

# Optimizacija logističkih procesa u skladištu posebnog temperaturnog režima

---

**Mikek, Domagoj**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:077202>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-10**



*Repository / Repozitorij:*

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Domagoj Mikek**

**OPTIMIZACIJA LOGISTIČKIH PROCESA U SKLADIŠTU  
POSEBNOG TEMPERATURNOG REŽIMA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2021.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 5. svibnja 2021.

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

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 6107

Pristupnik: **Domagoj Mikek (0135244686)**  
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**  
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Optimizacija logističkih procesa u skladištu posebnog temperaturnog režima**

Opis zadatka:

U radu će se prikazati struktura skladišnih procesa na primjeru iz prakse-u skladištu s posebnim temperaturnim režimom. Kandidat će izvršiti analizu skladišnih procesa te temeljem analize predložiti moguća unapređenja sustava.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

prof. dr. sc. Kristijan Rogić

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

**DIPLOMSKI RAD**

**OPTIMIZACIJA LOGISTIČKIH PROCESA U SKLADIŠTU  
POSEBNOG TEMPERATURNOG REŽIMA**

**OPTIMIZATION OF LOGISTICS PROCESSES IN  
TEMPERATURE-CONTROLLED WAREHOUSE**

Mentor: prof. dr. sc. Kristijan Rogić

Student: Domagoj Mikek, 0135244686

Zagreb, lipanj 2021.

## SAŽETAK:

Skladištenje robe je vrlo odgovoran zadatak jer nepravilnim skladištenjem se smanjuje kvaliteta i ispravnost robe. Za vrijeme uskladištenja može doći do različitih gubitaka. Uzroci gubitaka mogu biti u prirodi robe, uvjetima uskladištenja, nesavjesnom ili neispravnom manipuliranju robom i sl. Ako se roba pravilno uskladišti, čuva se od nepovoljnih utjecaja, gubitaka i kvarenja. Kod skladišta posebnog temperaturnog režima najviše pažnje se mora obratiti na dvije bitne stavke, a to su temperatura i vrijeme. U radu će se opisati skladišni procesi u tvrtki, prikazati tijek procesa, identificirati uska grla prilikom izvođenja pojedinih procesa te predložiti mogućnost njihove optimizacije.

KLJUČNE RIJEČI: skladišni procesi; skladišna oprema; temperaturni režim; optimizacija

## SUMMARY:

Storage of goods is a very responsible task because improper storage reduces the quality and correctness of goods. Various losses can occur during storage. The causes of losses can be in the nature of the goods, storage conditions, negligent or improper handling of goods, etc. If the goods are stored properly, they are protected from adverse effects, losses and spoilage. In the case of a special temperature regime warehouse, the most important attention must be paid to two important items, namely temperature and time. The paper will describe the warehousing processes in the company, show the course of the process, identify bottlenecks in the execution of individual processes and suggest the possibility of their optimization.

KEYWORDS: storage processes; storage equipment; temperature regime; optimization

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. OSNOVNA OBILJEŽJA SKLADIŠTA .....	3
2.1. Pojam skladišta i skladištenja.....	3
2.2. VRSTE SKLADIŠTA .....	4
2.2.1. Prizemna skladišta.....	4
2.2.2. Katna skladišta .....	8
2.2.3. Regalna skladišta .....	9
2.2.4. Hladnjače i kondicionirana skladišta .....	10
3. SKLADIŠNA OPREMA .....	16
3.1. Viličari .....	16
3.1.1. Čeoni viličari .....	16
3.1.2. Bočni viličari .....	17
3.1.3. Paletni viličari .....	18
3.1.4. Regalni viličari .....	19
3.1.5. Vrlo uskoprolazni viličari.....	20
3.1.6. Četverostrani viličari.....	22
3.2. Regali .....	23
3.2.1. Paletni regali .....	23
3.2.2. Provozni regali.....	25
3.2.3. Protočni regali .....	27
3.2.4. Regal sa ladicama .....	28
3.2.5. Konzolni regali.....	28
3.2.6. Polični regali.....	29
3.3. Pomoćna i dodatna oprema .....	30
4. SKLADIŠNI PROCESI .....	37

4.1.	Prijem robe .....	37
4.2.	Pohrana robe u skladište .....	38
4.3.	Komisioniranje robe .....	42
4.4.	Otprema robe.....	44
5.	ANALIZA TRENUTNOG STANJA SKLADIŠNIH PROCESA NA PRIMJERU ODABRANE TVRTKE 46	
5.1.	Proces prijema robe .....	47
5.2.	Proces pohrane robe .....	50
5.3.	Proces komisioniranja robe .....	51
5.4.	Proces otpreme robe.....	57
6.	PRIJEDLOG OPTIMIZACIJE SKLADIŠNIH PROCESA .....	59
6.1.	Prijedlog rješenja za upravljanje skladišnim poslovanjem .....	59
6.2.	Prijedlog rješenja za smanjenje vremena komisioniranja .....	60
6.3.	Prijedlog rješenja za ambalažu voća i povrća .....	64
7.	ZAKLJUČAK .....	68
	LITERATURA.....	70
	POPIS SLIKA .....	72
	POPIS TABLICA.....	74

## 1. UVOD

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.

Velik udio prehrambenih proizvoda je temperaturno osjetljiv, odnosno zahtjeva određeni temperaturni režim. Stoga je potrebno posvetiti posebnu pažnju ovoj vrsti proizvoda, kako bi se očuvala njihova zdravstvena ispravnost i kvaliteta. Prilikom skladištenja lako kvarljive robe najviše pažnje se mora obratiti na dvije bitne stavke, a to su temperatura i što kraće vrijeme zastoja robe. Temperatura i druge vrste kontrole očuvanja u svakoj fazi opskrbnog lanca neophodni su za održavanje propisane kvalitete proizvoda dok proizvod ne dođe do krajnjeg kupca. Kvarljivi proizvodi se mogu uskladištiti do preciznih vremenskih rokova, nakon čega mora započeti proces sazrijevanja. U vrijeme završetka razdoblja sazrijevanja proizvod se pakira, a datum isteka se otiskuje na pakiranju. Na kvalitetu takvih proizvoda utječu vremenski zastoji. Proces odlaganja je ključan za povećanje učinkovitosti skladišta. Početno odlaganje robe ima izravan utjecaj na sve naknadne procese skladištenja, posebice na proces komisioniranja. Ako roba nije pohranjena na optimalnom mjestu, vrijeme putovanja se povećava, kao i vrijeme potrebno za preuzimanje i pakiranje robe, a sve to utječe na kvalitetu i ispravnost proizvoda.

Svrha istraživanja je detaljna analiza postojećeg stanja skladišnog sustava na primjeru iz prakse te utvrđivanje njegovih nedostataka. Cilj istraživanja je optimizacijom skladišnih procesa skratiti trajanje tih procesa te povećati učinkovitosti i iskorištenje skladišnog prostora i skladišne opreme. U radu će se opisati skladišni procesi u tvrtki, prikazati tijek procesa, identificirati uska grla prilikom izvođenja pojedinih procesa te predložiti mogućnost njihove optimizacije.

Očekivani rezultat istraživanja je prijedlog optimizacije skladišnih procesa u promatranoj tvrtki. Prijedlozi optimizacije donijeti će se na temelju podataka prikupljenih u svrhu izrade diplomskog rada, na temelju dosadašnjih istraživanja, dostupne literature vezane uz tematiku



rada i biti će definirani sa ciljem povećanja učinka, bržeg odvijanja skladišnih procesa, veće iskorištenosti, bolje uporabe i povećanja kapaciteta skladišnog prostora u svrhu pružanja bolje usluge, veće kvalitete te brže isporuke.

## 2. OSNOVNA OBILJEŽJA SKLADIŠTA

U skladištima se pohranjuju različite vrste roba koje se razlikuju prema svojstvima, uvjetima čuvanja i načinu manipulacije. Iz toga proizlaze različite varijante konstrukcije skladišta i zahtjeva koje skladišni objekti moraju ispuniti kako bi skladišni sustav funkcionirao zadovoljavajuće. [1]

### 2.1. Pojam skladišta i skladištenja

Skladišta su izgrađeni objekti ili pripremljeni prostori za smještaj i čuvanje roba od trenutka njihova preuzimanja do vremena njihove upotrebe i otpreme. S logističkog stajališta, skladište je čvor ili točka na logističkoj mreži na kojem se roba prije svega prihvaća ili prosljeđuje u nekom drugom smjeru unutar mreže. [2]

U užem smislu, pod skladištem se podrazumijeva mjesto smještaja, čuvanja i izdavanja robe. U širem smislu, to je ograđeni ili neograđeni prostor, zatvoreni ili poluzatvoreni (pokriveni) prostor, za uskladištenje robe i svega onog što je u izravnoj vezi sa skladištenjem te kao takav predstavlja njegov sastavni dio. S tog gledišta, skladište predstavlja prostor u kojem se roba preuzima, čuva od raznih fizičkih i kemijskih utjecaja, izdaje i otprema.

Skladištenje je planirana aktivnost kojom se materijal dovodi u stanje mirovanja. Skup svih aktivnosti s materijalom u skladištu predstavlja skladišni proces, a uobičajeni naziv skladište podrazumijeva skladišni sustav. Glavne komponente skladišnog sustava su:

- 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.). [3]

Glavne funkcije skladišta su skladištenje i distribucija materijala, a 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]

## 2.2. VRSTE SKLADIŠTA

Podjela skladišta može se također izvesti prema sljedećim kriterijima: lokaciji, namjeni, izvedbi, konstrukciji skladišta i vrsti robe.

Prema vrsti tereta se dijele na: [1]

- univerzalna ili skladišta opće namjene
- skladišta za konvencionalne generalne terete i paletiziranu robu
- skladišta za suhe rasute terete
- skladišta za fosfate
- skladišta za tekuće terete
- skladišta za kemikalije
- skladišta za plinove
- skladišta za opasne terete
- skladišta za žive životinje
- kondicionirana skladišta i hladnjače
- silosi za žitarice
- skladišta za kontejnere
- skladišta za drvo
- skladišta za dugačku robu i dr.

Prema izvedbi se dijele na: [1]

- prizemna
- katna ili etažna (višekatna)
- regalna
- specijalna
- slagališta

### 2.2.1. Prizemna skladišta

Prizemna skladišta nazivaju se još i hangarska (Slika 1.). Hangar je zatvoreno skladište prizemne izvedbe. Njegova konstrukcija služi samo za zaštitu robe. Zbog toga konstrukcija zgrade ne nosi nikakvo opterećenje od smještenoga tereta koji je najčešće složen izravno na

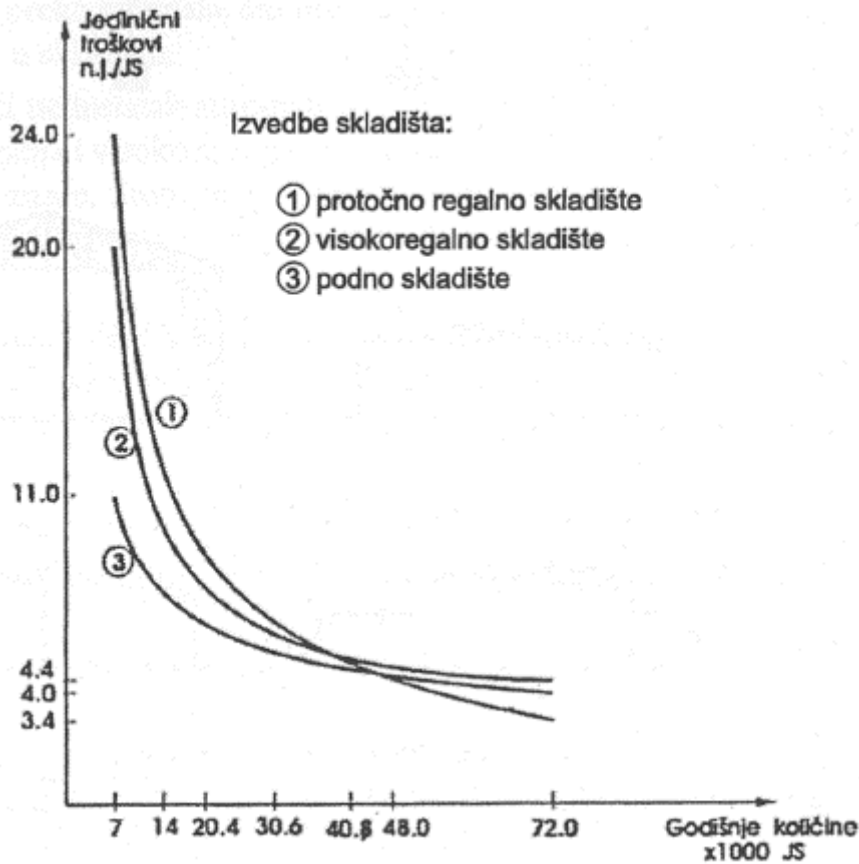
tlo. Konstrukcija iznad tereta nosi samo opterećenje zbog vlastite težine i okolnih elemenata (vjetar, snijeg i sl.). [1]



*Slika 1: Prizemno skladište*

Izvor:[6]

Prednosti prizemnih skladišta su: manji utrošak materijala po jedinici površine, jednostavna proizvodnja i ugradnja te jednostavan prijevoz do gradilišta. Također, bitna prednost su i manji troškovi po jedinici skladištenja (SKU), što je vidljivo na Slici 2.



Slika 2: Usporedba jediničnih troškova za razne izvedbe skladišta

Izvor: [5]

Nedostaci hangarskih skladišta su: potreba velikog prostora za njihovu izgradnju, manja iskoristivost skladišne površine, manja iskoristivost obujma skladišta, složeniji problemi rukovanja materijalom te veće poteškoće automatizacije skladišnih procesa. [5]

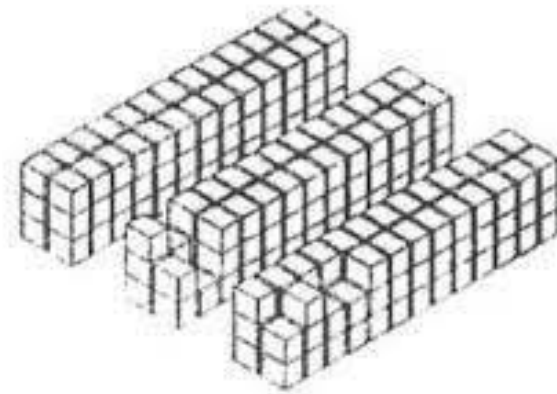
Kod prizemnog skladištenja materijal se može odlagati:

a) Slobodnim nasipavanjem ili gomilanjem sipkog materijala na određenoj površini (hrpe ili kupovi).

b) Slobodnim odlaganjem, bez određenog rasporeda komadnog materijala,

c) Slaganjem jedinica skladištenja u redove. Ovaj način odlaganja primjenjuje se u slučaju većeg asortimana, a manje količine po vrsti komadnog materijala, približno od 5 do 8 jedinica skladištenja po vrsti materijala. Iskoristivost površine skladišta iznosi 20 do 30%. Svakoj jedinici skladištenja moguć je izravan pristup. Primjer podnog skladištenja u redove prikazan je slikom

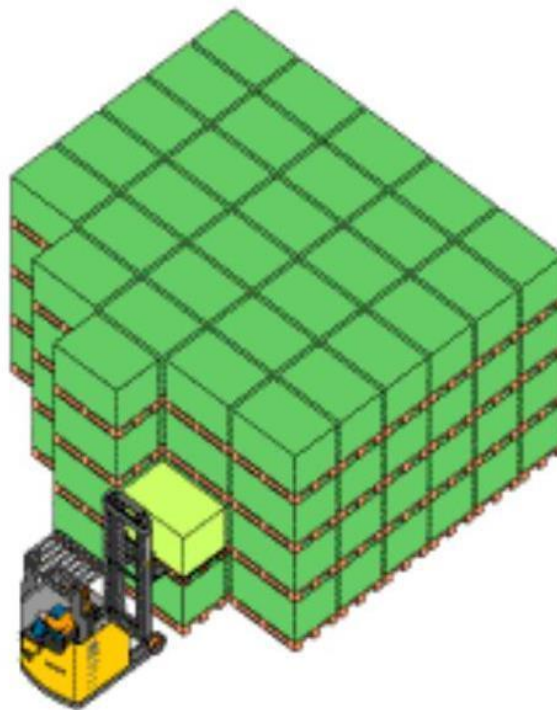
3.



*Slika 3: Varijanta podnoga skladištenja u redove*

Izvor:[5]

d) Slaganjem jedinica skladištenja u blokove, primjenjuje se u slučaju manjeg asortimana, a veće količine po vrsti materijala, odnosno ako je prosječan broj jedinica skladištenja po vrsti materijala veći od 8. Iskoristivost površine skladišta u ovom slučaju iznosi i više od 50%, ali nije moguć izravan pristup svakoj jedinici skladištenja (moguć je pristup svakoj vrsti materijala), prikazano na slici 4.



*Slika 4: Varijanta podnoga skladištenja u blokove*

Izvor:[5]

Hangarska skladišta pravilu su prizemna skladišta univerzalnog tipa i služe za slaganje svih vrsta generalnog tereta. Uz odgovarajuće dodatke mogu se osposobiti i za specijalne namjene, kao što su: hladnjače, kondicionirana skladišta, skladišta za fosfate, rasute kemikalije i sl. [1]

### 2.2.2. Katna skladišta

Višekatna ili etažna skladišta su građevine kod kojih je skladišni prostor izgrađen jedan iznad drugoga na nekoliko katova, što je vidljivo na slici 5. Time se dobiva mogućnost da se na istom prostoru zemljišta postigne višestruka skladišna površina. Konstrukcija takvih skladišta mora biti vrlo čvrsta da bi mogla nositi i gornje katove zgrade i sav teret koji je tamo smješten, kada je skladište napunjeno do granice svoga smještajnog kapaciteta. Stoga je ukupna težina zgrade i cjelokupnog tereta vrlo velika, što iziskuje jake temelje, a izgradnja je moguća samo ako tlo ima odgovarajuću nosivost. [1]

Etažna skladišta omogućuju postavljanje velikih kapaciteta smještaja robe i tamo gdje ograničene mogućnosti prostora to ne bi dozvolile, zahvaljujući korištenju visine. Unutrašnjost skladišta podijeljena je uzdužno i poprečno stupovima na više polja. Gustoća stupova i širina polja ovise o opterećenju za koje se gradi skladište. Pri razmještaju stupova treba obratiti pozornost da se dobije što veći prostor za skladištenje i rukovanje teretom. Posebni zahtjevi odnose se na nosivost podova skladišta, s obzirom na statička i dinamička opterećenja koja se javljaju od složenog tereta i transportnih sredstava (viličara i dr.). Podovi prizemlja grade se za opterećenja 30 do 50 kN/m<sup>2</sup>, a ostale etaže za opterećenja od 20 do 25 kN/m<sup>2</sup>.

Nedostatak ove izvedbe skladišta su znatno veći troškovi izgradnje po jedinici površine od hangarskih skladišta. Osim toga je odnos korisne skladišne površine prema bruto površini kod ovih skladišta najnepovoljniji. Pored znatnih površina izgubljenih na stepeništa i vertikalne veze liftovima, dolazi i do potrebe ugradnje znatnog broja liftova velike nosivosti za prijenos tereta na gornje katove. Liftovi moraju omogućiti i dolazak viličara na svaki kat skladišta. Usprkos svim nedostacima, a i visokoj cijeni izgradnje, etažna skladišta su u velikoj upotrebi zbog nestašice prostora i sve većih zahtijeva prometa robe. To je posebno izraženo u lukama, osobito u području Sredozemlja, gdje se najčešće susreću katna i dvokatna skladišta, ali ima primjera skladišta na 3 ili 4 kata, iznimno i do 7 katova. [5]



*Slika 5: Katno skladište*

Izvor:[7]

### 2.2.3. Regalna skladišta

Kombinacija hangarskih i etažnih skladišta su regalna skladišta (slika 6.). Razvila su se najkasnije, a upotreba im se naglo širi. Mogu se upotrebljavati samo za paletizirane terete ili za komade kojima se može rukovati na isti način. Osnovna značajka regalnih skladišta je odvojenost konstrukcije koja nosi težinu tereta i one koja štiti skladište od vanjskih utjecaja. Time se dobivaju bitne prednosti hangarske i etažne izvedbe, uz istovremeno ublažavanje njihovih glavnih nedostataka.

Regalna skladišta primaju terete u nizove regala. Ovi regali, relativno lagane čelične konstrukcije, nalaze se u dugim paralelno postavljenim redovima. U visinu sežu najmanje 8-10 metara, a često ih ima i s visinom od 12 - 16, pa čak i do 20 metara. Iznad čitavog područja s paralelnim redovima regala izgrađena je lagana čelična konstrukcija hangarskog tipa koja štiti skladišni prostor. Ne nosi teret pa je relativno jeftina, dok su regali jednostavne konstrukcije jer je opterećenje ravnomjerno raspoređeno na veliki broj komora velike rešetke.

Konstrukcija hangara produžuje se na jednoj strani preko završetka redova regala, čime se stvara slobodan zaštićeni prostor preko cijele širine skladišta s duljinom od 10 do 30 metara,



ovisno o veličini skladišta i intenzitetu prometa. Na tom prostoru se obavljaju sve operacije rukovanja teretom: prihvata tereta, kontrola, dispozicija, sortiranje, otprema itd. jer uski prostor među regalima ne dozvoljava nikakve druge postupke, osim unošenja i iznošenja paleta. [5]



*Slika 6: Regalno skladište*

Izvor:[8]

#### 2.2.4. Hladnjače i kondicionirana skladišta

Za prihvata te skladištenje brzo pokvarljivih prehrambenih proizvoda koriste se posebna skladišta – hladnjače, najčešće prizemne konstrukcije (Slika 7.). Hladnjače su u pravilu dio hladnoga transportnoga lanca, stoga lako pokvarljiva roba stiže u hladnjaču u ohlađenom stanju prema optimalnim klimatskim uvjetima za određenu robu. Kako klimatski uvjeti robe ne bi bili poremećeni ni na kratko vrijeme, potrebno je omogućiti brz prekrcaj robe s prijevoznoga sredstva u hladnjaču. [1]

Postoje nekoliko vrsta hladnjača. Primjerice, hladnjače dubokog zamrzavanja održavaju stalno temperaturu na  $-21^{\circ}\text{C}$ , ali ih ima i sa nešto nižim temperaturama. Sukladno specifičnim namjenama razlikuju se klaoničke hladnjače od tržišnih i sl., ali za svaku je relevantno da se ostvare sljedeći tehnički uvjeti: [9]

1. Postizanje određenog režima hlađenja (zamrzavanja) dovodi prethodno rashlađeni zrak:

- a) Da se u prostorije hlađenja (zamrzavanja) dovodi prethodno rashlađeni zrak;

- b) Da se u prostoriju hlađenja (zamrzavanja) dovodi hladnoća ohlađenom rasolinom (otopina natrijevih ili kalcijevih soli u vodi, snižava točku leđišta vode i djeluje antikorozivno na sustav) sustavom cijevi, dakle indirektno;
- c) Ugradnjom isparivača u prostoriju koju treba hladiti, dakle izravno.

2. Automatsko reguliranje odgovarajuće relativne vlažnosti zraka u prostorijama hlađenja;

3. Automatsko reguliranje cirkulacije zraka;

4. Provjetravanje (ventiliranje) prostorija kojim se omogućuje obnavljanje zraka u rashladnoj prostoriji;

5. Mogućnost ozonizacije, odnosno periodičnog dodavanja ozona (O<sub>3</sub>) zraku, čime se ventiliraju rashladne prostorije. Ozon djeluje kao dezinficijens i produžuje održivost namirnica.

Prizemna hladnjača ima niz prednosti u odnosu na katna od kojih su najznačajnije:

- mogućnost velikih raspona s komorama velike površine i zapremine, čime se postiže racionalnije slaganje tereta i povoljniji tehnološki proces dopreme robe u skladište (kretanje viličara);
- mogućnost velike visine slaganja tereta (do 8 metara i više) do dozvoljene granice opterećenja poda od 3,5 t/m<sup>2</sup>;
- jednostavnost unutarnjeg transporta, jer se sva kretanja odvijaju po horizontali;
- mogućnost etapne izgradnje i kasnijeg proširenja kapaciteta hladnjače.

Nedostaci prizemnih hladnjača, naročito kad se radi o skladištima velikog kapaciteta, su sljedeći:

- potrebna je mnogo veća površina od površine za izgradnju višekatnog skladišta,
- velike površine vanjskih zidova i krova u odnosu na zapreminu skladišta, čime se povećavaju troškovi izolacije i termičke sigurnosti pogona.



*Slika 7: Hladnjača*

Izvor:[10]

Zidovi hladnjača moraju biti što deblji i sa što manje otvora, da se postigne što bolja termička izolacija. Komore se izoliraju plutom, staklenom vunom ili drugim izolatorima. U svakoj komori mora biti predviđen uređaj za ventilaciju s prirodnim ili umjetnim strujanjem zraka (Slika 8.).

Posebnu pažnju treba posvetiti zatvaračima na otvorima koji moraju biti izrađeni od termoizolatora. Nesporno je da prizemne hladnjače uzrokuju manje investicije kod gradnje, ali veće pogonske troškove u eksploataciji u odnosu na višektanu izvedbu. Niži investicijski troškovi razlog su što se danas u lukama češće grade prizemne hladnjače. Radi pravilnog dimenzioniranja veličine skladišta hladnjače, važno je naglasiti da je za čuvanje robe u ambalaži potrebno za svaki m<sup>3</sup> korisnog prostora oko 2 m<sup>2</sup> skladišnog prostora (kod visine slaganja tereta do 4 m), odnosno nešto manje, ako je visina slaganja 6 – 7 m. Ukoliko se roba pohranjuje u skladište u rasutom stanju, tj. Bez ambalaže, potrebno je za 1 m<sup>3</sup> proizvoda oko 1,5 m<sup>3</sup> skladišnog prostora.

Proizvodnja i održavanje hladnoće u skladištima za čuvanje pokvarljive robe je bitan dio tehnologije rada. Ona se postiže kompresorima koji se nalaze u posebnoj strojarnici, najčešće odvojenoj u omanjoj zgradi prislonjenoj uz hladnjaču. Postoje i drugi načini proizvodnje hladnoće kao što su absorpcioni uređaji, sublimacija, itd., ali se za velike hladnjače upotrebljavaju samo kompresioni procesi. Kompresori koje pokreću elektromotori, uz neki rezervni dizel agregat za slučaj nestanka električne energije, tlače plin (NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, freon ili neki

drugi) na određeni pritisak. Taj tlačni plin se nakon dovođenja na normalnu temperaturu pomoću struje vode ili zraka, pod tlakom razvodi cijevima u prostorije koje treba hladiti. U prostorijama se nalaze evaporatori, gdje tlačni plin dolazi na normalni tlak što uzrokuje isparavanje, a time i veliko trošenje topline.

Toplinu potrebnu za isparavanje evaporatori oduzimaju okolnom prostoru, odnosno skladišnim komorama i time uzrokuju hlađenje. Ekspandirani plin vraća se natrag u strojarnicu do kompresora, koji ga ponovno dovode na visok pritisak, pa se čitav postupak ponavlja u stalnom kružnom procesu.

Kapacitet hlađenja ovisi o snazi kompresora koji se iskazuje u kW, a određuje najveću moguću količinu plina koja u vremenu od jednog sata struji uređajem hladnjače. Rashladni kapacitet hladnjače iskazuje se u kJ/h, dok se intezitet ventilacije izražava broje promjena zračnog volumena na sat, što ovisi o vrsti tereta. Najveće potrebe provjetravanja su kod smještanja voća koje zahtijeva 10 do 15 promjena na sat od cjelokupne količine zraka, zbog procesa koji se odvijaju u voću. Kod tunela za zamrzavanje te promjene iznose i 60 – 70 promjena na sat. Intezitet obnove zraka iz vanjske atmosfere izražava se brojem obnova zračnog volumena u 24 sata.

Prehrambena roba, koja je najčešće i brzopokvarljiva roba, pohranjuje se u hladnjaču u kojoj moraju biti propisani klimatski uvjeti. U tablici ispod, navode se potrebni uvjeti za određene vrste prehrambenih roba, koje se najčešće pohranjuju u skladištima. [3]



*Slika 8: Unutarnji prostor hladnjače*

Izvor:[11]

Podaci navedeni u tablici 1 su okvirni i orijentacijski, a u praktičnom radu oni se detaljnije diferenciraju prema vrstama roba, zahtjevima vlasnika, iskustvu, itd. U lukama se, ovisno o količinama pojedine vrste brzopokvarljive prehrambene robe, osposobljavaju pojedini pristani, ili se za uvjete većeg prometa npr. južnog voća izgrađuju specijalizirani terminali. [3]

Tablica 1: Potrebni klimatski uvjeti lučkih hladnjača za određene vrste kondicionirane i smrznute robe

Vrsta robe	Optimalna temperatura	Optimalna relativna vlaga	Vrijeme sigurnog čuvanja	Količina uskladištenja
<b>A. SVJEŽE ROBE BEZ SMRZAVANJA (KONDICIONIRANJE)</b>				
Jabuke	-1° do 0°C	85 do 90%	8 mjeseci	400-550 kg/m <sup>3</sup> voće u sanducima
Limuni	13° do 14°C	85 do 90%	2-4 mjeseca	
Naranče	1° do 3°C	85 do 90%	6-8 tjedana	300-400 kg/m <sup>3</sup> povrće u sanducima 260-400 kg/m <sup>3</sup>
Banane (zelene)	12° do 14°C	85 do 90%	6-8 tjedana	
Rajčice (zelene)	13° do 21°C	85 do 90%	3-5 tjedana	
Paprike	0°C	80 do 85%	4-6 tjedana	
Meso, svježe	0° do 1°C	85 do 90%	5-14 dana	
Mesne konzerve	6° do 8°C		12-24 mjeseca	500-670 kg/m <sup>3</sup>
jaja	-0,5° do 0,5°C	85 do 90%		
<b>B. SMRZNUTA ROBA</b>				
Smrznuto voće	-23° do -18°C	-	6-12 mjeseci	300-350 kg/m <sup>3</sup>
Smrznuto povrće	-23° do -18°C	-	6-12 mjeseci	350-400 kg/m <sup>3</sup>
Goveđe meso	-23° do -18°C	90 do 95%	9-12 mjeseci	400 kg/m <sup>3</sup>
Perad	-23°C	-	12 mjeseci	
Riba	-23° do -12°C	90 do 95%	8-10 mjeseci	400 kg/m <sup>3</sup>

Izvor:[3]

### 3. SKLADIŠNA OPREMA

Pod opremom skladišta i unutarnjim uređenjem podrazumijeva se raspored prostorija i kutova, kao i nabava i razmještaj opreme u skladišnom i manipulativnom prostoru. Unutranje uređenje i opremanje skladišta prvenstveno ovisi o: vrsti skladišta, količini i osobinama robe, vrsti transportnih sredstava, načinu rukovanja s robom, tehnici rada i metodi rasporeda robe u skladištu. Racionalnim uređenjem i dobrom opremljenošću skladišta postižu se velike uštede kroz: prostorno i vremensko skraćivanje skladišnih operacija, povećanje obrta robe i smanjenje potrebnih količina zalihe robe na skladištu.

U opremu skladišta spadaju:

- Viličari
- Regali
- Pomoćna i dodatna oprema

#### 3.1. Viličari

Viličari se mogu opisati kao transportno-manipulativna sredstva s ugrađenom vilicom koja služi za manipulaciju i transport robe unutar skladišnih prostora. Njihova primjena i uloga gotovo je nezamjenjiva u većini proizvodnih procesa, na terminalima i u skladištima. Danas se upotreba viličara najčešće povezuje s primjenom paleta te s prekrcajem i skladištenjem paletizirane robe, iako se viličari danas upotrebljavaju i za prijenos raznovrsne komadne robe zahvaljujući različitim zahvatnim napravama.

Ovisno o vrsti skladišta i skladišnim operacijama kojima su namijenjeni postoje različite konstrukcijske izvedbe viličara koji su prilagođeni prostoru u kojem se koriste.

##### 3.1.1. Čeoni viličari

Čeoni viličari (Slika 9.) su najzastupljenija sredstva u konstrukcijskoj izvedbi viličara. Podizanje i spuštanje tereta obavlja se vilicama koje su smještene na prednjem dijelu u smjeru gledanja vozača. Za rad s čeonim viličarom bitan je njegov stabilitet koji ovisi o rasporedu statičkih i dinamičkih sila koje djeluju na viličar.

Stabilitet viličara zavisi i od kosine (nagiba) radne površine na kojoj se manipulira sa podignutim teretom (nagib terena pri prenošenju tereta viličarom ne smije biti veći od 3°).



*Slika 9: Čeoni viličar*

Izvor:[12]

Nosivost čeonih viličara kreće se u rasponu 1-3.5t, ovisno o izvedbi. Ovisno o proizvođaču i izvedbi visina je dizanja tereta do 10m. Potrebna širina prolaza između regala za ovu kategoriju viličara kreće se 3,3 – 4m. [1]

### 3.1.2. Bočni viličari

Bočni viličari (Slika 10.) jednako kao i čeoni koriste vilice za transport i podizanje/spuštanje tereta, razlika je u tome što su kod bočnih viličara vilice smještene na boku vozila. Promjenom mjesta vilica omogućuje se transport materijala većih dužina kao i kretanje po užim rutama u odnosu na čeone viličare. Bočni viličar uzima teret bočno, s pomoću uređaja za podizanje koji se bočno izvlači. Teret se odlaže na platformu viličara po dužini u smjeru kretanja, što omogućuje kretanje uskim prolazima. Potrebna širina prolaza između regala kreće se između 3,3 i 3,7m.





*Slika 10: Bočni viličar*

Izvor:[13]

Primarna primjena bočnih viličara je u metalurgiji i drvnoj industriji. Smještajem vilica na bok omogućuje se veća stabilnost što se postiže rasponom kotača kao i raspodjelom tereta. Samim time omogućuju transport duže i teže robe. S obzirom na teret koji prevoze njihova uporaba je na otvorenom, gdje mogu ostvariti brzine i do 40 km/h pogonom na dizel motor. [1]

### 3.1.3. Paletni viličari

Paletni viličari (Slika 11.) su često viđeni u skladištima i drugim sredinama u kojima se koriste drvene palete. Dostupno je mnogo različitih vrsta paletnih viličara koji odgovaraju svim vrstama različitih zahtjeva. Odlikuju se relativno malim dimenzijama, jednostavnošću i autonomijom rukovanja i povoljnim cijenama.



*Slika 11: Paletni viličar*

Izvor:[12]

Osnovne izvedbe imaju ručni pogon. Također, postoje i izvedbe s baterijskim i elektromotornim pogonom s 12V i s 24V napajanja te su njihove nosivosti do 3500kg. Paletni se viličari, osim prema pogonu, razlikuju i po položaju operatera: izvedba gdje operater hoda iza viličara, varijanta gdje operater ima platformu na viličaru na kojoj stoji te izvedba platforme na kojoj sjedi. [1]

#### 3.1.4. Regalni viličari

Regalni viličari (Slika 12.) koriste se isključivo za rad u zatvorenim prostorima s velikom radnom frekvencijom. Postoji nekoliko izvedbi regalnih viličara, a to su regalni viličari sa dohvatnim vilicama, regalni viličari sa uvlačenim jarbolom, i regalni viličari s vilicama dvostruke dubine koji mogu biti izvedeni pomoću „škara“, „dvostrukih škara“ ili teleskopskih vilica. Nabrojane izvedbe regalnih viličara proizašle su iz trenda povećanja produktivnosti regalnog viličara, a time i cijelog skladišta u kojem viličar radi.



*Slika 12: Regalni viličar*

Izvor:[12]

Pogonski je stroj za regalne viličare najčešće izmjenični 36V elektromotor zbog mnogobrojnih prednosti nad motorima s unutrašnjim izgaranjem. Položaj je vozača sjedeći, nosivnost regalnih viličara 1,2 – 2,5 t uz dohvatnu visinu 7-10m. [1]

#### 3.1.5. Vrlo uskoprolazni viličari

Viličari sa zakretnim vilicama ili viličari sa tropoložajnom glavom (Slika 13.) pripadaju skupini viličara za vrlo uske prolaze. Ovi modeli su idealno rješenje u skladištima gdje je prostor ograničen, a robe se pohranjuju na visokim mjestima, s vrlo uskim prolazima. Pogonski agregati su obično električni, izmjenične izvedbe, a odlike ovih viličara su tihi rad, te rad u zatvorenim prostorima. Najčešće su opremljeni sustavima automatskog vođenja. Inovativna rješenja za ovakve vrste viličara nisu rijetkost, standard opreme se povećava. Ono što ove vrste viličara čini korisnijim od ostalih je mogućnost da se ne treba zakretati cijeli stroj već vilice mogu zauzeti traženi položaj te izvršiti ukrcaj ili iskrcaj tereta, a pri tome nisu ugroženi stabilnost i nosivost. Ovi viličari se često koriste u praksi zbog tih prednosti.[14]

**Noelift**



[www.noelift.com](http://www.noelift.com)

*Slika 13: Vrlo uskoprolazni viličar*

Izvor:[15]

Viličari koji pripadaju ovoj grupi su: viličar sa zakretnim vilicama (VNA Turret truck) koji mogu biti izvedeni kao Man Up i Man Down tipovi, viličar sa zakretnom prednjom osovinom (VNA articulated truck) i viličar sa zakretnim jarbolom (VNA swing-mast). [14]

Uobičajena nosivost vrlo uskoprolaznih viličara kreće se u rasponu od 0,7t do 1t, a visina je podizanja tereta oko 9m.

### 3.1.6. Četverostrani viličari

Četverostrani viličari (Slika 14.) jesu izvedba kako i sam naziv kaže za viličare koji imaju mogućnost kretanja u četiri smjera zbog specijalne izvedbe kotača. Pogonski agregati su električni u svim izvedbama. Napredak tehničko-tehnoloških rješenja u ovoj skupini viličara znatno dolazi do izražaja budući da je i izvedba kotača koji se mogu kontrolirano okretati za puni krug oko vertikalne osi već inovacija. Ova vrsta viličara namijenjena je za rad u zatvorenim skladištima sa vrlo uskim prolazima širine manje od 1.8 m, iako postoje izvedbe i za skladišta sa uskim prolazima. Inovacija okretanja kotača oko svoje vertikalne osi slična je i izvedbi bočnih i regalnih viličara, čineći viličar pogodnim za drvnu i metalnu industriju što rezultira povećanom potražnjom četverostranih viličara u prethodno navedenim granama industrije. [14]



*Slika 14: Četverostrani viličar*

Izvor:[16]

## 3.2. Regali

Regalne konstrukcije predstavljaju vrlo jednostavno i isplativo rješenje u svrhu stvaranja dodatnih površina za odlaganje robe u skladištu. Regalna oprema povećava iskoristivost cijelog prostora jer se artikli ne odlažu samo na pod već i u visinu.

### 3.2.1. Paletni regali

Za skladištenje veće količine paletnih jedinica koristi se paletni regal. Osim manipulacije s paletama, moguća je manipulacija i manjim skladišnim jedinicama-kutijama. Budući da su dužina i širina paleta standardni, tome su prilagođene dimenzije regala. Visina otvora, odnosno razmaka se može mijenjati po potrebi kako palete mogu sa proizvodima varirati po visini. Ovisno o tipu viličara i gabaritima skladišnog prostora paletni regali se postavljaju s različitim širinama hodnika, s vodilicama viličara ili bez njih.

Najčešći su tipovi paletnih regala slijedeći:

- jednostruki regali
- dvostruki regali
- provozni regali
- protočni regali.

#### a) Jednostruki paletni regal

Jednostruki paletni regal (Slika 15.) je regal za dubinu palete te se svakoj paleti može individualno pristupiti tako da svaka jedinica tereta može biti dohvaćena sa bilo koje lokacije na bilo kojoj razini regala. Ovo daje potpunu slobodu dohvata svake palete, ali je nedostatak što je potreban veći prostor da bi se pristupilo regalu.

Prednosti [5]:

- pristup skladišnim jedinicama,
- First In First Out (FIFO),
- najjeftiniji sustav regala mjereno po m<sup>2</sup>,
- moguć pristup više vozila istovremeno,
- nema posebnih zahtjeva glede značajki vozila,

- nizak trošak rukovanja i mehanizacije.

Nedostaci [5]:

- zahtjeva relativno velik skladišni prostor,
- porast troškova skladištenja s povećanjem broja skladišnih jedinica,
- ovisno o konceptu skladištenja, porast vremena manipulacije za pojedini artikl,
- ograničena visina slaganja do 12 [m].



*Slika 15: Jednostruki paletni regal*

Izvor:[17 ]

#### b) Regal dvostruke dubine

Regal dvostruke dubine (Slika 16.) sadrži prostor za dvije palete smještene jednu iza druge. Svaki red (sa dvije dubine palete) je također individualno pristupačan tako da svaka jedinica tereta može biti skladištena na bilo kojoj razini regala. Kako bi se izbjeglo dvostruko manipuliranje, uobičajeno je da svaki red bude punjen sa istom jedinicom (artiklom) što znači da će neke paletne lokacije biti prazne kada god je neki teret prisutan u neparnom broju paleta. Drugi nedostatak ovakvog skladištenja je taj što zahtijeva više rada za skladištenje i dohvat jedinice tereta.

Prednosti:

- povećan kapacitet skladišta u odnosu na jednostruke regale,
- pogodniji za B i C artikle,
- povećanje paletnih mjesta za 10-15 [% ] ovisno o rasporedu regala.

Nedostaci:

- smanjena dostupnost skladišnih jedinica,
- LIFO sustav,
- potrebni specijalizirani viličari. [5]



*Slika 16: Dvostruki paletni regal*

Izvor:[18]

### 3.2.2. Provozni regali

Provozni regali (Slika 17.) se koriste za pohranu robe koja traži posebne klimatske uvjete ili druge uvjete pohrane, za skladištenje sličnih ili jednakih artikala u uvjetima ograničene ponude prostora te za skladištenje robe koja nije pogodna za podno slaganje.

Prednosti sustava provoznih regala su:

- ušteda energije,
- ušteda prostora.



Nedostaci:

- mogućnost oštećenja,
- slaba dostupnost artikala (nije pogodan za niskofrekventne artikle).

Važne dimenzije koje treba uzeti u obzir pri konstrukciji provoznih regala su:

- ukupna širina viličara; konstrukcijom se mora omogućiti minimalan razmak od 75 [mm] između viličara i vertikalnih nosača regalne konstrukcije,
- zaštitna konstrukcija viličara; potreban minimalni razmak od 50 [mm],
- visina gornjeg i donjeg nosača zaštitne konstrukcije,
- najveća visina podizanja tereta. [5]



*Slika 17: Provozni regal*

Izvor:[19]

Jedna je od glavnih mana ove vrste regala što se palete održavaju samo na rubovima regala, što automatski zahtijeva kvalitetnije palete jer opterećenje tereta stvara dodatni progib palete.

### 3.2.3. Protočni regali

Protočni regal (Slika 18.) pogodan je kada postoji veliki promet i kada je potreban brzi pristup robi, ali koristi do 60% manje prostora od klasičnog paleta polica skladišta.

Sustav protočnog paletnog regala uglavnom se koristi kada ograničeni broj robe na paletama mora biti uskladišten u velikim količinama po principu prva ulazi, prva izlazi. Na površini za utovar, palete se stavljaju u regalne hodnike i automatski se voze prema naprijed na kosom transporteru s kotačima pod silom gravitacije. Brzinu kretanja palete po stazi kontrolira niz kočionih valjaka i kada palete stignu do strane za preuzimanje, dolaze do kontroliranog zaustavljanja pomoću kombiniranog razdjelnika tereta i krajnje jedinice zaustavljanja.

Ovaj tip tehnologije skladištenja, koji se često koristi u industriji pića ili kao privremeno skladište u prerađivačkoj industriji, zahtijeva samo dva prolaza za viličar, jedan za utovar i jedan do strane za preuzimanje. [19]



*Slika 18: Protočni paletni regal*

Izvor:[19]

Prednosti:

- Do 60% manje površine poda u odnosu na klasični paletni regal,
- Rad po principu FIFO – prva ulazi, prva izlazi omogućuje automatsko rotiranje zaliha,
- Namjenske strane za utovar i preuzimanje - znači da su potrebna samo dva prolaza za viličar,
- Veća brzina rada u skladištu.

#### 3.2.4. Regal sa ladicama

Regal s duplom dubinom nadograđuje se s tri do pet paletnih mjesta. Kako bi se moglo pristupiti tim pozicijama, regal se u svakom redu izvlači poput ladice. To znači da je svaki red u/na bilo kojoj razini individualno pristupačan. [5]

#### 3.2.5. Konzolni regali

Ovaj tip skladišnog sustava je namjenjen za skladištenje robe i predmete koji su po jednoj dimenziji znatno duži u odnosu na ostale dvije i kao takvi zahtijevaju čist i kontinuirani skladišni nivo koji osigurava lagano polaganje i preuzimanje robe. Najčešće se skladište: profili, cijevi, ploče (iverica, lim i dr.), kao što je prikazano na slici 19.

Konzolni regali ovog tipa se dijele prema nosivosti na one lagane i teške, zavisno o težini robe po nivou. Kod projektiranja se uzima u obzir dužina robe (dozvoljeni progib) i cijena instalacije. To znači da se bira debljina vertikalnog elementa i njihov razmak, koji su proporcionalni, tj. veći razmak znači veću debljinu stupa. Također se biraju dužine i debljine ruku (konzola) zavisno o druge dvije dimenzije.

Postoji velik broj dodataka koji se mogu koristiti u ovom tipu regala. Jedan od najčešći je stoper koji sprečava klizanje robe sa konzola i metalne ispune. Konstrukcije mogu biti izvedene kao jednostrane i dvostrane, tj. konzole mogu biti sa jedne ili sa obe strane vertikalnog elementa (stupa). [18]



*Slika 19: Konzolni regal*

Izvor: [20]

### 3.2.6. Polični regali

Oprema za pohranu robe u skladištu može se dimenzionirati i za manje prekrajne i manipulativne jedinice, kao što su to kartonska pakiranja ili pojedinačne jedinice. Ova kategorija skladišne opreme naziva se polični regal. Postoje različite koncepcije i izvedbe regala i skladišne opreme.

Statični polični regali osnovni su i najjeftiniji model skladištenja. Polični regali služe za pohranu nepaletiziranih skladišnih jedinica (kartonska pakiranja, pojedinačni proizvodi). Sa policama, dohvat i ponovno punjenje proizvoda mora se obavljati sa prednje strane na prolazu. Kako bi se izbjeglo miješanje, manipulacije se moraju obavljati u različito vrijeme. Ovo može značiti da je potrebna još jedna dodatna smjena. [1]

Gravitacijske protočne police su tip polica gdje su nosivi elementi nagnuti i opremljeni kotačićima kako bi ubrzali postupak komisioniranja pomicanjem skladišne jedinice prema naprijed. Police mogu biti 0,91 – 3 m duboke. Kod ovakvog tipa samo jedan primjerak proizvoda treba biti na prednjoj strani, tj. samo mali dio proizvoda treba zauzimati mali dio prednje strane. Ovo povećava brzinu odabira, dohvata po osobi po satu. [5]

### 3.3. Pomoćna i dodatna oprema

Osim objekata, skladišnih i transportnih sredstava, unutar skladišnog sustava, nužna je i pomoćna i dodatna skladišna oprema, u tu opremu ubrajaju se:

- komunikacijsko informacijski sustav,
- sredstva za sastavljanje i rastavljanje jediničnih tereta,
- sredstva za određivanje težine i dimenzije (vage),
- sredstva za prijevoz preko tračnica i drugih neravnina,
- sredstva za pretovar,
- sredstva i oprema za pakiranje,
- pomoćna sredstva za rad u skladištu (stepenice, ljestve),
- sredstva za zahvat materijala,
- pomoćna sredstva za povezivanje s okruženjem (rampe, mostovi)
- rashladna postrojenja

Za suvremena skladišta neophodna je nabavka računalne i informacijske tehnike. Upotrebom suvremenih informatičkih tehnologija omogućuje lakše i učinkovitije skladištenje robe, izvještavanje o trenutnom stanju zaliha te bolje iskorištenje skladišnog prostora.

Osim računalne opreme važnu ulogu imaju vaganje i mjerenje. Sva roba koja ulazi ili izlazi iz skladišta mora se brojati, vagati ili mjeriti ovisno o vrsti robe. Ove operacije nužne su za točnost podataka i stanja unutar skladišta [3]

Dodatnom skladišnom opremom omogućuje se određeni uvjeti rada kao i potrebni uvjeti za čuvanje materijala u skladištu. U dodatnu opremu spadaju:

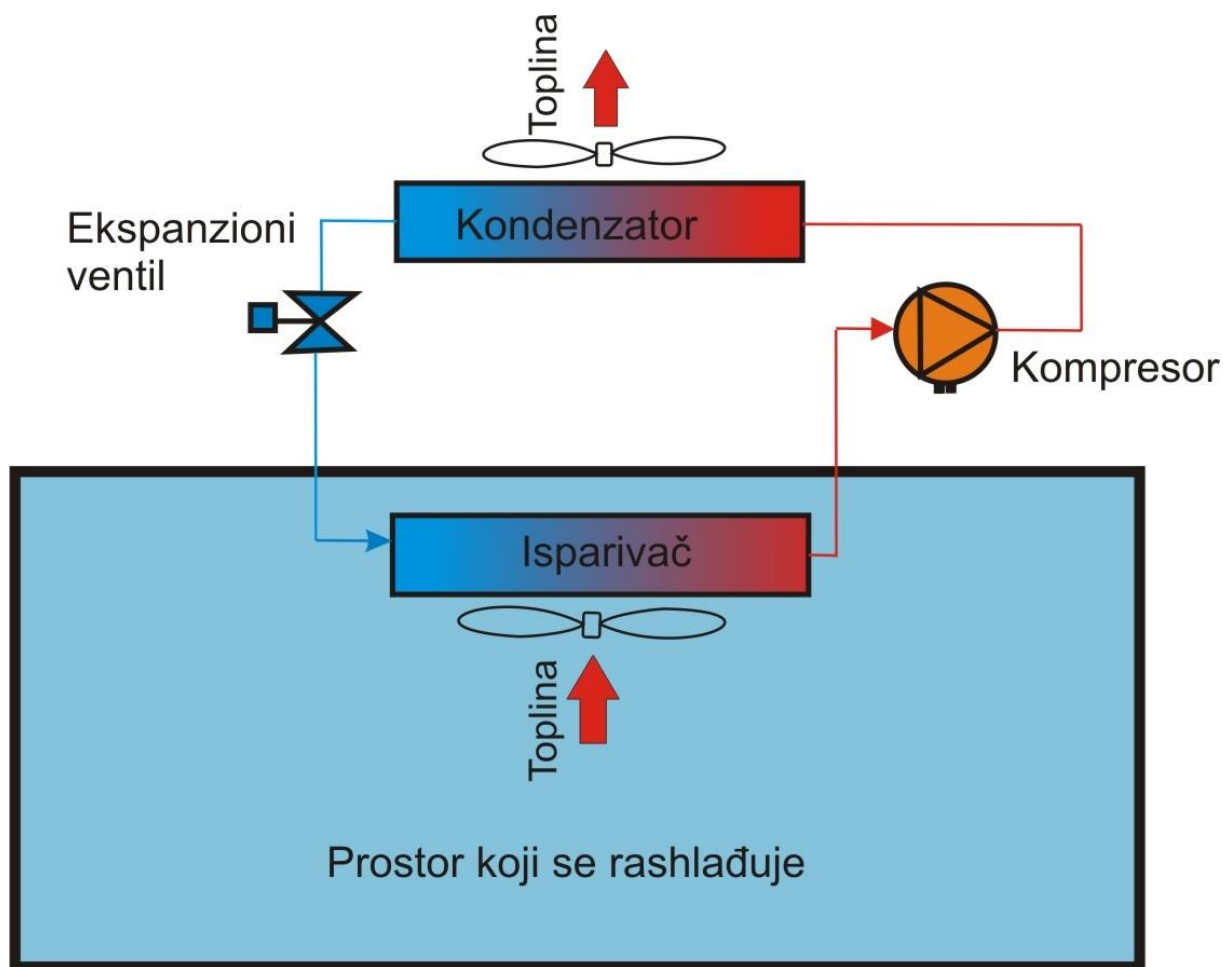
- sigurnosno-zaštitni uređaji
- uređaji za klimatizaciju,

- uređaji za grijanje ili hlađenje,
- uređaji za rasvjetu i druge električne instalacije,
- sanitarno-higijenski uređaji,
- uređaji za održavanje čistoće,
- sredstva zaštite na radu i sl. [3]

**Rashladna postrojenja** - Uklanjanjem topline iz tijela ili okoline, njihova temperatura pada ispod temperature okoline. To se uglavnom postiže uz pomoć vodenog leda, mješavina rashladnih sredstava, rashladnih strojeva, tekućeg dušika, tekućeg CO<sub>2</sub>, krutog CO<sub>2</sub> i tekućeg freona. Rashladna postrojenja imaju najširu primjenu u rashladnoj industriji, dok se koriste i druge metode hlađenja, poput upotrebe dušika, freona, tekućeg CO<sub>2</sub> i suhog leda, ali u znatno manjoj mjeri, jer imaju određenu namjenu. Oduzeta toplina ili toplina hlađenja obično se mjeri u kcal / h. Kad se tijelu doda toplina, temperatura mu se povećava i obrnuto, oduzimanjem topline tijelo se hladi i temperatura mu se smanjuje. Rashladna postrojenja rade na principu lijevog termodinamičkog kružnog postupka. U najjednostavnijim rashladnim postrojenjima postoje četiri glavna uređaja: isparivač, kompresor, kondenzator i ekspanzijski ventil.

Kao radni medij koriste se različite tekućine / plinovi, što ovisi o potrebnoj temperaturi u rashlađenoj sobi. Za određenu svrhu odabire se tekućina čija je temperatura isparavanja na nešto nižem tlaku od atmosferskog nižem od onog koji treba ostvariti u prostoru koji se hladi. Rashladno sredstvo koje je isparilo u isparivaču usisava se kompresorom i komprimira na viši tlak, dok se temperatura rashladnog sredstva također povećava.

Pare rashladne tekućine izlaze iz kompresora s visokim tlakom i temperaturom i dolaze u kondenzator gdje se toplina oduzima od tekućine i ona prelazi u tekućinu. Tlak tekućine i dalje je visok i pri tom visokom tlaku tekućina ne može ispariti na niskoj temperaturi potrebnoj za hlađenje. Stoga se smanjuje tlak tekućeg rashladnog sredstva prije nego što se unese u isparivač. To se postiže propuštanjem tekuće tekućine kroz prigušni ventil posebne konstrukcije, pri čemu se smanjuje tlak i tekućina sada može ispariti u hladnjaku pri niskoj temperaturi. Isparavanje se odvija na temperaturi koja odgovara tlaku tekućeg rashladnog sredstva. U hladnjaku tekućina isparava, oduzimajući toplinu iz okoline i tako snižavajući okolnu temperaturu. Hladnu paru rashladne tekućine iz isparivača usisava kompresor i opisani ciklus se dalje ponavlja.



*Slika 20: Prikaz jednostavnog rashladnog postrojenja*

Izvor:[21]

Opisani dijelovi (Slika 20.) rashladne instalacije i ciklus hlađenja potpuno su pojednostavljeni, jer osim njih u svakoj instalaciji postoje i mnogi drugi uređaji i dijelovi koji su neophodni za rad moderne rashladne instalacije.

Rashladno sredstvo je pod visokim tlakom u dijelu rashladne instalacije od priključka za ispuštanje kompresora preko kondenzatora do prigušnog ventila (ekspanzijskog ventila). Stoga se ovaj dio instalacije naziva dijelom visokog tlaka. Međutim, rashladna tekućina je pod niskim tlakom nakon napuštanja ekspanzijskog ventila dok ne uđe u cilindar kompresora u isparivač, pa se stoga ovaj dio instalacije naziva dijelom niskog tlaka. [21]

**Isparivač** (Slika 21.) se obično nalazi u samoj komori hladnjaka. Obično je rebrast, a mogu se instalirati ventilatori koji prisiljavaju protok zraka kroz njega. Radni medij ulazi u isparivač kao tekućina. Zbog prijenosa topline na isparivač, zrak se hladi. Neke rashladne instalacije rade hlađenjem srednjeg medija koji dolazi do izmjenjivača topline. Ovaj neizravni medij obično je "ledena" voda.

Konstrukcija isparivača ovisi o njegovoj namjeni i svojstvima rashladnog sredstva. Prema načinu rada mogu se podijeliti na: suhe, polupotopljene i potopljene. U suhim isparivačima tekuće rashladno sredstvo ulazi u isparivač i počinje isparavati prolazeći kroz isparivač u obliku vlažne pare dok potpuno ne ispari. Ovaj dizajn isparivača zastario je i manje se koristi. Polupotopljeni i potopljeni isparivači pune se djelomično ili potpuno tekućim rashladnim sredstvom koje isparava. Tijekom isparavanja mjehurići pare slobodno se podižu kroz tekućinu i skupljaju se u kolektoru na vrhu isparivača. [21]



*Slika 21: Isparivač*

Izvor:[22]



**Kompresori** (slika 22.) koji se koriste u hladnjacima mogu biti klipni i vijčani. Vijčani kompresori najčešće se koriste za veće rashladne kapacitete, dok se klipni kompresori koriste za sve vrste kapaciteta. Suvremeni klipni kompresori obično se pokreću pomoću električnog motora. Kapaciteti kompresora kreću se od 100 do 1.000.000 Pa. Kompresor djeluje tako da usisava hladne pare rashladnog sredstva iz isparivača i komprimira ih na pritisak koji prevladava u kondenzatoru, a zatim istiskuje stlačene pare u odvodnu cijev prema kondenzatoru. Tlak rashladnog plina u kompresoru raste i temperatura mu raste do temperature više od temperature okolišnog zraka. [21]



*Slika 22: Kompresor*

Izvor:[11]

**Kondenzator** (slika 23.) je dio rashladne instalacije u kojem se kondenziraju pare rashladnog sredstva koje dolaze iz kompresora. Izmjena topline odvija se na površini kondenzatora, a sredstvo kojim se uklanja toplina obično je voda ili zrak.

Komprimirana i pregrijana para rashladnog sredstva hladi se u kondenzatoru do temperature kondenzacije, a nakon završetka kondenzacije, rashladno sredstvo u kondenzatoru obično se u određenoj mjeri pothladi, pa temperatura tekuće tekućine padne ispod temperature kondenzacije. [21]



*Slika 23: Kondenzator*

Izvor:[11]

**U rashladnoj instalaciji prigušni ventil** koristi se za prigušivanje tekućeg rashladnog sredstva od većeg tlaka kondenzacije do nižeg tlaka isparavanja. Ventil leptira regulira protok rashladne tekućine, kapacitet rashladnog stroja, kao i tlak i temperaturu isparavanja. Za manje rashladne uređaje koristi se automatski ekspanzijski ventil, koji regulira protok radne tekućine, reagirajući tako na promjenu tlaka u isparivaču.

Termostatski ekspanzijski ventil reagira na promjene temperature pregrijavanja na kraju isparivača i omogućuje potpuno iskorištavanje isparivača čak i pri vrlo promjenjivim opterećenjima. Plutajući prigušni ventil reagira na promjene razine tekućine u isparivaču ili kondenzatoru.

Rad kompresijskih rashladnih uređaja temelji se na činjenici da rashladno sredstvo u isparivaču prima toplinu iz okoline, a zatim daje toplinu kondenzatoru, zraku ili vodi koja hladi kondenzator. Stoga rashladna tekućina mora imati određena fizikalna, kemijska i toplinska svojstva te biti sigurna i ekonomična u radu. Rashladna tekućina koja se koristi može biti amonijak i razne vrste freona, a danas se zbog strogih zahtjeva okoliša koriste freoni. [21]

## 4. SKLADIŠNI PROCESI

U skladištima se proizvod često modificira i prepakira prema zahtjevima i narudžbi kupca. Roba najčešće stiže zapakirana u većim jedinicama, a skladišta napušta u manjim prekrcajnim jedinicama ili pakiranjima. [1]

Osnovni procesi unutar skladišta dijele se na: prijem robe, pohranu robe, komisioniranje i otpremu robe.



Slika 24: Osnovni procesi unutar skladišta

Izvor:[23]

Od procesa prijema do otpreme robe u skladištu se mogu realizirati i aktivnosti kao što su: prerada, kontrola na ulazu/izlazu/čuvanju, skladištenje robe, komisioniranje i sortiranje te pakiranje i priprema za otpremu na izlazu. Prerada je širok pojam koji u sebi sadrži mnogo različitih skladišnih aktivnosti koje uglavnom donose određenu dodatnu vrijednost. U velikom se broju slučajeva roba koja ulazu u skladište reorganizira i prilagođava narudžbama korisnika. Veća pakiranja pojedinih proizvoda se, ovisno o narudžbama, transformiraju u manja, kombiniraju s drugim proizvodima i otpremaju korisniku.

### 4.1. Prijem robe

Prijem robe započinje najavom dolaska robe. To omogućuje upravi skladišta obavljanje potrebnih predradnji koje uključuju izradu rasporeda iskrcaja robe i koordiniranje ostalih potrebnih aktivnosti povezanih sa prijemom robe. Nakon dolaska robe, roba se iskrcava, i ovisno o načinu rada odlaže u zonu iskrcaja ili odvozi izravno na mjesto pohrane. Budući da u ovoj fazi roba dolazi pakirana u veće jedinice, ponekad je potrebno te jedinice raspakirati.

Računa se da zbog relativno malog udjela ljudskog rada troškovi ovih operacija ne prelaze razinu od 10 [%] ukupnih troškova skladištenja. [1]

Aktivnosti pri prijemu robe su:

- definiranje zone iskrcaja,
- bilježenje podataka o dolasku vozila,
- provjera dokumentacije,
- osiguranje vozila za iskrcaj,
- iskrcaj artikala iz vozila,
- pregled artikala,
- identifikacija dobavljača, pridruživanje robe dobavljaču,
- slaganje robe u zonu prijama,
- provjera robe, stanja, količine,
- usklađivanje stvarnog stanja robe s podacima iz prateće dokumentacije,
- unos artikala u stanje skladišta,
- priprema jedinica za proces pohrane,
- dodjela lokacije pohrane,
- premještanje robe iz prijamne zone skladišta u zonu pohrane,
- izrada dokumentacije za potvrdu prijama. [1]

Veličina prijemne zone ovisi o količini i intenzitetu dolaska roba. Na učinkovitost rada bitno utječe položaj i smještaj prijemnih rampi. Pri prijemu roba obično se nastoji odabrati ona rampa koja je najbliža lokaciji gdje će se roba smjestiti unutar skladišta.

Najčešći načini prijama robe :

- prijem naslijepo – osoba na prijemu ispisuje stvarno zaprimljenu količinu roba bez obzira na dokumentaciju koja kvantificira robu,
- bar code – svako ulazno pakiranje skenira se pomoću bar-kod čitača,35
- izravan prijem – izravno slanje zaprimljene robe u prostor skladišta (na taj način se štedi vrijeme i prostor za sortiranje ulazne robe),
- cross docking – slaganje ulazne robe i njezina otprema bez pohrane. [1]

#### 4.2. Pohrana robe u skladište

Nakon prijema roba i određivanja potrebnog skladišnog prostora, robu je potrebno smjestiti u skladišni prostor. Smještaj ponajprije ovisi o značajkama robe (uvjeti smještaja). Principi prostornog smještaja ovise o strategiji koja se koristi pri skladištenju, pri čemu se roba može smjestiti na stalno mjesto (unaprijed određeno) ili na prvo slobodno mjesto. Stalno mjesto korisno je za robu koja se često otprema, ali takva koncepcija može negativno utjecati na ukupni stupanj iskoristivosti prostora. Promjenjivo mjesto rezultira boljim iskorištenjem prostora, ali je u većim skladištima uglavnom automatizirano i povezano s nekom od inačica WMS-a.

Nakon odlaganja roba potrebno je zabilježiti mjesto na kojem je pojedina roba smještena. Na taj način se utječe na učinkovitost pri podizanju robe sa skladišta. Smještanje roba zahtijeva umjeren udio radne snage zbog mogućeg premještanja robe na lokacije koje mogu biti prilično udaljene od prijemne zone. U postocima, odlaganje robe čini oko 15% operativnih troškova skladišta.

Kriteriji koji se moraju ispuniti pri uvođenju i optimizaciji sustava pohrane su:

- razina stupnja iskoristivosti skladišnog prostora,
- stupanj iskoristivosti skladišne opreme,
- stupanj iskoristivosti radne snage,
- potrebni elementi zaštite robe,
- mogućnost pozicioniranja artikala unutar objekata,
- fleksibilnost/prilagodljivost sustava promjenama i dinamici protoka robe,
- utjecaj sustava na ukupne troškove skladištenja. [1]

**Sustavi zasnovani na pamćenju** su relativno jednostavniji, bez potrebe za pratećom dokumentacijom ili unosom podataka. U velikoj mjeri ovise o ljudima, što im daje određena obilježja i ograničenja:

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

- osoblje unutar skladišta nema zaduženja koja traže odsutnost iz toga područja
- relativno malo premještanja robe unutar skladišne zone. [5]

**Sustavi s fiksnom lokacijom** su sustavi gdje svaka jedinica ima svoju adresu. Postoje i podvarijante tog sustava pri kojima se jedna ili više jedinica pridružuju istoj adresi.

Razlozi za takav način pohrane su sljedeći:

- planiranje
- težnja za boljim iskorištenjem prostora zbog obilježja robe, npr. oblika proizvoda, načina odlaganja i pravila o držanju pojedinih vrsta robe.

Prednosti sustava s fiksnom lokacijom:

- 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 robe u skladištu u svrhu skraćivanja vremena otpreme
- mogućnost optimiziranja smještaja ovisno o veličini, težini, otrovnosti i ostalim obilježjima robe.

Nedostatci sustava za pohranu s fiksnom lokacijom:

- manja iskoristivost
- relativna krutost sustava. [1]

**Kod sustava sa slučajnom lokacijom** 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 sa fiksnom lokacijom.

Prednosti sustava sa slučajnom lokacijom su:

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

Nedostaci sustava:

- 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. [1]

**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 sa fiksnom lokacijom i sustava sa promjenjivom lokacijom. Na taj se način prostor koristi dvojako: za odabranu robu odvaja se prostor sa fiksnom lokacijom, dok se za ostale vrste roba prostor koristi u najvećoj mogućoj mjeri promjenom 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. [1]

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

Prednosti zonskih sustava:

- omogućuje izolaciju (siguran smještaj) određene vrste 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.



Nedostaci zonskih sustava:

- ne preporučuje se u slučaju potrebe za vrlo učinkovitim rukovanjem i operacijama s robom,
- može smanjiti iskorištenje prostora,
- zahtjeva ažuriranje podataka o pomicanju robe. [5]

#### 4.3. Komisioniranje robe

Komisioniranje je operacija koja je prema mišljenju osoblja koje upravlja skladištem jedna od najkritičnijih skladišnih operacija. 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.

Nakon zaprimanja zahtjeva slijedi podizanje robe sa skladišta. Prema zahtjevu korisnika, u skladištu se najprije nastoji utvrditi mogućnost isporuke tražene robe prema vrsti i količini. Nakon toga slijedi organizacija redoslijeda podizanja robe i izrada potrebne dokumentacije. Podizanje robe (komisioniranje) operacija je tijekom koje se prema zahtjevima korisnika prikuplja roba u skladištu i formira pošiljka spremna za otpremu. [1]

Podizanje robe čini oko 55 % operativnih troškova skladišta i može se promatrati prema slijedećim elementima:[1]

- unutarnji transport u skladištu 55% vremena
- pretraga 15% vremena
- izuzimanje 10% vremena
- dokumentiranje 20% vremena

Vidljivo je da se najveći dio vremena pri podizanju robe u skladištu troši na unutarnji transport, što rezultira najvećim udjelom unutarnjeg transporta u operativnim troškovima u ovoj fazi skladišnih operacija. Zbog toga se pri kreiranju skladišta nastoji smanjiti vrijeme potrebno za lociranje pojedine vrste roba i skraćenje vremena potrebnog za realizaciju unutarnjeg transporta.

Na učinkovitost komisioniranja utječe uporaba jasne, lako čitljive i jednostavne dokumentacije za komisioniranje. Dokumentacija za komisioniranje trebala bi olakšati posao

osoblju zaduženom za ovu operaciju. Često se događa da je dokumentacija za komisioniranje istovjetna onoj za otpremu, što uključuje podatke koji nepotrebno opterećuju operatora. Dobro koncipirana dokumentacija sadrži podatke:[1]

- lokacija artikla,
- šifra,
- opis,
- količina,
- eventualne dodatne informacije.

Proces komisioniranja može se organizirati korištenjem različitih metoda komisioniranja koje su prilagođene strukturi artikala, razini komisioniranja i značajkama skladišnoga objekta.

**Diskretno komisioniranje** - Jedna osoba prikuplja artikle prema narudžbi. Narudžbe nisu raspoređene prema redosljedu naručivanja, što znači da se mogu odrađivati u bilo koje doba tijekom radnog vremena. Ovaj je način komisioniranja najčešći zbog svoje jednostavnosti.

**Zonsko komisioniranje** - Skladište je podijeljeno na zone pri čemu jedna osoba pokriva pojedinu zonu. Osoba zadužena za pojedinu zonu prikuplja sve artikle u toj zoni, i to za više narudžbi. Nakon toga roba se prikuplja u zoni za konsolidaciju, gdje se slaže prema pojedinoj narudžbi i priprema za otpremu. Svaki operator ispunjava zahtjeve jedne narudžbe (ne više njih istovremeno). Postoje dvije varijante zonskog prikupljanja. Sekvencijalni način podrazumijeva prikupljanje artikala u jednoj zoni unutar nekog vremenskog intervala. Nasuprot tome, simultano prikupljanje podrazumijeva prikupljanje artikala u više zona istovremeno. Zonsko komisioniranje se često koristi, posebno u skladištima s više vrsta artikala i s različitim oblicima pakiranja artikala. Da bi se smanjilo vrijeme prikupljanja veće se zone mogu podijeliti u više manjih.

**Grupno komisioniranje** - Jedna osoba prikuplja artikle za više narudžbi istovremeno. Ako se pojedini artikl nalazi na više narudžbi sa skladišta se podiže ukupna tražena količina, koja se zatim raspoređuje prema narudžbama. Na ovaj se način povećava učinkovitost, posebno u komisioniranju artikala u malim pakiranjima. Najučinkovitiji je za narudžbe nekoliko artikala u malim količinama. Povećan je rizik od pogrešaka pri sortiranju te točnosti pri kompletiranju narudžbe.

**Prikupljanje na mah** - Slično je diskretnom prikupljanju jer jedna osoba ispunjava jednu narudžbu. Razlika je u tome što se u ovom načinu komisioniranja odabiru narudžbe koje će se ispuniti u određenom vremenskom periodu. Također narudžbe se mogu raspoređivati na način da se ispunjavaju u nekom određenom vremenu tijekom dana. To se često koristi zbog usklađivanja vremena komisioniranja i otpreme. [1]

Komisioniranje robe prema narudžbi moguće je na nekoliko načina, najčešći suvremeni načini su:

- papirnatih liste
- komisioniranje prema etiketi
- “pick by voice”
- komisioniranje pomoću barkod čitača
- RFID komisioniranje
- “pick by light” ili “pick to light”
- automatizirano komisioniranje

#### 4.4. [Otprema robe](#)

Sustavi za otpremu roba imaju danas vrlo značajnu ulogu u poslovanju skladišta. Osim povećane razine zahtjeva korisnika, događaju se i promjene u načinu otpreme, ponajprije kroz korištenje sustava brze dostave i rastuću globalizaciju poslovanja. Tvrtke su kroz učinkovitost otpreme robe postale konkurentnije na tržištu i povećale obujam poslovanja.

Dobro zamišljen otpremni sustav za moderno skladište predstavlja značajnu organizacijsku prednost i pozitivno utječe na ukupnu učinkovitost skladišta. Da bi takav sustav i u budućnosti ostao konkurentan nužno je izraditi strateški plan razvitka sustava otpreme. [1]

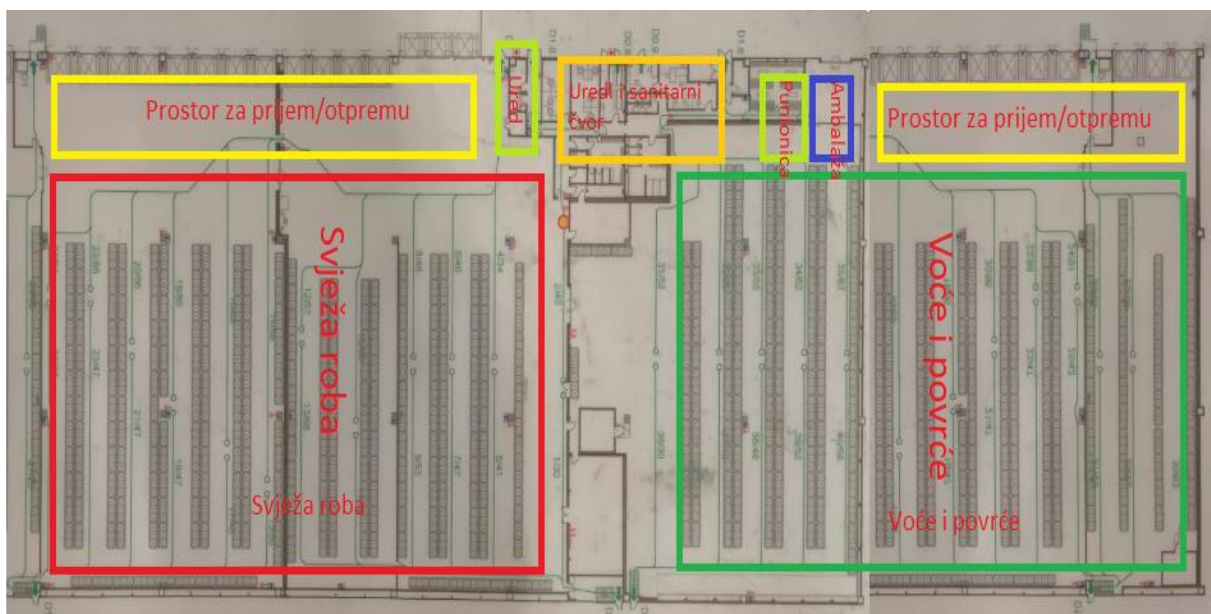
Tim planom obuhvaćeno je slijedeće: [5]

- definiranje i razumijevanje trenutnih zahtjeva korisnika i budućih trendova u njegovom poslovanju
- odabir najpogodnijeg oblika prijevoza
- odabir optimalnog načina ukrcaja vozila, koji se temelji na zahtjevima korisnika i mogućnostima prijevoza

- projektiranje zone za prikupljanje robe, koja se temelji na načinu ukrcaja vozila i analizi roba koja se otprema
- uvođenje i korištenje informatičkih sustava pri optimizaciji i kontroli sustava

## 5. ANALIZA TRENUTNOG STANJA SKLADIŠNIH PROCESA NA PRIMJERU ODABRANE TVRTKE

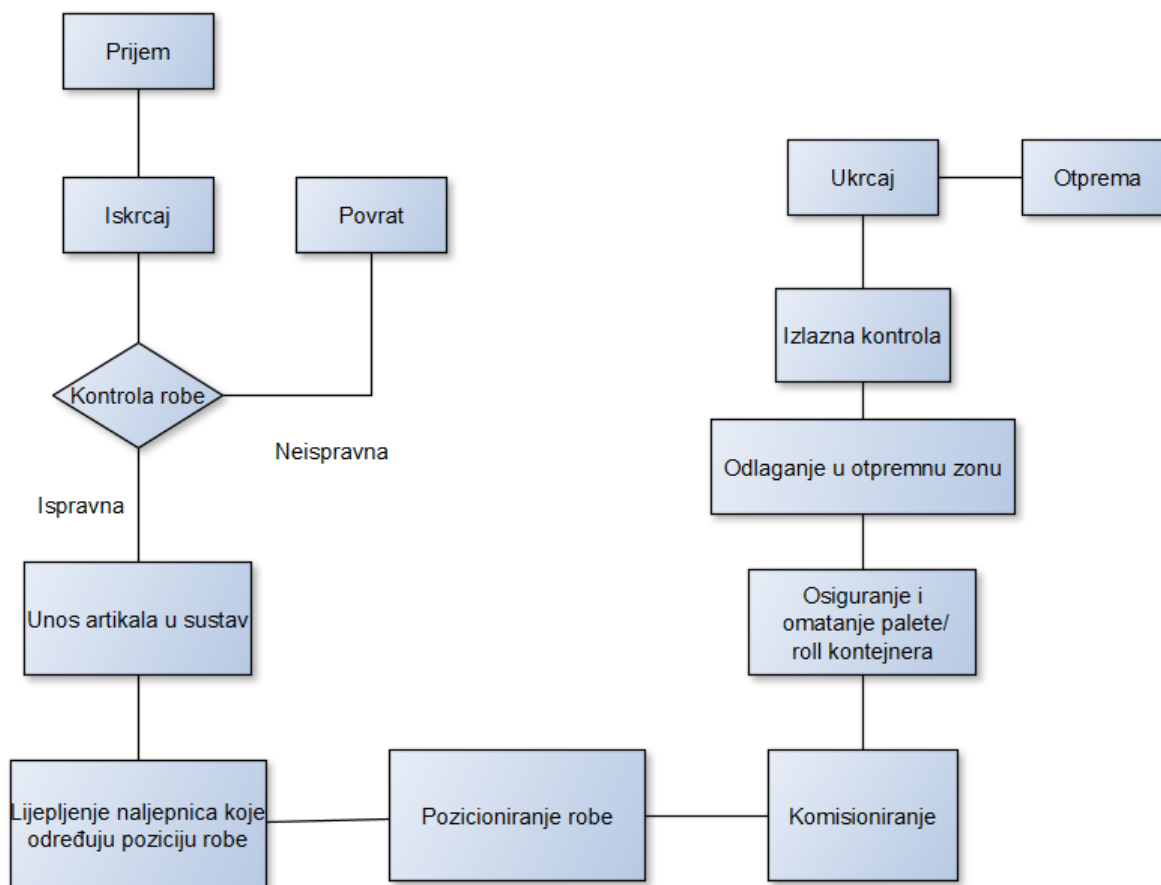
Tvrtka u kojoj će se provesti istraživanje davatelj je usluga transporta i logistike. U radu će se analizirati postojeće stanje skladišnih procesa davatelja logističkih usluga na području RH i utvrditi njihove nedostatke. Davatelj logističkih usluga u RH ne posjeduje svoje skladište, vozni park i opremu već za sve koristi najam. Centralno skladište davatelja logističkih usluga u RH nalazi se u Svetoj Nedelji, a raspored skladišta je prikazan na slici 25.



Slika 25: Prikaz skladišnog prostora davatelja logističkih usluga

Izvor: davatelj logističkih usluga

Slikom 26 u nastavku prikazan je dijagram toka skladišnih procesa i pripadajućih aktivnosti promatranog sustava.



Slika 26: Skladišni procesi i pripadajuće aktivnosti davatelja logističkih usluga

Izvor: Izradio autor

### 5.1. Proces prijema robe

Proces prijema robe započinje najavom transportnog sredstva te na odjelu voća i povrća počinje u 5:30 sati, a traje do 13 sati. Kada vozač dolazi na iskrcaj robe u zadano vrijeme sa kamionom, on mora predati službi nabave u ured za prijem svu dokumentaciju od ulaza robe (najava, CMR, otpremnica). Nakon toga služba nabave unosi pripremnu primku u WMS sustav. Ona sadrži samo količine robe po artiklu koje je nabava naručila od dobavljača. Dostavno ili teretno vozilo pozicionira se na dolaznu rampu, gdje se osigurava za iskrcaj. Vozač je prije ulaska u skladište obavezan nositi reflektirajući prsluk, cipele s tvrdim kavicama i zaštitnu masku. Skladišni radnik zadužen za istovar zatim pregledava plombu i registarske oznake vozila. Zatim vozač dobiva od strane skladištara viličar kojim istovara robu iz kamiona u prijemnu zonu.

Prije početka zaprimanja robe RF uređajem, skladištar vrši vizualnu kontrolu ulaznih artikala koristeći se pritom ulaznom najavom, otpremnicom dobavljača ili CMR-om. Nakon vizualnog pregleda, kontrolori kvalitete uzimaju sa svake palete slučajan uzorak gore, dolje i u sredini te pregledavaju: količinu, transportno sredstvo, kilažu, faktor, lot broj i rok trajanja. Ukoliko nešto od navedenog nije korektno kontrolori slikaju neispravnu robu, šalju sliku elektroničkom poštom nabavnoj službi i izdaju reklamacijsku listu koju vozač potpisuje te je dužan utovariti tu robu nazad u vozilo.



*Slika 27: Prijem robe*

Izvor: Autor

Nakon toga skladištar započinje proces skeniranja robe. Nakon završetka skeniranja palete, skladištar „potvrđi“ unos u RF uređaj te ljepi naljepnicu koju također potvrđuje RF uređajem za tu paletu te je ona onda potvrđena tj. zaprimljena (Slika 28.). Svaku naljepnicu dužan je zalijepiti na odgovarajuće zaprimljene artikle. . Po završetku zaprimanja robe, skladištar je dužan dati vozaču onoliko paleta koliko ih je i ušlo te odnijeti ovjerene dokumente

vezane za prijem robe kod administratora na pohranu u arhivu. Dakle, za proces prijema robe zadužena su 2 kontrolora robe i 2 skladišna radnika.



*Slika 28: Primjer zaprimljene palete s naljepnicom*

Izvor: Autor

U slijedećoj tablici biti će prikazano potrebno vrijeme za pojedini proces prilikom prijema. Vremenska mjerenja su provedena za 3 različita dobavljača koji se razlikuju po vrsti artikla. Radi se o istom broju paleta te jednakom broju skladištara.

*Tablica 2: Prikaz trajanja pojedinog procesa prijema robe*

Dobavljač	Istovar	Kontrola robe i skeniranje	Pozicioniranje
Dobavljač 1	15-20 min	49min	63min
Dobavljač 2	15-20 min	27min	38min
Dobavljač 3	15-20 min	44min	59min

Izvor: Izradio autor

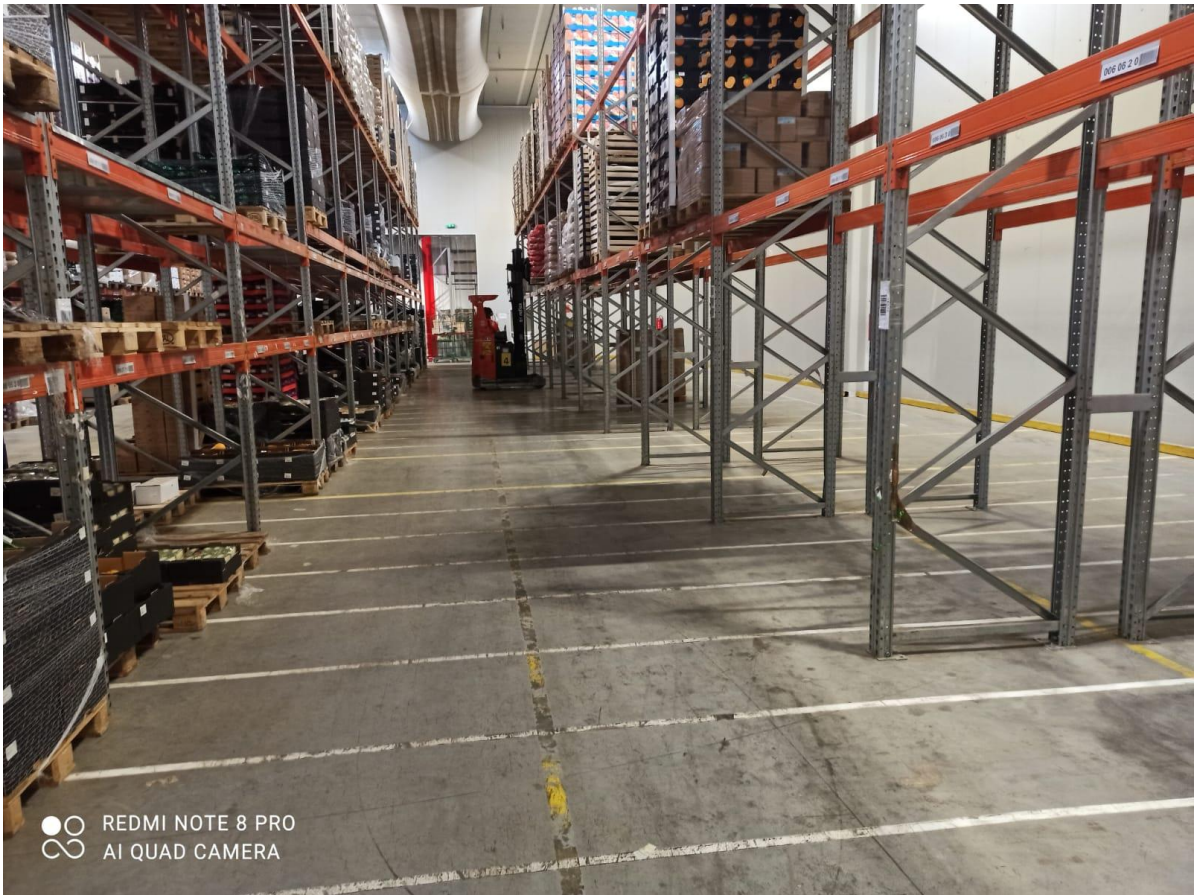


Proces istovara traje u svim slučajevima otprilike 15 do 20 minuta. Drugi dio procesa odnosi se na kontrolu robe i skeniranje. Iz tablice se može vidjeti da u tom dijelu postoje oscilacije u vremenskom trajanju. Razlog tome su različite kompleksnosti narudžbe, odnosno o pakiranju određenog artikla, neki su kontrolorima lako dostupni kao što je to npr. lubenica, a neki teže dostupni, npr. banane.

Treći dio procesa je pozicioniranje robe unutar skladišta na unaprijed određene lokacije pomoću visoko regalnih viličara. Zavisno o broju slobodnih viličara u pojedinom trenutku, ovaj dio procesa obavlja se pomoću 2 do 3 viličara. Oscilacije u trajanju pozicioniranja robe najviše zavise o visini palete i vrsti ambalaže, npr. palete sa drvenim sanducima naslaganim visoko treba puno opreznije i sporije pohranjivat nego palete sa čvrstim kartonskim pakiranjima jer su drveni sanduci dosta slabe konstrukcije te su sklони puknuću i deformacijama pri naglim pokretima.

## 5.2. Proces pohrane robe

Nakon što je roba skenirana, naljepnice određuju na koju poziciju je potrebno skladištiti robu. Nakon lijepljenja naljepnica na palete, vođitelj smjene organizira skladišne viličare da razmjestе robu u skladište u skladu sa WMS sustavom, putem kojeg se određuje zona i točna pozicija gdje će se roba uskladištiti. Ovu operaciju izvršavaju dvoje skladišnih viličarista. Skeniranjem naljepnice skladištar dobiva uputu u koju zonu i na koju poziciju će ostaviti robu. Na sljedećoj slici nalazi se prikaz regalnog viličara kod pohrane robe.



*Slika 29: Pohrana robe regalnim viličarom*

Izvor: Autor

Kada robu smjesti na predviđenu poziciju, skladišni viličarist to potvrđuje u skeneru. Navedenu radnju obavlja za svaku pojedinu paletu koju treba prevesti na zadanu skladišnu poziciju. Za pohranu robe koriste se jednostruki paletni regali koji omogućuju dostupnost svake palete u bilo kojem trenutku.

Zadana produktivnost zaposlenika koji upravlja regalnim viličarom je 200 paleta koje treba uskladištiti tijekom osam radnih sati.

### 5.3. Proces komisioniranja robe

Komisioniranje robe kreće sastankom sa voditeljem smjene 5 minuta prije početka rada. Svaka smjena ima 10-12 komisionera kao i svojeg voditelja smjene. Voditelj smjene određuje tko obavlja koje zadatke. Operater zatim prilikom prijave na uređaj (slika 30.) ima nekoliko mogućnosti, no one su ograničene izravnim naredbama skladišnog administratora. Pod

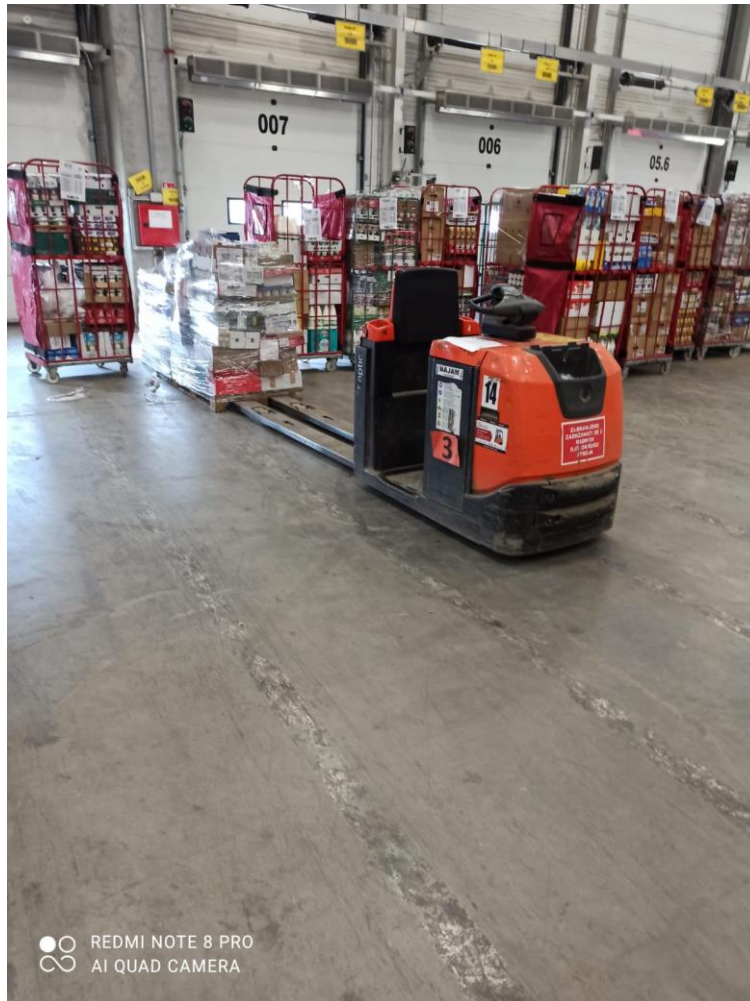
možnostima se smatra izbor zone komisioniranja i izbor funkcije. Nakon uspješne prijave uređaj dodjeljuje operateru nalog koji mora ispuniti.



*Slika 30: Primjer skenera koji se koristi*

Izvor: [24]

Kada je operater dobio nalog, uzima viličar. Koriste se električni paletni viličari za komisioniranje sa stajaćom platformom. Roba se komisionira isključivo na euro palete i roll kontejnere(slika 31.). Roll konterjneri su transportne metalne konstrukcije koje mogu biti dopunjene premjesticima košaricama, policama ili punim stranicama koje se postavljaju prema potrebama korisnika. Dimenzije roll kontejnera koje se koriste su otprilike pola euro palete 0,6 X 0,4m.



*Slika 31: Električni paletni viličar i roll kontejneri*

Izvor: Autor

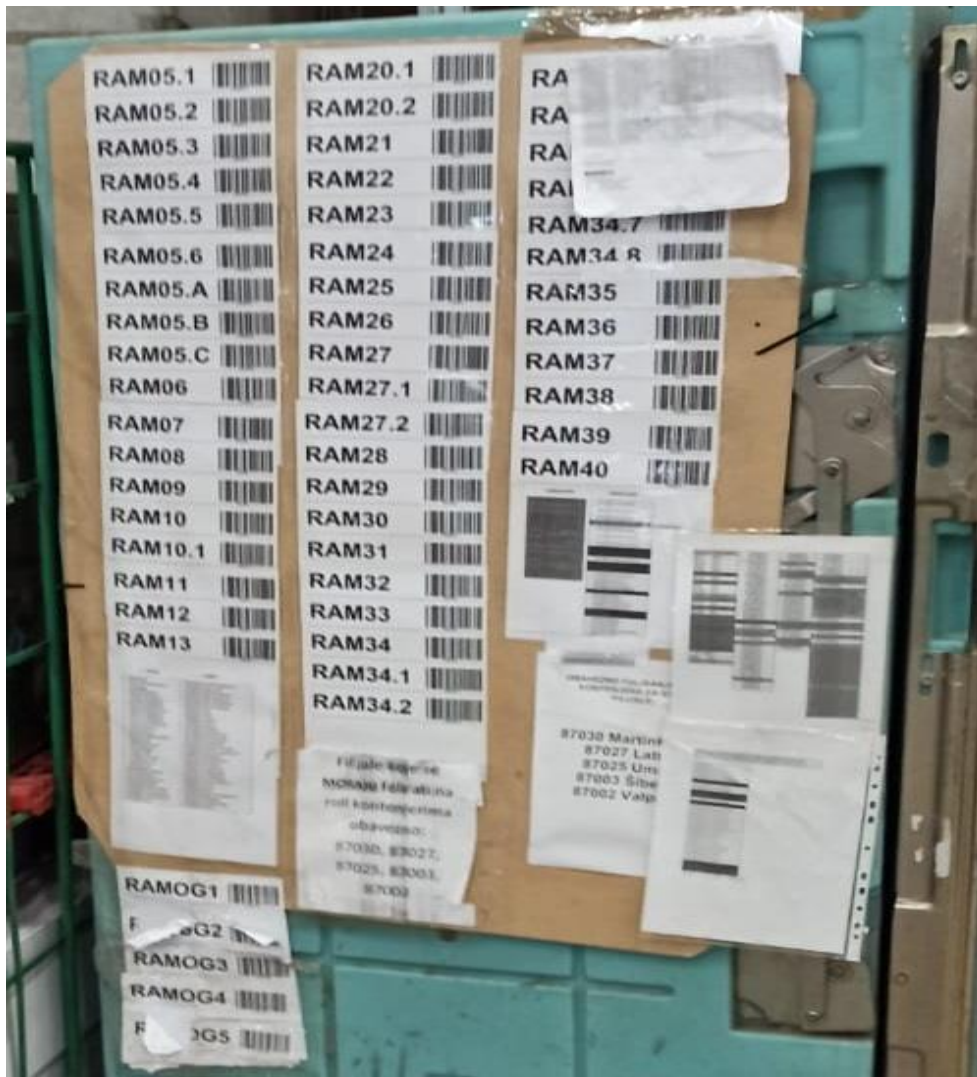
Kada se obavio dio vezan uz samo preuzimanje naloga i viličara kreće se na komisioniranje robe prateći pozicije jednu po jednu prikazane na skeneru. Na svakoj poziciji mora skenirati barkod pozicije i nakon toga unosi količinu koja se uzima. Ponekad se zna desiti greška u sustavu, operater skenira poziciju i unese količinu koja se traži te ga šalje na slijedeću poziciju. Kada završi na kraju naloga sustav ga zna vratiti na neku od tih pozicija ponovno i tražiti još naknadno određenu količinu tog artikla. Također, skeneri na nekim djelovima skladišta znaju izgubiti signal što rezultira vremenskim gubicima kao i frustracijom samog operatera.

Ukoliko operater uzima zadnji artikl sa pozicije mora pomoću skenera naručiti dopunu nove palete. Dopuna automatski dolazi operateru koji je zadužen za dopune pozicija. Često se zna desiti da operater ne može naručiti dopunu jer dođe do greske u sustavu te mu ne

dozvoljava izvršiti narudžbu, onda je dužan otići ili nazvati skladišnog administratora. Operater kaže administratoru šifru artikla koji zatim ispravlja grešku ručno pomoću računala.

Postoje različite dimenzije ambalaže proizvoda pa komisioner mora nekad preskočiti neke pozicije pa se kasnije na njih vratiti kako bi optimalno složio robu na paletu bez da dođe do oštećenja proizvoda. Ovaj dio komisioniranja zna ponekad uzeti mnogo vremena jer se komisioner mora vraćati na neke pozicije na kojima je prethodno već bio. Nakon što složi paletu mora je zamotati rastezljivom folijom jako čvrsto od donjih rubova palete skroz do vrha kako bi teret bio dobro osiguran da ne dođe do oštećenja tijekom transporta. Nakon toga na skeneru zatvara nalog neovisno da li je gotov te se upućuje do printera koji se nalazi u svakoj zoni i uzima otpremni list na kojem je popis robe koju je podigao sa skladišta te naziv poslovnice i broj rampe na koju ide. Nakon toga otvara novi nalog ili nastavlja stari na novoj paleti/roll kontejneru ako nije dovršen. Prije nego ga otpremi na rampu dužan je skenerom potvrditi broj rampe na koju ide sa otpremnice (slika 32.). Ponekad taj broj rampe nije točan, primjerice na otpremnom listu piše rampa 5, a na skeneru se traži potvrda da ide na rampu 9.

Postoje i poslovnice koje radi malih dimenzija vrata ne mogu preuzeti robu na paletama nego samo na roll kontejnerima te na to treba obratiti pažnju pri organizaciji komisioniranja, popis poslovnica se nalazi kod printera gdje piše koje se mogu slagati na palete i roll kontejnere, a koje samo na roll kontejnere. Najčešće tu griješe operateri koji su tek počeli raditi, što rezultira krivo složenom robom.



*Slika 32: Popis rampa i poslovnica koje isključivo idu na roll kontejnere*

Izvor: Autor

Zadana produktivnost komisionera je 800 kutija koje treba složiti tijekom osam radnih sati. Komisioneru se analizira broj kutija, broj pozicija i ukupno vrijeme potrebno za komisioniranje naloga. Svakog od komisionera karakterizira različita brzina hoda, način slaganja robe na paletu kao i drugačiji način izuzimanja robe sa skladišne pozicije. U slijedećoj tablici je prikazano vrijeme potrebno za komisioniranje naloga.

Tablica 3: Vrijeme potrebno za komisioniranje naloga

Broj pozicija	Broj kutija	Vrijeme potrebno za komisioniranje
113	196	02:23:14
32	211	00:34:56
89	254	01:13:29
36	481	00:58:17
19	316	00:29:43
56	91	00:45:38

Izvor: Izradio autor

Iz tablice 3 je vidljivo da vrijeme potrebno za komisioniranje oscilira neovisno o broju kutija i pozicija. Razlog tome je što nalozi koji imaju malo pozicija, a puno kutija se komisioniraju tako da se uzimaju cijele palete jer idu velike količine jednog artikla. Dok kod naloga sa velikim brojem pozicija se javlja problem različite ambalaže kod pojedinih artikala što usporava cijeli proces komisioniranja jer komisioner mora preskočiti neke pozicije kako bi mogao pravilno složiti robu na paletu ili roll kontejner da ne ošteti robu.

Broj naloga po operateru na dnevnoj bazi varira ovisno o samom operateru i o veličinama naloga. Operateri koji već duže rade taj posao, najčešće dobivaju manje naloga po danu. Razlog tome je jer oni dobivaju najveće naloge radi njihove sposobnosti da ih slože najbrže što je moguće, dok manje naloge i naloge sa mnogo pozicija dobivaju noviji operateri kako bi se naučili što pravilnije slagati robu.

Točnost komisioniranja se pregledava tako da poslovnice u koje dolazi roba tijekom slaganja robe na police ako uoče pogrešku, šalju povratnu reklamaciju davatelju logističke usluge. Pomoću jedinstvene šifre komisionera na otpremnici te robe saznaje se komisioner koji je slagao robu.

#### 5.4. Proces otpreme robe

Proces otpreme robe planira se u odjelu transporta gdje su prikazane narudžbe od strane poslovnica na osnovu kojih se organizira transport. Poduzeće koristi uslugu vanjskog davatelja jer nema vlastiti vozni park. Ugovori s prijevoznicima se sklapaju na duži rok, a cijene su fiksne. Svaki prijevoznik ima svoje područje, odnosno regiju na teritoriju Republike Hrvatske gdje vrši prijevoz.

Otpremna zona je organizirana tako da je svaka rampa rezervirana za određene poslovnice. Svaka poslovnica ima svoju unikatnu šifru po kojoj se prepoznaje. Povezuju se uvijek poslovnice iz istih regija po rampama nikad različite.

BROJ TURE	FILIJALE	PRIJEVOZNIK	KOLIČINA ROBE	ZAVRŠETAK KOMISIONIRANJA PO TURI	SPAR PO VREMEN
40FD11507001	87011, 87021, 87026	RALU 33	36,13		14.0
40FD11106002	87123, 8702	GORICA 38	32		14.0
40FD11107002	8707, 87042	RALU 33	35,63		14.0
40FD11104001	87087, 87077, 87078	GORICATRANS 15	13,75		14.0
40FD11120001	87075	GORICATRANS 15	10		14.0
40FD11121001	87076, 87080	GORICATRANS 18	19		14.0
40FD11122001	87017	GORICATRANS 20	20		14.0
40FD11123001	87023, 87070	ZAVRTNIK 18	15,63		14.0
40FD11124001	87079, 87082	ZAVRTNIK 18	13,75		14.0
40FD11125001	87029	ZAVRTNIK 18	17,5		14.0
40FD11128001	87074, 87054	ZAVRTNIK 18	14,38		14.0
40FD11128002	87038, 87041	ZAVRTNIK 12	10		14.0
40FD11106001	8702, 8711	VRBIC 33	34,63		14.0
40FD11107003	8714	VRBIC 33	22,75		14.0
40FD11109002	8716	VRBIC 33	23,13		14.0
40FD11109001	8705, 8707	VRBIC 33	32,63		14.0
40FD11201001	8715	BRISTA 33	35,88		14.0
40FD11202001	8718	BRISTA 33	27,63		14.0
40FD11203001	87014, 87112	BRISTA 33	31		14.0
40FD11204701	87108, 87012	BRISTA 33	30,38		14.0
40FD11204501	87109, 8710	BRISTA 33	23		14.0
40FD11206001	8701, 87024	RALU 33	30,63		14.0
40FD11207001	87004, 87007	BRISTA 33	25,38		14.0
40FD11208001	8723, 87003	BRISTA 33	25,63		14.0
40FD11401001	3 87002, 87095, 87097, 87103	BALOG 33	29,13		14.0
40FD11402001	1 8704	BALOG 33	34		14.0

Slika 33: Popis filijala po turi

Izvor: Autor



Skladištar zadužen za otpremu pomoću popisa filija po turi (slika 33.) organizira roll kontejnere i palete za tu turu.

Kada vozač doveze kamion na rampu koja mu piše na utovarnoj listi, odlazi u skladište. Prije ulaska u skladište mora nositi zaštitne cipele sa kapicama, prsluk i zaštitnu masku. Vozaču na utovarnoj listi piše šifra kojom se prijavljuje u skener koji dobije od izlaznog skladištara. Uzima viličar koji mu je dodijeljen, pojavi mu se nalog u skeneru, na osnovu kojeg skenira svaku paletu i roll kontejner te viličarem ukrcava u kamion. Ako se slučajno neka roba ne može pronaći skladišni administrator je izbacuje iz naloga pa se kasnije dodaje na slijedeći prijevoz.

Kada je vozač završio s ukrcajem robe u kamion, odlazi na odjel transporta gdje se završava dokumentacija, preuzimaju se otpremnice i plombe. Zatim ide do izlaznog skladištara koji provjerava dokumentaciju i broj plombe. Ukoliko je sve u redu, vrata kamiona se zatvaraju te djelatnik stavlja plombe.

## 6. PRIJEDLOG OPTIMIZACIJE SKLADIŠNIH PROCESA

Nakon iznesenih analiza u prethodnom poglavlju može se zaključiti kako postoji nekoliko problema koji utječu na samu produktivnost skladišnih procesa. Greške sustava koje se događaju kod procesa komisioniranja vrlo su velik problem za poduzeće. Skladište bi trebalo pratiti tehnologiju i držati korak s modernizacijom sustava kako bi povećala učinkovitost i smanjila troškove. Također, uvođenje novih metoda komisioniranja poput tehnologije pick by voice pull by voice bi moglo smanjiti potrebno vrijeme za komisioniranje jer bi to komisioneru omogućilo korištenje obje ruke tijekom cijelog procesa, komisioniranje voća i povrća je fizički zahtjevno te skener u ruci samo dodatno otežava i usporava proces. Jedan od većih problema je ujedno i različita ambalaža na voću i povrću što dodatno otežava proces komisioniranja te dolazi do stalnih oštećenja robe.

### 6.1. Prijedlog rješenja za upravljanje skladišnim poslovanjem

WMS sustav pruža informatičku podršku procesima logistike skladištenja, prati i pohranjuje sve aktivnosti u vremenu njihovog događanja uz istovremenu dostupnost i osiguranje povratnih informacija u svrhu planiranja i optimizacije skladišnih procesa. S programskom podrškom može se reducirati nedovoljna iskorištenost skladišnog prostora, zamjena artikala jedan za drugi i pogrešne isporuke, nemogućnost pronalaženja određenog artikla u skladištu, spor protok robe i "uska grla" na ulaznim ili izlaznim platformama skladišta, nedostatak informacija o količinama, vremenu i manipulaciji određene robe u skladištu, neefikasno korištenje radne snage i sl.

Poboljšanjem infrastrukture i implementacijom modernog WMS-a moguće je ubrzati procese u skladištu, detektirati i otkloniti kritične točke skladišnog poslovanja, povećati točnost zaprimanja, komisioniranja i izdavanja robe te smanjiti potrebnu dokumentaciju. Na taj način moguće je operativni posao u skladištu odrađivati bez papira, praćenje manipulacije svakog artikla u njegovom kretanju kroz skladište - od ulaza do izlaza. Svako preseljenje s jedne na drugu poziciju i evidencija svake promjene.

Problem može biti i zastarjela IT oprema koju je ovisno o modelu uvođenog WMS-a moguće nadograđivati ili kupovati novu. To se posebno odnosi na stare barkod skenere koji

nisu kompatibilni kod novih pretplatničkih WMS sustava i koji zahtijevaju brži internet promet i novije hardware kompatibilne sa WMS sustavom koje se planira uvesti kako bi normalno mogli funkcionirati.

## 6.2. Prijedlog rješenja za smanjenje vremena komisioniranja

Glasovno upravljanje (Slika 34.) je metoda komisioniranja narudžbe kupaca u skladištima te distribucijskim centrima uz pomoć softverskih aplikacija koja kombinira glasovne smjernice te prepoznavanje govora. Aplikacije glasovnog upravljanja koriste informacije iz sustava upravljanja skladištem (WMS) kako bi stvorile dvosmjerne razgovore sa skladišnim radnicima, upućujući ih pritom u potrebne radnje i provjere. To je tehnologija gdje skladišni radnik sve upute, kao i podatke koji se odnose na robu, skladišnu poziciju, kupca i naloga dobiva putem zvučnih signala. Glasovno upravljanje predstavlja jednu od modernijih tehnologija koju veliki broj skladišnih objekata nastoje implementirati u svoj proces komisioniranja. Prilikom samog komisioniranja skladišni radnik ima slobodne obje ruke, a to mu olakšava radnju izuzimanja skladišnih jedinica sa skladišnih pozicija. [9]



*Slika 34: Prikaz komisioniranja glasovnim upravljanjem*

Izvor: [25]

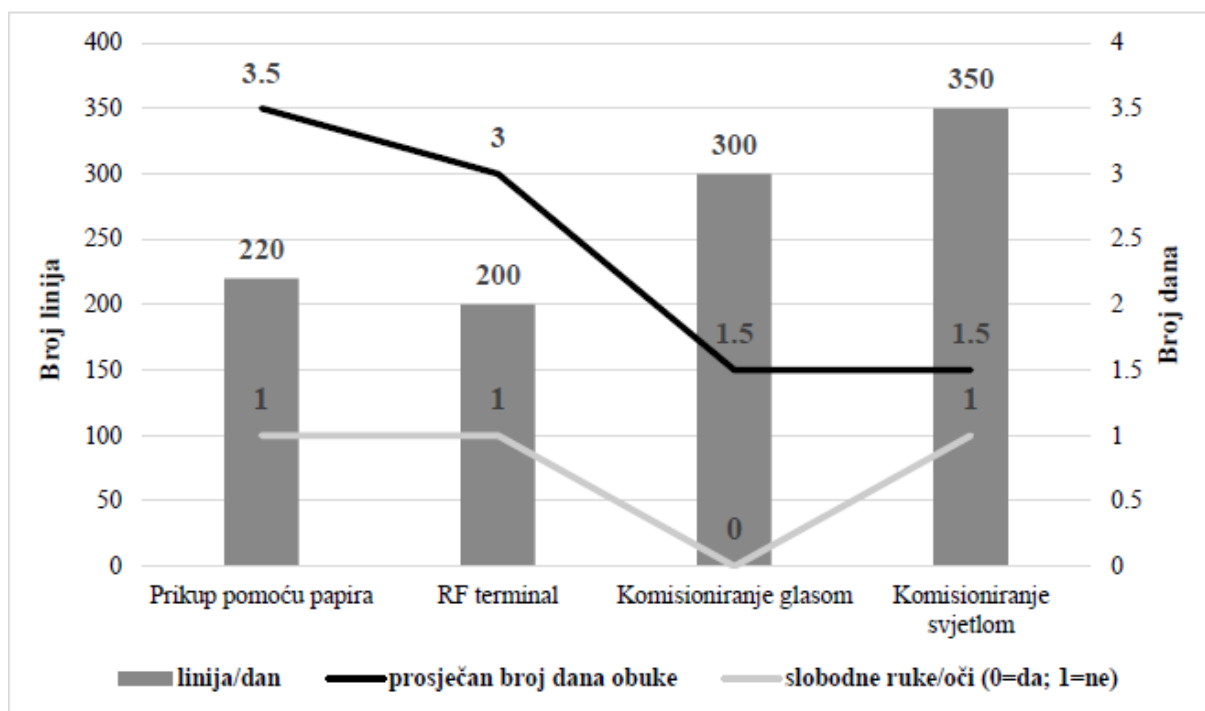
Ovo je jedna od tehnologija kojom se vrijeme komisioniranja smanjuje za 50%. U praksi ova tehnologija izgleda tako da se operater prijavi na uređaj sa korisničkim imenom. Potom se

operatera traži da specificira funkciju koju obavlja u skladištu, odnosno svoj radni zadatak. Nakon što je uspješno započeo radni zadatak njemu se dodjeljuje nalog i počinje sa komisioniranjem. U prvom redu uređaj navodi operatera do točnog skladišnog prolaza i nakon potvrde operatera da je u tom prolazu tek tada govori poziciju robe. Potvrdom pozicije se dobiva uputa koju količinu je potrebno komisionirati. Programski alat koji prepoznaje govor i koji se pokreće na uređaju razumije odgovore operatera. Svaki operater posjeduje mobilno računala sa mogućnošću prepoznavanja glasa.

Prilikom komisioniranja postoji mogućnost da dođe do problema ili nerazumijevanja i operater može zatražiti detaljan opis robe, barkoda, LOT broja ako postoji i slično. Proces u kojem uređaj navodi operatera po skladištu traje sve dok se ne ispune sve stavke sa naloga. Potom uređaj zaključuje da je njegov nalog gotov te navodi operatera na ispis oznake naloga u kojem će označiti komisioniranu robu prema tom nalogu. Operater u skladištu koristi sustav cijelo radno vrijeme. S obzirom na konstanto korištenje, kao jedan od najvažnijih faktora uspješnosti je točnost glasovnog prepoznavanja. Kako bi sama tehnologija bila uspješna, treba biti jednostavna i prihvatljiva od strane korisnika. Zato se koristi ograničen set naredbi koje korisnik izgovara kako bi se što lakše zapamtile. [9]

Kao jedna od najvećih prednosti sustava koji je temeljen na glasovnom upravljanju javlja se mogućnost operateru da radi sa dvije ruke odjednom dok ostali, tradicionalniji sustavi za upravljanje skladištima zahtijevaju da se operater odluči na korištenje samo jedne ruke i to u pravilu rezultira vremenski više. Također, metodom glasovnog upravljanja olakšano je slaganje robe od strane operatera zbog dostupnosti obje ruke.

Slikom 36 je prikazan grafikon koji pokazuje rezultate produktivnosti prilikom usporedbe sa ostalim tehnologijama kod komisioniranja. Rezultati su prikazani kroz više stavki, broj linija komisioniranja po danu, prosječan broj dana uloženi na obuku djelatnika te u kojoj količini je neka od tehnologija ergonomski prihvatljiva. Pod ergonomski prihvatljivom opremom smatra se ima li djelatnik slobodne ruke, a pogled usredotočen na izvršavanje zadataka. Iz grafikona je vidljivo da samo komisioniranje glasom omogućava navedene stavke.

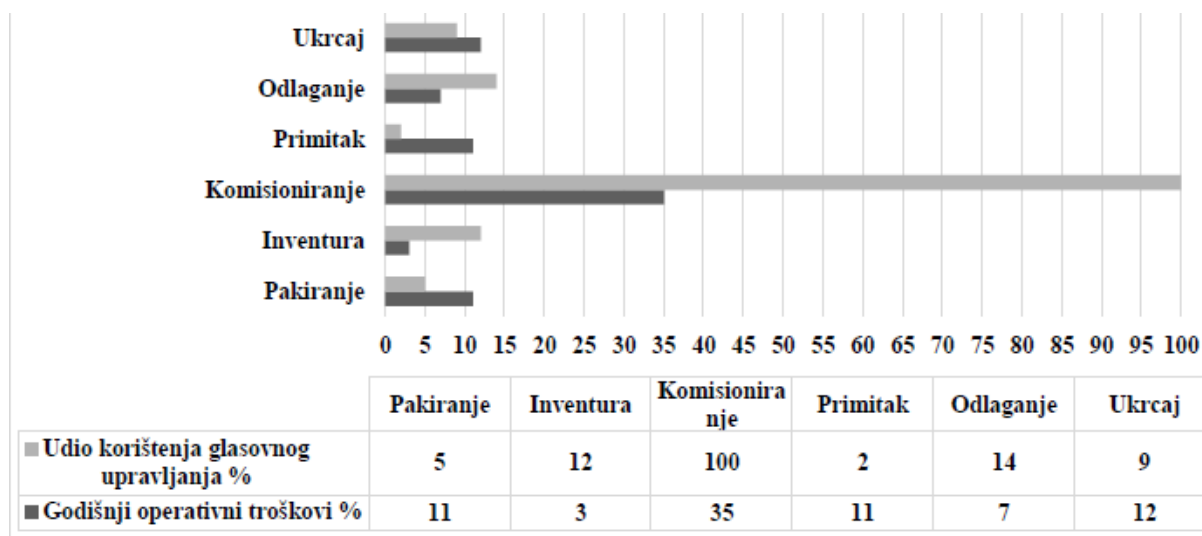


Slika 35: Usporedba komisioniranja pomoću različitih tehnologija

Izvor: [29]

Prilikom razmatranja mogućnosti implementacije upravljanja glasom veliki utjecaj ima korisnički prihvatljivo sučelje što bi značilo da radnim može jednostavno prijeći sa rada na RF terminalu na glasovno upravljanje u jednom do dva dana i neće se utrošiti dodatno vrijeme na obuku. Djelatnik može naučiti osnovne naredbe i biti spreman za korištenje u 30 minuta. Svi uređaji su namjenjeni za nošenje na tijelu i mogućnost pada uređaja je minimalizirana i nema potrebe za dodatnim troškovima i velikim brojem rezervnih uređaja.

Na slici 36 je vidljivo da najveće godišnje troškove generira proces komisioniranja stoga na tom području je i najveća ušteda i najveća primjena upravljanja glasom.



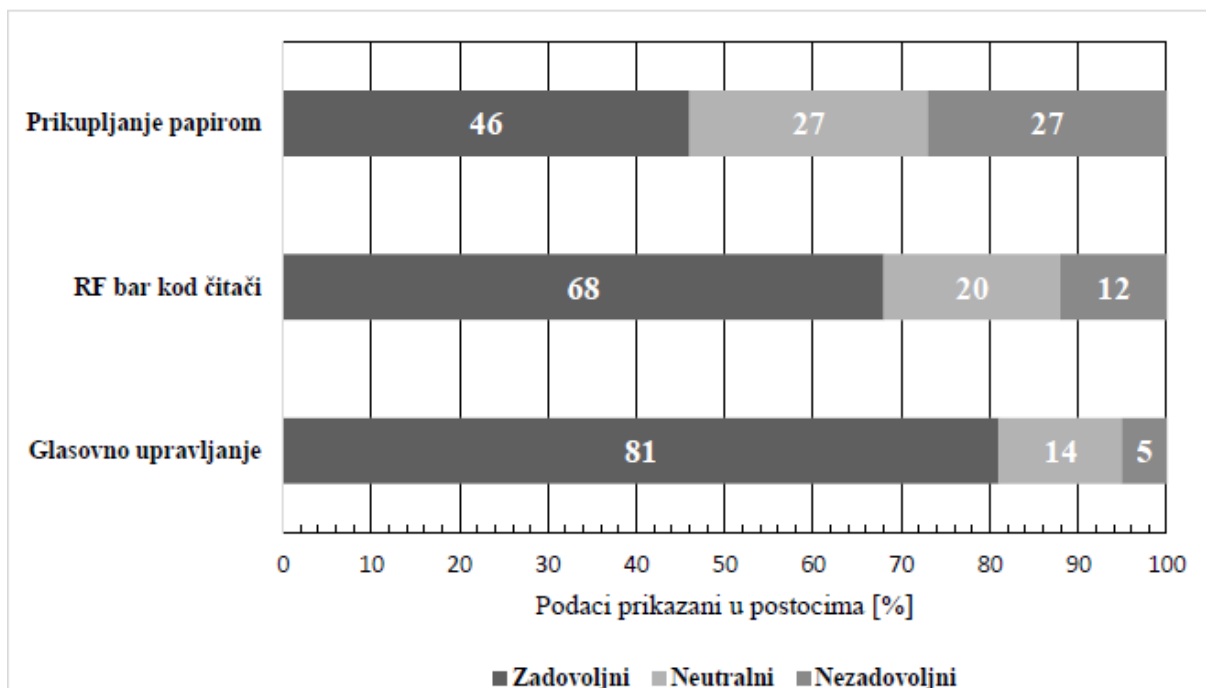
Slika 36: Udio glasovnog upravljanja i godišnjih troškova u skladišnim procesima

Izvor: [29]

Tvrtke koje puno naručuju, na primjer u trgovinskim poduzećima, kod 3PL pružatelja usluga, zatim u tvrtkama s težim uvjetima rada u skladištima (hladne komore) mogu naći uspjeh sa glasovnim upravljanjem te povećati produktivnost. Iako je najčešće problem što se svaka prednost gleda isključivo kroz povrat investicije, ROI (engl. Return on Investment). Novčani dio je onaj zbog kojega se i donose takve odluke.

Zadovoljstvo korisnika sa glasovnim upravljanjem u skladištima je na velikoj razini. Od onih korisnika koji koriste glasovno upravljanje 81% je zadovoljno rezultatima. Samo 2% je iskazalo nezadovoljstvo. Glavni razlozi za zadovoljstvo su poboljšanje u izvedbi i kvaliteti (izravne radnje sa potvrdama operatera) i poboljšanje u efikasnosti rada svakog djelatnika uz poboljšanje razine usluge krajnjeg korisnika.

Detaljniji prikaz ukupnog zadovoljstva prikazan je grafikonom na slici 37. Istraživanje je provedeno na uzorku proizvođača, trgovaca na malo, veletrgovaca i 3PL (engl. Third Party Logistics) organizacija upoznatih sa skladišnim operacijama i to na uzorku od n=58 (glasovno upravljanje), n= 48 (komisioniranje pomoću papira), n=69 (RF bar kod čitači). [29]



Slika 37: Zadovoljstvo korisnika skladišnim rješenjem komisioniranja

Izvor: [29]

Na slici je jasno vidljivo da od ukupnog broja korisnika, veći broj je zadovoljnih sa glasovnim upravljanjem nego sa nekom drugom tehnologijom komisioniranja.

### 6.3. Prijedlog rješenja za ambalažu voća i povrća

Uštede u svakom pojedinačnom segmentu poslovanja neizostavan su dio planiranja i budžetiranja svakog poslovnog subjekta. Godine iza nas pokazale su nužnost preispitivanja svih poslovnih procesa u kojima leži još koja kuna uštede kako bi poslovanje učinili što ekonomičnijim i racionalnijim. To najčešće znači da tvrtke detaljno analiziraju poslovanje svojih odjela tražeći prostor za smanjenje troškova. Međutim, takav partikularni pristup učinkovit je do određene mjere. On često ne sagledava cjelokupnu sliku tj. ne sagledava sve elemente i procese poslovanja u cijelosti.

Jedan od primjera koji to zorno prikazuje je odnos prema ambalaži - elementu koji se provlači kroz sve segmente poslovanja i značajno utječe na njegovu troškovnu stranu. Gotovi proizvodi napuštaju mjesto proizvodnje i odlaze u distribuciju i neko novo skladište u jednom izdanju (tercijarna ambalaža), na putu od skladišta trgovina do polica ili mjesta prodaje su u

drugom izdanju (sekundarna ambalaža) i na police tj. do krajnjeg potrošača najčešće dolaze u trećem izdanju (primarna ambalaža) .

Kad govorimo o ambalaži, najčešće nam je pred očima primarna ambalaža tj. ambalaža u kojoj su proizvodi namijenjeni krajnjim potrošačima, i koja na prodajnom mjestu svojim dizajnom komunicira s njima. Međutim, dizajn primarne ambalaže koji nastoji udovoljiti nizu zahtjeva i potreba krajnjih potrošača ne poklanja isto toliko pažnje potrebama logistike, odnosno skladištenja, transporta i manipulacije, i konačno potrebama trgovaca kojima proizvođači isporučuju svoje proizvode i koji te proizvode izlažu na prodajnom mjestu na više-manje standardiziranim dimenzijama polica. [26]

Da bi se izbjeglo preskakanje pozicija prilikom komisioniranja zbog različitih veličina ambalaže u kojima se roba nalazi, prijedlog je da se unificira ambalaža kako bi se navedeni problem riješio. Osim problema preskakanja pozicija riješio bi se problem oštećenja proizvoda, a također, ambalaža bi bila spremna za maloprodaju.



*Slika 38: Višekratna povratna ambalaža*

Izvor:[27]

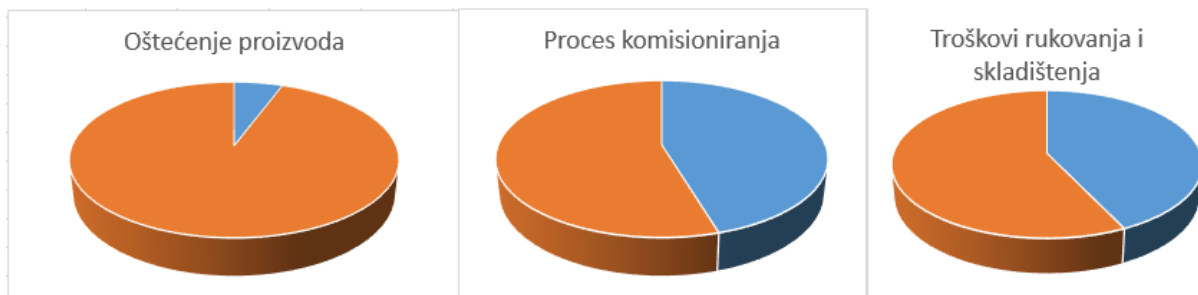
Retail Ready Packaging (RRP) je ekološki održiva višekratna ambalaža (Slika 35.) koja objedinjuje primarnu, sekundarnu i tercijarnu ambalažu te donosi niz koristi i ušteta u procesima proizvodnje, transporta, skladištenja, distribucije te izlaganju roba na prodajnom mjestu različitih kategorija proizvoda. [27]



Prednosti višekratne plastične povratne ambalaže:

- jednostavna je za manipulaciju,
- štiti robu i smanjuje oštećenje i lom roba,
- donosi uštede na materijalima za pakiranje i paletiziranje,
- dimenzijama idealno prilagođena europaletama,
- omogućava bolju iskoristivost kamiona u distribuciji,
- smanjuje rad pri punjenju roba na mjestu izlaganja,
- smanjuje troškove izlaganja roba,
- u njoj je roba uočljivija,
- omogućava bolju dostupnost potrošaču,
- s njom prodajni prostor izgleda urednije,
- donosi istaknutiji osjećaj higijene,
- omogućava lakšu primjenjivost FIFO zahtjeva,
- istaknutije naglašava izloženost brenda (robne marke),
- višekratna ambalaža = ekološki održiva ambalaža,
- smanjuje troškove i povećava prodaju.

Na tržištu se javljaju tvrtke koje su osnovane s ciljem poboljšanja i pojednostavljenja distribucije i opskrbe trgovačkih lanaca i jasnom zadaćom: implementacijom Retail Ready Packaging u trgovačke lance u Hrvatskoj. Kako bi se to ostvarilo na način koji je privlačan svima u lancu opskrbe, tvrtke nude uslugu poolinga. Smisao takvog načina djelovanja je optimizacija procesa u svim segmentima opskrbnog lanca, od proizvodnje do prodaje u trgovini. Sustav poolinga objedinjuje potrebe svih sudionika procesa unificirajući ambalažu i pritom smanjujući operativne troškove svim uključenim poslovnim subjektima, koristeći rješenja koja su razvijena i prilagođena specifičnoj namjeni. Sva rješenja koja se koriste u poolingu su višekratna i imaju naglašen ekološki održivi profil. [28]



*Slika 39: Usporedba bez primjene unificirane ambalaže i sa primjenom unificirane ambalaže*

Izvor: Izradio autor

Na slici 39 je vidljivo da unificirana ambalaža smanjuje troškove rukovanja i skladištenja do 25%. Pouzdano slaganje i robusni dizajn smanjuju oštećenja proizvoda povezanih s pakiranjem za 94%. Pojednostavljeno, ergonomsko rukovanje povećava učinkovitost rada i smanjuje opasnost od ozljeda. Zahvaljujući standardiziranim površinama, komisioneri mogu slagati proizvode u bilo kojem redoslijedu. Sve navedeno čini komisioniranje bržim za 17% i skladišni radnici u istom vremenskom razdoblju obave više posla.

## 7. ZAKLJUČAK

Skladište se javlja kao jedna od najvažnijih cjelina uspješnog poslovanja te se definira kao prostor u kojem se roba preuzima, smješta i čuva od različitih utjecaja koji mogu na bilo koji način naštetiti robi te izdavanje i otprema robe. Skladišta u kojima se uskladištavaju lako pokvarljivi proizvodi primjenom hladnoće zovu se hladnjače. Današnji trendovi na tržištu, u smislu skladištenja i distribucije prehrambenih proizvoda, idu između ostaloga, u smjeru izgradnje sve većeg broja novih rashladnih kapaciteta. Time postaje aktualno pitanje primjene odgovarajuće tehnologije skladištenja kako bi se skladišni volumen što bolje iskoristio, a utrošak energije optimirao te poslovanje na dugi rok učinilo energetske učinkovitim. Proizvodnja i održavanje hladnoće u skladištima za čuvanje pokvarljive robe je bitan dio tehnologije rada.

U ovom diplomskom radu analizirani su skladišni procesi na primjeru tvrtke iz prakse te prijedlozi poboljšanja tih procesa. Skladišne procese kao jedne od najvažnijih dijelova u skladištenju kod opskrbljivanja tržišta gotovim proizvodima treba organizirati što je moguće racionalnije jer o njima ovisi efikasnost cjelokupnog skladišnog poslovanja. Svaki skladišni proces od zaprimanja robe, pa sve do otpreme je veoma bitan, ali podizanje robe sa skladišnih pozicija prema narudžbi kupaca, odnosno komisioniranje od velike je važnosti za cjelokupno skladišno poslovanje. Proces komisioniranja čini najveći udio utrošenog vremena i ukupnih skladišnih troškova, te je vidljivo preko primjera iz prakse opisanog u radu da proces komisioniranja tvrtki daje najveće izazove.

Nakon provedene analize skladišnih procesa na primjeru tvrtke iz prakse utvrđeni su nedostaci kod komisioniranja, ambalaže te WMS sustava te je na osnovu toga donesen prijedlog optimizacije koji bi rezultirao uštedama. Svrha optimizacije je usmjerena prema većoj produktivnosti, izbjegavanju preskakanja pozicija i oštećenja robe prilikom komisioniranja zbog različitih veličina ambalaže u kojoj se roba zaprima u skladište. Da bi se to izbjeglo, prijedlog je unificirana ambalaža, prethodno objašnjena u radu Također, optimizacija je usmjerena prema modernizaciji sustava i uvođenja novih tehnologija, točnije glasovno komisioniranje. Izmjena skladišne opreme, točnije RF ručnih bar kod terminala sa komisioniranjem glasom, je velika investicija koja zahtijeva veliku količinu posla i ulaganja ne

samo u hardware već i u prilagodbu opreme sa postojećim skladišnim WMS sustavom kako bi sve funkcioniralo na najvišoj razini. Takva investicija zahtijeva velika financijska sredstva te je zato bitno proučiti poslovne procese kako bi se vidjelo jesu li procesi prikladni za primjenu glasovnog upravljanja. Procjenom na primjeru iz prakse postoji mogućnost unapređenja procesa komisioniranja uvođenjem glasovnog upravljanja. Osim ostvarenja navedenih mjera, također bi bile ostvarene financijske uštede. U skladištu postoji uvijek prostor za poboljšanja funkcionalnosti i iskoristivosti prostora kao i svih pratećih procesa.

## LITERATURA

- [1] Rogić, K.: Upravljanje skladišnim sustavima, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.
- [2] Šamanović, J.: Logistički i distribucijski sustavi, Ekonomski fakultet, Split, 1999.
- [3] Dundović, Č., Hess, S.: Unutarnji transport i skladištenje, Rijeka, 2007.
- [4] Ferišak, V. i sur.: Poslovna logistika, Informator, Zagreb, 1983.
- [5] Rogić, K.: Unutrašnji transport i skladištenje- autorizirana predavanja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2020.
- [6] <http://hr.tailongconstructions.com/steel-structure/frame-prefab-light-weight-steel-structure.html> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [7] Skupnjak, D.: Regrutiranje zaposlenika u logističkim centrima-završni rad, Sveučiliste Sjever, Varaždin, 2019.
- [8] <http://proman.hr/> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [9] Andabak, K.: Upravljanje i analiza tokova robe prehrambene industrije republike hrvatske, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019.
- [10] <https://www.coolingpost.com/world-news/iarw-list-top-25-refrigerated-warehouses/> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [11] <http://ba.chinahaocool.com/refrigeration-equipment/> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [12] <https://mlakar-vilicari.hr/> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [13] <https://machineryline.hr/-/prodaja/bocni-vilicari/JUMBO-J-SHP-701440--20101511061123024700> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [14] Kuliš, A; Vrlo uskoprolazni viličari – stanje i trendovi, završni rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2013.
- [15] <http://ba.nelcn.net/warehouse-forklift/narrow-aisle-truck/electric-very-narrow-aisle-three-way-forklift.html> (pristupljeno: lipanj 2021.)

- [16] <https://www.hubtex.com/en-gb/products/diesel-gas-fourway-sideloaders> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [17] <https://www.primat-rd.hr/proizvod/paletni-regali/> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [18] <http://ba.otsshelving.com/compact-heavy-duty-rack/high-loading-capacity-warehouse-double-deep.html> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [19] <https://www.dexioncroatia.com> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [20] <https://www.skladiste.com/proizvodi/konzolni-regali/konzolni-regali.html> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [21] <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/tehnologija-skladistenja-hladenjem> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [22] <http://ba.vrcoolerar.com/refrigeration-evaporator/unit-cooler/evaporator-for-banana-ripening-chambers.html> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [23] Dujmešić, N.: Optimizacija prikupljanja robe primjenom tehnologije komisioniranja glasom- studija slučaja, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [24] <https://www.thebarcodewarehouse.co.uk/shop/denso/basic-os-terminals/496300-5292/> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [25] <https://www.spica.rs/blog/voice-glasovno-upravljanje-skladistem> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [26] <http://www.ambalaza.hr/hr/casopis/2013/3/ambalaza-koja-povecava-ucinkovitost-i-smanjuje-troskove,315,10442.html> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [27] <https://jatrgovac.com/retail-ready-packaging-inovativna-rjesenja-za-razlicite-kategorije-proizvoda/> (pristupljeno: lipanj 2021.)
- [28] Matanović, D.: Optimizacija skladišnih procesa i nacrtu skladišta u maloprodajnoj tvrtki- diplomski rad, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2017.
- [29] Dujmešić, N.: Optimizacija prikupljanja robe primjenom tehnologije komisioniranja glasom- studija slučaja-diplomski rad, Fakultete prometnih znanosti, Zagreb, 2016.

## POPIS SLIKA

Slika 1: Prizemno skladište .....	5
Slika 2: Usporedba jediničnih troškova za razne izvedbe skladišta .....	6
Slika 3: Varijanta podnoga skladištenja u redove .....	7
Slika 4: Varijanta podnoga skladištenja u blokove .....	7
Slika 5: Katno skladište .....	9
Slika 6: Regalno skladište .....	10
Slika 7: Hladnjača .....	12
Slika 8: Unutarnji prostor hladnjače .....	14
Slika 9: Čeoni viličar .....	17
Slika 10: Bočni viličar .....	18
Slika 11: Paletni viličar .....	19
Slika 12: Regalni viličar .....	20
Slika 13: Vrlo uskoprolazni viličar .....	21
Slika 14: Četverostrani viličar .....	22
Slika 15: Jednostruki paletni regal .....	24
Slika 16: Dvostruki paletni regal .....	25
Slika 17: Provozni regal .....	26
Slika 18: Protočni paletni regal .....	27
Slika 19: Konzolni regal .....	29
Slika 20: Prikaz jednostavnog rashladnog postrojenja .....	32
Slika 21: Isparivač .....	33
Slika 22: Kompresor .....	34
Slika 23: Kondenzator .....	35
Slika 24: Osnovni procesi unutar skladišta .....	37
Slika 25: Prikaz skladišnog prostora davatelja logističkih usluga .....	46
Slika 26: Skladišni procesi i pripadajuće aktivnosti davatelja logističkih usluga .....	47
Slika 27: Prijem robe .....	48
Slika 28: Primjer zaprimljene palete s naljepnicom .....	49
Slika 29: Pohrana robe regalnim viličarom .....	51

Slika 30: Primjer skenera koji se koristi .....	52
Slika 31: Električni paletni viličar i roll kontejneri .....	53
Slika 32: Popis rampa i poslovnica koje isključivo idu na roll kontejnere .....	55
Slika 33: Popis filijala po turi .....	57
Slika 34: Prikaz komisioniranja glasovnim upravljanjem .....	60
Slika 35: Usporedba komisioniranja pomoću različitih tehnologija .....	62
Slika 36: Udio glasovnog upravljanja i godišnjih troškova u skladišnim procesima .....	63
Slika 37: Zadovoljstvo korisnika skladišnim rješenjem komisioniranja .....	64
Slika 38: Višekratna povratna ambalaža .....	65
Slika 39: Usporedba bez primjene unificirane ambalaže i sa primjenom unificirane ambalaže .....	67



## POPIS TABLICA

Tablica 1: Potrebni klimatski uvjeti lučkih hladnjača za određene vrste kondicionirane i smrznute robe .....	15
Tablica 2: Prikaz trajanja pojedinog procesa prijema robe .....	49
Tablica 3: Vrijeme potrebno za komisioniranje naloga .....	56



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  
objavljenu 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 logističkih procesa u skladištu posebnog  
temperaturnog režima**

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

Student/ica:

U Zagrebu, 6/29/2021

\_\_\_\_\_  
(potpis)