

Analiza i optimizacija procesa pohrane u skladištu

Jazbec, Mislav

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:665688>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-06**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mislav Jazbec

ANALIZA I OPTIMIZACIJA PROCESA POHRANE U SKLADIŠTU

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 15. ožujka 2024.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 7432

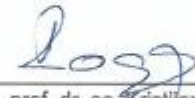
Pristupnik: **Mislav Jazbec (0135254749)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

Zadatak: **Analiza i optimizacija procesa pohrane u skladištu**

Opis zadatka:

U radu je potrebno prikazati mogućnosti optimizacije i unapređenja procesa pohrane robe u skladištu prema različitim kriterijima; primarno prema kriteriju iskoristivosti lokacija za pohranu robe te učinkovitosti skladišnog sustava.

Mentor:



prof. dr. sc. Kristijan Rogić

**Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:**

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

ANALIZA I OPTIMIZACIJA PROCESA POHRANE U SKLADIŠTU

ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF THE STORAGE PROCESS

Mentor: prof. dr. sc. Kristijan Rogić

Student: Mislav Jazbec

JMBAG: 0135254749

Zagreb, ožujak 2024.

Zahvala

Zahvaljujem se svima koji su me podržavali tijekom ovog putovanja.

*Prvo, hvala mojoj obitelji na beskrajnoj ljubavi i podršci. Bez vas ovo ne bi bilo moguće.
Posebno hvala roditeljima koji su me uvijek poticali da slijedim svoje snove.*

Hvala mojim kolegama s posla na razumijevanju i pomoći kad god je bilo potrebno. Vaša podrška mi je puno značila, pogotovo u trenucima kad je bilo najteže balansirati posao i učenje.

Najveća hvala mojoj curi koja je bila uz mene u svakoj fazi ovog puta. Tvoja vjera u mene i tvoja podrška su mi dali snagu da izdržim do kraja. Hvala ti što si uvijek bila tu za mene.

Svima vama, veliko hvala od srca!

ANALIZA I OPTIMIZACIJA PROCESA POHRANE U SKLADIŠTU

SAŽETAK:

Proces pohrane je jedan od procesa koji se odvijaju u skladištu. Proces pohrane doprinosi boljem iskorištenju skladišnog prostora, bržim popunama komisionih lokacija, utječe na komisioniranje, te povećava produktivnost skladišta. Postoji nekoliko načina pohrane robe unutar skladišta i svaka ima svoje prednosti, ali i mane. Odnosno, svaki način pohrane se može koristiti za specifične slučajeve ili kategorije roba. Ovaj diplomski rad istražuje mogućnosti optimizacije logističkih procesa u skladišnom sustavu kroz implementaciju dodatnih procedura i unaprjeđenja. Fokus je na efikasnosti pohrane, kalkulaciji visine palete prilikom prijema robe zbog boljeg određivanja lokacije pohrane te upravljanju zalihama na razini narudžbe dobavljača.

KLJUČNE RIJEČI: Pohrana, komisioniranje, lokacija pohrane

ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF THE STORAGE PROCESS

ABSTRACT:

The storage process is one of the processes taking place in the warehouse. The storage process contributes to better utilization of storage space, faster filling of commission locations, affects commissioning, and increases warehouse productivity. There are several ways to store goods inside the warehouse and each has its own advantages but also disadvantages. That is, each storage method can be used for specific cases or categories of goods. This thesis explores the possibilities of optimizing logistics processes in the storage system through the implementation of additional procedures and improvements. The focus is on storage efficiency, pallet height calculation when receiving goods due to better determination of storage location, and inventory management at the supplier order level.

KEY WORDS: Storage, commissioning, storage location

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPĆENITO O SKLADIŠTENJU	3
2.1. Skladište kroz povijest	3
2.2. Unutarnje uređenje skladišta	4
2.3. Organizacija skladišnih funkcija	5
2.4. Podjela skladišta	6
2.4.1. Prizemna skladišta	6
2.4.2. Katna (etažna) skladišta	7
2.4.3. Regalna skladišta	8
2.4.4. Specijalna skladišta	9
2.4.5. Slagališta	10
3. PROCESI U SKLADIŠTU	11
3.1. Prijem robe	13
3.2. Pohrana robe u skladište	14
3.2.1. Sustavi zasnovani na pamćenju	15
3.2.2. Sustavi s fiksnom lokacijom	16
3.2.3. Sustavi sa slučajnom lokacijom	16
3.2.4. Zonski sustavi	16
3.2.5. Kombinirani sustavi	17
3.3. Prikupljanje robe – komisioniranje	17
3.3.1. Osnovni principi komisioniranja	18
3.3.2. Metode komisioniranja	19
3.3.3. Načini komisioniranja	24
3.4. Otprema robe	25
4. SUSTAV ZA UPRAVLJANJE SKLADIŠTEM I OPREMA	27
4.1. Sustav za upravljanje skladištem – WMS	27
4.2. Oprema skladišta	28
4.3. Transportna sredstva	30
4.4. Sredstva za pohranu robe – regali	34
4.5. Ostala skladišna oprema	37
5. ANALIZA POSTOJEĆEG PROCESA POHRANE U SKLADIŠTU	38
5.1. Unutarnje uređenje skladišta	38

5.2.	Matični podaci artikla.....	41
5.3.	Zone pohrane.....	44
5.4.	Analiza postojećeg stanja	45
5.5.	Vrste pohrane	50
5.5.1.	Pohrana po rekalkulaciji standard kontejnera	51
5.5.2.	Pohrana po radnim zonama	53
5.5.3.	Pohrana po kategoriji artikla	54
5.5.4.	Pohrana po prelijevanju zadaća.....	59
5.5.5.	Pohrana na razini težine palete.....	61
5.5.6.	Multi SKU pohrana	62
6.	OPTIMIZACIJA I UNAPRJEĐENJE PROCESA POHRANE	64
6.1.	Pohrana na razini narudžbe dobavljaču.....	64
6.2.	Pohrana po zaprimanju na rampu.....	71
7.	ZAKLJUČAK	78
	LITERATURA.....	80
	POPIS KRATICA I AKRONIMA	82
	POPIS SLIKA	83
	POPIS TABLICA.....	85

1. UVOD

Učinkovito upravljanje skladištem predstavlja ključnu komponentu logističkog lanca opskrbe, omogućujući pohranu, zaštitu i distribuciju proizvoda od proizvođača do krajnjih korisnika. S obzirom na sve veće zahtjeve tržišta i kompleksnost logističkih operacija, optimizacija procesa pohrane u skladištu postala je prioritet za mnoge tvrtke koje teže povećanju efikasnosti i smanjenju troškova. Cilj ovog diplomskog rada je istražiti i analizirati postojeće procese pohrane u skladištu te predložiti optimizacije koje će dovesti do poboljšanja učinkovitosti i korištenja skladišnog prostora. Diplomski rad se sastoji od sedam poglavlja:

- Uvod
- Općenito o skladištenju
- Procesi u skladištu
- Sustav za upravljanje skladištem i oprema
- Analiza postojećeg procesa pohrane u skladištu
- Optimizacija i unaprjeđenje procesa pohrane
- Zaključak

U poglavlju, "Općenito o skladištenju", predstavljene su osnovni koncepti i svrha skladištenja. Obradit će se povijest razvoja skladištenja, vrste skladišta (npr. prizemna, katna, regalna) te osnovne funkcije. Također će se razmotriti važnost skladištenja u kontekstu cjelokupnog lanca opskrbe i njegov utjecaj na logističke performanse.

Treće poglavlje posvećeno je detaljnom pregledu ključnih operativnih procesa unutar skladišta. Analizirat će se procesi prijema robe, inspekcije kvalitete, pohrane, komisioniranja, pakiranja i otpreme. Bit će objašnjeni standardni operativni postupci, protok informacija i materijala te uloga zaposlenika i tehnologije u svakom od tih procesa.

Četvrto poglavlje obrađuje sustave za upravljanje skladištem (Warehouse Management Systems - WMS) i skladišnu opremu. Razmotrit će se kako moderni informacijski sustavi podržavaju skladišne operacije, omogućujući praćenje zaliha u stvarnom vremenu, optimizaciju rasporeda skladišnog prostora i povećanje točnosti operacija. Također će se analizirati različite vrste skladišne opreme kao što su regali, viličari, paletari te njihov utjecaj na učinkovitost i sigurnost skladišnih operacija.

Poglavlje "Analiza postojećeg procesa pohrane u skladištu" fokusira se na analizu postojećih operacija. Kroz detaljnu analizu identificirat će se glavne pojedinosti trenutnog

sustava. Posebna pažnja bit će posvećena identificiranju područja gdje dolazi do zastoja, neefikasnosti ili nepotrebnih troškova te utvrđivanju uzroka tih problema.

Peto poglavlje donosi prijedloge za optimizaciju i unaprjeđenje procesa pohrane. Na temelju rezultata analize iz prethodnog poglavlja, predložit će se konkretne mjere za poboljšanje učinkovitosti skladišnih operacija. Cilj je pružiti konkretne smjernice za unaprjeđenje skladišnih operacija, doprinoseći tako boljem poslovanju i konkurentnosti tvrtke.

2. OPĆENITO O SKLADIŠTENJU

Skladišta su temeljni elementi u lancu opskrbe, pružajući prostor i infrastrukturu za skladištenje, čuvanje i distribuciju robe od trenutka njezina dolaska do trenutka otpreme. S logističke perspektive, skladište predstavlja ključnu točku na mreži opskrbnog lanca, gdje se roba prima, pohranjuje i dalje distribuira prema potrebama tržišta [1].

U širem smislu, skladište je mjesto gdje se roba prihvaća, smješta, čuva i otprema. To može biti zatvoreni ili otvoreni prostor, opremljen ili neopremljen, namijenjen za pohranu različitih vrsta robe. Skladište obuhvaća sve aktivnosti povezane s manipulacijom robom, od njezina dolaska do odlaska iz skladišnog prostora, čime postaje ključni čimbenik u lancu opskrbe [1].

Skladišni proces obuhvaća niz aktivnosti koje se odvijaju unutar skladišta. Ključne komponente skladišnog sustava uključuju samu infrastrukturu, poput zgrada i uređenih površina, kao i opremu za manipulaciju robom, poput paletnih regala i transportnih sredstava. Osim toga, važni su i pomoćni uređaji poput računalne opreme za praćenje zaliha te oprema za pakiranje i paletizaciju. Dodatna oprema, poput sustava za zaštitu od požara i opreme za održavanje higijene, također su neophodni dijelovi skladišnog sustava [2].

2.1. Skladište kroz povijest

Skladišta su od davnina bila ključni dio lanca opskrbe, ali su se kroz povijest razvijala i prilagođavala novim tehnologijama i potrebama tržišta. Počevši od jednostavnih skladišnih prostora u drevnim civilizacijama do složenih logističkih centara današnjice, razvoj skladišta je bio konstantan i dinamičan [3].

Industrijska revolucija donijela je značajne promjene u skladišne operacije. Upotrebom parnih strojeva i novih materijala, poput čelika, skladišta su postala veća i učinkovitija. Razvoj željeznice i pruge omogućio je brži i jeftiniji transport robe do skladišta, što je dodatno potaknulo rast industrije [4].

U 20. stoljeću, razvoj tehnologije automatske obrade podataka i računalstva revolucionizirao je upravljanje skladištima. Uvođenjem računalnih sustava za praćenje zaliha i upravljanje inventarom, skladišta su postala učinkovitija i preciznija u upravljanju robom. Osim toga, automatizirani sustavi za pakiranje i sortiranje dodatno su povećali produktivnost [5].

Danas, sa sve većim naglaskom na e-trgovinu i brze isporuke, skladišta se ponovno prilagođavaju novim zahtjevima tržišta. Tehnologije poput robotike, umjetne inteligencije i internet stvari (IoT) postaju sveprisutne u skladištima, omogućujući automatizirane procese,

praćenje u stvarnom vremenu i optimizaciju operacija. Skladišta postaju sve inteligentnija i prilagođenija zahtjevima modernog potrošača [6].

2.2. Unutarnje uređenje skladišta

Organizacija skladišta zahtijeva pažljivo planiranje rasporeda skladišne i transportne opreme unutar definiranog prostora. Ključni faktori za uspješno unutarnje uređenje skladišta obuhvaćaju sljedeće [7]:

- Karakteristike robe koja će se skladištiti, uključujući vrstu, količinu, težinu, dimenzije, oblik, volumen i specifična svojstva, kao i učestalost njezinog prometa.
- Način transporta i rukovanja robom prilikom prijema, otpreme i unutarnjeg kretanja u skladištu.
- Dimenzije i raspored osnovnih i pomoćnih površina u skladištu, uključujući manipulativni prostor i ostale funkcionalne zone.
- Oprema i inventar skladišta potreban za učinkovito obavljanje skladišnih operacija.
- Tehnike skladištenja i rasporeda robe unutar skladišta.

Ovi kriteriji osiguravaju funkcionalnost svih zona unutar skladišnog prostora, uključujući prostor za manipulaciju, ambalažu, robu u povratu, ured, sanitarni čvor te prostorije za odmor radnika. Važno je da se unutarnje uređenje skladišta temelji na principima koji osiguravaju efikasan rad i uspješno poslovanje [2]:

- Osiguranje dovoljne prostornosti za nesmetano obavljanje skladišnih operacija.
- Maksimalno iskorištavanje raspoloživog skladišnog prostora.
- Zaštita i očuvanje kvalitete robe.
- Sigurnost osoblja i imovine.
- Brzo pronalaženje robe.
- Preglednost zaliha.
- Pristupačnost robe.
- Čistoća i higijena.
- Upotreba odgovarajućih sredstava za manipulaciju robom.
- Fleksibilnost za prilagodbu promjenama u prometu, opremi i rasporedu.
- Učinkovito, sigurno i ekonomično poslovanje skladišta.

Iz ovih aspekata jasno je da organizacija skladišta ovisi o različitim faktorima, uključujući veličinu prostora, unutarnji transport te razinu tehnologije koja se koristi. Iako se ovi kriteriji

odnose na unutarnje uređenje skladišta, isti su važni i za organizaciju vanjskih skladišnih funkcija.

2.3. Organizacija skladišnih funkcija

Vanjska funkcija skladišta odnosi se na način kako se skladište, kao čvor u logističkoj mreži, ponaša prema drugim sudionicima. Njegova uloga u organizacijskoj strukturi poduzeća može varirati ovisno o stupnju centralizacije unutar poduzeća. Postoje tri osnovna modela stupnja centralizacije [2]:

- Centralizirani sustav obično se koristi u manjim poduzećima u kojima se sve skladišne operacije odvijaju na jednom mjestu. Takva skladišta obično se nalaze uz proizvodne pogone i ne zahtijevaju napredne tehnologije zbog manje potrebe za praćenjem stanja zaliha nakon što roba napusti skladište.
- Decentralizirani sustav koristi se u većim poduzećima koja imaju više odvojenih skladišnih prostora. Svako skladište djeluje autonomno, ali razmjenjuje informacije s drugim skladištima kako bi održalo visoku razinu usluge. Često se događa međusobna razmjena robe između skladišta radi optimizacije zaliha.
- Kombinirani model kombinira prednosti oba prethodna modela. Obično postoji jedno centralno skladište koje upravlja nekoliko satelitskih skladišta, optimizirajući troškove i kapacitete. Ovo centralno skladište često može imati ulogu i cross-dock skladišta, posebno u velikim trgovačkim poduzećima koja posjeduju i skladišne prostore uz prodajna mjesta.

Vanjska funkcija skladišta regulira interakciju skladišta s drugim subjektima u logističkoj mreži, dok unutarnja organizacija definira procese unutar samog skladišta. Postoje četiri osnovna modela unutarnje organizacije funkcija [2]:

- Funkcionalni model se temelji na raspodjeli zadataka prema funkcijama, što omogućuje specijalizaciju radnika. Međutim, to može dovesti do smanjene koordinacije među različitim dijelovima skladišta.
- Robni model raspoređuje zadatke prema vrsti robe, omogućavajući brzu i efikasnu obradu određenih vrsta robe.
- Teritorijalni model zasniva se na rasporedu zadataka prema fizičkom prostoru skladišta, što omogućuje veću predvidljivost i specijalizaciju radnika.

- Kombinirani model kombinira prednosti prethodna tri modela kako bi se postigla veća fleksibilnost i učinkovitost. Za njegovu implementaciju ključna je kvalitetna kadrovska struktura.

2.4. Podjela skladišta

S obzirom na raznolikost industrijskih poduzeća i proizvodnih procesa te potrebu za prilagodbom, razvilo se mnogo različitih vrsta skladišnih sustava. Skladišta se dijele prema njihovoj funkciji u logističkom lancu i karakteristikama procesa uskladištenja na industrijska skladišta i distribucijska skladišta. U industrijskim skladištima, glavni fokus je na podršci proizvodnom procesu, dok je u distribucijskim skladištima naglasak na manipulaciji robom i operacijama distribucije. Bez obzira na vrstu, glavna uloga skladišta je dinamičko balansiranje protoka materijala kroz sve faze procesa.

Osim po funkciji, skladišta se mogu razlikovati i prema namjeni, lokaciji, konstrukciji, izvedbi te vrsti robe koja se skladišti. Prema izvedbi, skladišta se dijele na [8]:

- Prizemna skladišta – prostiru na jednoj razini i obično su najjednostavnija u izvedbi.
- Katna (etažna) skladišta – imaju više razina za skladištenje robe, čime se maksimizira iskorištenost vertikalnog prostora.
- Regalna skladišta – oslanjaju se na upotrebu paletnih regala ili drugih sustava regala za skladištenje robe.
- Specijalna skladišta – prilagođena su za pohranu specifičnih vrsta robe ili za obavljanje posebnih operacija.
- Slagališta – namijenjena su privremenom skladištenju i manipulaciji većih količina robe bez sofisticiranih sustava regala.

2.4.1. Prizemna skladišta

Hangarska skladišta, poznata i kao prizemna skladišta, predstavljaju zatvorene prostorije za skladištenje robe na razini tla. Njihova konstrukcija prvenstveno služi za zaštitu robe, a izrada takvih skladišta zahtijeva minimalne investicije po jedinici kapaciteta te su stoga ekonomična i praktična opcija. Budući da konstrukcija nije opterećena teretom smještenim na visini, prizemna skladišta obično imaju veliki slobodni prostor, što olakšava organizaciju skladišnih procesa i raspored robe.

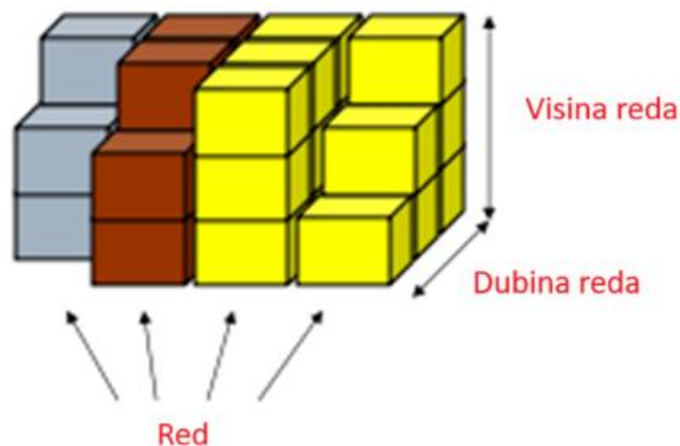
Hangarska skladišta namijenjena su za skladištenje različitih vrsta generalnog tereta, ali se mogu prilagoditi i za specijalne svrhe poput hladnjača, kondicioniranih skladišta ili skladišta za kemikalije. Unatoč svojim prednostima, prizemna skladišta imaju i svoje nedostatke, kao što su

potreba za velikim prostorom za izgradnju, manja iskoristivost skladišnog prostora te složeniji problemi rukovanja materijalom i automatizacije procesa [8].

U prizemnom skladištenju, materijal se može pohranjivati na nekoliko načina:

- Slobodno nasipavanje ili gomilanje sipkog materijala na određenoj površini.
- Slobodno odlaganje bez određenog rasporeda komadnog materijala.
- Slaganje jedinica skladištenja u redove, što se primjenjuje u slučaju većeg asortimana i manjih količina po vrsti materijala. Iskoristivost površine skladišta ovisi o broju skladišnih prolaza i obično iznosi između 20% i 30%, s mogućnošću izravnog pristupa svakoj jedinici skladištenja.
- Slaganje jedinica skladištenja u blokove, što se primjenjuje u slučaju manjeg asortimana i većih količina po vrsti materijala. Iskoristivost površine skladišta u ovom slučaju može biti i veća od 50%, ali nije moguć izravan pristup svakoj jedinici skladištenja.

Varijanta prizemnog skladištenja vidljiva je na slici 1.



Slika 1. Varijanta prizemnog skladištenja

Izvor: [9]

2.4.2. Katna (etažna) skladišta

Višekatna ili etažna skladišta su građevine koje svoj prostor organiziraju u visinu, na nekoliko katova, čime se ostvaruje veća skladišna površina na istom tlu. Primjer katnog (etažnog) skladišta nalazi se na slici 2. Slaganje tereta u visinu povećava opterećenje na podnu površinu, što zahtijeva pažljivu konstrukciju skladišta kako bi podnijela težinu tereta kada je skladište maksimalno ispunjeno.

Unutrašnjost ovakvih skladišta obično je podijeljena stupovima na više polja, pri čemu se širina polja i gustoća stupova prilagođavaju opterećenju za koje je skladište projektirano. Važno je paziti na raspored stupova kako bi se osigurao optimalan prostor za skladištenje i manipulaciju teretom. Opterećenja kojima su izložena etažna skladišta variraju ovisno o razini, s prizemnim dijelom koji se kreće od 30 do 50 kN/m², dok ostale etaže imaju opterećenje od 20 do 25 kN/m². Za osiguranje povezanosti između etaža, ugrađuju se stubišta i teretna dizala.

Iako pružaju dodatni prostor za skladištenje, katna skladišta imaju svoje nedostatke, poput znatno veće cijene izgradnje u usporedbi s drugim vrstama skladišta, što rezultira manje povoljnim omjerom korisne skladišne površine i ukupne površine. Ipak, zbog potrebe za prostorom i zahtjeva u prometu robe, ovakva skladišta su široko rasprostranjena i u velikoj upotrebi [8].



Slika 2. Primjer katnog (etažnog) skladišta

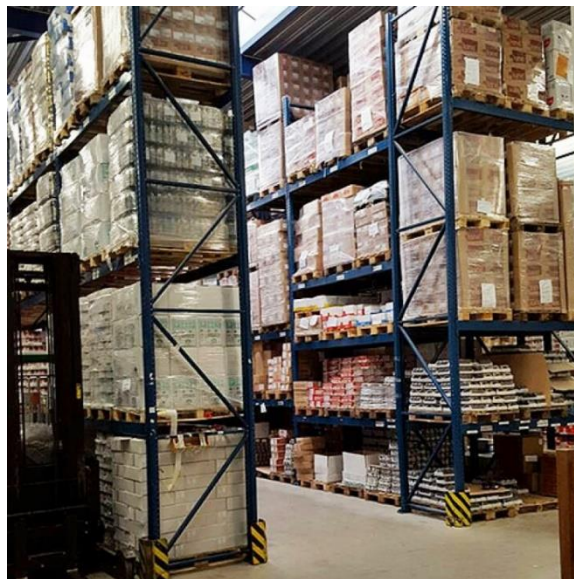
Izvor: [10]

2.4.3. Regalna skladišta

Regalna skladišta su se razvila kao kombinacija hangarskih i etažnih skladišta, ali su nastala relativno kasnije u usporedbi s drugim vrstama skladišta. Korištenjem regala omogućuje se skladištenje robe u visini, što povećava iskoristivost skladišnog prostora, a istovremeno ne opterećuje vanjsku konstrukciju skladišta. Bitno je da regalno skladište može podnijeti težinu tereta i omogućiti nesmetano kretanje vozila i osoblja.

Regali su obično izrađeni od lagane čelične konstrukcije i raspoređeni su u dugim paralelnim redovima, dosežući visinu od najmanje 8 do 10 metara. Iznad regala se često nalazi čelična konstrukcija slična onoj u hangarskim skladištima, koja pruža dodatnu zaštitu skladišnog prostora [8].

Iako se njihova upotreba sve više širi, važno je napomenuti da se regalna skladišta obično koriste samo za paletizirane terete ili za komade robe koji se mogu rukovati na isti način. Primjer regalnog skladišta nalazi se na slici 3.



Slika 3. Primjer regalnog skladišta

Izvor: [11]

2.4.4. Specijalna skladišta

Specijalna skladišta su namijenjena za skladištenje robe koja zahtijeva posebne uvjete, te se često koriste za robu koja nije prikladna za standardna skladišta. Opremljenost ovih skladišta ovisi o vrsti i svojstvima robe koja zahtijeva specifične uvjete skladištenja, te su često opremljena mehaniziranim sustavima s minimalnom potrebom za ljudskim radom. Razlikujemo razne vrste specijalnih skladišta [8]:

- Hladnjače – opremljene su rashladnim uređajima i koriste se za skladištenje brzo pokvarljive robe.
- Silosi – posebno građeni za skladištenje žitarica i opremljeni specijalnim uređajima za provjetranje i rukovanje.
- Vinske podrume – koriste se za skladištenje vina i drugih alkoholnih pića koja zahtijevaju određenu temperaturu i opremu.

- Skladišta za tekuće i plinovite terete –koriste se za skladištenje naftnih derivata, plina i drugih tekućih roba te zahtijevaju posebne uvjete nadzora.
- Grijana skladišta – čuvaju pilići, cvijeće i slično.

U ovakvim skladištima rukovanje teretom je uglavnom ili potpuno mehanizirano, s minimalnim angažmanom ljudske radne snage. Primjer specijalnog skladišta možete vidjeti na slici 4.



Slika 4. Primjer silosa

Izvor: [12]

2.4.5. Slagališta

Slagališta se obično koriste za skladištenje masovnog tereta koji nije osjetljiv na atmosferske utjecaje, a često se nalaze u lukama ili u blizini željeznica, gdje se roba prevozi u velikim količinama. U otvorenim skladištima smještaju se kontejneri i druge vrste općeg tereta. Ova vrsta tereta zahtijeva velike i ravne površine koje moraju biti posebno obrađene kako bi izdržale velika opterećenja [8]. Primjer slagališta možete vidjeti na slici 5.



Slika 5. Primjer slagališta

Izvor: [13]

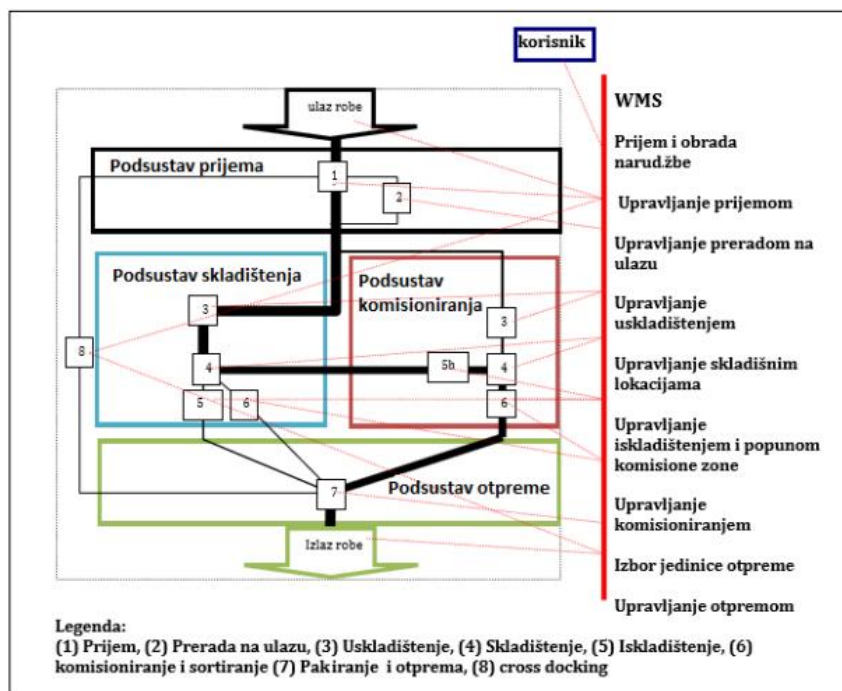
3. PROCESI U SKLADIŠTU

U drugom dijelu istražujemo osnovnu svrhu i karakteristike skladištenja. Skladištenje robe danas je ključno za zadovoljenje potreba krajnjih korisnika, a skladište obavlja četiri osnovne uloge [14]:

- Skladište je odgovorno za dinamičko uravnoteženje toka materijala, kako količinskih tako i prostornih, u svim fazama poslovnog procesa. Kroz efikasnu primjenu unutarnjeg transporta, skladište osigurava kontinuiranu proizvodnju, planirajući i sustavno upravljajući tokom materijala od ulaza u proizvodni proces do izlaza za prodaju.
- Proces skladištenja treba biti učinkovit s obzirom na troškove, minimizirajući financijska sredstva koja su vezana u zalihama.
- Stalna kvaliteta zaliha materijala je od suštinskog značaja za skladište, što podrazumijeva njihovo čuvanje, zaštitu i očuvanje fizičkih i kemijskih svojstava. Rasipanje, oštećenja i gubici vrijednosti zaliha moraju se izbjegavati.
- Skladište treba ubrzati tok materijala kako bi se poslovni procesi, poput ciklusa proizvodnje, skratili, čime se povećava brzina obrtaja zaliha.

Da bi se ovi zadaci ostvarili, ključno je osigurati neprekidan protok robe i spriječiti nepotrebno ponavljanje operacija u skladištu. Model sustava skladištenja mora biti u mogućnosti pratiti lokaciju, količinu i stanje robe u svakom trenutku te brzo i efikasno reagirati na zahtjeve korisnika.

Kada roba stigne u skladište, obično je pakirana u veće jedinice poput kontejnera ili kamiona, a može biti i paletizirana. Ovisno o potrebama poslovanja i korisnika, roba može napustiti skladište u komadnom obliku, pakiranju ili kao cijela paleta. Svakom od tih procesa, kao i administrativnim zadacima koji ih prate, dodijeljena je ključna uloga u ispunjenju ciljeva skladištenja. Danas se razvijaju sustavi upravljanja skladištem (WMS) kako bi se olakšalo praćenje i upravljanje skladišnim procesima, čime se dodatno poboljšava efikasnost poslovanja [14].

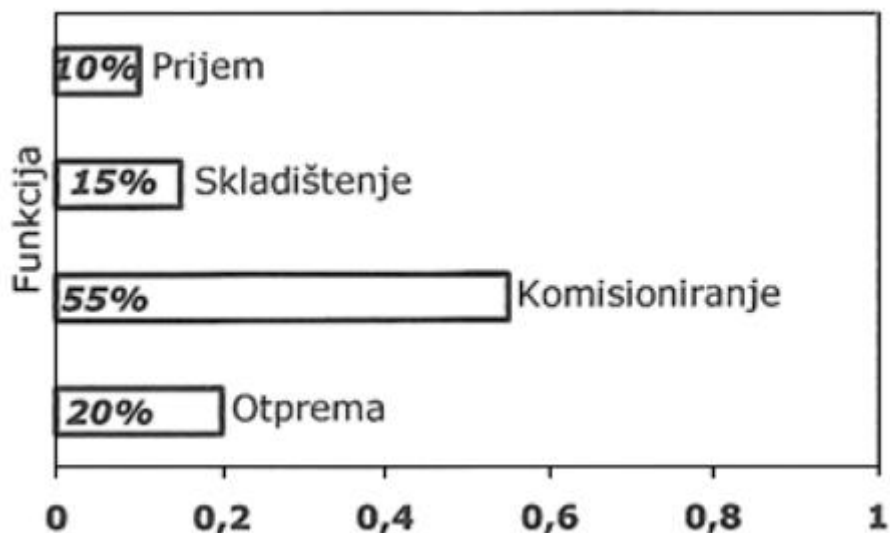


Slika 6. Osnovni procesi u skladištu

Izvor: [14]

Na slici 6. se vidi da WMS sustav ima razne funkcije u skladištu te da se njime može vrlo lako upravljati. Od procesa prijema do otpreme robe u skladištu, mogu se provesti različite aktivnosti, uključujući preradu, kontrolu na ulazu/izlazu/čuvanju, skladištenje robe, komisioniranje i sortiranje, te pakiranje i pripremu za otpremu na izlazu. Prerada obuhvaća različite skladišne aktivnosti koje dodaju vrijednost robi. Često se roba prilagođava specifičnim zahtjevima korisnika, pretvarajući veće pakete u manje, kombinirajući ih s drugim proizvodima i šaljući ih korisnicima. U takvim sustavima, administracija ima ključnu ulogu u prikupljanju podataka o stalnim procesima u skladištu. Proces prikupljanja, obrade i razmjene informacija ključni su za uspješno funkcioniranje skladišta, a upravlja ih WMS sustav koji osigurava praćenje lokacije, količine i stanja robe u stvarnom vremenu.

Glavni cilj je zadovoljiti potrebe korisnika, ali važno je paziti po kojoj cijeni se to postiže. Operativni troškovi skladišnih procesa ovise o broju manipulacija robom, što može rezultirati potrebom za više ili manje radne snage te utječe na ukupne troškove poslovanja. Bez obzira na obujam posla, omjer troškova između različitih skladišnih procesa može varirati. Kao što je prikazano na slici 7., proces komisioniranja obično generira najveće troškove zbog većeg broja radnika i manipulacija robom, što može rezultirati i većim brojem pogrešaka. Najčešći uzroci tih grešaka uključuju specifikaciju proizvoda, pogrešno skladištenje i podizanje robe [8].



Slika 7. Postotak operativnih troškova

Izvor: [15]

3.1. Prijem robe

Prijem robe predstavlja početni korak na ulazu u skladište, a proces počinje već prije same dostave robe kada odjel Kontrole zaliha kreira narudžbe prema dobavljačima. Izrađuje se najava dolaska robe, što omogućuje planiranje rasporeda iskrcavanja i pripremu sustava za prijem robe, kao i organizaciju ostalih aktivnosti potrebnih za prijem. Prije nego što roba stigne na ulaznu rampu, provjerava se prema otpremnici i najavi dolaska. Nakon odobrenja, roba se istovara na rampi, a zatim premješta u zonu za iskrcavanje, gdje se obavljaju dodatne kontrole poput ocjenjivanja kvalitete i prebrojavanja. Ako je roba stigla pakirana u veće jedinice ili heterogene palete, može biti potrebno raspakirati je prije daljnje obrade.

Standardne aktivnosti tijekom prijema robe uključuju [8]:

- Definiranje zone za iskrcaj.
- Bilježenje podataka o dolasku vozila.
- Provjeru dokumentacije.
- Osiguranje vozila za iskrcavanje.
- Iskrcavanje robe.
- Organizaciju prostora za prijem vozila.
- Provjeru robe (stanje, količina).
- Premještanje robe iz zone za prijem.

U svim koracima procesa prijema, važno je pridržavati se jasnih smjernica kako bi se smanjila mogućnost pogrešaka. Greške u ovom koraku mogu imati ozbiljne posljedice na sve ostale korake u skladišnom procesu. Stoga se kontrola kvantitete i kvalitete robe često provodi dva puta: prvo fizički prilikom prebrojavanja, a zatim usporedbom s otpremnicom.

Način prijema robe određuje se prema specifičnim potrebama svakog skladišta. Postoje različiti načini zaprimanja robe, kao što su [8]:

- Ne zaprimanje: roba se odbija zbog neispravne dokumentacije ili loše kvalitete.
- Prijem robe na slijepo: zaprima se stvarna količina robe neovisno o dokumentaciji.
- Barkod: svako pakiranje se skenira prema barkodu.
- Izravan prijem: roba se odmah šalje u skladište, štedeći vrijeme i prostor.
- Cross-docking: roba se odmah slaže za otpremu bez pohrane.
- Postupak s oštećenom robom: uključuje zapisnik o šteti, prepakiranje ili uništavanje robe.
- Rukovanje povratnom ambalažom: provjera i evidentiranje povratne ambalaže.

3.2. Pohrana robe u skladište

Kada roba stigne u skladište i bude pripremljena za smještaj, proces pohrane započinje. Odabir skladišnog prostora za svaku robu ovisi o specifičnostima skladišta i njegovoj strategiji poslovanja. Postoji nekoliko pristupa pohrani robe, ovisno o vrsti robe i internim procesima skladišta.

Jedan od načina je smještaj robe na unaprijed definirana mjesta, što olakšava praćenje inventara i organizaciju prostora. Drugi pristup je smještaj na prvo slobodno mjesto koje uoči skladišni radnik ili sustav upravljanja skladištem, što može biti fleksibilnije, ali zahtijeva precizno praćenje lokacija robe.

Nakon što se roba pohrani, bitno je evidentirati njezino mjesto kako bi se olakšalo pronalaženje i podizanje robe kada je potrebno. Pri tome, važno je uzeti u obzir stratešku ulogu skladišta te prilagoditi sustav pohrane potrebama poslovanja. Ono što se može činiti kao optimalno rješenje na početku može generirati dodatne troškove u kasnijim fazama poslovanja [8].

Postoje različiti sustavi pohrane robe, uključujući:

- Sustav pamćenja.
- Sustav s fiksnim lokacijama.
- Sustav sa zonama.
- Sustav sa slučajnim lokacijama.
- Kombinirani sustav, koji kombinira različite elemente prethodno navedenih sustava.

3.2.1. Sustavi zasnovani na pamćenju

Svi navedeni sustavi temelje se na pamćenju, no danas se te informacije uglavnom "pamte" u WMS-u, dok se u ovim sustavima oslanja na ljudski faktor. Sustavi temeljeni na pamćenju su relativno jednostavni sustavi s minimalnom količinom papirologije ili unošenja podataka. Njihove prednosti uključuju razumljivost, minimalnu administraciju, optimalno korištenje prostora i nepostojanje potrebe za povezivanjem lokacija skladišta i jedinica u njemu.

Uvjeti u kojima ovakav sustav može biti efikasan su [8]:

- Mali broj skladišnih lokacija.
- Mali broj različitih artikala u skladištu.
- Stalni ili vrlo ograničeni asortiman robe.
- Skladišni prostor malih dimenzija.
- Roba s karakteristikama koje omogućuju jednostavnu vizualnu identifikaciju i razlikovanje.
- Rad u skladištu obavlja mali broj radnika, obično jedna osoba.
- Radnik u skladištu ne obavlja druge zadatke.
- Niska frekvencija skladišnih transakcija.

Međutim, budući da ovaj sustav maksimalno ovisi o ljudskom faktoru, kao što je pamćenje i raspoloženje radnika, narušavanje bilo kojeg od navedenih uvjeta može rezultirati smanjenjem kvalitete i učinkovitosti sustava. Nedostaci uključuju veliku ovisnost organizacije skladišta o osoblju, utjecaj rezultata na uvjete rada i mogućnost gubitka ili previda robe. Na primjer, ako radnik slučajno odloži robu na pogrešno mjesto i to zaboravi, ta roba se smatra "izgubljenom", jer radnik više ne može pronaći tu robu osim ako to slučajno ne otkrije.

3.2.2. Sustavi s fiksnom lokacijom

Glavna karakteristika ovog sustava je dodjeljivanje stalne lokacije određenoj vrsti robe ili čak svakom pojedinom artiklu, pri čemu se ništa drugo ne može smjestiti na tu lokaciju. Međutim, nedostatak ovog pristupa je da ako određena roba nije dostupna, ta lokacija ostaje prazna, što ograničava maksimalnu iskoristivost skladišnog prostora i čini sustav manje fleksibilnim. Jedno rješenje za ovaj problem može biti sistemsko promjenjivanje vrste robe koja se pohranjuje na određenu lokaciju, odnosno dodjeljivanje manje pristupačnih lokacija vrsti robe koja trenutno nije dostupna u skladištu.

S druge strane, ovaj sustav ima niz prednosti. Prilikom pohrane, radnici brzo pronalaze odgovarajuću lokaciju za odlaganje robe ako se oslanjaju na memoriju o tome gdje se ta vrsta robe obično nalazi. Isti princip vrijedi i prilikom komisioniranja, što omogućuje brže pronalaženje robe. Ostale prednosti uključuju potrebu za manje vremena za obuku radnika, mogućnost kontrole načina punjenja, optimizaciju rute za postavljanje robe u svrhu ubrzanja procesa otpreme te prilagodbu smještaja robe ovisno o njezinoj veličini, težini, otrovnosti i drugim karakteristikama [8].

3.2.3. Sustavi sa slučajnom lokacijom

U ovom sustavu, nema unaprijed određenih lokacija za određenu robu, ali sustav zna gdje je svaka roba pohranjena. Svaka lokacija ima jedinstvenu adresu prema kojoj se prati popunjenost skladišta. Ova fleksibilnost omogućuje maksimalno iskorištenje skladišnog prostora. Osim visokog stupnja iskorištenja, ovaj sustav omogućuje točnu kontrolu robe na svakoj poziciji u svakom trenutku. Da bi se to omogućilo, ključno je redovito ažurirati podatke o operacijama u skladištu kako bi se roba na lokacijama mogla pratiti i sistemski i fizički. Ažuriranje se može obaviti automatski u računalnom sustavu ili ručnim unosom izmjena podataka [8].

3.2.4. Zonski sustavi

Zonski sustav skladištenja predstavlja proširenje principa sustava s fiksnim lokacijama, gdje se zone formiraju prema karakteristikama robe. Ova strategija omogućuje izolaciju određene vrste robe ovisno o njezinim specifičnostima, poput zahtjeva za kontroliranom temperaturom. Ova vrsta organizacije skladišta olakšava promjene zona i prilagođavanje novim potrebama, što može rezultirati uštedama u poslovanju, posebice kada je riječ o troškovima održavanja određenih uvjeta, kao što je temperatura.

Prednosti zonskih sustava uključuju [8]:

- Mogućnost izolacije određene vrste robe ovisno o njezinim karakteristikama.
- Fleksibilnost u premještanju robe između zona ili u stvaranju novih zona na različite načine.
- Mogućnost dodavanja nove robe unutar zone bez potrebe za premještanjem postojeće robe.
- Fleksibilnost u planiranju skladišta.

Međutim, unatoč ovim prednostima, zonski sustavi imaju i određene nedostatke. Nisu preporučljivi u situacijama koje zahtijevaju vrlo učinkovito rukovanje i operacije s robom. Iako nude bolju iskoristivost prostora od sustava s fiksnim lokacijama, postoji rizik od smanjenja iskoristivosti prostora ako se količina robe u zoni smanji. Osim toga, administracija ovog sustava može biti zahtjevna jer je potrebno kontinuirano pratiti popunjenost zona i kretanje robe između zona.

3.2.5. Kombinirani sustavi

Kombinirani sustavi proizlaze iz potrebe skladišta za integracijom značajki više različitih sustava. Oni omogućuju podjelu skladišta na različite načine, ovisno o specifičnim potrebama skladišta. Ovi sustavi mogu stvarati zone prema različitim kriterijima kao što su stupanj zaštite, klimatski uvjeti ili vrijednost robe, te unutar tih zona dodjeljuju fiksne lokacije za određene vrste robe. Često se fiksne lokacije dodjeljuju robi koja se često mijenja u skladištu, dok se roba koja se povremeno zaprima može pohraniti na slučajne lokacije. Unutar zona mogu se stvarati i pod-zone, kao što je primjerice podjela u zoni prehrane između roba s različitim rokovima trajanja, kao što su kava i krem namazi. Kombinirani sustavi uvijek se prilagođavaju specifičnim karakteristikama robe s kojom skladište manipulira [8].

3.3. Prikupljanje robe – komisioniranje

Podizanje robe ili komisioniranje potiče od njemačke riječi „kommissionierung“, dok se u novije vrijeme koristi i izraz „pikiranje“ (dolazi od engl. „Pick up“ - što označava radnju podizanja robe). Označava proces u skladištima komadne robe i uključuje sve prateće aktivnosti izdvajanja tržene robe prema vrsti i količini u konačnom cilju ispunjenja narudžbe korisnika. Komisioniranje jedna je od najkritičnijih skladišnih operacija ponajviše jer od svih procesa i najviše košta. Ovaj dio procesa predstavlja središnji dio protoka robe između dobavljača i kupca te se također u ovom dijelu skladišnih procesa najviše ističe sposobnost i stručnost skladišnog osoblja. Komisioniranje je prisutno u gotovo svim vrstama skladišta, od malih pričuvnih pa sve

do velikih centralnih skladišta. Izbor sustava komisioniranja je ključan, a osnovni faktori za odabir određenog sustava su:

- karakteristika robe (veličina, težina, broj jedinica u pakiranju, broj pakiranja na paleti, lomljivost, tražena temperatura skladištenja)
- karakteristike protoka proizvoda kroz skladište (da li se pojavljuje puno zahtjeva za malom količinom ili malo zahtjeva za većom količinom)
- veličina narudžbe (broj proizvoda, ukupna težina)
- broj narudžba na dnevnoj bazi
- karakteristike ulaznih i izlaznih tokova (paleta, mješovita paleta, paketi i sl.)
- cijena rada
- cijena zemljišta i objekata.

U cilju zadovoljenja navedenih faktora pojavljuju se različiti tipovi komisioniranja koje karakterizira različita kombinacija opreme i strategija komisioniranja [16]. Komisioniranje je kompleksna aktivnost unutar svakog skladišta i dosad su razvijeni mnogi i sustavi komisioniranja. Za svaki sustav je tražena metoda koja će najviše odgovarati potrebama skladišta te se u različitim uvjetima primjenjuju i različiti načini komisioniranja. Istraživanjem različitih metoda sa svrhom skraćivanja puta komisioniranja potrebno je svakom problemu pristupiti individualno i pronaći pristup koji daje najučinkovitije rješenje za zadani problem [17].

3.3.1. Osnovni principi komisioniranja

Postoje osnovni principi koji se primjenjuju na sve oblike komisioniranja, bez obzira na veličinu i obilježja robe, zahtjeve korisnika ili vrstu nadzornog sustava.

Ovi osnovni principi uključuju [18]:

- Uporabu jasne, jednostavne i lako čitljive dokumentacije.
- Korištenje dokumentacije koja optimizira rute kretanja osoblja.
- Primjenu učinkovitog sustava adresiranja u skladištu.
- Pouzdanost i razinu obučenosti osoblja.
- Izbjegavanje prebrojavanja.
- Potvrdu narudžbe.
- Minimalizaciju vremena potrebnog za popunjavanje dokumentacije.

Dokumentacija za komisioniranje trebala bi olakšati posao osoblju koje obavlja ovu operaciju. Dobro koncipirana dokumentacija sadrži podatke o lokaciji artikla, šifri, opisu, količini te eventualnim dodatnim informacijama.

Korištenjem dokumentacije koja optimizira rute kretanja smanjuje se nepotrebno kretanje po skladištu i izbjegavaju obilasci lokacija s nedovoljnim zalihama artikla.

Uporaba učinkovitog sustava adresiranja ključna je za komisioniranje jer svaki artikl treba imati ažurnu adresu na skladišnom prostoru, što ubrzava proces prikupljanja robe.

Pouzdana i osposobljeno osoblje smanjuje razinu pogrešaka u ispunjavanju narudžbi, što povećava efikasnost prikupljanja robe.

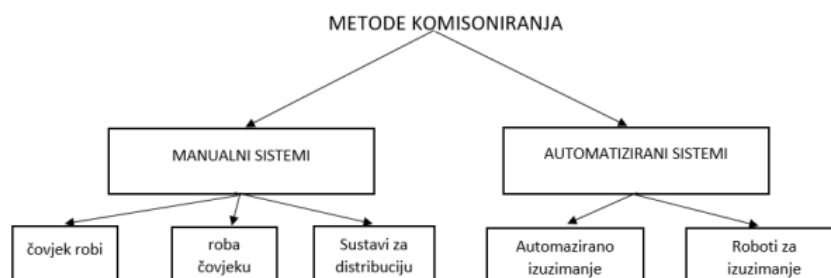
Umjesto prebrojavanja, mjerenje je učinkovitija metoda. Značajna ušteda vremena postiže se izbjegavanjem prebrojavanja, a odgovarajući odabir pakiranja može zamijeniti prebrojavanje i značajno skratiti vrijeme utvrđivanja količina.

Potvrda narudžbe pruža dodatnu provjeru točnosti izvršenja narudžbe, pa je važno da osoblje zaduženo za prikupljanje robe provjeri jesu li količine podignute sa skladišta jednake naručenim količinama.

Proces komisioniranja može se organizirati korištenjem različitih metoda prilagođenih strukturi artikala, razini komisioniranja i značajkama skladišnih objekata.

3.3.2. Metode komisioniranja

Postoji nekoliko metoda komisioniranja koje ovise o različitim čimbenicima. Ključni čimbenici u odabiru metode komisioniranja su broj artikala po narudžbi i vrsta skladišne jedinice (palete, pakiranje ili pojedinačni proizvod). Ove metode komisioniranja mogu se provoditi na dva načina kao što je vidljivo na slici 8., a to su:



Slika 8. Podjela metoda komisioniranja

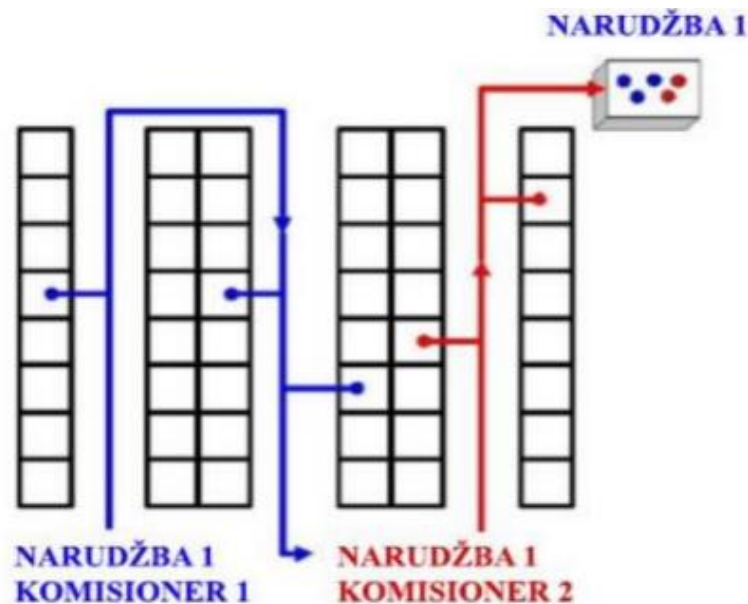
Izvor: [19]

3.3.2.2. Zonsko komisioniranje

Skladište je razdijeljeno na zone, pri čemu je svaka zona dodijeljena jednoj osobi. Ta osoba je odgovorna za prikupljanje svih artikala u toj zoni, i to za više narudžbi. Nakon toga, roba se prenosi u zonu za konsolidaciju, gdje se sortira prema svakoj pojedinačnoj narudžbi i priprema za otpremu.

Postoje dvije varijante zonskog komisioniranja. Sekvencijalni pristup, koji je prikazan na slici 10., uključuje prikupljanje artikala u jednoj zoni unutar određenog vremenskog intervala. Suprotno tome, simultano prikupljanje uključuje prikupljanje artikala u više zona istovremeno. Kada se komisioniraju artikli manjih dimenzija, primjenjuje se "princip roba do čovjeka", gdje svaki operater preuzima odgovornost za komisioniranje određenog broja artikala unutar pojedine narudžbe.

Zonsko komisioniranje se često koristi, posebno u skladištima s raznolikim vrstama artikala i različitim oblicima pakiranja. Da bi se smanjilo vrijeme potrebno za prikupljanje, veće zone se mogu podijeliti na manje dijelove. Primjer zonskog komisioniranja nalazi se na slici 10.

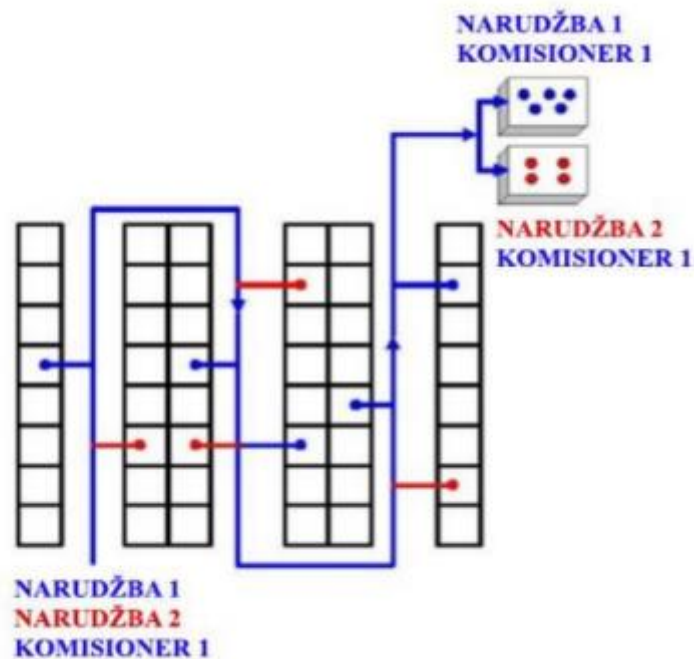


Slika 10. Zonsko komisioniranje

Izvor: [18]

3.3.2.3. Grupno komisioniranje

Jedna osoba istovremeno prikuplja artikle za više narudžbi. Ako se određeni artikl nalazi na više narudžbi, ukupna tražena količina se podiže sa skladišta, a zatim se raspoređuje prema pojedinačnim narudžbama. Ovaj pristup povećava efikasnost, posebno u prikupljanju artikala koji dolaze u malim pakiranjima. Najkorisniji je kada su narudžbe za nekoliko artikala u malim količinama. Međutim, povećava se rizik od pogrešaka pri sortiranju i smanjuje se preciznost pri ispunjavanju narudžbi. Slika 11. prikazuje primjer ovog procesa.



Slika 11. Grupno komisioniranje

Izvor: [18]

3.3.2.4. Komisioniranje na mah

Slično diskretnom prikupljanju, ovaj način komisioniranja podrazumijeva da jedna osoba obrađuje jednu narudžbu. Međutim, razlika je u tome što se odabiru narudžbe koje će biti ispunjene u određenom vremenskom periodu. Također, narudžbe se mogu raspoređivati tako da se ispunjavaju u određenim vremenskim intervalima tijekom dana. Ova praksa se često koristi kako bi se uskladili procesi komisioniranja i otpreme [18].

3.3.2.5. Sustavi komisioniranja „roba k čovjeku“

U sustavima komisioniranja prema principu "roba k čovjeku", materijal koji treba biti izuzet kreće se do komisionera. Mjesto izuzimanja materijala, poznato kao pretovarna stanica, smješteno je na kraju prolaza, zbog čega ovi sustavi često nazivaju i sustavima komisioniranja "na kraju prolaza" [20].

Sustavi temeljeni na principu "roba k čovjeku" imaju nekoliko prednosti u usporedbi s ostalim metodama komisioniranja. Neki od ključnih benefita su [5]:

- Smanjen potreban ručni rad, budući da nema potrebe za transportnim putevima.
- Nema potrebe za profiliranjem.
- Veći stupanj iskoristivosti skladišnog prostora.
- Povećana sigurnost robe.
- Ergonomski oblikovane radne stanice.
- Brža selekcija narudžbi.
- Veća točnost.
- Autonomija radnih stanica.
- Visok stupanj iskoristivosti prostora.

3.3.2.6. Automatizirani sustavi

Automatizacija sustava može varirati i ovisi o razini izvedbe. Često korišteni sustavi uključuju:

- Robotizirani sustavi: Automatizirani sustavi za automatsko odlaganje i komisioniranje.
- Konvejeri: Koriste se kao pomoćna sredstva u procesu komisioniranja manjih pakiranja ili pojedinačnih artikala. Primjer automatiziranog skladišta sa konvejerima nalazi se na slici 12.
- Karuseli: Automatizirani sustavi za komisioniranje koji funkcioniraju po principu "roba k čovjeku".



Slika 12. Primjer automatiziranog skladišta (Schaefer)

Izvor: [21]

3.3.3. Načini komisioniranja

Načini komisioniranja mogu se provoditi na sljedeće načine:

- Komisioniranje s papirnatim listama: Najčešći i najjednostavniji način komisioniranja. Radnici prikupljaju robu koristeći papirnate liste na kojima su navedene lokacija, artikl i količina.
- Komisioniranje uz pomoć glasovnih naredbi: Skladišni radnik dobiva sve informacije o robi, skladišnoj lokaciji i količini putem zvučnih signala. Dok komisionira, radnik ima slobodne obje ruke što olakšava izuzimanje robe sa skladišnih pozicija.
- Komisioniranje pomoću čitača bar kodova: Radnici koriste skenere kako bi dobili sve informacije o stavkama koje trebaju preuzeti. Skeniranjem artikala radnici potvrđuju izuzimanje robe sa skladišnih lokacija.
- "Pick by light" komisioniranje: Komisioniranje bez papira, gdje se umjesto na listi, radniku prikazuje količina proizvoda koju treba pokupiti putem zaslona direktno na odjeljku za prikupljanje. Prikaz uključuje svjetlosne signale i gumbе za potvrdu. Radnik može potvrditi izuzimanje proizvoda i ažurirati stanje u sustavu u stvarnom vremenu. Način „Pick by Light“ komisioniranja prikazan je na slici 13.

- "Pick-by-Vision": Nova metoda prikupljanja koja omogućuje korisniku korištenje obje ruke za rukovanje robom u svakom trenutku. To se postiže korištenjem podatkovnih naočala poput Google Glass-a [22].



Slika 13. Pick by light komisioniranje

Izvor: [23]

3.4. Otprema robe

Otprema robe je proces koji zahtijeva veći angažman ljudskih resursa jer svaki element narudžbe treba biti pažljivo sortiran i složen prema rasporedu. U ovoj fazi također se vrši provjera točnosti ispunjenja narudžbi, što je ključno za efikasnost skladišta. Netočne narudžbe ne samo da rezultiraju nezadovoljstvom korisnika, već stvaraju i dodatne troškove zbog procesa povrata robe. Dobro osmišljen i organiziran sustav otpreme ima značajan utjecaj na ukupnu efikasnost skladišta i poslovanja. Kako bi taj sustav ostao konkurentan, nužno je razviti strateški plan za njegov daljnji razvoj. Taj plan obično obuhvaća:

- Definiranje i razumijevanje trenutačnih potreba korisnika te budućih trendova u poslovanju.
- Odabir optimalnog oblika prijevoza.
- Odabir najpogodnijeg načina ukrcanja vozila, uzimajući u obzir zahtjeve korisnika i tehničke mogućnosti prijevoza.
- Projektiranje zone za prikupljanje robe, usklađene s načinom ukrcanja vozila i položajem robe koja se otprema.
- Implementacija i uporaba informacijskih sustava za optimizaciju i kontrolu otpremnog sustava.

Sustavi otpreme robe imaju ključnu ulogu u današnjem poslovanju skladišta. Osim povećanih zahtjeva korisnika za bržom i preciznijom dostavom, primjećuju se i promjene u samom procesu otpreme, uključujući korištenje brze dostave i globalizaciju poslovanja.

S ciljem poboljšanja konkurentnosti i povećanja obujma posla, pojavljuju se inovativni sustavi poput Cross Dockinga. Ovaj sustav proizašao je kao odgovor na potrebu za ubrzanjem protoka robe i smanjenjem zaliha. Cross docking terminali funkcioniraju kao pretovarni terminali gdje se roba s različitih izvora dostave na jednu lokaciju - cross-dock terminal. Tamo se roba sortira i konsolidira s drugim sličnim pošiljkama prema odredištu, bez potrebe za skladištenjem [18].

4. SUSTAV ZA UPRAVLJANJE SKLADIŠTEM I OPREMA

Pri organizaciji i vođenju velikih skladišnih sustava često se susreće sa sljedećim izazovima:

- Nedovoljna iskoristivost skladišnog prostora.
- Poteškoće u identifikaciji robe i snalaženju osoblja među sličnim artiklima različitih vlasnika, što može dovesti do ljudskih pogrešaka.
- Spor i neefikasan protok robe prilikom prijema i otpreme.
- Nedostatak detaljnih informacija o robi i kapacitetima skladišta potrebnih za analize i planiranje.
- Neoptimalno korištenje radne snage.

Kako bi se učinkovito riješili ovi problemi, mnoge tvrtke koje se bave skladištenjem robe za druge implementiraju informatičke sustave za praćenje i upravljanje skladišnim operacijama. Ovi sustavi, poznati kao WMS (Warehouse Management Systems), sadrže sofisticirane programske alate te su integrirani s posebnom opremom za rad u skladištima i mrežnom infrastrukturom [24].

4.1. Sustav za upravljanje skladištem – WMS

Skladišni sustavi koji se upravljaju računalno su alati dizajnirani za efikasno vođenje procesa i aktivnosti unutar skladišta. WMS (Warehouse Management Systems) omogućuju implementaciju kompleksnih procesa u skladištu s ciljem poboljšanja ukupne učinkovitosti.

Ti sustavi omogućuju brz prijenos podataka i komunikaciju u stvarnom vremenu između upravljačkog sustava i osoblja skladišta, povezujući identifikacijske uređaje s računalnim sustavom [18].

Razlozi uvođenja WMS-a su:

- Veća mogućnost preciznijeg i dostupnijeg upravljanja robom – sustav WMS omogućava precizno praćenje lokacije robe od trenutka ulaza u skladište do trenutka isporuke. Zaprimljena roba je uvijek optimalno raspoređena sa uredno vođenom dokumentacijom o svim bitnim podacima vezanim uz karakteristike proizvoda i njihovoj lokaciji unutar skladišta.
- Poboľjšano upravljanje skladišnim prostorom – pravilno raspoređivanje artikala sukladno njihovim karakteristikama na određene lokacije unutar skladišta omogućava optimalno korištenje skladišnog prostora. Sustav WMS povećava preglednost skladišta

i omogućuje fleksibilnost pri oblikovanju postavki skladišta na način koji najbolje odgovara Vašim zahtjevima.

- Smanjeni operativni troškovi – podaci o isporukama, lokacijama artikala, karakteristikama proizvoda, uneseni u sustav WMS pružaju mogućnost bržeg i preciznijeg upravljanja zadacima. Rezultat su niži troškovi, manji broj pogrešaka i rast produktivnosti. Automatizacija procesa omogućuje učinkovitije upravljanje ljudskim resursima i smanjuje mogućnost ljudske pogreške.
- Učinkovitiji odnos sa klijentima – veći stupanj uslužnosti omogućen je dostupnošću podataka o količini i lokaciji željenog artikla, stoga sustav WMS skraćuje vrijeme isporuke i samim time eliminira situacije koje mogu rezultirati nezadovoljstvom klijenta.
- Mogućnost širenja opsega poslovanja (ekspanzija tržišnih prilika) – korištenje rješenja za upravljanje skladišnim poslovanjem sustav WMS otvara nove poslovne mogućnosti. Automatizacija procesa omogućuje veću produktivnost, veće zadovoljstvo klijenata i osigurava temelj za širenje opsega poslovanja.

Razina složenosti WMS-a varira od osnovnih, naprednih do kompleksnih sustava. Na osnovnoj razini, sustav se koristi za praćenje razine zaliha i lokacije proizvoda. Informacije su jednostavne i fokusirane na kapacitet skladišnog sustava.

Napredni WMS uključuje funkcije poput planiranja resursa i aktivnosti te omogućuje analizu zaliha i kapaciteta skladišta. Kompleksni WMS sustavi, osim osnovnih i naprednih funkcija, nude optimizaciju procesa i opreme skladišta te planiranje optimalne lokacije za svaki pojedinačni ili grupu artikala.

Ključni faktori prilikom odabira WMS-a uključuju fleksibilnost, pouzdanost, jednostavnost korištenja, realno-vremensku vidljivost, integraciju s ERP sustavima, mogućnost unosa dodatnih podataka o proizvodima, izbor metode vođenja zaliha, generiranje izvještaja te analizu troškova i koristi [18].

4.2. Oprema skladišta

Pod uređenjem i opremom skladišta podrazumijeva se raspored i organizacija prostorija te nabava i razmještaj opreme u skladišnom i manipulativnom prostoru. Ovisi o vrsti skladišta, količini i osobinama robe, vrsti transportnih sredstava, načinu rukovanja s robom, tehnici rada i metodi rasporeda robe u skladištu. Na unutarnje uređenje skladišta utječu razni čimbenici, među kojima se ističu sljedeći [1]:

- značajke robe koja se skladišti (vrsta, količina, težina, dimenzije, oblik, volumen, specifična svojstva robe, učestalost prometa robe)
- način transporta i rukovanja robom kod dopreme, otpreme i kretanja robe u skladištu
- veličina i raspored osnovnih i pomoćnih površina skladišta (manipulativni i ostali prostor)
- oprema i inventar skladišta
- tehnika smještaja i raspored robe na skladištu

Prostor u skladištu mora biti uređen tako da omogućuje [1]:

- brzo poslovanje skladišta i unutrašnjeg transporta
- racionalno korištenje skladišnog prostora
- održavanje higijene i čistoće u skladištu
- maksimalnu iskoristivost raspoloživog skladišnog prostora
- zaštitu robe, tj. osiguranje i čuvanje kvalitete robe
- sigurnost i zaštitu osoblja, opreme, instalacija i zgrade
- osiguranje reda koji će omogućiti lako i brzo pronalaženje robe u skladištu preglednost uskladištenih zaliha robe
- pristupačnost uskladištenoj robi
- upotrebu odgovarajućih sredstava za transport i rukovanje robom
- obavljanje skladišnog poslovanja kvalitetno, sigurno i brzo uz najniže troškove

Za brzo odvijanje skladišnog poslovanja vrlo je važno utvrditi pravac kretanja robe čime se izbjegava zastoje u kretanju i skraćuje vrijeme manipulacije i obavljanja svih operacija prilikom manipulacije robom.

Odgovarajuća je skladišna oprema nužna kako bi skladišta mogla obavljati zadane funkcije. Izborom najpogodnije opreme osigurat će se maksimalna efikasnost i produktivnost i očuvati sama unutrašnjost skladišta. Prilikom odabira opreme treba uzeti u obzir sve prethodno navedene čimbenike kao i za samo uređenje skladišta, a kvalitetnom organizacijom opreme unutar prostora skladišta postiže se vremenska i prostorna ušteda pri izvršavanju skladišnih operacija, bilo to prijem robe, manipuliranje, pohrana ili izdavanje robe [2].

U unutarnju skladišnu opremu spadaju sredstva za unutrašnji transport i sredstva za pohranu robe [18].

4.3. Transportna sredstva

Transportna sredstva imaju ključnu ulogu u premještanju robe unutar skladišta te često predstavljaju značajnu investiciju. Raznolikost robe i zahtjevi procesa manipulacije utječu na odabir odgovarajućih transportnih sredstava. Pojam transportnih sredstava obuhvaća opremu za utovar, istovar, pretovar i rukovanje teretom, uključujući viličare, utovarivače, konvejjere, kolica za komisioniranje i druge.

Viličari su ključna kategorija manipulacijskih strojeva u skladištima. Koriste se za podizanje, spuštanje i transport robe, osobito paletizirane robe. Ova sredstva značajno su smanjila potrebu za ljudskim radom, povećala produktivnost i poboljšala iskorištenje skladišnog prostora. Postoji širok spektar vrsta viličara, razvrstanih prema pogonu, konstrukciji i namjeni.

Na slici 14. prikazan je čeonu viličari koji je jedan od najčešćih vrsta viličara. Opremljeni su vilicama smještenim u prednjem dijelu, omogućujući podizanje i transport robe na paletama. Njihova nosivost varira ovisno o modelu, a koriste se za različite zadatke utovara i istovara u unutarnjim i vanjskim skladištima. Ovisno o potrebama, mogu se koristiti viličari s električnim, plinskim ili dizelskim pogonom [2].



Slika 14. Čeonu viličar

Izvor: [25]

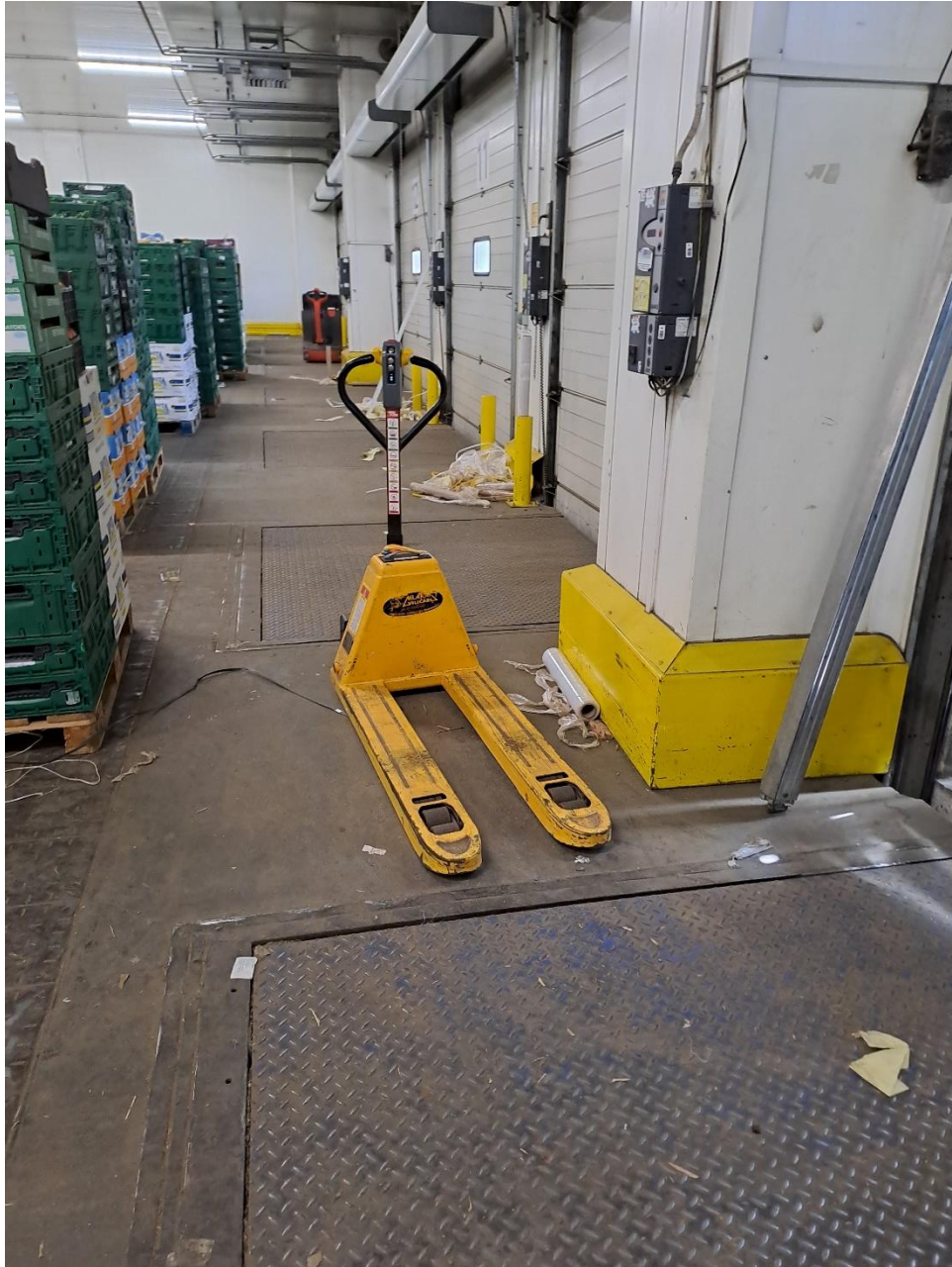
Bočni viličari imaju vilice smještene na desnoj strani, što im omogućuje horizontalno i vertikalno premještanje tereta. Primjer bočnog viličara nalazi se na slici 15. Ova prilagodba konstrukcije omogućuje im transport robe većih dimenzija i kretanje kroz uske prolaze, što ih čini idealnima za metalurgiju i drvenu industriju. Njihova stabilnost, sposobnost savladavanja nagiba i mogućnost rukovanja dužim i težim teretom čine ih korisnima za rad na otvorenom. Bočni viličari, pokretani dizelskim motorom, postižu brzine do 40 km/h [2].



Slika 15. Bočni viličar

Izvor: [25]

Paletni viličari su popularni zbog svoje kompaktne veličine, jednostavne uporabe i pristupačne cijene. Prikaz paletnog viličara nalazi se na slici 16. Koriste se za transport kutija i paleta unutar skladišta ili na kratkim udaljenostima. Postoje modeli na koje radnici hodaju iza, kao i oni s platformom za vožnju. Njihova nosivost se kreće od 1 do 3,5 t, a mogu podizati teret na visine od 1,4 m do 6 m. Paletni viličari pokreću se ručno ili elektromotorom [2].



Slika 16. Paletar

Izvor: Autor

Regalni viličari namijenjeni su radu u zatvorenim prostorima s visokom frekvencijom. Primjer regalnog viličara nalazi se na slici 17. Dolaze u različitim izvedbama, poput onih s dohvatnim vilicama ili vilicama dvostruke dubine. Većina modernih regalnih viličara su visokoregalni viličari, što je rezultat tehnološkog napretka u konstrukciji skladišta. Ovi viličari često imaju električni pogon zbog svojih prednosti nad motorima s unutarnjim izgaranjem. Nosivost ovih viličara može doseći do 2000 kg, s dohvatom od 6,5 m [2].



Slika 17. Visokoregalni viličar

Izvor: Autor

Učinkovitim organiziranjem i opremanjem skladišta postižu se značajne uštede kroz smanjenje vremena i prostora potrebnog za skladišne operacije, povećanje rotacije robe te smanjenje potrebnih zaliha na skladištu [2].

4.4. Sredstva za pohranu robe – regali

Regali su najčešća oprema u skladištima koja se koristi za skladištenje robe. Korištenjem regala stvara se dodatni prostor za odlaganje robe i maksimizira se iskoristivost prostora jer se roba skladišti u visinu. Regale se može podijeliti na [18]:

1. Paletne regale
2. Jednostruke paletne regale
3. Dvostruke paletne regale
4. Provozne paletne regale ("Drive-in" ili "Drive-through")
5. Protočne paletne regale
6. Polične regale
7. Konzolne regale

1. Paletni regali

Za skladištenje većih količina paletnih skladišnih jedinica koriste se paletni regali. Regali imaju otvor u kojem se pohranjuje paleta, a kako su palete standardizirane po širini i visini, mijenja se samo visina otvora ovisno o robi koja se nalazi na paleti. Paletne regale dijelimo na [18]:

2. Jednostruke paletne regale

Jednostruki regali osmišljeni su tako da je svaka paleta izravno dostupna neovisno o lokaciji, što omogućava slobodan pristup robi, ali zahtijeva više prostora.

Prednosti:

- Pristup svim skladišnim jedinicama na bilo kojoj lokaciji
- Najjeftiniji sustav regala po m²
- Mogućnost pristupa više vozila istovremeno
- Nema posebnih zahtjeva za vozilima
- Niski troškovi rukovanja i mehanizacije

Nedostaci:

- Zahtijeva relativno velik skladišni prostor
- Porast troškova skladištenja s povećanjem broja skladišnih jedinica
- Ovisno o konceptu skladištenja, porast vremena manipulacije za pojedini artikl
- Ograničena visina slaganja do 12 m [18].

3. Dvostruki paletni regali

Dvostruki regali su osmišljeni kako bi pohranili dvije palete jednu iza druge, čime se štedi prostor. Glavni izazov s ovim regalima je pristup pojedinoj skladišnoj jedinici, što se pokušava riješiti popunjavanjem redova istim vrstama artikala [18].

Prednosti:

- Povećan kapacitet skladišta u odnosu na jednostruke regale
- Pogodni za B i C artikle
- Povećanje broja paletnih mjesta za 10-15 %, ovisno o rasporedu regala

Nedostaci:

- Smanjena dostupnost skladišnih jedinica
- LIFO sustav (Last In First Out)
- Potrebni specijalizirani viličari
- Potrebno više vremena za manipulaciju jedinicama [18].

4. Provozni regali

Provozni regali su konstruirani kako bi jedinice bile pohranjene u blokove bez prolaza. Ova struktura omogućuje viličaru ulazak unutar nosivog okvira regala radi pristupa skladišnim jedinicama. Radi izbjegavanja duplog manipuliranja jedinicom, svakom redu se dodjeljuju razine iste jedinice [18].

"Drive in" regali omogućuju komisioniranje s istog prolaza (princip LIFO) i koriste se za frekventne artikle, često kombinirajući se s klasičnim regalima. "Drive through" regali omogućuju komisioniranje tako da palete ulaze s jedne strane reda, dok se otpremaju s druge strane (princip FIFO - First In First Out) [18].

Prednosti:

- Ušteda energije (ako je potrebno održavati posebne temperature za skladištenje artikala)
- Ušteda prostora

Nedostaci:

- Mogućnost oštećenja regala - zahtijeva robusnu konstrukciju
- Ograničena dostupnost artikala - nije prikladan za niskofrekventne artikle [18].

5. Protočni paletni regali

Protočni paletni regali su konstruirani kao blokovi s ukošenim donjim površinama opremljenim kotačićima. Njihova dubina je ograničena na otprilike 8 paleta, a za komisioniranje se primjenjuje FIFO princip [18].

Prednosti:

- Ušteda skladišnog prostora do 60 % u usporedbi s klasičnim jednostrukim paletnim regalima
- Primjena FIFO sustava omogućuje ravnomjernu rotaciju artikala
- Nije potreban velik broj sredstava unutarnjeg transporta za opsluživanje - za jedan blok dovoljna su dva viličara
- Omogućuje velik broj skladišnih operacija [18].

6. Polični regali

Polični regali su namijenjeni za pohranu robe manjih prekrcajnih i manipulativnih jedinica. Postoje različite vrste poličnih regala:

Statični polični regali: najekonomičniji model skladištenja koji se koristi za spremanje nepaletiziranih jedinica poput kartonskih paketa ili pojedinačnih artikala.

Gravitacijski protočni polični regali: nagnuti su na jednu stranu i opremljeni kotačićima te omogućuju primjenu LIFO i FIFO principa pri komisioniranju. Iako su skuplji od statičnih regala, omogućuju veću učinkovitost i uštedu vremena potrebnog za traženje i dostizanje određenih artikala [18].

7. Konzolni regali

Konzolni regali su izuzetno čvrsti skladišni sustavi za pohranu dugačke i glomazne robe poput drvenih ploča, limova, profila, greda, čeličnih elemenata, građevinskog materijala ili čak starih vozila [26].

4.5. Ostala skladišna oprema

Osim same infrastrukture i transportnih sredstava, unutar skladišnog okruženja, ključna je i dodatna oprema koja olakšava operacije skladištenja i održava radno okruženje funkcionalnim. Ova dodatna oprema uključuje [2]:

- Komunikacijsko-informacijski sustav
- Sredstva za montažu i demontažu jediničnih tereta
- Vage za određivanje težine i dimenzija
- Sredstva za prijevoz preko tračnica i drugih neravnina
- Sredstva za pretovar
- Pakirna oprema
- Pomoćna sredstva za rad (poput stepenica i ljestvi)
- Sredstva za hvatanje materijala
- Pomoćna sredstva za povezivanje s okolinom (kao što su rampe i mostovi).

Nabava računalne i informacijske tehnologije ključna je za suvremena skladišta. Korištenje računala i prijenosnih terminala, bilo ručnih ili povezanih s viličarima, omogućuje olakšano i efikasnije skladištenje robe, trenutno praćenje stanja zaliha te bolje iskorištavanje skladišnog prostora i opreme.

Dodatna oprema u skladištu osigurava optimalne uvjete rada i čuvanja materijala. To uključuje protupožarnu zaštitu, sigurnosne uređaje, klimatizacijske i grijne sustave, rasvjetu i električne instalacije, sanitarno-higijenske uređaje te opremu za održavanje čistoće [2].

5. ANALIZA POSTOJEĆEG PROCESA POHRANE U SKLADIŠTU

Za primjer analize postojećeg stanja procesa pohrane u skladištu uzet je domaći maloprodajni lanac.

Svi rezultati i vrijednosti prikazani u ovom diplomskom radu su ponderirani prema utvrđenim metodološkim kriterijima, kako bi se sačuvala tajnost podataka.

5.1. Unutarnje uređenje skladišta

Skladište koje ćemo analizirati je depozitno skladište. Depozitno skladište je skladište u kojem se roba deponira ili skladišti na period dulji od jednog dana, a samo skladište djeluje kao amortizer između dobavljalivosti roba i potražnje. Na klasičnom depozitnom skladištu prilikom rada s robom obavljaju se sve osnovne skladišne operacije. Osnovna prednost distribucije preko klasičnog depozitnog skladišta je što osigurava veću dostupnost robe i omogućava investicijsku kupnju [27].

Osnovna funkcija skladišta je pohrana robe. To znači da se u skladištu zaprimaju isporuke od dobavljača, obavljaju sve potrebne provjere i razvrstavanje, pohranjuju proizvodi i materijali sve dok nisu potrebni, a zatim se dogovara isporuka kupcima. Skladištenje robe zahtijeva kvantitativno i kvalitativno preuzimanje robe i njeno čuvanje do prodaje kupcu. Operacija skladištenja robe zahtijeva i obavljanje poslova kao što su sortiranje, pakiranje, etiketiranje, miješanje te druge usluge dodane vrijednosti. Robu u skladištu treba smjestiti tako da se omogući najbolje iskorištenje skladišnog prostora, pravilno čuvanje i zaštita robe, lako i brzo identificiranje robe, lagan pristup prostoru za razmještaj robe, te postizanje najnižih troškova skladištenja robe.

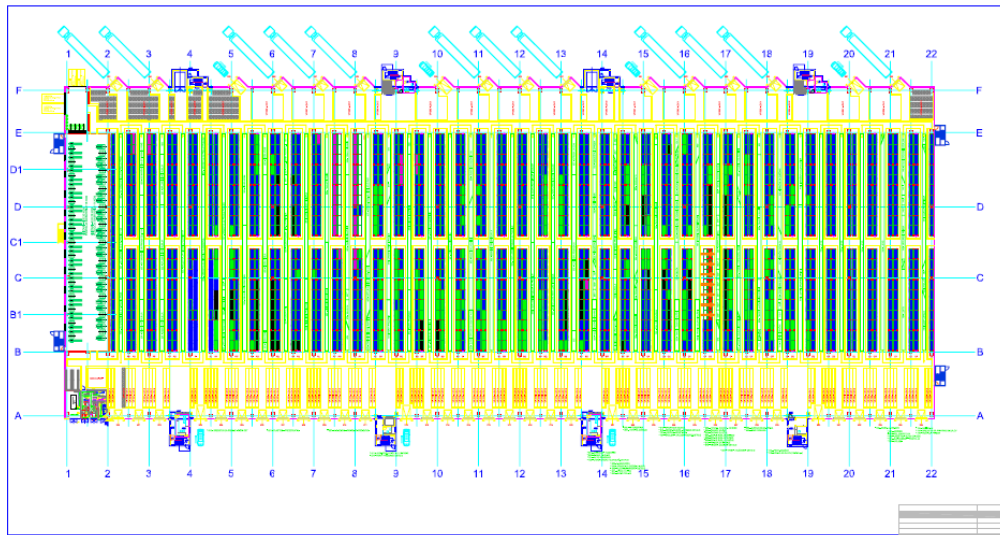
Sam proces kod depozitnog skladišta započinje predikcijom budućih potreba kupaca, investicijskim ulaganjem u zalihe i proizvodnim ciklusom. Temeljem ovih potreba kreiraju se ulazne narudžbe. Dokument koji je poveznica između samog skladišta i odjela kontrole zalihe se naziva „yard“. Na početku radnog dana administracija na ulazu pomoću njega ima pregled u najavljena vremena dolazaka dostavnih vozila sa navedenom vrstom i količinom robe. Vozači dostavnih vozila se javljaju u administraciju ulaza koja bilježi vrijeme dolaska zbog lakšeg planiranja istovara u odnosu na već određeno vrijeme. Također bitno je naglasiti da je vrijeme dolaska vozila izrazito bitno kod uvoza iz stranih država zbog izbjegavanja penala radi predugog čekanja na istovar određene robe. U slučaju da dostava robe kasni jedan dan, poziva se telefonski kontrola zaliha te odlučuje da li će se roba zaprimiti. Nakon provjeravanja otpremnice ona se odnosi kontroloru ulaza koji na njoj ima broj mobitela vozača te ih na taj

način poziva na rampu u skladu s rasporedom ili vremenom dolaska. Slijedi istovar robe na istovarnu rampu te kreće ručno zaprimanje pomoću skenera putem kojega se vrši provjera količine i vrste robe.

U sam skener se pri unosu podataka za određenu robu mora unijeti i podatak o roku trajanja robe te tu može doći do gubitka vremena ako na otpremnici nema tih podataka što je čest slučaj. Problem se javlja jer sustav zahtijeva unos i datuma proizvodnje kao i datum isteka trajanja proizvoda te ga ne želi zaprimiti ako je prošlo više jedne trećine vremena. Nakon unosa podataka u sustav pomoću skenera i lijepljenja naljepnica na proizvode dolazi do potvrde zaprimanja u sustav te slijedi ispis dokumenta zaprimanja tj. primke koji vrši informacijski sustav „Oracle“. Administracija vrši usporedbu količina i proizvoda na otpremnici sa onom na dokumentu zaprimanja, ako je sve u redu otpremnica se potpisuje te vozač dostavnog vozila može otići iz logističko distributivnog centra.

Ako se slučajno nešto ne poklapa, izrađuje se zapisnik koji se bilježi u sustavu „Oracle“ i predaje se vozaču te postoji mogućnost storniranja dokumenta zaprimanja. U procesu slijedi odlaganje robe u regale pomoću visokoregalnih viličara koje voze zaposlenici. Tu često može doći do problema zbog neusklađenosti informacijskog sustava „Oracle“ i informacijskog sustava „Warehouse management system“ koji često može poslati vozača viličara na neadekvatnu lokaciju pa tu također može doći do gubitka vremena. Taj problem sigurno ima utjecaja i na gubitke vremena koji su povezani sa procesom istovara i zaprimanja robe tj. ti problemi su međusobno povezani. Nakon odlaganja robe u regalna mjesta završava proces zaprimanja robe u depozitnom skladištu.

Kvadratura promatranog depozitnog skladišta je 21.000 m². Skladište je protočnog tipa, odnosno prijemna zona skladišta je na jednoj strani, dok je otpremna zona na potpuno suprotnoj strani skladišta. Na slici 18. vidljivo je kako se ulazne rampe nalaze sa gornje strane skladišta, a izlazne rampe se nalaze se na donjoj strani skladišta.



Slika 18. Nacrt promatranog depozitnog skladišta

Izvor: [Autor]

Unutarnje uređenje skladišta mora voditi računa o slijedećim zahtjevima [5]:

- Maksimalno iskorištenje prostora
- Minimiziranje kretanja djelatnika
- Maksimalna dostupnost svih uskladištenih artikala
- Maksimalna zaštita artikala
- Maksimalna zaštita djelatnika

Skladišni prostor je pravokutnog oblika koji se sastoji od paralelnih prolaza između paletnih regala ili komisionih polica, eventualno sa jednim ili više poprečnih prolaza koji omogućuju djelatnicima da se lakše kreću.

U skladištu se ukupno nalazi 39 prolaza i 78 regala koji kreću od regala AC i završavanju u regalu DB. U svakom regalu se nalazi ukupno 60 komisionih lokacija, odnosno 30 lokacija sa donje strane regala i 30 lokacija sa gornje strane regala.

Unutarnje uređenje skladišta podijeljeno je po kategorijama artikala što se vidi na slici 19. Skladište se dijeli na dvije glavne cjeline – pakirana hrana i neprehrana. Komisioni put kreće na kategoriji Piće, odnosno u regalu AC, a završava na kategoriji Toaletni papir, odnosno regalu DB.



Slika 19. Unutarnje uređenje skladišta po kategorijama artikla

Izvor: Autor

5.2. Matični podaci artikla

Matični podaci artikla obuhvaćaju osnovne informacije o određenom proizvodu ili artiklu. To su podaci koji identificiraju proizvod i omogućuju praćenje njegovih karakteristika, kao i administrativno upravljanje njime. U nastavku je prikazano nekoliko tipičnih matičnih podataka artikla:

- Šifra artikla: Ovo je jedinstveni identifikator koji se koristi za praćenje svakog pojedinačnog artikla u inventaru. Šifra može biti interni kod tvrtke ili standardni kod poput GTIN-a (Global Trade Item Number), koji uključuje EAN (European Article Number) ili UPC (Universal Product Code).
- Naziv artikla: To je opisni naziv koji jasno identificira proizvod. Naziv artikla može sadržavati marku, model, veličinu, boju ili druge karakteristike koje su relevantne za proizvod.
- Opis artikla: Detaljni opis pruža dodatne informacije o proizvodu koje mogu uključivati specifikacije, materijale, značajke, upute za uporabu ili bilo koje druge relevantne informacije koje pomažu kupcima da bolje razumiju proizvod.
- Cijena: Ova vrijednost određuje koliko košta proizvod. Može biti osnovna prodajna cijena prije dodavanja poreza ili popusta, ili cijena po kojoj tvrtka kupuje artikl od dobavljača.

- Jedinica mjere: To je mjerna jedinica koja se koristi za kvantificiranje proizvoda. Primjerice, proizvod može biti mjeran u komadima, kilogramima, metrima, litrama itd.
- Stanje zaliha: Ovo je količina dostupnog proizvoda koja se trenutno nalazi u inventaru. Praćenje stanja zaliha omogućuje upravljanje opskrbom, predviđanje potražnje i izbjegavanje nedostataka ili prekomjernih zaliha.
- Dobavljač: Informacije o dobavljaču ili proizvođaču proizvoda. To uključuje ime dobavljača, kontaktne podatke, adrese i druge relevantne informacije koje olakšavaju upravljanje odnosima s dobavljačima i nabavu proizvoda.
- Datum dodavanja u bazu podataka: Ova informacija bilježi kada je artikl prvi put dodan u bazu podataka ili ažuriran. To omogućuje praćenje promjena u podacima o proizvodu tijekom vremena.
- Kategorija proizvoda: Pripadnost proizvoda određenoj kategoriji ili grupi proizvoda. Kategorizacija olakšava organizaciju inventara, pretraživanje proizvoda i pruža jasnu strukturu za kupce prilikom navigacije kroz asortiman proizvoda.
- Slike artikla: Fotografije ili ilustracije koje prikazuju izgled proizvoda. Slike su ključne za online prodaju jer pomažu kupcima da bolje razumiju proizvod i donesu informirane odluke o kupnji.

Svi ovi podaci zajedno čine osnovu za učinkovito upravljanje inventarom, prodajom, marketingom i drugim poslovnim procesima koji uključuju proizvode.

Svaka kompanija teži tome da su matični podaci što točniji, no to i nije jednostavno. Razlozi zbog kojih se uzimaju matični podaci:

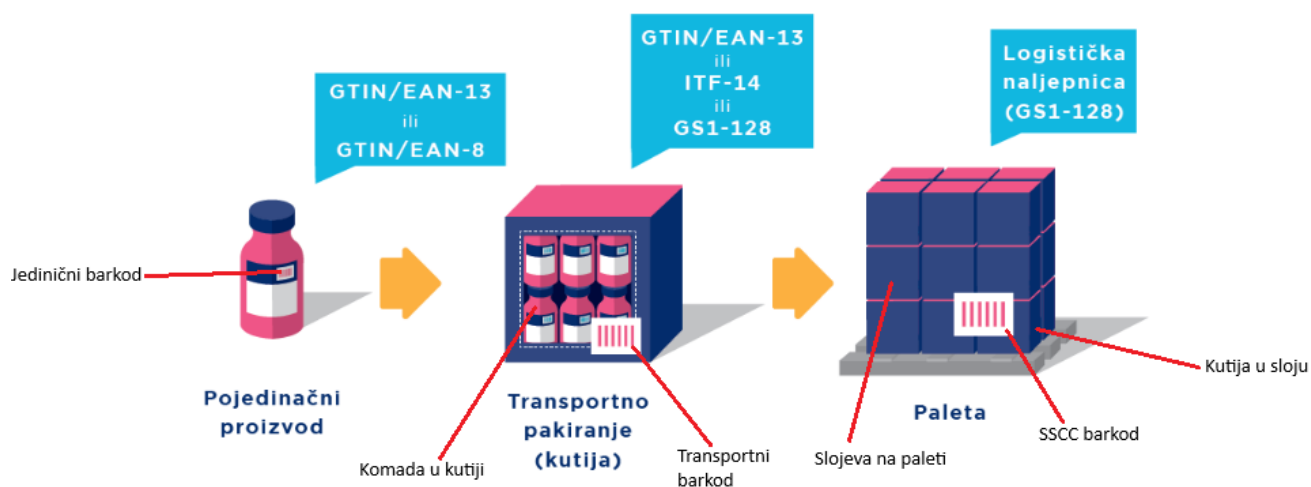
- Komisioniranje
- Izračun zauzetosti transportne jedinice
- Izračun zauzetosti komisionih i skladišnih lokacija

Matični podaci se uzimaju prilikom zaprimanja proizvoda, odnosno mogu se također uzeti i kreiranjem zadatke uzimanja matičnih podataka artikla. Ukoliko se sumnja da su matični podaci artikla krivi, djelatnika na skladištu se šalje da ponovno uzme matične podatke za artikl, a ako dođe do promjene matičnih podataka za određeni artikl, podaci se mogu ažurirati.

Matični podaci koji se najčešće prikupljaju u WMS sustavu:

- FIFO_KU - N (unlimited shelf life), E (until expiration date), Y (from date of manufacture), L (length of duration)
- TPB_KU – transportni barkod
- SKU_KU – jedinični barkod
- KSU – komada u podpakiranju
- KK – komada u kutiji (transportno pakiranje)
- VISINA_KU – visina kutije
- SIRINA_KU – širina kutije
- DUZINA_KU – dužina kutije
- TEZINA_KU – težina kutije
- KL – broj kutiju u sloju
- LP – slojeva na paleti

Na slici 20. nalazi se vizualan prikaz matičnih podataka.



Slika 20. Legenda matičnih podataka

Izvor: [Autor]

Na temelju navedenih matičnih podataka moguće je izračunati volumena kutije, volumen palete i visinu palete.

Izračun volumena kutije (1):

$$\text{Volument kutije} = \text{Visina kutije} * \text{Dužina kutije} * \text{Širina kutije} \quad (1)$$

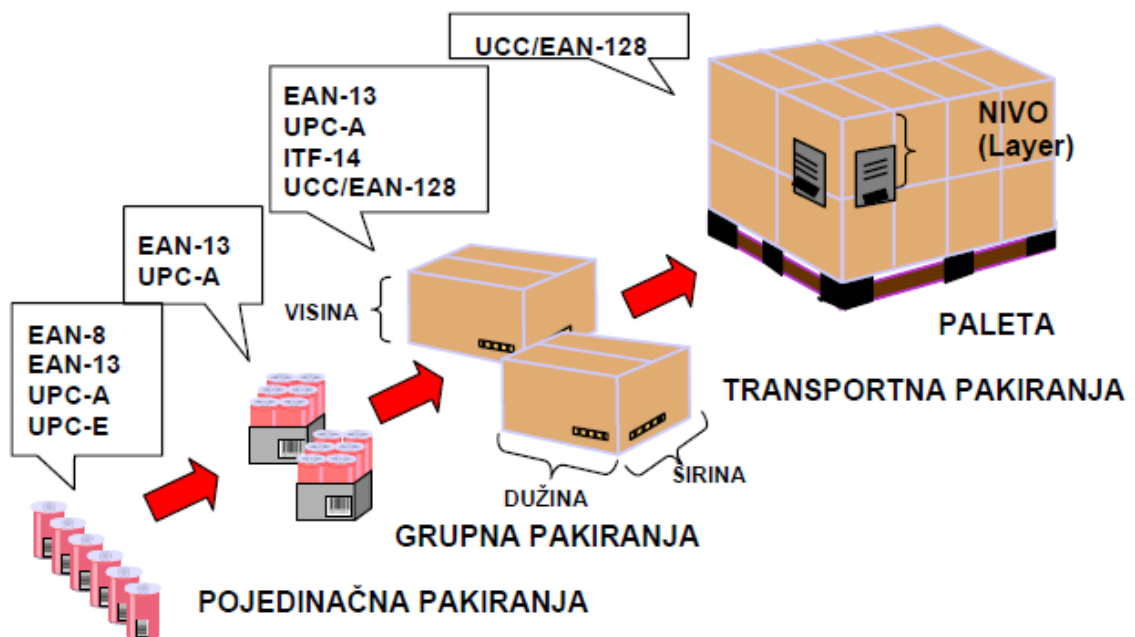
Izračun visine palete (2):

$$\text{Visina palete} = (\text{Visina kutije} * \text{Broj slojeva na paleti}) + 15 \text{ cm (visina ambalaže)} \quad (2)$$

Izračun volumena palete (3):

$$\text{Volumen palete} = (\text{Dužina palete} * \text{Širina palete} * \text{Visina palete}) + \text{Obujam ambalaže} \quad (3)$$

Na slici 21. prikazana je hijerarhija pakiranja prema GS1 standardima.



Slika 21. Razine logističkih jedinica mjera

Izvor: [28]

5.3. Zone pohrane

Zone pohrane u skladištu su definirana područja unutar skladišnog prostora koja su namijenjena za organiziranje, čuvanje i raspoređivanje robe ili materijala prema specifičnim kriterijima kao što su vrsta robe, obrtaj, veličina, težina ili druge karakteristike. Ove zone mogu biti fizički ograđene ili označene na podu, policama ili regalima radi lakše identifikacije i upravljanja inventarom. Organizacija skladišnih zona omogućava efikasnije korištenje skladišnog prostora, optimizaciju protoka robe i olakšava procese prijema, pohrane, pretraživanja i izdavanja robe [8].

5.4. Analiza postojećeg stanja

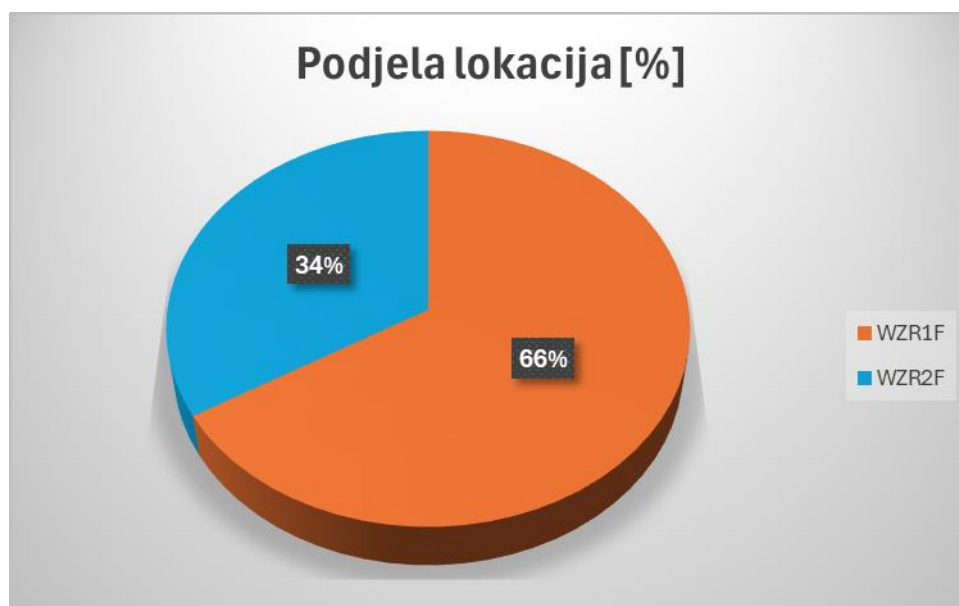
U promatranom skladištu se nalaze dvije zone pohrane – komisiona zona i skladišna zona. Najčešće se koristi skladišna zona za pohranu artikala. Skladišna zona se također dijeli na dva dijela – zone WZR1F i WZR2F. Kada bi se zbrojio broj lokacija iz obje zone, tada bi ukupan broj lokacija iznosio 26.230 što se vidi u tablici 1.

Tablica 1. Broj lokacija po skladišnim zonama

ZONA	UKUPAN_BROJ_LOKACIJA	POSTOTAK
WZR1F	17413	66%
WZR2F	8817	34%
UKUPNO	26230	

Izvor: Autor

Podjela lokacija po zonama izražena u postotku nalazi se na slici 22.



Slika 22. Podjela lokacija u postotku

Izvor: Autor

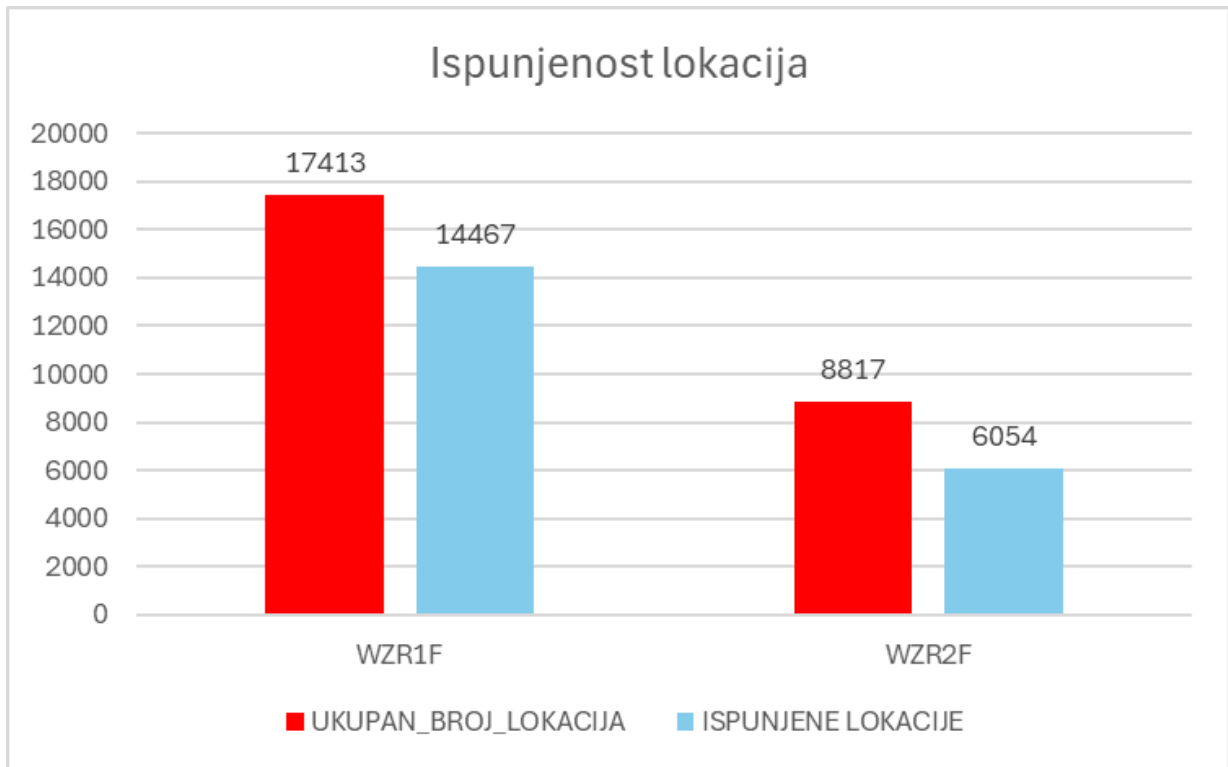
U tablici 2. se vidi ispunjenost skladišnih lokacija po zonama.

Tablica 2. Ispunjenost skladišnih lokacija po zonama

ZONA	UKUPAN_BROJ_LOKACIJA	ISPUNJENE LOKACIJE	POSTOTAK
WZR1F	17413	14467	83%
WZR2F	8817	6054	69%
UKUPNO	26230	20521	78%

Izvor: Autor

Na slici 23. je grafički prikaz ispunjenosti skladišnih lokacija po zonama.



Slika 23. Ispunjenost lokacija po zonama

Izvor: Autor

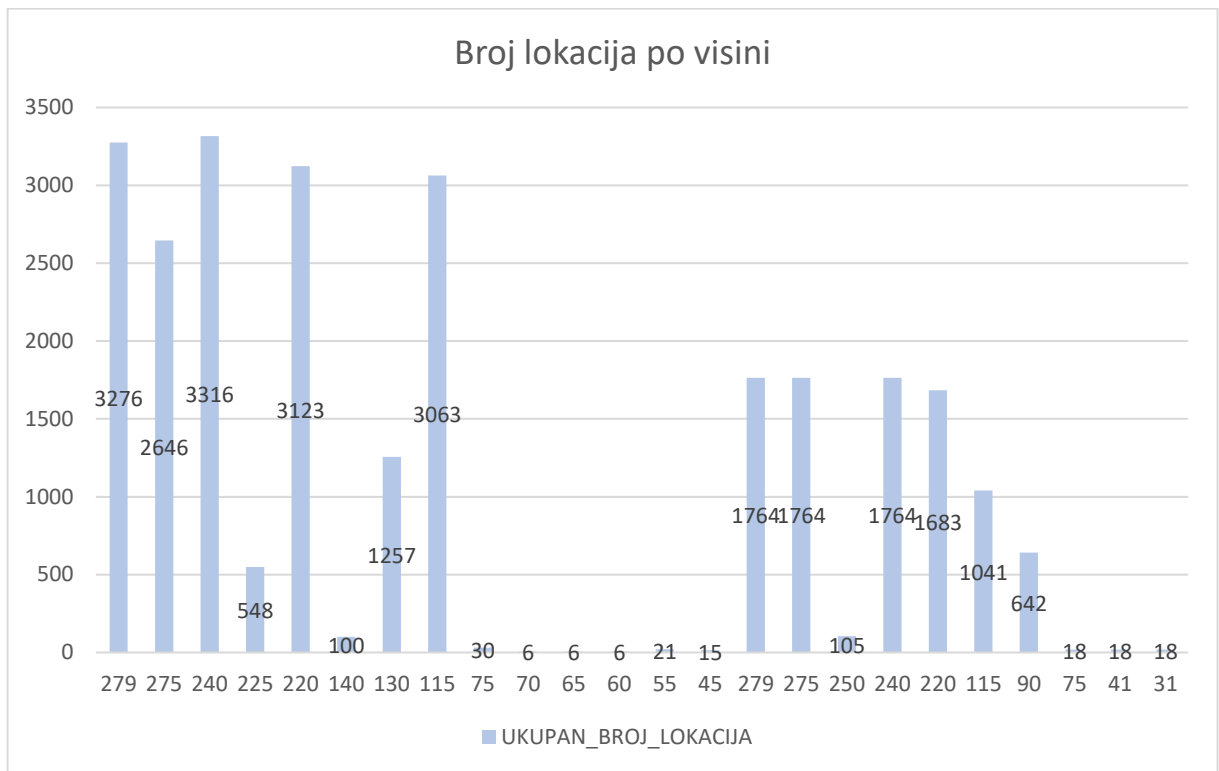
Lokacije se u skladišnim zonama dijele po visini, pa je tako najviša lokacija u skladišnoj zoni 279 cm, a najniža 31 cm. Podjela lokacija po visini i skladišnoj zoni nalazi se u tablici 3.

Tablica 3. Podjela lokacija po visini

ZONA	VISINA LOKACIJE [cm]	UKUPAN_BROJ_LOKACIJA
WZR1F	279	3276
WZR1F	275	2646
WZR1F	240	3316
WZR1F	225	548
WZR1F	220	3123
WZR1F	140	100
WZR1F	130	1257
WZR1F	115	3063
WZR1F	75	30
WZR1F	70	6
WZR1F	65	6
WZR1F	60	6
WZR1F	55	21
WZR1F	45	15
WZR2F	279	1764
WZR2F	275	1764
WZR2F	250	105
WZR2F	240	1764
WZR2F	220	1683
WZR2F	115	1041
WZR2F	90	642
WZR2F	75	18
WZR2F	41	18
WZR2F	31	18

Izvor: Autor

Najveći broj lokacija je visine 240 cm što se vidi na slici 24.



Slika 24. Raspodjela lokacija po visini

Izvor: Autor

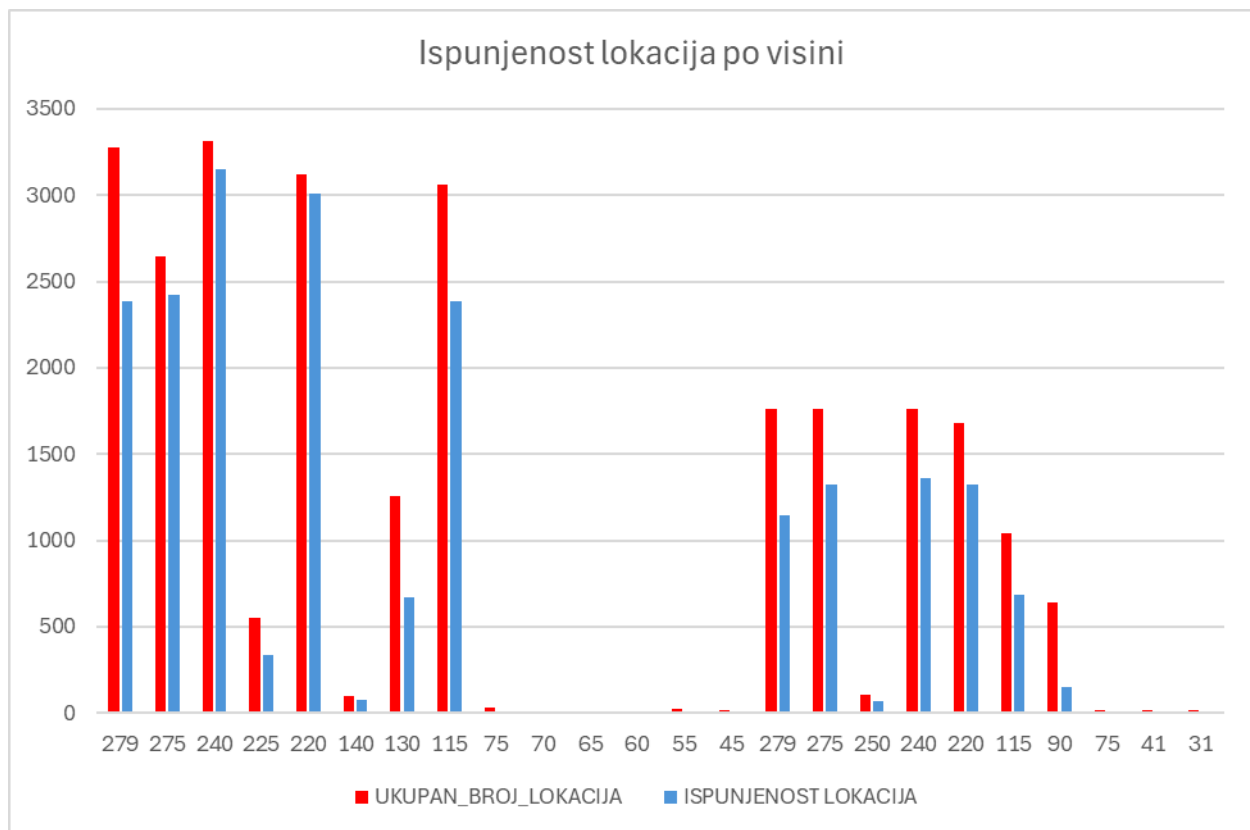
Ispunjenost lokacija u skladišnoj zoni prikazana je u tablici 4.

Tablica 4. Ispunjenost skladišnih lokacija po visini

ZONA	VISINA LOKACIJE [cm]	UKUPAN_BROJ_LOKACIJA	ISPUNJENOST LOKACIJA	POSTOTAK
WZR1F	279	3276	2384	72,77%
WZR1F	275	2646	2426	91,69%
WZR1F	240	3316	3151	95,02%
WZR1F	225	548	337	61,50%
WZR1F	220	3123	3008	96,32%
WZR1F	140	100	73	73,00%
WZR1F	130	1257	673	53,54%
WZR1F	115	3063	2388	77,96%
WZR1F	75	30	2	6,67%
WZR1F	70	6	4	66,67%
WZR1F	65	6	1	16,67%
WZR1F	60	6	3	50,00%
WZR1F	55	21	8	38,10%
WZR1F	45	15	8	53,33%
WZR2F	279	1764	1146	64,97%
WZR2F	275	1764	1324	75,06%
WZR2F	250	105	68	64,76%
WZR2F	240	1764	1359	77,04%
WZR2F	220	1683	1324	78,67%
WZR2F	115	1041	683	65,61%
WZR2F	90	642	150	23,36%
WZR2F	75	18	0	0,00%
WZR2F	41	18	0	0,00%
WZR2F	31	18	0	0,00%

Izvor: Autor

Grafički prikaz ispunjenosti lokacija po visini nalazi se na slici 25.



Slika 25. Grafički prikaz ispunjenosti lokacija po visini

Izvor: Autor

5.5. Vrste pohrane

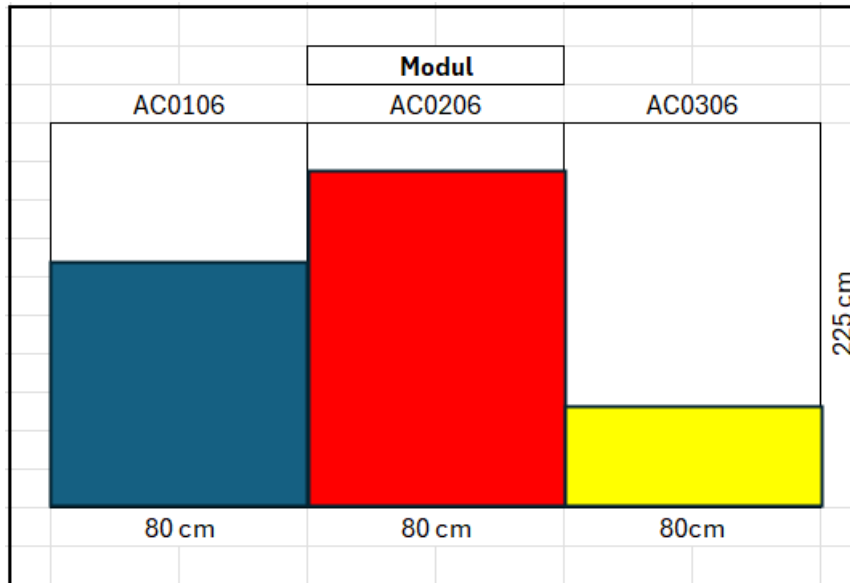
U svakom skladištu, organizacija pohrane igra ključnu ulogu u efikasnom upravljanju inventarom i procesima logistike. Postoje različite vrste pohrane koje se koriste ovisno o potrebama, karakteristikama robe i dostupnom prostoru. Svaka od vrsta pohrane ima svoje prednosti i primjenu, a pravilno planiranje i organizacija pohrane ključni su za optimizaciju prostora i protoka robe u skladištu.

Vrste pohrane u promatranom skladištu su:

- Pohrana po rekalkulaciji standard kontejnera
- Pohrana po radnim zonama
- Pohrana po kategoriji artikla
- Pohrana po prelijevanju zadaća
- Pohrana na razini mase palete
- Multi SKU pohrana

5.5.1. Pohrana po rekalkulaciji standard kontejnera

Proces rekalkulacije standard kontejnera odnosi se na situaciju kada na skladište stigne manje od pune palete, na primjer, samo 2 ili 3 sloja robe ili pola palete, dok je visina pune palete definirana kao 220 cm. Na slici 26. vidimo kako su artikli pohranjeni neovisno o količini robe koja se nalazi na paleti.



Slika 26. Pohrana artikla prije rekalkulacije standard kontejnera

Izvor: Autor

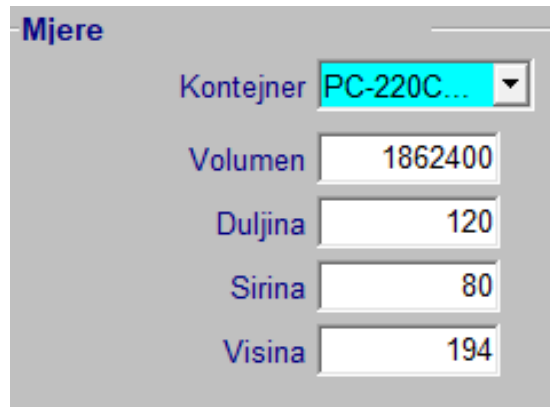
Procedura podrazumijeva kalkulaciju nove visine palete na temelju matičnih podataka artikla (visina, širina, dužina) i proračunavanje najbliže lokacije za odlaganje u odnosu na dodijeljenu komisionu lokaciju. Kartica artikla sa količinama nalazi se na slici 27.

Mjerne jedinice				
Mjerne jedinice		Svojstva		Korisnicka polja
Artikl: ██████████ ČIPI ČIPS 50g FRANCK				
Jedinica mjere	Faktori pretvorbe			
KO	KOMAD	1	1	Odlag. Zona odlaganja PZR22 Odlaganje viskova
KU	KUTJA	1	30	
PL	PALETA	1	1080	

Slika 27. Kartica artikla

Izvor: Autor

Proces započinje analizom primljenih artikala i identifikacijom situacija gdje dolazi do dolaska manje od pune palete. Sustav koristi matične podatke o artiklu, uključujući visinu, širinu i dužinu, kako bi izračunao novu visinu palete. Matični podaci za paletu artikla vidljivi su na slici 28. Na temelju ovog izračuna, određuje se nova visina palete koja se prilagođava količini primljene robe.

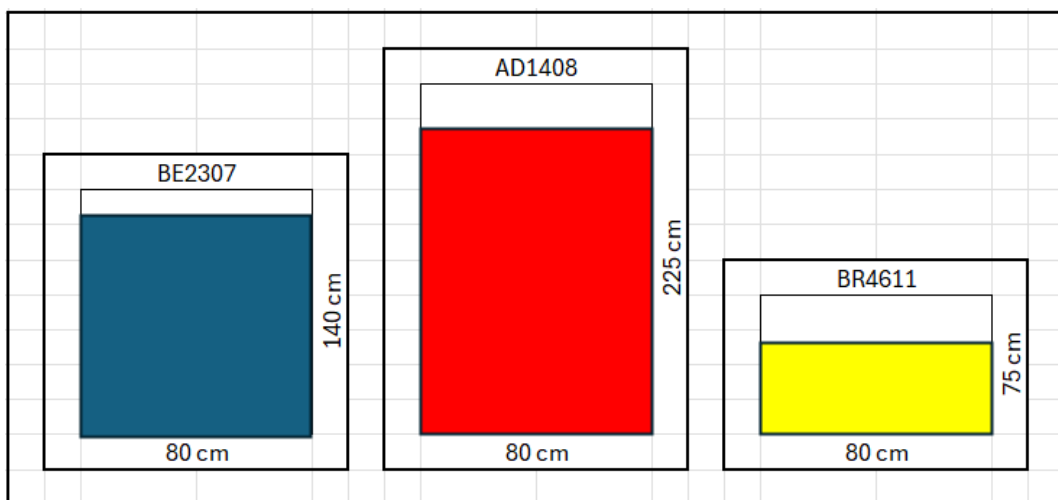


Mjere	
Kontejner	PC-220C...
Volumen	1862400
Duljina	120
Sirina	80
Visina	194

Slika 28. Dimenzije palete artikla

Izvor: Autor

Nakon što se izračuna nova visina palete, procedura za odlaganje traži najbližu lokaciju za odlaganje robe u odnosu na dodijeljenu komisionu lokaciju. Parametri odabira lokacije uključuju dimenzije robe i komisioni put. Sustav preferira lokacije koje su najbliže komisionoj lokaciji i koje mogu zadovoljiti dimenzije primljenih artikala. Također, uzima se u obzir i optimalan komisioni put kako bi se minimiziralo vrijeme potrebno za manipulaciju robom. Na slici 29. vidimo kako su artikli pohranjeni na lokacije koje odgovaraju količini na paleti.



Slika 29. Pohrana artikla nakon rekalkulacije standard kontejnera

Izvor: Autor

Ovaj proces omogućava efikasno iskorištavanje skladišnog prostora tako što prilagođava visinu palete prema stvarnoj količini primljene robe i osigurava da se roba smješta na najprikladnije lokacije unutar skladišta. Također, optimizira proces pohrane tako što pronalazi najbliže lokacije koje mogu zadovoljiti zahtjeve dimenzija artikala i minimizira udaljenost od komisije lokacije.

Načinom pohrane preko rekalkulacije standard kontejnera želi se postići što bolja volumenska popunjenost lokacija. Volumenska popunjenost lokacija je vidljiva na slici 30.

LOKACIJA	VISINA LOKACIJE	VOLUMEN LOKACIJE	NAZIV ARTIKLA	KUTIJA	KOLIČINA	KOLIČINA PALETA	BROJ KUTIJA	VOLUMEN KUTIJE	VOLUMEN ZALIHE	VOLUMENSKA POPUNJENOST	VISINA ZALIHE
AA3106	115	912000	KRASTAVAC K PLUS I KL 350g	12	756	756	63	14295,84	900637,92	98,75%	108,82
AA3107	220	1920000	VINO MERLOT TOUCH 3L BIB	6	216	216	36	29972,88	1079023,68	56,20%	127,40
AA3409	275	2448000	VAFI PRUTIĆI FINESSE LJEŠNJAK 250g	28	1176	1176	42	38121,072	1601085,024	65,40%	181,78
AA3906	115	912000	SENF ESTRAGON ST 350g PODRAVKA	12	1092	1092	91	10341,52	941078,32	103,19%	113,03
AA4007	220	1920000	PIVO KLAAS 2L PET	6	384	384	64	22034,16	1410186,24	73,45%	161,89
AA4806	115	912000	PAH LINO PILLOWS MILK PODR VR 500g	6	180	180	30	25514,496	765434,88	83,93%	94,73
AA4901	225	1968000	PIVO KARLOVAČKO 0,5L BOCA POV AMB KP	20	800	800	40	34800	1392000	70,73%	160,00
AA4906	115	912000	TIJESTO VALJ REZANCI SA ŠPIN 400g 1390	16	192	192	12	61000	732000	80,26%	91,25
AA5606	115	912000	BOMBONJERA GRIOTTE 204g	12	360	360	30	22090	662700	72,66%	84,03
AB3309	275	2448000	FEFERONI K PLUS BLAGI 280g	12	756	756	63	13464	848232	34,65%	103,36

Slika 30. Volumenska popunjenost lokacija

Izvor: Autor

5.5.2. Pohrana po radnim zonama

Pohrana po radnim zonama odvija se na način da sustav radi provjeru ima li na skladištu zalihe pojedinog artikla. Proces započinje zaprimanjem artikla na skladište, nakon zaprimanja djelatnik na skladištu mora pohraniti zaprimljeni artikl. Ako na skladištu nema zalihe zaprimljenog artikla, artikl se odmah pohranjuje na komisiju lokaciju u radnu zonu WZR1P. Ukoliko na skladištu ima zalihe artikla, tada sustav daje zadaću pohrane artikla na skladišnu lokaciju u radnim zonama WZR1F i WZR2F. Sustav određuje pohranu artikla prema FEFO metodi (First Expiring First Out), odnosno ako u skladištu postoji rok trajanja artikla koji ističe prije zaprimljenog roka artikla, tada sustav radi pohranu zaprimljenog artikla na skladišnu lokaciju. Komisija i skladišna zona prikazane su na slici 31.



Slika 31. Primjer komisione i skladišne radne zone

Izvor: Autor

5.5.3. Pohrana po kategoriji artikla

U suvremenim skladištima, organizacija i pohrana robe po kategorijama igra ključnu ulogu u efikasnom upravljanju inventarom i procesima logistike. Jedan od pristupa organizaciji je odlaganje robe prema njenim karakteristikama, poput opasnih artikala, kućnih ljubimaca i eko proizvoda. Svaka od ovih kategorija ima svoje zahtjeve.

U WMS sustavu se može odrediti želimo li odrediti zonu prelijevanja ili ne. Za određene kategorije artikala nema prelijevanja zadaća pohrane u druge zone, već je određena specifična zona u koju se pohranjuju artikli.

Opasni artikli, kao što su kemikalije ili eksplozivi, zahtijevaju stroge sigurnosne mjere tijekom skladištenja i manipulacije. U ovom kontekstu, skladišne zone za opasne materijale moraju biti jasno označene, a osoblje obučeno za postupanje s tim artiklima u skladu s propisima i standardima sigurnosti. Za opasne artikle je definirana posebna zona pohrane koja je i fizički odvojena od ostatka skladišta. Kartica opasnog artikla vidljiva je na slici 32.

Artikl: ██████████ ARF DEOBAD LAVANDA SMILJE 650ML

Jedinica mjere		Faktori pretvorbe			
<input checked="" type="checkbox"/>	KO	KOMAD	1	1	Odlag. Zona odlaganja PZR40 Odlaganje viskova
<input type="checkbox"/>	KU	KUTJA	1	12	
<input type="checkbox"/>	PL	PALETA	1	660	

Slika 32. Kartica opasnog artikla

Izvor: Autor

Zona pohrane za opasan artikl nalazi se na slici 33.

TOALETNI PAPIR	KUĆ. POTREPŠTINE, PARTY PROGRAM	/ CX / CY CZ / DA DB
	OPASNI ARTIKLI	

Slika 33. Zona pohrane opasnih artikala

Izvor: Autor

Kućni ljubimci, kao što su hrana ili oprema za kućne ljubimce, zahtijevaju posebnu brigu kako bi se osigurala njihova kvaliteta i dobrobit. Skladišne zone za ovu kategoriju proizvoda trebaju biti čiste, suhe i dobro ventilirane, s posebnim mjestima za skladištenje hrane kako bi se spriječila kontaminacija ili oštećenje. Također, hrana za kućne ljubimce mora biti fizički odvojena od pakirane hrane.

Kartica artikla koji spada pod životinjsku hranu vidljiva je na slici 34.

Artikl: ██████████ MG MM PIL GRAŠAK 85 g VR

Jedinica mjere		Faktori pretvorbe			Odlag.
<input checked="" type="checkbox"/>	KO	KOMAD	1	1	Zona odlaganja 40 Odlaganje viskova
<input type="checkbox"/>	KU	KUTJA	1	24	
<input type="checkbox"/>	PL	PALETA	1	2160	

Slika 34. Kartica artikla kućni ljubimci

Izvor: Autor

Na slici 35. prikazana je zona pohrane za artikl koji spada pod životinjsku hranu.

KUĆNI LJUBIMCI	KUĆNI LJUBIMCI	
----------------	----------------	--

Slika 35. Zona pohrane za artikle kućni ljubimci

Izvor: Autor

„EKO“ artikli, poput organskih namirnica ili ekološki prihvatljive ambalaže, zahtijevaju pažljivo upravljanje kako bi se osigurala očuvanost okoliša i zdravlje potrošača. Ovdje, važno je imati posebne zone pohrane za „EKO“ artikle koje su odvojene od ostalog inventara i koje su često pod dodatnim nadzorom kako bi se spriječilo miješanje s drugim proizvodima. Pohrana „EKO“ artikala ide u točno određenu zonu pohrane. Na slici 36. nalazi se kartica „EKO“ artikla.

Artikl: ██████████ NAPITAK SOJA EKO 1L BRIDGE

Jedinica mjere		Faktori pretvorbe			Odlag.
<input checked="" type="checkbox"/>	KO	KOMAD	1	1	Zona odlaganja PZR82 Odlaganje viskova
<input type="checkbox"/>	KU	KUTJA	1	12	
<input type="checkbox"/>	PL	PALETA	1	780	

Slika 36. Kartica „EKO“ artikla

Izvor: Autor

Na slici 37. prikazana je „EKO“ zona u skladištu.



Slika 37. Zona pohrane „EKO“ artikala

Izvor: Autor

Optimizacija pohrane prema ovim kategorijama ne samo da olakšava identifikaciju, pretraživanje i izdavanje robe, već i pomaže u osiguravanju usklađenosti s propisima, smanjenju gubitaka i poboljšanju efikasnosti procesa opskrbe.

Kada je riječ o pohrani artikala koji imaju podpakiranje, važno je razumjeti da ova kategorija artikla nije nužno ograničena na regal u kojem se inače nalazi ta kategorija artikla. Umjesto toga, procedura za pohranu artikala koji imaju podpakiranje uzima u obzir komisionu lokaciju unutar skladišta gdje je artikl dodijeljen te traži najbližu zonu pohrane u odnosu komisionu lokaciju. Razlikujemo dvije zone artikala sa podpakiranjem – zona podpakiranja prehrane i zona podpakiranja neprehrane. Kartica artikla sa podpakiranjem koji spada u prehranu vidljiva je na slici 38.

Artikl [REDACTED] KOCKA ZA JUHU POVRTNA 110g				
Jedinica mjere		Faktori pretvorbe		
<input checked="" type="checkbox"/>	KO	KOMAD	1	1
<input type="checkbox"/>	KU	KUTJA	1	24
<input type="checkbox"/>	PL	PALETA	1	8640

Odlag. Zona odlaganja PZR22

Odlaganje viskova []

Slika 38. Kartica artikla sa podpakiranjem – prehrana

Izvor: Autor

Zona pohrane za artikle sa podpakiranje koji spadaju pod prehranu nalazi se na slici 39.



Slika 39. Zona pohrane artikla sa podpakiranjem – prehrana

Izvor: Autor

Kartica artikla sa podpakiranjem koji spada u neprehranu može se vidjeti na slici 40.

Artikl: ██████████ ZP KALODONT MICROGRANULE 75 ml

Jedinica mjere	Faktori pretvorbe		
KO	KOMAD	1	1
KU	KUTJA	1	10
PL	PALETA	1	5040

Odlag. Zona odlaganja: PZR36
Odlaganje viskova:

Slika 40. Kartica artikla sa podpakiranjem – neprehrana

Izvor: Autor

Zona pohrane za artikle sa podpakiranje koji spadaju pod neprehranu vidljiva je na slici 41.



Slika 41. Zona pohrane artikla sa podpakiranjem – neprehrana

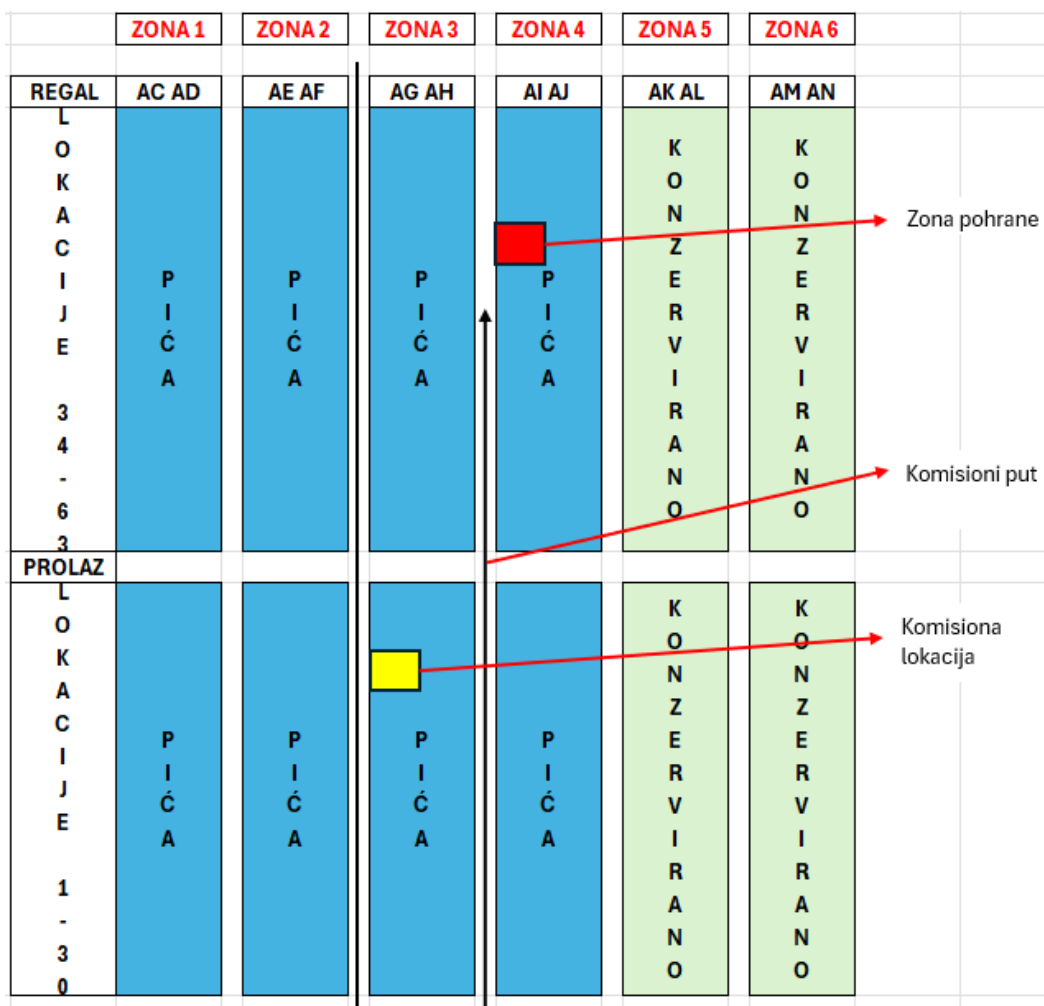
Izvor: Autor

5.5.4. Pohrana po prelijevanju zadaća

Ovaj proces pohrane karakterizira fokus na zoni pohrane određenog artikla unutar skladišta, pri čemu se provjerava dostupnost slobodnih lokacija za smještaj tog artikla. Ukoliko u toj zoni nema slobodnih lokacija, sustav automatski pretražuje iduću definiranu zonu unutar skladišta kako bi pronašao prikladnu lokaciju za pohranu.

Proces počinje identifikacijom artikla koji treba biti pohranjen. Nakon toga, sustav provjerava zonu pohrane koja je prethodno definirana za taj artikl. Ova zona može biti određena prema različitim kriterijima, kao što su vrsta artikla, obrtaj ili specifične karakteristike robe.

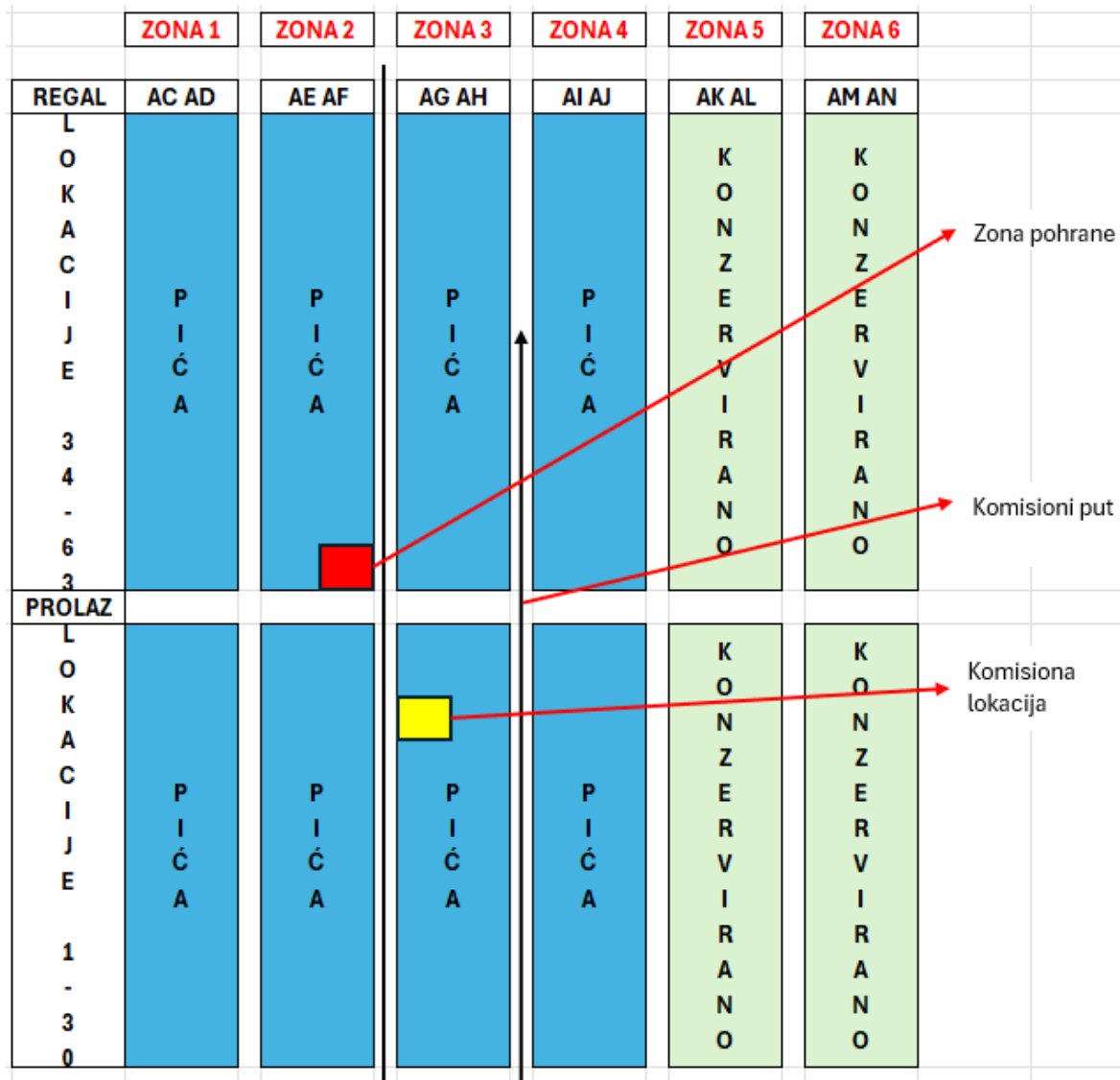
Ako se u toj zoni pronađu slobodne lokacije, artikl se pohranjuje na jednu od njih prema unaprijed definiranim pravilima. Međutim, ako u toj zoni nema slobodnih lokacija, sustav automatski prelazi na sljedeću definiranu zonu unutar skladišta. Na slici 42. vidljiva je komisiona lokacije artikla, te crveno označenom bojom zona pohrane za taj artikl.



Slika 42. Primjer prelijevanja zadaća pohrane na iduću zonu

Izvor: Autor

Bitno je naglasiti kako je ovaj proces unaprijeđen na način da sustav neće gledati samo iduću zonu prelijevanja, već može gledati u zonu neposredno prije komisione lokacije artikla. Na slici 43. može se vidjeti kako lokacija pohrane artikla može biti i prije komisione lokacije po komisionom putu.



Slika 43. Primjer prelijevanja zadaća pohrane na zonu neposredno ispred komisione lokacije

Izvor: Autor

Proces traženja slobodnih lokacija može se ponavljati sve dok se ne pronađe prikladna zona pohrane ili dok se ne iscrpe sve definirane zone u skladištu.

Ovaj proces omogućava efikasno korištenje skladišnog prostora tako što minimizira rizik od prenatrpanosti zona pohrane i optimizira raspored robe jer su unaprijed po volumenima izlaza definirani kapaciteti skladištenja određene kategorije ili vrste robe. Također, osigurava

da artikli budu pohranjeni na najprikladnijim lokacijama u skladu s njihovim karakteristikama i potrebama. Sustav automatski prelazi na sljedeću zonu samo ako nema slobodnih lokacija u trenutnoj zoni, čime se osigurava brza i učinkovita obrada robe.

5.5.5. Pohrana na razini težine palete

Ovaj proces odnosi se na definiranje pravila pohrane na razini mase palete uz restrikciju na temelju težine, pri čemu se ta restrikcija primjenjuje samo za razinu 11, koja predstavlja najvišu razinu u skladištu. Parametar maksimalne dopuštene mase lokacije definira se unutar WMS sustava.

Prvo se definira pravilo koje propisuje da se restrikcija na temelju težine primjenjuje samo za najvišu razinu skladišta, razinu 11. Prikaz razine 11 u skladištu nalazi se na slici 44. To znači da se ostalim razinama u skladištu ne primjenjuje ograničenje težine za pohranu robe.

Zatim se u WMS sustavu definira maksimalna dopuštena masa za svaku lokaciju na razini 11 u skladištu. Ova vrijednost određuje maksimalnu težinu koja se može pohraniti na pojedinoj lokaciji na ovoj razini.

Kada netko pokuša pohraniti robu na razinu 11, sustav provjerava težinu robe na temelju matičnih podataka koja se želi pohraniti na odabranoj lokaciji. Ako težina robe premašuje maksimalnu dopuštenu masu definiranu za tu lokaciju, sustav generira grešku koja obavještava korisnika da je prekoračena maksimalna dopuštena masa za tu lokaciju. Time se sprječava pohrana robe koja bi mogla izazvati nepoželjne posljedice, poput preopterećenja police ili oštećenja robe.

Ovaj proces osigurava sigurnost i integritet skladišta tako što sprječava pohranu robe koja bi mogla uzrokovati probleme zbog prekoračenja nosivosti lokacije. Također, olakšava upravljanje skladištem osiguravajući da se svaka lokacija koristi na siguran i efikasan način.



Slika 44. Primjer razine 11 u skladištu

Izvor: Autor

5.5.6. Multi SKU pohrana

Proces pohrane više artikala koji se nalaze na istoj labeli prilikom zaprimanja na skladište osmišljen je kako bi se omogućilo efikasno i organizirano smještanje različitih artikala koji su grupirani zajedno prilikom primitka. Ključni aspekt ovog procesa je potreba da svaki artikl ima dodijeljenu komisionu lokaciju prije pohrane, jer će inače proces Multi SKU pohrane biti nepraktičan ili će čak ne funkcionirati.

Kada se na skladište dostavi pošiljka s više artikala koji su grupirani zajedno na istoj labeli, sustav provjerava je li svakom od tih artikala dodijeljena odgovarajuća komisiona lokacija. Primjer palete sa više artikala na istoj labeli vidljiv je na slici 45. Komisiona lokacija je specifična lokacija unutar skladišta koja je pridružena određenom artiklu i gdje će se taj artikl pohraniti nakon primitka.



Slika 45. Primjer palete za Multi SKU pohranu

Izvor: Autor

Ako su svi artikli s labelom imali dodijeljene komisione lokacije, proces Multi SKU pohrane može početi. Sustav će automatski identificirati sve artikle s istom labelom i smjestiti ih na odgovarajuće komisione lokacije unutar skladišta.

Međutim, ako neki od artikala nemaju dodijeljenu komisionu lokaciju, sustav neće moći provesti proces Multi SKU pohrane jer će nedostajati ključni podaci za smještaj tih artikala. U tom slučaju, sustav će obavijestiti korisnika ili upravitelja skladišta da dodijeli komisione lokacije nedostajućim artiklima prije nastavka procesa pohrane.

Ovaj proces osigurava efikasno i precizno upravljanje inventarom unutar skladišta, omogućavajući brzu identifikaciju, pohranu i manipulaciju artiklima koji se nalaze na istoj labeli. Dodjeljivanje komisionih lokacija unaprijed olakšava proces pohrane i osigurava da svi artikli budu ispravno smješteni u skladištu.

6. OPTIMIZACIJA I UNAPRJEĐENJE PROCESA POHRANE

U ovom poglavlju će se istražiti načini optimizacije postojećih procesa pohrane, odnosno stvaranja novih načina pohrane ovisno o potrebama skladišta.

6.1. Pohrana na razini narudžbe dobavljaču

Upravljanje skladištem je ključan aspekt logistike i opskrbnog lanca, posebno kada se radi o velikim narudžbama koje mogu izazvati operativne izazove kao što je nedostatak prostora. Efikasno upravljanje velikim narudžbama zahtijeva pažljivo planiranje i optimizaciju skladišnog prostora. Proces pohrane na razini narudžbe dobavljača, fokusiran na upravljanje velikim narudžbama, ključan je za osiguranje nesmetanog funkcioniranja skladišta. Ovaj proces posebno se odnosi na situacije kada velike količine robe dolaze na skladište i uzrokuju manjak prostora u komisionoj zoni za određeni artikl. Na slici 46. može se vidjeti kako su lokacije pohrane raštrkane po zonama.

REGAL	AC AD	AE AF	AG AH	AI AJ	AK AL	AM AN	AO AP	AQ AR	AS AT	AU AV	AW AX	AY AZ	BA BB
L O K A C I J E 3 4 - 6 3													
PROLAZ													
L O K A C I J E 1 - 3 0		P I Ć A						K O N Z E R V I R A N O					
												O S N O V N E N A M I R N I C E	

Slika 46. Lokacije pohrane robe prije definiranja Zone „X“

Izvor: Autor

Prvi korak u upravljanju velikim narudžbama je identifikacija dolazeće velike narudžbe. Kada je identificirana velika narudžba, primjerice, 100 paleta određenog artikla, potrebno je provjeriti trenutnu raspoloživost prostora u skladištu, posebice u zoni gdje se obično nalazi komisiona lokacija za taj artikl. Ova provjera pomaže u određivanju može li skladišni prostor primiti cijelu narudžbu ili je potrebna dodatna organizacija. Bitno je naglasiti kako se ovaj proces radi za robu koja će u minimalno 70% slučajeva izlaziti na pune palete prema prodavaonicama. Primjer pune palete artikla vidljiv je na slici 47.



Slika 47. Primjer full-pick palete

Izvor: Autor

Ako se ustanovi da nema dovoljno prostora za smještaj cijele narudžbe u zoni komisione lokacije, sljedeći korak je definiranje nove zone, nazvane zona "X". Zona "X" je rješenje za pohranu viška zalihe koja se ne može odmah smjestiti na standardnu komisionu lokaciju. Definiranje ove zone omogućuje fleksibilnost u skladišnom prostoru i pomaže u organizaciji dolaska velikih količina robe bez ometanja postojećih operacija.

Nakon definiranja zone "X", sustav skladišnog upravljanja traži najmanje opterećenu zonu u skladištu koja je najbliža komisionoj lokaciji artikla. Ovaj korak je ključan za osiguranje da se višak zaliha pohrani na najučinkovitiji način, minimizirajući udaljenost između zone pohrane i komisione lokacije. Kraća udaljenost smanjuje vrijeme i troškove manipulacije robom, što rezultira efikasnijim procesima unutar skladišta. Na slici 48. crvenom bojom je označena zona „X“ gdje se pohranjuje višak zalihe artikla.

REGAL	AC AD	AE AF	AG AH	AI AJ	AK AL	AM AN	AO AP	AQ AR	AS AT	AU AV	AW AX	AY AZ	BA BB
L O K A C I J E 3 4 - 6 3													
PROLAZ													
L O K A C I J E 1 - 3 0		P I Ć A						K O N Z E R V I R A N O				O S N O V N E N A M I R N I C E	Z O N A X

Slika 48. Lokacije pohrane nakon definiranja Zone „X“

Izvor: Autor

Ovaj proces upravljanja velikim narudžbama donosi brojne prednosti za skladišne operacije:

- Optimizacija skladišnog prostora – definiranjem nove zone za pohranu viška zalihe omogućuje se optimalno iskorištavanje dostupnog skladišnog prostora. To sprječava prekomjerno opterećenje određenih zona i omogućuje bolje upravljanje prostorom.
- Efikasno rukovanje robom – kroz pažljivo planiranje i smještaj viška zalihe u najmanje opterećene zone, skladište može brzo i precizno rukovati robom. Ovaj proces smanjuje vrijeme potrebno za manipulaciju robom i povećava operativnu učinkovitost.
- Minimiziranje udaljenosti – odabirom najbliže zone za pohranu viška zalihe, skladište smanjuje udaljenost koju roba mora prijeći unutar skladišta. To rezultira bržim i lakšim pristupom robi kada je potrebna za daljnju distribuciju.

- Smanjenje preopterećenja – skladište može izbjeći potencijalne probleme s prekomjernim opterećenjem određenih zona. Ravnomjerno raspoređivanje zaliha pomaže u održavanju ravnoteže u opterećenju skladišnog prostora.
- Povećana dostupnost robe – efikasno pohranjivanje viška zalihe osigurava da sva roba bude dostupna kada je potrebna, što smanjuje vrijeme čekanja i poboljšava ukupnu učinkovitost opskrbnog lanca.

Za uspješnu implementaciju ovog procesa, skladišni sustav mora biti dobro organiziran i podržan odgovarajućim softverom za upravljanje skladištem (Warehouse Management System - WMS). WMS omogućava praćenje zaliha, planiranje prostora i optimizaciju skladišnih operacija. Ključni aspekti implementacije uključuju:

- Automatizacija – automatizirani sustavi mogu brzo identificirati dolazeće velike narudžbe i automatski provjeriti dostupnost prostora. Ovi sustavi također mogu predložiti optimalne zone za pohranu viška zaliha.
- Obuka osoblja – skladišno osoblje mora biti adekvatno obučeno za rad s novim procesima i tehnologijama. To uključuje razumijevanje načina definiranja i korištenja zone "X" te pravilnog rukovanja i pohrane viška zalihe.
- Kontinuirano praćenje – kontinuirano praćenje i analiza skladišnih operacija omogućava prepoznavanje potencijalnih problema i prilagodbu procesa kako bi se osigurala maksimalna učinkovitost.

Upravljanje velikim narudžbama ključno je za održavanje efikasnosti i optimizaciju skladišnih operacija. Definiranje nove zone "X" za pohranu viška zalihe predstavlja fleksibilno rješenje koje omogućava skladištima da se nose s velikim količinama robe bez ometanja postojećih procesa. Korištenjem najmanje opterećene zone za pohranu viška zaliha skladište može minimizirati udaljenost i troškove manipulacije, dok se ravnomjernom raspodjelom zaliha smanjuje rizik od preopterećenja određenih zona. Implementacija ovog procesa zahtijeva dobro organiziran sustav i obučeno osoblje, ali rezultira povećanom operativnom učinkovitosti i boljim iskorištenjem skladišnog prostora.

Kod procesa definiranja zone „X“, najveća ušteda bi se odrazila kod procesa komisioniranja punih paleta. Komisionar ne bi morao ići na nekoliko lokacija i prikupljati robu, već bi se u jednoj zoni nalazila sva zaliha artikla i vrlo lako bi mogao iskomisionirati robu. Na slici 49. vidljivi izmjereni podaci prije definiranja zone „X“.

TRAJANJE	NAZIV ARTIKLA	LOKACIJA POHRANE	OTPREMNA RAMP	KOLIČINA	NAZIV DUĆANA	KOMISIONA LOKACIJA	UDALJENOST [m]
0:02:11	MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	BL4309	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	71
0:00:31	MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AP3807	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	156
0:01:00	MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AO3508	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	156
0:01:23	MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AO2807	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	141
0:02:54	MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AM4207	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	191
0:00:51	MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AL5608	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	196
0:01:28	MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AJ6309	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	194

Slika 49. Izmjereni podaci prije definiranja zone „X“

Izvor: Autor

Za primjer je uzeto 7 transakcija komisioniranja punih paleta određenog artikla. Izmjerena su vremena trajanja procesa, te udaljenosti koje je djelatnik na visoko regalnom viličaru prešao.

Ukupno trajanje procesa za ovih 7 transakcija komisioniranja iznosi 10 minuta i 18 sekundi. Ukupno trajanje procesa računa se kao zbroj svih trajanja transakcija (4).

$$Ukupno\ trajanje\ procesa = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_7 = 10\ minuta\ i\ 18\ sekundi, \quad (4)$$

x_n – vrijeme trajanja procesa

Prosječno trajanje procesa iznosi 1 minutu i 28 sekundi. Prosječno vrijeme trajanja procesa računa se kao aritmetička sredina ukupnog trajanja procesa (5).

$$Prosječno\ trajanje\ procesa = \frac{Ukupno\ trajanje\ procesa}{n} = \frac{34\ minure\ i\ 56\ sekundi}{10} = 1\ minutu\ i\ 28\ sekundi \quad (5)$$

n – broj transakcija

Ukupna prijeđena udaljenost za ovih 7 transakcija iznosi 1105 metara. Ukupna prijeđena udaljenost računa se kao zbroj svih prijeđenih udaljenosti po transakciji (6).

$$Ukupna\ prijeđena\ udaljenost = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_7 = 1105\ metara \quad (6)$$

x_n – udaljenost po transakciji

Prosječna prijeđena udaljenost iznosi 157,86 metara. Prosječna prijeđena udaljenost računa se kao aritmetička sredina ukupne prijeđene udaljenosti (7).

$$Prosječna\ prijeđena\ udaljenost = \frac{Ukupna\ prijeđena\ udaljenost}{n} = \frac{1105}{7} = 157,86\ metara \quad (7)$$

n – broj transakcija

Na slici 50. prikazani su podaci nakon definiranja zone „X“.

NAZIV ARTIKLA	LOKACIJA POHRANE	OTPREMNA RAMPA	KOLIČINA	NAZIV DUĆANA	KOMISIONA LOKACIJA	UDALJENOST [m]
MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AW0407	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	106
MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AW0309	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	105
MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AW0308	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	105
MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AW0307	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	105
MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AW0209	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	104
MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AW0208	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	104
MLIJEKO UHT K PLUS 1L 2,8%	AW0207	VR217-LOK1	720	SUPER KONZUM P-220 DANKOVEČKA	AW0201	104

Slika 50. Optimizirani podaci nakon definiranja zone „X“

Izvor: Autor

Ukupna prijeđena udaljenost u procesu komisioniranja nakon definiranja zone „X“ iznosi 733 metra, odnosno smanjenje prijeđene udaljenosti u odnosu na prethodni proces iznosi 29,65%.

Ukupna prijeđena udaljenost računa se kao zbroj svih prijeđenih udaljenosti po transakciji (8).

$$Ukupna\ prijeđena\ udaljenost_2 = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_7 = 733\ metra \quad (8)$$

x_n – udaljenost po transakciji

Smanjenje prijeđene udaljenosti (9):

$$Smanjenje\ prijeđene\ udaljenosti = 1 - \left(\frac{Ukupna\ prijeđena\ udaljenost_2}{Ukupna\ prijeđena\ udaljenost_1} \right) = 1 - \left(\frac{733}{1105} \right) = 33,67\% \quad (9)$$

Ukupna razlika u udaljenosti za 7 transakcija iznosi 372 metra, odnosno prosjek po transakciji bi bio 53,14 metara.

Ukupna razlika udaljenosti (10):

$$Ukupna\ razlika\ udaljenosti = Ukupna\ prijeđena\ udaljenost_1 - Ukupna\ prijeđena\ udaljenost_2 = 1105 - 733 = 372\ metra \quad (10)$$

Prosjek po transakciji (11):

$$Prosječna\ udaljenost\ po\ transakciji = \frac{Ukupna\ razlika\ udaljenosti}{n} = \frac{372}{7} = 53,14\ metara \quad (11)$$

n – broj transakcija

Na depozitnom skladištu se dnevno odradi u prosjeku 337,72 transakcije komisioniranja punih paleta.. Kada bi uzeli broj transakcija i pomnožili sa prosječnom udaljenosti po transakciji, dobili bi udaljenost koju bi uštedili ako bi se definirala zona „X“ (12).

$$\begin{aligned} Ušteđena\ udaljenost &= Broj\ transakcija\ dnevno * \\ Prosječna\ udaljenost\ po\ transakciji &= 337,72 * 53,14 = 17947,41\ metra \end{aligned} \quad (12)$$

Ako se visoko regalni viličar u prosjeku kreće brzinom od 6 km/h, odnosno 1,67 m/s, tada se može izračunati kolika bi to bila ušteda u vremenu (13).

$$Ušteda\ u\ vremenu = \frac{Ušteđena\ udaljenost}{Prosječna\ brzina\ viličara} = \frac{17947,41}{1,67} = 10768,44\ sekunde = 2,99\ sata \quad (13)$$

Dobije se podatak da bi sa definiranjem zone „X“ uštedili 2,99 sata u jednom danu, odnosno otprilike trećinu čovjeka u smjeni.

Ako bi se gledala mjesečna ušteda u vremenu tada se dobije brojka od 62,82 sata (14).

$$Mjesečna\ ušteda\ u\ vremenu = Ušteda\ u\ vremenu\ [h] * 21 = 2,99 * 21 = 62,82\ sata \quad (14)$$

Prosječna neto plaća djelatnika koji radi na visokom regalnem viličaru iznosi 800 € neto mjesečno, odnosno ukoliko bi se gledala njegova plaća po satu, tada bi ona iznosila 4,76 € po satu. Mjesečna ušteda u novcu može se računati kao broj ušteđenih sati pomnoženo sa plaćom po satu (15).

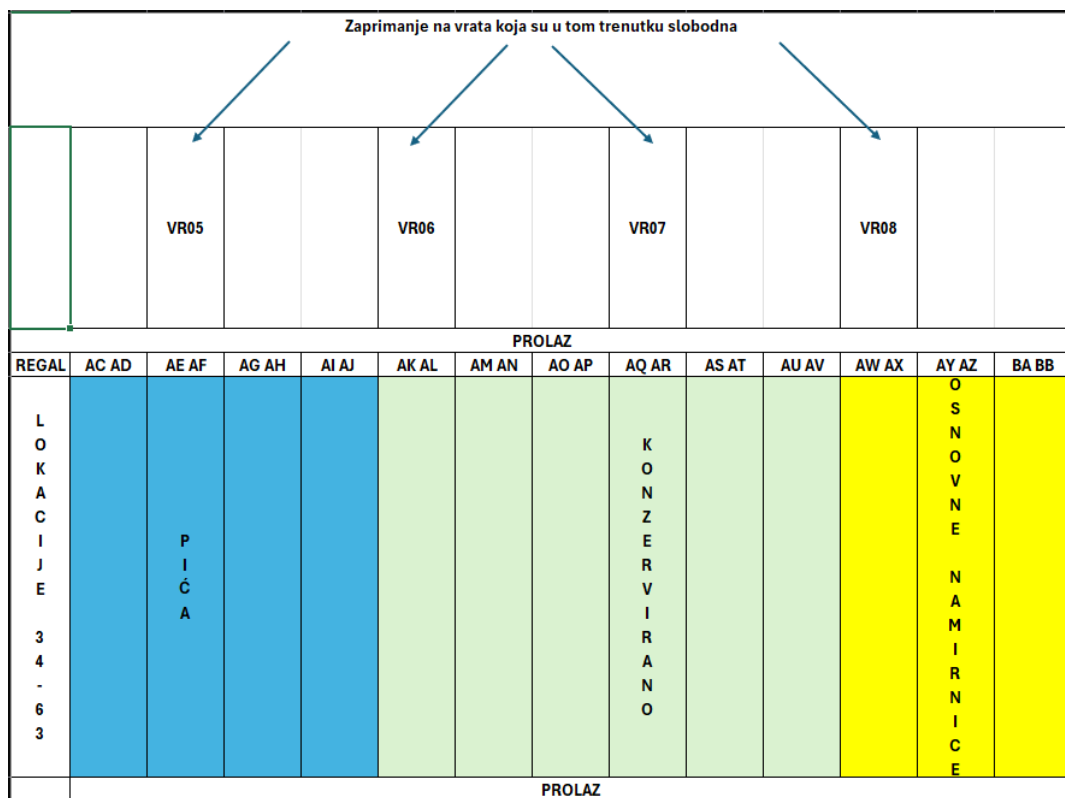
$$Mjesečna\ ušteda\ u\ novcu = Mjesečna\ ušteda\ u\ vremenu * Plaća\ po\ satu = 62,82 * 4,76 = 299,12\ € \quad (15)$$

Odnosno ako bi se gledala ušteda na godišnjoj razini, tada se dolazi do brojke od 3589,48 € (16).

$$Godišnja\ ušteda\ u\ novcu = Mjesečna\ ušteda\ u\ novcu * 12 = 299,12 * 12 = 3589,48\ € \quad (16)$$

6.2. Pohrana po zaprimanju na rampu

Upravljanje skladištem i logistikom ključno je za uspješno poslovanje u današnjem globalnom tržištu. Jedan od ključnih procesa unutar logistike je upravljanje dolaznim pošiljkama, poznatije kao Yard Management. Ovaj proces uključuje koordinaciju i optimizaciju prihvaćanja i unosa robe u skladište, s ciljem povećanja efikasnosti i smanjenja operativnih troškova. U nastavku ćemo detaljno opisati proces upravljanja zaprimanjem robe kroz Yard Management, analizirati njegove komponente i naglasiti prednosti koje donosi optimizacija ovog procesa. Zaprimanje na nasumično slobodnu rampu vidljivo je na slici 51.



Slika 51. Zaprimanje na rampu prije analize kategorija robe u dolasku

Izvor: Autor

Prvi korak u procesu upravljanja zaprimanjem robe je analiza vrste i kategorije robe koja dolazi na kamionu. Ova analiza temelji se na matičnim podacima artikala koji uključuju informacije kao što su volumen, težina, specifični zahtjevi za skladištenje i manipulaciju. Na temelju ovih podataka, sustav može precizno izračunati ukupni volumen robe koja stiže na skladište.

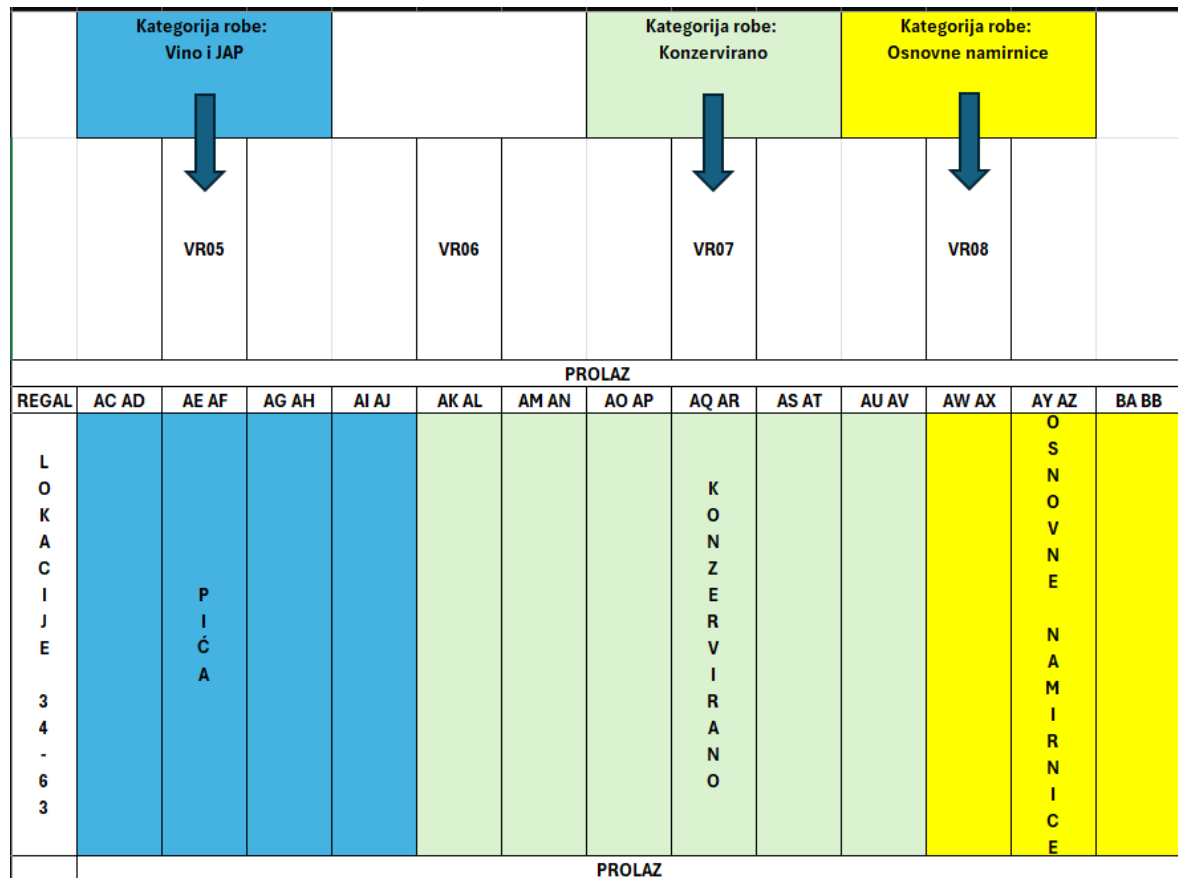
Kategorizacija robe je ključna jer različite kategorije zahtijevaju različite uvjete skladištenja. Na primjer, kvarljivi proizvodi zahtijevaju hladnjače, dok opasne tvari zahtijevaju specijalizirane prostore s odgovarajućim sigurnosnim mjerama. Sustav Yard Management stoga mora biti sposoban identificirati i prilagoditi se specifičnim potrebama svake vrste robe.

Nakon što je roba analizirana, sustav prelazi na analizu dostupnih rampi u skladištu. Ovaj korak uključuje pregled trenutnog stanja zauzetosti rampi, kapaciteta skladišta i blizine odgovarajućih skladišnih zona. Sustav zatim odabire optimalnu rampu za prihvata kamiona, uzimajući u obzir nekoliko faktora:

- Blizina skladišne zone – rampa koja je najbliža odgovarajućoj skladišnoj zoni za tu robu bira se kako bi se minimizirao put koji djelatnici moraju prijeći prilikom pohrane robe.
- Raspoloživost – sustav provjerava koja je rampa slobodna i može li se odmah započeti s istovarom robe. Time se izbjegavaju nepotrebna čekanja i zagušenja.
- Specifični zahtjevi – određene vrste robe mogu zahtijevati specijalizirane uvjete prilikom istovara. Na primjer, kamioni s kvarljivim proizvodima moraju se istovariti na rampi koja je najbliža hladnjači.

Nakon odabira optimalne rampe, kamion se usmjerava prema odgovarajućem ulazu. Ovaj korak uključuje koordinaciju između vozača kamiona i skladišnog osoblja, osiguravajući da kamion dođe do pravog mjesta bez odgoda. Sustav može koristiti različite tehnologije za usmjeravanje, kao što su GPS sustavi i mobilne aplikacije koje vozačima pružaju precizne upute.

Zaprimanje artikala i njihove kategorije po zaprimanju na optimalnu rampu nalazi se na slici 52.



Slika 52. Zaprimanje na rampu nakon analize kategorija robe u dolasku

Izvor: Autor

Kada kamion stigne na određenu rampu, započinje proces istovara. Optimizacija ovog procesa uključuje nekoliko ključnih koraka:

- Brz istovar – roba se brzo istovara iz kamiona uz minimalno vrijeme zadržavanja. Ovo je moguće zahvaljujući pravilnom odabiru rampe i pripremi skladišnog prostora.
- Provjera i evidencija – tijekom istovara, roba se provjerava i evidentira u sustavu. Ovaj korak uključuje provjeru količine i kvalitete robe kako bi se osiguralo da sve odgovara narudžbi.
- Pohrana robe – nakon provjere, roba se pohranjuje u odgovarajuće skladišne zone. Sustav osigurava da je svaki artikl smješten na pravo mjesto, uzimajući u obzir specifične zahtjeve za skladištenje.

Optimizacija prihvaćanja i unosa robe kroz Yard Management donosi brojne prednosti:

- Smanjenje vremena pohrane – preciznim odabirom rampe i brzom koordinacijom procesa, vrijeme potrebno za pohranu robe značajno se smanjuje. To omogućuje brži protok robe kroz skladište i povećava ukupnu efikasnost.
- Smanjenje puta djelatnika – korištenjem optimalnih ulaza, put koji djelatnici moraju proći prilikom pohrane robe minimiziran je. To smanjuje fizički napor djelatnika i povećava produktivnost.
- Povećana sigurnost – pravilnim upravljanjem različitim kategorijama robe, osigurava se da opasni i kvarljivi proizvodi budu pohranjeni na odgovarajućim mjestima. To povećava sigurnost skladišnog prostora i smanjuje rizike.
- Bolja organizacija skladišta – optimizirani procesi omogućuju bolju organizaciju skladišnog prostora. Roba je smještena na logičan i efikasan način, što olakšava daljnje operacije kao što su komisioniranje i otprema.
- Povećana transparentnost – sustav pruža detaljne evidencije o svakoj pošiljci, uključujući vrijeme dolaska, proces istovara i pohrane. Ova transparentnost olakšava praćenje i upravljanje zalihama.

Upravljanje prihvaćanjem i unosom robe kroz Yard Management ključan je proces za optimizaciju skladišnih operacija. Analiza dolazne robe, odabir optimalne rampe, usmjeravanje kamiona i efikasan proces istovara omogućuju smanjenje vremena pohrane i optimizaciju rada djelatnika. Ovaj sustav donosi brojne prednosti uključujući povećanu efikasnost, smanjenje troškova, bolju organizaciju skladišta i povećanu sigurnost. Implementacija Yard Management sustava zahtijeva napredne tehnologije i obučeno osoblje, ali rezultira značajnim poboljšanjima u operativnim procesima i ukupnoj učinkovitosti skladišta.

Na slici 53. prikazani su podaci prije analize kategorije robe u dolasku, odnosno podaci u procesu pohrane gdje se kamionu dodjeljuje nasumična rampa koja je u tom trenutku slobodna za zaprimanje.

ARTIKL	OPIS	ZAPRIMANJE NA VRATA	KOLIČINA A [kom]	KOLIČINA NA PALETI [kom]	STANDARD KONTEJNER	VISINA PALETE [cm]	VRIJEME POČETKA PROCESA	VRIJEME KRAJA PROCESA	TRAJANJE	LOKACIJA POHRANE	UDALJENOST [m]	VISINA LOKACIJE [cm]	KOMISIONA LOKACIJA
SIFRA_ARTIKLA1	NAPITAK HELL ENERGY 0,5l	VR248-LOK1	1512	1512	PC-140	132	15:02:03	15:03:30	0:01:27	AI5007	37,5	220	AJ5101
SIFRA_ARTIKLA2	NAPITAK HELL ENERGY 0,5l	VR248-LOK1	1512	1512	PC-140	132	15:06:38	15:08:56	0:02:18	AI3707	47,5	220	AJ5101
SIFRA_ARTIKLA3	EKSTRA DJEVIČANSKO MASLINOVO ULJE	VR245-LOK1	78	1638	PC-160	149,5	11:43:14	11:49:54	0:06:40	BD1101	68	140	BD1101
SIFRA_ARTIKLA4	BRIJAČ VENUS SUGARBERRY	VR241-LOK1	54	1020	PC-120	118,16	05:14:13	05:17:05	0:02:52	CQ6103-1	65	45	CQ6103-1
SIFRA_ARTIKLA5	PATRONE GILL FUS POWER 4/1	VR241-LOK1	170	3540	PC-160	147	05:07:57	05:11:12	0:03:15	CQ2702-1	85,5	45	CQ2702-1
SIFRA_ARTIKLA6	SLADILO MEDNO COFFEEMED PIP 5g	VR246-LOK1	160	40000	PC-160	155	11:17:05	11:24:09	0:07:04	BR6002-1	57,5	40	BR6002-1
SIFRA_ARTIKLA7	AROMA JAGODA 15ML AROMAR	VR246-LOK1	300	10000	PC-75	70	10:43:52	10:44:47	0:00:55	BR6204-2	56,5	40	BR6204-2
SIFRA_ARTIKLA8	VREĆICA JUMBO KONZUM	VR237-LOK1	10500	10500	PC-125	121,5	23:14:05	23:17:47	0:03:42	CX6311	26	279	CW5501
SIFRA_ARTIKLA9	ŠEĆER KRISTAL 1kg VIROVITICA	VR244-LOK1	960	960	PC-125	123	20:45:41	20:47:37	0:01:56	AU0907	100,5	220	AV6201
SIFRA_ARTIKLA10	CIKLA REZANA DOORA 290g	VR247-LOK1	864	864	PC-120	117	09:18:59	09:23:46	0:04:47	AS1401	60,5	225	AS1401

Slika 53. Izmjereni podaci u procesu pohrane

Izvor: Autor

Za primjer je uzeto 10 transakcija pohrane, te su izmjerena vremena trajanja procesa, te udaljenosti koje je djelatnik na visoko regalnom viličaru prešao.

Ukupno trajanje procesa za ovih 10 transakcija pohrane iznosi 34 minute i 56 sekundi. Ukupno trajanje procesa računa se kao zbroj svih trajanja transakcija (16).

$$Ukupno\ trajanje\ procesa_1 = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{10} = 34\ minute\ i\ 56\ sekundi \quad (16)$$

x_n – vrijeme trajanja procesa

Prosječno trajanje procesa iznosi 2 minute i 39 sekundi. Prosječno vrijeme trajanja procesa računa se kao aritmetička sredina ukupnog trajanja procesa (17).

$$Prosječno\ trajanje\ procesa_1 = \frac{Ukupno\ trajanje\ procesa}{n} = \frac{34\ minute\ i\ 56\ sekundi}{10} = 2\ minute\ i\ 39\ sekundi \quad (17)$$

n – broj transakcija

Ukupna prijeđena udaljenost za ovih 10 transakcija iznosi 604,5 metara. Ukupna prijeđena udaljenost računa se kao zbroj svih prijeđenih udaljenosti po transakciji (18).

$$Ukupna\ prijeđena\ udaljenost_1 = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{10} = 604,5\ metara \quad (18)$$

x_n – udaljenost po transakciji

Prosječna prijeđena udaljenost iznosi 60,45 metara. Prosječna prijeđena udaljenost računa se kao aritmetička sredina ukupne prijeđene udaljenosti (19).

$$\text{Prosječna prijeđena udaljenost}_1 = \frac{\text{Ukupna prijeđena udaljenost}}{n} = \frac{604,5}{10} = 60,45 \text{ metara (19)}$$

n – broj transakcija

Na slici 54. prikazani su podaci nakon analize kategorije robe u dolasku, odnosno podaci u procesu pohrane gdje se kamionu dodjeljuje optimalna rampa za zaprimanje.

ARTIKL	OPIS	OPTIMALNA VRATA	KOLIČINA [kom]	KOLIČINA NA PALETI [kom]	STANDARD KONTEJNER	VISINA PALETE [cm]	LOKACIJA POHRANE	UDALJENOST [m]	VISINA LOKACIJE [cm]	KOMISIONA LOKACIJA	RAZLIKA UDALJENOSTI
SIFRA_ARTIKLA1	NAPITAK HELL ENERGY 0,5l	VR247-LOK1	1512	1512	PC-140	132	AI5007	27,5	220	AJ5101	10
SIFRA_ARTIKLA2	NAPITAK HELL ENERGY 0,5l	VR247-LOK1	1512	1512	PC-140	132	AI3707	37,5	220	AJ5101	10
SIFRA_ARTIKLA3	EKSTRA DJEVIČANSKO MASLINOVO ULJE	VR245-LOK1	78	1638	PC-160	149,5	BD1101	68	140	BD1101	0
SIFRA_ARTIKLA4	BRIJAČ VENUS SUGARBERRY	VR237-LOK1	54	1020	PC-120	118,16	CQ6103-1	25	45	CQ6103-1	40
SIFRA_ARTIKLA5	PATRONE GILL FUS POWER 4/1	VR237-LOK1	170	3540	PC-160	147	CQ2702-1	45,5	45	CQ2702-1	40
SIFRA_ARTIKLA6	SLADILO MEDNO COFFEEMED PIP 5g	VR242-LOK1	160	40000	PC-160	155	BR6002-1	17,5	40	BR6002-1	40
SIFRA_ARTIKLA7	AROMA JAGODA 15ML AROMAR	VR242-LOK1	300	10000	PC-75	70	BR6204-2	16,5	40	BR6204-2	40
SIFRA_ARTIKLA8	VREĆICA JUMBO KONZUM	VR236-LOK1	10500	10500	PC-125	121,5	CX6311	16	279	CW5501	10
SIFRA_ARTIKLA9	ŠEĆER KRISTAL 1kg VIROVITICA	VR247-LOK1	960	960	PC-125	123	AU0907	60,5	220	AV6201	40
SIFRA_ARTIKLA10	CIKLA REZANA DOORA 290g	VR248-LOK1	864	864	PC-120	117	AS1401	50,5	225	AS1401	10

Slika 54. Optimalni podaci u procesu pohrane

Izvor: Autor

Ukupna prijeđena udaljenost u procesu dodijele optimalne rampe za zaprimanje iznosi 364,5 metara, odnosno smanjenje prijeđene udaljenosti u odnosu na prethodni proces iznosi 39,7%.

Ukupna prijeđena udaljenost računa se kao zbroj svih prijeđenih udaljenosti po transakciji (20).

$$\text{Ukupna prijeđena udaljenost}_2 = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{10} = 364,5 \text{ metara (20)}$$

x_n – udaljenost po transakciji

Smanjenje prijeđene udaljenosti (21):

$$\text{Smanjenje prijeđene udaljenosti} = 1 - \left(\frac{\text{Ukupna prijeđena udaljenost}_2}{\text{Ukupna prijeđena udaljenost}_1} \right) = 1 - \left(\frac{364,5}{604,5} \right) = 39,7 \% \quad (21)$$

Ukupna razlika u udaljenosti za 10 transakcija iznosi 240 metara, odnosno prosjek po transakciji bio 24 metra.

Ukupna razlika udaljenosti (22):

$$\text{Ukupna razlika udaljenosti} = \text{Ukupna prijeđena udaljenost}_1 - \text{Ukupna prijeđena udaljenost}_2 = 604,5 - 364,5 = 240 \text{ metara (22)}$$

Prosjeak po transakciji (23):

$$\text{Prosječna udaljenost po transakciji} = \frac{\text{Ukupna razlika udaljenosti}}{n} = \frac{240}{10} = 24 \text{ metra} \quad (23)$$

n – broj transakcija

Na depozitnom skladištu se dnevno odradi u prosjeku 1421,4 transakcije pohrane. Kada bi uzeli broj transakcija i pomnožili sa prosječnom udaljenosti po transakciji, dobili bi udaljenost koju bi uštedili ako bi se koristila optimalna rampa za zaprimanje (24).

$$\text{Ušteđena udaljenost} = \text{Broj transakcija} * \text{Prosječna udaljenost po transakciji} = 1421,4 * 24 = 34113,6 \text{ metara} \quad (24)$$

Ako se visoko regalni viličar u prosjeku kreće brzinom od 6 km/h, odnosno 1,67 m/s, tada se može izračunati kolika bi to bila ušteda u vremenu (25).

$$\text{Ušteda u vremenu} = \frac{\text{Ušteđena udaljenost}}{\text{Prosječna brzina viličara}} = \frac{34113,6}{1,67} = 20468,16 \text{ sekundi} = 5,69 \text{ sati} \quad (25)$$

Dobije se podatak da bi sa odabirom optimalne rampe za zaprimanje uštedili 5,69 sati u jednom danu, odnosno skoro jednog čovjeka u smjeni.

Ako se gleda mjesečna ušteda u vremenu tada se dobije brojka od 119,39 sati (26).

$$\text{Mjesečna ušteda u vremenu} = \text{Ušteda u vremenu [h]} * 21 = 5,69 * 21 = 119,39 \quad (26)$$

Prosječna neto plaća djelatnika koji radi na visoko regalnem viličaru iznosi 800 € neto mjesečno, odnosno ukoliko bi se gledala njegova plaća po satu, tada bi ona iznosila 4,76 € po satu. Mjesečna ušteda u novcu može se računati kao broj ušteđenih sati pomnoženo sa plaćom po satu (27).

$$\text{Mjesečna ušteda u novcu} = \text{Mjesečna ušteda u vremenu} * \text{Plaća po satu} = 119,39 * 4,76 = 568,56 \text{ €} \quad (27)$$

Odnosno ako bi se gledala ušteda na godišnjoj razini, tada se dolazi do brojke od 6822,72 € (28).

$$\text{Godišnja ušteda u novcu} = \text{Mjesečna ušteda u novcu} * 12 = 568,56 * 12 = 6822,72 \text{ €} \quad (28)$$

7. ZAKLJUČAK

Zaključak rada predstavlja sažetak ključnih nalaza i preporuka proizašlih iz detaljne analize postojećih skladišnih operacija te predloženih optimizacijskih mjera. Cilj istraživanja bio je identificirati područja za poboljšanje i implementirati inovativna rješenja koja će unaprijediti učinkovitost i ekonomičnost skladišnog poslovanja.

Analizom je utvrđeno da trenutni procesi pohrane, iako funkcionalni, sadrže značajne rezerve za optimizaciju. Kroz detaljno ispitivanje skladišnog layouta, sustava upravljanja zalihama i metoda pohrane, identificirani su glavni izazovi s kojima se skladišta suočavaju. Poseban naglasak stavljen je na smanjenje ukupne prijeđene udaljenosti prilikom skladišnih operacija, što se pokazalo ključnim za povećanje operativne efikasnosti. Optimizacija rasporeda skladišnog prostora, kao i implementacija naprednih tehnologija kao što su sustavi za upravljanje skladištem (WMS), identificirani su kao ključne komponente za postizanje ovih ciljeva.

Jedan od najznačajnijih nalaza studije je potencijal za smanjenje prijeđene udaljenosti unutar skladišta za čak 39,7%. Ovakvo smanjenje rezultiralo bi uštedom od 5,69 sati rada dnevno, što na mjesečnoj razini iznosi impresivnih 119,39 sati. Ove brojke jasno pokazuju kako efikasnije upravljanje prostorom i operacijama može značajno smanjiti radno opterećenje i povećati produktivnost. Financijske uštede koje proizlaze iz optimizacije procijenjene su na 6822,72 eura godišnje, što dodatno podcrtava važnost kontinuiranog unapređenja skladišnih procesa.

Predložene optimizacijske mjere uključuju uvođenje sustava za upravljanje skladištem (WMS) koji omogućava real-time praćenje zaliha, optimizaciju rasporeda skladišnog prostora i povećanje točnosti operacija. Implementacija WMS-a omogućava preciznije planiranje i bržu reakciju na promjene u potražnji, što je od ključne važnosti u suvremenom poslovnom okruženju koje karakterizira visoka dinamika i nepredvidivost.

Optimizacija procesa zaprimanja robe također je identificirana kao ključni aspekt za poboljšanje učinkovitosti. Uvođenjem procedure za pohranu prema optimalnim vratima, značajno se smanjuje vrijeme potrebno za prijem i pohranu robe. Ova mjera ne samo da ubrzava proces prijema, već i smanjuje mogućnost grešaka, što rezultira većom točnošću zaliha i manjim troškovima povezanim s ispravicima.

Upravljanje zalihama na razini narudžbi dobavljača također je jedno od područja koje nudi značajan potencijal za optimizaciju. Preciznije upravljanje narudžbama i zaliha omogućava bolje planiranje skladišnog prostora, smanjenje nepotrebnih zaliha i optimizaciju troškova skladištenja. Korištenjem naprednih analitičkih alata i metoda za prognoziranje potražnje, skladišta mogu bolje prilagoditi svoje operacije stvarnim potrebama tržišta, čime se postiže veća fleksibilnost i prilagodljivost.

Implementacija predloženih optimizacija donosi višestruke koristi, uključujući povećanje produktivnosti, smanjenje operativnih troškova, poboljšanje točnosti i brzine skladišnih operacija, te povećanje ukupne konkurentnosti tvrtke. Kroz ovaj rad, naglašena je važnost kontinuiranog praćenja i analize skladišnih procesa te implementacije inovativnih rješenja koja mogu značajno unaprijediti poslovanje.

Zaključno, rad pruža detaljan pregled trenutnih izazova i mogućnosti za poboljšanje skladišnih operacija. Implementacija predloženih mjera optimizacije ne samo da povećava efikasnost skladišta, već i doprinosi ukupnom poboljšanju poslovnih performansi tvrtke. Ovaj rad predstavlja vrijedan doprinos razumijevanju skladišnih procesa i pruža smjernice za daljnja istraživanja i primjenu najboljih praksi u industriji skladištenja.

LITERATURA

- [1] Šamanović, J.: Logistički i distribucijski sustavi, Ekonomski fakultet, Split, 1999.
- [2] Dundović Č., Hess, S.: Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet, Rijeka, 2007
- [3] "A Brief History of Warehousing and Distribution" - https://www.supplychain247.com/article/a_brief_history_of_warehousing_and_distribution
- [4] "The Impact of the Industrial Revolution on Warehousing" - <https://www.camcode.com/asset-tags/impact-industrial-revolution-warehousing/>
- [5] "The Evolution of Warehouse Technology" - <https://www.camcode.com/asset-tags/evolution-warehouse-technology/>
- [6] "The Future of Warehousing and Distribution" - <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/08/24/the-future-of-warehousing-and-distribution-technologies/?sh=5eae8b3b62dc>
- [7] Beker I.: Upravljanje zalihama, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, 2011.
- [8] Rogić, K.: Unutrašnji transport i skladištenje, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2022.
- [9] FSB. Skladište – pojam i zadaća
- [10] Skupnjak, D.: Rekrutiranje zaposlenika u logističkim centrima-završni rad, Sveučiliste Sjever, Varaždin, 2019.
- [11] Bormid. Preuzeto s: <https://www.bormid.com/product.php?id=40>
- [12] Mlinostroj. Preuzeto s: <https://www.mlinostroj.si/hr/silosi-i-susare/silosi.html>
- [13] Stolac. Preuzeto s: <https://www.stolac.co/vijesti/bih/padaju-cijene-gra%C4%91evinskog-materijala>
- [14] Đurđević B. D.; Komisioniranje upravljački aspekt, Saobraćaj 56, Beograd 2009., str.11.
- [15] Bartholdi, J., Hackman, S.: Warehouse & Distribution Science, Atlanta: The Supply Chain and Logistics Institute, Georgia Institute of Technology, 2014.
- [16] Đurđević B. D.: Komisioniranje, Univerzitet u Beogradu Saobraćajni fakultet, Beograd 2014

- [17] Đukić G.: Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2004
- [18] Rogić, K.: Upravljanje skladišnim sustavima, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2018
- [19] De Koster, R., Le-Duc, T., and Roodbergen, K.J.: Design and control of warehouse order picking: a literature review, *European Journal of Operational Research*, 2007
- [20] Đukić, G.: Predavanja iz kolegija Posebna poglavlja tehničke logistike, FSB, Zagreb, 2017
- [21] Schaefer. Preuzeto s: <https://www.ssi-schaefer.com/en-us/solutions/by-intralogistic-strategy/warehouse-automation>
- [22] Internet izvor: <https://www.prologistik.com/logistik-lexikon/> [pristupljeno: kolovoz 2021.]
- [23] Lightning pick. Preuzeto s: <https://lightningpick.com/products/pick-to-light/>
- [24] Sesar, J.: Analiza i optimizacija skladišnog procesa u tvrtki V.B.Z d.o.o. za trgovinu i nakladničku djelatnost, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [25] HELI Croatia. Preuzeto s: <https://heliforklift.hr/heli-ceoni-vilicari/>
- [26] Internet izvor: <https://www.ohra.hr/proizvodi/konzolni-regali> [pristupljeno: kolovoz 2021]
- [27] Rogić, K.: Autorizirana predavanja iz kolegija Distribucijska logistika 1, Zagreb, 2016
- [28] GS1 Croatia. Preuzeto s: <https://www.gs1hr.org/hr/gs1-standardi/palete>

POPIS KRATICA I AKRONIMA

WMS – Warehouse management system

FIFO – First in, first out

LIFO – Last in, first out

LEFO – Last expiring, first out

FEFO – First expiring, first out

GTIN – Global Trade Item Number

EAN – European Article Number

UPC – Universal Product Code

POPIS SLIKA

Slika 1. Varijanta prizemnog skladištenja.....	7
Slika 2. Primjer katnog (etažnog) skladišta.....	8
Slika 3. Primjer regalnog skladišta.....	9
Slika 4. Primjer silosa.....	10
Slika 5. Primjer slagališta.....	10
Slika 6. Osnovni procesi u skladištu	12
Slika 7. Postotak operativnih troškova	13
Slika 8. Podjela metoda komisioniranja	19
Slika 9. Diskretno komisioniranje	20
Slika 10. Zonsko komisioniranje.....	21
Slika 11. Grupno komisioniranje	22
Slika 12. Primjer automatiziranog skladišta (Schaefer).....	24
Slika 13. Pick by light komisioniranje	25
Slika 14. Čeoni viličar.....	30
Slika 15. Bočni viličar.....	31
Slika 16. Paletar.....	32
Slika 17. Visokoregalni viličar.....	33
Slika 18. Nacrt promatranog depozitnog skladišta.....	40
Slika 19. Unutarnje uređenje skladišta po kategorijama artikla.....	41
Slika 20. Legenda matičnih podataka	43
Slika 21. Razine logističkih jedinica mjera.....	44
Slika 22. Podjela lokacija u postotku	45
Slika 23. Ispunjenost lokacija po zonama	46
Slika 24. Raspodjela lokacija po visini	48
Slika 25. Grafički prikaz ispunjenosti lokacija po visini	50
Slika 26. Pohrana artikla prije rekalkulacije standard kontejnera	51
Slika 27. Kartica artikla.....	51
Slika 28. Dimenzije palete artikla	52
Slika 29. Pohrana artikla nakon rekalkulacije standard kontejnera	52
Slika 30. Volumenska popunjenost lokacija	53
Slika 31. Primjer komisione i skladišne radne zone.....	54
Slika 32. Kartica opasnog artikla	55

Slika 33. Zona pohrane opasnih artikala	55
Slika 34. Kartica artikla kućni ljubimci	56
Slika 35. Zona pohrane za artikle kućni ljubimci.....	56
Slika 36. Kartica „EKO“ artikla	56
Slika 37. Zona pohrane „EKO“ artikala.....	57
Slika 38. Kartica artikla sa podpakiranjem – prehrana	57
Slika 39. Zona pohrane artikla sa podpakiranjem – prehrana	58
Slika 40. Kartica artikla sa podpakiranjem – neprehrana.....	58
Slika 41. Zona pohrane artikla sa podpakiranjem – neprehrana	58
Slika 42. Primjer prelijevanja zadaća pohrane na iduću zonu.....	59
Slika 43. Primjer prelijevanja zadaća pohrane na zonu neposredno ispred komisione lokacije	60
Slika 44. Primjer razine 11 u skladištu.....	62
Slika 45. Primjer palete za Multi SKU pohranu.....	63
Slika 46. Lokacije pohrane robe prije definiranja Zone „X“	64
Slika 47. Primjer full-pick palete	65
Slika 48. Lokacije pohrane nakon definiranja Zone „X“	66
Slika 49. Izmjereni podaci prije definiranja zone „X“	68
Slika 50. Optimizirani podaci nakon definiranja zone „X“	69
Slika 51. Zaprimanje na rampu prije analize kategorija robe u dolasku	71
Slika 52. Zaprimanje na rampu nakon analize kategorija robe u dolasku.....	73
Slika 53. Izmjereni podaci u procesu pohrane	75
Slika 54. Optimalni podaci u procesu pohrane	76

POPIS TABLICA

Tablica 1. Broj lokacija po skladišnim zonama	45
Tablica 2. Ispunjenost skladišnih lokacija po zonama	45
Tablica 3. Podjela lokacija po visini	47
Tablica 4. Ispunjenost skladišnih lokacija po visini.....	49

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 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 pohrane u skladištu _____ , u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

U Zagrebu, 13. 6. 2024

Student/ica:



(ime i prezime, potpis)