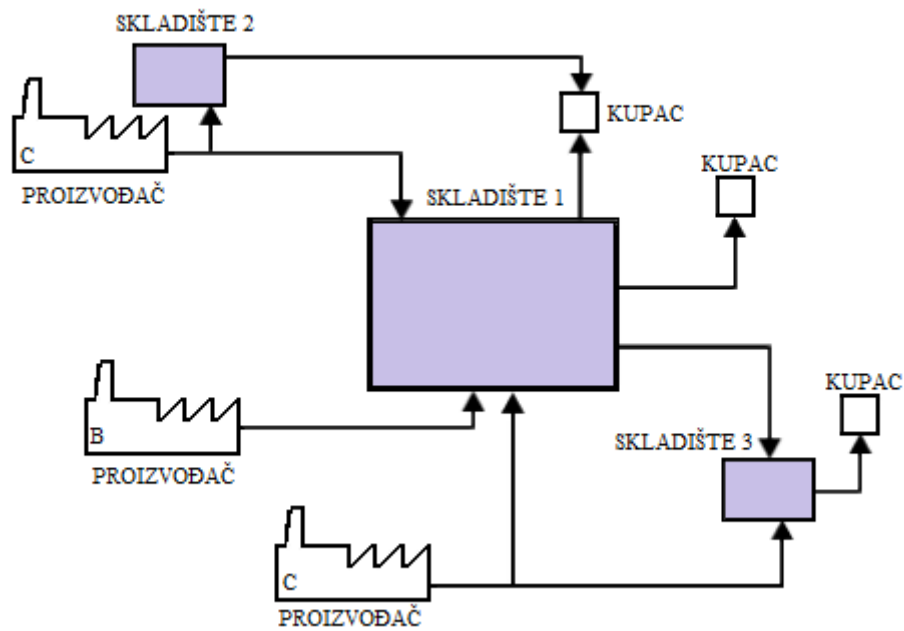
Prema Linderu i Haroldu, skladište u opskrbnom lancu ne treba izolirati, već ga uzeti u obzir kao sastavni dio opskrbnog lanca. Jer će samo takav pristup osigurati uspješnu provedbu osnovnih funkcija skladišta i visoku razinu profitabilnosti. Treba imati na umu da se u svakom pojedinom slučaju za određenu trgovinu parametri skladišnog sustava znatno razlikuju jedan od drugog, kao i njezini elementi i struktura. Kada se stvori sustav pohrane, sustav bi trebao



biti vođen sljedećim načelima: donošenje prilagođenog rješenja uzimajući u obzir sve čimbenike, to sustav može učiniti profitabilnijim. Preduvjet za to je jasna definicija funkcionalnih zadataka i temeljita analiza opterećenja obrade, kako unutar tako i izvan skladišta. Svi troškovi trebaju biti ekonomski opravdani. Glavna svrha skladišta je koncentracija zaliha, skladištenja i osiguranje nesmetane i ritmičke realizacije narudžbi kupaca. [2]

U distribucijskoj mreži skladište može služiti jednom od sljedećih zahtjeva, prikazano slikom 1.: [11]

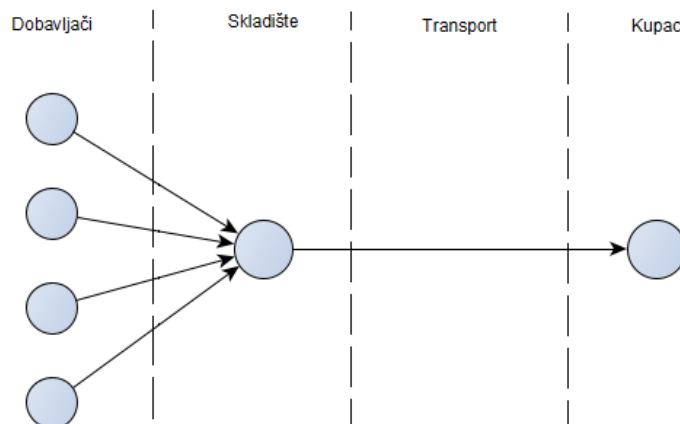
- Može držati zalihe koje služe za balans i sigurnost zbog razlika između proizvodnih termina i zahtjeva korisnika. Za tu svrhu, skladište je obično smješteno blizu proizvodnih pogona i može biti karakterizirano tijekom punih paleta van i unutra, pod pretpostavkom da oblik i veličina proizvoda opravdava uporabu paleta. Skladište sa samo tom funkcijom može imati zahtjeve od mjesečne do kvartalne popune zaliha sljedećeg nivoa distribucije.
- Skladište može poslužiti da akumulira i “sjedini” proizvode s različitih mjesta proizvodnje, bilo od jednog poduzeća bilo od više njih, za dostavu zajedničkim korisnicima. Takvo skladište može biti smješteno ili u centru proizvodnih lokacija ili u centru korisnika. Takvo skladište tipično odgovara tjednim ili mjesečnim narudžbama.
- Skladišta mogu biti raspoređena tako da skraćuju transportne udaljenosti, a da se udovolji zahtjevu za brzom dostavom korisnicima. Izuzimaju se pojedinačni proizvodi koji se mogu dostavljati korisnicima svakog dana.



**Slika 1.** Uloga skladišta u tipičnoj distribucijskoj mreži

Izvor: [11]

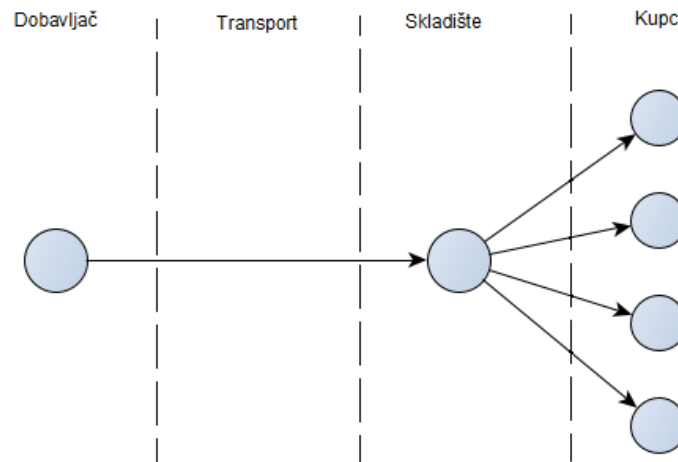
Uloga skladišnog sustava u opskrbnom lancu kao objedinjavanja transporta, odnosno konsolidacija i sortiranje/pregrupiranje pošiljaka. Skladišni sustav u kojem se roba konsolidira, ista dolazi od više dobavljača i transportira se u skladište u kojem se pregrupira u veće količinske jedinice i otprema prema kupcu. Korisnik s potražnjom od više dobavljača. Prikazano slikom 2 u nastavku.



**Slika 2.** Skladišni sustav kao mjesto konsolidacije pošiljaka

Izvor: [19]

Skladišni sustav kao mjesto u kojem jedan dobavljač transportira svoje proizvode u svrhu opskrbe više korisnika. Roba se u skladištu sortira, pregrupira u manje količinske jedinice i otprema prema kupcima. Prikazano slikom 3 u nastavku.



**Slika 3.** Skladišni sustav kao mjesto sortiranja/pregrupiranja pošiljaka

Izvor: [19]

Kao logistički čvor u kojem se sijeku tokovi robe, zadaće skladišta su skladištenje i distribucija materijala, a glavna zadaća skladišta je dinamičko uravnoteženje tokova materijala, količinski i prostorno u svim fazama poslovnog procesa. Uz učinkovitu primjenu unutarnjeg transporta, skladište treba osigurati neprekidnost proizvodnje. Taj se kontinuitet osigurava tako da tok materijala teče po unaprijed određenom redu, planski i sustavno. [4]

Procesi unutar skladišnog sustava uključuju aktivnosti premještanja, čuvanja i prijenosa informacija. Premještanje proizvoda unutar skladišnog sustava je nužno i odvija se kroz četiri procesa: [5]

- prijem robe od prijevoznika i obavljanje provjere kvalitete i kvantitete,
- prijenos robe unutar prijemne zone i pohrana na skladišne lokacije unutar skladišnog sustava,
- izuzimanje naručenih proizvoda za ispunjenje narudžbi korisnika uključujući provjeru, pakiranje i transportiranje do otpremnih rampi,
- otprema robe izvan skladišta određenim načinom prijevoza krajnjem korisniku.

Osnovni procesi koji se izvršavaju unutar skladišnog sustava opisani su u sljedećem poglavlju.

Ciljevi i zadaci skladišnih sustava: [6]

- Glavna zadaća skladišta je dinamičko uravnoteženje tokova materijala količinski i prostorno u svim fazama poslovnog procesa. Uz učinkovitu primjenu unutarnjeg transporta, skladište treba osigurati neprekidnost proizvodnje. To se osigurava tako da tok materijala teče po unaprijed određenom redu, planski i sustavno, bilo da se radi o ulazu sredstava za proizvodnju u proizvodni sustav, toku materijala unutar proizvodnog sustava, njegovoj preradi i doradi u procesu proizvodnje ili o izlazu materijala radi prodaje.
- Proces skladištenja treba realizirati uz najniže troškove skladištenja i uz najmanja moguća financijska sredstva angažiranih u zalihama.
- U skladištu se mora održavati stalna kakvoća zaliha materijala čuvanjem, zaštitom i održavanjem fizičko-kemijskih sredstava materijala. Ne smije se dopustiti rasipanje, kvar, lom i ostale gubitke na vrijednosti zaliha.
- Skladište treba racionalno ubrzavati tok materijala kako bi se skratio proces poslovanja i time ubrzao koeficijent obrtaja sredstava vezanih za zalihe.
- Svojim poslovanjem skladište treba utjecati na povećanje konkurentske sposobnosti poslovnog sustava.

Kretanje tokova materijala u opskrbnom lancu nemoguće je bez koncentracije zaliha u određenim područjima. Troškovi zaliha povećavaju se uslijed kretanja robe kroz skladište, zbog troškova rada odnosno troškova izvršavanja skladišnih procesa. U tom pogledu, problemi vezani uz skladišne procese imaju značajan utjecaj na racionalno kretanje zaliha, tokove u opskrbnom lancu, korištenje vozila i troškove distribucije. [2]

## **2.2. Vrste skladišta**

Postoje razne vrste skladišta, a mogu se svrstati u proizvodna skladišta i distribucijske centre, a prema ulogama u opskrbnom lancu mogu se svrstati na skladišta sirovina, skladišta poluproizvoda, skladišta gotovih proizvoda, distribucijska skladišta, skladišta za lokalnu odnosno direktnu isporuku prema zahtjevima kupaca, skladišta za pružanje usluga dodanih vrijednosti. [1]

Skladišta sirovina smještena su u blizini mjesta proizvodnje, služe za pohranu sirovina i komponenata. Skladišta poluproizvoda koriste se za smještaj proizvoda u različitim stupnjevima proizvodnje. Također koriste se i za procese dorade proizvoda prije isporuke

krajnjem korisniku. U skladištima gotovih proizvoda pohranjuju se proizvodi koji su spremni za distribuciju krajnjem kupcu. To mogu biti skladišta u vlasništvu proizvođača, operatora, veletrgovca i maloprodajnih tvrtki. [3]

Skladišta se mogu kategorizirati i prema korisnicima koje opslužuju, a to su: [7]

- distribucijski centar za trgovinu na malo,
- distribucijski centar za rezervne dijelove,
- distribucijski centar za katalošku ili e-prodaju,
- 3PL skladište,
- distribucijski centar za lakopokvarljivu robu.

### **2.2.1. Distribucijski centar za trgovinu na malo**

Distribucijski centar za trgovinu na malo opskrbljuje robom maloprodajne trgovine. Neposrednim korisnikom ove vrste distribucijskog centra smatra se maloprodajna trgovina koja može biti redoviti korisnik prema kojemu se otpremaju redovite pošiljke. Tipična narudžba može sadržavati stotine ili tisuće artikala, a zbog distribucije u tako velik broj maloprodajnih trgovina tok proizvoda je ogroman. S obzirom na potražnju kupaca, vrste proizvoda u narudžbama sklone su promjenama. Bez obzira na promjene proizvoda u narudžbama, iste se mogu planirati jer su poznate jedan dan unaprijed. [7]

### **2.2.2. Distribucijski centar za rezervne dijelove**

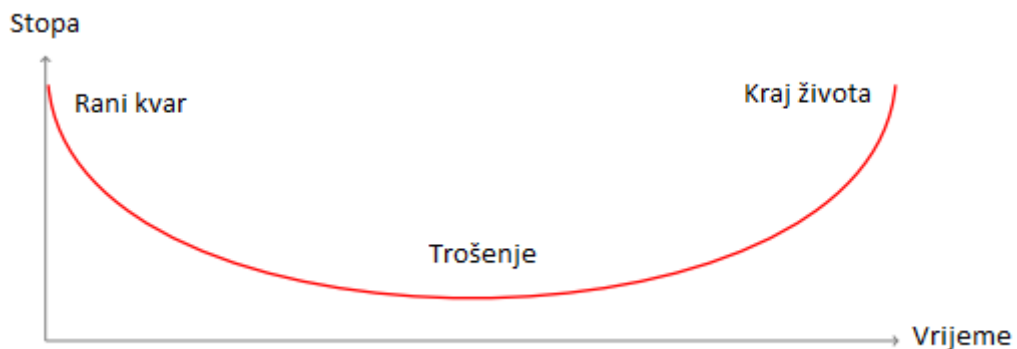
Najzahtjevnijim skladištem za upravljanje smatra se distribucijski centar za rezervne dijelove. U ovoj vrsti skladišta pohranjuju se rezervni dijelovi za skupocjenu kapitalnu opremu, kao što su automobili, zrakoplovi, računalni sustavi ili medicinska oprema. Zbog navedenog, jedan objekt može predstavljati veliku investiciju u zaliham – deseci ili stotine tisuća rezervnih dijelova, pri čemu su neki od dijelova skupocjeni. Kao primjer može se navesti automobil koji sadrži oko deset tisuća dijelova. Zbog velikog broja dijelova, cjelokupna aktivnost u distribucijskom centru može biti statistički predvidljiva, ali potražnja za određenim dijelom je relativno mala zbog čega se teže može predvidjeti. Variranje potražnje u ovom slučaju može biti veće zbog čega se mora držati velika količina sigurnosnih zaliha, pogotovo jer od proizvodnje do pohrane u skladište može proći duži vremenski period. [7]

Skladište rezervnih dijelova upravlja s dva toka narudžbi:

- narudžbe za popunu zaliha s kojom trgovci nadopunjavaju police i
- hitne narudžbe kod kojih vlasnik opreme zahtjeva hitnu dostavu rezervnih dijelova za popravak određene opreme.

Za razliku od narudžba za popunu zaliha koju se velike i većinom predvidljive, hitne narudžbe su manje i nepredvidljive. Tipične su za proizvode koji se ne naručuju često i relativno su skupe za obradu. Za određeni dio zamjenskih dijelova nema dovoljno pouzdanih obrazaca kretanja kako bi opravdali posebne procese, ali se u skladištu može prilagoditi i biti efikasniji, pohranom proizvoda sličnih dimenzija u blizini kako bi se smanjilo putovanje komisionerima. Ovaj princip pohrane bitan je kod hitnih narudžbi, jer bi proizvodi za koje se smatra da bi mogli biti naručeni zajedno, mogli biti pohranjeni na razmjerno malim udaljenostima. [7]

Problem koji se javlja je i životni vijek proizvoda, zamjenskog dijela koji je neuobičajen i prolazi kroz tri faze kako je prikazano slikom 4 u nastavku.



**Slika 4.** Stopa kvara tijekom životnog vijeka proizvoda

Izvor: [7]

Rani kvarovi uglavnom su posljedica nepravilnosti tijekom proizvodnje proizvoda, a tijekom trošenja dolazi do kvarova zbog preopterećenja nad određenim dijelom, koji je iznad njegovog stupnja tolerancije. Očekivani kraj životnog vijeka proizvoda dolazi zbog postupnog trošenja proizvoda. [7]

### **2.2.3. Distribucijski centar za katalošku ili e-prodaju**

Distribucijski centar za katalošku ili e-prodaju namijenjen je narudžbama manjeg broja artikala (od jednog do tri artikla) koje se zaprimaju putem telefona, faksom ili putem interneta. Nakon zaprimanja, narudžbe moraju biti ispunjene, prikupljene i poslane u što kraćem roku. Narudžbe potrošača zahtijevaju trenutno djelovanje zbog čega distributeri pokušavaju oblikovati potražnju nudeći specijalne cijene za naručivanje u određeno vrijeme ili u određenim količinama ili nude prihvaćanje više varijabilnih datuma dostave. [7]

### **2.2.4. 3PL skladište**

3PL skladište je vrsta skladišta kod koje tvrtka koristi uslugu vanjskog davatelja skladišnih kapaciteta. Vanjski davatelj može opskrbiti više potrošača iz jednog objekta, čime se dobiva ekonomija razmjera koju korisnici ne mogu sami postići. [7]

Prema Hertz i Alfredssonu četiri su kategorije 3PL usluga: [8]

- standardni 3PL dobavljač,
- unapređivač usluge,
- prilagođavač korisniku i
- unapređivač za korisnike.

Standardni 3PL dobavljač je najosnovniji oblik 3PL usluge. Funkcije koje obavlja ovaj standardni 3PL dobavljač su pokupiti, pakirati, skladištiti, distribuirati. Unapređivač usluge nudi svojim korisnicima napredniju uslugu s dodanom vrijednošću kao što su nadzor, i praćenje, posebna pakiranja ili pružanje jedinstvenog sigurnosnog sustava. Ovu vrstu poslova unapređivaču usluge omogućuje čvrst temelj informacijske tehnologije, fokus na ekonomiju razmjera i opsega. Treća kategorija 3PL usluga korisniku dolazi na zahtjev kupca i preuzima potpunu kontrolu nad aktivnostima logističke tvrtke. Dobavljač ne razvija novu uslugu, već poboljšava postojeću uslugu. Unapređivač za korisnike je posljednja kategorija 3PL usluga koju dobavljač može postići. 3PL dobavljač integrira se s korisnikom i preuzima njegovu cjelokupnu logističku funkciju. [8]

### 2.2.5. Distribucijski centar za lakopokvarljivu robu

Distribucijski centri za lakopokvarljivu robu mogu rukovati hranom, svježim cvijećem, cjepivom i sličnim proizvodima koji zahtijevaju kontrolirane klimatske uvijete kako bi se sačuvali. Posebni su po tome što se proizvodi u njima zadržavaju vrlo kratko, često samo nekoliko sati. Također naglasak je na efektivnom iskorištenju skladišnog prostora jer je cjelokupni proces već skup zbog hlađenja. Izazovi s kojim se suočavaju očituju se u upravljanju zalihama, uključujući zahtjeve za isporukom proizvoda prema FIFO<sup>1</sup> i FEFO<sup>2</sup> principu. Postoje i ograničenja kod rukovanja proizvodima. Npr. meso peradi ne može biti pohranjeno na druge proizvode jer ispušta sokove koji nanose štetu drugim proizvodima. [7]

Prostor distribucijskih centara podijeljen je na zone s različitim temperaturama. Hlađena roba pohranjuje se na oko 2 °C. Zamrznuti proizvodi pohranjuju se na temperaturi od -18 °C. Zbog zaštite pohranjenih proizvoda vrlo je važno izbjeći unos topline u skladište. [7]

---

<sup>1</sup> First-in First-out – metoda koja podrazumijeva korištenje robe prema redoslijedu nabave

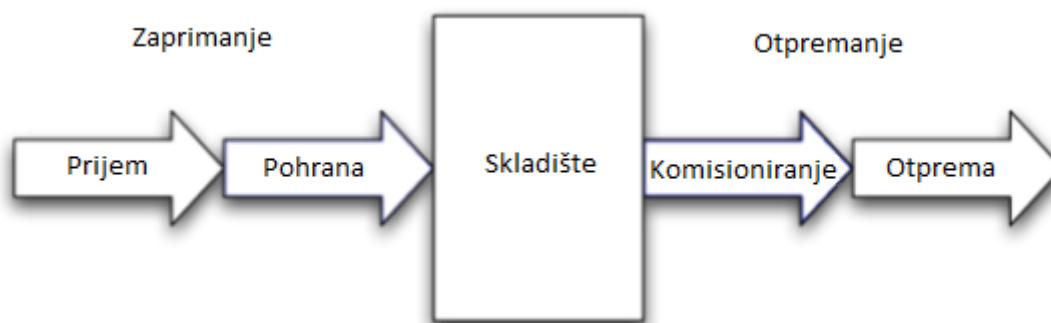
<sup>2</sup> First-expired First-out – metoda isporuke proizvoda prema isteku roka trajanja. Prvi istekao-prvi izlazi van



### 3. SKLADIŠNI PROCESI

U skladištima proizvod se često modificira i prepakira prema zahtjevima kupaca. Roba se najčešće zaprima u većim jedinicama, a otprema se u manjim prekrcajnim jedinicama ili pakiranjima. Posljedica toga su veći troškovi skladišnog poslovanja, odnosno što je manja jedinica kojom se rukuje to su veći troškovi.

Skup procesa koji se odvijaju od trenutka procesa zaprimanja pa sve do procesa otpreme robe iz skladišta može se definirati kao skladišne procese. Na slici 5 prikazan je redoslijed izvršavanja skladišnih procesa.



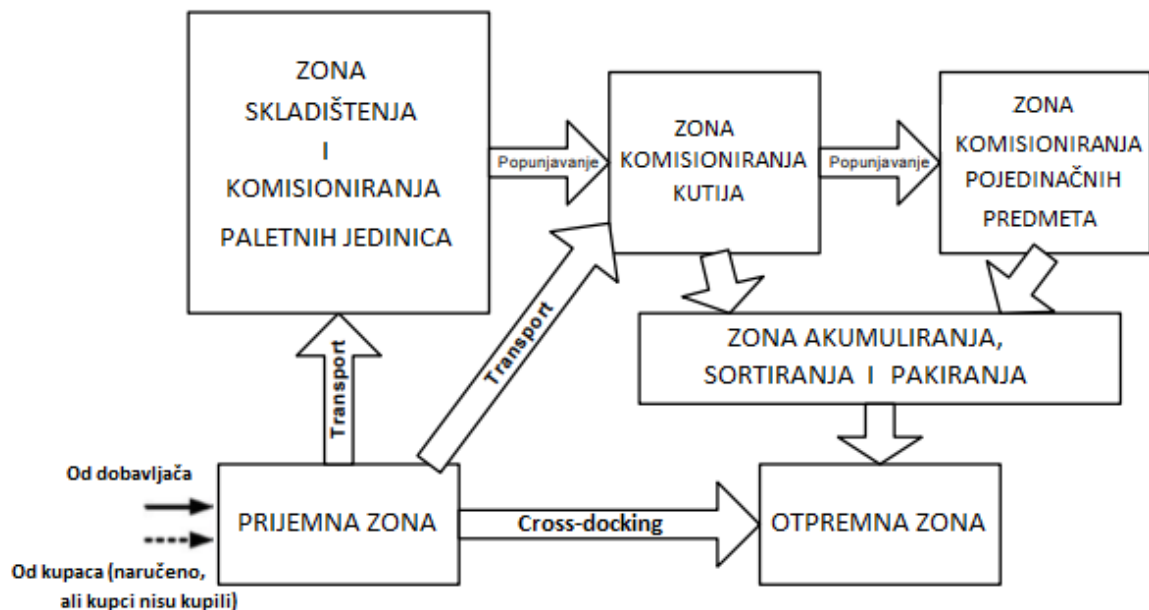
**Slika 5.** Redoslijed izvršavanja skladišnih procesa

Izvor: [7]

Prema Richardsu, osnovni skladišni procesi su prijem, pohrana, komisioniranje i otprema, a u osnovnu skupinu istih ubraja još nadopunjavanje, akumuliranje i sortiranje, pakiranje, cross docking. Prijem i pohranu definira kao ulazne procese, dok se ostali procesi smatraju izlaznim procesima. [9]

Prema Đukiću, svako skladište sastoji se od određenih zona, a kretanje robe između i unutar pojedinih zona ostvaruje se pojedinim podprocesima. [10] Slikom 6 prikazane su tipične zone i kretanje robe u skladištu. Nakon prijema robe, roba se transportira u zonu za pohranu ili u otpremnu zonu ako se radi o cross docking-u. Nakon toga slijedi proces komisioniranja koji se može izvršavati na nekoliko načina. Izuzimati se mogu cijele palete, kutije i pojedinačna pakiranja. Nakon procesa komisioniranja slijede procesi sortiranja i pakiranja koji ovise o odabranim metodama komisioniranja. Npr. ako komisioner izuzima

proizvode iz više narudžbi potrebno je dodatno sortiranje. Nakon navedenih procesa slijedi otprema robe prema korisnicima.



**Slika 6.** Tipične skladišne zone i kretanje robe

Izvor: [16]

### 3.1. Proces prijema robe

Prijem robe započinje prethodnom najavom o dolasku robe. To dopušta skladištu da organizira zaprimanje robe kako bi se iskrcaj što učinkovitije koordinirao s ostalim aktivnostima unutar skladišta. Kada roba stigne, iskrcava se i priprema za daljnje odlaganje. Po mogućnosti roba bi se trebala skenirati kako bi se registrirao njezin dolazak, završila plaćanja, preuzelo vlasništvo, te kako bi bilo poznato da je roba dostupna za ispunjavanje narudžbi korisnika. Roba treba biti pregledana kako bi se mogla zapisati eventualna oštećenja, nedovoljna količina, pogrešne oznake i slično. [7]

Aktivnosti pri prijemu robe su: [3]

- definiranje zone iskrcaja,
- bilježenje podataka o dolasku vozila,
- provjera dokumentacije,
- osiguranje vozila za iskrcaj,

- iskrcaj vozila,
- slaganje robe u zoni prijema,
- provjera robe; stanje, količina...,
- premještanje robe iz prijemne zone skladišta.

Sam postupak prijema robe sastoji se od sljedećih koraka: [14]

- djelatnik na prijemu dužan je, nakon što je obaviješten o vremenu isporuke, te vrsti i količini robe koja će se zaprimiti u skladište, organizirati dovoljan broj ljudi za iskrcavanje robe koja ulazi u skladište, kao i dovoljan broj ljudi koji će tu robu, po potrebi deklarirati, prepakirati, sortirati i sl.,
- djelatnik na prijemu robe uzima popratni dokument od dostavljača (kod domaćih dobavljača najčešće otpremnica, faktura ili prijevoznica, kod uvoza najčešće CMR ili kargo lista) organizira iskrcaj robe i kontrolira dali su količine navedene u popratnom dokumentu stvarne i iskrcane. U slučajevima kada je roba pristigla bez popratnog dokumenta potrebno je prije prijema robe u skladište obavijestiti odjele tvrtke koji su organizirali tu dostavu (odjeli nabave, logistike, uvoza i sl.),
- nakon iskrcaja robe u skladište i provjere dali vrsta i količina robe odgovara vrsti i količinama prema popratnom dokumentu osoba koja je odgovorna za zaprimanje robe u skladište ovjerava popratni dokument i daje ga dostavljaču koji je robu dostavio, zadržavajući za sebe jednu kopiju dokumenta,
- ako se iskrcana roba prema vrsti i količini razlikuje od navedene robe u popratnom dokumentu ispisuje se zapisnik o neusklađenosti, koji ovjerava djelatnik na prijemu robe i dostavljač,
- nakon iskrcaja djelatnik zadužen za prijem robe izdaje popratne dokumente osobi koja je zadužena za unos robe u sustav i pohranu na skladišne lokacije. Ovisno o organizaciji tvrtke to može biti netko iz odjela uvoza, nabave, logistike ili netko unutar samog skladišta. Važno je da se u sustav unose samo stvarne pristigle količine,
- nakon unosa pristigle robe u sustav robu je potrebno pozicionirati na skladišne lokacije.

Pojednostavnjenje toka materijala kroz proces prijema i osiguranje minimalnog potrebnog rada može se postići principima prijema. Važniji principi prijema su sljedeći: ne primiti, predprijem, cross-docking, odlaganje izravno u primarne ili rezervne lokacije, odlaganje radi čekanja u zoni pohrane, izvršiti sve potrebne korake za efikasno rastavljanje tereta i kretanje u

prijemnoj zoni, sortirati pristigle materijale za efikasno odlaganje, kombinirati odlaganje i izuzimanje kada je to moguće, napraviti balans korištenja resursa pri prijemu rasporedom dolazaka vozila vanjskog transporta, minimizirati i eliminirati hodanje pomoću ostvarenja toka materijala do radnih stanica. [11]

Za neke materijale, najbolji prijem je tzv. „odbijanje prijema“. Često je bolje neke materijale otpremiti korisnicima izravno od partnera dobavljača, a ne ih zaprimati i otpremiti iz svog skladišta. Većina vremena i prostora potrošenih u prijemnoj zoni je zbog čekanja materijala na dodjelu lokacije, identifikaciju i sl. Te informacije mogu se dobiti ranije od dobavljača u vrijeme njegovog izdavanja preko EDI<sup>3</sup> veze ili faxesa. Kako je cilj prijemnih aktivnosti priprema materijala za otpremu prema narudžbama, najbrži i najproduktivniji proces prijema je cross-docking. Kada materijal ne može biti cross-dockiran, rukovanje materijalom može biti minimizirano preskakanjem odlaganja u prijemnoj zoni i odlaganjem materijala izravno na lokacije. Na takav način se eliminira odlaganje u prijemnoj zoni i provjera. Dakle, eliminira se i potreba za prostorom, ljudima i opremom za te aktivnosti. Najviše vremena koje je na raspolaganju za pripremu materijala za otpremu je u prijemnoj zoni. Kada se jednom dobije zahtjev za otpremu robe koja je zaprimljena, ostaje malo vremena za pripremu robe za otpremu. Prema tome sve što je moguće obaviti prije treba obaviti. [11]

### **3.2. Proces pohrane robe**

Fizičko premještanje robe iz prijemne zone do skladišnih lokacija unutar skladišnog prostora podrazumijeva pohranu robe. Proces pohrane robe uključuje identifikaciju proizvoda, skeniranje barkoda proizvoda, pronalazak lokacije unutar skladišta i premještanje proizvoda na određenu lokaciju. Ako proces pohrane nije obavljen kako treba sve skladišne aktivnosti poslije procesa pohrane duže će trajati. Zato je proces pohrane robe jedan od najvažnijih skladišnih procesa. [12]

Svaka skladišno-manipulativna jedinica (eng. Stock Keeping Unit) u skladištu ima vlastitu lokaciju, određenu unaprijed, bez obzira je li lokacija slučajno određena ili unaprijed određena. Prema tome, postoji nekoliko pravila za pohranu. Kako bi svaka skladišno-manipulativna jedinica bila uskladištena prema pravilu unaprijed definirane pohrane,

---

<sup>3</sup> Elektronička razmjena podataka – prijenos podataka od jedne računalne aplikacije do druge, elektroničkim putem

propisuje se određena lokacija za skladišno-manipulativnu jedinicu. Slučajan odabir mjesta pohrane ostavlja se operateru da odluči. U nekim skladištima mogu se koristiti oba pravila pohrane. [13]

Ako su lokacije unaprijed određene, kasnije komisioniranje može biti brže. Ovaj način zahtjeva vođenje evidencije ne samo o robi koja se pohranjuje, već i lokacijama pohrane. [7]

Drugo pravilo pohrane robe uključuje korelacijsku pohranu prema obiteljskim grupama, tj. pohrana proizvoda na susjedne lokacije ako ih se često traži istodobno. Ovaj korak u procesu pohrane je od velikog značaja. Može smanjiti vrijeme određeno za izuzimanje, a na kraju smanjiti i ukupno vrijeme procesa otpreme. Za proces pohrane robe, upravljanje skladištem mora biti pravilno i u korak s vremenom. U svakom trenutku mora biti poznato koje su pozicije za pohranu slobodne, koliko tereta mogu podnijeti itd. [13]

Osnovni sustavi za lociranje/smještaj robe u skladište: [3]

- sustavi zasnovani na pamćenju,
- sustavi s fiksnom lokacijom,
- zonski sustavi,
- sustavi sa slučajnom lokacijom,
- kombinirani sustavi.

Pohrana robe zahtijeva veću količinu rada zbog učestale potrebe za pomicanjem proizvoda od prijemne zone do skladišne lokacije. Proces pohrane otprilike stvara 15% od ukupnih troškova skladišnih operacija. [15]

### **3.2.1. Sustavi zasnovani na pamćenju**

Relativno jednostavni sustavi, oslobođeni velike papirologije ili unosa podataka. U velikoj mjeri ovise o ljudima što im daje određene značajke i ograničenja: [3]

- ograničen broj mjesta za skladištenje,
- ograničena veličina skladišnih mjesta,
- ograničen broj vrsta roba koja se skladišti,
- određen broj oblika, veličina i načina pakiranja omogućuje jednostavnu vizualnu identifikaciju,
- mali broj osoba zadužen za rad u skladišnoj zoni,

- osoblje unutar skladišta nema zaduženja koja od njih traži odsutnost iz tog područja,
- relativno malo premještanja robe unutar skladišne zone.

### **3.2.2. Sustavi s fiksnom lokacijom**

U takvom sustavu svaka jedinica ima svoju adresu. Postoje i podvarijante tog sustava pri kojima se jedna ili više jedinica pridružuju istoj adresi. Razlozi tome su sljedeći: planiranje i težnja za boljim iskorištenjem prostora zbog značajki robe npr. oblika proizvoda, načina odlaganja i pravila o držanju. [3]

Prednosti sustava s fiksnom lokacijom: [3]

- mogućnost brzog lociranja tražene robe,
- smanjeno vrijeme potrebno za obuku osoblja,
- pojednostavljena procedura pri prijemu i otpremi robe,
- mogućnost kontrole načina punjenja,
- mogućnost optimiziranja pozicije roba na skladištu u svrhu skraćivanja vremena otpreme,
- mogućnost optimiranja smještaja ovisno o veličini, težini, otrovnosti i ostalim značajkama roba.

Nedostaci: [3]

- manja iskoristivost prostora,
- relativna krutost sustava.

### **3.2.3. Zonski sustavi**

Zonski sustavi se koncipiraju prema značajkama roba koja se skladišti. Slično sustavima s fiksnom lokacijom, samo roba s određenim značajkama može biti smještena u određenu zonu, te na određenu policu ili regal. Slično sustavima s fiksnom lokacijom, iskoristivost prostora ovdje nije optimalna, jer se ponajprije vodi računa o značajkama roba koja se skladišti. [3]

Prednosti zonskih sustava: [3]

- omogućuje izolaciju (siguran smještaj) određene vrsta roba ovisno o njenim značajkama,

- omogućuje fleksibilnost pri premještanju roba iz jedne zone u drugu, ili pri kreiranju zona na različite načine,
- omogućuje dodavanje roba unutar jedne zone bez premještanja velike količine postojećih roba da bi se stvorio dovoljan prostor na određenoj lokaciji,
- omogućuje fleksibilnost u planiranju, iako su određene robe dodijeljene pojedinoj zoni, zbog nepostojanja specifične pozicije, mogu se premještati.

Nedostaci zonskih sustava: [3]

- ne preporučuje se u slučaju potrebe za vrlo učinkovitim rukovanjem i operacijama robom,
- može smanjiti iskorištenje prostora,
- zahtijeva ažuriranje podataka o pomicanju robe.

### **3.2.4. Sustavi sa slučajnom lokacijom**

U takvom sustavu nema unaprijed određene lokacije, ali se ipak zna gdje je što. Takvi sustavi omogućuju vrlo dobro korištenje prostora jer se roba može smještati tamo gdje ima slobodnog prostora. Sustavi sa slučajnom lokacijom roba kombiniraju značajke sustava temeljenog na pamćenju i sustava s fiksnom lokacijom. Roba se može smjestiti na bilo koje mjesto, koje se bilježi ili računalno ili kroz dokumentaciju. Osnovni koncept dodjela prve slobodne lokacije u skladištu robi koja se pohranjuje. Što je veći broj potencijalnih lokacija, manja je količina proizvoda na pojedinoj lokaciji - lokacija se brže oslobađa i postaje dostupna za pohranu. [3]

Prednosti sustava sa slučajnom lokacijom: [3]

- visok stupanj iskorištenja prostora,
- kontrola smještaja roba u svakom trenutku.

Nedostaci sustava: [3]

- potreba za stalnim ažuriranjem podataka, zbog potrebe za točnim praćenjem smještaja roba, ažuriranje se provodi ručno, pomoću bar-koda ili informatičkih sustava,
- u slučaju manjih skladišta primjena ovakvog sustava nije nužna i može nepotrebno komplicirati sustav.

### **3.2.5. Kombinirani sustavi**

Kombinirani sustavi omogućuju pridruživanje lokacija onim robama koje traže posebnu brigu ili postupak rukovanja, dok se ostali proizvodi smještaju prema sustavu sa slučajnim dodjeljivanjem lokacije. Tako se nastoji iskoristiti najbolje značajke oba sustava – sustava s fiksnom lokacijom i sustava s promjenjivom lokacijom. Na taj se način prostor koristi dvojako: za odabranu robu odvaja se prostor s fiksnom lokacijom, dok se za ostale vrste roba prostor koristi u najvećoj mogućoj mjeri primjenom sustava sa slučajnom dodjelom lokacije. Najčešća primjena kombiniranih sustava je na mjestima gdje se traži smještaj određenih roba u blizini određene zone (npr. proizvodne zone), dok za ostale vrste roba to nije nužno, pa se mogu smještati bez posebnih prioriteta. [3]

### **3.3. Proces komisioniranja robe**

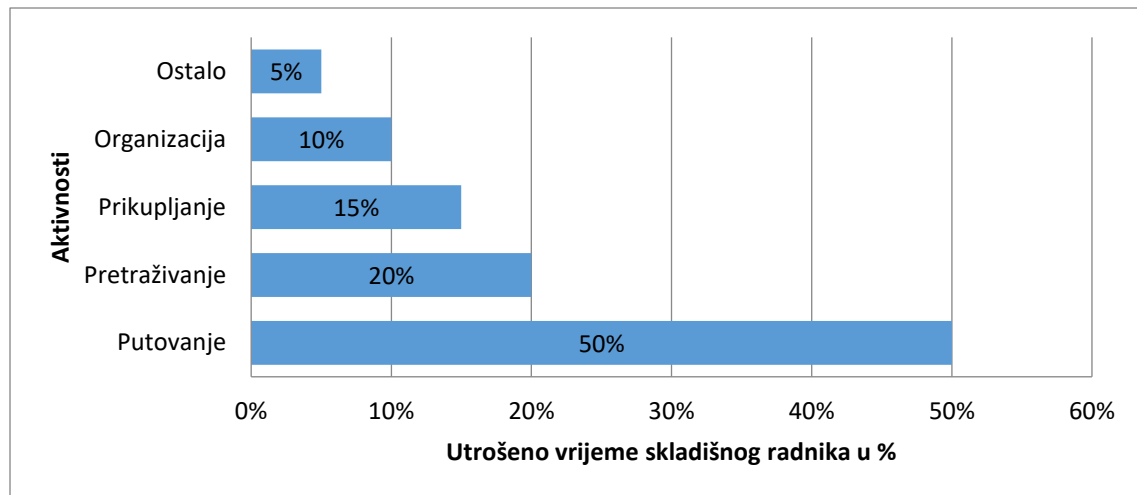
Nakon pohrane robe na skladišne lokacije slijedi proces komisioniranja, odnosno izuzimanja paleta, kutija ili pojedinačnih pakiranja prema narudžbama korisnika ili kupca. Kako se proces komisioniranja smatra jednom od najkritičnijih skladišnih procesa, dobro organiziran sustav pohrane robe može znatno utjecati na funkcioniranje procesa komisioniranja.

Ova operacija predstavlja središnji dio protoka roba od dobavljača do kupca, a to je ujedno i točka na kojoj je najviše vidljiva razina profesionalnosti rada pojedinog skladišta. [17]

Proces komisioniranja može se podijeliti na nekoliko aktivnosti: putovanje, pretraživanje, prikupljanje, organizacija i dr. Na grafikonu 1 vidljivo je utrošeno vrijeme skladišnog radnika u % za obavljanje svake od navedenih aktivnosti.

Različite studije slučaja pokazale su da – osim putovanja koje je dominantna komponenta u koncepciji komisioniranja „čovjek k robi“ – i druge aktivnosti mogu znatno pridonijeti vremenu komisioniranja. Prema Bartholdi-u i Hackmanu-u, putovanje je prva komponenta i predstavlja rasipanje vremena. Stoga je putovanje i prvi kandidat za poboljšanje. [16]





**Grafikon 1.** Utrošeno vrijeme skladišnog radnika za svaku aktivnost

Izvor: [16]

Postoje brojne metode rutiranja procesa komisioniranja robe, a neke od metoda prikazane su slikom 7. Metode prikazane slikom 7 izvorno su razvijene za skladišta s jednim blokom, međutim mogu se koristiti i za skladišta s dva bloka korištenjem nekih izmjena. [16]

Nacrt puta koji često nalazimo u skladištima sa statičnim policama je tzv. serpentinski put (eng. s-shape). Ovakav nacrt nalaže jednosmjerni pravac kretanja u svakom prolazu što omogućuje uštedu prostora korištenjem uskih prolaza. Ako svaka narudžba ne pokriva sve prolaze, ovakav nacrt rezultira gubljenjem vremena.

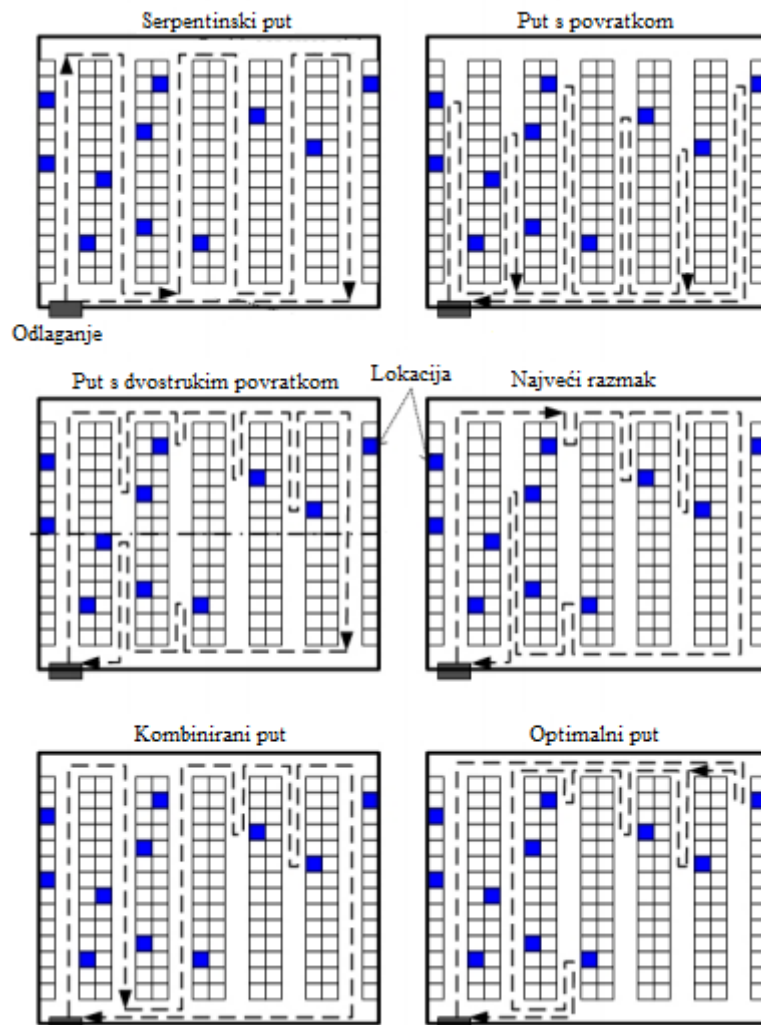
Nacrt puta s povratkom (eng. return) jednostavna metoda kojom skladišni radnik prikuplja proizvode ulazeći u redove s prednjeg prolaza, nakon prikupljanja vraća se prolazom na početak.

Jednostavni nacrt puta čije prikupljanje izgleda kao dvostruki nacrt s povratkom (eng. midpoint). Samo prvi i zadnji prolaz skladišni radnik je u potpunosti prošao.

Nacrt uvjetovan razmakom između lokacija proizvoda (eng. largest gap). U sve prolaze (osim prvog i zadnjeg) ulazi se s jedne strane i vraća se na prednji ili zadnji prolaz. Najveći razmak predstavlja dio prolaza koji skladišni radnik nije prošao. Skladišni radnik može i dva puta ući u prolaz.

Kompozitni/kombinirani nacrt puta (eng. combined) u kojem se kombinira serpentinski s nacrtom puta s povratkom. Kompozitni nacrt minimizira prijeđeni put između najudaljenijih lokacija u dva obližnja reda, za svaki red individualno. Dinamičkim programiranjem

omogućava sagledavanje sljedećeg prolaza. Odluka se temelji i na udaljenosti između lokacija i na povoljnijoj točki ulaska u sljedeći prolaz. [18]



**Slika 7.** Primjeri metoda rutiranja u skladištima s jednim blokom

Izvor: [16]

### 3.4. Proces otpreme robe

Skladišni procesi međusobno su povezani i ovise jedni o drugima. Ako prethodno obavljene procese nisu zadovoljavajući rezultirajuće će se na ostale procese koji slijede. Tako i otprema robe kao posljednji proces u skladišnom sustavu, zahtijeva kvalitetno odrađivanje svih prethodnih procesa. U protivnom dolazi do pogrešaka, kašnjenja u isporukama i sl.

Otprema robe sastoji se od različitih aktivnosti, no osnovna funkcija je izlaz robe iz skladišta. Sukladno tome, razlikuju se različiti potproces i aktivnosti koje se obavljaju: [20]

- prijem robe iz skladišne/komisione/sortirne zone,
- privremena pohrana u otpremnoj zoni,
- kontrola komisionirane robe,
- repakiranje,
- označavanje,
- dokumentiranje,
- ukrcaj.

Točnost ispunjenja narudžbe ključna je mjera usluge, pri čemu je važno ponuditi što kvalitetniju i točniju uslugu. Stoga roba prije samog odlaganja u otpremnu zonu ili ukrcaja u vozilo može prolaziti određene mjere kontrole. Nakon komisioniranja odnosno ispunjenja narudžbe roba može biti dodatno skenirana kako bi se odradila dodatna kontrola i unijeli podaci u sustav o spremnosti narudžbe za otpremu. Točno ispunjene narudžbe generiraju manje troškove. [7]

Bitno je naglasiti kako se u samom procesu otpreme rukuje većim jedinicama koje su se oformile nakon pakiranja, npr. paletne jedinice. Roba pripremljena za ukrcaj i otpremu može se odložiti na unaprijed određeno mjesto unutar skladišta i čekati na ukrcaj. Navedeno zahtjeva više rukovanja i iz tog razloga nije preporuka. Prilikom ukrcaja, ako je tako organizirano, samo vozilo može biti skenirano kako bi se označilo da je ukrcaj završen te da je roba u prijevozu. [7]

### **3.5. Mjerenja u skladišnim sustavima**

Podaci dobiveni različitim mjerenjima u skladišnim sustavima ključni su za pružanje potencijalnih pitanja i mogućnosti poboljšanja. Izravno su vezani za poslovnu strategiju tvrtke i financijske rezultate uspješnosti poslovanja organizacije. Ako skladišni sustavi u opskrbnom lancu žele biti izvor za dodavanje vrijednosti, mjerenjima se moraju dobiti savršeni podaci o izvedbi. [1]

Podaci dobiveni mjerenjima performansi u skladišnom sustavu mogu se podijeliti u tri kategorije: [1]

- ispunjenje narudžbi,
- upravljanje zalihama,
- produktivnost skladišta.

U tablici 1 nalaze se potrebni podaci i definicije prema kategorijama mjerenja u skladišnim sustavima. Tablica 1 nastavlja se na sljedećoj stranici.

**Tablica 1.** Podaci i definicije prema kategorijama mjerenja u skladišnim sustavima

<i>Kategorija</i>	<i>Podaci</i>	<i>Definicija</i>
Ispunjenje narudžbi	Vrijeme dostave	Narudžbe dostavljene na vrijeme prema traženom datumu kupca
	Stopa ispunjenja narudžbi	Potpuno ispunjene narudžbe na prvoj otpremi
	Točnost narudžbe	Točnost prikupljanja, pakiranja i isporuke narudžbe
	Linija točnosti	Linija točnosti prikupljanja, pakiranja i isporuke
	Ciklus trajanja narudžbi	Vrijeme od zaprimanja narudžbe do isporuke
	Točnost ispunjenja narudžbi	Narudžbe isporučene bez promjena, oštećenja ili pogrešaka u dostavnici
Upravljanje zalihama	Točnost zaliha	Stvarna količina zaliha prema količini unesenoj u sustav
	Oštećenje zaliha	Mjera oštećenja kao % od vrijednosti zaliha
	Iskorištenje skladišta	Iskorištenost prostora kao % od kapaciteta pohrane
	Vrijeme od prijema vozila do dostupnosti artikala u sustavu	Prosječno vrijeme od dolaska prijevoznika do dostupnosti proizvoda za ispunjenje narudžbi
	Vidljivost zaliha	Vrijeme od fizičkog prijema do obavijesti korisničke službe o dostupnosti

Produktivnost skladišta	Narudžbe po satu	Prosječni broj prikupljenih i pakiranih naloga po osobi po satu
	Linije po satu <sup>4</sup>	Prosječni broj prikupljenih i pakiranih linija naloga po osobi po satu
	Stavke po satu	Prosječni broj prikupljenih i pakiranih stavki naloga po osobi po satu
	Trošak po narudžbi	Ukupni troškovi skladištenja: - fiksni: prostor, komunalije amortizacija - varijabilni: radna snaga, potrošni materijal
	Trošak kao % od ukupne prodaje	Ukupni trošak skladištenja kao % od ukupne prodaje tvrtke

Izvor: [1]

---

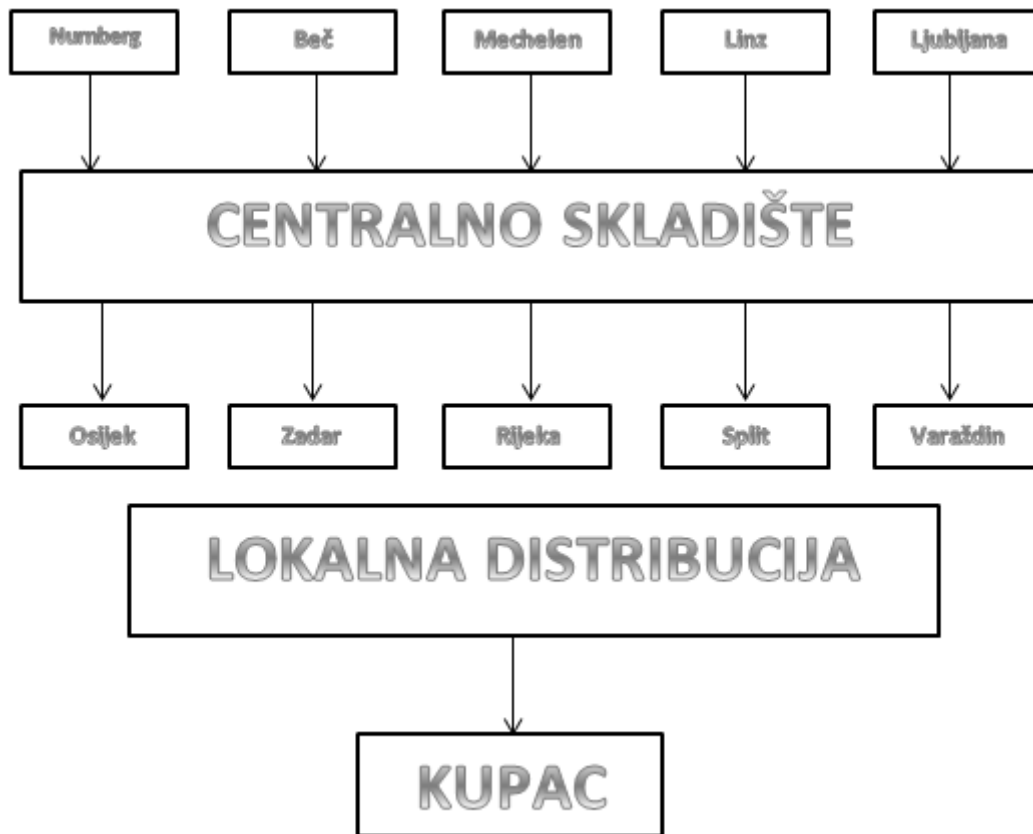
<sup>4</sup> U promatranom sustavu u nastavku rada jedna linija definira se kao jedan redak narudžbe ili jedna vrsta artikla na narudžbi

## **4. ANALIZA SKLADIŠNIH PROCESA DAVATELJA LOGISTIČKIH USLUGA**

Tvrtka u kojoj će se provesti istraživanje davatelj je usluga transporta i logistike. Nudi međunarodni cestovni, zračni, pomorski, željeznički transport, logističke usluge skladištenja, distribucije i carinjenja.

U radu će se analizirati postojeće stanje skladišnih procesa davatelja logističkih usluga na području RH i utvrditi njihove nedostatke. Davatelj logističkih usluga u RH ne posjeduje svoje skladište, vozni park i opremu već za sve koristi najam. Centralno skladište davatelja logističkih usluga u RH nalazi se u Zagrebu. Površina skladišnog prostora je 6000 m<sup>2</sup>. Osim skladišta u Zagrebu tvrtka koristi još nekoliko skladišnih objekata diljem Republike Hrvatske u koje se isključivo vrši distribucija.

Logističko poslovanje tvrtke podijeljeno je prema regijama Osijek, Zadar, Rijeka, Split, Varaždin, Zagreb i okolica Zagreba. Roba dolazi iz Nürnberga, Beča, Mechelena, Linza i Ljubljane gdje promatrana tvrtka posjeduje skladišta. Zaprimljena roba se sortira prema regijama i dućanima u okolici Zagreba i Zagrebu i odlaže se u otpremnu zonu skladišta. Također, roba se zaprima i od domaćih stranki u RH, koja se također sortira i odlaže u otpremnu zonu. Zbog tajnosti podataka slikom 8 nisu prikazani nazivi domaćih stranki. Distribucija prema korisnicima u Zagrebu i okolici Zagreba vrši se direktno iz centralnog skladišta. Sva se roba između skladišnih objekata prevozi kamionima i tegljačima s poluprikolicom. Slikom 8 prikazano je cjelokupno logističko poslovanje i organizacija.



**Slika 8.** Logističko poslovanje i organizacija davatelja logističkih usluga

Izvor: Izradio autor prema podacima promatrane tvrtke

Centralno skladište davatelja logističkih usluga podijeljeno je u dvije zone. Prva zona je zona u kojoj se izvršavaju cross-docking aktivnosti, dok se u drugoj zoni skladišta izvršavaju logističke usluge skladištenja robe. Od 6000 m<sup>2</sup> skladišnog prostora, 3200 m<sup>2</sup> koristi se za aktivnosti vezane za cross-docking i odlaganje robe u otpremnu zonu. U prvoj zoni gdje se izvršavaju cross-docking aktivnosti zaposleno je 25 skladišnih radnika i radi se u tri smjene po osam sati:

- prva smjena od 6:00 do 14:00 sati,
- druga smjena od 14:00 do 22:00 sata,
- treća smjena od 22:00 do 6:00 sati.

U drugoj zoni skladišta gdje se izvršavaju logističke usluge skladištenja robe i svih aktivnosti vezanih uz skladištenje robe zaposleno je 10 radnika, jedna je smjena u trajanju od 8:00 do 16:00 sati. Broj zaposlenika varira i ovisi o obujmu posla tijekom godine, odnosno radi li se o sezonskom ili izvansezonskom radu. Za vrijeme sezonskog rada tvrtka uglavnom zapošljava

pomoćne radnike – studente. Pomoćni radnici uglavnom su fokusirani na aktivnosti iskrcaja, sortiranja, deklariranja i komisioniranja robe.

U ovom radu fokus je na drugu zonu skladišta gdje se izvršavaju logističke usluge skladištenja robe, a istraživanje će se provesti na modnoj i sportskoj odjeći i obući, koja prije same pohrane odnosno odlaganja na lokacije zahtjeva određene aktivnosti koje će biti navedene i opisane u nastavku rada.

Svi regali u skladištu su paletni regali i palete se skladište u visinu, iskorištavajući tako kompletnu visinu skladišnog prostora. Pet je razina paletnih regala. Od 6000 m<sup>2</sup> skladišnog prostora, druga zona skladišta, u kojoj se obavljaju logističke usluge skladištenja robe, koristi površinu od 2800 m<sup>2</sup> i 5100 paletnih mjesta. Za pohranu modne i sportske odjeće i obuće koristi se nulta razina regala od 594 paletna mjesta, a u slučaju nedostatka istih koriste se i više razine. Također, u slučaju da se formira više paleta jednog modela, npr. tenisica iste veličine, prva formirana paleta odlaže se na nultu razinu, a svaka sljedeća formirana paleta odlaže se na više razine regala.

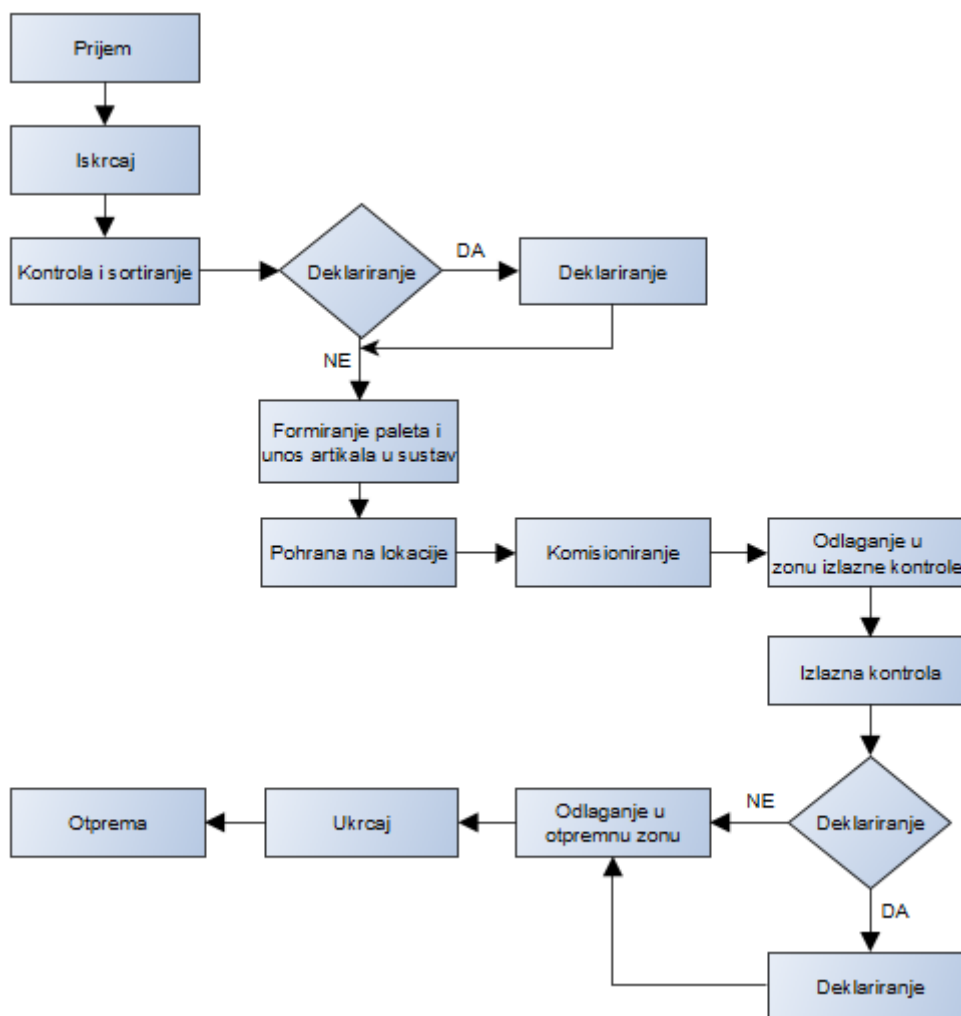
Manipulacijska sredstva koja se koriste u skladištu su ručni viličari, električni niskopodni viličari i visokoregalni viličari:

- petnaest ručnih viličara,
- sedam električnih niskopodnih viličara,
- tri električna visokoregalna viličara.

Skladište je U konfiguracije i prijem i otprema robe su na istoj strani skladišta.

Slikom 9 u nastavku prikazani su skladišni procesi i pripadajuće aktivnosti promatranog sustava, s fokusom na modnu i sportsku odjeću i obuću, koji se izvršavaju u drugoj zoni skladišta. Aktivnosti u skladištu započinju prijemom i iskrcajem robe. Iskrcavaju se kutije koje dolaze u kontejnerima u rinfuzi. Nakon iskrcaja roba se kontrolira i sortira, deklarira, formira na palete i odlaže na lokacije. Nakon čega slijede izlazni procesi: komisioniranje i otprema prema zahtjevima korisnika.





**Slika 9.** Skladišni procesi i pripadajuće aktivnosti davatelja logističkih usluga

Izvor: Izradio autor

#### 4.1. Analiza procesa prijema robe

Proces prijema robe davatelja logističkih usluga na području RH započinje najavom transportnog sredstva. Transportna sredstva kojima roba dolazi jesu kamioni s kontejnerima. Kontejneri su veličine četrdeset i dvadeset stopa. U većini slučajeva zaprimaju se kamioni s četrdeset stopnim kontejnerima. Teret koji se iskrcava su kutije u kojima se nalazi modna i sportska odjeća i obuća. Modna i sportska odjeća i obuća zaprima se sezonski u većim količinama i skladišti se na neodređeno vrijeme, a otprema se prema narudžbama korisnika.

Vozač transportnog sredstva dužan je javiti se i predati CMR<sup>5</sup> djelatniku, odnosno odgovornoj osobi za preuzimanje i potpisivanje CMR dokumenta. Kada vozač dobije odobrenje za pozicioniranje transportnog sredstva na iskrcajnu rampu slijedi slikanje

<sup>5</sup> Konvencija o ugovoru o međunarodnom prijevozu robe cestom

registarskih oznaka i plomba, skidanje plombe i otvaranje vrata i pozicioniranje vozila na ulaznu rampu. Slikanje registarskih oznaka i plomba izvršava skladišni radnik, ostale aktivnosti dužan je izvršiti vozač. Paralelno s navedenim aktivnostima jedan od skladišnih radnika priprema palete na koje će se iskrcati kutije. Nakon pozicioniranja vozila na iskrcajnu rampu slijedi iskrcaj.

Proces prijema robe davatelja logističkih usluga podijeljen je prema određenim aktivnostima:

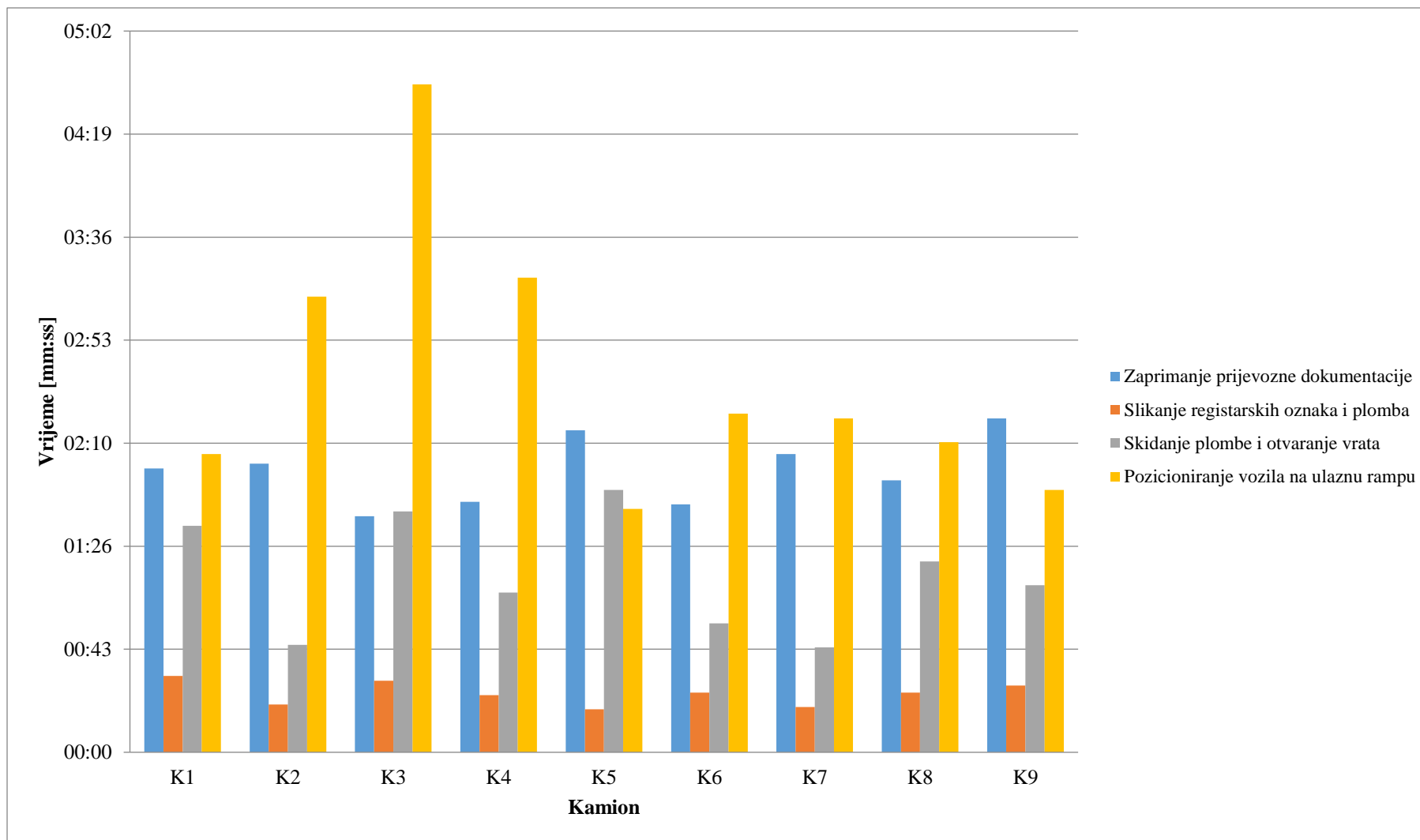
- zaprimanje prijevozne dokumentacije,
- slikanje registarskih oznaka i plomba,
- skidanje plombe i otvaranje vrata,
- pozicioniranje vozila na ulaznu rampu.

Na uzorku od devet kamiona zaprimljenih u periodu od dva tjedna u tablici 2 nalaze se podaci o trajanju aktivnosti procesa prijema. Mjerenje započinje dolaskom transportnog sredstva unutar dvorišta tvrtke. Mjerenje vremena zaprimanja prijevozne dokumentacije započinje kretanjem vozača od parkirnog mjesta do ureda tvrtke gdje se zaprima CMR dokument. Nakon odobrenja vozač pozicionira vozilo na ulaznu rampu. Zapčinje aktivnost slikanja registarskih oznaka i plomba. Aktivnosti skidanja plombe i otvaranja vrata te pozicioniranje vozila na ulaznu rampu izvršava vozač. Vrijeme aktivnosti procesa prijema ovisi o sposobnosti vozača. Iskrcaj kutija iz kontejnera izvršavaju pomoćni radnici. U slučaju nedostatka istih priključuju se i stalni zaposlenici. Tablicom 2 i grafikonom 2 u nastavku prikazano je vrijeme aktivnosti procesa prijema.

**Tablica 2.** Vrijeme aktivnosti procesa prijema

<b>Kamion</b>	<b>Zaprimanje prijevozne dokumentacije [mm:ss]</b>	<b>Slikanje registarskih oznaka i plomba [mm:ss]</b>	<b>Skidanje plombe i otvaranje vrata [mm:ss]</b>	<b>Pozicioniranje vozila na ulaznu rampu [mm:ss]</b>
<b>1</b>	01:59	00:32	01:35	02:05
<b>2</b>	02:01	00:20	00:45	03:11
<b>3</b>	01:39	00:30	01:41	04:40
<b>4</b>	01:45	00:24	01:07	03:19
<b>5</b>	02:15	00:18	01:50	01:42
<b>6</b>	01:44	00:25	00:54	02:22
<b>7</b>	02:05	00:19	00:44	02:20
<b>8</b>	01:54	00:25	01:20	02:10
<b>9</b>	02:20	00:28	01:10	01:50
<b><i>Prosječno vrijeme</i></b>	<b>01:58</b>	<b>00:25</b>	<b>01:14</b>	<b>02:38</b>

Izvor: Izradio autor

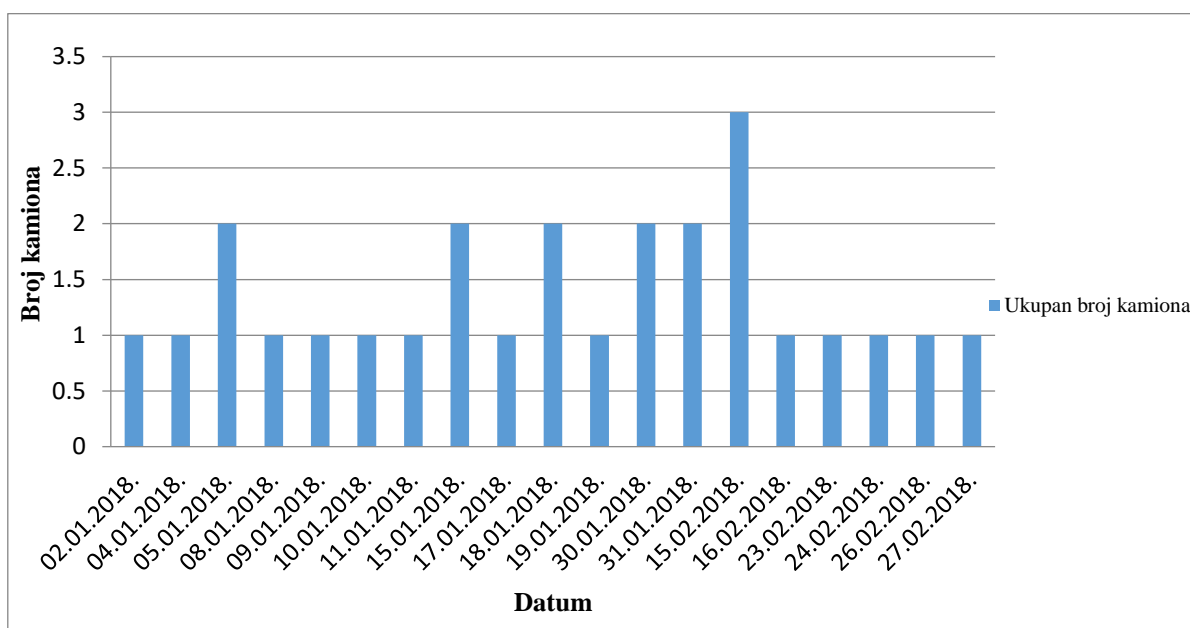


**Grafikon 2.** Vrijeme aktivnosti procesa prijema

Izvor: Izradio autor

Iz grafikona 2 vidljivo je da pozicioniranje vozila na ulaznu rampu varira od jedne minute i četrdeset i dvije sekunde do četiri minute i četrdeset sekundi, te je vremenski najduža aktivnost procesa prijema. Prosječno vrijeme kretanja vozača od parkirnog mjesta do ureda tvrtke iznosi jednu minutu i pedeset i osam sekundi. Aktivnost slikanja registarskih oznaka i plomba u prosjeku traje dvadeset i pet sekundi. Prosječno vrijeme skidanja plombe i otvaranja vrata iznosi jednu minutu i četrnaest sekundi. Pozicioniranje vozila u prosjeku traje dvije minute i trideset i osam sekundi.

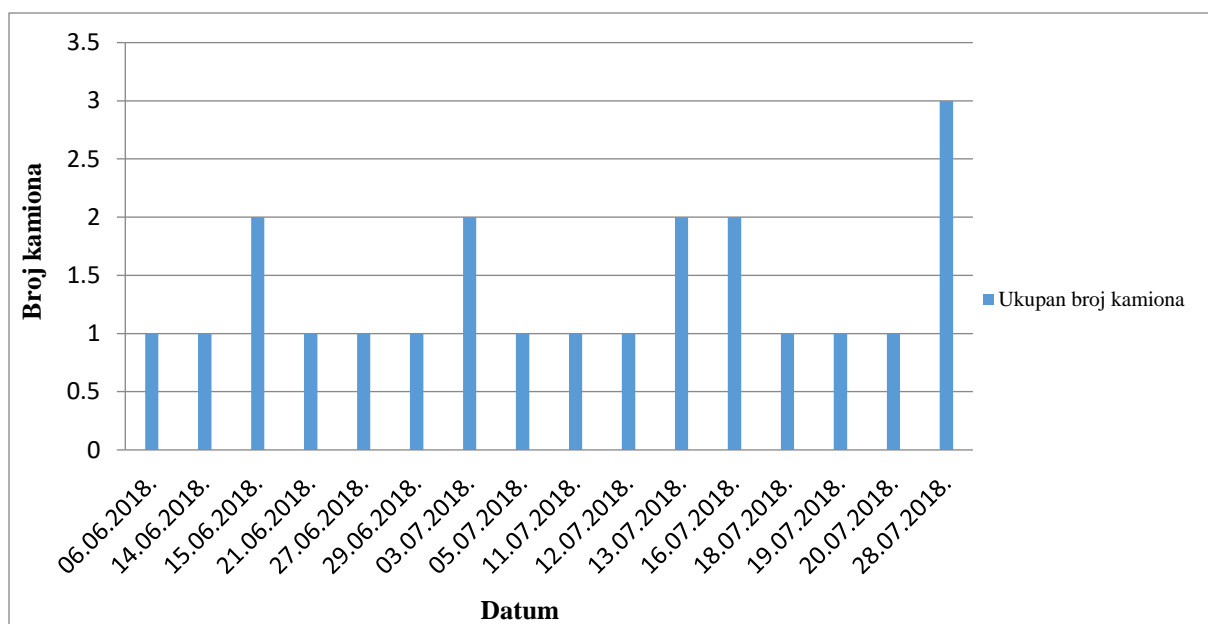
Na grafikonima 3 i 4 prikazan je intenzitet zaprimanja kamiona kroz 2018. godinu. Modna i sportska odjeća i obuća zaprima se sezonski, dva puta godišnje.



**Grafikon 3.** Intenzitet zaprimanja kamiona kroz godinu – sezona zima

Izvor: Izradio autor prema podacima promatrane tvrtke

Grafikon 3 prikazuje intenzitet zaprimanja kamiona kroz godinu – sezona zima. U sezoni zima zaprimanje se odvijalo u periodu od 02. 01. 2018. do 27. 02. 2018. Ukupno u sezoni zima zaprimljeno je dvadeset i šest kamiona.



**Grafikon 4.** Intenzitet zaprimanja kamiona kroz godinu – sezona ljeto

Izvor: Izradio autor prema podacima promatrane tvrtke

U sezoni ljeto koja je prikazana grafikonom 4 zaprimljeno je dvadeset i dva kamiona. Kamioni su zaprimljeni u periodu od 06.06.2018. do 28.07.2018.

Iz grafikona 3 i 4 vidljivo je da se u jednom danu zaprimi maksimalno tri kamiona, a u 68% slučajeva zaprimi se jedan kamion u danu.

## 4.2. Analiza procesa pohrane robe

Proces pohrane robe davatelja logističkih usluga započinje iskrcajem i transportom kutija iz kontejnera u prostor skladišta. Nakon iskrcaja kutija i transporta u prostor skladišta slijede aktivnosti koje prethode samoj pohrani odnosno odlaganju robe na skladišne pozicije. Aktivnosti procesa pohrane mogu se podijeliti u četiri skupine:

- otvaranje kutija i kontrola svakog artikla u kutiji,
- sortiranje kutija prema šiframa i veličini artikala,
- formiranje paleta,
- skeniranje formiranih paleta i unos artikala u WMS sustav.

Nakon navedenih aktivnosti formirane palete odlažu se na skladišne lokacije.

Iskrcaj izvršavaju četiri skladišna radnika. Dvojica radnika slažu kutije na palete, treći radnik zadužen je za iskrcaj složenih paleta iz kontejnera u prijemnu zonu skladišta i brojanje

složeni kutija na paleti, dok četvrti radnik transportira složene palete u skladišni prostor gdje roba čeka na izvršavanje navedenih aktivnosti. Završetkom iskrcanja radnik zadužen za brojanje iskrcanih kutija prijavljuje broj kutija djelatniku zaduženom za potpisivanje CMR dokumenta.

Detaljna kontrola iskrcanih kutija sastoji se od sljedećih aktivnosti: otvaranje kutija i kontrola svakog pojedinačnog pakiranja u kutiji. Svako pakiranje u kutiji mora sadržavati artikl. U slučaju nedostatka artikla u pakiranju, radnik je dužan prijaviti nedostatak. Ova vrsta kontrole sadrži još provjeru artikala prema šifri i veličini modela. U većini slučajeva, u jednoj kutiji nalazi se isti model i veličina artikla. Nakon završetka navedenih aktivnosti na gornjoj površini kutije markerom se ispisuje veličina modela koja se nalazi u kutiji. Kako bi se olakšalo daljnje formiranje paleta kontrolirane kutije sortiraju se prema šifri i veličini modela. Navedene aktivnosti izvršavaju pomoćni radnici. U slučaju nedostatka istih priključuju se i stalni zaposlenici.

Ovisno o mogućnostima tvrtka robu deklarira za vrijeme procesa pohrane robe. Ako se deklariranje ne stigne obaviti, izvršava se paralelno s izlaznom kontrolom robe. Vrijeme aktivnosti deklariranja prikazano je tablicom 3 u nastavku. Na uzorku od deset kutija prosječno vrijeme deklariranja iznosi jednu minutu i sedam sekundi. U kutiji se nalazi dvanaest artikala.

**Tablica 3.** Prosječno vrijeme deklariranja

Kutija broj	Vrijeme [mm:ss]
1	01:05
2	01:08
3	00:58
4	01:13
5	01:03
6	01:15
7	01:22
8	01:11
9	00:55
10	01:02
<i>Prosječno vrijeme</i>	<b>01:07</b>

Izvor: Izradio autor

Prije samog formiranja palete, skladišni radnik prema skladišnoj primici – u kojoj su navedeni svi modeli prema šiframa, veličini i količini – uspoređuje količinu artikala

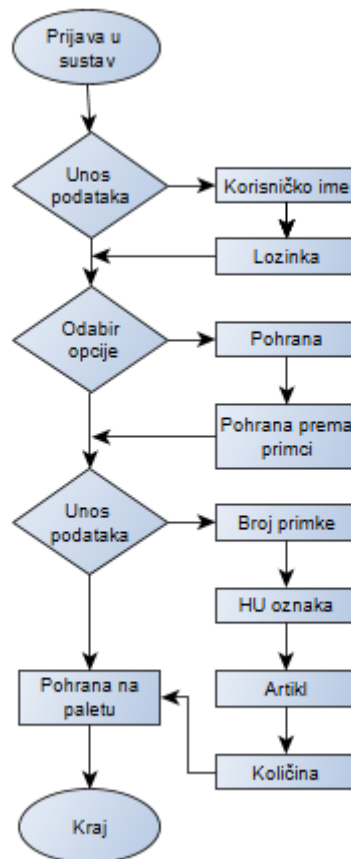
navedenih u skladišnoj primici prema sortiranoj količini. Ne postoji određeno pravilo formiranja paleta. Skladišni radnik prema svojoj procjeni određuje kako će formirati paletu. Obraća pozornost da isti model i veličina budu zaprimljeni na paleti. U slučaju niske razine popunjenosti palete, formira se paleta na kojoj se nalazi više šifri i veličina modela. Formirana paleta označava se HU oznakom odnosno naljepnicom. Putem HU oznake, koja se skenira prije unosa artikla i količine, u WMS<sup>6</sup> (eng. Warehouse Management System) sustav unose se svi artikli koji se nalaze na paleti. Također, putem HU oznake u WMS sustavu mogu se provjeriti svi zaprimljeni artikli na paleti. Slikom 10 u nastavku prikazan je dijagram toka procesa unosa artikala u WMS sustav.

Unosom korisničkog imena i lozinke skladišni radnik ulogira se skenerom u sustav. Nakon unosa podataka sustav traži odabir opcije za daljnji rad. U ovom slučaju radi se o pohrani robe. Roba se u sustav unosi prema skladišnoj primci. U skladišnoj primci navedeni su artikli prema šifri modela, veličini i količini za iskrvani kontejner. Skladišna primka izrađuje se nakon zaprimanja robe u prostor skladišta. Nakon odabira pohrane robe sustav traži unos broja primke, HU oznaku palete te artikl i količinu artikla koja se zaprima na paletu. Unosom navedenih podataka i pohrane istih u sustav, zaprimanje artikala za jednu formiranu paletu je završeno. Slijedi isti postupak za zaprimanje svake sljedeće formirane palete. Na slici 10 dijagramom toka prikazan je proces unosa artikala u WMS sustav.

---

<sup>6</sup> Računalni sustav koji omogućuje kontrolu logističkih procesa u skladištu



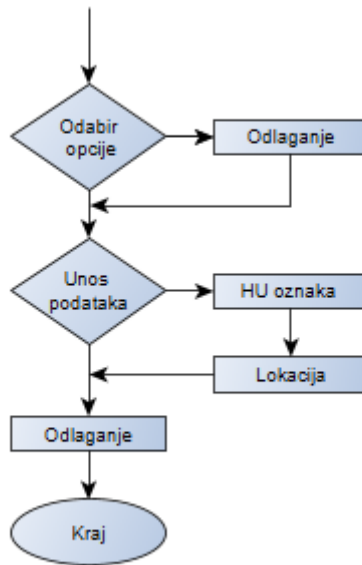


**Slika 10.** Proces unosa artikala u WMS sustav

Izvor: Izradio autor

Formiranjem palete i unosom artikala u WMS sustav formirane palete odlažu se na skladišnu lokaciju. Ne postoji određeno pravilo odlaganja formiranih paleta na skladišne lokacije. Formirane palete odlažu su nasumično, na prvo slobodno mjesto. Slikom 11 u nastavku dijagramom toka prikazan je proces unosa potrebnih podataka za odlaganje formiranih paleta na skladišne lokacije.

Nakon formiranja palete i unosa artikala u WMS sustav potrebno je formiranu paletu odložiti na skladišnu lokaciju. Skladišni radnik formiranu paletu transportira na lokaciju gdje će istu odložiti. Odabirom opcije odlaganja, skladišni radnik skenira HU oznaku i lokaciju. Odlaganjem formiranih paleta na skladišne lokacije proces pohrane robe je završen.



**Slika 11.** Proces unosa potrebnih podataka za odlaganje formirane palete na skladišnu lokaciju

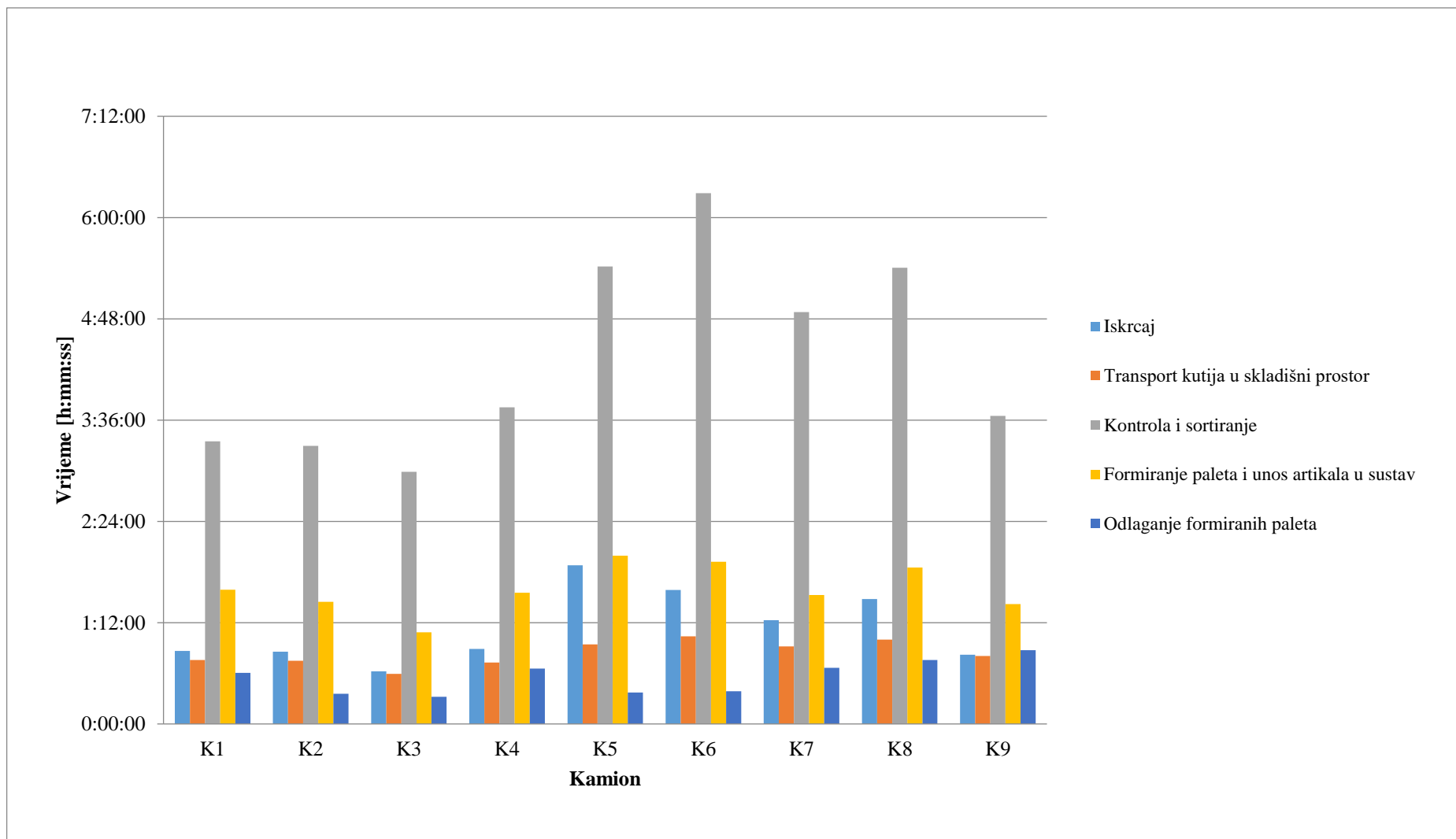
Izvor: Izradio autor

U tablici 4 prikazano je vrijeme svake aktivnosti procesa pohrane robe. Na uzorku od devet kamiona zaprimljenih u periodu od dva tjedna u tablici 4 nalaze se podaci o trajanju aktivnosti procesa pohrane robe. Mjerenje je započelo iskrcajem kutija iz kontejnera. Paralelno s iskrcajem izvršava se transport kutija u prostor skladišta. Aktivnosti kontrole i sortiranja izvršavaju se nakon iskrcaja kutija i najzahtjevnije su aktivnosti procesa pohrane robe. Nakon završetka kontrole i sortiranja slijedi formiranje paleta i unos artikala u WMS sustav. Unosom artikala u sustav formirane palete spremne su za odlaganje na lokacije. Odlaganje formiranih paleta izvršava se paralelno s formiranjem paleta. Tablica 4 prikazana je u nastavku.

**Tablica 4.** Vrijeme aktivnosti procesa pohrane robe

<b>Kamion</b>	<b>Broj kutija</b>	<b>Broj formiranih paleta</b>	<b>Iskrcaj [h:mm:ss]</b>	<b>Transport kutija u skladišni prostor [h:mm:ss]</b>	<b>Kontrola i sortiranje [h:mm:ss]</b>	<b>Formiranje paleta i unos artikala u sustav [h:mm:ss]</b>	<b>Odlaganje formiranih paleta [h:mm:ss]</b>
<b>1</b>	762	34	0:51:57	0:45:23	3:20:59	1:35:28	0:36:22
<b>2</b>	690	32	0:51:23	0:44:55	3:17:42	1:26:54	0:21:25
<b>3</b>	452	26	0:37:20	0:35:33	2:59:15	1:05:13	0:19:16
<b>4</b>	617	44	0:53:20	0:43:35	3:45:05	1:33:18	0:39:22
<b>5</b>	1001	51	1:52:45	0:56:30	5:25:14	1:59:35	0:22:19
<b>6</b>	1026	43	1:35:15	1:02:15	6:17:15	1:55:16	0:23:16
<b>7</b>	875	54	1:13:45	0:55:13	4:52:44	1:31:38	0:40:00
<b>8</b>	1014	53	1:28:44	0:59:55	5:24:15	1:51:09	0:45:29
<b>9</b>	655	62	0:49:13	0:48:15	3:38:57	1:25:13	0:52:27
<i>Prosječno vrijeme</i>			<b>1:08:11</b>	<b>0:50:10</b>	<b>4:20:10</b>	<b>1:35:58</b>	<b>0:33:20</b>

Izvor: Izradio autor



**Grafikon 5.** Vrijeme aktivnosti procesa pohrane robe

Izvor: Izradio autor

Iz grafikona 5 vidljivo je da je aktivnost kontrole i sortiranja najzahtjevnija i u prosjeku traje duže od ostalih aktivnosti procesa pohrane. Aktivnost kontrole i sortiranja varira i ovisi o broju kutija i broju radnika koji izvršavaju navedenu aktivnost. Prosječno vrijeme aktivnosti kontrole i sortiranja iznosi četiri sata dvadeset minuta i deset sekundi. Također, aktivnost odlaganja formiranih paleta na skladišne lokacije varira i ovisi o prijednom transportnom putu od mjesta formiranja do skladišne lokacije, a prosječno vrijeme iznosi trideset i tri minute i dvadeset sekundi. Iskrcaj kutija iz kontejnera u prosjeku traje jedan sat osam minuta i jedanaest sekundi. Transport iskrcajnih kutija – koji se izvršava paralelno s iskrcajem – u skladišni prostor u prosjeku traje pedeset minuta i deset sekundi. Prosječno vrijeme formiranja paleta i unosa artikala u sustav iznosi jedan sat trideset i pet minuta i pedeset i osam sekundi. Dva radnika izvršavaju aktivnost formiranja paleta i unosa artikala u sustav.

U tablici 5 i 6 u nastavku prikazana je ukupna količina zaprimljenih artikala, te formiranih paleta u 2018. godini. U sezoni zima ukupno je zaprimljeno 174 824 artikala i formirano 1024 paleta. Ukupan broj zaprimljenih kutija iznosi 14 499 ukupne mase 139 859,2 kg. U sezoni ljeto zaprimljeno je 91 441 artikala i formirano 512 paleta. Ukupan broj zaprimljenih kutija iznosi 7 236 ukupne mase 73 152,8 kg. Usporedbom podataka iz tablice 5 i 6 vidljivo je da je 52% artikala manje zaprimljeno u sezoni ljeto.

**Tablica 5.** Ukupna količina zaprimljenih artikala i formiranih paleta u sezoni zima

<b>Broj primke</b>	<b>Ukupna broj kutija</b>	<b>Ukupna broj artikala</b>	<b>Ukupan broj formiranih paleta</b>	<b>Ukupna masa [kg]</b>
239633	762	9144	34	7315,2
239830	690	8280	32	6624
240076	452	5432	26	4345,6
240097	347	4164	15	3331,2
240265	617	7404	44	5923,2
240388	1001	12011	51	9608,8
240577	1026	12312	43	9849,6
240753	875	10500	54	8400
241133	205	2460	26	1968
241135	1014	12168	53	9734,4
241531	12	144	2	115,2
241669	2466	29590	228	23672
241679	580	6966	50	5572,8
241928	10	118	1	94,4
243183	261	3128	32	2502,4
243192	11	988	1	790,4
243379	197	2359	24	1887,2
243437	159	1906	17	1524,8
245541	777	9323	58	7458,4
245543	595	7140	72	5712
245544	244	2927	28	2341,6
245821	183	2192	20	1753,6
246815	655	7855	62	6284
246925	825	9900	22	7920
247081	449	5385	19	4308
247195	86	1028	10	822,4
<b>Ukupno</b>	<b>14499</b>	<b>174824</b>	<b>1024</b>	<b>139859,2</b>

Izvor: Izradio autor prema podacima promatrane tvrtke

**Tablica 6.** Ukupna količina zaprimljenih artikala i formiranih paleta u sezoni ljeto

Broj primke	Ukupna broj kutija [kom]	Ukupna broj artikala [kom]	Ukupan broj formiranih paleta [kom]	Ukupna masa [kg]
260217	19	222	1	177,6
261553	79	943	8	754,4
261676	10	114	1	91,2
261677	2	20	1	16
262502	596	7144	28	5715,2
263366	798	9576	38	7660,8
263749	833	9987	69	7989,6
264167	13	152	1	121,6
264175	405	4860	20	3888
264464	1206	14466	100	11572,8
265251	4	39	1	31,2
265418	482	5784	33	4627,2
265579	79	948	9	758,4
265641	57	676	7	540,8
265828	36	424	1	339,2
265950	651	7803	51	6242,4
266187	144	6450	4	5160
266400	562	6740	45	5392
266723	334	3998	20	3198,4
267903	313	3751	13	3000,8
267914	542	6499	50	5199,2
267916	71	845	11	676
<b>Ukupno</b>	<b>7236</b>	<b>91441</b>	<b>512</b>	<b>73152,8</b>

Izvor: Izradio autor prema podacima promatrane tvrtke

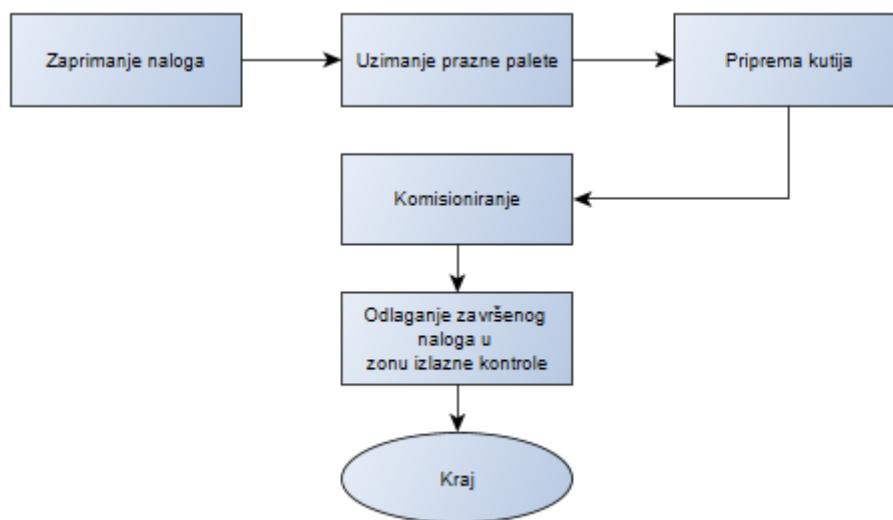
### 4.3. Analiza procesa komisioniranja robe

Proces komisioniranja skladišnih jedinica sa skladišnih pozicija u promatranom sustavu započinje nakon zaprimljenog naloga. Tvrtka koristi princip komisioniranja pomoću papira. Izuzimaju se pojedinačna pakiranja iz kutija. Djelatnik tvrtke zadužen za izradu naloga, izrađuje nalog prema zahtjevu korisnika. Artikli navedeni u nalogu izuzimaju se po principu FIFO.

Tvrtka naručuje kutije koje su dimenzionirane tako da se svako pakiranje može smjestiti u kutiju. Dimenzije kutija u korelaciji su s EURO paletom. Po širini i dužini na paletu se smjesti

tri kutije. Tvrtka štedi korištenje isti. Tijekom komisioniranja, u slučaju izuzimanja zadnjeg pakiranja iz kutije ista se koristi za smještaj ostalih artikala koji se izuzimaju.

Nakon zaprimljenog naloga, komisioner priprema praznu paletu i kutije te započinje proces komisioniranja robe. Izuzimaju se pojedinačna pakiranja, odnosno artikli iz kutija. Za komisioniranje koriste se ručni viličari, jer se većina artikala nalazi na nultoj razini regala, a u slučaju da se isti nalaze na višim razinama koriste se i visokoregalni viličari. Nakon završetka naloga, komisioner isti odlaže u zonu izlazne kontrole. Odlaganjem završenog naloga u zonu izlazne kontrole proces komisioniranja robe je završen. Na slici 12 dijagramom toka prikazane su aktivnosti procesa komisioniranja.

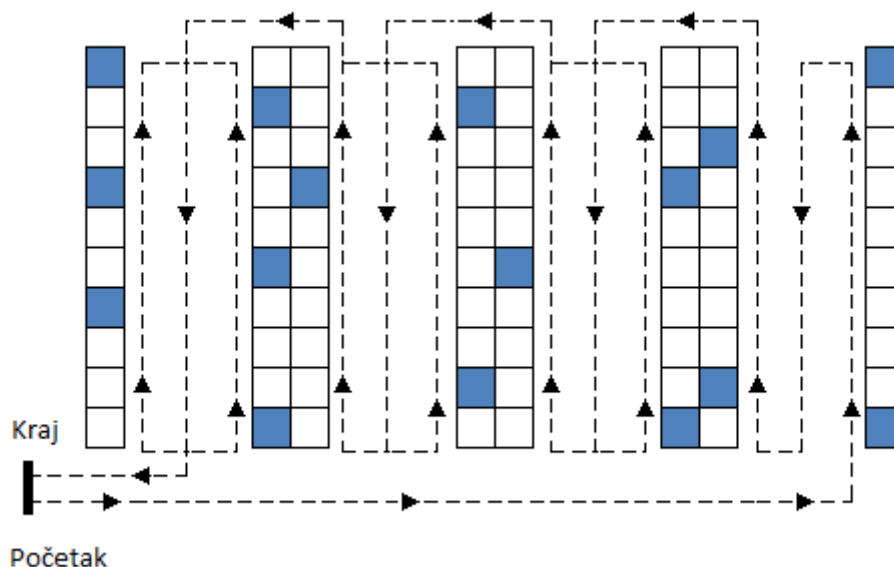


**Slika 12.** Aktivnosti procesa komisioniranja

Izvor: Izradio autor

Slikom 13 u nastavku prikazan je nacrt transportnog puta procesa komisioniranja. Komisioner prikuplja desnu stranu, vraća se na početak i započinje prikupljanje lijeve strane, prelazi u drugi red, vraća se na početak i ponavlja radnju kao u prethodnom redu.





**Slika 13.** Nacrt transportnog puta komisioniranja

Izvor: Izradio autor

Na uzorku od dvadeset i dvije narudžbe u tablici 7 nalaze se podaci o trajanju aktivnosti procesa komisioniranja. U tablici su prikazane narudžbe prema broju linija i stavki, ukupno vrijeme komisioniranja i vrijeme traženja artikala. Prema podacima iz tablice 7 vidljivo je prolongirano vrijeme procesa komisioniranja. Vrijeme komisioniranja ovisi o broju linija i stavki narudžbe te skladišnim lokacijama na kojima se izuzimaju artikli. Ako se na lokaciji nalazi više različitih modela i veličina automatski je i vrijeme komisioniranja duže. Vrijeme komisioniranja ovisi i o sposobnosti i iskustvu komisionera. Ako se na lokaciji nalazi više modela i veličina iskusniji radnik brže pronalazi traženi artikl, što nije slučaj s novim pomoćnim ili sezonskim radnikom.

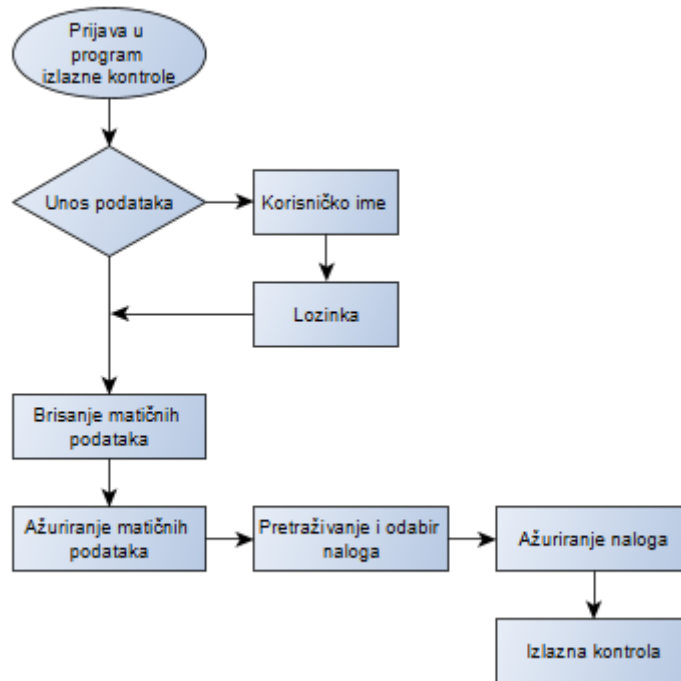
**Tablica 7.** Vrijeme procesa komisioniranja

Nalog	Broj linija	Broj stavki	Vrijeme komisioniranja [h:mm:ss]	Traženje artikala [h:mm:ss]
986306	48	78	1:08:30	0:18:56
985797	50	62	1:10:15	0:15:45
986308	24	33	0:21:15	0:06:13
985987	89	144	1:55:23	0:28:30
985780	38	49	0:29:16	0:08:37
985798	25	29	0:20:45	0:05:11
983931	36	132	0:40:09	0:22:09
983925	24	69	0:31:24	0:11:15
983924	14	46	0:15:14	0:03:54
983926	14	48	0:15:45	0:03:23
983934	14	44	0:17:31	0:04:18
983935	9	34	0:15:03	0:03:36
983930	36	118	1:10:15	0:23:49
983923	59	167	1:48:55	0:35:16
983932	38	125	0:45:16	0:15:18
983929	36	95	0:42:38	0:17:20
985136	10	29	0:13:23	0:03:01
983927	57	151	1:21:48	0:17:21
983933	55	138	1:28:53	0:25:26
983936	32	100	0:55:42	0:28:01
982475	134	221	2:23:18	0:54:46
982477	108	179	2:10:13	0:50:37

Izvor: Izradio autor

#### 4.4. Analiza procesa otpreme robe

Prije same otpreme robe prema krajnjim korisnicima, odnosno odlaganja robe u otpremnu zonu, roba prolazi detaljnu kontrolu. Za svaku završenu narudžbu izvršava se izlazna kontrola. Skeniraju se svi artikli narudžbe. U slučaju nedostatka ili viška artikla, radnik izlazne kontrole mora pronaći traženi artikl ili vratiti višak na pripadajuću lokaciju, a svaki pogrešni vratiti i zamijeniti traženim. Ako artikl nema deklaraciju mora se deklarirati. Slikom 14 u nastavku dijagramom toka prikazan je proces prijave u program izlazne kontrole.



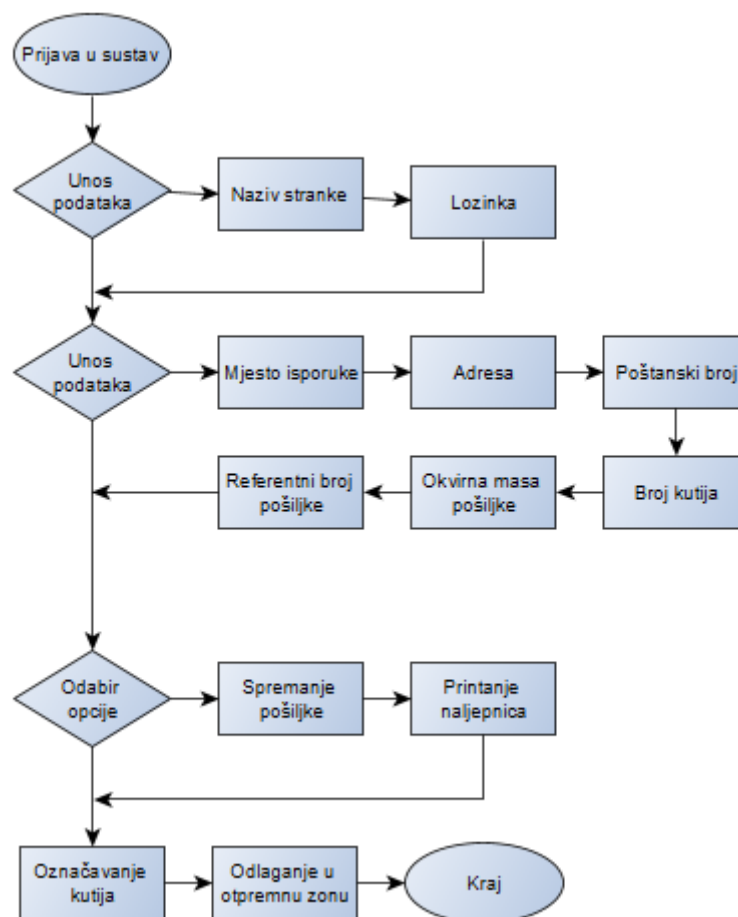
**Slika 14.** Prijava u program izlazne kontrole

Izvor: Izradio autor

Nakon završetka izlazne kontrole slijedi najavljanje pošiljke prema primatelju. Za najavljanje pošiljke prema primatelju potrebno je unijeti podatke o:

- primatelju: mjesto, adresa i poštanski broj,
- veličina pošiljke: broj kutija ili paleta,
- okvirna masa pošiljke,
- referentni broj pošiljke.

Nakon unosa navedenih podataka i najave pošiljke prema primatelju printaju se naljepnice kojima se označe najavljene kutije ili palete. Označene kutije i palete transportiraju se u otpremnu zonu skladišta gdje čekaju na ukrcaj u vozilo i otpremu. Da bi sustav ažurirao podatke o stanju zaliha, odnosno registrirao koji su artikli otpremljeni prema korisnicima svaki najavljeni nalog potvrđuje se u WMS sustavu. Na slici 15 dijagramom toka prikazan je postupak najavljanja pošiljke prema korisnicima.



**Slika 15.** Postupak najavlјivanja pošilјke prema korisnicima

Izvor: Izradio autor

Na uzorku od dvadeset i dvije narudžbe u tablici 8 prikazano je vrijeme izlazne kontrole i ukupno vrijeme ispravljanja za svaku narudžbu. Prema podacima iz tablice 8 vidljivo je prolongirano vrijeme izlazne kontrole. Za svaku narudžbu naveden je broj ukupno nepronadenih, pogrešno komisioniranih i nedeklariranih artikala. Osim potrebnog vremena za ispravljanje pogrešaka, vrijeme izlazne kontrole ovisi i o broju nedeklariranih artikala. Od dvadeset i dvije narudžbe ispravno je ispunjeno šest narudžbi. Ukupno je trideset nepronadenih artikala, a pogrešno komisioniranih je četrdeset i četiri artikla. Tisuću dvadeset i pet je nedeklariranih artikala. Tablica 8 prikazana je u nastavku.

**Tablica 8.** Vrijeme izlazne kontrole

Nalog	Ukupno stavki	Ukupno nepronadenih artikala	Ukupno pogrešno komisioniranih	Ukupno nedeklariranih artikala	Okvirna masa pošiljke [kg]	Ukupno kutija	Ukupno vrijeme izlazne kontrole [h:mm:ss]	Ukupno vrijeme ispravljanja [h:mm:ss]
986306	78	5	2	54	101,4	7	0:16:14	0:05:18
985797	62	1	3	62	80,6	4	0:12:46	0:02:41
986308	33	0	0	33	42,9	2	0:06:34	0:00:00
985987	144	2	4	0	187,2	12	0:12:38	0:04:06
985780	49	0	0	34	63,7	5	0:07:31	0:00:00
985798	29	0	1	0	37,7	2	0:04:58	0:00:56
983931	132	5	3	99	171,6	12	0:22:35	0:06:41
983925	69	2	0	69	89,7	7	0:14:19	0:03:45
983924	46	0	1	46	59,8	5	0:11:30	0:03:20
983926	48	0	0	48	62,4	4	0:08:29	0:00:00
983934	44	0	0	44	57,2	4	0:08:10	0:00:00
983935	34	0	1	34	44,2	4	0:07:51	0:01:10
983930	118	3	5	39	153,4	11	0:17:21	0:04:10
983923	167	0	4	68	217,1	14	0:22:41	0:07:17
983932	125	1	0	47	162,5	11	0:13:17	0:02:09
983929	95	0	0	31	123,5	10	0:10:13	0:00:00
985136	29	0	0	29	37,7	3	0:05:27	0:00:00
983927	151	2	4	40	196,3	13	0:17:51	0:06:30
983933	138	1	3	42	179,4	13	0:15:50	0:03:39
983936	100	1	2	39	130	10	0:13:35	0:02:55
982475	221	4	7	89	287,3	13	0:35:21	0:07:50
982477	179	3	4	78	232,7	9	0:29:52	0:07:19

Izvor: Izradio autor

Otpremna zona skladišta podijeljena je prema regijama: Osijek, Zadar, Rijeka, Split, Varaždin zatim slijedi Zagreb i okolica Zagreba i trgovački centri. Okolica Zagreba dijeli se na: Bjelovar, Sesvete, Sisak, Samobor, Krapinu, Karlovac i Liku.

Otprema robe izvršava se u popodnevnoj i jutarnjoj smjeni. U popodnevnoj smjeni otpremaju se regije Osijek, Zadar, Rijeka, Split, Varaždin. Zagreb, okolica Zagreba i trgovački centri otpremaju se u jutarnjoj smjeni. Noćna smjena zadužena je izuzimanje robe prema listama prijevoznika. Nakon što se pripremi sva roba prema listama prijevoznika slijedi ukrcaj robe iz zona Zagreb, okolica Zagreba i trgovački centri.

#### **4.5. Nedostaci promatranog sustava**

Nakon provedenog istraživanja u promatranj tvrtki primijećeni su nedostaci koje je moguće optimizirati reorganizacijom pohrane robe. Tijekom istraživanja uočen je neproduktivan transportni put komisioniranja. Nedostaci promatranog sustava su:

- nasumična pohrana robe
- deklariranje robe paralelno s izlaznom kontrolom
- prolongirano vrijeme procesa komisioniranja
- prolongirano vrijeme izlazne kontrole
- nacrt transportnog puta komisioniranja

##### **4.5.1. Nasumična pohrana robe**

U promatranj tvrtki roba se pohranjuje nasumično, odnosno na prvo slobodno mjesto. Skladišni radnik sam prema svojoj procjeni određuje gdje će odložiti formirane palete. Krajem zimske sezone i početkom ljetne, i obratno, postoje artikli koji nisu otpremljeni, odnosno oni artikli koji čekaju na otpremu prema zahtjevima korisnika. Kako bi se oslobodio prostor za pohranu nove robe, sva roba prethodne sezone okrupni se na manji broj paleta i preskladišti na nove lokacije. Roba prethodne sezone odvaja se od novo zaprimljene robe.

Okrupnjavanjem robe prethodne sezone te odlaganjem na nove lokacije za posljedicu ima miješanje više različitih vrsta artikala na lokacijama. Što utječe na pogrešno izuzimanje i nepronalaženje artikala na lokacijama. Ovim načinom okrupnjavanja ista veličina i model artikla nalazi se na više skladišnih lokacija. Npr. prema nalogu komisioner mora prikupiti isti

model i veličinu na dvije ili više različitih lokacija. Što za posljedicu ima prolongirano vrijeme procesa komisioniranja.

#### **4.5.2. Deklariranje artikala paralelno s izlaznom kontrolom**

Aktivnost deklariranja obavlja se za vrijeme procesa pohrane robe. U slučaju da se artikli ne stignu deklarirati prije pohrane robe na skladišne lokacije deklariraju se paralelno s izvršavanjem izlazne kontrole. Svaki nedeklarirani artikl utječe na prolongirano vrijeme izlazne kontrole. Na uzorku od dvadeset i dvije narudžbe ukupno je nedeklarirano 1025 artikala. Skladišni radnik tijekom izlazne kontrole izgubi jedan sat trideset i pet minuta i dvadeset i tri sekunde. Tablicom 9 prikazano je ukupno vrijeme deklariranja.

**Tablica 9.** Ukupno vrijeme deklariranja

<b>Ukupan broj narudžbi</b>	22
<b>Ukupan broj nedeklariranih artikala [kom]</b>	1025
<b>Prosječno vrijeme deklariranja za 12 artikala [mm:ss]</b>	01:07
<b>Ukupno vrijeme deklariranja [h:mm:ss]</b>	1:35:23

Izvor: Izradio autor

#### **4.5.3. Prolongirano vrijeme procesa komisioniranja**

Prema istraženim podacima može se primijetiti kako je ukupno vrijeme komisioniranja prolongirano. Vrijeme komisioniranja uvelike se povećava zbog traženja artikala na lokacijama. Traženje artikala varira od tri minute i dvadeset i tri sekunde do pedeset i četiri minute i četrdeset i šest sekundi ovisno o broju linija i stavki naloga, a najviše ovisi o lokacijama gdje se izuzimaju artikli.

Istraživanje je provedeno za dvadeset i dva različita naloga koja su isporučena isti dan prema zahtjevu korisnika. Deset komisionera izvršavalo je proces komisioniranja. Ukupan broj linija narudžbi je 950, a prikupljena je ukupno 2091 stavka. Ukupno vrijeme komisioniranja za dvadeset i dvije narudžbe je dvadeset sati četrdeset minuta i pedeset i jedna sekunda. Uloženo vrijeme za traženje artikala na lokacijama iznosi šest sati četrdeset i dvije minute i četrdeset i dvije sekunde. Prikazano tablicom 10 u nastavku.

**Tablica 10.** Ukupno vrijeme procesa komisioniranja prema broju narudžbi

<b>Ukupan broj narudžbi</b>	22
<b>Ukupan broj linija</b>	950
<b>Ukupan broj stavki</b>	2091
<b>Ukupno vrijeme komisioniranja</b> [h:mm:ss]	20:40:51
<b>Traženje artikala</b> [h:mm:ss]	6:42:42
<b>Broj komisionera</b>	10

Izvor: Izradio autor

Ako se uzme u obzir deset komisionera koji ispunjavaju narudžbe, dolazi do rezultata da je prosjek 2,2 ispunjenih narudžbi po osobi. Svaki komisioner ispuni u prosjeku devedeset i pet linija narudžbe i izuzme dvije stotine i devet stavki narudžbe. Vrijeme komisioniranja u prosjeku traje dva sata četiri minute i pet sekundi, a traženje artikala po komisioneru u prosjeku je četrdeset minuta i šesnaest sekundi. Tablicom 11 prikazana je produktivnost komisioniranja po osobi.

**Tablica 11.** Produktivnost komisioniranja po osobi

<b>Narudžbe po osobi</b>	2,2
<b>Linija po osobi</b>	95
<b>Stavki po osobi</b>	209,1
<b>Vrijeme komisioniranja po osobi</b> [h:mm:ss]	2:04:05
<b>Traženje artikala po osobi</b> [h:mm:ss]	0:40:16

Izvor: Izradio autor

Prema prosječno ispunjenom broju narudžbi i linija narudžbi te prosječno prikupljenom broju stavki tablicom 12 prikazana je produktivnost komisioniranja po osobi po satu. U prosjeku jedna osoba ispuni jednu narudžbu i četrdeset i šest linija po satu, te izuzme stotinu i jednu stavku po satu.



**Tablica 12.** Produktivnost komisioniranja po osobi po satu

<b>Narudžbe</b> [osoba/sat]	1,0637
<b>Linije</b> [osoba/sat]	45,9325
<b>Stavke</b> [osoba/sat]	101,0998

Izvor: Izradio autor

Prema navedenoj tablici 11 može se primijetiti da komisioner u dva sata četiri minute i pet sekundi izgubi oko 32% vremena na traženje artikala. U nastavku u tablici 13 prikazan je gubitak vremena na traženje artikala u jednom satu, radnom danu, te tjednu, mjesecu i godini dana. U prosjeku komisioner u jednom satu izgubi oko devetnaest minuta i dvadeset i devet sekundi na traženje artikala. Tablicom 13 prikazan je gubitak vremena na traženje artikala.

**Tablica 13.** Gubitak vremena na traženje artikala

<b>Promatrani period</b>	<b>Traženje artikala [h:mm:ss]</b>
Jedan sat	0:19:29
Jedan dan	2:36:23
Tjedan dana	13:01:55
Mjesec dana	52:07:40
Jedna godina	625:32:00

Izvor: Izradio autor

#### **4.5.4. Prolongirano vrijeme izlazne kontrole**

Prema istraženim podacima može se primijetiti kako je ukupno vrijeme izlazne kontrole prolongirano. Vrijeme izlazne kontrole ovisi o broju stavki, nepronadenim i pogrešno komisioniranim artiklima i broju nedeklariranih artikala. Vrijeme izlazne kontrole varira od četiri minute i pedeset i osam sekundi do trideset i pet minuta i dvadeset i jedne sekunde. Ovisno o narudžbama, pogreškama te nedeklariranim artiklima. Vrijeme ispravljanja pogrešaka varira od pedeset i šest sekundi do sedam minuta i pedeset sekundi i ovisi o putovanju do skladišne lokacije i stanju zaliha na pojedinoj lokaciji.

Ovisno o broju narudžbi i stavki za aktivnost izlazne kontrole potrebno je od jednog do tri skladišna radnika. Tijekom istraživanja za dvadeset i dvije narudžbe isporučene istoga dana jedan skladišni radnik izvršava aktivnost izlazne kontrole. Ukupno vrijeme izlazne kontrole za 2091 stavku je pet sati petnaest minuta i tri sekunde. Ukupan broj nepronadenih artikala je 30, pogrešno komisioniranih 44, dok je ukupno nedeklariranih artikala 1025. Ukupno vrijeme ispravljanja pogrešaka i pronalaženja artikala je jedan sat devet minuta i četrdeset i šest sekundi. Vrijeme potrebno za deklariranje iznosi jedan sat trideset i pet minuta i dvadeset i tri sekunde. Prema tablici 14 može se primijetiti prolongirano vrijeme izlazne kontrole. Uzrok prolongiranog vremena su pogreške tijekom procesa komisioniranja i broj nedeklariranih stavki.

**Tablica 14.** Ukupno vrijeme izlazne kontrole prema broju stavki, nedeklariranih artikala i pogrešaka tijekom komisioniranja

<b>Ukupno stavki</b>	2091
<b>Ukupno nepronadenih stavki</b>	30
<b>Ukupno pogrešno komisioniranih stavki</b>	44
<b>Ukupno nedeklariranih stavki</b>	1025
<b>Ukupno vrijeme deklariranja [h:mm:ss]</b>	1:35:23
<b>Ukupno vrijeme ispravljanja [h:mm:ss]</b>	1:09:46
<b>Ukupno vrijeme izlazne kontrole [h:mm:ss]</b>	5:15:03

Izvor: Izradio autor

Gubitak vremena za ispravljanje pogrešaka i deklariranje tijekom izlazne kontrole prema dvadeset i dvije narudžbe za period od jednog dana do godine dana prikazan je tablicom 15 u nastavku. Skladišni radnik izgubi jedan sat devet minuta i četrdeset i šest sekundi za ispravljanje pogrešaka. Za deklariranje artikla potrebno je jedan sat trideset i pet minuta i dvadeset i tri sekunde.

**Tablica 15.** Gubitak vremena tijekom izlazne kontrole

Promatrani period	Ispravljanje pogrešaka [h:mm:ss]	Deklariranje [h:mm:ss]
Jedan dan	1:09:46	1:35:23
Tjedan dana	5:48:50	7:56:55
Mjesec dana	23:15:20	31:47:40
Jedna godina	279:04:00	381:32:00

Izvor: Izradio autor

**4.5.5. Nacrt transportnog puta komisioniranja**

Tijekom istraživanja uočeno je neproduktivno kretanje komisionera tijekom procesa komisioniranja. Komisioner prikuplja desnu stranu, vraća se na početak i započinje prikupljanje lijeve strane, prelazi u drugi red, vraća se na početak i ponavlja radnju kao u prethodnom redu. Nacrt transportnog puta prikazan je u četvrtom poglavlju slikom 13.

Utrošeno vrijeme na putovanje komisionera kroz 8 redova za ispunjenje narudžbe od 89 linija i 144 stavke iznosi petnaest minuta i četrdeset i četiri sekunde. Tablicom 16 prikazano je utrošeno vrijeme komisionera na putovanje.

**Tablica 16.** Utrošeno vrijeme komisionera na putovanje

<b>Narudžba</b>	985987
<b>Broj linija</b>	89
<b>Broj stavki</b>	144
<b>Broj redova</b>	8
<b>Utrošeno vrijeme [h:mm:ss]</b>	0:15:44

Izvor: Izradio autor

## **5. PRIJEDLOG OPTIMIZACIJE PRI UPRAVLJANJU SKLADIŠNIM PROCESIMA**

Optimizacija skladišnih procesa iznimno je važna za proizvodna i trgovinska poduzeća zbog iznimno velikog protoka robe te troškova koji nastaju tijekom procesa skladištenja robe. To su svi oni procesi koji su potrebni da bi se roba preuzela u skladište, pravilno posložila u skladištu i isporučila krajnjim korisnicima.

Cilj optimizacije skladišnih procesa je povećati učinkovitost rada unutar skladišta, postići racionalniju pohranu robe na skladišne lokacije, te smanjiti troškove koji nastaju tijekom procesa skladištenja robe.

### **5.1. Prijedlog optimizacije procesa pohrane robe**

Prema istraženju literaturi, proces pohrane robe zahtijeva veću količinu rada i ako nije obavljen kako treba sve skladišne aktivnosti poslije procesa pohrane duže će trajati. Zbog toga je proces pohrane jedan od najvažnijih procesa.

U promatranom sustavu osim procesa prijema, svi procesi su povezani i ovise jedni o drugima. Proces pohrane robe uvelike utječe na izvršenje ostalih procesa koji slijede. Nasumična pohrana i neracionalno iskorištenje skladišnih lokacija znatno utječu na vrijeme traženja artikala na skladišnim lokacijama, pogreške pri izuzimanju artikala, nepronalaženje artikala, a samim time i na ukupno vrijeme komisioniranja i izlazne kontrole.

U nastavku rada ponudit će se prijedlozi optimizacije nasumične pohrane, racionalnijeg iskorištenja skladišnih lokacija te će se prikazati optimizirano vrijeme procesa komisioniranja i izlazne kontrole. Predložit će se optimizirani nacrt transportnog puta te prikazati optimizirano vrijeme utrošeno na putovanje tijekom procesa komisioniranja.

#### **5.1.1. Prijedlog rješenja problema nasumične pohrane robe i deklariranja artikala**

Završetkom aktivnosti procesa pohrane robe potrebno je istu odložiti na skladišne lokacije. U promatranom sustavu roba se pohranjuje nasumično, odnosno na prvo slobodno mjesto. Skladišni radnik sam prema svojoj procjeni određuje lokacije gdje će odložiti formirane palete.

Predlaže se određivanje zona za obuću i odjeću prema omjeru zaprimanja. Omjer zaprimanja iznosi oko 70% obuće : 30% odjeće. Od 7236 zaprimljenih kutija u sezoni ljeto oko 70% zaprimljeno je obuće. Ukupan broj lokacija nulte razine za odlaganje navedene vrste robe iznosi 594 paletna mjesta. Ukupno je 18 redova po 33 paletna mjesta.

Modeli u promatranom sustavu podijeljeni su prema vrstama:

- stalni modeli – modeli koje proizvođač isporučuje svake sezone,
- učestali modeli – modeli koje proizvođač isporučuje iz sezone u sezonu, ali iste ne isporučuje svake sezone,
- novi modeli – modeli koje proizvođač nije isporučio u prethodnim sezonama.

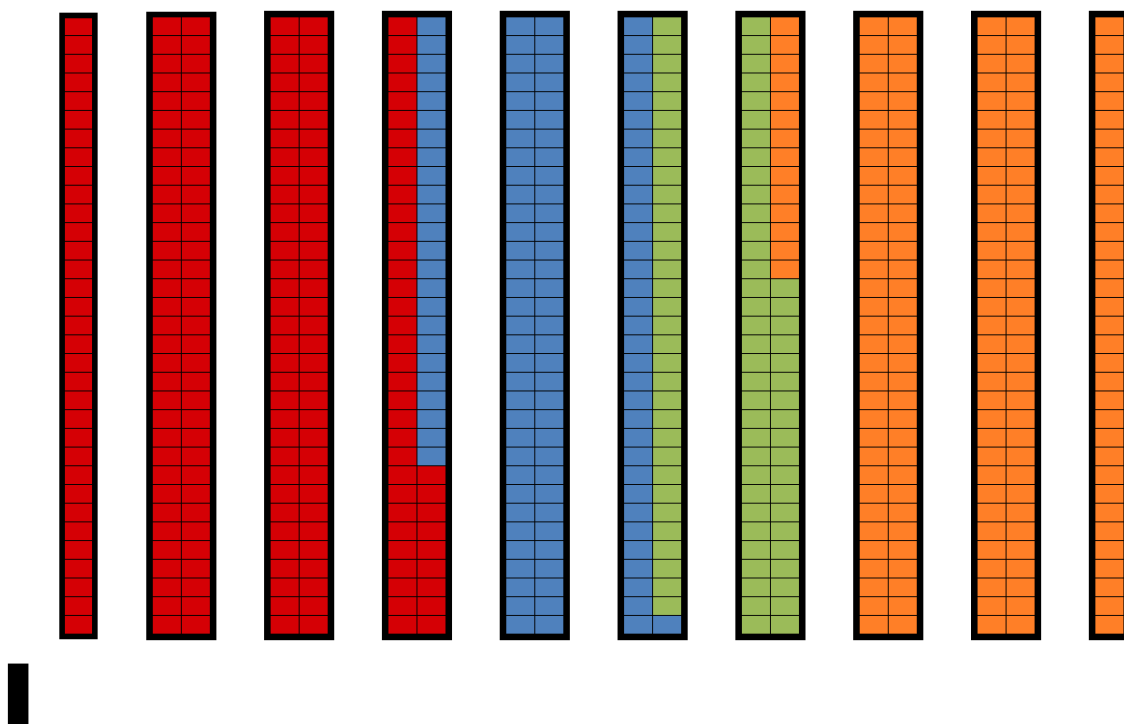
Omjer modela za obuću iznosi oko 50% : 30% : 20%. Prema navedenom omjeru za obuću se predlažu tri zone. Od 70% ukupnog prostora za odlaganje obuće predlaže se:

- 50% prostora za odlaganje stalnih modela ili 207 paletnih mjesta,
- 30% prostora za odlaganje učestalih modela ili 124 paletna mjesta i
- 20% prostora za odlaganje novih modela ili 84 paletna mjesta.

Odjeće se zaprimi oko 30% od ukupnog broja kutija te se predlaže jedna zona za odjeću. Zona za odjeću ne dijeli se prema vrstama modela zbog manje količine zaprimljenih kutija, te zbog složenijeg rukovanja istim.

Slikom 16 prikazane su zone za odlaganje formiranih paleta. Zona za odjeću označena je narančastom bojom, a zona za obuću označena je s tri boje:

- crvena za stalne modele,
- plava za učestale modele,
- zelena za nove modele.



**Slika 16.** Prijedlog zona za pohranu robe

Izvor: Izradio autor

S obzirom na to da svaka vrsta modela za obuću i odjeću ima podvrste, lokacije podvrsti neće biti određene. Već će po principu slučajne lokacije biti odložene u pripadajuću zonu. Kako bi različite podvrste modela bile na susjednoj lokaciji, prije nego roba stigne prema najavi ugrubo se određuju lokacije gdje će se roba odložiti. Za preciznije određivanje zona predlaže se korištenje povijesnih podataka te mogućnost modifikacije istih početkom nove sezone.

U proces pohrane također pripada aktivnost deklariranja robe. U slučaju da se roba ne stigne deklarirati prije same pohrane na skladišne lokacije deklarira se paralelno s izvršavanjem izlazne kontrole. Što za posljedicu ima prolongirano vrijeme izlazne kontrole.

U četvrtom poglavlju prema podacima iz tablice 9 može se primijetiti utjecaj deklariranja na prolongirano vrijeme izlazne kontrole. Za 1025 nedeklariranih artikala uloženo vrijeme za deklariranje iznosi jedan sat trideset i pet minuta i dvadeset i tri sekunde.

Prema istraženju literaturi sve aktivnosti koje se mogu odraditi prije pohrane robe treba odraditi prije. Prema tome prijedlog rješenja problema prolongiranog vremena izlazne kontrole je cjelokupno deklariranje robe prije pohrane na skladišne lokacije.

### 5.1.2. Prijedlog rješenja racionalnog iskorištenja skladišnih lokacija

Krajem zimske i početkom ljetne sezone i obratno roba koja nije otpremljena čeka na otpremu prema zahtjevima korisnika. Većina robe koja se zaprimi u jednoj sezoni otpremi se prema zahtjevima korisnika, a u prosjeku na skladišnim lokacijama ostaje od jedne do pet kutija ili dvanaest do šezdeset artikala koji nisu otpremljeni. Da bi se oslobodio prostor za pohranu nove robe, roba prethodne sezone se okrupnjava na manji broj paleta i odlaže na nove lokacije. Roba od prethodne sezone odvaja se od novo zaprimljene robe. Ovaj način oslobađanja skladišnih lokacija uzrokuje miješanje više modela i veličina na jednoj lokaciji i smanjuje broj slobodnih paletnih mjesta za odlaganje nove robe.

Primjenom zonskih sustava prema prijedlogu rješenja problema nasumične pohrane robe, okrupnjene palete ne bi sadržavale više različitih modela i veličina na jednoj lokaciji, te bi preglednost artikala na lokacijama bila bolja i lakše bi se pronalazili artikli.

Između sezona uočava se manji broj narudžbi prema zahtjevima korisnika i manji obujam rada, te postoji i mogućnost za odrađivanje ove vrste aktivnosti. Predlaže se isti način okrupnjavanja robe, ali samo roba iste zone može biti okrupnjena zajedno.

Izvršavanjem aktivnosti pohrane nove robe predlaže se pridruživanje robe prethodne sezone novo zaprimljenoj robi kao dodatna aktivnost.

Zaprimanjem nove pošiljke proizvođača iz prethodno okrupljenih paleta, prema nalogu roba prethodne sezone pridruživala bi se novo zaprimljenoj robi. Pridruživanje istog modela i veličine novo formiranoj paleti. Kako bi princip FIFO bio primijenjen artikli prethodne sezone odložit će se na vrh formirane palete.

Očekivani rezultati primjene navedenog principa:

- povećanje broja slobodnih paletnih mjesta za odlaganje nove robe,
- izbjegavanje odlaganja istog modela i veličine na više skladišnih lokacija,
- smanjenje uloženog vremena na putovanje tijekom procesa komisioniranja,
- bolja preglednost robe na paletnim mjestima.

Potreba ulaganja više vremena za izvođenje navedene aktivnosti navodi se kao nedostatak primjene navedenog principa.

## 5.2. Optimizacija prolongiranog vremena procesa komisioniranja i izlazne kontrole

Prema istraženim podacima u prethodnim tablicama mogu se primijetiti vremenski i troškovni gubici skladišnih procesa promatranog sustava. Reorganizacijom pohrane robe te vođenjem evidencije o stanju zaliha mogu se postići znatni rezultati.

Racionalnim iskorištenjem skladišnih lokacija moguće je smanjiti vrijeme traženja artikala na lokacijama te smanjiti pogreške tijekom komisioniranja. Smanjenjem pogrešaka tijekom komisioniranja i cjelokupnim deklariranjem robe tijekom procesa pohrane može rezultirati smanjenju vremena aktivnosti izlazne kontrole, te kašnjenja u isporuci i smanjiti troškove prekovremenog rada.

### 5.2.1. Optimizacija prolongiranog vremena procesa komisioniranja

Tablicom 17 prikazan je trošak procesa komisioniranja s obzirom na vrijeme traženja artikala po osobi za dvadeset i dvije narudžbe. Komisioner izgubi četrdeset minuta i šesnaest sekundi na traženje artikala što ukupno iznosi dvadeset i četiri kune i šezdeset i osam lipa dnevno. Za izračun troškova koristi se prosječna bruto plaća skladišnog radnika. Tablicom su još prikazani troškovi i vrijeme procesa komisioniranja za jedan tjedan, mjesec i godinu dana.

**Tablica 17.** Trošak procesa komisioniranja s obzirom na vrijeme traženja artikala

Promatrani period	Vrijeme [h:mm:ss]	Trošak [kn]
Jedan dan	0:40:16	24,68
Tjedan dana	3:21:20	124,02
Mjesec dana	13:25:20	496,69
Jedna godina	161:04:00	2.095,47

Izvor: Izradio autor

U tablici 18 prikazano je optimizirano vrijeme procesa komisioniranja s obzirom na gubitak vremena na traženje artikala. Za dvadeset i dvije narudžbe isporučene u jednom danu komisioner izgubi četrdeset minuta i šesnaest sekundi na traženje artikala. Optimizirano



vrijeme procesa komisioniranja u jednom danu iznosi jedan sat dvadeset i tri minute i četrdeset i devet sekundi. U nastavku tablicom je prikazano optimizirano vrijeme i za tjedan, mjesec i godinu dana.

**Tablica 18.** Optimizirano vrijeme procesa komisioniranja

<b>Promatrani period</b>	<b>Vrijeme [h:mm:ss]</b>
Jedan dan	1:23:49
Tjedan dana	6:59:05
Mjesec dana	27:56:20
Jedna godina	335:16:00

Izvor: Izradio autor

### **5.2.2. Optimizacija prolongiranog vremena izlazne kontrole**

Tablicom 19 prikazan je trošak izlazne kontrole s obzirom na vrijeme deklariranja artikala i vrijeme ispravljanja pogrešaka. Za dvadeset i dvije narudžbe isporučene u jednom danu izgubi se dva sata četrdeset i pet minuta i devet sekundi što ukupno iznosi stotinu i jedna kuna i osamdeset i pet lipa. Za izračun troškova koristi se prosječna bruto plaća skladišnog radnika. Tablicom su još prikazani troškovi izlazne kontrole za jedan tjedan, mjesec i godinu dana. Tablica 19 prikazana je u nastavku.

**Tablica 19.** Trošak izlazne kontrole s obzirom na vrijeme deklariranja artikala i vrijeme ispravljanja pogrešaka

<b>Promatrani period</b>	<b>Vrijeme [h:mm:s]</b>	<b>Trošak [kn]</b>
Jedan dan	2:45:09	101,85
Tjedan dana	13:45:45	509,03
Mjesec dana	55:03:00	2.037,95
Godina dana	660:36:00	24.455,41

Izvor: Izradio autor

Tablicom 20 prikazano je optimizirano vrijeme izlazne kontrole s obzirom na gubitak vremena na deklariranje artikala i ispravljanje pogrešaka. Za dvadeset i dvije narudžbe isporučene u jednom danu izgubi se dva sata četrdeset i pet minuta i devet sekundi na deklariranje i ispravljanje pogrešaka. Optimizirano vrijeme izlazne kontrole u jednom danu iznosi dva sata dvadeset i devet minuta i pedeset i četiri sekunde. Tablicom je prikazano optimizirano vrijeme i za tjedan, mjesec i godinu dana.

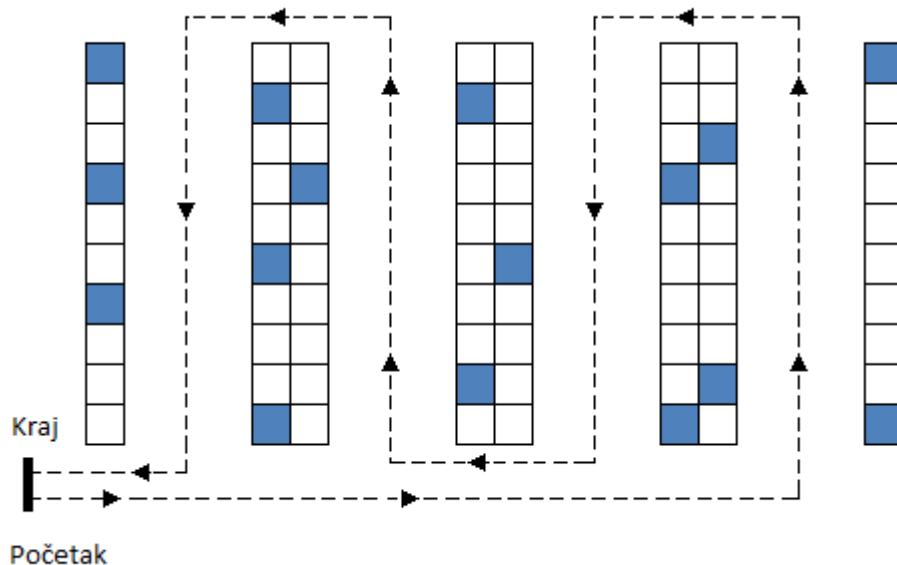
**Tablica 20.** Optimizirano vrijeme izlazne kontrole

<b>Promatrani period</b>	<b>Vrijeme [h:mm:ss]</b>
Jedan dan	2:29:54
Tjedan dana	12:29:30
Mjesec dana	49:58:00
Jedna godina	599:36:00

Izvor: Izradio autor

### 5.3. Prijedlog optimizacije nacrtu transportnog puta

Trenutni transportni put u promatranom sustavu zahtjeva dvostruko vraćanje u redovima, osim u prvom redu. Ovaj način kretanja komisionera, kako je prikazano slikom 13 u četvrtom poglavlju, ima za posljedicu nepotrebno zaobilaženje komisionera tijekom procesa komisioniranja, te je jedan od uzroka prolongiranog vremena komisioniranja. Prijedlog nacrtu transportnog puta prikazan je slikom 17 u nastavku.



Slika 17. Prijedlog optimizacije nacrtu transportnog puta

Izvor: Izradio autor

Predloženi nacrt transportnog puta je serpentinasti put. Jednosmjerni pravac kretanja u svakom prolazu gdje komisioner prikuplja i desnu i lijevu stranu. Primjenom prijedloga nacrtu transportnog puta postići će se smanjenje utrošenog vremena na putovanje komisionera što dovodi do povećanja produktivnosti komisioniranja. Djelatnici će u istom vremenskom periodu izuzeti više artikala. Krajnji rezultat je smanjenje utrošenog vremena komisionera na putovanje.

Primjenom predloženog nacrtu transportnog puta komisioner štedi deset minuta i četrdeset i devet sekundi za ispunjenje navedene narudžbe. Odnosno ukupno utrošeno vrijeme na

putovanje iznosi četiri minute i pedeset i pet sekundi. Tablicom 21 prikazano je optimizirano vrijeme putovanja tijekom procesa komisioniranja.

**Tablica 21.** Optimizirano vrijeme putovanja tijekom procesa komisioniranja

<b>Vrijeme</b> <b>[h:mm:ss]</b>	0:04:55
<b>Ušteda</b> <b>[h:mm:ss]</b>	0:10:49

Izvor: Izradio autor

## 6. ZAKLJUČAK

Skladišni sustavi omogućuju prevladavanje vremenske, prostorne, kvantitativne i kvalitativne neusklađenosti između dostupnosti i potražnje. Kako bi procesi u skladišnim sustavima funkcionirali te se osigurala brzina i efikasnost u ispunjenju zahtjeva proizvođača i korisnika bitno je pravilno rukovanje istim. Veliku ulogu u funkcioniranju skladišnih procesa ima proces pohrane robe. Dobro organiziran proces pohrane robe omogućit će brže i efikasnije izvođenje procesa komisioniranja i otpreme, odnosno ispunjenja zahtjeva korisnika. Prema tome, za brže i efikasnije ispunjenje zahtjeva korisnika potrebna je dobra organizacija te ulaganje više truda i vremena u proces pohrane robe.

Nakon provedene analize u promatranom skladišnom sustavu utvrđeni su nedostaci tijekom izvršenja procesa pohrane, koji se nadovezuju na ostale skladišne procese. Te je uočen problem transportnog puta tijekom procesa komisioniranja. Svrha optimizacije je fokusirana prema racionalnijoj pohrani robe kako bi obavljanje sljedećih procesa bilo brže i efikasnije. Te primjenom predloženog transportnog puta smanjiti uloženo vrijeme putovanja komisionera.

Prema iznesenim prijedlozima optimizacije može se zaključiti kako se reorganizacijom te ulaganjem više truda i vremena u izvođenje procesa pohrane robe može postići brže i efikasnije ispunjenje zahtjeva korisnika.

## LITERATURA

- [1] Ramma, A., Subramanya, K.N., Rangaswamy, T.M.: Impact of Warehouse Management System in Supply Chain, International Journal of Computer Applications (0975-8877) Volume 54- No.1, September 2012.
- [2] Kondratjev, J.: Transportation and warehouse in supply chain, Centria Univerity of Applied Sciences, Industrial management, March 2015.
- [3] Rogić, K.: Unutrašnji transport i skladištenje- autorizirana predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [4] Ferišak, V.: Poslovna logistika, Informator, Zagreb, 1983.
- [5] Brajnović, A.: Upravljanje zalihama u dobavnom lancu, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2014.
- [6] Krpan, Lj., Maršanić, R., Jedvaj, V.: Upravljanje zalihama materijalnih dobara i skladišno poslovanje u logističkoj industriji, ISSN 1846-6168, UDK 657.422.7:65.012.3, Stručni članak
- [7] Bartholdi, J., Hackman, S.: Warehouse & Distribution Science, Atlanta: The Supply Chain and Logistics Institute, Georgia Institute of Technology, 2014.
- [8] Hertz S., Alfredsson M., Strategic development of third party logistics providers, Industrial Marketing Management, Volume 32, Issue 2, February 2003.
- [9] Richards, G.: Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse, Second ur., Kogan Page, 2014.
- [10] Đukić, G.: Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2004.
- [11] Đukić, G.: Analiza i oblikovanje skladišnog sustava, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2000.
- [12] Frazelle, E.H.: World-Class Warehousing and Material Handling, McGraw Hill Professional, 2001.
- [13] Habazin, J., Glasnović, A., Bajor, I.: Order Picking Process in Warehouse: Case Study of Dairy Industry in Croatia, 2016.
- [14] Sesar, J.: Analiza i optimizacija skladišnog procesa u tvrtki V.B.Z d.o.o. za trgovinu i nakladničku djelatnost, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.

- [15] Bartholdi, J., Hackman S.: Warehouse and Distribution Science, svez. 0.94, Atlanta: School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, 2011.
- [16] De Koster, R., Le-Duc T., Roodbergen, K.J.: Design and control of warehouse order picking: a literature review, RSM Erasmus University, Rotterdam, Nizozemska.
- [17] Matanović, D.: Optimizacija skladišnih procesa i nacrt skladišta u maloprodajnoj tvrtki, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
- [18] Rogić, K.: Unutrašnji transport i skladištenje, Izbor najkraćeg puta u skladištu – autorizirana predavanja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2012.
- [19]  
[https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05\\_06\\_2013\\_18997\\_Skladistenje\\_TL-5\\_1.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05_06_2013_18997_Skladistenje_TL-5_1.pdf) (pristupljeno: kolovoz 2018.)
- [20] Dujmešić, N., Optimizacija prikupljanja robe primjenom tehnologije komisioniranja glasom – studija slučaja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.

## POPIS SLIKA

Slika 1. Uloga skladišta u tipičnoj distribucijskoj mreži.....	5
Slika 2. Skladišni sustav kao mjesto konsolidacije pošiljaka.....	5
Slika 3. Skladišni sustav kao mjesto sortiranja/pregrupiranja pošiljaka .....	6
Slika 4. Stopa kvara tijekom životnog vijeka proizvoda.....	9
Slika 5. Redosljed izvršavanja skladišnih procesa .....	12
Slika 6. Tipične skladišne zone i kretanje robe .....	13
Slika 7. Primjeri metoda rutiranja u skladištima s jednim blokom .....	21
Slika 8. Logističko poslovanje i organizacija davatelja logističkih usluga .....	26
Slika 9. Skladišni procesi i pripadajuće aktivnosti davatelja logističkih usluga .....	28
Slika 10. Proces unosa artikala u WMS sustav .....	36
Slika 11. Proces unosa potrebnih podataka za odlaganje formirane palete na skladišnu lokaciju .....	37
Slika 12. Aktivnosti procesa komisioniranja.....	43
Slika 13. Nacrt transportnog puta komisioniranja.....	44
Slika 14. Prijava u program izlazne kontrole .....	46
Slika 15. Postupak najavljivanja pošiljke prema korisnicima.....	47
Slika 16. Prijedlog zona za pohranu robe.....	57
Slika 17. Prijedlog optimizacije nacrta transportnog puta .....	62



## POPIS TABLICA

Tablica 1. Podaci i definicije prema kategorijama mjerenja u skladišnim sustavima.....	23
Tablica 2. Vrijeme aktivnosti procesa prijema.....	30
Tablica 3. Prosječno vrijeme deklariranja.....	34
Tablica 4. Vrijeme aktivnosti procesa pohrane robe.....	38
Tablica 5. Ukupna količina zaprimljenih artikala i formiranih paleta u sezoni zima .....	41
Tablica 6. Ukupna količina zaprimljenih artikala i formiranih paleta u sezoni ljeto .....	42
Tablica 7. Vrijeme procesa komisioniranja.....	45
Tablica 8. Vrijeme izlazne kontrole .....	48
Tablica 9. Ukupno vrijeme deklariranja.....	50
Tablica 10. Ukupno vrijeme procesa komisioniranja prema broju narudžbi .....	51
Tablica 11. Produktivnost komisioniranja po osobi.....	51
Tablica 12. Produktivnost komisioniranja po osobi po satu .....	52
Tablica 13. Gubitak vremena na traženje artikala.....	52
Tablica 14. Ukupno vrijeme izlazne kontrole prema broju stavki, nedeklariranih artikala i pogrešaka tijekom komisioniranja.....	53
Tablica 15. Gubitak vremena tijekom izlazne kontrole .....	54
Tablica 16. Utrošeno vrijeme komisionera na putovanje.....	54
Tablica 17. Trošak procesa komisioniranja s obzirom na vrijeme traženja artikala .....	59
Tablica 18. Optimizirano vrijeme procesa komisioniranja .....	60
Tablica 19. Trošak izlazne kontrole s obzirom na vrijeme deklariranja artikala i vrijeme ispravljanja pogrešaka .....	61
Tablica 20. Optimizirano vrijeme izlazne kontrole.....	61
Tablica 21. Optimizirano vrijeme putovanja tijekom procesa komisioniranja .....	63

## POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Utrošeno vrijeme skladišnog radnika za svaku aktivnost .....	20
Grafikon 2. Vrijeme aktivnosti procesa prijema .....	31
Grafikon 3. Intenzitet zaprimanja kamiona kroz godinu – sezona zima .....	32
Grafikon 4. Intenzitet zaprimanja kamiona kroz godinu – sezona ljeto.....	33
Grafikon 5. Vrijeme aktivnosti procesa pohrane robe .....	39



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  
objavlenu 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 davatelja logističkih usluga**

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

U Zagrebu, 17.9.2018

Student/ica:  
*Vodvarka Renato*  
(potpis)