

Optimizacija logističkih procesa u skladištu posebnog temperaturnog režima

Kljajić, Miroslav

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:119:111458>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-20**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

MIROSLAV KLJAJIĆ

OPTIMIZACIJA LOGISTIČKIH PROCESA U
SKLADIŠTU POSEBNOG TEMPERATURNOG
REŽIMA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2024.

Zagreb, 3. travnja 2024.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 7629

Pristupnik: **Miroslav Kljajić (0195028465)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

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

Opis zadatka:

U radu je potrebno izvršiti analizu postojećih procesa u promatranom skladištu. Temeljem izvršene analize predložiti moguća poboljšanja. Predložena rješenja potrebno je kvantificirati kroz odabrane pokazatelje učinka.

Mentor:

prof. dr. sc. Kristijan Rogić

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

OPTIMIZACIJA LOGISTIČKIH PROCESA U SKLADIŠTU POSEBNOG TEMPERATURNOG REŽIMA

OPTIMIZATION OF LOGISTICS PROCESSES IN SPECIFIC TEMPERATURE REGIME WAREHOUSE

Mentor: prof. dr. sc. Kristijan Rogić

Student: Miroslav Kljajić

JMBAG: 0195028465

Zagreb, rujan 2024.

SAŽETAK

Skladište predstavlja jedan od elemenata opskrbnog lanca koji ima značajnu ulogu u tokovima robe od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje. Skladišni procesi utječu na funkcioniranje cjelokupnog skladišnog sustava kroz sljedeće aktivnosti: zaprimanje robe, pohrana robe, komisioniranje te u konačnici otprema robe prema krajnjem potrošaču. Optimizaciju skladišnih procesa moguće je realizirati u svim prethodno navedenim aktivnostima te je u predmetnom radu naglasak stavljen na analizu logističkih procesa skladišta posebnog temperaturnog režima vodećeg logističkog lanca u Hrvatskoj i prijedloge optimizacije kao rezultate analize istog.

KLJUČNE RIJEČI: logistika, skladište, skladišni procesi, roba, optimizacija

SUMMARY

The warehouse is one of the elements of the supply chain that has a significant role in the flow of goods from the place of production to the place of consumption. Warehouse processes affect the functioning of the entire warehousing system through the following activities: receipt of goods, storage of goods, commissioning and ultimately delivery of goods to the final consumer. Optimization of warehouse processes can be realized in all the above activities, and in this paper emphasis will be placed on the analysis of logistics processes in specific temperature regime warehouse of the leading logistic company in Croatia and optimization proposals as a result of analysis.

KEYWORDS: logistic, warehouse, warehouse processes, optimization

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. POJAM I KARAKTERISTIKE SKLADIŠNIH SUSTAVA.....	2
2.1. Podjela skladišta	3
2.1.1. Prizemna skladišta	7
2.1.2. Katna skladišta	10
2.1.3. Regalna skladišta	11
2.1.4. Specijalizirana skladišta.....	12
2.2. Skladišta s posebnim temperaturnim režimom.....	12
2.2.1. Indikatori uspješnosti u skladištu posebnog temperaturnog režima	15
2.2.2. Utjecaj temperaturnih zahtjeva proizvoda na funkcioniranje skladišta	16
2.2.3. Značaj hladnjača u suvremenoj logistici	17
2.3. Skladišna oprema.....	18
2.3.1. Viličari	19
2.3.2. Regali	21
2.3.3. Regali za pohranu manjih skladišnih jedinica – polični regali	25
2.3.4. Vozila za prijevoz temperaturno osjetljivih proizvoda.....	27
3. PRIKAZ SKLADIŠNIH PROCESA PROMATRANE TVRTKE	31
3.1. Skladište posebnog temperaturnog režima promatrane tvrtke	31
3.2. Prikaz procesa u skladištu.....	32
3.2.1. Zaprimanje robe	32
3.2.2. Pohrana robe	34
3.2.3. Komisioniranje.....	35
3.2.4. Popunjavanje.....	39
3.2.5. Otprema.....	40
3.3. Primjena međunarodnih normi i standarda u poslovanju promatrane tvrtke.....	40
4. OPTIMIZACIJA LOGISTIČKIH PROCESA NA STUDIJU SLUČAJA	46
4.1. Prijedlog optimizacije s osvrtom na poštivanje Fefo metode.....	46
4.2. Prijedlog optimizacije s osvrtom na uvođenje <i>time slot managementa</i> u logističke procese	49
5. ZAKLJUČAK	52
LITERATURA.....	53
Popis slika	55
Popis tablica	55

1. UVOD

U današnje vrijeme visokog stupnja tržišne turbulentnosti koja je prije svega determinirana promjenjivim i sve zahtjevnijim potrebama kupaca i rastućom konkurencijom, nužno je kontinuirano unaprjeđenje svih performansi vlastitog poslovanja. Jedan od ključnih segmenata poslovanja predstavlja logistički sustav, odnosno logistika koja se kao znanstvena disciplina nalazi u funkciji racionalizacije i optimizacije poslovanja.

Upravljanje logističkim procesima nerijetko predstavlja kritičan dio poslovanja tvrtki koji izravno utječe na performanse, troškove, produktivnost, a samim time i na tržišnu konkurentnost. Cilj optimizacije logističkih procesa je povezivanje mjesta izvora robe, odnosno prijemne točke sa točkom isporuke krajnjem kupcu na što efikasniji način.

Skladišni sustav kao sastavni dio logističkih procesa uvelike utječe na optimizaciju troškova i vrijeme skladištenja i kretanja robe do njegovog odredišta, zbog čega je potrebno značajnu pozornost posvetiti odabiru vrste i organizaciji procesa u samom skladištu.

Počevši od karakteristika skladišnog sustava kao polazišne točke logističkog sustava radom se prikazuje analiza skladišnih procesa u skladištu posebnog temperaturnog režima uz prijedloge optimizacije koji proizlaze kao rezultat predmetne analize.

Diplomski rad je koncipiran u pet cjelina:

1. Uvod
2. Pojam i karakteristike skladišnih sustava
3. Prikaz skladišnih procesa promatrane tvrtke
4. Optimizacija logističkih procesa na studiji slučaja
5. Zaključak

U prvom, uvodnom poglavlju definiran je predmet i svrha rada te struktura koja je pojašnjena kroz kratak opis svakog poglavlja.

U drugom poglavlju definirani su pojam i karakteristike skladišnih sustava kroz razradu podjele skladišta i skladišne opreme.

Treće poglavlje prikazuje analizu skladišnih procesa u skladištu posebnog temperaturnog režima na slučaju logističke tvrtke, pri čemu je cjelokupni proces analiziran kroz pojedine faze skladišnog procesa, od zaprimanja i pohrane robe, komisioniranja i popunjavanja te zaključno sa otpremom robe, kao i primjenu međunarodnih normi i standarda u poslovanju promatrane tvrtke.

Četvrto poglavlje prikazuje prijedloge optimizacije skladišnih procesa odabrane logističke tvrtke.

Peto, zaključno poglavlje sadrži sintezu rezultata diplomskog rada, kao i promišljanja autora o predmetnoj tematici.

2. POJAM I KARAKTERISTIKE SKLADIŠNIH SUSTAVA

Skladišta su inicijalno nastala u okviru obiteljskih gospodarstava te su svoj razvoj nastavila s napretkom civilizacije i daljnjim razvojem prometa, čime je započela ozbiljnija pretvorba skladišta u mjesta pohrane hrane. Unatoč napretku objekata i opreme, osnovni principi skladištenja nisu se mijenjali tijekom povijesti. [1]

Pojam skladišta obuhvaća izgrađene objekte ili pripremljene prostore za pohranu i čuvanje različite vrste robe koje se razlikuju prema svojstvima, uvjetima čuvanja i načinu manipulacije, a sve do trenutka njihove upotrebe i otpreme. [1]

S logističkog stajališta skladište (skladišni sustav) predstavlja čvor ili točku na logističkoj mreži u kojoj se primarno vrši prihvata ili prosljeđivanje robe u nekom drugom smjeru unutar mreže. [1]

U nastavku su navedene najvažnije komponente skladišnog sustava: [1]

Tablica 1. Komponente skladišnog sustava

<i>Skladišni objekti</i>	(zgrade, uređene površine i sl.)
<i>Sredstva za skladištenje i sredstva za odlaganje materijala</i>	(sredstva za oblikovanje jediničnih tereta)
<i>Transportna sredstva</i>	(manipulacijska sredstva, viličari, roll kontejneri)
<i>Pomoćna skladišna oprema</i>	(računalna oprema, oprema za pakiranje, sredstva za paletizaciju i depaletizaciju, kontrolu i mjerenje i sl.)
<i>Dodatna oprema</i>	(protupožarna oprema, oprema za grijanje i hlađenje, rasvjeta, oprema za održavanje čistoće i sl.)

Izvor: [1]

Kako bi skladište ispunilo svoju svrhu i omogućilo siguran i tehnički ispravan smještaj robe bez ugrožavanja njezinih svojstava i kvalitete, uz mogućnost prilagođavanja prihvata i otpreme potrebno je ispunjenje određenih zahtjeva: [1]

- unutrašnji protok robe mora biti organiziran na kvalitetan način,
- tehnološka koncepcija mora biti prilagođena zahtjevima korisnika,
- raspored slaganja robe, kao i smještaj tereta moraju biti odgovarajući i pravilni,
- dokumentacija i evidencija ulaska i izlaska moraju biti vođene točno i ažurno,
- stanje skladišta mora biti pregledano s obzirom na količinu i vrstu robe,
- potrebno je vršiti nadzor i dobro čuvanje, naročito kod opasnih i pokvarljivih tereta,
- nužna je dobra poslovnost i usklađena suradnja s poslovnim partnerima.

2.1. Podjela skladišta

Tipovi skladišta razlikuju se temeljem promatranih kriterija. U nastavku su navedeni kriteriji temeljem kojih možemo izvršiti distinkciju među tipovima skladišta.

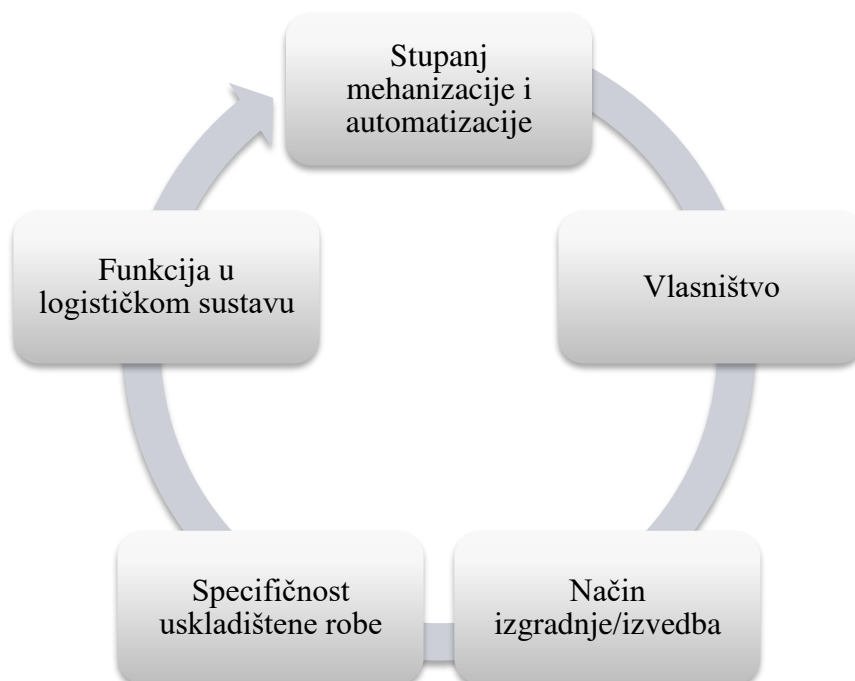
Osnovni kriterij podjele skladišta je funkcija u distribucijskom lancu. Sukladno tome razlikuju se industrijska i distribucijska skladišta. [1]

Tablica 2. Funkcija u distribucijskom lancu kao kriterij podjele

Industrijska skladišta	Distribucijska skladišta
<ul style="list-style-type: none">- koncipirana su na način da podupiru tehnološki proces proizvodnje zbog čega su raspored i koncepcija smještanja robe podređeni zahtjevima proizvodnog procesa	<ul style="list-style-type: none">- namijenjena su manipulaciji i operacijama s robom u procesu distribucije- skladišne operacije i tehnička i tehnološka koncepcija takvih objekata imaju za cilj poboljšanje učinkovitosti opskrbnog lanca ili distribucijskog procesa- važni elementi su iskoristivost prostora, brzina komisioniranja robe, način prijema robe, učinkovitost, troškovi skladišnih operacija i dr.

Izvor: [1]

Slikom 1. prikazani su kriteriji podjele skladišta koji su pobliže opisani u nastavku.



Slika 1. Kriteriji podjele skladišta

Izvor: [1]

Prema funkciji u logističkom sustavu skladišta se dijele na: [4]

- skladišta za izdavanje,
- skladišta za prekrcaj,
- distribucijska skladišta.

Skladišta za izdavanje služe za uskladištenje gotovih proizvoda namijenjenih distribuciji i prodaji potrošačima zbog čega se najčešće nalaze uz proizvodne pogone ili trgovinska poduzeća. Od iznimne je važnosti kvalitetna povezanost i komunikacija između proizvodnog pogona i skladišta za izdavanje. Navedenim se osigurava značajan broj poboljšanja i ušteda u procesima vezanim uz unutrašnje skladištenje čime se pozitivno djeluje na cjelokupan opskrbni lanac.

Skladišta za prekrcaj preuzimaju robu na kratak rok radi prekrcaja s jednog na drugo transportno sredstvo pri čemu je važnija brzina pretovara robe od kapaciteta skladišta. Primjer ovakvog tipa je *cross dock* skladište koje funkcionira na način da se roba bez dodatnih manipulacija preusmjerava dalje.

Skladišta za distribuciju su skladišni objekti u kojima se odvija veliki broj logističkih procesa počevši od samog skladištenja, prekrcaja, sortiranja, izdavanja i niza drugih aktivnosti. Skladišta ovog tipa najčešće su poznata kao logističko distribucijski centri. Predstavljaju jedan od najvažnijih elemenata opskrbnog lanca.

Prema stupnju mehanizacije i automatizacije skladišta se dijele na [4]:

- nisko mehanizirana,
- visoko mehanizirana,
- automatizirana,
- robotizirana.

Za nisko mehanizirana skladišta (klasična skladišta) karakterističan je ručni rad. Upravljanje, kao i ostali poslovi obavljaju se pomoću jednostavnije skladišne opreme i manipulativne tehnike (razne vrste kolica kojima upravljaju skladišni radnici).

U visoko mehaniziranim skladištima poslovi se obavljaju sredstvima kojima upravljaju skladišni radnici, dok su automatska sredstva zastupljena u manjem opsegu. Predstavlja trenutno najzastupljeniji tip skladišta.

U automatiziranim skladištima svi se poslovi obavljaju automatizirano te je zaposleno osoblje prisutno samo u slučaju potrebe. Upravljanje skladišnim procesima i operacijama obavlja se na elektronički način (računalno). Pozitivni aspekti ovoga načina funkcioniranja vidljivi su kroz smanjenje troškova zbog smanjenja radne snage i povećanje efikasnosti uslijed većeg broja izvršenih operacija. Negativni aspekti su skupa implementacija te visoko specijalizirana radna snaga koja je neophodna za funkcioniranje ovakvih sustava.

Robotizirana skladišta podrazumijevaju preuzimanje i izdavanje robe uz pomoć računala i robota što iziskuje značajne troškove zbog čega se njihova primjena nalazi na počecima.

Prema vlasništvu skladišta se dijele na:

- privatna,
- javna.

Privatna skladišta grade se isključivo za potrebe njihovih vlasnika, kada se nakon preliminarnе ekonomske analize utvrdi kako je isplativija izgradnja vlastitog skladišnog objekta u odnosu na najam istog. Mogu biti univerzalna ili opća i specijalizirana skladišta koja su najčešće prilagođena specifičnostima pojedinih gospodarskih grana. [2]

Javna skladišta su skladišni objekti u kojima se pružaju usluge trećim osobama. Njihovo je korištenje ekonomski opravdano jer je cijena najma skladišta niža od cijene izgradnje novog, vlastitog skladišta. Prednost skladišta ovog tipa je što ne iziskuje velika početna ulaganja te ostavlja prostor za ulaganja u druge svrhe.

Prema načinu izgradnje skladišta se dijele na [4]:

- otvorena,
- natkrivena,
- zatvorena.

Otvorena skladišta namijenjena su za skladištenje robe koja nije (ili je zanemarivo) osjetljiva na atmosferske prilike i koja ne zahtijeva specijalnu zaštitu od krađe. Najčešće se odnosi na robu velikih dimenzija i težine (trupci, kamen, željezničke tračnice, rude, građevinski materijal i sl.), pri čemu se kao oblik uskladištenja robe u tim skladištima koristi podno odlaganje. Na slici 2. je prikazano skladište otvorenog tipa.



Slika 2. Skladište otvorenog tipa

Izvor: [7]

Natkrivena skladišta su stalno otvoreni prostori, natkriveni s krovnom konstrukcijom za skladištenje robe s jedne ili više strana. Krov se najčešće naslanja na stupove ili s jedne strane na zid. Ovaj tip skladišta uglavnom je namijenjen za skladištenje roba masivnijih dimenzija i većih pojedinačnih težina, a koje su osjetljive na atmosferske utjecaje (drvena građa, cement, vapno, umjetno gnojivo i sl.). Slika 3. prikazuje natkriveno skladište.



Slika 3. Natkriveno skladište

Izvor: [8]

Zatvorena skladišta koriste se za kratkotrajno ili dugotrajno pohranjivanje raznovrsnih roba koje su osjetljive na atmosferske promjene. Uobičajeno su smještene u prizemnim zgradama ili u zgradama na katove, sa i bez podruma. Po unutrašnjem uređenju mogu se sastojati od jedne ili više prostorija za skladištenje određenih vrsta ili skupina roba, a za koje je potrebno osigurati iste ili slične uvjete čuvanja robe. Na slici 4. je prikazan primjer skladišta zatvorenog tipa.

Zatvorena skladišta razlikuju se prema izvedbi i konstrukciji te se nadalje mogu podijeliti na:

- prizemna (hangarska) skladišta i nadstrešnice,
- katna ili etažna skladišta,
- regalna skladišta,
- specijalizirana skladišta (spremnici, hladnjače, silosi, plivajuća skladišta, vinski podrumi, rezervoari za naftu i dr.).



Slika 4. Skladište zatvorenog tipa

Izvor: [19]

Prema specifičnosti uskladištene robe skladišta se dijele na [4]:

- skladišta opće namjene za više vrsta roba,
- za prehrambene proizvode, prema važećim higijenskim i ostalim standardima,
- carinska skladišta,
- skladišta za visokovrijednu robu,
- skladišta sa kontroliranim klimatskim uvjetima,
- za opasne tvari,
- za tekuće terete, silosi i sl.

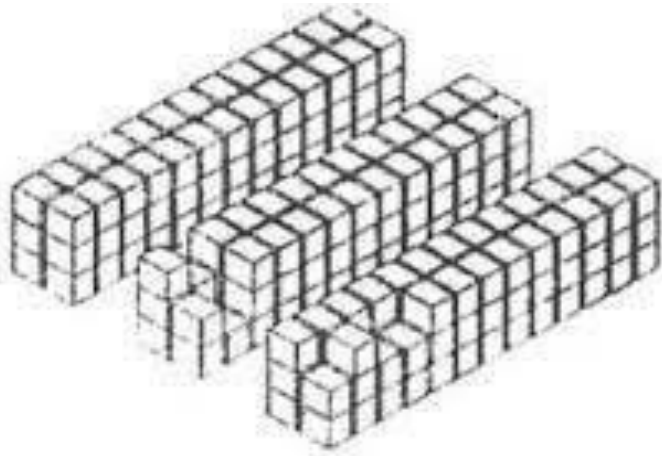
2.1.1. Prizemna skladišta

Prizemna ili hangarska skladišta predstavljaju zatvorena skladišta prizemne izvedbe koja su zbog svoje jeftinije izgradnje, dobre iskoristivosti i mogućnosti prilagođavanja specijalnim namjenama postala najrašireniji tip skladišta. Dodatno, vrlo značajna prednost skladišta ovog tipa su manji troškovi po jedinici skladištenja (SKU). Njihova jednostavna konstrukcija služi za zaštitu robe, a sastoji se od temelja, nosive konstrukcije i krova. Konstrukcija se izrađuje od armiranog betona, čelika, drva te sintetičkog materijala od kojih su najzastupljenije one izrađene od armiranog betona i čelika. [3] Razlikuju se prema načinu gradnje, obliku poprečnog presjeka, broju polja i tipu krova.

Odlaganje materijala u prizemnim skladištima može se odvijati na nekoliko načina [4]:

- slobodno nasipavanje ili gomilanje sipkog materijala na određenoj površini,
- slobodno odlaganje (bez određenog rasporeda),

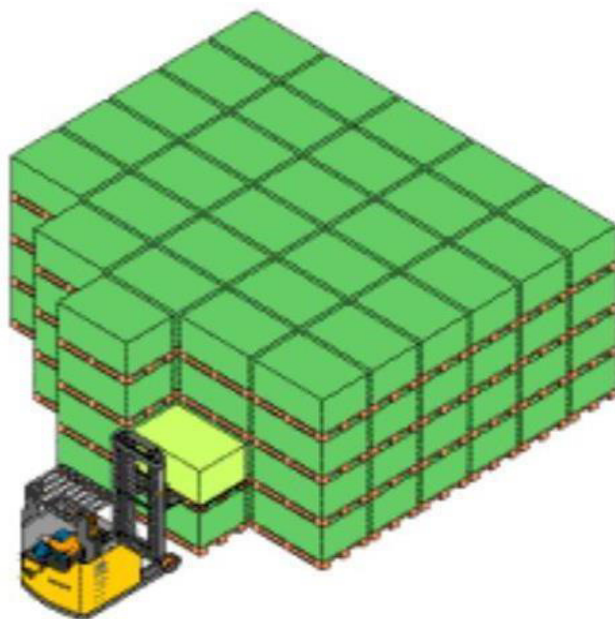
- slaganje jedinica skladištenja u redove (primjenjuje se u slučaju većeg asortimana, a manje količine po vrsti komadnog materijala), prikazano slikom 5.



Slika 5. Prikaz podnog skladištenja u redove

Izvor [4]

- slaganje jedinica skladištenja u blokove (primjenjuje se u slučaju manjeg asortimana, a veće količine po vrsti materijala), prikazano slikom 6.



Slika 6. Prikaz podnog skladištenja u blokove

Izvor [4]

Na slici 7. prikazano je prizemno, odnosno hangarsko skladište.

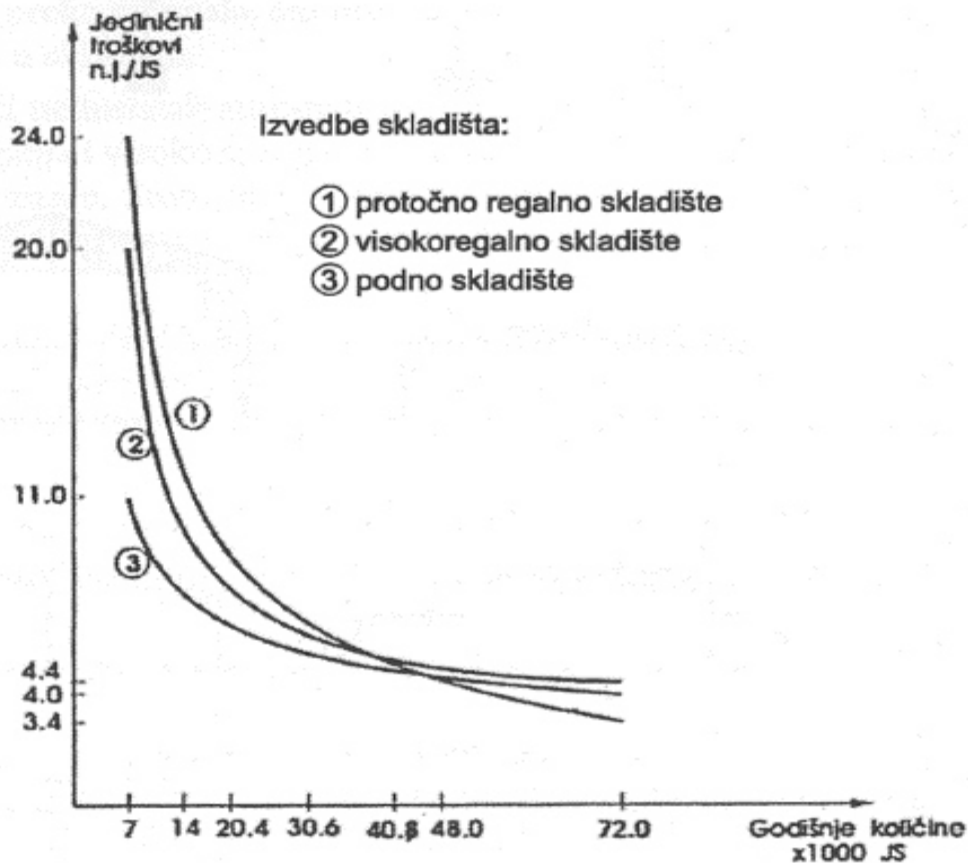


Slika 7. Prizemno (hangarsko) skladište

Izvor: [9]

Nedostaci hangarskih skladišta očituju se u potrebi velikog prostora za njihovu izgradnju, manjoj iskoristivosti skladišne površine i obujma skladišta, složenijim problemima rukovanja materijalom te većim poteškoćama automatizacije skladišnih procesa. [4]

Slikom 8. prikazana je usporedba jediničnih troškova za razne izvedbe skladišta. Prema dijagramu sa slike vidljivo je kako prednosti prizemnih skladišta nisu samo manji investicijski troškovi, nego i manji troškovi po jedinici skladištenja.



Slika 8. Usporedba jediničnih troškova za razne izvedbe skladišta

Izvor: [4]

2.1.2. Katna skladišta

Katna (višekatna ili etažna) skladišta su građevine kod kojih je skladišni prostor izgrađen jedan iznad drugog na nekoliko katova što omogućuje bolju iskoristivost prostora, odnosno, veću skladišnu površinu. Konstrukcija takvih skladišta mora biti izuzetno čvrsta kako bi bila u mogućnosti nositi konstrukciju zgrade i težinu tereta koji je u njemu smješten kada je skladište napunjeno do granice svog smještajnog kapaciteta. Slika 9. prikazuje primjer katnog skladišta. [1]



Slika 9. Katno skladište

Izvor: [10]

Kako bi se osigurala stabilnost konstrukcije nužno je kvalitetno rasporediti stupove kako bi mogli izdržati opterećenje, a u isto vrijeme u najmanjoj mjeri utjecali na pohranu ili manipulaciju robe. Opterećenja kojima su izložena katna skladišta, za prizemni dio, kreću se u rasponu od 30 do 50 kN/m², dok se opterećenja na ostalim etažama kreću u rasponu od 20 do 25 kN/m². Kretanje radnika i strojeva između etaža omogućeno je uz pomoć stepeništa, odnosno dizala. Uz potonje navedene prednosti u vidu veće skladišne površine, skladišta ovog tipa iziskuju značajnije troškove budući je neophodno postojanje liftova, stepenica i sličnih elemenata, što ih čini skupljima u odnosu na prizemna skladišta. [3]

2.1.3. Regalna skladišta

Regalna skladišta predstavljaju kombinaciju etažnih i hangarskih skladišta, a namijenjena su za uskladištenje, čuvanje i otpremu robe na paletama ili tipizirane robe koja je pogodna za jednostavno i automatizirano manipuliranje. Njihova je osnovna karakteristika odvojenost konstrukcije koja služi za smještaj tereta i konstrukcije koja štiti robu u skladištu od atmosferskih i drugih utjecaja. Regali su lagane čelične konstrukcije, a pozicionirani su u dugim paralelno postavljenim redovima. [2] Neki od tipova regalnih skladišta navedeni su u tablici 3., dok je slikom 10., kao jedan od tipova, prikazan čvrsto stojeći paletni regal.

Tablica 3. Tipovi regalnih skladišta

<i>Regali s pregradnim policama čvrsto stojeći</i>	npr. niski / visoki / protočni regali s pregradama
<i>Regali s pregradnim policama pokretni</i>	npr. pomični regal s policama, kružni regal s policama (horizontalni / vertikalni regali)
<i>Paletni regali čvrsto stojeći</i>	npr. paletni niski / visoki regal, paletni dovozni / provozni regal, paletni protočni regal
<i>Paletni regali pokretni</i>	npr. paletni pomoćni regal, pokretni kružni regal

Izvor: [1]



Slika 10. Paletni regali čvrsto stojeći

Izvor: [11]

2.1.4. Specijalizirana skladišta

Specijalizirana skladišta podrazumijevaju skladišta posebne namjene, kao što su silosi za žitarice, skladišta za tekuće terete, skladišta za sipke terete u rasutom stanju, razna lučka skladišta te hladnjače koje će biti detaljnije opisane u nastavku. Osnovna obilježja skladišta ovog tipa ovise o vrsti i svojstvima robe koja uvjetuje zahtijevane uvjete skladištenja, a s kojom je rukovanje potpuno i većim dijelom mehanizirano, s malim udjelom ljudskog rada. [1]

2.2 Skladišta s posebnim temperaturnim režimom

Hladnjače su posebni tipovi skladišta ili prostora koji su dizajnirani i opremljeni za pohranu i očuvanje proizvoda na niskim temperaturama, često ispod nule, kako bi se produžio njihov rok trajanja i očuvala njihova svježina. Hladnjače se često nazivaju i hladnjacima, rashladnim komorama ili hladnim prostorima.

Hladnjače se koriste za prihvatanje i skladištenje brzo pokvarljivih prehrambenih proizvoda, te su u tu svrhu najčešće prizemne konstrukcije. One su u pravilu dio hladnog transportnog lanca, zbog čega roba takvih svojstava stiže u hladnjaču u već ohlađenom stanju sukladno optimalnim klimatskim uvjetima. Ključno je omogućiti brz prekrcaj robe s prijevoznog sredstva u hladnjaču kako se klimatski uvjeti robe ne bi poremetili, zbog čega su hladnjače izvedene na način koji omogućava ulaz prijevoznog sredstva u klimatiziranu zonu. [1]

Postoji nekoliko vrsta hladnjača. Primjerice, hladnjače dubokog zamrzavanja održavaju stalno temperaturu na -21°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 preduvjeti: [9]

- a. Postizanje određenog režima hlađenja (zamrzavanja)
 - da se u prostorije hlađenja (zamrzavanja) dovodi prethodno rashlađeni zrak;
 - da se u prostoriju hlađenja (zamrzavanja) dovodi hladnoća ohlađenom rasolinom (otopina natrijevih ili kalcijevih soli u vodi, snižava točku leđišta vode i djeluje antikoroziivno na sustav) sustavom cijevi, dakle indirektno;
 - ugradnjom isparivača u prostoriju koju treba hladiti, dakle izravno.
- b. Automatsko reguliranje odgovarajuće relativne vlažnosti zraka u prostorijama hlađenja;
- c. Automatsko reguliranje cirkulacije zraka;
- d. Provjetravanje (ventiliranje) prostorija čime se omogućuje obnavljanje zraka u rashladnoj prostoriji;
- e. Mogućnost ozonizacije, odnosno periodičnog dodavanja ozona (O₃) zraku, čime se ventiliraju rashladne prostorije. Ozon djeluje kao dezinficijens i produžuje održivost namirnica.

Prednosti prizemne hladnjače u odnosu na katne manifestiraju se kroz: [1]

- mogućnost velikih raspona s komorama velike površine i zapremnine,
- mogućnost velike visine slaganja tereta (8m i više) do dopuštene granice opterećenja poda koje iznosi 3,5 t/m²,
- jednostavnost unutrašnjeg transporta budući se sva kretanja odvijaju po horizontali,
- mogućnost etapne izgradnje i naknadnog proširenja kapaciteta same hladnjače.

Uz navedene prednosti potrebno je istaknuti i nedostatke prizemnih hladnjača koji dolaze do izražaja kod skladišta velikog kapaciteta. Potrebna je značajno veća površina u odnosu na onu kod višekatnoga skladišta, kao i velike površine vanjskih zidova i krova usporedno sa zapreminom skladišta. Na slici 11. je prikazan pokretni regalni sustav za skladištenje robe u hladnjači.



Slika 11. Pokretni regalni sustav za skladištenje robe u hladnjači

Izvor: [12]

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. 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 višekratnu izvedbu. [3]

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 absorpcijski uređaji, sublimacija, itd., ali se za velike hladnjače upotrebljavaju samo kompresijski procesi. Kompresori koje pokreću elektromotori, uz neki rezervni dizel agregat za slučaj nestanka električne energije, tlače plin (NH₃, CO₂, 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 intenzitet ventilacije izražava brojem 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. Intenzitet obnove zraka iz vanjske atmosfere izražava se brojem obnova zračnog volumena u 24 sata. [3]

U postupku pravilnog dimenzioniranja skladišta hladnjače, treba uzeti u obzir način skladištenja robe s ciljem osiguranja optimalne veličine prostora kako slijedi [1]:

Skladištenje robe u ambalaži:

- za svaki kubni metar (m³) proizvoda, potrebno je oko 2 m³ skladišnog prostora,
- ovo pravilo vrijedi ukoliko je visina slaganja tereta do 4 metra.

Skladištenje robe u rasutom stanju (bez ambalaže):

- u ovom slučaju, za svaki kubni metar (m³) proizvoda potrebno je oko 1,5 m³ skladišnog prostora.

Ovi odnosi uzimaju u obzir prostor potreban za pristup robi, prozračivanje, cirkulaciju zraka u hladnjači, kao i druge faktore koji utječu na pravilno skladištenje i održavanje kvalitete proizvoda. Prilikom projektiranja skladišta hladnjače, potonje spomenuta pravila pomažu u predviđanju odgovarajuće zapremine skladišnog prostora u odnosu na količinu robe koja se planira čuvati.



Slika 12. Prikaz hladnjače promatranog skladišta

Izvor: [30]

2.2.1. Indikatori uspješnosti u skladištu posebnog temperaturnog režima

Kod upravljanja skladištem s posebnim temperaturnim režimom postoje određeni indikatori čije praćenje omogućuje upraviteljima skladišta da donose informirane odluke o optimizaciji procesa i kontinuiranom poboljšanju učinkovitosti hlađenih skladišta.

- **Temperaturna stabilnost:** Mjerenje koliko dobro skladište održava stabilne temperature unutar zadanih granica kako bi se osigurala kvaliteta i sigurnost proizvoda.
- **Učinkovitost rukovanja:** Procjena vremena potrebnog za utovar, istovar i premještanje proizvoda unutar skladišta kako bi se optimizirali logistički procesi. Vrijeme rukovanja proizvodima je ograničeno zbog specifičnosti proizvoda koji zahtijevaju uskladištenje pod posebnim temperaturama u najkraćem roku, dok u dopremnim zonama često temperatura ne odgovara temperaturi koju proizvod zahtijeva.
- **Kapacitet skladištenja:** Praćenje koliko proizvoda skladište može primiti i pohraniti u određenom razdoblju, osiguravajući da je kapacitet adekvatan za zahtjeve tržišta. Neophodno je znati koliki je preostali slobodni kapacitet skladišta kako bi se mogla planirati sljedeća narudžba proizvoda. U ovom segmentu vrlo je

bitno imati dobro povezani sustav unutarnjeg upravljanja kako bi se mogle kvalitetno isplanirati količine proizvoda u dolasku, čekanju i odlasku.

- **Otpis i gubitci:** S povećanjem vremena potrebnim za manipulaciju proizvodom dolazi do povećanja broja otpisa proizvoda. Potrebno je izvršiti analizu razloga otpisa i gubitaka proizvoda unutar skladišta kako bi se identificirali potencijalni problemi i poduzele korektivne mjere.
- **Praćenje operativnih troškova:** Praćenje troškova hlađenih skladišta, uključujući energiju, održavanje, osoblje i ostale operativne troškove. Hlađena skladišta imaju veliki utrošak energije radi potrebe za održavanjem niskih temperatura zbog čega je vrlo važno utjecati na smanjenje gubitaka energije. Neki od načina kako utjecati na smanjenje potrošnje energije u promatranim skladištima:
 - poštivanje procedura vezanih za operacije u skladištu,
 - održavanje sigurnosne i zaštitne opreme,
 - educiranje zaposlenika.
- **Iskorištenost prostora:** U promatranim skladištima još je izraženija potreba za planiranjem iskorištenosti prostora. Primjerice, ako se kvalitetno planira popunjavanje kapaciteta u hlađenim komorama može se postići da određeni dijelovi skladišta povremeno nisu potrebni čime se ostvaruje ušteda energije.
- **Vrijeme reakcije:** Mjerenje vremena koje je potrebno za odgovor na promjene u zahtjevima tržišta ili u nepredviđenim situacijama.
- **Brzina i točnost obrade:** Praćenje brzine i točnosti obrade proizvoda unutar skladišta kako bi se osiguralo da se ispunjavaju zahtjevi isporuke i da se proizvodima rukuje na odgovarajući način.
- **Rotacija zaliha:** Praćenje rotacije zaliha i datuma isteka kako bi se spriječilo zadržavanje zastarjelih proizvoda u skladištu i smanjio rizik gubitka vrijednosti proizvoda.
- **Pravilno pakiranje:** Osiguranje da su proizvodi pravilno pakirani i zaštićeni kako bi se izbjegla mogućnost oštećenja ili kvarenja tijekom skladištenja i manipulacije.

2.2.2. Utjecaj temperaturnih zahtjeva proizvoda na funkcioniranje skladišta

Promatrano skladište opskrbljuje tržište sa širokim spektrom proizvoda koji zahtijevaju posebne uvjete skladištenja. Uvažavajući činjenicu kako je pretežito riječ o proizvodima visokog stupnja kvarljivosti potrebno je osigurati sve potrebne preduvjete i norme za pravilno funkcioniranje sustava. S obzirom da svaki proizvod ima svoje karakteristike koje se moraju poštivati, procesi unutar skladišta su vrlo kompleksni. Kako bi se procesi od dopreme pa sve do otpreme odvijali nesmetano vrlo je važno imati kvalitetno postavljen unutarnji sustav upravljanja. U unutarnjem sustavu upravljanja moraju biti ažurirani svi ključni podaci o svakom

proizvodu. Podaci koji su značajni za promatrano skladište u kontekstu specifičnih zahtjeva uskladištene robe navedeni su u tablici 4.

Tablica 4. Specifični zahtjevi uskladištene robe

<i>Proizvodi</i>	<i>Optimalna temperatura u skladištu</i>	<i>Optimalna vlaga u skladištu</i>	<i>Vrijeme sigurnog čuvanja</i>	<i>Količina proizvoda (kg/m³)</i>
Meso svježe	<u>0°C do 1°C</u>	85% do 90%	5 do 14 dana	500-670 kg/m ³
Mesne konzerve	<u>6°C do 8°C</u>	-	12-24 mjeseca	500-670 kg/m ³
Jaja	<u>-0,5°C do 0,5°C</u>	85% do 90%	-	-
Smrznuto voće	<u>-23°C do 18°C</u>	-	6 do 12 mjeseci	300-350 kg/m ³
Smrznuto povrće	<u>-23°C do 18°C</u>	-	6 do 12 mjeseci	350-400 kg/m ³
Goveđe meso	<u>-23°C do 18°C</u>	90% do 95%	9 do 12 mjeseci	400 kg/m ³
Perad	<u>-23°C</u>	-	12 mjeseci	400 kg/m ³
Ribljii proizvodi	<u>-23°C do 12°C</u>	90% do 95%	8 do 10 mjeseci	400 kg/m ³

Izvor: [3]

Tablicom je prikazan široki raspon u specifičnostima proizvoda sukladno čemu je od iznimne važnosti voditi računa i o najsitnijim detaljima kako bi sustav funkcionirao na učinkovit način.

2.2.3. Značaj hladnjača u suvremenoj logistici

Značaj hladnjača u suvremenoj logistici i lancu opskrbe raste i kontinuirano se širi uslijed povećane potrošnje svježe hrane, globalizacije lanca opskrbe, tehnološkog napretka, porasta e-trgovine i dostave hrane te povećane potražnje za farmaceutskim proizvodima.

- Povećana potrošnja svježe hrane:

Sve više potrošača traži svježe namirnice i proizvode, što povećava potražnju za hladnjačama. Hladnjače omogućavaju da se voće, povrće, meso, riba i mliječni proizvodi sigurno i svježe dostave do potrošača.

- Globalizacija opskrbnog lanca:
Globalni prijevoz i trgovina su znatno porasli u odnosu na prethodne godine, a hladnjače su postale ključne za međunarodnu logistiku. One omogućuju da se proizvodi očuvaju tijekom dugih transportnih ruta, često preko velikih udaljenosti.
- Povećana svijest o sigurnosti hrane:
Sigurnost hrane postala je prioritetna tema, a hladnjače igraju ključnu ulogu u održavanju sigurnosti i kvalitete hrane tijekom cijelog lanca opskrbe. Potrošači traže proizvode koji su ispravni i sigurni za konzumaciju, a hladnjače su sredstvo za postizanje tog cilja.
- Tehnološki napredak:
Tehnologija hladnjača se kontinuirano razvija što omogućava precizniju kontrolu temperature, praćenje i sigurnost proizvoda. To čini hladnjače učinkovitijima i pouzdanijima u očuvanju kvalitete proizvoda.
- Rast e-trgovine i dostave hrane:
S porastom e-trgovine i online dostave hrane, potrebno je osigurati da proizvodi stignu do potrošača u istom stanju, kao i kada su napustili hladnjače. Hladnjače igraju ključnu ulogu u ovim logističkim procesima.
- Povećana potražnja za farmaceutskim proizvodima:
Hladnjače su također važne za farmaceutsku industriju jer omogućuju siguran transport i skladištenje lijekova i drugih farmaceutskih proizvoda koji zahtijevaju kontroliranu temperaturu.

S obzirom na ove faktore, očekuje se da će značaj hladnjača u budućnosti nastaviti rasti kako bi se podržale rastuće potrebe za skladištenjem i transportom osjetljivih proizvoda u lancu opskrbe.

2.3. Skladišna oprema

Pojam skladišne opreme, u užem smislu, uobičajeno podrazumijeva sredstva za unutrašnji transport i sredstva za pohranu robe koja često čine tehnološku cjelinu.

Sredstva unutrašnjeg transporta najčešće podrazumijevaju: [1]

- viličare,
- utovarivače,
- konvejere,
- različite vrste kolica za komisioniranje ili pohranu robe i dr.

Sredstva za pohranu robe obuhvaćaju različite vrste konstrukcija na koje se roba odlaže, a koje su konstruirane kako bi mogle primiti maksimalnu količinu robe i omogućiti jednostavnu manipulaciju robom. Dije se na dvije glavne skupine u ovisnosti o vrsti skladišnih jedinica kojima su namijenjene: [1]

- paletni regali (namijenjeni pohrani robe na paletama),
- polični regali (namijenjeni smještanju robe u kartonskim ili pojedinačnim pakiranjima).

Skladišna oprema doprinosi smanjenju troška radne snage i povećanju iskoristivosti prostora na način kako je to prikazano u tablici 5.

Tablica 5. Smanjenje troškova i povećanje iskoristivosti prostora

Smanjenje troška radne snage	Omogućujući jedinicama tereta da budu okrenute na stranu s koje im se prilazi	Povećanju iskoristivosti prostora	Dijeleći prostor u odjeljke (stalke i police) koji mogu biti mjesto skladištenja za jedinice sličnih veličina
	Povećava brzinu manipuliranja jedinicom što znači da se više tereta manipulira po osobi u jednom satu		
	Efikasnim odabiranjem i skladištenjem na mjesto gdje će manipuliranje određenom jedinicom biti lakše		

Izvor: [5]

2.3.1. Viličari

Viličari su transportno-manipulativna sredstva s ugrađenom vilicom koja služe za transport i manipulaciju robe unutar skladišnih prostora te kao takvi predstavljaju najzastupljenije i najstarije sredstvo unutrašnjeg transporta. Viličari su transportni radni strojevi za iskrcaj, prijevoz, pohranu i ukrcaj tereta. Omogućuju obavljanje četiri osnovne operacije: [1]

- podizanje tereta,
- prijevoz tereta (od jednog do drugog mjesta unutar skladišta),
- slaganje i izuzimanje robe (u konceptu podnog skladištenja koriste se za slaganje robe, dok se u konceptu regalnog skladištenja koriste za odlaganje robe na predviđenu lokaciju),
- kretanje unutar skladišnog prostora.

Izum viličara omogućio je oblikovanje i prekrcaj većih jedinica tereta i njihovo slaganje u visinu, što je dugo onemogućavalo uspješno organiziranje skladišnih sustava. Uporaba viličara vezana je i uz uvođenje paletizacije u distribucijski sustav kao prve transportne tehnologije slaganja robe na standardizirane prekrcajne jedinice. Viličari se također upotrebljavaju za prijenos raznovrsne komadne robe te u sustavu kontejnerizacije za prekrcaj, slaganje i punjenje kontejnera robom. [1]

Paleta je prekrcajna jedinica standardiziranih dimenzija pogodna za slaganje različitih vrsta robe, čime se oblikuje jedinični teret pogodan za transport i rad s viličarima i dizalicama.

Paleta se razlikuju obzirom na mogućnost ulaska vilica viličara u konstrukciju palete na sljedeći način: [1]

- **jednostrane palete** (vilica viličara ulazi samo s jedne strane),
- **dvostrane palete** (vilica viličara može ući s obje strane),
- **čtetverostrane palete** (vilica viličara može ući sa sve četiri strane).

Široka uporaba viličara u skladišnim sustavima dovela je do brojnih poboljšanja među kojima je potrebno istaknuti: [1]

- ubrzavanje skladišnih procesa što je naročito vidljivo u dijelu procesa prijema robe i komisioniranja,
- smanjenje udjela ljudskog rada,
- povećanje radnog učinka,
- veću iskoristivost skladišnog prostora (naročito u visinu),
- manji stupanj oštećenja robe.

Viličare nije moguće klasificirati prema jedinstvenom kriteriju iz razloga što je danas na tržištu dostupno puno konstrukcijskih rješenja i tipova viličara koji su prilagođeni posebnim uvjetima prekrcaja i slaganja robe. Tri osnovna kriterija temeljem kojih se viličari mogu razvrstati su: [1]

- pogonski uređaji,
- konstrukcija,
- namjena.

Tablica 6. prikazuje podjelu viličara prema kriterijima tipa, namjene i pogonskog uređaja.

Tablica 6. Podjela viličara prema kriterijima tipa/namjene i pogonskog uređaja

Kriterij			
POGONSKI UREĐAJ	TIP/NAMJENA		
(1) ručni viličari	(1) čeonni viličari	(4) paletni viličari	(7) četverostrani viličari
(2) motorno-ručni viličari	(2) bočni viličari	(5) regalni viličari	(8) viličari za komisioniranje
(3) motorni viličari (dizelski, benzinski, električni i plinski)	(3) uskoprolazni viličari	(6) visokopodni paletni viličari	(9) specijalni viličari

Izvor: [1]

Slikom 13. prikazan je tip regalnog viličara.



Slika 13. Tip regalnog viličara

Izvor: [20]

U strukturi zastupljenosti najbrojniji su ručni viličari kojih ima oko 85%, a čija nosivost iznosi do 2000 kg.

S obzirom na konstrukciju i mjesto djelovanja, viličari se mogu razlikovati po skupinama, pa se primjerice obzirom na širinu djelovanja razlikuju tri generacije viličara.

U prvu se generaciju svrstavaju viličari sa slobodno nošenim teretom, u drugu tzv. hibridni viličari, dok trećoj generaciji pripadaju suvremeni viličari u skladištu.

Hibridne konstrukcije zasnovane su na dobrim svojstvima prethodnih konstrukcija i imaju mogućnost pomicanja težišta tereta koje je pri zahvaćanju i ostavljanju izvan baze viličara, a u kretanju unutar baze, što im daje prednost pri djelovanju u zatvorenim prostorima ograničenih dimenzija. Viličare treće generacije karakterizira mogućnost slobodno nošenog tereta zahvaćenog specijalnom zahvatnom napravom koja omogućuje rad bez manevriranja (širina operativnog prostora je u tom slučaju još manja). [18]

Ukoliko se promatra operativni prostor za djelovanje navedenih skupina viličara, vidljivo je kako druga generacija viličara, za razliku od prve, štedi širinu prostora za oko 23%, a treća za oko 55%. Analizom mjesta primjene viličara u praksi, uočava se kako je samo 6% viličara u vlasništvu velikih pogona, dok je ostalih 94% u vlasništvu malih i srednjih proizvodnih pogona. [18]

2.3.2. Regali

Regali predstavljaju najčešći element opreme skladišta koji se koristi za odlaganje robe, a čija je izvedba prilagođena vrsti skladišta i robi koja se pohranjuje. Obzirom na vrstu skladišnih jedinica koje se u njih pohranjuju dijele se na paletne, polične i konzolne regale.

2.3.2.1. Paletni regali

Paletni regali se koriste za skladištenje veće količine paletiziranih skladišnih jedinica te podržavaju manipuliranje cijelim kutijama. Zbog standardizirane dužine i širine palete regal ima odgovarajući otvor na koji se paleta pohranjuje. Visina otvora može se mijenjati prema potrebi ovisno o obilježjima artikla na paleti. Pozitivne značajke paletnih regala vidljive su u tome što je svaka razina neovisno poduprta, omogućen je lakši pristup teretu te je dopuštena veća količina jedinica koje se slažu u visinu. [1]

Najčešći tipovi paletnih regala su: [1]

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

Jednostruki paletni regali

Jednostruki regali konstruirani su po principu da je svaka paleta izravno dostupna neovisno o lokaciji. Navedeno omogućava potpunu slobodu dohvata svake palete, ali s druge strane iziskuje više prostora. [1]

Prednosti

- pristup svim skladišnim jedinicama, neovisno o lokaciji,
- najjeftiniji sustav regala mjeren po m²,
- istovremeni pristup više vozila,
- ne postojanje posebnih zahtjeva za značajke vozila.

Nedostaci

- potreban relativno velik skladišni prostor,
- porast troškova skladištenja s povećanjem pojedinačnih artikala,
- porast vremena manipulacije za pojedini artikl, ovisno o konceptu skladištenja,
- visina slaganja ograničena na 12m.

Dvostruki paletni regali

Regal ovog tipa primjenjuje konstrukcijski koncept pohrane dviju paleta jedne iza druge. Navedeno omogućuje uštedu prostora budući se dobiva veći broj paletnih mjesta na istoj površini skladišta u usporedbi s jednostrukim paletnim regalima. Kod primjene ovakvih sustava javlja se problem u dostupnosti pojedine skladišne jedinice. Budući su artikli dostupni u redovima svaka jedinica tereta može biti skladištena na bilo kojoj razini regala.

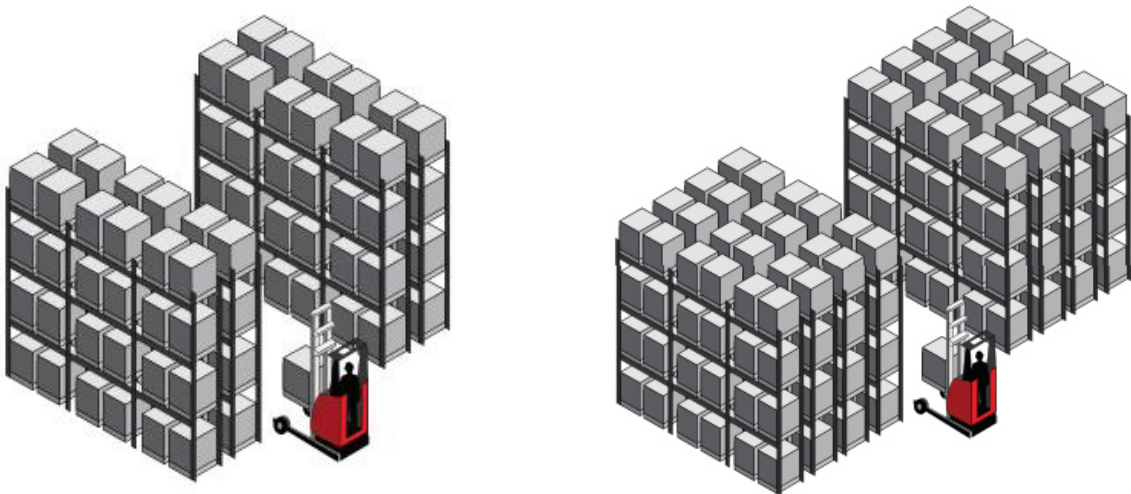
S ciljem izbjegavanja dvostrukog manipuliranja, najčešće se svaki red popunjava istovrsnim artiklima (paletama na kojima su identični artikli), što znači da će neke paletne lokacije biti prazne kada god je neki artikl prisutan u neparnom broju paleta. Još jedan nedostatak ovakvog načina skladištenja ogleda se u tome što je potrebno više vremena za manipulaciju (pohranu i dohvat jedinice tereta). Slika 14. prikazuje jednostruke i dvostruke paletne regale. [1]

Prednosti

- veći kapacitet skladišta nego kod jednostrukih regala,
- prikladniji za B i C artikle,
- ovisno o rasporedu regala, omogućuje povećanje broja paletnih mjesta za 10-15%.

Nedostaci

- dostupnost skladišnih jedinica je smanjena,
- „last in, first out” metoda,
- potreba za specijaliziranim viličarima.



Slika 14. Jednostruki i dvostruki paletni regali

Izvor: [13]

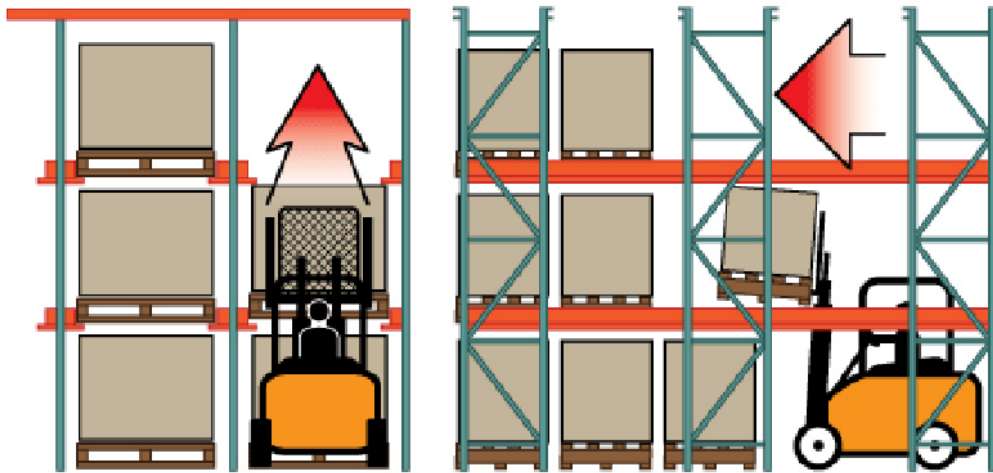
Provozni regali

Provozni regal primjenjuje konstrukcijski koncept pohrane artikala u blokove, bez prolaza. Takva izvedba omogućuje kretanje viličara unutar konstrukcije regala radi pohrane ili komisioniranja skladišnih jedinica. Osnovne konstrukcijske varijante provoznih regala dijele se prema načinu punjenja na: [1]

- *Drive in regale* (pune se i prazne s iste strane – „last in, first out” metoda)

- *Drive trough regali* (pune se s jedne, a prazne s druge strane – „first in, first out“ metoda).

Primjer takvih regala prikazan je na slici 15.



Slika 15. Provozni *Drive in* i *Drive trough* regal

Izvor: [14]

Prednosti

- ušteda energije,
- ušteda prostora.

Nedostaci

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

Protočni regali

Protočni regali konstruirani su kao blokovi, slično provoznim regalima, ali su donje površine ukošene i opremljene nizom kotačića koji uz pomoć gravitacije omogućavaju povlačenje paleta prema naprijed, nakon što se pomakne prva paleta u redu. Napravljeni su po „*first in, first out*“ metodi što znači da roba koja je prva uložena u regal, prva i izlazi van. Regali se popunjavaju s jedne, a prazne s druge strane čime je onemogućeno pohranjivanje operacija i miješanje komisioniranja. Budući je dubina za skladištenje određena težinom robe na paletama ista je ograničena na otprilike 8 paleta. Slikom 16. prikazan je primjer protočnog regala. [1]

Prednosti

- ušteda skladišnog prostora (do 60% u usporedbi s klasičnim jednostrukim paletnim regalima),

- „*first in, first out*“ metoda omogućuje ravnomjernu rotaciju artikala,
- reducirani broj sredstava unutrašnjeg transporta za opsluživanje (jedan blok dva viličara),
- omogućuje veliki broj skladišnih operacija,
- ušteda vremena prilikom pripreme za skladištenje,
- reducirani broj hodnika zbog čega se povećava ukupni kapacitet.



Slika 16. Protočni regal

Izvor: [15]

2.3.3. Regali za pohranu manjih skladišnih jedinica – polični regali

Polični regal je dio skladišne opreme namijenjen pohrani manjih prekrcajnih i manipulativnih jedinica kao što su kartonska pakiranja ili pojedinačne jedinice. Razlikuju se:

- statični polični regali,
- gravitacijski protočni polični regali.

Statični polični regali

Statični polični regali osnovni su i najjeftiniji model skladištenja namijenjen pohrani nepaletiziranih skladišnih jedinica. Njihova dubina varira ovisno o namjeni (uobičajeno od 0,46 – 0,61 m, dok se za veća kartonska pakiranja koriste duboki polični regali od 0,91 m). Obzirom na relativno plitke police, svaka veća količina jedinica koja uđe u skladište obično se raspoređuje uz prolaz radi lakšeg komisioniranja robe. Ovakav koncept rasporeda robe smanjuje brzinu komisioniranja, povećava vrijeme dolaska do proizvoda i smanjuje učinkovitost dohvata osobe po satu (uobičajena brzina komisioniranja po satu je od 50 – 100 dohvata). [1]

Dohvat i ponovno punjenje proizvoda obavlja se s prednje strane uz prolaz, a kako bi se izbjeglo miješanje navedeno se mora obavljati u različito vrijeme. Kao rezultat toga nerijetko je potrebno organizirati dodatnu smjenu kako bi se protok robe nesmetano odvijao. Iako su relativno jeftini u nabavi i primjeni, njihov je najveći nedostatak gubitak vremena u vidu putovanja operatera i pretrage. Slikom 17. je prikazan primjer statičnog poličnog regala. [1]



Slika 17. Statični polični regal

Izvor: [16]

Gravitacijski protočni polični regali

Gravitacijski polični protočni regali, kao i protočni regali, imaju konstrukciju opremljenu kotačićima koja je nagnuta na jednu stranu što artiklima iz pozadine, uz pomoć gravitacije, omogućuje pomicanje prema prvom redu. Ovisno o izvedbi mogu se puniti i prazniti s iste ili s različitih strana, kao i odgovarajuća izvedba paletnih regala. Dubina polica iznosi od 0,91 –3 m. Brzina dohvata može se povećati različitim konstrukcijskim izvedbama prednjeg poličnog mjesta, na način da se prednje pakiranje dodatno izloži operateru ili se prednja polica izvodi pod kutem koji olakšava dohvat artikla. Konstrukcijske izvedbe protočnih poličnih regala su sljedeće: [1]

- **čtvrta fronta** (polični regal prilagođen odabiru cijelih kutija),
- **nagnuti okvir** (konstrukcija je nagnuta pod određenim kutom – tip polica prilagođen odabiru jedinica koje variraju po dimenzijama),
- **nagnuti okvir s ukošenim prednjim dijelom polica** (guraju naprijed jedinice pod većim kutom, tako da su pristupačniji – tip polica prilagođen odabiru jedinica koje ne variraju po veličini).



Slika 18. Gravitacijski protočni polični regal

Izvor: [17]

Gravitacijski polični protočni regali prikazani slikom 18. skuplji su u nabavi i instalaciji u odnosu na statične polične regale, ali omogućuju veći učinak operatera budući štede vrijeme putovanja do određenog artikla i pretrage istog.

2.3.4. Vozila za prijevoz temperaturno osjetljivih proizvoda

Prilikom prijevoza proizvoda specifičnih temperaturnih karakteristika potrebno je osigurati vozila čije tehničke performanse udovoljavaju zahtjevima proizvoda tog tipa. Vozila moraju biti opremljena točno propisanom opremom kako bi osigurala siguran prijevoz robe. Neophodno je osigurati optimalnu i konstantnu temperaturu u vozilima jer se u protivnom mogu prouzročiti značajni gubici.

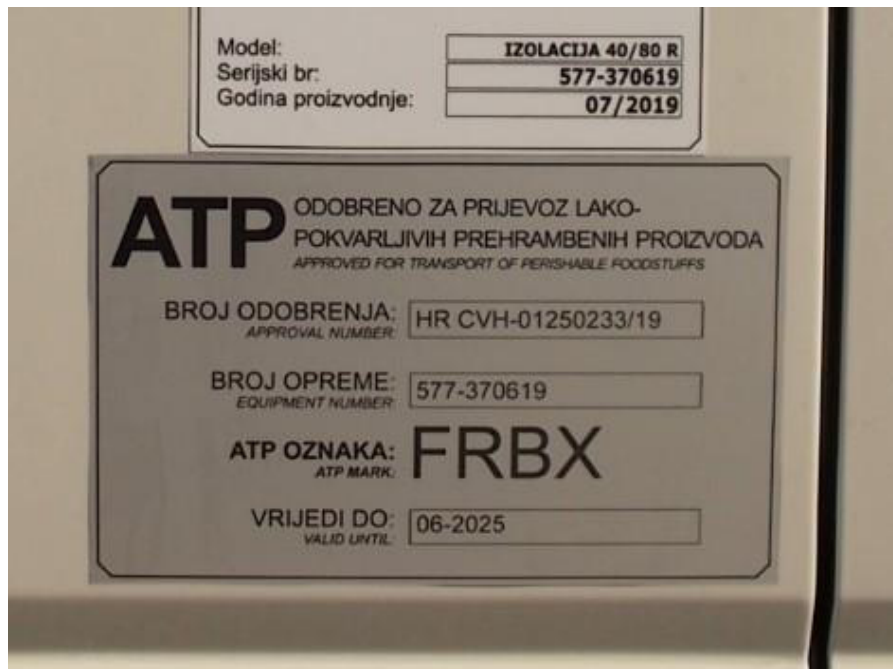
Kako bi se osigurala ispravnost vozila potrebno je zadovoljiti ATP Sporazum o međunarodnom prijevozu lakopokvarljivih prehrambenih proizvoda i posebnoj opremi koja mora biti uporabljena pri takvom prijevozu (engl. *Agreement on the International Carriage of Perishable Foodstuffs and on the Special Equipment to be Used for such Carriage - ATP*). Sporazum je sklopljen u Ženevi 1. rujna 1970. godine i stupio je na snagu 21. studenog 1976. godine. [28] Osnovni cilj ATP Sporazuma je želja da se poboljšaju uvjeti za očuvanje kakvoće lakopokvarljivih prehrambenih proizvoda tijekom njihova prijevoza i da se omogući razvoj trgovine tih proizvoda kako na domaćem tako i na međunarodnom tržištu. Hrvatska je postala država-potpisnica Sporazuma 3. kolovoza 1992. godine i to sukcesijom.

ATP se primjenjuje na transportne aktivnosti koje se obavljaju na teritoriju najmanje dviju država-potpisnica Sporazuma. Odredbe Sporazuma primjenjuju se na sav prijevoz lakopokvarljivih prehrambenih proizvoda koji se obavlja isključivo cestom, željeznicom ili njihovom kombinacijom, a u određenim uvjetima (navedenim u Sporazumu) i na prijevoz morem kraći od 150 km. Pored toga, brojne su zemlje koje su usvojile ATP kao osnovu za svoje

nacionalne zakonske propise. Provjere usklađenosti s normama propisanim u ATP Sporazumu za izoliranu, hladenu, mehanički hladenu ili grijanu opremu moraju se obaviti:

- prije stavljanja opreme u uporabu;
- periodično, najmanje svakih šest godina;
- svaki put kad to zatraži nadležna vlast.

Slikom 19. prikazana je oznaka vozila s važećim ATP certifikatom.



Slika 19. Oznaka vozila s važećim ATP certifikatom

Izvor: [28]

Promatrana logistička tvrtka posjeduje 300 moderno opremljenih tegljača i poluprikolica koji ispunjavaju sve zahtjeve tržišta. Prijevoz je moguće ostvariti na temperaturama od -25 do +25 °C, a prikolice s pregradnim zidovima omogućavaju istodobni prijevoz robe u različitim temperaturnim uvjetima. Također, moguće je ostvariti prijevoz robe polovičnog ili punog kapaciteta vozila. Tvrtka posjeduje različite tipove vozila:

- klasična rashladna poluprikolica,
- rashladna poluprikolica s dvorežimskim tipom rada,
- rashladna poluprikolica s dvostrukim podom.

Klasična rashladna poluprikolica koristi se za prijevoz robe složene na palete bez posebnih zahtjeva. Broj paleta koji stane u klasičnu rashladnu komoru je 33 te joj je nosivost 23.000 kg i volumen 85 metara kubnih. Temperaturni režim pod kojim radi je od -25°C do + 25°C.

Rashladna poluprikolica s dvorežimskim tipom rada prikazana slikom 20. koristi se ukoliko se prevoze proizvodi kojima su potrebni različiti temperaturni uvjeti. Može se pregraditi ovisno o potrebi i količini proizvoda različitih temperaturnih zahtjeva. Ovakav tip poluprikolice

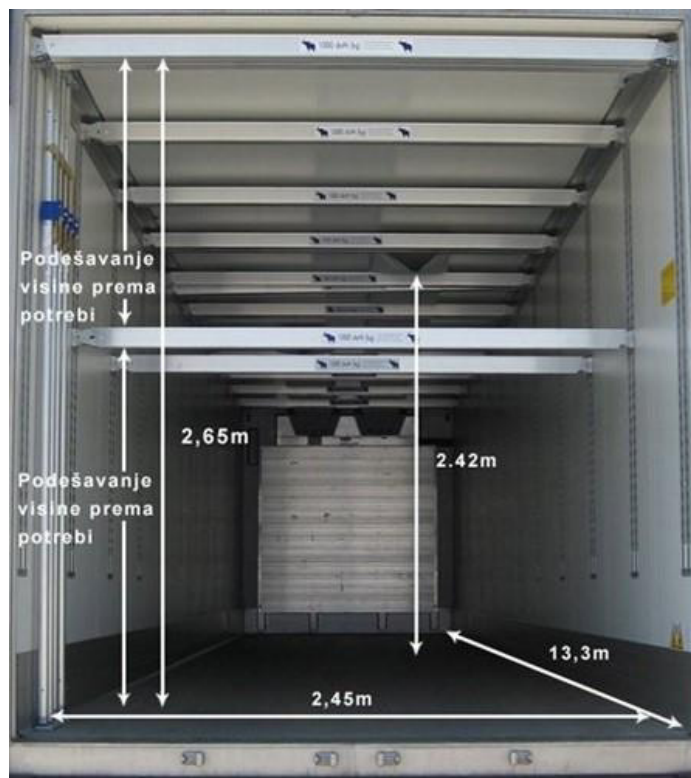
uvelike smanjuje troškove i gubitak energije. Broj paleta koje stanu u promatranu komoru je 33, a nosivost 22.340 kg te volumen od 80 metara kubnih metara. Temperaturni režim pod kojim radi je od -25°C do $+25^{\circ}\text{C}$.



Slika 20. Dvorežimska rashladna komora

Izvor: [29]

Rashladna poluprikolica s dvostrukim podom prikazana slikom 21. omogućuje prijevoz 66 paleta, ali s ograničenjem visine palete do 120 cm. Nosivost iznosi 23 000 kg a volumen 80 kubnih metara. Temperaturni režim je također od -25°C do $+25^{\circ}\text{C}$. Popularne su zbog mogućnosti reguliranja visine poda. Ukoliko su proizvodi osjetljivi na težinu te se ne mogu slagati u visinu veću od 120 cm ove poluprikolice imaju značajan pozitivan učinak na transport.



Slika 21. Rashladna komora s dvostrukim podom

Izvor: [29]

3. PRIKAZ SKLADIŠNIH PROCESA PROMATRANE TVRTKE

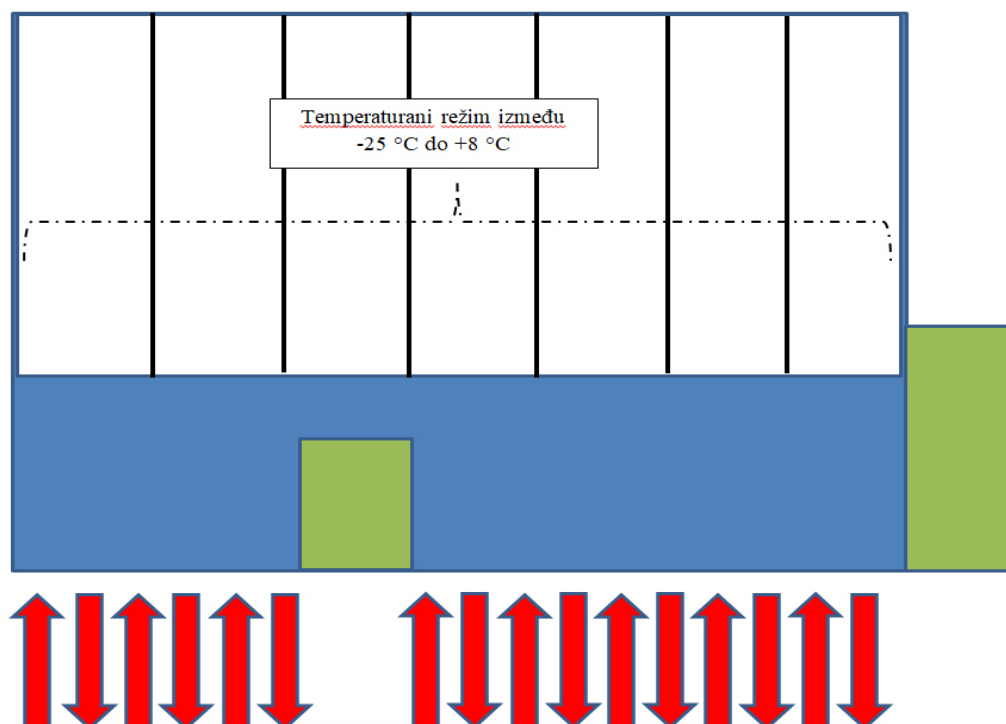
U nastavku je prikazana analiza skladišnih procesa promatrane tvrtke pri čemu je opisano skladište posebnog temperaturnog režima, analiza procesa u skladištu i primjena međunarodnih normi i standarda na promatranom primjeru.

3.1. Skladište posebnog temperaturnog režima promatrane tvrtke

Promatrani skladišni sustav predstavlja jedan od najvažnijih dijelova promatrane tvrtke. Distribucijska mreža je postavljena tako da logističko distributivni centar u kojem se nalazi promatrano skladište povezuje udaljene hubove na kojima se odrađuje sortiranje robe po principu *cross dock-a*. Hubovi se nalaze na lokacijama u Rijeci, Osijeku, Splitu te sezonski u Zadru.

U okviru promatranog skladišnog sustava provode se aktivnosti skladištenja, prekrcaja, komisioniranja i sortiranja svježe hrane i proizvoda koji zahtijevaju poseban temperaturni režim. Kontrolirani temperaturni uvjeti kreću se u rasponu od $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Skladište raspolaže s 10.020 paletnih mjesta od čega 6.515 mjesta za smrznutu robu te 3.505 za hladenu robu.

Slikom 22. prikazano je promatrano skladište koje se sastoji od prijemne i otpremne zone (obilježeno plavo), depozitnog skladišta (obilježeno bijelo) za smrznutu i zaleđenu robu te prostorija za administraciju i planiranje (obilježeno zeleno). Ulazne i izlazne rampe obilježene su crvenim strelicama. Aktivnosti prijemne i otpremne zone provode se kroz šesnaest ulazno-izlaznih rampi čija se uloga mijenja ovisno o potrebi. Depozitni dio skladišta sastoji se od osam komora, šest za smrznute proizvode ($-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$) i dvije za hladene proizvode ($+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$).



Slika 22. Tlocrt promatranog skladišta
Izvor: izradio autor

3.2. Prikaz procesa u skladištu

S ciljem što boljeg provođenja procesa neophodna je kvalitetna komunikaciju između faza skladišnog procesa. Komunikacija se uspostavlja sustavima unutarnjeg upravljanja te mora biti kompatibilna sa vanjskim sustavima kako bi se što bolje odgovorilo na sve izazove koji se stavljaju pred skladišni sustav. Logistički izazovi uzrokovani su sve većim asortimanom, potražnjom, globalizacijom te povećanjem konzumerizma kupaca.

Zaprimanje robe prva je faza u skladišnim procesima te je pohranom, popunjavanjem i komisioniranje povezana sa otpremom. Na slici 21. prikazani su glavni skladišni procesi koji su neophodni kako bi opskrbeni lanac funkcionirao.



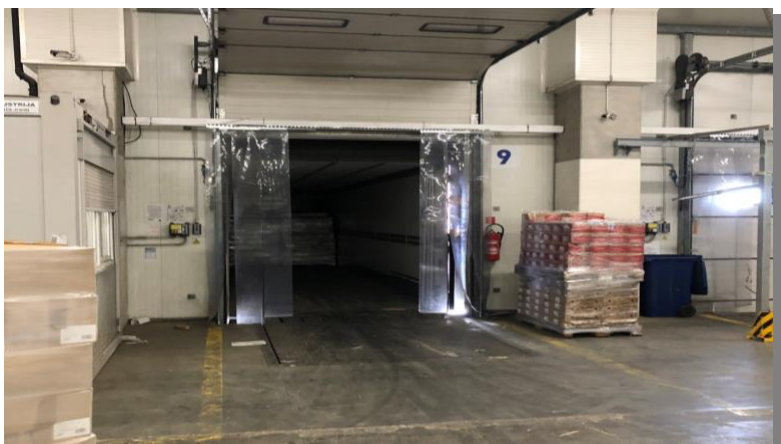
Slika 23. Osnovni skladišni procesi

Izvor: izradio autor

3.2.1. Zaprimanje robe

Zaprimanje robe jedan je od četiri osnovna procesa u skladištu. Proces zaprimanja robe započinje dolaskom vozila u logističko distribucijski centar te predajom dokumentacije od strane vozača. Nakon obrade dokumentacije od strane logističkog operatera vozaču se dodjeljuje vrijeme i lokacija istovarne rampe. Nakon dolaska prijevoznog sredstva na prekrcajnu rampu kontrolira se plomba i ako je sve u redu otvara se tovarni prostor vozila. Ovisno o robi koja je predmet istovara definira se lokacija gdje će se roba slagati nakon prijema.

Na slici 24. je prikazana rampa i tovarni prostor prijevoznog sredstva koje je spremno za istovar robe u prijemnu zonu.



Slika 24. Istovarna rampa

Izvor: izradio autor

U najviše slučajeva prijemna zona u logističko distributivnim centrima se smješta na suprotnom kraju skladišta u odnosu na otpremnu zonu pa se radi od protočnom tipu skladišta. Za skladišta koja nisu u funkciji proizvodnog procesa, prijemne i otpremne zone ne moraju biti toliko udaljene.

Primjerice, ako se prijemne i otpremne rampe nalaze jedne pokraj drugih, prostor na rampama se može koristiti tako da omogućuje prilagodbu prijemnih i otpremnih operacija prema potražnji korisnika (ako je u jednom trenutku potražnja veća, tada se veći broj rampi koristi za otpremu roba). Ovakav položaj prijemne i otpremne rampe štedi prostor i vrijeme potrebno za rukovanje robom. Druga mogućnost je smještaj rampi na dva susjedna zida zgrade, što smanjuje udaljenost između dvije rampe. Postoje i modeli u kojima skladište može biti decentralizirano, s odvojenim funkcionalnim cjelinama unutar skladišta. Tada su prijemni i otpremni dio također decentralizirani, ali se smještaju što bliže lokaciji predviđenoj za pohranu robe. U slučaju da su rampe raštrkane, tada se rasporedom prijemne ili otpremne zone nastoji smanjiti udaljenost od istovarnih rampi do mjesta gdje se roba pohranjuje kako bi se smanjili povratni putovi vozila za pohranu i skladištenje. U slučaju promatranog skladišta prijemna i otpremna zona smještene su na istoj lokaciji te se izmjenjuju po potrebi.

Nakon što se roba istovari u prijemnu zonu kreće se s provjerom količine i zaprimanjem iste. Roba se zaprima na način da joj se dodjeljuje identitet pomoću barkod-a. Nakon što se proizvodu dodijeli identitet on se smatra zaprimljenim. Naljepnica s bar kodom omogućuje praćenje proizvoda kroz sustav i sve daljnje procese kao što su komisioniranje, popunjavanje, pohrana itd. Slika 25. prikazuje robu spremnu za pohranu.



Slika 25. Roba spremna za pohranu

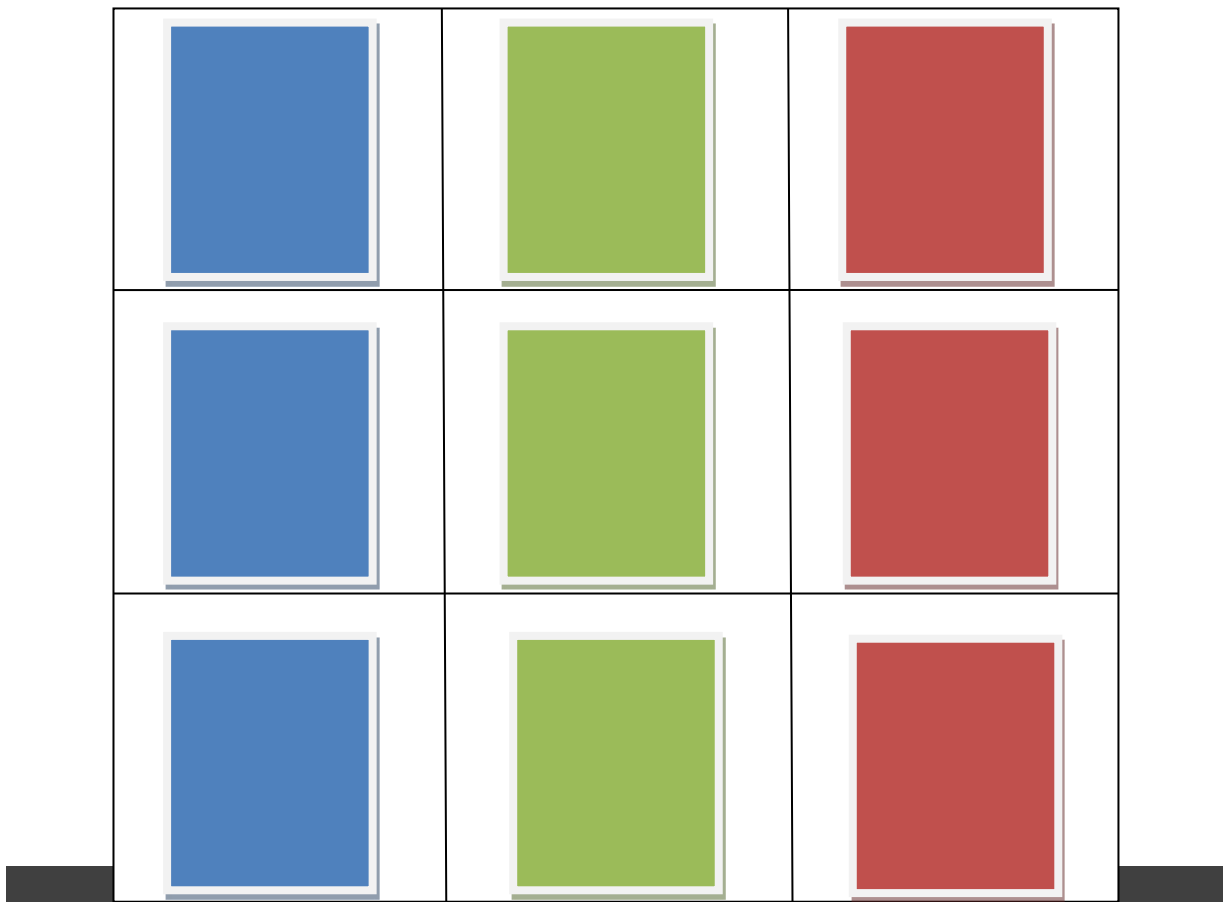
Izvor: izradio autor

S ciljem utvrđivanja učinkovitosti procesa zaprimanja mjereno je trajanje prijema dva kamiona sa različitim vrstama robe. U prvom slučaju radilo se o kamionu sa paletama sira u blokovima od 15kg, sadržaj jedne palete je 40 blokova sira što iznosi oko 600 kg mase jedne palete. Kamion je sadržavao 33 palete. Vrijeme zaprimanja predmetnog kamiona trajalo je 57 minuta. U drugom slučaju radilo se o kamionu sa 20 paleta mliječnih i suhomesnatih proizvoda u

manjim pakiranjima. Postupak zaprimanja drugog kamiona puno je kompleksniji u odnosu na prvi zbog većeg broja različitih proizvoda manjih pakiranja. Potreban je puno veći broj aktivnosti da bi se predmetna roba zaprimila i pohranila što ujedno znači i dulje trajanje prijema koje je u ovom slučaju iznosilo 2,5 sati. Iako je roba prvog kamiona imala višestruko veću masu sam postupak zaprimanja bio je puno jednostavniji u odnosu na drugi kamion. Kod zaprimanja robe sa većim brojem različitih proizvoda mogućnost pogreške je učestalija nego kod robe sa manjim brojem različitih proizvoda zbog čega je potrebno voditi računa o kontrolnim točkama i dodatnim provjerama. Za vrijeme istraživanja u periodu od dva tjedna, odnosno 10 radnih dana zaprimljen je 241 kamion. Vrijeme potrebno za potpunu obradu jednog kamiona u prosjeku je 42,5 minute.

3.2.2. Pohrana robe

Nakon što se robi dodijeli identitet kreće se s procesom pohrane robe. Pohranu robe vrše regalni viličaristi koji podižu robu u prijemnoj zoni te se voze do fiksne lokacije pohrane. Nakon što dođu do lokacije pohrane u depozitnom skladištu skeniraju barkod te u sustav unose da je roba pohranjena na predviđeno mjesto. Roba za komisioniranje pohranjuje se na podne lokacije, dok se roba za popunjavanje skladišta u regalu na pozicijama iznad robe za komisioniranje. Vrlo je važno da se poštuju lokacije kako bi se izbjegle poteškoće i gubici pri popunjavanju robe na pozicije za komisioniranje. Na slici 26. je prikaz odlaganja robe.



Slika 26. Prikaz odlaganja robe
Izvor: izradio autor

Slika 26. prikazuje pozicije robe u regalu depozitnog skladišta na način da su na podnim pozicijama smještene palete za komisioniranje, dok su na višim lokacijama smještene palete istih proizvoda (označene istom bojom) koje služe za popunjavanje podnih pozicija kada zaliha padne ispod definirane sigurnosne razine.

Uvidom u stanje zaliha utvrđeno je kako je popunjenost skladišta preko 85% što uvelike otežava rad skladišta, stvara gužve i poteškoće prilikom pronalaženja robe što posljedično znači duži vremenski period za izvršavanje narudžbi te smanjenu efikasnost rukovanja robom.

3.2.3. Komisioniranje

Proces koji slijedi nakon pohrane je proces komisioniranja ili prikupljanja. Komisioniranje je proces u kojem se po uručenom nalogu prikuplja naručena roba. Operateri u uredu dodjeljuju naloge komisionerima. Nakon što komisioneri zaprimu nalog, otvaraju nalog te započinju s komisioniranjem.

S ciljem dobivanja uvida u trajanje i sadržaj samih aktivnosti procesa komisioniranja u promatranom skladištu napravljena je analiza jednog dana koji uključuje tri smjene te su dobiveni sljedeći rezultati:

- ukupan broj naloga odrađenih u jednom danu: 764
- ukupna masa komisioniranog tereta: 146.751 kg
- prosječan broj komisionera po smjeni: 12, ukupno 37 u promatranom danu
- ukupan broj stavaka odrađenih u promatranom danu: 16.870
- prosječan broj stavaka po nalogu: 22
- prosječna masa tereta komisionirana po smjeni: 48 920 kg
- prosječna masa tereta po komisioneru dnevno: 4 075 kg

Uz navedene stavke, važno je razmotriti i ukupnu težinu komisioniranih artikala, koja iznosi 146.751 kg. Ova težina predstavlja značajan teret koji skladište mora obraditi, transportirati i pohraniti. Visoka ukupna težina artikala može imati utjecaj na logističke aspekte skladišta, uključujući potrebu za adekvatnom opremom za rukovanje teškim teretima, kao i zahtjeve za optimizaciju prostora u skladištu kako bi se omogućila efikasna distribucija i pohrana.

Također, broj stavaka po nalogu jedan je od ključnih čimbenika koji utječu na učinkovitost posla komisionera u smislu potrebnog vremena obrade i same preciznosti. Obradivanje naloga s velikim brojem stavaka zahtijeva visoku preciznost i pažnju kako bi se izbjegle greške i osigurala točnost isporuka. Iz svega navedenog moguće je zaključiti kako broj obrađenih naloga po komisioneru nije relevantno mjerilo učinkovitosti rada budući broj stavaka i njihova kompleksnost varira. Donjom tablicom prikazana je aktivnost komisionera prve smjene kroz broj obrađenih naloga sa brojem stavaka i pripadajućom kilažom istih.

Tablica 7. Podjela viličara prema kriterijima tipa/namjene i pogonskog uređaja

Komisioner (prema inicijalnima)	Broj naloga	Broj stavki	Kilaža (kg)
C.B.	39	360	1660,80
A.S.	37	355	2052,17
M.K.	3	460	7813,56
A.K.	42	802	9860,50
P.T.	1	455	4560,30
P.E.	13	257	6045,01
I.Z.	36	342	1705,19
I.P.	29	159	2350,35
L.O.	1	4	16,52
R.U.	39	359	1304,39
P.N.	35	451	2038,25
M.S.	41	331	1384,57
Ukupno	316	4335	40791,61

Izvor: izradio autor

Nadalje, relevantan podatak učinkovitosti komisioniranja predstavlja broj odrađenih stavaka po satu komisioniranja. U donjoj tablici prikazana je učinkovitost 12 nasumično odabranih komisionera prema broju stavki po satu komisioniranja.

Tablica 8. Prikaz učinkovitosti komisionera prema broju stavki po satu komisioniranja

Komisioner	Broj stavki	Broj sati	Broj stavki po satu
1	11982	85,41	140,29
2	19109	144,9	131,84
3	7482	56,84	131,63
4	8575	70,56	121,53
5	12081	100,9	119,71
6	14289	134,4	106,29
7	12578	120,4	104,49
8	15898	130,3	122,02
9	16053	141,4	113,51
10	25058	148,5	168,73
11	9357	99,65	93,90
12	11486	122,3	93,90

Izvor: izradio autor

U slučaju promatranog skladišta roba se pri komisioniranju slaže na palete ili roll kontejnere. Svaki nalog je specifičan i ima svoje zahtjeve i ograničenja. Na slici 27. je prikazan primjer otpremnice, odnosno naloga za komisioniranje.



OTPREMNICA 81758978

Opći podaci

Urudžbeni broj narudžbe: 800323595

Broj prodajnog naloga: 1074902

Datum dostave: 29.07.2021

Oznaka vozila:

Ime i prezime vozača:

Regija: Regija Zagreb

Transportna zona: 121015

Dostava: 000000

Uvjeti otpreme: REDOVNA

Vrsta robe: Hlađeno

Rbr.	Produkt	EAN	Naziv	JM	Količina	Isporučena	Težina(kg)
					#	kol.u JM	netto
10	40007068-50008409		FRESH JUICE NARANČA 100% 0,8L	KOM	1	6	5,034
20	40007073-50008413		FRESH JUICE NARANČA 100% 0,33	KOM	2	12	4,152
30	40007070-50008411		F.JUICE NAR.MAN.MRK 100% 0,33L	KOM	2	12	4,152
Ukupno					5		13,338

(VKB) - HR3311

Bruto težina: 14,280 KG

Izmjerena temperatura prije utovara: _____

Izmjerena temperatura na istovaru: _____

Robu predao: _____

Robu preuzeo: _____

Slika 27. Prikaz naloga za komisioniranje

Izvor: izradio autor

Roba se komisionira serpentinski, komisioner dolaskom do robe koju je potrebno podići skenira barkod lokacije te utovara određeni broj proizvoda na paletu ili roll kontejner. Nakon što utovari robu upisuje broj komada u skener koji je oduzeo s te lokacije te samim time u sustavu mijenja stanje zaliha. Komisioner se upućuje do sljedeće lokacije sve dok ne riješi sve

stavke. Nakon što završi nalog ispisuje naljepnice te njima označava robu. Kada je nalog završen paleta/roll kontejner se odlaže u otpremnu zonu gdje čeka otpremu. Na slici 28. je prikaz komisionirane robe složene na palete.

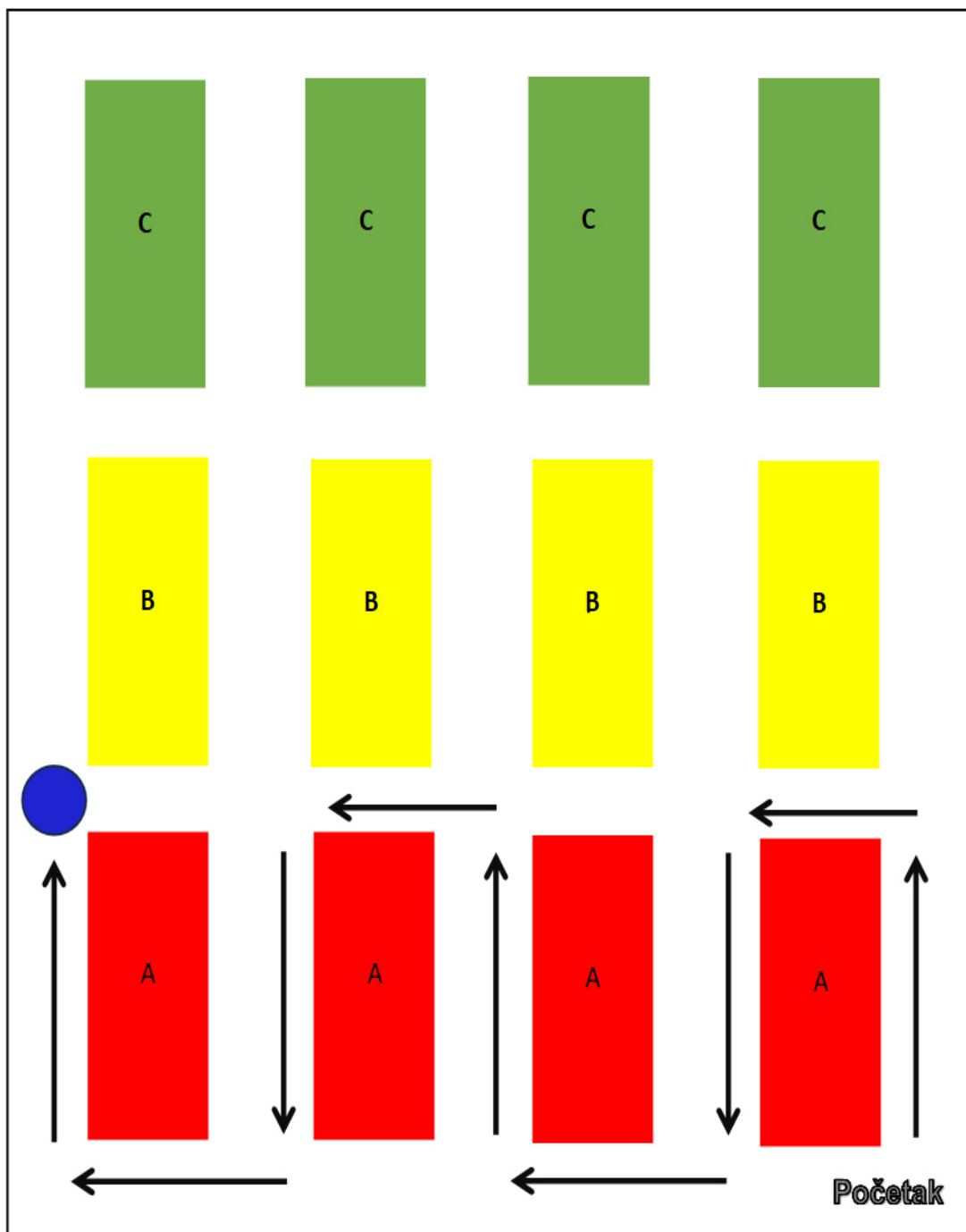


Slika 28. Prikaz komisionirane robe složene na palete

Izvor: izradio autor

Kako se radi o skladištu sa izrazito velikom količinom različitih proizvoda, bitno je kvalitetno planirati smještanje proizvoda u depozitnom skladištu. Provođenjem ABC analize dolazi se do saznanja o obrtaju pojedinog proizvoda te se sukladno saznanjima planira raspored proizvoda. S obzirom da se ne radi o protočnom skladištu artikli kategorije A smještaju se bliže prijemnoj/otpremnoj zoni, slijede artikli kategorije B i C.

Slika 29. prikazuje raspored regala i prolaza između istih, put komisioniranja te raspored proizvoda po ABC analizi. Komisioner kreće iz polazne točke te prvo serpentski prikuplja sve proizvode A (crvena boja) kategorije, nakon toga se vraća i prikuplja manje obrtajne proizvode B i C (kategorije). Nakon što komisioner prikupi sve proizvode A kategorije nalazi se na plavo označenoj točki, radi uvid u popis proizvoda B i C kategorije te odlazi po iste. Kako se najčešće radi o manjem broju proizvoda isti se ne prikupljaju serpentski.



Slika 29. Prikaz načina komisioniranja

Izvor: izradio autor

3.2.4. Popunjavanje

Pri procesu komisioniranja robe dolazi do smanjivanja količine robe na lokacijama s kojih se ona podiže. Ukoliko roba postoji na zalihi, a nije dostupna komisionerima potencijalno se mogu prouzročiti velika kašnjenja i gubici. Proces popunjavanja može pomoći u sprječavanju nastanka potonje navedenih problema. Popunjavanje je proces koji je veoma bitan kako bi cijeli

skladišni proces funkcionirao. Osnovna zadaća popunjavanja je da omogući komisionerima rad bez zastoja i čekanja.

U slučaju promatranog skladišta popunjavanje rade visokoregalni viličari. Operateri zaduženi za popunjavanje imaju skenere koji im kad se zaliha na lokaciji spusti ispod sigurnosne javljaju da je potrebno popunjavanje. Kada dobiju informaciju u obliku lokacije, opisa robe i potrebne količine upućuju se prema mjestu gdje je roba uskladištena, podižu te prevoze robu na lokaciju s koje se roba komisionira. Nakon što spuste robu, pomoću skenera dodaju robu na lokaciju i sustavom unutarnjeg upravljanja mijenja se njena pozicija. U skladištima svježih i lako kvarljivih proizvoda vrlo je bitno poštivati sljedivost roka trajanja, u suprotnom moguće je prouzročiti velike gubitke.

3.2.5. Otprema

Nakon komisioniranja slijedi završni proces u skladištu. Otprema je krajnji segment s kojim se završava cjelokupni skladišni proces. U fazi otpreme roba se dovozi u otpremnu zonu te se tamo priprema za utovar u prijevozno sredstvo.

S obzirom da se iz promatranog skladišta popunjavaju hub-ovi na lokacijama u Splitu, Zadru, Rijeci i Osijeku bitno je racionalno planirati otpremu komisionirane robe. Budući je hub u Splitu najudaljeniji slaže se prvi te se prvi i otprema.

3.3. Primjena međunarodnih normi i standarda u poslovanju promatrane tvrtke

Generalno promatrano, primjena međunarodnih normi i standarda u poslovanju je važna za konkurentnost logističkih tvrtki iz nekoliko razloga:

- Povećanje učinkovitosti:
Primjena međunarodnih normi može pomoći logističkim tvrtkama da poboljšaju učinkovitost u svojim procesima. Norme često uključuju preporuke o najboljim praksama u industriji, a primjena tih praksi može pomoći logističkim poduzećima da smanje troškove, poboljšaju kvalitetu i povećaju produktivnost.
- Povećanje povjerenja klijenata:
Primjena međunarodnih normi može pomoći logističkim tvrtkama da poboljšaju povjerenje svojih klijenata. Klijenti često traže logistička poduzeća koja primjenjuju međunarodne standarde i norme kako bi se osigurali da će dobivati proizvode i usluge visoke kvalitete.
- Održavanje konkurentnosti:
Primjena međunarodnih normi može pomoći logističkim tvrtkama da ostanu konkurentne u globalnoj ekonomiji. Klijenti traže logistička poduzeća koja posjeduju certifikate koji dokazuju da su sposobna ispunjavati međunarodne standarde. Logistička poduzeća koja nemaju ove certifikate mogu izgubiti klijente i tržišni udio.

- Dostizanje ciljeva održivosti:

Međunarodne norme često uključuju smjernice za održivo poslovanje. Primjena tih smjernica može pomoći logističkim tvrtkama da smanje negativan utjecaj na okoliš i društvo, što je sve važnije u današnjem svijetu.

Ukratko, primjena međunarodnih normi i standarda u poslovanju je važna za konkurentnost logističkih tvrtki jer poboljšava učinkovitost procesa, povećava povjerenje klijenata, održava konkurentnost i pomaže u postizanju ciljeva održivosti. Logističke tvrtke koja primjenjuju međunarodne norme i standarde diferenciraju se u odnosu na konkurenciju što im omogućuje da lakše privuku nove te zadrže postojeće klijente.

U nastavku su ukratko pojašnjenje odrednice pojedinog certifikata i njegovog postojećeg ili potencijalnog značaja za promatranu tvrtku.

IFS LOGISTICS (Sigurnost i zaštita hrane)

Standard IFS Logistics je međunarodni standard razvijen kako bi se uspostavili i osigurali zahtjevi za operacije logistike i upravljanje lancem opskrbe. To je standard namijenjen tvrtkama koje se bave skladištenjem, transportom i drugim logističkim uslugama, kao i tvrtkama koje proizvode, pakiraju i distribuiraju hranu i pića.

Standard se temelji na zahtjevima koje je razvilo Međunarodno tijelo za normizaciju (ISO) za upravljanje kvalitetom i sigurnošću hrane. Međutim, IFS Logistics osigurava da se ovi standardi primjenjuju na operacije logistike i upravljanje lancem opskrbe. IFS Logistics standard pokriva različite aspekte operacija logistike i upravljanja lancem opskrbe, uključujući:

Upravljanje skladištem: Standard propisuje zahtjeve za upravljanje skladištem, uključujući zahtjeve za prijem i otpremu robe, rukovanje proizvodima, kontrolu temperature, kontrolu vlage i sigurnost skladišta.

Upravljanje transportom: Standard propisuje zahtjeve za upravljanje transportom, uključujući zahtjeve za kontrolu vozila, praćenje isporuka i osiguranje da se proizvodi transportiraju u skladu s odgovarajućim propisima.

Upravljanje kvalitetom i sigurnošću hrane: Standard propisuje zahtjeve za upravljanje kvalitetom i sigurnošću hrane, uključujući zahtjeve za praćenje proizvoda, upravljanje proizvodima koji su u kvaru te upravljanje alergenima.

IFS Logistics standard je razvijen kao alat za ocjenu i poboljšanje logističkih operacija i upravljanja lancem opskrbe. [21]

Posjedovanjem predmetnog certifikata promatrano poduzeće potvrđuje dobro definirane procese za upravljanje prehrambenim i neprehrambenim proizvodima te pridržavanje visokih standarda u svim fazama lanca opskrbe, uključujući skladištenje, prijevoz, distribuciju i obradu.

HACCP (Sigurnost hrane)

HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) je sustav upravljanja sigurnošću hrane koji se primjenjuje u prehrambenoj industriji kako bi se identificirale i kontrolirale opasnosti vezane uz hranu. [22]

Posjedovanje HACCP-a je od velike važnosti za logističke tvrtke koje se bave prijevozom i skladištenjem hrane jer pomaže u osiguravanju kvalitete i sigurnosti hrane tijekom transporta i skladištenja. Osim toga, mnogi kupci zahtijevaju od svojih dobavljača da posjeduju HACCP certifikat kako bi osigurali da hrana koju dobivaju odgovara visokim standardima sigurnosti hrane. Stoga posjedovanje HACCP-a može biti važno za konkurentnost logističke tvrtke i privlačenje novih klijenata koji zahtijevaju visoke standarde sigurnosti hrane u svojem poslovanju.

U slučaju promatrane tvrtke posjedovanje HACCP-a znači da tvrtka ima dobro definiran i dokumentiran sustav upravljanja sigurnošću hrane i da se pridržava visokih standarda u postupanju s hranom tijekom transporta i skladištenja. To podrazumijeva poštivanje svih zakonskih propisa vezanih uz hranu, kao i poštivanje zahtjeva kupaca u pogledu kvalitete hrane.

ISO 14001 (Zaštita okoliša)

ISO 14001 je međunarodni standard za upravljanje okolišem, koji propisuje smjernice za uspostavu i održavanje sustava upravljanja okolišem u organizaciji. U poslovnom svijetu, posjedovanje certifikata ISO 14001 postaje sve važnije za organizacije koje žele pokazati svoju predanost zaštiti okoliša i održivom poslovanju. [23]

Za logističku tvrtku, posjedovanje certifikata ISO 14001 znači da je tvrtka uspostavila sustav upravljanja okolišem i prilagodila svoje poslovne procese u skladu sa standardom. To može uključivati uspostavu ciljeva i politika za smanjenje negativnog utjecaja poslovanja na okoliš, kao što su smanjenje emisija stakleničkih plinova, smanjenje otpada i racionalizacija potrošnje energije. Također, tvrtka će se redovito podvrgavati procjeni okolišnog utjecaja svojih aktivnosti i procesa, kako bi se osiguralo da se provode održive prakse poslovanja.

Posjedovanje certifikata ISO 14001 može imati mnoge koristi za logističku tvrtku, uključujući poboljšanje reputacije i imidža tvrtke u očima klijenata, smanjenje rizika od kazni i sankcija zbog nepoštivanja okolišnih propisa, kao i poboljšanje učinkovitosti poslovanja i smanjenje troškova kroz uštede u energiji i resursima.

U slučaju promatrane tvrtke, primjena navedenog standarda pruža alat za upravljanje okolišnim utjecajem te dokazuje njezinu predanost održivosti u svom poslovanju.

ISO 50001 (Energetska učinkovitost)

ISO 50001 je međunarodni standard za upravljanje energijom, koji propisuje smjernice za uspostavu i održavanje sustava upravljanja energijom u organizaciji. U poslovnom svijetu, posjedovanje certifikata ISO 50001 postaje sve važnije za organizacije koje žele smanjiti svoju potrošnju energije, poboljšati svoju energetska učinkovitost i smanjiti svoje troškove. [24]

Za logističku tvrtku, posjedovanje certifikata ISO 50001 znači da je tvrtka uspostavila sustav upravljanja energijom i prilagodila svoje poslovne procese u skladu sa standardom. To može uključivati uspostavu ciljeva i politika za smanjenje potrošnje energije, kao što su poboljšanje energetske učinkovitosti vozila i zgrada, smanjenje gubitaka energije i racionalizacija potrošnje goriva. Također, tvrtka će se redovito podvrgavati procjeni svoje energetske učinkovitosti i provoditi mjere za kontinuirano poboljšanje u tom području.

Posjedovanje certifikata ISO 50001 može imati mnoge koristi za logističku tvrtku, uključujući poboljšanje imidža tvrtke u očima klijenata, smanjenje troškova poslovanja kroz uštede u energiji i poboljšanje učinkovitosti poslovanja. Osim toga, posjedovanje certifikata može pomoći tvrtki u ispunjavanju regulatornih zahtjeva u području energije te pružiti alate za upravljanje rizicima u tom području.

U slučaju promatrane tvrtke, primjena navedenog standarda pruža alat za upravljanje potrošnjom energije, dokazuje njezinu predanost održivom poslovanju te može donijeti brojne koristi u smislu smanjenja troškova i poboljšanja učinkovitosti poslovanja.

ISO 22000 (Sustav upravljanja sigurnošću hrane)

ISO 22000 je međunarodni standard koji se odnosi na sustave upravljanja sigurnošću hrane, uspostavljen s ciljem osiguravanja sigurnosti hrane tijekom cijelog lanca opskrbe. Pruža okvir za postavljanje, primjenu, održavanje i neprekidno unaprjeđenje sustava upravljanja sigurnošću hrane u organizacijama koje sudjeluju u proizvodnji, preradi, skladištenju i distribuciji hrane. Sustav obuhvaća sve faze lanca opskrbe, od poljoprivredne proizvodnje do potrošača, kako bi se osiguralo da hrana bude sigurna za konzumaciju. [25]

Ovaj standard pruža okvir za logističke tvrtke koje sudjeluju u transportu, skladištenju i distribuciji hrane kako bi osigurale sigurnost hrane tijekom cijelog lanca opskrbe.

Posjedovanje certifikata ISO 22000 može imati mnoge koristi za logističku tvrtku, uključujući povećanje povjerenja klijenata u kontekstu pravilnog rukovanja, skladištenja i distribuiranja hrane čime se minimizira rizik od kontaminacije i bolesti, pospješuje sposobnost tvrtke u području identifikacije i upravljanja potencijalnim rizicima u lancu opskrbe kako bi se osigurala sigurnost hrane tijekom transporta i skladištenja, pruža strukturu za kontinuirano poboljšanje sustava upravljanja sigurnošću hrane u logističkoj tvrtki, što može rezultirati efikasnijim i učinkovitijim procesima, smanjenjem gubitaka i većom konkurentskom prednošću. U konačnici zbog usklađenosti s lokalnim propisima i zahtjevima vezanim uz sigurnost hrane koje norma nameće tvrtka može spriječiti potencijalne pravne probleme i kazne.

U slučaju promatrane tvrtke, implementacija navedenog standarda pospješila bi i unaprijedila postojeći nivo sigurnosti hrane te pružila dodatno povjerenje klijentima tvrtke u vezi s kvalitetom i sigurnošću hrane koju transportiraju i skladište.

ISO 9001 (Sustav upravljanja kvalitetom)

ISO 9001 je međunarodni standard za upravljanje kvalitetom koji propisuje smjernice za uspostavu, održavanje i stalno poboljšanje sustava upravljanja kvalitetom u organizaciji. U poslovnom svijetu, posjedovanje certifikata ISO 9001 postaje sve važnije za organizacije koje svojim klijentima žele osigurati visoku razinu kvalitete proizvoda ili usluga. [26]

Za logističku tvrtku, posjedovanje certifikata ISO 9001 znači da tvrtka ima uspostavljen sustav upravljanja kvalitetom te da svoje poslovne procese prilagođava u skladu s tim standardom. To uključuje uspostavu politika i ciljeva za upravljanje kvalitetom, uključujući poboljšanje učinkovitosti, smanjenje rizika i kontinuirano poboljšanje procesa. Također, tvrtka će se redovito podvrgavati procjeni svojih procesa kako bi se osiguralo da se provode kvalitetne prakse poslovanja.

Posjedovanje certifikata ISO 9001 može imati mnoge koristi za logističku tvrtku, uključujući poboljšanje reputacije i imidža tvrtke u očima klijenata, povećanje zadovoljstva klijenata, smanjenje rizika od pogrešaka i nezadovoljstva klijenata te poboljšanje učinkovitosti poslovanja i smanjenje troškova.

U slučaju promatrane tvrtke, primjena navedenog standarda pruža alat za upravljanje kvalitetom i dokazuje njezinu predanost visokim standardima kvalitete u svom poslovanju te spremnost pridržavanja strogih kontrola kako bi se osigurao uspjeh u poslovanju.

EFQM model izvrsnosti

EFQM model izvrsnosti utemeljen od strane EFQM (European Foundation for Quality Management) predstavlja okvir za samoprocjenu organizacija u smislu njihovih postignuća i upravljanja kvalitetom. Zasnovan je na nekoliko ključnih kriterija koji ocjenjuju performanse i kapacitete organizacija. Ti kriteriji obuhvaćaju vodstvo, strateško planiranje, partnerstvo i resurse, procese, rezultate u području ljudi, kupaca, društva i poslovnih rezultata. [27]

Primjena EFQM-a u poslovanju logističke tvrtke donosi brojne koristi koje poboljšavaju njeno poslovanje, kvalitetu usluge i konkurentsku prednost. U nastavku su nabrojani neki od benefita koje bi logistička tvrtka mogla ostvariti primjenom EFQM modela u poslovanju:

- Poboljšanje kvalitete usluge:
EFQM model stavlja naglasak na zadovoljstvo kupaca i njihove potrebe. Primjenom EFQM-a, logistička tvrtka može identificirati ključne točke u lancu opskrbe koje treba poboljšati kako bi pružila bolju i pouzdanu uslugu klijentima.

- Učinkovitiji procesi:
Fokus na procese potiče logističku tvrtku da identificira i optimizira ključne poslovne procese, što rezultira smanjenjem troškova, vremena i resursa potrebnih za pružanje usluga.
- Bolje upravljanje:
EFQM model potiče jasno postavljanje vizije, ciljeva i strategije tvrtke te učinkovito upravljanje njima. To stvara bolju organizacijsku strukturu i osigurava usmjerenje svih zaposlenika prema zajedničkim ciljevima.
- Povećanje povjerenja klijenata:
Certifikacija prema EFQM standardima služi kao dokaz kvalitete i izvrsnosti logističke tvrtke. To povećava povjerenje klijenata i može privući nove poslovne partnere.
- Angažirani zaposlenici:
EFQM model potiče aktivno sudjelovanje zaposlenika u kontinuiranom poboljšanju i samoprocjeni tvrtke. To stvara motiviran tim koji je posvećen postizanju izvrsnosti u svim aspektima poslovanja.
- Društvena odgovornost i održivost:
EFQM model naglašava društvenu odgovornost i potiče organizaciju da doprinosi društvu i okolišu. Logistička tvrtka može identificirati načine za smanjenje svog ekološkog otiska i poticanje održivosti u svojoj industriji.

U konačnici, primjena EFQM-a omogućila bi poboljšanje poslovanja, osiguranje visoke kvalitete usluge, povećano sudjelovanje zaposlenika i ostvarenje konkurentske prednosti na tržištu. To je sustav koji potiče kontinuirano poboljšanje i postizanje izvrsnosti, što će dugoročno koristiti tvrtki i njenim klijentima.

4. OPTIMIZACIJA LOGISTIČKIH PROCESA NA STUDIJI SLUČAJA

4.1. Prijedlog optimizacije s osvrtom na poštivanje Fefo metode

S obzirom da se u promatranom skladišnom sustavu manipulira s robom koja je osjetljiva na rok trajanja vrlo je bitno imati kvalitetno posložen unutarnji sustav upravljanja i metodologije po kojima sustav funkcionira. U skladišnim sustavima s temperaturnim režimom od iznimne je važnosti uvažavanje FIFO i FEFO metode koje prate robu u svakoj točki od prijema do otpreme. FIFO podrazumijeva da roba koja prva uđe u skladišni sustav iz njega mora prva i izaći, dok FEFO metoda pridaje pažnju roku trajanja proizvoda. Bitno je poštivati redoslijed dolaska robe i rokove trajanja kako se ne bi prouzročili razni gubitci.

Prilikom promatranja funkcioniranja skladišnih procesa uočena je potreba kvalitetnijeg postavljanja sustava za popunjavanje pozicija za komisioniranje. Kada viličarist koji popunjava prazna mjesta za komisioniranje dobije nalog za popunjavanje on se dovozi do tražene robe te ju podiže i popunjava podno mjesto za komisioniranje.

Tablica 9. Primjer funkcioniranja skladišnog procesa i generirani troškovi

	Paleta 1	Paleta2	Paleta 3	Paleta 4
Datum ulaska	15.07	15.07	16.07.	16.07.
Rok trajanja	25.07.	28.07.	25.07.	03.08.
Datum popunjavanja	17.07.	19.07.	X	22.07.
Datum otpreme	19.07.	22.07.	X	26.07.
Vrijednost robe	5800 €	5800 €	5800 €	5800 €

Generirani troškovi

<i>Trošak robe – 5800 €</i>
<i>Trošak zbrinjavanja po IFS standardima – 350 €</i>
<i>Gubitak vremena – 3 h</i>
<i>Nemogućnost isporuke-nezadovoljan klijent</i>

Izvor: izradio autor

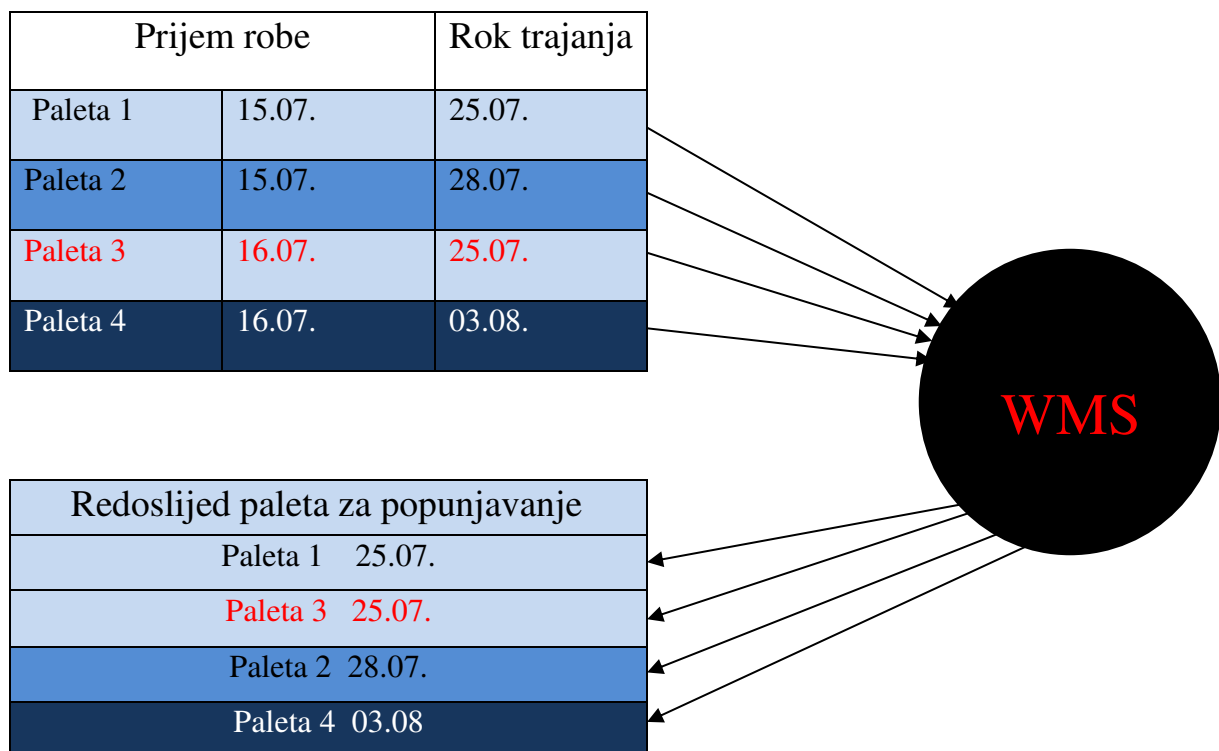
U tablici 7. su označene palete istih proizvoda, s datumom popunjavanja, ulaska i izlaska iz skladišta te rokom trajanja. Iz tablice je vidljivo da je na datum 22.07. pri popunjavanju prazne pozicije za komisioniranje podignuta paleta s rokom trajanja 03.08. te je preskočena paleta s rokom trajanja 25.07. Nakon što je potrošena paleta s rokom trajanja 03.08. došlo je do potrebe za novim popunjavanjem pri čemu je uočeno da je paleta broj 3 zanemarena te joj je istekao rok trajanja. Ovakav propust generira velike gubitke novčanih sredstava i vremena kako je prikazano tablicom generiranih troškova, pri čemu je vidljivo kako u navedenom primjeru dolazi do gubitka vremena u trajanju od 3 sata i troška od 5800 eura. Sve to za posljedicu ima nezadovoljnog klijenta što predstavlja potencijalno veći problem od novčanih gubitaka i utrošenog vremena.

Negativne posljedice:

- nemogućnost isporuke robe na stanju,
- gubitak novčanih sredstava,
- gubitak vremena,
- nezadovoljstvo klijenata,
- troškovi zbrinjavanja robe s istekom roka trajanja,
- otpis robe u sustavu,
- nedostatak robe u narednom periodu.

Prijedlog optimizacije: Povezivanje unutarnjeg sustava upravljanja i roka trajanja preko barkoda

Pri ulasku robe u skladište potrebno je u unutarnji sustav upravljanja zaprimiti robu sa svim njenim informacijama, među kojima je najvažnija ona o predviđenom roku trajanja. Potrebno je u unutarnji sustav upravljanja uvesti ograničenja pri podizanju robe za popunjavanje praznih pozicija za komisioniranje. U trenutku kada viličarist dobije nalog za popunjavanje, kreće s vozilom prema lokaciji. U istom regalu ima dvije palete iste robe na različitim razinama, drugačijeg roka trajanja. Viličarist skenira bližu paletu kako bi što brže odradio zadatak. Unutarnji sustav upravljanja ne odobrava mu podizanje palete jer skenira paletu s dužim rokom trajanja već ga navodi na drugu paletu s kraćim rokom trajanja. Nakon podizanja palete odlaže ju u zonu za komisioniranje i nastavlja dalje popunjavanjem sljedećih praznih pozicija.



Slika 30. Grafički prikaz sortiranja paleta za popunjavanje

Izvor: izradio autor

Grafički prikaz sortiranja paleta za popunjavanje prikazan je slikom 30. Na prijemu su u sustav unutarnjeg upravljanja unesene četiri palete sa svojim datumima isteka roka. Unutarnji sustav upravljanja obrađuje podatke te sortira palete prema najkraćem roku trajanja. Pri popunjavanju praznih pozicija za komisioniranje sustav ne dopušta da se dogodi pogreška.

Kroz istraživanje dostupnih rješenja na tržištu te komunikaciju sa jednom konzultantskom tvrtkom koja se bavi implementacijom software-a ovog tipa utvrđeno je kako su potrebne izmjene u sustavu unutarnjeg upravljanja promatrane tvrtke. Trošak implementacije softverskog rješenja iskazan je kroz broj čovjek dana po fazama prikazano donjom tablicom.

Tablica 10. Prikaz faza implementacije softverskog rješenja u skladištu gotovih proizvoda

Faza	Naziv faze	Broj dana potrebnih po pojedinoj fazi
Faza 1	Analiza	4
Faza 2	Instalacija i konfiguracija systemske arhitekture poslovnog sustava	1
Faza 3	Parametrizacija sustava	4
Faza 4	Verifikacija procesa	1
Faza 5	Edukacija	4
Faza 6	Puštanje sustava u produkciju i zatvaranje radnog paketa/projekta Postprodukcijaska podrška produkciji on-site	3
Ukupno		17

Izvor: izradio autor

Za implementaciju softverskog rješenja ovog tipa u slučaju promatrane tvrtke okvirnom procjenom jednog ponuditelja utvrđen je broj potrebnih čovjek dana – 17, uzimajući u obzir osmosatno radno vrijeme te iznos č/s (čovjek sat) od 70 eura, procijenjeni trošak implementacije iznosi 9.520,00 eur. Potrebno je napomenuti kako predmetna tvrtka već posjeduje software u okviru kojeg će se izvršiti ugradnja novog rješenja. Implementacija ovakvog rješenja generira veliki broj pozitivnih učinaka na funkcioniranje cijelog logističkog centra, a financijske uštede su višestruke. Među pozitivnim aspektima potrebno je istaknuti:

- Sljedivost proizvoda – u svakom trenutku poznat je datum isteka robe koja se nalazi na zalihi i kretanje iste
- Lakše planiranje zaliha – u slučaju da se dogodi da je na zalihi roba koja je pred istekom roka, a nije otpremljena iz skladišta zbog pada potražnje, lakše je planirati sljedeće korake (nove narudžbe, akcije, itd.)
- Manja ovisnost o zaposlenicima – npr. trenutni način funkcioniranja oslanja se na iskustvo i pamćenje zaposlenika koji robu pohranjuju i spuštaju na pozicije za komisioniranje, samim time povećava se ovisnost skladišta o tim zaposlenicima. Ovom

dopunom u sustavu smanjila bi se ovisnost jer bi svaki novi zaposlenik uz pomoć skenera mogao pronaći ispravnu paletu s ispravnim datumom

- Praćenje pogrešaka i odgovornosti zaposlenika – evidentiranje pogrešno spuštene robe za komisioniranje
- Usklađenost sa zakonskom regulativom – datum isteka upisan u identitet proizvoda koji kasnije koriste trgovci i veletrgovci
- Ubrzan proces popunjavanja – ne postoji potreba za provjerom datuma na paleti, odmah je poznata lokacija na kojoj se nalazi traženi proizvod

4.2. Prijedlog optimizacije s osvrtom na uvođenje *time slot managementa* u logističke procese

Promatranjem i analizom promatranog skladišta uočene su prilike za poboljšanje, odnosno potencijalne točke za optimizaciju kroz uvođenje *time slot managementa*. Navedeni prijedlog optimizacije proizlazi iz sljedećih slabih točaka u procesima skladištenja:

- nemogućnost potpunog planiranja unutarnjih procesa,
- dugi redovi čekanja na istovar,
- nedostatak informacija o dolasku robe,
- otežano planiranje zaliha robe,
- prevelika uključenost ljudskog faktora u redoslijed istovara,
- stvaranje gužve oko ulaznih rampi,
- dugo vrijeme obrade dokumentacije,
- nepostojanje adekvatne podloge za odlučivanje koja pravovremeno objedinjuje sve potrebne informacije.

Prijedlog optimizacije: uvođenje *time slot managementa* u logističke procese

Time slot management (upravljanje vremenskim intervalima) ima ključnu važnost u logističkim tvrtkama, posebno u distribucijskim centrima, skladištima i drugim operativnim aspektima logistike. Ova praksa omogućava precizno planiranje, koordinaciju i optimizaciju vremenskih intervala kada se različite aktivnosti odvijaju unutar logističkog procesa. U nastavku je navedeno nekoliko ključnih razloga zašto je *time slot management* važan u logističkim tvrtkama te koji bi bili benefitni njegova uvođenja u promatranom logističkoj tvrtci:

- Optimizacija resursa:
Kroz upravljanje vremenskim intervalima, moguće je bolje rasporediti vlastite resurse, uključujući osoblje, vozila i opremu. Navedeno doprinosi izbjegavanju preopterećenja u određenim vremenskim intervalima i osigurava da su resursi efikasno raspoređeni tokom dana.

- Smanjenje gužvi:
Postavljanjem preciznih vremenskih intervala za dolazak i odlazak, doprinosi se smanjenju gužvi i čekanja unutar svojih objekata. Ovo je posebno važno u distribucijskim centrima gdje je velika frekvencija kamiona u dolasku i odlasku.
- Povećanje operativne efikasnosti:
Upravljanje vremenskim intervalima omogućava bolju koordinaciju između različitih operativnih aktivnosti. To znači da se utovar, istovar i druge radnje mogu usklađivati kako bi se smanjili čekanja i zastoji.
- Točnije prognoze:
Precizno planiranje vremenskih intervala omogućava bolje projekcije i planiranje isporuka što posebice dolazi do izražaja kod klijenata koji zahtijevaju veliku preciznost isporuke.
- Poboljšana transparentnost:
Upravljanje vremenskim intervalima omogućava bolju transparentnost i komunikaciju između svih sudionika u logističkom procesu, uključujući dobavljače, prijevoznike, skladišne radnike i klijente. To smanjuje nesporazume i poboljšava ukupno iskustvo.
- Smanjenje kašnjenja:
Postavljanjem čvrstih vremenskih ograničenja, moguće je smanjiti kašnjenja i povećati pouzdanost svojih usluga. To je ključno, posebno kada se radi o osjetljivoj robi ili vremenski kritičnim isporukama.
- Bolje planiranje rute:
Upravljanje vremenskim intervalima omogućava transportnim tvrtkama bolje planiranje ruta. Vozači mogu unaprijed znati kada će stići na određenu lokaciju, što pomaže u optimizaciji putovanja i smanjenju nepotrebnih kilometara.
- Povećano zadovoljstvo svih uključenih dionika:
Svi navedeni benefiti posljedično dovode do povećanog zadovoljstva svakog od dionika koji sudjeluju u izvedbi i opsluživanju skladišnih procesa.

Trošak implementacije, generalno gledano, može se kretati u rasponu od nekoliko tisuća eura za procese niže kompleksnosti do nekoliko desetaka tisuća eura za one složenije prirode. Implementacijom *time slot management-a* omogućeno je preciznije vremensko planiranje i optimizacija što može dovesti do značajnih ušteda. Ostvarene uštede nije moguće u potpunosti kvantificirati budući se iste pojavljuju kroz različite pozitivne nefinancijske učinke. U suštini, *time slot management* pruža alate i strategije koje omogućavaju logističkim tvrtkama da bolje planiraju, upravljaju i optimiziraju svoje operacije što posljedično dovodi do smanjenja troškova, povećane efikasnosti i većeg zadovoljstva klijenata. Trošak implementacije ovakvog sustava teško je sa sigurnošću predvidjeti bez provođenja dubinske analize skladišnih procesa.

U nastavku je slikom 31. prikazan primjer sučelja *time slot managementa* prema odabranom skladištu gdje je prema statusima (*ukrcano, pristiglo, ukrcaj u tijeku, otkazano*) u svakom trenutku moguće dobiti realnu i ažurnu sliku aktivnosti koje se odvijaju u skladištu, što ujedno omogućuje i pravovremeno prepoznavanje uskih grla kako bi se eventualni zastoji mogli otkloniti na vrijeme i bez većih posljedica.

Tjedan (07- 13.08.23.)	/ Dan	Skladište #1				
		Pon. 07	Uto. 08	Sri 09.	Čet 10.	Pet 11.
08:00		UKRCANO mesne konzerve <i>Narudžba br.</i> <i>18567</i>				
09:00			PRISTIGLO mesne prerađevine <i>Narudžba br.</i> <i>18578</i>			
10:00			UKRCAJ U TIJEKU mliječni proizvodi <i>Narudžba br.</i> <i>18611</i>	OTKAZANO smrznuto voće <i>Narudžba br.</i> <i>18611</i>		
11:00					UKRCANO smrznuto povrće <i>Narudžba br.</i> <i>18568</i>	

Slika 31. Prikaz sučelja *time slot managementa* prema odabranom skladištu

Izvor: izradio autor

5. ZAKLJUČAK

Skladišta imaju ključnu važnost u logističkom procesu i opskrbnom lancu jer obavljaju nekoliko važnih funkcija koje doprinose učinkovitosti i uspješnosti cjelokupnog lanca opskrbe. Ključna su karika u osiguranju da proizvodi stignu do kupaca u pravom trenutku, u ispravnom stanju i uz optimalne troškove. Bez skladišta, logistički proces bi bio znatno manje efikasan i konkurentan. Hladnjače su posebni tipovi skladišta ili prostora koji su dizajnirani i opremljeni za pohranu i očuvanje proizvoda na niskim temperaturama, često ispod nule, kako bi se produžio njihov rok trajanja i očuvala njihova svježina. Uloga hladnjača u logistici od iznimne je važnosti za uspješno rukovanje raznim vrstama proizvoda koji zahtijevaju hlađenje, zamrzavanje ili kontroliranje temperature, kao što su svježe voće i povrće, mliječni proizvodi, meso, riba, farmaceutski proizvodi i drugi osjetljivi proizvodi. Njihov značaj raste i kontinuirano se širi u suvremenoj logistici i lancu opskrbe uslijed povećane potrošnje svježe hrane, globalizacije lanca opskrbe, tehnološkog napretka, porasta e-trgovine i dostave hrane te povećane potražnje za farmaceutskim proizvodima.

U okviru ovog diplomskog rada kao predmet analize obuhvaćeni su skladišni procesi promatrane tvrtke iz prakse na osnovu čega su dani prijedlozi optimizacije i njihova unaprjeđenja. Skladišni procesi igraju ključnu ulogu u lancu opskrbe i logistici, omogućujući učinkovito upravljanje zalihama, brzu dostavu proizvoda i smanjenje troškova skladištenja.

Prvi prijedlog optimizacije nastao je na osnovu snimke stanja koja je ukazala na povremene propuste u kontroli roka trajanja proizvoda. Naime, povremeno dolazi do isporuke proizvoda s kraćim rokom trajanja dok na zalihama ostaju proizvodi dužeg roka trajanja. Takve pogreške uobičajeno rezultiraju gubitkom materijalnih resursa i vremena. Prilika za otklanjanje uočene problematike prepoznata je u mogućnosti uvođenja ograničenja u unutarnji sustav upravljanja. Navedena ograničenja u sustavu bi funkcionirala na način da ne dopuštaju popunjavanje pozicija za komisioniranje s robom dužeg roka trajanja nego bi navodila operatere da podignu robu s kraćim rokom trajanja, što bi u konačnici rezultiralo optimizacijom svih logističkih procesa u skladištu s posebnim temperaturnim režimom.

Drugi prijedlog optimizacije, točnije uvođenje *time slot managementa* u logističke procese također je proizašao na osnovu analize procesa kojom je utvrđeno kako u određenim vremenskim intervalima dolazi do preopterećenja i komplikacija u području utovarne, odnosno istovarne zone. Uvođenjem ove prakse pospješilo bi se planiranje, koordinacija i optimizacija vremenskih intervala kada se različite aktivnosti odvijaju unutar logističkog procesa.

Oba prijedloga optimizacije za svrhu imaju smanjenje potrebnih resursa i povećanje produktivnosti cjelokupnog logističkog procesa. Kontinuirano poboljšanje neodvojiv je dio logističkog procesa te je značaj istog danas važniji nego ikad. Neophodno je svakodnevno ulagati nove napore i stjecati nova znanja kako bi se osigurala tržišna konkurentnost logističke kompanije i opstanak u današnjim turbulentnim uvjetima poslovanja.

LITERATURA

Knjige:

- [1] Rogić, K.: Upravljanje skladišnim sustavima, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.
- [2] Zelenika, R.: Logistički sustavi, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2005.
- [3] Dundović, Č., Hess, S.: Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.

Članci, radovi, referati, autorizirana predavanja, studije:

- [4] Rogić, K.: Autorizirana predavanja iz kolegija Skladištenje i unutrašnji transport – Unutrašnji transport i skladištenje, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2020.
- [5] Rogić, K.: Autorizirana predavanja iz kolegija Skladištenje i unutrašnji transport – Oprema skladišta, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018.

Internet izvori:

- [7] Preuzeto sa: <https://pgm.hr/skladiste> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [8] Preuzeto sa: <https://www.ohra.hr/reference/deg-koblenz> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [9] Preuzeto sa: Andabak, K.: Upravljanje i analiza tokova robe prehrambene industrije republike hrvatske, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2019. [Pristupljeno: kolovoz 2022.]
- [10] Preuzeto sa: https://en.wikipedia.org/wiki/Bingham_Company_Warehouse [Pristupljeno: kolovoz 2022.]
- [11] Preuzeto sa: <http://www.primatlogistika.hr/hr/proizvodi-i-sustavi/skladisna-oprema/regali/paletni-regali> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [12] Preuzeto sa: <https://www.poslovni.hr/poduzetnik/hladnjace-skladistenje-robe-na-optimalan-i-ucinkovit-nacin-278809> [Pristupljeno: kolovoz 2022.]
- [13] Preuzeto sa: https://www.trevis.si/modules/uploader/uploads/system_menu/files/paletni-regali.pdf [Pristupljeno: kolovoz 2020.]
- [14] Preuzeto sa: <http://storespaceracks.com/heavy-duty-racks/drive-in-drive-thru-racking-system/> [Pristupljeno: kolovoz 2022.]
- [15] Preuzeto sa: <http://www.primatlogistika.hr/hr/proizvodi-i-sustavi/skladisna-oprema/regali/protocni-regali> [Pristupljeno: kolovoz 2020.]
- [16] Preuzeto sa: <https://pravimajstor.hr/katalog/4120010/policni-regali> [Pristupljeno: kolovoz 2020.]

- [17] Preuzeto sa: <https://www.primat-rd.hr/proizvod/protocni-regali-za-kutije-carton-flow/2107> [Pristupljeno: kolovoz 2022.]
- [18] Prometna zona: Viličari, Preuzeto sa: <https://www.prometna-zona.com/vilicari/> [Pristupljeno: rujan 2022.]
- [19] Preuzeto sa: <https://www.ohra.hr/proizvodi/paletni-regal> [Pristupljeno: kolovoz 2021.]
- [20] Preuzeto sa: <https://heliforklift.hr/automatizirani-agv-regalni-vilicar-1600kg/> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [21] Preuzeto sa: <https://www.ifs-certification.com/en/logistics-standard> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [22] Preuzeto sa: <https://safefoodalliance.com/food-safety-resources/haccp-overview/> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [23] Preuzeto sa: <https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100372.pdf> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [24] Preuzeto sa: <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [25] Preuzeto sa: <https://www.iso.org/standard/65464.html> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [26] Preuzeto sa: <https://www.iso.org/standard/62085.html> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [27] Preuzeto sa: Towards a flexible assessment of higher education with 360-degree feedback [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [28] Preuzeto sa: <https://cvh.hr/gradani/ispitivanje/atp-prijevoz-lakopokvarljivih-prehrambenih-proizvoda/> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [29] Preuzeto sa: <https://www.hamertehnika.hr/atp/> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]
- [30] Preuzeto sa: <https://progressive.com.hr/?p=28505> [Pristupljeno: kolovoz 2023.]

Popis slika

Slika 1. Kriteriji podjele skladišta.....	3
Slika 2. Skladište otvorenog tipa	5
Slika 3. Natkriveno skladište	6
Slika 4. Skladište zatvorenog tipa.....	7
Slika 5. Prikaz podnog skladištenja u redove	8
Slika 6. Prikaz podnog skladištenja u blokove	8
Slika 7. Prizemno (hangarsko) skladište.....	9
Slika 8. Usporedba jediničnih troškova za razne izvedbe skladišta	10
Slika 9. Katno skladište	11
Slika 10. Paletni regali čvrsto stojeći.....	12
Slika 11. Pokretni regalni sustav za skladištenje robe u hladnjači	13
Slika 12. Prikaz hladnjače promatranog skladišta	15
Slika 13. Tip regalnog viličara.....	21
Slika 14. Jednostruki i dvostruki paletni regali.....	23
Slika 15. Provozni <i>Drive in</i> i <i>Drive trough</i> regal.....	24
Slika 16. Protočni regal.....	25
Slika 17. Statični polični regal	26
Slika 18. Gravitacijski protočni polični regal	27
Slika 19. Oznaka vozila s važećim ATP certifikatom	28
Slika 20. Dvorežimska rashladna komora	29
Slika 21. Rashladna komora s dvostrukim podom	30
Slika 22. Tlocrt promatranog skladišta	31
Slika 23. Osnovni skladišni procesi	32
Slika 24. Istovarna rampa	32
Slika 25. Roba spremna za pohranu.....	33
Slika 26. Prikaz odlaganja robe	34
Slika 27. Prikaz naloga za komisioniranje.....	37
Slika 28. Prikaz komisionirane robe složene na palete.....	38
Slika 29. Prikaz načina komisioniranja.....	39
Slika 30. Grafički prikaz sortiranja paleta za popunjavanje	47
Slika 31. Prikaz sučelja <i>time slot</i> managementa prema odabranom skladištu.....	51

Popis tablica

Tablica 1. Komponente skladišnog sustava	2
Tablica 2. Funkcija u distribucijskom lancu kao kriterij podjele	3
Tablica 3. Tipovi regalnih skladišta	11
Tablica 4. Specifični zahtjevi uskladištene robe	17
Tablica 5. Smanjenje troškova i povećanje iskoristivosti prostora	19
Tablica 6. Podjela viličara prema kriterijima tipa/namjene i pogonskog uređaja	20
Tablica 7. Podjela viličara prema kriterijima tipa/namjene i pogonskog uređaja	36

Tablica 8. Prikaz učinkovitosti komisionera prema broju stavki po satu komisioniranja.....	36
Tablica 10. Primjer funkcioniranja skladišnog procesa i generirani troškovi.....	46
Tablica 10. Prikaz faza implementacije softverskog rješenja u skladištu gotovih proizvoda.	48

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb


IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je Diplomski rad
(vrsta rada)

isključivo rezultat mogega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da 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 završnog/diplomskog rada pod naslovom Optimizacija logističkih procesa u skladištu posebnog temperaturnog režima, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 17/09/24

Student/ica:
Miroslav Kljajić 
(ime i prezime, potpis)