

Analiza i optimizacija procesa u skladištu opasnih kemikalija

Cetinjanin, Dario

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:119:322483>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-19**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

Analiza i optimizacija procesa u skladištu opasnih kemikalija

**Analysis and optimization of processes in the warehouse of
dangerous chemicals**

Mentor: prof. dr. sc. Kristijan Rogić

Student: Dario Cetinjanin

JMBAG: 0135254796

Zagreb, 2024.

Zagreb, 23. travnja 2024.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 7431

Pristupnik: **Dario Cetinjanin (0135254796)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Analiza i optimizacija procesa u skladištu opasnih kemikalija**

Opis zadatka:

U radu je potrebno izvršiti analizu postojećeg skladišnog sustava i procesa na primjeru skladišta opasne robe (kemikalija). Uz prikaz postojećeg stanja i skladišnih procesa, u drugom dijelu rada kandidat će predložiti moguća unapređenja procesa, koja je potrebno brojčano obazložiti.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

prof. dr. sc. Kristijan Rogić

SAŽETAK

Skladište opasnih kemikalija specifična je vrsta skladišta koja zahtjeva pridržavanje brojnih pravila i regulacija kako bi se zaštitilo zdravlje opće populacije, radnika i kako bi se očuvao okoliš. Ovaj diplomski rad fokusira se na identifikaciju ključnih koraka u procesu skladištenja, evaluacije rizika te primjenu optimalnih i kvalitetnih poslovnih praksi i tehnologija kako bi se povećala učinkovitost procesa i najvažnije od svega sigurnost prilikom obavljanja skladišnih procesa. Kroz rad se provode sigurnosne procjene i optimizacijske tehnike kako bi se identificirala moguća poboljšanja u skladišnim procesima. Kroz istraživanje će se predložiti određene tehnike i tehnologije koje mogu optimizirati procese. Također, sagledat će se sami objekt u kojem se skladište opasne kemikalije te će se predložiti moguća poboljšanja u načinu skladištenja istih.

KLJUČNE RIJEČI: skladište; opasne kemikalije; tehnika; tehnologija; okoliš; skladišni procesi; optimizacija.

SUMMARY

The warehouse of dangerous chemicals is a specific type of warehouse that requires adherence to numerous rules and regulations in order to protect the health of the general population, workers and to preserve the environment. This thesis focuses on the identification of key steps in the storage process, risk evaluation and the application of optimal and high-quality business practices and technologies in order to increase the efficiency of the process and, most importantly, safety when performing storage processes. Safety assessments and optimization techniques are carried out throughout the work to identify possible improvements in warehouse processes. Through research, certain techniques and technologies that can optimize processes will be proposed. Also, the facility where dangerous chemicals are stored will be looked at and possible improvements in the way they are stored will be proposed.

KEY WORDS: warehouse; dangerous chemicals; technique; technology; environment; storage processes; optimization.

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Vrste skladišnih sustava	2
2.1. Povijest skladištenja	2
2.2. Vrste skladišta	3
2.3. Prizemna skladišta.....	5
2.4. Katna skladišta.....	6
2.5. Regalna skladišta	7
2.6. Skladišta posebnih namjena.....	8
3. Skladišna oprema	10
3.1. Palete i paletizacija.....	10
3.2. Kontejnerizacija.....	11
3.3. Viličari.....	12
3.3.1. Čeoni viličari.....	13
3.3.2. Bočni viličar.....	15
3.3.3. Paletni viličari.....	16
3.3.4. Regalni viličar.....	17
4. Skladišni procesi	18
4.1. Prijem robe.....	18
4.2. Pohrana robe u skladište.....	20
4.2.1. Sustavi zasnovani na pamćenju.....	20
4.2.2. Sustavi s fiksnom lokacijom.....	21
4.2.3. Sustavi sa slučajnom lokacijom	22
4.2.4. Zonski sustavi.....	22
4.2.5. Kombinirani sustavi	23
4.3. Komisioniranje robe	24
4.3.6. Diskretno komisioniranje.....	26
4.3.7. Zonsko komisioniranje.....	27
4.3.8. Grupno komisioniranje	28
4.3.9. Komisioniranje na mah.....	29

4.3.10. Sustavi komisioniranja „roba k čovjeku“	29
4.3.11. Automatizirani sustav za komisioniranje.....	29
5. Prikaz postojećeg stanja skladišnih procesa tvrtke Chromos Agro.....	30
5.1. Organizacija skladišnih objekata	30
5.2. Skladišni procesi	32
5.2.1. Prijem robe	32
5.2.2. Pohrana robe u skladište	33
5.2.3. Komisioniranje robe	40
5.3. Prijedlog optimizacije skladišta i skladišnih procesa.....	43
5.3.4. Proces komisioniranja.....	44
5.3.5. Troškovi ulaganja u WMS sustav	46
6. Zaključak.....	49
Literatura.....	50
Popis slika	52

1. Uvod

Skladišta opasnih kemikalija predstavljaju vrlo važnu točku u opskrbnom lancu, pružajući vrlo bitnu podršku industrijskim sektorima, ponajviše kemijskom sektoru, istraživačkim institucijama i javnim službama. Ovakav tip skladišta nosi visoki potencijal za ozbiljne rizike po sigurnost i zdravlje radnika, opće populacije i okoliša. Posljednjih nekoliko godina svijet se suočava sa sve kompleksnijim izazovima vezanim za upravljanje ovakvim tipom skladišta, potičući provođenje brojnih istraživanja, analiza i na kraju optimizacija skladišnih procesa kako bi se minimizirali ili uklonili potencijalni rizici i osigurala sigurnosti ljudi, imovine i okoliša.

Ovaj diplomski rad istražuje dubinu i složenost procesa u skladištima opasnih kemikalija te identificira ključne faktore koji utječu na njihovu sigurnost, održivost i učinkovitost. Kroz rad analizirat će se relevantne studije, zakonodavstva i industrijske prakse s ciljem otkrivanja novih trendova, tehnika, tehnologija i mogućnosti unapređenja i optimiziranja u području upravljanja skladištima opasnih kemikalija, odnosno u ovom slučaju rad će se bazirati na radu skladišta kojim upravlja tvrtka „Chromos Agro d.o.o.“. Rad se sastoji od 7 cjelina, a to su:

1. Uvod
2. Vrste skladišnih sustava
3. Skladišna oprema
4. Skladišni procesi
5. Prikaz postojećeg stanja skladišnih procesa tvrtke Chromos Agro
6. Prijedlog optimizacije skladišta i skladišnih procesa
7. Zaključak

Cilj ovog rada je upoznati kako se opasne kemikalije skladište u firmi koja se već dugi niz godina bavi sa proizvodnjom i distribucijom gotovih proizvoda i sirovina materijala koji su opasni za zdravlje ljudi i okoliša. Također, upoznat će se koji se poslovni procesi i dokumenti koriste, te kako funkcionira proces skladištenja od prijema robe pa sve do otpreme robe. Na kraju rada biti će predložene određene promjene u skladištu i u procesu skladištenja koja bi imala pozitivan utjecaj na poslovanje tvrtke Chromos Agro.

2. Vrste skladišnih sustava

Kako bi razumjeli procese u skladišnom poslovanju te unutarnji transport u suštini, potrebno je prvo objasniti pojmove koji su dio tih procesa ili se usko vežu uz njih. Prijevoz je jednoznačan pojam, promet ima nekoliko značenja, dok su prijevoz i transport sinonimi. Prijevoz je specijalizirana djelatnost koja uz pomoć prometne infrastrukture i suprastrukture omogućuje ostvarivanje prometne usluge. Transport je širi pojam od prijevoza, podrazumijeva svladavanje prostornih i vremenskih udaljenosti, odnosno promjena koordinata predmeta transporta pomoću tehničkih sredstava. Također, transport se odnosi i na prijenos, odnosno prekrcaj predmeta transporta.[1]

Skladište je prostor u kojem se obavljaju skladišni procesi, a to su smještaj, rukovanje (manipuliranje) i čuvanje materijala, sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda od oštećenja, rasipanja, kaliranja i krađe [1]. Skladište se može definirati kao planirani prosto za efikasno skladištenje i manipuliranje proizvodima, poluproizvodima i sirovinama. U logističkom smislu skladište predstavlja vrlo bitnu točku u opskrbnom lancu kako na mikro tako i na makro razini.

Sirovine i poluproizvodi od dobavljača ili gotovi proizvodi od proizvođača dolaze u skladište u zahtijevanoj količini i stanju, sve bitne informacije vezane za pristigle pošiljke pohranjuju se u informacijski sustav s ciljem jednostavnijeg, organiziranog i efikasnog praćenja stanja robe. Određene informacije prosljeđuju se niz distribucijski kanal, sve do kupca (dostupnost proizvoda u skladištu). Skladištenje je dinamična operacija koja ukoliko se obavlja na efektivan način može dovesti do znatnih prihoda. Roba koja se nalazi u skladištu može imati kratki, ali i dugi vijek zadržavanja. Različita vrsta robe zahtijevaju određena planiranja, raspoređivanja i rukovanja u skladu s načinom koji se očekuje da će se kretati kroz sustav [2].

2.1. Povijest skladištenja

Suvremena skladišta rezultat su brojnih istraživanja i analiza koje mogu dati dojam da su skladišta moderna inovacija za držanje robe. Istina je daleko od toga, ljudi skladište stvari već stoljećima. Prvi oblici skladišta otkriveni su na području Italije na čijem su tlu Rimljani pred 2200 godina skladištili velike zalihe žitarica, kao i uvezenu robu poput vina, maslinovog ulja i odjeće. Radilo se o sustavu zgrada (Horrea Galbae) koje su se prostirale na 20 000 četvornih metara, slika 1 prikazuje kako su skladišta izgledala u vrijeme Rimskog Carstva. Skladišta su ciljno izgrađena uz rijeku Tiber kojom bi plovili brodovi iz osvojenih zemalja uvozeći tako nove namirnice i proizvode [3].



Slika 1 prikaz Horrea Galbae

Izvor: <https://www.romanoimpero.com/2012/09/horrea-galbana.html>

Prvi upotreba riječi „skladište“ datira iz 1300-tih godina na području današnje Velike Britanije. U to vrijeme skladište je definirano kao struktura ili prostorija za skladištenje robe. Pojavom industrijske revolucije povećava se proizvodnja, samim time potreba za skladištenjem sirovina i gotovih proizvoda. U to vrijeme proizvodi su se skladištili u skladištima koja su bila u krugu proizvodnje nakon čega bi se najčešće utovarivali na brodove za daljnju distribuciju.

Pojava industrijskih revolucija započela je transformaciju skladišnih poslova. Izgradnjom pruge povezani su brojni gradovi, rezultat toga je bio brži protok robe i ljudi. Pojavila se potreba za skladištenjem robe na više mjesta što je potaknulo izgradnju prvih hub-ova. Kasnije, povećanjem površine skladišta, većim opsegom posla nastaje potreba za optimizacijom procesa i uvođenjem nove tehnologije.

Tehnološka revolucija u domeni skladišta započinje 1970-ih uvođenjem sustava barkoda i UPC koda. Do sredine 1980-ih godina trećina prehrambenih trgovina u SAD-u koristi navedene inovacije koje su ubrzale procese poslovanja i skladištenja. Godine 1975. J.C. Penney uvodi WMS sustav (eng. Warehouse Management system) u skladišno poslovanje čije se inačice koriste do današnjeg dana.

2.2. Vrste skladišta

Skladištenje je skup procesa i planiranih aktivnosti kojima se materijali privremeno stavljaju u stanje mirovanja, sve dok ne postoji potreba za njihovim daljnjim kretanjem kroz distribucijski sustav ili korištenje u proizvodnom procesu. Kako bi skladište funkcioniralo na predviđeni način ono mora sadržavati glavne komponente, a to su: [1]

- Skladišni objekti
- Sredstva za skladištenje i sredstva za odlaganje materijala (sredstva za oblikovanje jediničnih tereta)

- Transportna sredstva
- Pomoćna skladišna oprema (računalna oprema, oprema za pakiranje, sredstva za paletizaciju i depaletizaciju, za kontrolu i mjerenje,...
- Dodatna oprema (protupožarna, oprema za grijanje i hlađenje, rasvjeta, oprema održavanja čistoće itd.)

Razvojem brojnih grana industrije, uvođenjem globalizacije razvila se potreba za izgradnjom različitih vrsta skladišta koja su se prilagođavala tipu industrije, različitim proizvodnim procesima i potrebama kupaca. Glavni kriterij po kojem se dijele skladišta su zapravo njihova funkcija u logističkom sustavu. Naime, ako se radi o proizvodnim pogonima kojima je u interesu da su im sirovine i poluproizvodi skladišteni u blizini proizvodnog objekta, tad je riječ o industrijskom skladištu. Skladišta u kojima se vrše procesi prihvata, čuvanja, dorade i pripreme robe za daljnju distribuciju prema kupcu nazivaju se distribucijska skladišta.

Skladišta se dijele na temelju sljedećih kriterija: lokacija, namjena, izvedba, konstrukcija skladišta i vrsta robe.

Prema izvedbi skladišta se dijele na [1]:

- Prizemna
- Katna ili etažna
- Regalna
- Specijalna
- Slagališta

Prema vrsti tereta dijele se na[1]:

- Univerzalna ili skladišta opće namjene
- Skladišta za konvencionalne generalne teretne i paletiziranu robu
- Skladišta za suhe rasute terete
- Skladišta za fosfate
- Skladišta za tekuće terete
- Skladišta za kemikalije
- Skladišta za plinove
- Skladišta za opasne terete
- Skladišta za žive životinje
- Skladišta za kontejnere
- Kondicionirana skladišta i hladnjače
- Skladišta za drvo
- Skladišta za dugačku robu

Skladišta se dodatno mogu podijeliti s obzirom na način izgradnje, stupnju mehanizacije i automatizacije, specifičnosti uskladištene robe te prema vlasništvu.

Prema načinu izgradnje skladišta mogu biti [1]:

- Otvorena – za robu koja nije osjetljiva na atmosferske prilike i ne zahtijeva posebnu zaštitu od krađe (ruda, kamen, cigla...)
- Natkrivena – skladišta natkrivena krovnom konstrukcijom (drvena građa, cement, kreč, umjetno gnojivo, željezo koje treba zaštititi od korozije...)
- Zatvorena – kratkotrajno ili dugotrajno skladištenje robe koja je osjetljiva na atmosferske prilike te se želi zaštititi od krađe.

Prema stupnju mehanizacije i automatizacije skladišta mogu biti [1]:

- Nisko mehanizirana – ručni rad, jednostavnija skladišna oprema
- Visoko mehanizirana – sredstva kojima upravljaju skladišni radnici
- Automatizirana – svi poslovi se obavljaju automatizirano, osoblje je prisutno u slučaju potrebe
- Robotizirana – preuzimanje i izdavanje narudžbe pomoću računala i robota

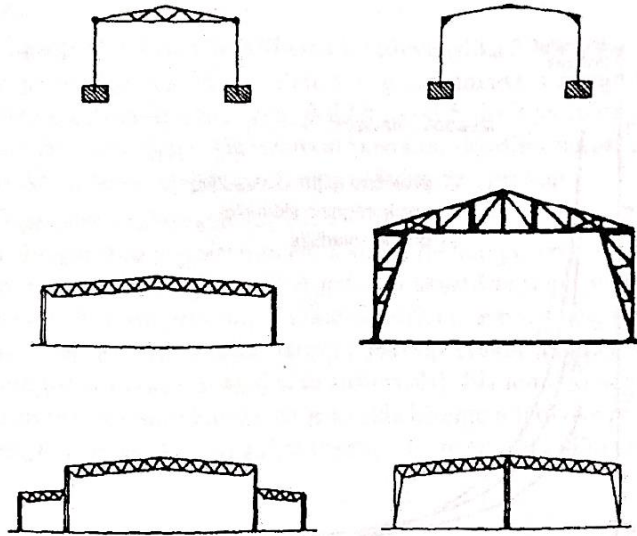
Prema vlasništvu skladišta mogu biti [1]:

- Privatna – isključivo za potrebe vlasnika
- Javna – pružanje usluga trećim osobama

2.3. Prizemna skladišta

Prizemna skladišta još se nazivaju i hangarska skladišta zbog svojih karakteristika, a to su da je takva izvedba skladišta zatvorena (sa svih strana) i prizemna. Konstrukcija prizemnog skladišta služi za zaštitu robe. Konstrukcija nije opterećena od smještenog tereta koji je složen direktno na tlo. Prizemna skladišta se sastoje od temelja, nosive konstrukcije i krova. Nosiva konstrukcija se izvodi od armiranog betona, čelika ili aluminijske, drva ili lameliranog drva i sintetičkih materijala [1]. Radi jednostavnosti i brzine gradnje najčešće su građeni od čeličnih punih konstrukcija (slika 2) na koje se postavlja krovni pokrov od lima. Zidovi su najčešće od prešanog lima dok češće starije izvedbe prizemnih skladišta imaju zidove građene od cigle ili bloketa. Ovakav tip skladišta zahtjeva najmanje investicije po jedinici kapaciteta te iziskuje najmanje vremena za izgradnju. Također, ovakva izvedba skladišta je najjeftinija, najracionalnija i najjednostavnija [1] zbog čega najveći broj skladišta je upravo izveden na ovakav način. Prizemna skladišta su pogodna za slaganje svih vrsta generalnog tereta. Određenim izmjenama, preinakama mogu se uvesti dodatne tehnologije koje omogućuju specijalno skladištenje, na primjer: hladnjače, skladišta za fosfate, opasne kemikalije i drugo. Skladišta koja su izgrađena u

sklopu luka imaju funkciju skladištenja samo jednog tipa robe, tako će svaki od skladišta primati određenu vrstu robe ili tereta.



Slika 2 Izvedba čelične konstrukcije
Izvor: Dundović, Č., Kesić, B., Tehnologija i organizacija luka, 2001., str. 180.

Kao što je navedeno u prizemnom skladištu se teret skladišti na podu, takav način slaganja ima sljedeće varijante [1]:

- Slobodnim nasipavanjem ili gomilanjem sipkog materijala na određenoj površini (hrpe ili kupovi)
- Slobodnim odlaganjem, bez određenog rasporeda komadnog materijala
- Slaganjem jedinica skladištenja u redove – kod većeg asortimana, a manje količine po vrsti komadnog materijala, približno 5 do 8 jedinica skladištenja po vrsti materijala. Iskoristivost skladišne površine iznosi 20 do 30%
- Slaganjem jedinica skladištenja u blokove – primjenjuje se u slučaju manjeg asortimana, a veće količine po vrsti materijala veći od 8. Iskoristivost površine skladišta u ovom slučaju iznosi i više od 50%. Na temelju metode ABC analize, A proizvodi koji frekventnije „prolaze“ kroz skladište pogodni su za slaganje u blokove, dok proizvodi B i C kategorije je poželjno slagati u redove.

2.4. Katna skladišta

Globalni rast e-trgovine, rastuće cijene zemljišta i nedostatak raspoloživih logističkih nekretnina i parcela tri su velika izazova s kojima se današnje tvrtke suočavaju. Kako bi nastavili zadovoljavati veliku potražnju i učinkovit logistički tijek, moraju tražiti inovativna rješenja. Po mogućnosti blizu njihove postojeće lokacije. Jedan od tih inovativnih razvoja je korištenje višeslojnih skladišta (katna skladišta), koje ne samo da nudi mogućnost poboljšanja iskustva na

radnom mjestu, već i da se to učini na održiv i financijski prihvatljiv način. Katna skladišta su građevine kod kojih je skladišni prostor izgrađen jedan iznad drugog na nekoliko katova. Unutrašnjost skladišta podijeljena je uzdužno i poprečno stupovima na više polja. Gustoća stupova i širina polja ovise o opterećenju za koje se gradi skladište. Bitno je da su stupovi raspoređeni na način da ne zauzimaju veliku površinu skladište te da ne ometaju normalno rukovanje teretom [5].

Prilikom gradnje katnih skladišta potrebno je obratiti pažnju na nosivost podova zbog dinamičkih i statičkih opterećenja koja se javljaju zbog skladištenja tereta i korištenja transportnih sredstava. Iz tog razloga je bitno da je pod prizemlja građena za opterećenja od 30 do 50 [kN/m²], a ostali katovi za opterećenja od 20 do 25 [kN/m²] [6].

Da bi se pristupilo katovima oni moraju biti povezani stepeništem i liftovima. Stepeništa su za korištenje osoblja dok se liftovima mogu prevoziti teret i osoblje. Bitno je da su okna stepeništa izvedena i građena od materijala koji su otporni na visoke temperature u slučaju izbijanja požara kako ne bi došlo do širenja istog na ostale katove [1].

Nedostatak katnih skladišta su veliki troškovi izgradnje u odnosu na hangarska skladišta. Također, ovakav tip skladišta ima najlošiju iskorištenost skladišnog prostora u odnosu na ukupnu površinu skladišta. Znatna financijska sredstva i površina skladišta odnose se na liftove koje karakteriziraju velike dimenzije kako bi se viličari mogli transportirati između katova. Najskuplja izvedba katnih skladišta je od čelične konstrukcije koji se u tvornici proizvodi dok se na licu mjesta sastavlja u gotovo skladište. Nešto jeftinija izvedba je od betonskih stupova, međutim problem predstavlja sporije vrijeme gradnje i potreba veće površine okolnog prostora za gradnju [1].

Katna skladišta su specifična za urbane sredine koje zbog geografskih obilježja nemaju mogućnost širenja, već su prisiljena graditi u visinu. Veliki broj sredozemnih lučkih gradova upravo koristi katna skladišta, najčešće od 3 ili 4 kata, maksimalno 7 katova [1]

2.5. Regalna skladišta

Skladišni regalni sustavi su skladišni sustavi koji se primjenjuju u većini skladišta za skladištenje robe, najčešće na manipulacijskoj jedinici to jest paleti [1]. Regalna skladišta primaju terete u nizove regala. Materijal od kojih su regali građeni je najčešće čelik, visina do koje se postavljaju regali je najmanje 8-10 metara dok postoje izvedbe koje sežu od 12-16, pa čak i do 20 metara. Regali su pozicionirani tako da im je moguće pristupiti sa obje strane dok se ostavlja dovoljno mjesta za kretanje radnika i skladišnih prijevoznih sredstava. Regali se najčešće implementiraju u hangarski tip skladišta koji štiti robu od štetnog atmosferskog djelovanja. Skladišta se na jednoj strani, pri završetku regala produžuju kako bi se stvorio slobodan prostor za dodatne skladišne poslove [1].

2.6. Skladišta posebnih namjena

Specijalna skladišta su objekti ili prostori namijenjeni za čuvanje i manipulaciju određenim vrstama robe, materijala ili opreme koji zahtijevaju posebne uvjete skladištenja ili tretmana. Ova skladišta često su opremljena specifičnom opremom i tehnologijama kako bi se osigurali odgovarajući uvjeti za pohranu i zaštitu robe.

Specijalna skladišta uključuju:

- Hladnjače – skladišta koja održavaju niske temperature kako bi se sačuvala hrana, lijekovi ili druge robe koje zahtijevaju hlađenje. Hlađenje skladišta se vrši preko rada kompresora koje se nalazi u posebnoj strojarnici. Na slici 3 su prikazani potrebni klimatski uvjeti hladnjača za određene vrste kondicionirane i smrznute robe.

Vrsta robe	Optimalna temperatura	Optimalna relativna vlaga	Vrijeme sigurnog čuvanja	Količina uskladištenja
A. SVJEŽE ROBE BEZ SMRZAVANJA (KONDICIONIRANJE)				
jabuke	-1 do 0° C	85 do 90%	8 mjeseci	400-550 kg/m ³ voće u sanducima
limuni	13° do 14° C	85 do 90%	2-4 mjeseca	
naranče	1° do 3° C	85 do 90%	6-8 tjedana	
banane (zelene)	12° do 14° C	85 do 90%	6-8 tjedana	300-400 kg/m ³
rajčice (zelene)	13° do 21° C	85 do 90%	3-5 tjedana	povrće u sanducima 260-400 kg/m ³
paprike	0° C	80 do 85%	4-6 tjedana	
meso, svježe	0° do 1° C	85 do 90%	5-14 dana	
mesne konzerve	6° do 8° C		12-24 mjeseca	500-670 kg/m ³
jaja	-0,5 do 0,5° C	85 do 90%		
B. SMRZNUTA ROBA				
smrznuto voće	-23 do -18° C	-	6-12 mjeseci	300-350 kg/m ³
smrznuto povrće	-23 do -18° C	-	6-12 mjeseci	350-400 kg/m ³
goveđe meso	-23 do -18° C	90 do 95%	9-12 mjeseci	400 kg/m ³
perad	-23° C	-	12 mjeseci	
riba	-23 do -12° C	90 do 95%	8-10 mjeseci	400 kg/m ³

Slika 3 Potrebni klimatski uvjeti za voće i povrće
Izvor: Dundović, Č. Lučki terminali 2002., str. 292.

- Silosi – služe za skladištenje i smještaj žitarica u suvremenim lukama i terminalima s posebnim transportnim uređajima. Silosi su najčešće visoke građevine, vrlo

visoke nosivosti i opterećenja na površinu. Na terminalima s velikim prometom se grade silosi kapaciteta do 100 000 [t].

- Skladišta za tekuće i plinovite terete (spremnici) – ovakav tip skladišta je dizajniran da uskladišti cjelokupni brodski teret. Sastoji se od niza čeličnih, armirano betonskih podzemnih skladišnih spremnika cilindričnog ili sferičnog oblika.
- Slagališta drvene građe – ravne površine sa ugrađenim betinskim ili drvenim pragovima, na koje se drvo slaže kako bi se spriječilo truljenje. Najčešće je skladišni prostor povezan željeznicom iz koje je moguće direktan iskrcaj tereta iz vagona te skladištenje istog.

3. Skladišna oprema

Učinkovito upravljanje skladištem ključno je za osiguranje zadovoljavanja potrebe tržišta, odnosno opskrbnog lanca, minimiziranje gubitaka i osiguranje zadovoljenja potreba kupaca. Skladišna oprema igra ključnu ulogu u postizanju ovih ciljeva pružajući infrastrukturu i alate potrebne za sigurnu, organiziranu i efikasnu manipulaciju robe.

Pravilno odabran i korištena oprema može značajno poboljšati produktivnost, smanjiti rizik od ozljeda radnika te omogućiti brži i precizniji protok robe kroz skladište. Osim toga, moderna skladišna oprema često je opremljena tehnologijom koja omogućuje praćenje i upravljanje inventarom u stvarnom vremenu, što dodatno optimizira skladišne operacije.

U nastavku, detaljno ćemo istražiti nekoliko ključnih kategorija skladišne opreme kao što su transportna sredstva (viličari) te manipulacijske jedinice (palete) te pomoćna i dodatna oprema.

3.1. Palete i paletizacija

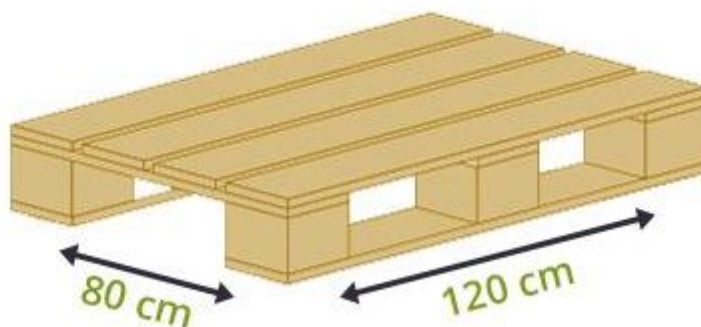
Paleta je drvena podloga izrađena od dasaka određenih normiranih dimenzija, na koje se tovari roba. Paleta je vrsta pomoćne opreme koja omogućuje formiranje kompaktnog i čvrstog paketa, složenog iz ravnih vrsta komadne robe. Gledano s prometno-tehničkog aspekta paleta je suvremeno transportno sredstvo, a s prometno-tehnološkog to je transportna jedinica koja u kombinaciji s drugim transportnim sredstvima omogućuje uspostavljanje transportnog lanca [14]. Paletizacija je jedan od prvih i osnovnih oblika unapređenja transportne tehnologije i unutarnjeg transporta, može se promatrati kao proces primjene palete u prijevozu robe. Osnovna sredstva paletizacije su palete i viličari. Paletizacija povezuje proizvodne, transportne, skladišne, trgovinske i druge radne organizacije koje zajedno omogućavaju protok robe od mjesta proizvodnje do mjesta potrošnje. Paletizacija je proces slaganja i organizacije proizvoda na palete radi olakšanja transporta, skladištenja i manipulacije robom.. Ovaj proces pojavio se nakon paketizacije te se tijekom stogodišnje afirmacije i napredovanja počela primjenjivati u svim zemljama svijeta olakšavajući samim time protok robe u opskrbnom lancu. Neki od ciljeva paletizacije su: okrupnjavanje tereta, vremenska ušteda, automatizacija poslova, optimiranje skladišnih prostora, povećanje sigurnosti manipulacije robe i drugo.

Postoji nekoliko tipova paleta s obzirom na upotrebu, sve se mogu svrstati u četiri osnovne skupine [1]:

- Ravne palete
- Stubne palete
- Boks-palete
- Specijalne palete

Paletizacija skladišta i opskrbnog lanca je donijela velike promjene u segmentu povećanja efikasnosti, uštede prostora, povećanja brzine isporuka, povećanja sigurnosti proizvoda te smanjenja troškova rada. Racionalizacija unutarnjeg transporta i optimalna uporaba paletne tehnike i tehnologije dovela je do osjetnog smanjenja pogonskih troškova u poslovanju kod svih gospodarskih grana koje u svojim poslovnim procesima rade s paletama. Razina smanjenja koje su se dogodile nakon uvođenja su slijedeće: u elektroindustriji je zamijećeno smanjenje pogonskih troškova od 20 do 80%, u metaloprerađivačkoj industriji od 15 do 80% dok je u prehrambenu industriji od 15 do 75% [1].

Danas je najrasprostranjenija primjena EURO palete čije dimenzije iznosi 1200x800 mm kao što je prikazano na slici 4.



Slika 4 Dimenzije EURO palete
Izvor: <https://vervo.eu/en/transport/pallet-sizes>

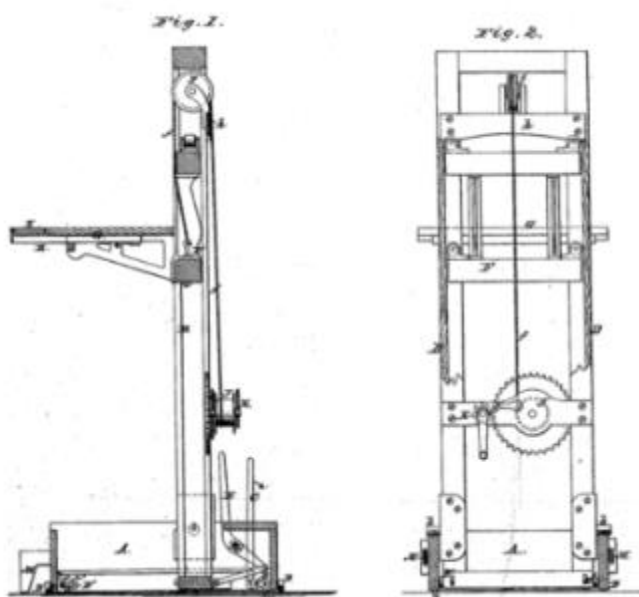
3.2. Kontejnerizacija

Nakon paletizacije dolazi faza kontejnerizacije. Ova tehnologija prijevoza robe omogućena je primjenom standardiziranih kontejnera, specijaliziranih prekrcajnih uređaja, različitih prijevoznih sredstava poput brodova, kamiona i vlakova te kontejnerskih terminala. Kontejnerizacija smanjuje vrijeme utovara i istovara, povećava sigurnost i smanjuje troškove transporta. Kontejnerizacija je skup međusobno organizacijski povezanih sredstava za rad i tehnoloških postupaka za automatizirano manipuliranje i transport okrupnjenim jedinicama tereta – kontejnerima od proizvođača sirovina do potrošača. Kontejneri omogućuju povezivanje jedinične komadne ili paletizirane terete. Ciljevi kontejnerizacije su [1]:

- Ujedinjavanja komadnog tereta pakiranog u sanduke, kartone, bale, vreće, bačve, gajbe i dr.
- Sigurno, brzo i racionalno manipuliranje i prijevoz tereta
- Optimizacija efekata prometne infrastrukture i suprastrukture svih grana prometa
- Kvalitativno i kvantitativno maksimiziranje tehničkih i tehnoloških organizacijskih i ekonomskih učinaka procesa proizvodnje prometne usluge
- Maksimiziranje efekata rada kreativnih i operativnih menadžera i drugih radnika angažiranih u sustav kontejnerizacije

3.3. Viličari

Viličari, također poznati kao dizalice ili utovarivači, su neizostavan dio suvremenih industrijskih operacija. Ovi svestrani uređaji dizajnirani su za podizanje, premještanje i postavljanje tereta na različitim visinama i terenima. Njihova povijest seže u drugu polovicu 19. stoljeća, kada su prvi primitivni modeli razvijeni kako bi olakšali rukovanje teretom u industrijskim okruženjima. Prvi patent uređaja koji je mogao dizati i transportirati teret objavljen je 1867. godine, patent prikazan na slici 5 [9].



Slika 5 Prvi patent viličara
Izvor: <https://www.conger.com/forklift-history/>

Prvi koncepti viličara bili su rudimentarni, koristeći se ručnim pogonom ili jednostavnim mehaničkim sustavima za podizanje tereta. Međutim, razvoj industrije i potreba za učinkovitim metodama rukovanja teretom potaknuli su razvoj naprednijih modela. Ranih 20. stoljeća, razvoj motornih vozila i hidrauličnih sustava omogućio je stvaranje modernijih viličara. Prvi motorizirani viličari pojavili su se tijekom 1920-ih godina, pružajući veću snagu i učinkovitost u usporedbi s

ručnim modelima. Ne postoji točan podatak koji je prvi motorizirani viličar izumljen, ali se pretpostavlja da je to viličar kojeg je proizvela tvrtka Clark 1924. godine, model se zvao Clark Duat prikazan na slici 6 [9]. Tijekom vremena, tehnološki napredak nastavio je oblikovati viličare, uključujući električne modele, tehnološke inovacije poput upravljačkih sustava, sigurnosnih značajki i povećanja nosivosti i visine podizanja.

Danas su viličari nezamjenjivi u industriji, logistici, skladištima, te u mnogim drugim sektorima. Njihova sposobnost učinkovitog i preciznog rukovanja teretom ključna je za optimizaciju operacija, smanjenje troškova i povećanje produktivnosti u modernim poslovnim okruženjima.



Slika 6 Clark Duat viličar

Izvor: <https://www.conger.com/forklift-history/>

3.3.1. Čeoni viličari

Čeoni viličari su najčešći tip viličara koji se koristi u cijelom svijetu. Postoje dvije glavne varijante čeonih viličara, a to su: čeoni viličari s motorom s unutarnjim izgaranjem i čeoni viličari sa baterijskim napajanjem. Čeoni viličari imaju vilice ispred kabine operatera, a na stražnjem dijelu im se nalazi protutužak koji zapravo omogućuje da viličar na siguran način podiže teret. Za rad čeonih viličara je bitno da je teren na kojem rade ravan te da nagib tereta prilikom rada nije veći od 3°. Nosivost standardnih čeonih viličara koji rade u skladištima uglavnom se kreće između 1 do 3,5 t dok posebne izvedbe raspolažu sa nosivošću od 50 t pa čak i više [10]. U zatvorenim prostorima primjenjuju se viličari na električni pogon koji ne ispušta štetne emisije plinova, karakterizira ih smanjena brzina kako bi se povećala sigurnost radnika. Za poslove na otvorenom karakteristična je primjena viličara s pogonom na dizel ili LPG (eng. Liquid Petroleum gas, stlačeni plin). Također, na otvorenom prostoru su dozvoljene razvijanje većih brzina transportiranja. Na

slici 7 je prikazan standardan skladišni čeonu viličar, dok je na slici 8 prikazana specijalna izvedba čeonog viličara za specijalne terete.



Slika 7 Čeonu viličar

Izvor: <https://www.machinerypark.hr/%C4%8Deoni-vili%C4%8Dari/linde-h-30-d-polovno-bwmb8637em>



Slika 8 Specijalni čeonu viličar za teške terete

Izvor: <https://www.adaptalift.com.au/blog/what-is-a-counterbalance-forklift>

3.3.2. Bočni viličar

Viličari s bočnim utovarivačem, poznatiji kao bočni viličari, dizajnirani su za rukovanje materijalima dužih dimenzija (Slika 9). Kabina rukovatelja viličara nalazi se naprijed s lijeve strane. Desna strana viličara naziva se krevet ili platforma. Srednji dio gdje se nalaze vilice naziva se bunar. Vilicama se terete prima i spušta na krevet viličara pri čemu se može obaviti sigurno transportiranje tereta. Cijeli stroj se može nagnuti vodoravno, kako bi se poboljšalo preuzimanje tereta i sigurnost. Viličari s bočnim utovarivačem izvorno su razvijeni za drvenu industriju [11]. Danas se primjenjuju u industriji čelika, plastike i betona. Glavna opasnost je prijevoz tereta dok je dignut na vilicama što rezultira prevrtanjem. Specifično je što se dugački teret transportira kroz uske prolaze. Većim djelom se koriste na otvorenim prostorima, gdje mogu ostvariti brzine i do 40 km/h. Razvijene su izvedbe sa dizel i električnim motorom [11].



Slika 9 Bočni viličar

Izvor: <http://www.totalmhe.com/special-truck-division/sideloaders-forklift-series-5-0t-6-0t/>

3.3.3. Paletni viličari

Paletni viličari (Slika 10) su viličari koji imaju ručni pogon ili elektromotorni pogon s 12 V i s 24V napajanja. Paletni viličar se koristi za transport paleta unutar skladišta. Ručna izvedba ovih viličara može podići teret mase oko 1 t, dok se visina dizanja tereta kreće oko 1,4 m do 2 m. Karakteristike motorno – ručnih viličara je da mogu dizati teret mase od 1 do 2 t. Slične karakteristike imaju i viskopodizni paletni viličari koji dižu teret do visine od 6 m [12].



Slika 10 Električni paletni viličar
Izvor: <https://labfill.eu/elektricni-paletni-vilicar-rt-3000/>

3.3.4. Regalni viličar

Regalni viličari se koriste u skladištima s regalima i sa velikom radnom frekvencijom. Postoje više vrsta regalnih viličara, a to su: regalni viličari s dohvatnim vilicama, regalni viličari s uvlačenim jarbolom i regalni viličari s vilicama dvostruke dubine koje mogu biti izvedene s pomoću „škara“, „dvostrukih škara“ ili teleskopskih vilica. Današnja skladišta nastoje što više iskoristiti prostor te imaju gušći raspored regala pri čemu su se regalni viličari pokazali kao najbolja opcija za uske prolaze između regala. Trend je da regalni viličari zamjenjuju čeonu viličare u skladištima [12].

Konstrukcija regalnih viličara je takva da je težište opterećenja smješteno unutar platforme nosača kotača, čime su smanjene vanjske dimenzije vozila, a time i manevarski prostor viličara, prikazano na slici 11. Posljedično, kao što je rečeno, zbog manjih dimenzija i potrebnog manevarskog prostora omogućeno je bolje iskorištavanje prostora za pohranu robe u skladištu [12].



Slika 11 Regalni viličar
Izvor: <https://mlakar-vilicari.hr/>

4. Skladišni procesi

Skladišni procesi su ključni za efikasno upravljanje zalihama i logistikom u različitim industrijama. Oni obuhvaćaju sve korake vezane uz organizaciju, prijem, pohranu, podizanje robe prema zahtjevu to jest komisioniranje, otprema robe prema korisniku. Svaki od ovih koraka zahtjeva precizno planiranje i nadzor kako bi se osigurala optimalna efikasnost i smanjili gubici. Skladišni procesi su važni za održavanje stabilnosti u opskrbnom lancu, omogućavajući proizvodima da se sigurno kreću od proizvođača do krajnjih korisnika.

Procesi unutar skladišta nastoje se koncipirati tako da omogući neprestano kretanje robe kroz skladište bez umnažanja pojedinih operacija. Također, sustav se nastoji organizirati tako da se u svakoj fazi procesa zna pozicija i količina manipulirane robe. Brzina pronalaska robe ovisi o organizaciji smještaja robe u skladištu te neizravno utječe na pojedine troškove poslovanja.

Roba koja dolazi u skladište u velikom se broju slučajeva reorganiziraju i prilagođavaju narudžbama korisnika. Veća se pakiranja pojedinih proizvoda, ovisno o narudžbama, transformiraju u manja, kombiniraju s drugim proizvodima i otpremaju korisniku.

4.1. Prijem robe

Svaki prijem robe trebao bi započeti najavom prispjeća robe. Najavom prispjeća robe upravi omogućuje kreiranje rasporeda i mjesta istovara robe te potrebnog broja skladišnih radnika i manipulacijskih sredstava koji su potrebni za istovar robe. Nakon dolaska roba se iskrcava te se provjerava njezino kvalitativno i kvantitativno stanje te se uspoređuje sa dolaznom dokumentacijom. Izračunava se da zbog relativno malog udjela ljudskoga rada troškovi prijama ne prelaze razinu od 10 % ukupnih troškova skladištenja.

Aktivnosti koje se provode prilikom prijema robe su [12]:

- Definiranje zone iskrcaja
- Bilježenje podataka o dolasku vozila
- Provjera dokumentacije
- Osiguranje vozila za iskrcaj
- Iskrcaj artikala iz vozila
- pregled artikala
- identifikacija dobavljača, pridruživanje robe dobavljaču
- Slaganje robe u zoni prijema
- Provjera robe, stanje, količina
- Usklađivanje stvarnoga stanja robe s podacima iz prateće dokumentacije
- Unos artikala u stanje skladišta
- Priprema jedinica za proces pohrane
- Dodjela lokacije pohrane

- Premještanje robe iz prijemne zone u skladišta u zonu pohrane
- Izrada dokumentacije za potvrdu prijama

U skladištu se prijem robe može odviti na nekoliko načina koji ovise o samoj organizaciji, tehnologiji i izvedenosti skladišta, a to su:

- Prijem naslijepo – skladišni radnik na prijemu ispisuje stvarno zaprimljenu količinu robe bez obzira na dokumentaciju koja kvantificira robu. Zapisuje se samo ona količina koju je radnik na prijemu prebrojao
- Barcode prijam – skladišni radnik robu na ulazu skenira sa barcode čitačem prikazanim na slici 12.



Slika 12 Zebra barcode skener

Izvor: <https://www.ptsmobile.com/MC330L-GJ4EG4NA.html>

- Izravan prijam – skladišni radnik izravno robu šalje iz prijevoznog sredstva u prostor skladišta, a roba se zaprima na temelju prateće dokumentacije
- Cross docking – slaganje ulazne robe i otprema iste bez pohrane, štedi se prostor skladišta.

4.2. Pohrana robe u skladište

Poslije obavljenog prijema robe i određivanja potrebnog skladišnog prostora potrebno je samu robu smjestiti na predviđenu lokaciju. Smještaj ovisi o uvjetima robe, veličini, broju okretaja, količini i drugo. Roba se može smjestiti na predviđeno stalno mjesto ili se može smjestiti na prvo dostupno mjesto. Sve faze procesa prati informatički sustav WMS (eng. Warehouse management system) u koji se unose podaci o robi kao što je naziv robe, lokacija i količina robe. Stalno mjesto se koristi za robu koja se često otprema, ali takva koncepcija može negativno utjecati na ukupni stupanj iskoristivosti prostora. Promjenjivo mjesto dovodi do boljeg iskorištenja prostora, ali je u većim skladištima uglavnom automatizirano i povezano s nekom od inačica WMS-A.

Prilikom uvođenja sustava pohrane robe ili optimiziranja istog potrebno je voditi računa o sljedećim kriterijima [12]:

- Razina stupnja iskoristivosti skladišnog prostora
- Stupanj iskoristivosti skladišne opreme
- Stupnja iskoristivosti radne snage
- Potrebne elemente zaštite robe
- Mogućnosti pozicioniranja artikala unutar objekta
- Fleksibilnost/prilagodljivost sustava promjenama i dinamici protoka robe
- Utjecaj sustava na ukupne troškove skladištenja

U skladištima se sustavi za pohranu odabiru na temelju gore navedenih kriterija te se također uzima u obzir vrsta artikla, struktura, dimenzija, tip pakiranja i drugo. Distribucijska skladišta koriste sljedeće sustave pohrane robe koji će se u daljnjem radu objasniti [12]:

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

4.2.1. Sustavi zasnovani na pamćenju

Najjednostavniji sustav za pohranu robe, bez potrebe za pratećom dokumentacijom ili unošenjem podataka u informatički sustav. Ljudski faktor u ovakvom sustavu je najvažniji te ima određena obilježja i ograničenja [12]:

- Ograničen broj skladišnih mjesta

- Ograničena veličina skladišnih mjesta
- Ograničen broj vrsta robe koja se skladišti
- Određen broj vrsta robe koja se skladišti
- Određen broj oblika, veličina i načina pakiranja omogućuje jednostavnu vizualnu identifikaciju
- Mali broj osoba zadužen za rad u skladišnoj zoni
- Osoblje unutar skladišta nema zaduženja koja traže odsutnost iz tog područja
- Relativno malo premještanje robe unutar skladišne zone.

Ovakav sustav pohrane robe ima slijedeće prednosti [12]:

- Razumljivost
- Nema dokumentacije
- Iskoristivost prostora
- Nije nužno povezivanje lokacije skladišta i jedinice na skladištu

Nedostaci su [12]:

- Ovisnost organizacije skladišta o osoblju
- Ovisnost rezultata uvjetima rada
- Mogućnost gubitka robe ili mogućnost previda

4.2.2. Sustavi s fiksnom lokacijom

U takvom sustavu svaki artikl ima svoju adresu. Postoje i slučajevi u kojima se različiti artikli dodjeljuju istoj lokaciji iz sljedećih razloga [12]:

- Planiranje
- Težnja za boljim iskorištenjem prostora zbog obilježja robe, na primjer oblika proizvoda, načina odlaganja i pravila o držanju pojedinih vrsta robe

Prednosti sustava s fiksnom lokacijom [12]:

- Mogućnost brzog lociranja tražene robe
- Smanjeno vrijeme potrebno za obuku osoblja
- Pojednostavljena procedura pri prijmu i otpremi robe
- Mogućnost kontrole načina punjenja
- Mogućnost optimiziranja pozicije robe u skladištu u svrhu skraćanja vremena otpreme
- Mogućnost optimiziranja smještaja ovisno o veličini, težini, otrovnosti i ostalim obilježjima robe

Nedostaci sustava za pohranu s fiksnom lokacijom [12]:

- Manja iskoristivost prostora
- Relativna krutost sustava

4.2.3. Sustavi sa slučajnom lokacijom

U takvom sustavu nema unaprijed određene lokacije za artikle, ali su poznati lokacije artikala. Takvi sustavi omogućuju vrlo dobro iskorištenje prostora jer se roba može smještati na bilo koje slobodno mjesto. Ovaj sustav je kombinacija sustava zasnovanog na pamćenju i sustava s fiksnom lokacijom. Roba se smješta na bilo koje mjesto koje se bilježi računalno ili određenom dokumentacijom.

Prednosti sustava sa slučajnom lokacijom su slijedeće [12]:

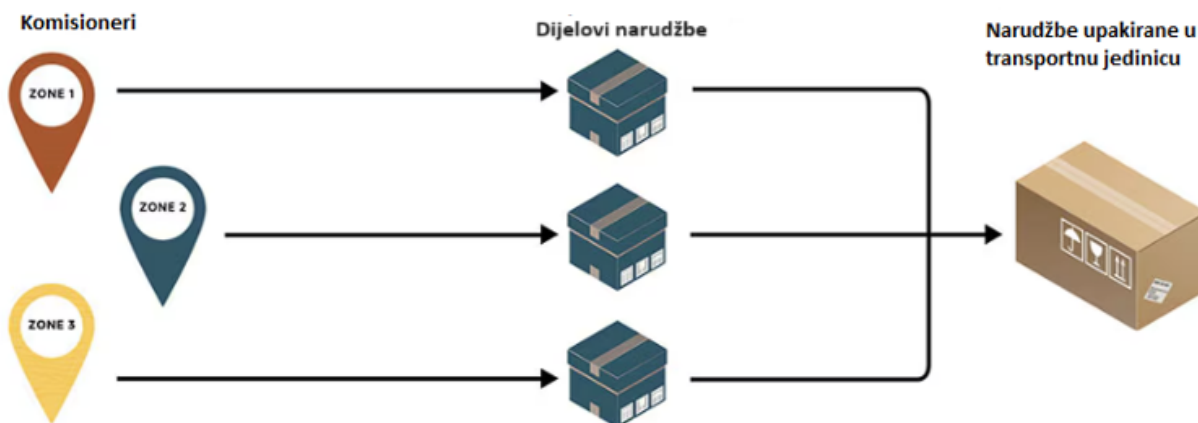
- Visok stupanj iskoristivosti prostora
- Kontrola smještaja robe u svakom trenutku

Nedostaci sustava sa slučajnom lokacijom [12]:

- Potreba za stalnim ažuriranjem podataka zbog potrebe za točnim praćenjem smještaja robe
- U slučaju manjih skladišta primjena takvog sustava nije nužna i može nepotrebno komplicirati sustav

4.2.4. Zonski sustavi

Zonsko komisioniranje (slika 13), koje se ponekad naziva i „pick and pass“, jedna je od nekoliko osnovnih metoda koje se koriste u skladištima za odabir proizvoda za ispunjavanje narudžbi, komisioniranje. Zonsko komisioniranje dijeli skladište u različite odjeljke ili zone, gdje su stacionirani pojedinačni komisioneri. Kao u supermarketu, neka skladišta mogu odrediti jednu zonu za svježe proizvode, a drugu za smrznutu robu, dok druga skladišta određuju jednu zonu za proizvode koji se brzo prodaju, a drugu za proizvode manjeg obrtaja. Druge bi mogle zonirati na temelju posebnih zahtjeva za komisioniranje — jedna bi zona mogla zahtijevati opremu kao što su viličari, a druga ima SKU-ove koji se lako biraju ručno [14].



Slika 13 Komisioniranje u zonskom sustavu

Izvor: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/ecommerce/zone-picking.shtml>

Prednosti zonskog sustava [12]:

- Omogućuje izolaciju određene vrste robe ovisno njezinim obilježjima
- Omogućuje fleksibilnost pri premještanju robe iz jedne zone u drugu ili pri kreiranju zona na različite načine
- Omogućuje dodavanje robe unutar jedne zone bez premještanja velike količine postojeće robe kako bi se stvorio dovoljan prostor na određenoj lokaciji
- Omogućuje fleksibilnost u planiranju

Nedostaci zonskih sustava [12]:

- Ne preporučuje se u slučaju potrebe za vrlo učinkovitim rukovanjem i operacijama s robom
- Mogu smanjiti iskoristivost prostora
- Zahtijevaju ažuriranje podataka o pomicanju robe

4.2.5. Kombinirani sustavi

Kombinirani sustavi se primjenjuju prilikom smještaja posebne robe koja zahtjeva posebne lokacije ili poseban način rukovanja, dok se ostali proizvodi smještaju na slučajno dodijeljene lokacije. Na taj način se primjenjuju najbolje karakteristike sustava s fiksnom lokacijom i sustava s promjenjivom lokacijom. Roba koja se želi na poseban način skladištiti dobiva zasebnu zonu dok ostala roba ima ostali dio skladišnog prostora. Ovaj sustav koristi se na mjestima gdje se zahtjeva smještaj određene robe u blizini određene zone (npr. proizvodne zone).

4.3. Komisioniranje robe

Komisioniranje robe predstavlja vitalni segment u logistici i upravljanju lancem opskrbe. Ovaj proces, koji uključuje prikupljanje proizvoda iz skladišta prema narudžbi kupca, izravno utječe na efikasnost i točnost isporuke. Ovaj proces je bitan pokazatelj uspješnosti poslovanja te profesionalnosti rada skladišta.

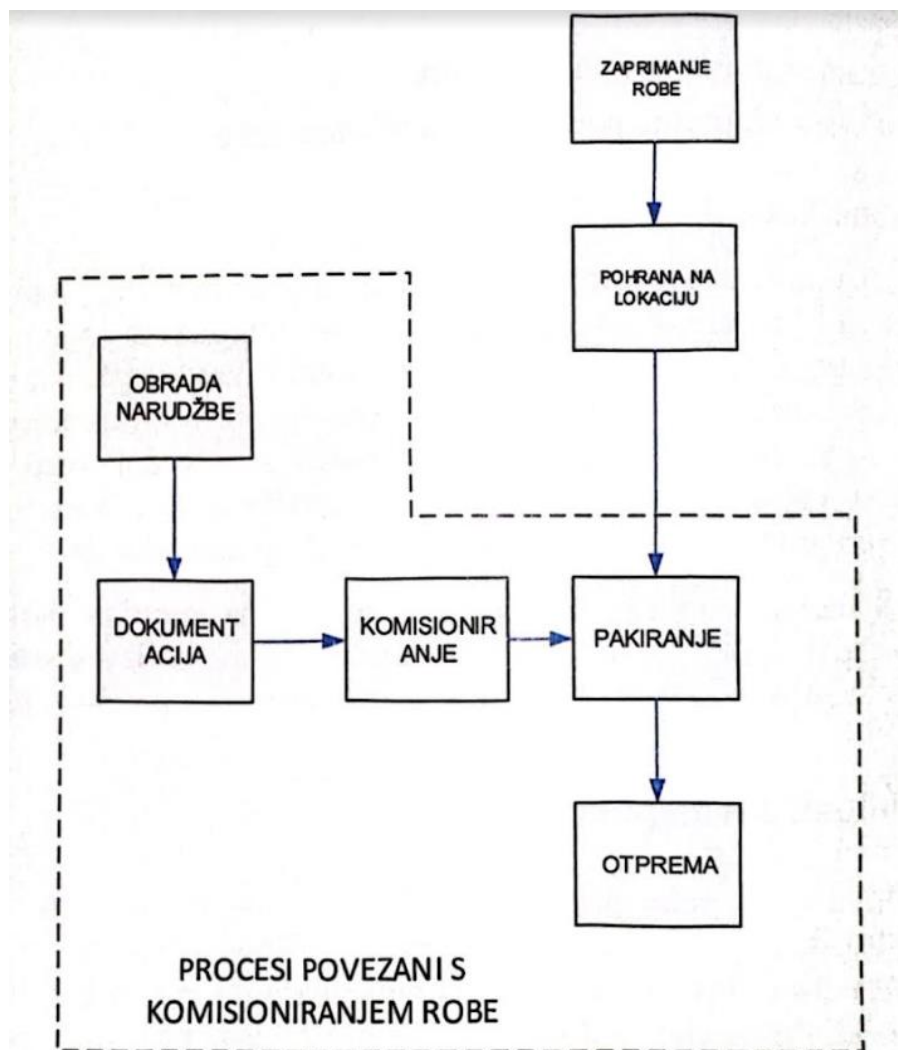
Proces komisioniranja (slika 14) se načelno odvija po sljedećem redoslijedu: prvo se narudžba zaprima te se obrađuje nakon čega se prilaže operativna dokumentacija, pri čemu se zaprimljena narudžba raspoređuje operaterima. Nakon što operater zaprimi narudžbu, npr. na skeneru, on iščitava potrebne mu podatke, a to su naziv proizvoda, lokacija i količina proizvoda navedena u narudžbi. Nakon tog komisioner odlazi do tražene lokacije, podiže proizvod te na pravilan način bilježi postupak u informatičkom sustavu, najčešće putem skenera. Proces komisioniranja čini 55% troškova skladišta i može se promatrati prema sljedećim elementima [12]:

- Unutrašnji transport u skladištu – 55 % vremena
- Pretraga – 15 % vremena
- Izuzimanje/vađenje (ako je potrebno) – 10 % vremena
- Dokumentiranje – 20 % vremena

Sama potrošnja vremena varira s obzirom na organizaciju skladišta, veličini skladišta te o vrstu robe, ali unutrašnji transport, koji se događa u navedenom procesu komisioniranja, ostaje najveći potrošač vremena.

Prema veličini pakiranja komisioniranje se dijeli na pet razina:

- komisioniranje paleta (prikupljanje kompletnih paleta),
- prikupljanje redova (prikupljanje pojedinih redova kartona na jednoj paleti),
- prikupljanje po kutijama,
- prikupljanje internih pakiranja (prikupljanje unutarnjeg pakiranja iz kartonske kutije)
- pojedinačno prikupljanje pojedinog artikla iz skladišta.



Slika 14 Tok robe u skladištu

Izvor: Rogić, K.: Upravljanje skladišnim sustavima, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2018., str. 53-63.

Neovisno i tipu i načinu komisioniranja bitno je da je sam posao komisioniranja efektivan, fleksibilan i da uspijeva zadovoljiti potražnju. Veliki problem se javlja za skladišta koja skladište sezonsku robu zbog povećane sezonalnosti u kojoj se javlja izrazito velika potražnja što zahtjeva optimizaciju sustava, uvođenje novih naprednijih tehnologija te zapošljavanjem dodatne radne snage.

Komisioniranje može biti izvedeno u 5 glavnih metoda, a to su: diskretno komisioniranje, zonsko komisioniranje, grupno komisioniranje, komisioniranje na mah, komisioniranje „roba ka čovjeku“, automatizirano komisioniranje.

4.3.6. Diskretno komisioniranje

U ovakvom tipu komisioniranja jedna osoba prikuplja artikle prema narudžbi. Narudžbe nisu raspoređene prema redosljedbu naručivanja, već se mogu odrađivati u bilo kojem dijelu dana. Ovakav tip komisioniranja je najčešći zbog svoje jednostavnosti. U većim i tehnološki naprednijim skladištima se najčešće koriste skeneri kojima se skeniraju barkodovi naljepnica koje sadrže sve bitne podatke jedne narudžbe.

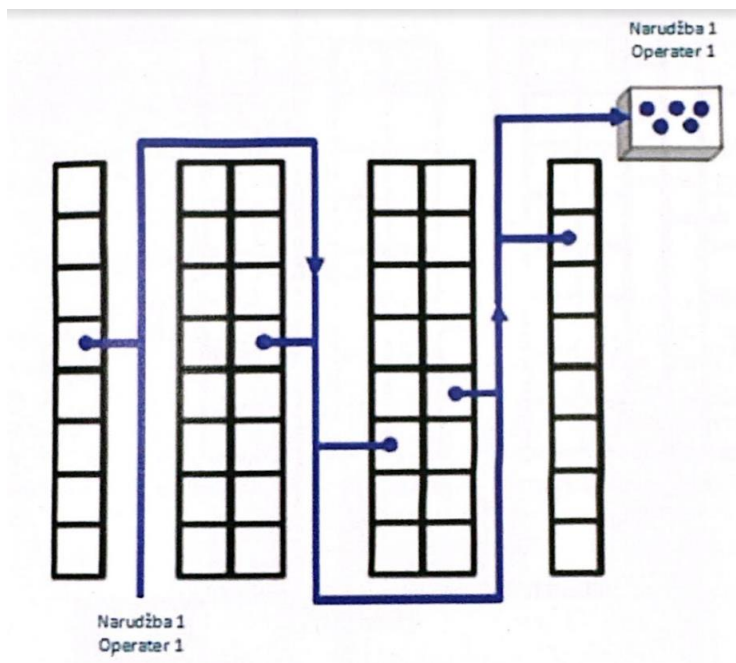
Prednosti kod diskretnog komisioniranja su slijedeće:

- Jednostavnost
- Smanjena mogućnost pogreške
- Brza reakcija prema korisniku

Nedostaci kod diskretnog komisioniranja su:

- Velika neproductivnost ovakvog načina komisioniranja zbog dugog vremenskog intervala ispunjavanja narudžbi

Najčešće komisioner zaprima cijelu narudžbu te zatim prikuplja artikle po cijeloj površini skladišnog prostora (slika 15). Ovakav način komisioniranja je najefektivniji u skladištima u kojima se komisionira roba u paletama ili kartonskim pakiranjima u većim količinama.



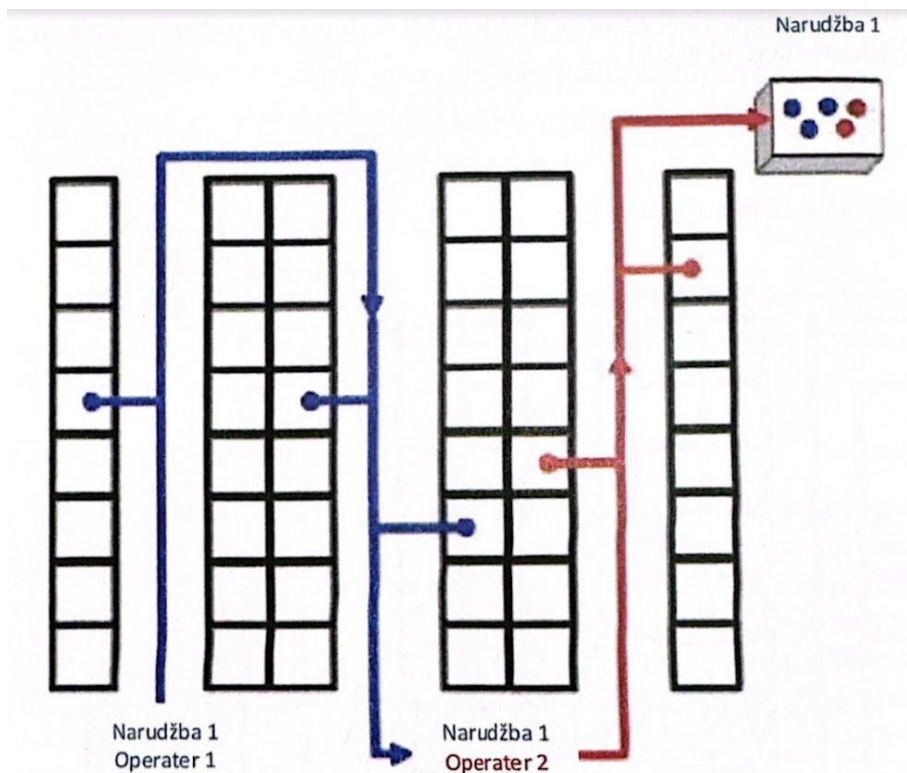
Slika 15 Diskretno komisioniranje jedne narudžbe

Izvor: Rogić, K.: Upravljanje skladišnim sustavima, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2018., str. 53-63.

4.3.7. Zonsko komisioniranje

Vrsta komisioniranja u kojoj je skladište podijeljeno na više zone u kojoj se nalaze skladišni radnici raspoređeni po određenim zonama. Osoba zadužena za pojedinu zonu prikuplja artikle u toj zoni te na kraju odlaže prikupljenu robu na mjestu za konsolidaciju. Ovakav tip komisioniranja prigodan je za manje proizvode, pojedinačno upakirane, npr. Konzum vrši uslugu online trgovine čije skladište upravo radi na principu zonskog komisioniranja. Bulk proizvodi imaju zasebnu zonu, dok su proizvodi srednjih dimenzija i onih malih dimenzija rastavljeni u još dvije zone. Na kraju se proizvodi prikupljaju u kutijama na mjestu konsolidacije prema zajedničkim brojevima na naljepnici sa brojem barkoda.

Postoje dvije varijante zonskog komisioniranja. Sekvencijalni način podrazumijeva prikupljanje artikla u jednoj zoni unutar nekog vremenskog intervala, a nakon toga istu narudžbu preuzima drugi operater koji prikuplja artikle u zoni za koju je zadužen. Simultano komisioniranje podrazumijeva prikupljanje artikala u više zona istovremeno.

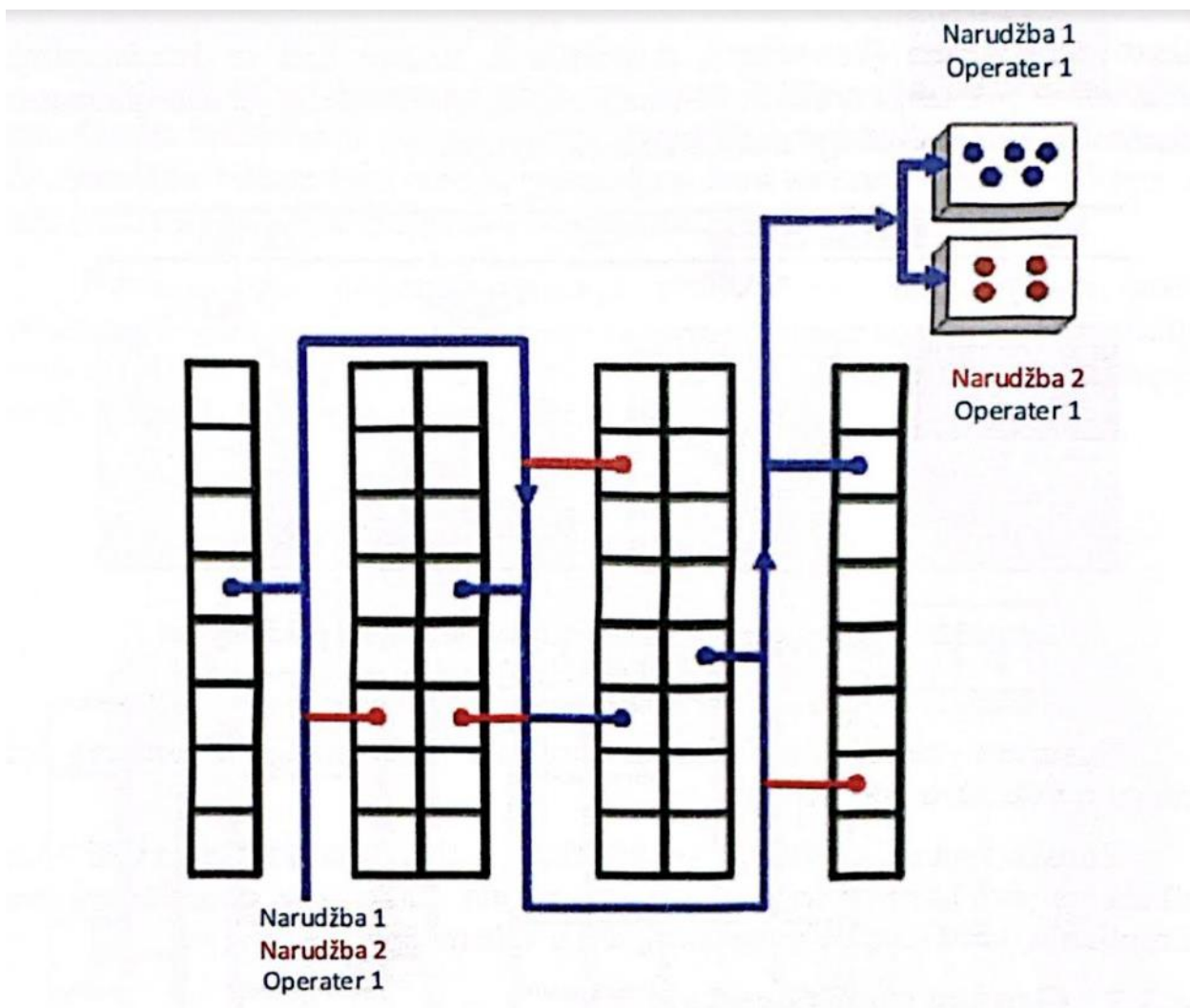


Slika 16 Sekvencijalno zonsko komisioniranje

Izvor: Rogić, K.: Upravljanje skladišnim sustavima, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2018., str. 53-63.

4.3.8. Grupno komisioniranje

Grupno komisioniranje, poznato i kao "batch picking", je metoda u skladištima gdje radnik prikuplja proizvode za više narudžbi odjednom, prikazano na slici 17. Umjesto da ide više puta do različitih proizvoda za svaku pojedinačnu narudžbu, radnik jednom prolazi kroz skladište i prikuplja sve potrebne proizvode za više narudžbi. Ova metoda značajno povećava efikasnost jer smanjuje broj puta koji radnik mora proći kroz skladište. Također, optimizacijom ruta prikupljanja smanjuje se vrijeme potrebno za izvršenje narudžbi. Nakon što su svi proizvodi prikupljeni, oni se sortiraju prema pojedinačnim narudžbama, bilo ručno ili pomoću automatiziranih sustava. Koncept grupnoga komisioniranja najučinkovitiji je za narudžbe nekoliko artikala u malim količinama. Povećan je rizik od pogrešaka pri sortiranju te točnosti pri kompletiranju narudžbe.



Slika 17 Grupno komisioniranje

Izvor: Rogić, K.: Upravljanje skladišnim sustavima, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2018., str. 53-63.

4.3.9. Komisioniranje na mah

Slično kao i diskretno komisioniranje, razlika je u tome što komisioner bira koje će narudžbe ispuniti u određenom vremenskom periodu. Također, narudžbe se mogu raspoređivati tako da se ispunjavaju u nekom određenom vremenu tijekom dana. Taj se način koristi zbog usklađivanja vremena komisioniranja i otpreme [12].

4.3.10. Sustavi komisioniranja „roba k čovjeku“

Sustav komisioniranja "roba k čovjeku" (engl. "goods-to-person") je metoda u kojoj se proizvodi automatski dostavljaju radnicima koji zatim izvršavaju komisioniranje narudžbi. Umjesto da radnici hodaju po skladištu i traže proizvode, sustav koristi tehnologiju kao što su automatski vođena vozila (AGV), transportne trake, robotske ruke ili vertikalni skladišni sustavi kako bi doveo proizvode direktno do skladišnih radnika, komisionera. Ovakav način komisioniranja ima određene prednosti u usporedbi sa drugim oblicima komisioniranja:

- Potreban manji udio ručnog rada, nema transportnih puteva
- Nije potrebno profiliranje (uski skladišni prolazi ili automatizirani sustavi za pohranu robe)
- Viši stupanj iskoristivosti skladišnog prostora
- Viša razina sigurnosti robe
- Ergonomski oblikovane radne stanice
- Brzina u selekciji narudžba (500-1000 operacija po operateru po satu)
- Točnost
- Autonomija radnih stanica
- Visok stupanj iskoristivosti radnih stanica

4.3.11. Automatizirani sustav za komisioniranje

Postoji nekoliko izvedbi automatiziranih skladišnih postrojenja ovisno o stupnju automatizacije, tako se najčešće upotrebljavaju sljedeći sustavi:

- Robotizirani sustavi – sustav za automatsko odlaganje i komisioniranje
- Konvejeri/sorteri – pomoćna sredstva u procesu komisioniranja manjih pakiranja ili pojedinačnih parkiranja
- Karuseli – automatizirani sustavi za komisioniranje koji rade po principu „roba k čovjeku“

5. Prikaz postojećeg stanja skladišnih procesa tvrtke Chromos Agro

Chromos Agro d.o.o. je gotovo već 75 godina najveći domaći proizvođač i lider u proizvodnji i prometu sredstava za zaštitu bilja. Naši godišnji proizvodni kapaciteti iznose oko 25 tisuća tona različitih proizvoda [16].

Chromos Agro trenutno proizvodi (bazno i licencno) oko 70 djelatnih tvari u najmanje 7 različitih formulacija, iz čega proističe paleta od prosječno 80 različitih proizvoda od toga 25 herbicida, 32 fungicida, 20 zoocida, te 3 ostala proizvoda. Svi proizvodi udovoljavaju visokim međunarodnim standardima kakvoće i zaštite okoliša što potvrđuje i uska suradnja Chromos Agra i najvećih kemijskih industrija (BASF, Dow Agro Sciences, Cinkarna, Govan, Sharda, Arysta LifeScience...)[16].

Osnovna djelatnost Chromos Agra je proizvodnja i distribucija sredstava za zaštitu bilja – pesticida (insekticidi, fungicidi, herbicidi, te ostala sredstva za zaštitu bilja). Veliki asortiman proizvoda izvozi se u zemlje Europske Unije, Bosnu i Hercegovinu, Makedoniju i Srbiju. U tržišnom djelu Chromos Agro pokriva 50% hrvatskog tržišta [16].

Chromos Agro provodi rigoroznu politiku prodaje sredstava za zaštitu bilja sa težištem na što kvalitetniju i sigurniju naplatu roba. Usprkos tome Chromos Agro posluje s dobiti uz zadovoljavajuću profitabilnost, što ukazuje na kvalitetnije upravljanje troškovima i veću učinkovitost kompanije.

5.1. Organizacija skladišnih objekata

Tvrtka Chromos Agro pridaje iznimnu važnost sigurnosti i očuvanju okoliša. Kako bi osigurali visok standard u svakom segmentu poslovanja, posebnu pažnju posvećuju skladištenju svojih proizvoda i sirovina [16].

Chromos Agro posjeduje nekoliko specijaliziranih skladišta, svako namijenjeno za određeni tip materijala. Ulazna roba se skladišti u posebno prilagođenim skladištima gdje se vrši stroga kontrola kvalitete i sigurnosti. Ovdje se primaju sve sirovine potrebne za proizvodnju, te se provjerava njihova usklađenost s visokim standardima tvrtke.

Najrizičnije skladište, koje zahtijeva najviše sigurnosnih mjera, je skladište za sirovine koje su izrazito opasne za okoliš. Ove sirovine se skladište pod strogo kontroliranim uvjetima, uz primjenu naprednih tehnologija za sprječavanje bilo kakvog mogućeg onečišćenja. Svi zaposlenici koji rade u ovom skladištu su posebno obučeni za rukovanje opasnim materijalima, čime se osigurava maksimalna sigurnost za ljude i okoliš.

Na kraju proizvodnog procesa, gotovi proizvodi se skladište u zasebnom skladištu namijenjenom za robu koja izlazi iz tvrtke. Ovo skladište je dizajnirano tako da omogući brzu i

efikasnu distribuciju proizvoda kupcima, uz istovremeno poštivanje svih sigurnosnih i ekoloških standarda.

Cijeli proces skladištenja u Chromos Agro je detaljno planiran i usklađen s najvišim međunarodnim standardima. Tvrtka kontinuirano ulaže u modernizaciju svojih skladišta i edukaciju zaposlenika, čime potvrđuje svoju posvećenost zaštiti okoliša i sigurnosti svojih proizvoda.

Skladišni prostori podijeljeni su prema funkciji i vrsti robe koje skladište. Tako se u krugu tvornice, prema slici 18, nalaze slijedeći skladišni objekti:

- A. Skladište gotove robe – praškasta i granulirane robe
- B. Skladište sirovine – praškasta i granulirana sirovina
- C. Skladište gotove robe – tekući proizvodi
- D. Skladište gotove robe – zapaljivi tekući proizvodi
- E. Skladište sirovina – zapaljive sirovine
- F. Skladište ambalaže



Slika 18 Chromos Agro prikaz sa Google Maps-a
Izvor: <https://www.google.com/maps>

5.2. Skladišni procesi

Tvrtka Chromos Agro pridaje veliku važnost optimizaciji skladišnih procesa kako bi osigurala efikasnost, sigurnost i usklađenost s ekološkim standardima. Skladišni procesi pažljivo su planirani i organizirani kako bi svaki segment, od prijema sirovina do isporuke gotovih proizvoda, bio maksimalno učinkovit i siguran. Ova detaljno razrađena strategija skladištenja omogućuje tvrtki održavanje visokih standarda kvalitete te zaštitu okoliša i zaposlenika.

Njihovi skladišni prostori su specijalizirani za različite vrste materijala, čime se osigurava optimalno rukovanje i čuvanje svakog proizvoda i sirovine. Svaki korak u skladišnom procesu podržan je naprednim tehnologijama i strogo kontroliranim procedurama, što omogućuje Chromos Agro da zadovolji najviše međunarodne standarde i ispuni očekivanja svojih kupaca.

5.2.1. Prijem robe

Proces prijema robe u skladištima tvrtke Chromos Agro pažljivo je organiziran kako bi se osigurala kvaliteta i sigurnost svih materijala. Prijem robe započinje najavom službe nabave odgovornoj osobi, voditelju skladišne transportne službe sa informacijom i podacima o nazivu, vrsti i količini robe te se dostavlja certifikat o istoj i sigurnosno tehnički list ukoliko se radi o opasnoj robi. Voditelj skladišne službe (u daljnjem tekstu „voditelj STS“) proučava STL (sigurnosno tehnički list) te odlučuje o mjestu skladištenja predmetne isporuke, informira skladištara zaduženog za predmetnu vrstu robe o dolasku iste i lokaciji istovara. Dolaskom robe skladištar vrši istovar te izvršava kontrolu isporuke sukladno obrascu. Ukoliko je roba sukladna sa podacima navedenim u obrascu ista se skladišti na predviđeno mjesto i dodjeljuje joj se kontrolni broj (slika 19). Ukoliko roba nije sukladna, ona se privremeno skladišti na za to predviđeno mjesto do trenutka rješavanja nesukladnosti (oštećena roba, neispravan certifikat...). Proces zaprimanja robe završava informiranjem osoba navedenim u obrascu te unosom podataka u informatički sustav.



Slika 19 Kontrolni broj

5.2.2. Pohrana robe u skladište

Proces skladištenja robe u tvrtki Chromos Agro organiziran je kako bi se osigurala sigurnost, kvaliteta i efikasnost čuvanja materijala. Nakon prijema i inspekcije, materijali se klasificiraju prema vrsti i namjeni. Ova klasifikacija je ključna za pravilno skladištenje jer omogućuje identifikaciju specifičnih zahtjeva za svaku vrstu materijala. Svaka serija materijala dobiva jedinstvenu identifikacijsku oznaku koja uključuje podatke kao što su vrsta materijala, datum prijema i rezultati laboratorijskih testova. Ove oznake omogućuju jednostavno praćenje i kontrolu materijala tijekom skladištenja.

Ulazna roba se skladišti u posebno prilagođenim prostorima gdje su osigurani optimalni uvjeti za čuvanje. Roba koja dolazi u Chromos Agro istovara se u skladištu B prema slici 18 te se odvaja gotova roba od sirovine. Gotovi proizvodi skladište se u skladišta gotovih proizvoda, prema slici 18 to su skladišta A, C i D. Sirovine se skladište u skladištima B i F. Ovi prostori su dizajnirani kako bi se spriječilo bilo kakvo oštećenje ili kontaminacija materijala. Proizvodi su organizirani na način koji omogućuje lako preuzimanje i daljnju obradu.

Na slici 20 prikazan je ulaz u skladište sa obaveznim znakovima opasnosti i upozorenja koja se moraju poštovati prilikom rada u istom skladištu



Slika 20 Ulaz u skladište B

Također, vrata samog skladišta moraju biti obilježena s odgovarajućim oznakama opasnosti, takozvane piktograme opasnosti koji daju informaciju o točnim opasnostima koje se nalaze unutar skladišta. Na slici 21 vidljivo je kako se pravilno označava skladišni objekt: navedena je odgovorna osoba skladišta, vrsta skladišta te opasnosti koje su moguće u skladištu. U ovom slučaju opasnosti po redu, s lijeva na desno, su slijedeće: nagrizajuće za kožu, nadražujuće, kancerogenost, opasnost za vodeni okoliš.



Slika 21 Označavanje skladišnog objekta

Unutar skladišta, slika 22, nalazi se vaga kojoj se mjeri masa robe, regalni viličar te ormarić u kojem se nalaze zaštitna oprema za radnike: kuta, zaštitna maska sa filterima, gumene rukavice. Nakon završenog vaganja roba se sortira na temelju fizičkih karakteristika sirovina, tako će granulirana i praškasta sirovina biti skladištena unutar skladišta B, prikazano na slici 23, te se pritom obraća pozornost na kemijske sastave i opasnosti robe jer se prilikom skladištenja određeni tipovi sirovina moraju skladištiti na različitim lokacijama jer bi u suprotnom došlo do kemijske reakcije između njih. Na slici 24 prikazano je koje sirovine prema piktogramu opasnosti se mogu skladištiti zajedno, a koje odvojeno.



Slika 22 Oprema unutar skladišta B



Slika 23 Skladište granuliranih sirovina

	+	-	-	-	-	-	-	-	+
	-	+	-	-	○	-	-	+	+
	-	-	+	-	○	-	○	○	+
	-	-	-	+	-	-	-	-	+
	-	○	○	-	+	-	-	+	+
	-	-	-	-	-	+	-	+	+
	-	-	○	-	-	-	+	+	+
	-	+	○	-	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ kompatibilne tvari - mogu se skladištiti zajedno
 - nekompatibilne tvari - ne mogu se skladištiti zajedno
 ○ nije preporučljivo da se skladište zajedno

Slika 24 Kompatibilnost sirovina prema piktogramu opasnosti

Opasne sirovine skladište se u strogo kontroliranim uvjetima. Ova skladišta koriste napredne tehnologije za regulaciju temperature, vlage i ventilacije kako bi se spriječilo onečišćenje i osiguralo sigurno čuvanje. Zaposlenici koji rade u ovim skladištima su posebno obučeni za rukovanje opasnim materijalima. Način skladištenja opasne zapaljive sirovine i gotovog proizvoda (skladište D i E) prikazano je na slici 25. Na temelju iste slike vidljivo je da su obje strane skladišta zatvorene sa žičanom ogradom koja ima dovoljno otvora da bi zrak nesmetano strujao kroz skladište, što je vrlo bitna stavka prilikom skladištenja zapaljivih iz nekoliko razloga:

- Bolja ventilacija – protok zraka kroz skladište sprječava nakupljanje zapaljivih para čime se sprječava nastanak požara

- Smanjenje eksplozivnog potencijala – otvorene strane pomažu u smanjenju pritiska unutar skladišta u slučaju eksplozije. Ako dođe do eksplozije, otvoreni prostori omogućuju da udarni val i plamenovi imaju put za izlazak, čime se smanjuje šteta na strukturi skladišta i oprema koja se nalazi unutar.
- Hitna evakuacija – u slučaju nastanka požara, osoblje koje se zatekne u skladištu na sigurniji i brži način može napustiti skladišni objekt



Slika 25 Skladište zapaljivih sirovina i gotovih proizvoda

Ovakvo skladište zahtjeva brojne sigurnosne sustave kao što su vatrodajava, sprinkler sustav, vatrogasni aparati. Na ulazu u skladište mora biti jasno označeno koje opasnosti su prisutne u skladištu te koja je zaštitna oprema potrebna za rad u samom skladištu, također kao i u ostalim skladištima navedene su odgovorne osobe za skladište te je navedeno o kojoj vrsti skladišta je riječ. Roba koja se skladišti unutar ovog skladišta nalazi se u limenim bačvama i spremnicima za tekućinu od visokokvalitetne plastike, svaki proizvod mora biti označen naljepnicom koja je vidljiva u svakom trenutku na naljepnici navedeno o kojoj je tvari riječ, kontrolni broj te je prikazan piktogram opasnosti (slika 26). Podloga skladišta je izvedena na način da sa svake strane izlaza ima blago nakošen pod prema sredini skladišta kako bi se spriječilo bilo kakvo curenje tekućine van skladišta, a sam pod mora biti izveden tako da se spriječi prodiranje tekućine u zemlju i dalje u podvodne vode.



Slika 26 Zapaljiva tekućina u plastičnim spremnicima

Gotovi proizvodi skladište se u zasebnim skladištima namijenjenim za izlaznu robu. Ova skladišta su dizajnirana kako bi omogućila brzu i efikasnu distribuciju proizvoda kupcima, uz poštivanje svih sigurnosnih i ekoloških standarda. U skladištu C nalazi se gotova roba u tekućem stanju koja je skladištena na paletama u regalima prikazano na slici 27. Kao i kod drugih skladišta svaki proizvod mora biti označen pratećim kontrolnim brojem te se na temelju kompatibilnosti prema piktogramu opasnosti proizvodi skladište na predviđene sigurnosne lokacije. Skladište C koristi regale na četiri razine, svaka razina ima po šest paletnih mjesta, svako paletno mjesto, odnosno horizontalno mjesto ima nosivost od 1000 [kg] što je vidljivo na slici 28. Paletna mjesta nemaju svoju lokaciju.



Slika 27 Gotovi proizvodi u skladištu C



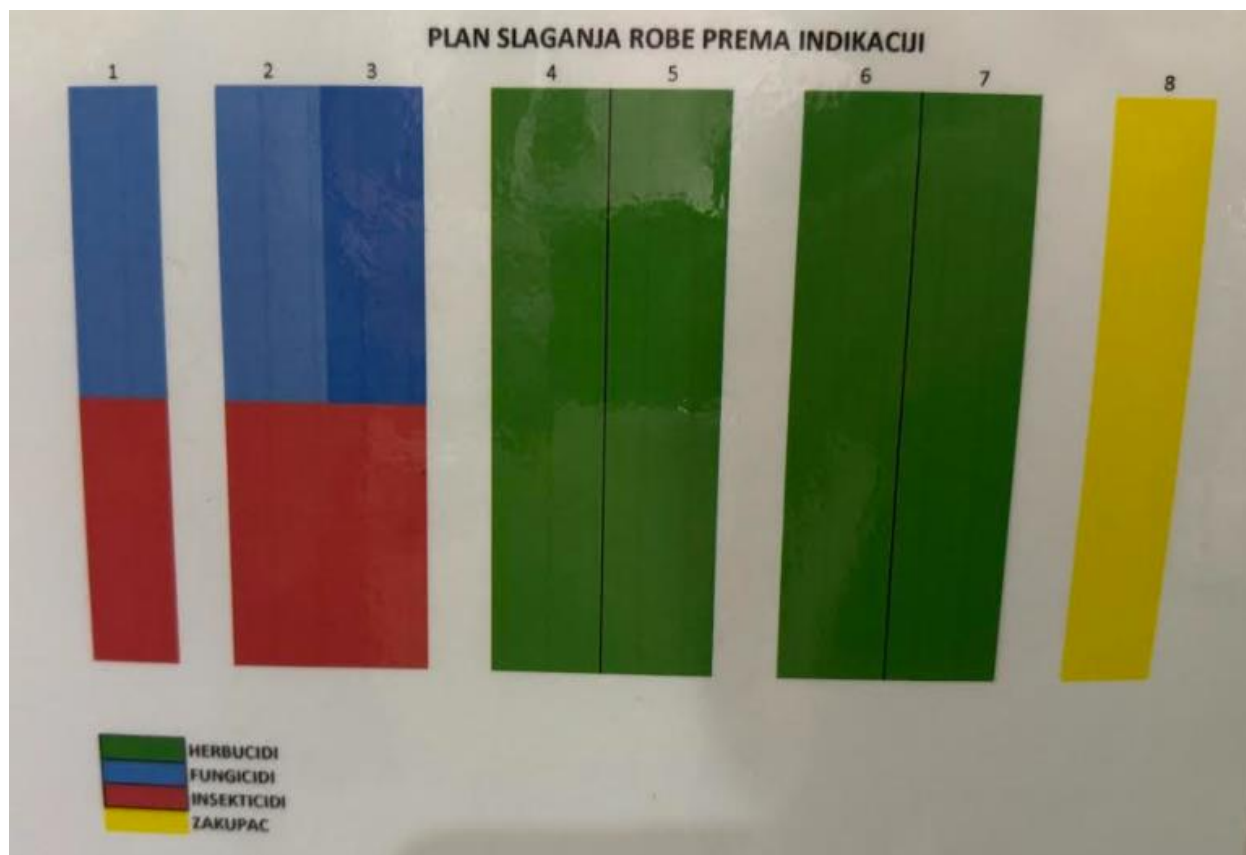
Slika 28 Opisna pločica paletnog regala

Svi skladišni prostori redovito se pregledavaju i održavaju kako bi se osiguralo da su uvjeti skladištenja uvijek optimalni. Kontinuirana kontrola i održavanje uključuju provjere temperature, vlažnosti i drugih relevantnih parametara.

Kroz ovako organiziran proces skladištenja, tvrtka Chromos Agro osigurava da svi materijali i proizvodi budu čuvani na siguran i učinkovit način, što omogućuje održavanje visokih standarda kvalitete i sigurnosti.

5.2.3. Komisioniranje robe

Komisioniranje robe unutar tvrtke Chromos Agro zasniva se na poznavanju rasporeda slaganja robe u skladištu od strane zaposlenika tog skladišta. Roba najčešće nema određenu lokaciju, već se stavlja na prvo slobodno mjesto poštivajući kompatibilnost sa piktogramima opasnosti. U skladištu gotove robe artikli imaju određene zone prema indikaciji gdje se skladište kao što je prikazano na slici 29.



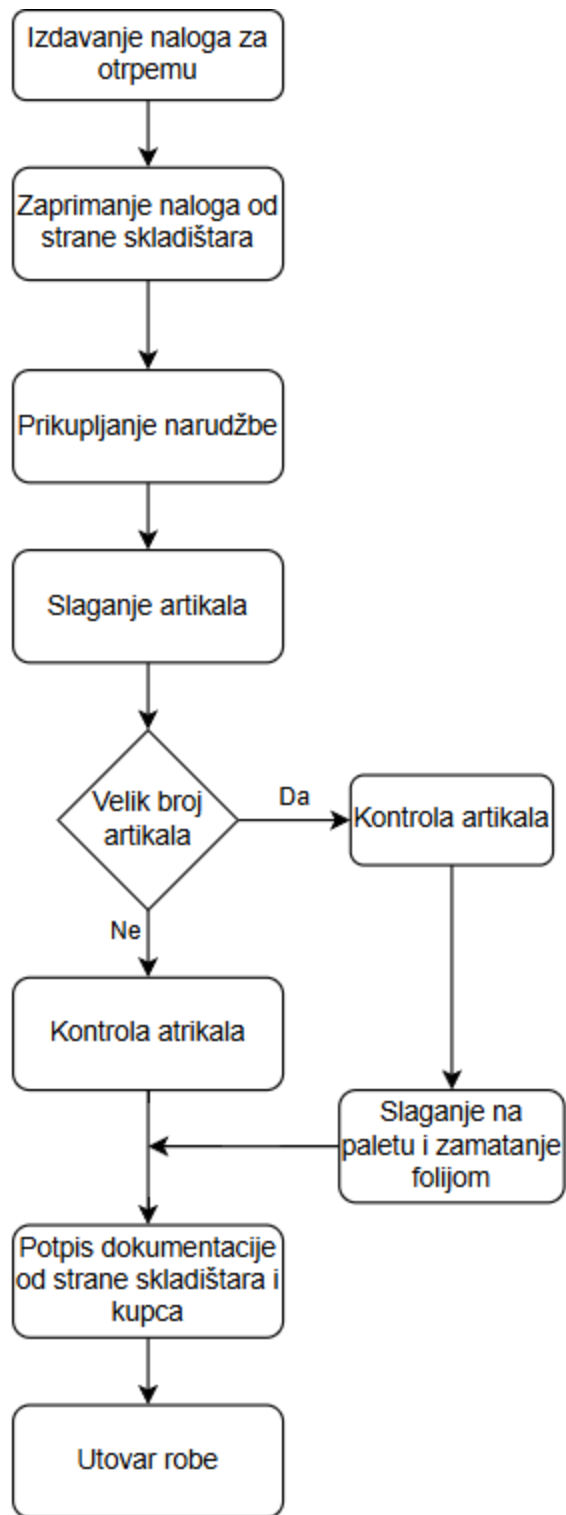
Slika 29 Slaganje robe prema indikaciji

Proces komisioniranja započinje kada služba prodaje izdaje nalog za otpremu. Nalog za otpremu sadrži redni broj, datum, ime kupca, ime osobe ili registracijske oznake vozila koji preuzima robu, naziv proizvoda i količinu (najčešće je riječ o litrama). U procesu komisioniranja

jedan skladištar obavlja jedan nalog. Skladištar preuzima nalog. Primitkom naloga za otpremu počinje proces komisioniranja (slika 30), skladištar koristi svoje iskustvo i znanje o rasporedu skladišta kako bi se prisjetio gdje se svaki artikl nalazi. Ova metoda zahtijeva dobro poznavanje skladišta, uključujući točne lokacije proizvoda i eventualne promjene u rasporedu. S narudžbom u ruci, skladištar kreće kroz skladište prema unaprijed poznatom putu. Skladištar fizički ide do svake lokacije gdje se traženi artikli nalaze. S obzirom na to da se proces oslanja na pamćenje, skladištar mora biti siguran u svoje znanje kako bi izbjegao greške. Prilikom dolaska na svaku lokaciju, skladištar prikuplja odgovarajuće artikle i provjerava količine prema narudžbi. Skladištari u skladištu preuzimaju robu i slažu na paletu prema indikaciji proizvoda (herbicidi razdvojeni od insekticida, fungicida i biocida). Ukoliko je riječ o više proizvoda oni se stavljaju na paletu i omataju sa folijom. Nakon što je roba prikupljena voditelj skladišta pregledava je li sve u skladu sa nalogom za otpremu te po završetku daje svoj potpis. Kupac dolazi po svoju robu, kontrolira robu i potpisuje nalog. Kupac je dužan predati svoje podatke: ime i prezime, broj osobne iskaznice, mjesto izdavanja osobne iskaznice i podatke o registarskim oznakama vozila kojim se transportira navedena roba. Proces komisioniranja u prosjeku traje 10 minuta, ovisno o broju artikala u narudžbi, dok broj naloga po satu u prosjeku iznosi tri. Razina točnosti komisioniranja u skladištima Chromo Agro-a kreće se od 90-95%. U procesu komisioniranja moguće su ljudske greške u kojima komisioner odabire krivi artikl zbog distrakcije, izrazito u situacijama kada je velik broj artikala u narudžbi, prilikom čega dolazi do povećanog mentalnog napora i trošenja energije komisionera. Rezultat toga može biti duže vrijeme komisioniranja i odabir krivih artikala. Usko grlo u procesu komisioniranja je upravo vrijeme komisioniranje zbog ne postojanja sustava WMS-a (eng. Warehouse Management System) i korištenja skenera.

Značajke procesa komisioniranja:

- Broj operatera: 6 operatera u skladištima gotovih proizvoda
- Broj naloga po satu: u prosjeku se obave 3 naloga po satu
- Trajanje procesa komisioniranja: u prosjeku proces komisioniranja traje 10 minuta (ovisi o veličini narudžbe)
- Razina točnosti: u prosjeku iznosi od 90% - 95%
- Uska grla: vrijeme komisioniranja, slaganje i omotavanje robe folijom
- Uzroci pogreške u komisioniranju: ljudska greška koja rezultira krivim odabirom artikala



Slika 30 Proces komisioniranja

5.3. Prijedlog optimizacije skladišta i skladišnih procesa

Trenutno se u skladištima koriste skladišni regali bez označenih paletnih mjesta ili lokacija. Proces komisioniranja zasniva se na pamćenju skladištara, koji ručno pretražuju i prikupljaju potrebne kemikalije na temelju svog iskustva i znanja o rasporedu skladišta. Iako ovaj pristup može funkcionirati u manjim skladištima ili s iskusnim osobljem, nedostatak sustava za praćenje može dovesti do neefikasnosti, pogrešaka i povećanog rizika za sigurnost, izrazito prilikom zapošljavanja novog radnika bez prethodno upoznatog razmještaja u skladištima.

Uvođenje označavanja lokacija paletnih mjesta i implementacija WMS sustava zajedno sa skenerima u skladište koje trenutno nema te sustave zahtijeva detaljan pristup i dobro planiranje. Proces započinje analizom trenutnog stanja skladišta, uključujući pregled rasporeda skladišta, identifikaciju postojećih paletnih pozicija i analizu trenutnog procesa komisioniranja i skladištenja. Na temelju toga, odabire se logički sustav označavanja paletnih mjesta koji bi trebao biti jednostavan za razumijevanje i primjenjiva na sve skladišne objekte u tvornici Chromos Agro. U praksi se najčešće primjenjuje kombinacija brojeva i slova za označavanje paletnih lokacija. Kreiraju se i ispisuju naljepnice za sve paletne pozicije koristeći jedinstvene identifikatore prema planiranom sustavu označavanja. Naljepnice se postavljaju na sve odgovarajuće lokacije u skladištu, osiguravajući da su jasno vidljive i otporne na habanje i kemikalije.

Zatim se bira odgovarajući WMS softver koji može zadovoljiti specifične potrebe skladišta opasnih kemikalija. WMS softver se postavlja na serverima ili se odabire rješenje pohrane u „oblake“. Ključna je integracija s postojećim ERP sustavom, ako je potrebno. Unose se svi podaci o zalihama, uključujući trenutne zalihe i nove identifikacijske oznake paletnih mjesta u WMS sustav [17].

Ključni čimbenici prilikom odabira WMS-a su [12]:

- Fleksibilnost
- Pouzdanost
- Jednostavnost korištenja
- Vidljivost u realnom vremenu
- Upis dodatnih podataka o artiklu
- Odabira metode vođenja zaliha
- Podnošenje izvještaja
- Cost-benefit analiza

Sljedeći korak je nabava skenera koji su kompatibilni sa WMS sustavom. Skeneri se zatim moraju postaviti na način da komuniciraju sa WMS sustavom, uključujući postavljanje softvera na skenerima i povezivanje na bežičnu mrežu koja se koristi unutar samog skladišta. Zaposlenici prolaze tehničku obuku o korištenju WMS-a i skenera, uključujući unos podataka, komisioniranje i rukovanje opasnim materijalima. Sigurnosni protokoli se ažuriraju u skladu s novim tehnologijama, a zaposlenici se educiraju kako sigurno koristiti novu opremu [17].

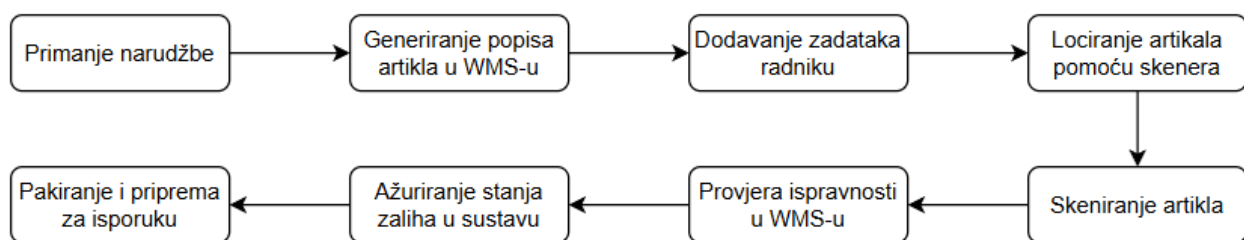
Uvođenje WMS sustava i skenera u komisioniranje donosi brojne koristi. Povećava se točnost, smanjuju se ljudske pogreške i reklamacije, a obuka novih radnika postaje brža i jednostavnija. Produktivnost se povećava zahvaljujući automatskom prepoznavanju artikala, a optimalno raspoređivanje smanjuje vrijeme pronalaženja robe. Praćenje zaliha u stvarnom vremenu poboljšava planiranje nabave, a menadžeri mogu brže identificirati i riješiti probleme. Smanjuju se operativni troškovi, a precizno praćenje opasnih kemikalija povećava sigurnost skladišta. Brže i točnije ispunjavanje narudžbi povećava zadovoljstvo kupaca, dok automatizacija oslobađa vrijeme za složenije zadatke. WMS sustav i skeneri značajno unapređuju skladišne operacije, povećavajući efikasnost i smanjujući pogreške [18]. Nedostaci uključuju visoke početne troškove za nabavu i instalaciju WMS-a i skenera te troškove obuke zaposlenika, kompleksnost implementacije i prilagodbe postojećih procesa novim tehnologijama.

Ljudske pogreške mogu imati ozbiljne posljedice za poduzeća. Greške u ručnom unosu podataka o primitku dokumenata, brojanju artikala mogu rezultirati netočnostima. Nadalje, postoji rizik od gubitka predmeta. Takve pogreške mogu imati niz negativnih učinaka na tvrtke, uključujući oštećenje ugleda i gubitak prodaje. S druge strane, korištenje sustava WMS-a i pratećeg sustava skenera ima za rezultat povećanja točnosti komisioniranja iznad 95%. Implementacija ovih sustava skladištu omogućuje potpuno izbjegavanje jednostavnih pogrešaka, što može rezultirati uštedom novca, vremena i energije. U skladištu bez skenera i WMS sustava, zaposlenici se često kreću nasumičnim putem kako bi pristupili zalihama što može rezultirati povećanim vremenom komisioniranja. Međutim, uz korištenje skenera, zaposlenici mogu brzo preuzimati artikle po logičnom redoslijedu pri čemu se optimizira kretanje zaposlenika kako ne bi nastala nepotrebna šetanja, čime se štedi vrijeme i smanjuje opterećenje [19].

5.3.1. Proces komisioniranja – prijedlog unapređenja

Proces komisioniranja sa skenerom započinje primanjem narudžbe koju šalje služba prodaje, koja se unosi u WMS (Warehouse Management System). Sustav automatski generira popis artikala koji trebaju biti komisionirani i dodjeljuje zadatke skladišnim radnicima putem mobilnih uređaja ili skenera. Radnici potom koriste skenere za lociranje i prepoznavanje artikala u skladištu. Skeneri očitavaju barkodove na policama ili proizvodima, čime se osigurava točna identifikacija traženih artikala. WMS sustav vodi radnike kroz optimalni put kretanja po skladištu, čime se minimizira vrijeme potrebno za prikupljanje svih naručenih artikala. Nakon pronalaska

svakog artikla, radnik skenira njegov barkoda kako bi potvrdio ispravnost odabira. Sustav odmah provjerava usklađenost skeniranog artikla s narudžbom, smanjujući mogućnost pogreške. Ako artikl nije ispravan, WMS sustav odmah signalizira grešku i pruža dodatne upute. Nakon što su svi artikli prikupljeni i skenirani, radnik vraća skener u bazu podataka. WMS sustav automatski ažurira stanje zaliha i generira dokumente potrebne za daljnju obradu narudžbe, kao što su računi ili dostavne liste. Prikupljeni artikli zatim se pakiraju i pripremaju za isporuku, s priloženim dokumentima koji osiguravaju točnost isporuke. Cijeli proces je nadgledan i kontroliran putem WMS sustava, koji omogućuje praćenje učinkovitosti i točnosti komisioniranja, te pruža vrijedne podatke za daljnje analize i poboljšanja operativnih procesa. Proces komisioniranja je prikazan na slici 31.



Slika 31 Proces komisioniranja korištenjem skladišnog skenera

Korištenjem skenera u procesu komisioniranja može se značajno ubrzati rad, povećati broj obrađenih naloga te smanjiti ljudska greška. Implementacijom skenera, proces komisioniranja može biti brži za 25% do 50% u usporedbi s tradicionalnim metodama koje se oslanjaju na papir. Time bi proces komisioniranja u tvrtki Chromos Agro za prosječnu narudžbu u prosjeku trajao oko 5 minuta. Ovaj značajan porast u brzini omogućuje radnicima da obave više naloga u istom vremenskom razdoblju. Uz to, točnost komisioniranja se povećava jer skeneri osiguravaju da su odabrani pravi artikli, čime se minimizira rizik od ljudskih pogrešaka, do 67%, koje su česte kod ručnog unosa podataka. U konačnici, skeneri doprinose efikasnijem i pouzdanijem poslovanju, što dovodi do boljeg zadovoljstva kupaca i optimiziranog upravljanja zalihama [20].

Značajke procesa komisioniranja nakon uvođenja WMS sustava:

- Broj operatera: 4 operatera u skladištima gotovih proizvoda
- Broj naloga po satu: povećanje broja obrađenih naloga, prosječno 6 naloga po satu
- Trajanje procesa komisioniranja: u prosjeku proces komisioniranja traje 5 minuta (ovisi o veličini narudžbe)
- Razina točnosti: u prosjeku iznosi oko 99%
- Uska grla: slaganje i omotavanje robe folijom
- Uzroci pogreške u komisioniranju: Odabran traženi artikl, ali netočna količina

5.3.2. Troškovi ulaganja u WMS sustav

Trošak ulaganja u sustav za upravljanje skladištem (WMS) može značajno varirati ovisno o veličini skladišta, složenosti operacija i specifičnim potrebama. U nastavku se nalaze neke opće informacije o uvođenju WMS sustava [21]:

- **Početni troškovi softvera:** Početni trošak za WMS softver može se kretati od 2000 do 470 000 eura ili više, ovisno o tome radi li se o lokalnom rješenju, veličini poduzeća ili o cloud sustavu. Cloud sustavi obično imaju niže početne troškove, ali zahtijevaju kontinuirane pretplate. Tvrtka Chromos Agro ne zahtjeva naprednije verzije WMS sustava te bi cijena za implementaciju trajne licence iznosila od 2000 do 10000 eura, dok bi Cloud sustava iznosio oko 100 eura mjesečno po korisniku, odnosno 600 eura za svih 6 komisionera koji su zaposleni u tvrtki.
- **Troškovi hardvera:** Implementacija skenera bar koda i ostale potrebne opreme (npr. ručnih uređaja, pisača bar koda) može dodati još 5000 do 50000 eura ukupnom trošku. Svaki skener bar koda može koštati minimalno 1000 eura, ovisno o funkcionalnosti.
- **Implementacija i integracija:** Trošak za postavljanje sustava i integraciju s postojećim softverom može se kretati 2000 eura do 10000 eura. To uključuje prilagodbu, konfiguraciju i migraciju podataka. Tvrtka Chromos Agro bi sa srednjom klasom WMS-a obavljala sve poslovne zadatke, a cijena srednje klase u prosjeku iznosi 5000 eura. Cijene implementacije za Cloud verzije iznose od 1000 do 7000 eura.
- **Održavanje i nadogradnje:** Godišnji troškovi održavanja i nadogradnji mogu se kretati od 10% do 20% početnog troška softvera. Ovo osigurava da sustav ostane aktualan s najnovijim značajkama i sigurnosnim ažuriranjima.

Tvrtka Chromos Agro bi pri kupnji WMS sustava trebala izdvojiti minimalno 2.000 eura po objektu. Za tri objekta gotovih proizvoda, to iznosi približno 6.000 eura. Osim početnih troškova za softver, za implementaciju sustava srednje klase potrebno je izdvojiti dodatnih 5.000 eura. Ukupni trošak za kupnju i implementaciju sustava iznosi 11.000 eura.

Dodatni troškovi uključuju edukaciju zaposlenika, koja minimalno iznosi 2.000 eura za online edukaciju. Također, potrebno je nabaviti skenere bar koda. U većini skladišta koriste se Zebra skeneri, a od kojih se često koristi Zebra MC3300x kojem je prodajna cijena 1.335,35 eura po jedinici [22] (Slika 32). S obzirom na to da tvrtka ima šest komisionera, potrebna je izdvojiti gotovo 8.000 eura za nabavu skenera.

Sumiranjem svih navedenih troškova dolazimo do završne cijene od približno 21.000 eura, koliko je potrebno uložiti u kompletnu implementaciju WMS sustava u tvrtki Chromos Agro. Ova investicija uključuje troškove za softver, hardver, implementaciju, edukaciju zaposlenika te nabavu potrebne opreme, osiguravajući time značajno povećanje učinkovitosti, točnosti i produktivnosti operacija u skladištu.



Slika 32 Zebra MC3300x

Izvor: <https://www.posdata.eu/product/2324/zebra-mc3300x-handheld-se4770-1d-2d-sr-47-key-android-10.html>

Implementacijom WMS sustava, tvrtka Chromos Agro bi imala višestruke koristi koje bi dugoročno poboljšale poslovanje i operativnu učinkovitost. Neke od ključnih prednosti su:

- Povećanje točnosti inventara – WMS sustavi značajno smanjuju pogreške u vođenju inventara kroz automatsko praćenje zaliha. Preciznije upravljanje inventarom smanjuje rizik od prekomjernih zaliha ili nedostatka proizvoda, što optimizira operativne troškove.
- Optimizacija skladišnog prostora – Kroz sofisticirane algoritme, WMS sustav omogućuje optimalno korištenje skladišnog prostora. To uključuje bolje raspoređivanje robe, smanjenje vremena pretraživanja i efikasnije korištenje skladišnih kapaciteta.
- Poboljšanje učinkovitosti radne snage – Automatizirani procesi i korištenje skenera bar koda smanjuju vrijeme potrebno za obavljanje zadataka kao što su komisioniranje, pakiranje i otprema. Zaposlenici mogu brže i preciznije obaviti svoje zadatke, što povećava ukupnu produktivnost.
- Smanjenje operativnih troškova – Automatizacija i preciznije upravljanje resursima smanjuju potrebu za dodatnom radnom snagom i smanjuju operativne troškove. To uključuje manje pogrešaka, brže procesiranje narudžbi i smanjenje troškova vezanih za povrate i reklamacije.
- Povećanje zadovoljstva kupaca – Točnije i brže izvršavanje narudžbi povećava pouzdanost i brzinu dostave, što rezultira većim zadovoljstvom kupaca. Poboljšana usluga može voditi do većeg broja ponovljenih narudžbi i pozitivnih preporuka.
- Bolja praćenje i izvještavanje – WMS sustavi pružaju detaljne izvještaje i analitiku koja pomaže menadžmentu u donošenju ispravnih odluka. Mogućnost praćenja ključnih pokazatelja performansi (KPI) pomaže u identificiranju uskih grla i područja za poboljšanje.
- Integracija s drugim poslovnim sustavima – WMS se može integrirati s ERP (eng. Enterprise Resource Planning) sustavima, što omogućuje sinkronizaciju podataka između različitih poslovnih funkcija. To olakšava koordinaciju između odjela, skladišnih objekata i poboljšava cjelokupno poslovanje.

6. Zaključak

Skladištenje opasnih kemikalija u tvrtki Chromos Agro ističe važnost rigoroznih sigurnosnih protokola i učinkovitog upravljanja skladištem. Chromos Agro, kao tvrtka specijalizirana za proizvodnju pesticida, fungicida i sličnih kemikalija, prepoznaje kritičnost pravilnog skladištenja ovih materijala kako bi se osigurala sigurnost zaposlenika, okoliša i kvaliteta proizvoda. Skladištenje opasnih kemikalija zahtijeva pažljivo planiranje i provedbu specifičnih mjera, posebne uvjete za skladištenje opasnih sirovina. Otvorene strane skladišta za zapaljive materijale, primjerice, omogućuju bolju ventilaciju i smanjuju rizik od požara. Pravilno označavanje i organizacija skladišta također omogućuju precizno praćenje i upravljanje zalihama, smanjujući mogućnost ljudskih pogrešaka.

Kontinuirana obuka zaposlenika i redovito ažuriranje sigurnosnih protokola ključni su za održavanje visokih standarda sigurnosti. Edukacija osigurava da svi zaposlenici razumiju i primjenjuju najbolju praksu u rukovanju opasnim kemikalijama, čime se minimiziraju rizici i osigurava zaštita okoliša. Uvođenje WMS sustava i skenera transformira skladišta Chromos Agro-a u moderno, učinkovito i sigurno okruženje. Pažljivo planiranje, pravilna implementacija i kontinuirana podrška ključni su za uspješno usvajanje ovih tehnologija, što rezultira optimiziranim procesima i povećanom konkurentnošću tvrtke. Tako modernizirano skladište spremno je za izazove budućnosti, pružajući sigurnije i produktivnije radno okruženje.

Najvažniji rezultati promjena uvedenih implementacijom WMS sustava u tvrtki Chromos Agro uključuju povećanje točnosti inventara, što je smanjilo pogreške i rizik od prekomjernih zaliha ili nedostatka proizvoda. Optimizacija skladišnog prostora i ubrzanje procesa doveli su do učinkovitijeg rada radne snage, smanjenja operativnih troškova i poboljšanog zadovoljstva kupaca zbog brže i točnije isporuke narudžbi. Bolje praćenje i izvještavanje omogućilo je menadžmentu donošenje informiranih odluka, dok je integracija s drugim poslovnim sustavima poboljšala cjelokupnu operativnu učinkovitost tvrtke. Sve ove promjene rezultirale su povećanom konkurentnošću i postavljanjem temelja za budući rast i uspjeh tvrtke.

Chromos Agro svojim pristupom skladištenju opasnih kemikalija ne samo da osigurava usklađenost sa zakonskim i industrijskim standardima, već također demonstrira predanost sigurnosti i odgovornom poslovanju. Time tvrtka ne samo da štiti svoje zaposlenike i okoliš, nego i jača svoju poziciju kao pouzdan i odgovoran proizvođač kemijskih proizvoda na tržištu.

Literatura

- [1] Dundović, Č., Kesić, B., Tehnologija i organizacija luka, 2001., [Pristupljeno: 29.2.2024.]
- [2] About Warehousing, Logistics Bureau, Rob O'Byrne. Preuzeto s: <https://www.logisticsbureau.com/about-warehousing/> [Pristupljeno: 29.2.2024.]
- [3] Newcastle Systems, The history of warehousing. Preuzeto s: <https://www.newcastlesys.com/blog/the-history-of-warehousing> [Pristupljeno: 4.3.2024.]
- [4] Skladište. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013 – 2024. Preuzeto s: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/skladiste> [Pristupljeno: 29.2.2024.]
- [5] WDP, Multi layer warehouse. Preuzeto s: <https://www.wdp.eu/multi-layer-warehouse#:~:text=A%20multi%2Dstorey%20warehouse%20is,to%20make%20companies%20of%20proof>. [Pristupljeno: 28.3.2024.]
- [6] Kirinčić, J., Luke i terminali, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
- [9] Conger, Forklift history: The complete story. Preuzeto s: <https://www.conger.com/forklift-history/> [Pristupljeno: 7.5.2024.]
- [10] Paul Hinz. AdaptaliftGROUP, What is a counterbalance forklift? Rujan, 2020. Preuzeto s: <https://www.adaptalift.com.au/blog/what-is-a-counterbalance-forklift> [Pristupljeno: 7.5.2024.]
- [11] Baumann, What is a side loader forklift, Preuzeto s: <https://baumann-sideloaders.com/what-is-a-side-loader-forklift/> [Pristupljeno: 7.5.2024.]
- [12] Rogić, K.: Upravljanje skladišnim sustavima, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb 2018.
- [14] Abby Jenkins. Oracle NetSuite, What is zone picking? How it works, advantages & methods. Rujan, 2021. Preuzeto s: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/ecommerce/zone-picking.shtml> [Pristupljeno: 24.5.2024.]
- [16] Chromos Agro , Chromos Agro danas. Preuzeto s: <https://www.chromos-agro.hr/o-nama/chromos-agro-d-d-danas/> [Pristupljeno: 24.5.2024.]
- [17] ClarusWMS, Warehouse management system implementation: A step-by-step guide. Preuzeto s: <https://claruswms.co.uk/wms-implementation-guide/> [Pristupljeno 26.6.2024.]
- [18] SAP, What is Warehouse Management System (WMS)? Preuzeto s: <https://www.sap.com/products/scm/extended-warehouse-management/what-is-a-wms.html#:~:text=They%20reduce%20errors%20in%20picking,expedite%20the%20movement%20of%20goods> [Pristupljeno 26.6.2024.]

[19] CONKER., Scanning barcode technology: improving warehouse accuracy and efficiency. Preuzeto s: <https://weareconker.com/blog/scanning-barcode-technology-improving-warehouse-accuracy-and-efficiency/#:~:text=It%20makes%20an%20employee's%20work,saving%20time%20and%20reducing%20workload>. [Pristupljeno 06.07.2024.]

[20] Oracle, Ultimate guide to order picking: Types, methods & tips. Preuzeto s: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/ecommerce/order-picking.shtml> [Pristupljeno 09.07.2024.]

[21]Explore WMS, How much WMS software costs and how to set your budget. Preuzeto s: <https://www.explorewms.com/how-much-wms-software-costs-and-how-to-set-your-budget.html> [Pristupljeno: 11.07.2024.]

[22] POSdata.eu, Zebra MC3300x Handheld, Preuzeto s: <https://www.posdata.eu/product/2324/zebra-mc3300x-handheld-se4770-1d-2d-sr-47-key-android-10.html> [Pristupljeno: 11.07.2024.]

Popis slika

Slika 1 prikaz Horrea Galbae	3
Slika 2 Izvedba čelične konstrukcije	6
Slika 3 Potrebni klimatski uvjeti za voće i povrće	8
Slika 4 Dimenzije EURO palete	11
Slika 5 Prvi patent viličara	12
Slika 6 Clark Duat viličar	13
Slika 7 Čeoni viličar	14
Slika 8 Specijalni čeoni viličar za teške terete	14
Slika 9 Bočni viličar	15
Slika 10 Električni paletni viličar	16
Slika 11 Regalni viličar	17
Slika 12 Zebra barcode skener	19
Slika 13 Komisioniranje u zonskom sustavu	23
Slika 14 Tok robe u skladištu	25
Slika 15 Diskretno komisioniranje jedne narudžbe	26
Slika 16 Sekvencijalno zonsko komisioniranje	27
Slika 17 Grupno komisioniranje	28
Slika 18 Chromos Agro prikaz sa Google Maps-a	31
Slika 19 Kontrolni broj	32
Slika 20 Ulaz u skladište B	33
Slika 21 Označavanje skladišnog objekta	34
Slika 22 Oprema unutar skladišta B	35
Slika 23 Skladište granuliranih sirovina	35
Slika 24 Kompatibilnost sirovina prema piktogramu opasnosti	36
Slika 25 Skladište zapaljivih sirovina i gotovih proizvoda	37
Slika 26 Zapaljiva tekućina u plastičnim spremnicima	38
Slika 27 Gotovi proizvodi u skladištu C	39
Slika 28 Opisna pločica paletnog regala	39
Slika 29 Slaganje robe prema indikaciji	40
Slika 30 Proces komisioniranja	42
Slika 31 Proces komisioniranja korištenjem skladišnog skenera	45
Slika 32 Zebra MC3300x	47

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

isključivo rezultat mojega 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 „Analiza i optimizacija procesa u skladištu opasnih kemikalija“, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 06.09.2024.

Student/ica:

(ime i prezime, potpis)

