Optimizacija skladišnog procesa komisioniranja u mljekarskoj industriji

Habazin, Josip

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:502358

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Josip Habazin

OPTIMIZACIJA SKLADIŠNOG PROCESA KOMISIONIRANJA U MLJEKARSKOJ INDUSTRIJI

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

OPTIMIZACIJA SKLADIŠNOG PROCESA KOMISIONIRANJA U MLJEKARSKOJ INDUSTRIJI

ORDER PICKING PROCESS OPTIMIZATION IN DAIRY INDUSTRY

Mentor: dr.sc. Ivona Bajor
Student: Josip Habazin, 0135223890

Zagreb, srpanj 2016.

SAŽETAK

Ispravno funkcioniranje svih skladišnih procesa od velike je važnosti za provedbu i poboljšanje cjelokupnog opskrbnog lanca. Prikupljanje narudžbi u skladištu prema nalogu kupca naziva se komisioniranje i na njega otpada najveći dio utrošenog vremena i troškova. Kod komisioniranja robe prema nalogu kupca prevladava ljudski rad, a glavni je cilj smanjiti ga na minimum te olakšati posao skladišnim radnicima. Postoji nekoliko načina komisioniranja robe, ali svi oni ovise o razmještaju i uređenosti skladišta, skladišnoj opremi i sl., a najzastupljeniji načini komisioniranja su komisioniranje putem skenera ili komisioniranje navođeno glasovnim naredbama (eng. Pick by Voice).

Ovim će se diplomskim radom prikazati i analizirati skladišni proces komisioniranja u mljekarskoj industriji sa tržišta Republike Hrvatske. Prikupljeni će se podaci analizirati i obraditi te se na temelju njih očekuju rješenja za moguću optimizaciju procesa komisioniranja.

KLJUČNE RIJEČI: skladišni procesi, komisioniranje, mliječna industrija, opskrbni lanac

ABSTRACT

The proper functioning of warehouse processes is fundamental for operational improvement and overall supply chain improvement. Throughout picking orders in warehouses presence of human work is most reflected, but the main goal is to reduce human work as far as possible that is to a very minimum. There are several different ways for order pickin, the most common methods of picking are developing and are significantly dependent on the goods, the warehouse equipment, etc., but the ones that stand out are scanning and picking by voice.

This thesis will provide information regarding the dairy industry in the Republic of Croatia with the analysis of order picking process in company. Overall research highlighted the problem and resulted with proposals of solutions.

KEY WORDS: warehouse processes; picking orders; dairy industry; supply chain

SADRŽAJ

SAŽETAK III

ABSTRACT III

1. UVOD 1

2. PROCESI SKLADIŠNIH SUSTAVA 4

2.1. Prijem robe 5

2.2. Pohrana robe u skladište 6

2.3. Manipulacija i podizanje robe sa skladišta 8

2.4 Otprema robe 9

3. PROCES KOMISIONIRANJA U SKLADIŠTU 10

3.1. Čimbenici vrednovanja procesa komisioniranja 10

3.2. Podjela sustava komisioniranja po principu kretanja robe/komisionera 11

3.2.1. Komisioniranje prema principu „čovjek robi“ 11

3.2.2. Komisioniranje prema principu „roba čovjeku“ 11

3.3. Podjela sustava komisioniranja prema vrsti jediničnog tereta koji se izuzima 12

3.3.1. Komisioniranje pojedinačnih artikala 12

3.3.2. Komisioniranje kutija 13

3.3.3. Komisioniranje paleta 14

3.4. Metode komisioniranja 14

3.4.1. Diskretno komisioniranje 15

3.4.2. Zonsko komisioniranje 16

3.4.3. Grupno komisioniranje 17

3.5. Načini komisioniranja 18

3.5.1. Komisioniranje uz pomoć papira 18

3.5.2. Komisioniranje uz pomoć skenera 18

3.5.3. Komisioniranje uz pomoć glasovnih naredbi 19

3.6. Oprema kod procesa komisioniranja 20
3.6.1. Ručni viličari 20
3.6.2. Električni ručni viličari 21
3.6.3. Visokoregalni viličari 22
4. ANALIZA TRENUTNOG STANJA ODJELA LOGISTIKE PROMATRANE MLJEKARSKE INDUSTRIJE 24
4.1. Podjela Centralnog skladišta Zagreb po skladišnim zonama 25
4.2. Analiza procesa komisioniranja u Centralnom skladištu Zagreb 29
4.2.1. Komisioniranje pojedinačnih artikala i kutija 29
4.2.1.1. Analiza vremena potrebnog za komisioniranje s preslagivanjem 34
4.2.1.2. Analiza vremena potrebnog za komisioniranje u C zoni 38
4.2.2. Komisioniranje cijelih paleta 39
4.3. Analiza zona komisioniranja 43
5. PRIJEDLOG RIJEŠENJA 46
5.1. Prijedlog rješenja za problem preslagivanja robe prilikom komisioniranja 46
5.2. Prijedlog rješenja za smanjenje vremena komisioniranja u C zoni 47
5.3. Prijedlog rješenja za negativni utjecaj strujanja hladnog zraka 48
5.4. Prijedlog rješenja za razmještaj proizvoda po zonama 51
6. ZAKLJUČAK 52
Popis slika 56
Popis tablica 57
Popis grafikona 57

1. UVOD

Skladišni procesi od velikog su značaja za cjelokupni opskrbni lanac. Pravilno upravljanje skladišnim procesima jedan je od preduvjeta za kvalitetnu i povoljnu distribucijsku uslugu. Jedan od skladišnih procesa je proces komisioniranja robe prema narudžbama kupca. Navedeni proces čini čak 55% ukupnih skladišnih troškova, te 90% ukupnog vremena utrošenog na sve skladišne aktivnosti.[1] Zbog velikih udjela u ukupnim troškovima, te ukupnom vremenu utrošenom na skladišne aktivnosti važno je konstantno provoditi optimizacije cjelokupnog procesa komisioniranja robe. Kao i kod svih procesa, tako i kod procesa komisioniranja robe javljaju se mnogobrojni problemi i kolateralne štete koje utječu na daljnju kvalitetu usluge. Vrlo je bitno navedene nedostatke u prvom redu predvidjeti kod planiranja samog procesa, odnosno uočiti na vrijeme prilikom njihovog nastanka u cilju održavanja te unaprjeđenja kvalitete usluge.

U radu će se provesti detaljna analiza procesa komisioniranja robe prema zahtjevima kupaca u mljekarskoj industriji na tržištu Republike Hrvatske, te će se istaknuti nedostaci uočeni u samom procesu. Za potrebe izrade rada provest će se istraživanja o načinima i vrstama procesa komisioniranja, te bazirajući se na navedenu mljekarsku industriju i kronografska mjerenja u svrhu dobivanja trenutnih i relevantnih podataka neophodnih za planiranje i provedbu optimizacije. Prijedlog će biti definiran sa ciljem reduciranja trenutnih, te nastanka potencijalnih problema koji utječu ili će utjecati na sami proces.

Svrha istraživanja je utvrditi ponašanje promatranog sustava u procesu komisioniranja, troškove samog procesa i sve uključene popratne aktivnosti sa ciljem provođenja analize postojećeg stanja u skladištu mljekarske industrije. Područje istraživanja je područje skladišne logistike, a potrebno ga je detaljno istražiti s tehničko-tehnološkog i organizacijskog stajališta. Također je potrebno detaljno analizirati razmještaj proizvoda po skladišnim pozicijama, razmotriti njihove prodajne, težinske, visinske i ostale obrtajne i tehničke pokazatelje. Istraživanje je potrebno provoditi pomoću podataka dobivenih iz WMS (eng. Warehouse Managment System)[2] sustava i kronografskim mjerenjem, te pomoću istih predložiti moguća rješenja u svrhu pojednostavljenja procedura za proces komisioniranja robe prema narudžbi

[1] Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse; Richards G.; drugo izdanje, Velika Britanija, 2014.
[2] Warehouse Managment System: Računalni sustav za pomoć pri upravljanju skladišnim procesima

kupaca, te otklanjanje trenutnih i predviđanje potencijalnih problema, kao i njihovo sustavno otklanjanje.

Promatrana mljekarska industrija vodeća je mljekarska industrija u Republici Hrvatskoj i regiji te je dio francuske grupacije. Navedena francuska grupacija jedna je od većih mliječnih grupacija u svijetu te jedna od vodećih svjetskih proizvođača sireva, uključujući i sireve kontroliranog podrijetla. Godišnje otkupljuje 15,6 milijardi litara mlijeka i jedna je većih otkupljivača svježeg sirovog mlijeka u Europi. U 2014. godini grupacija je ostvarila 16,5 milijardi eura prihoda, od čega više od 75 posto na tržištima izvan Francuske.[3]

Međunarodne norme ISO 9001, ISO 22000 te IFS, HACCP, košer i halal prisutne su pri proizvodnji i skladištenju prosječno oko 400 mliječnih proizvoda, a proizvodnja je organizirana u tri proizvodna pogona u Zagrebu, Bjelovaru i Karlovcu.[4] Osim što je vodeća mljekarska industrija, tvrtka je i jedna od većih otkupljivača i prerađivača svježeg sirovog mlijeka u RH.[5] Promatranoj mljekarskoj industriji je također dodijeljen halal certifikat kojim se potvrđuje implementacija halal standarda u procesima nabave, prijema i skladištenja sirovine, proizvodnje, pakiranja, označavanja te skladištenja i distribucije proizvoda što znatno utječe na cjelokupno planiranje i organizaciju logističkih i skladišnih procesa.

Kao dio tako velike grupacije mljekarska industrija tržišta Republike Hrvatske također je zadužena za proizvodnju i distribuciju određenog asortimana mliječnih proizvoda i prerađevina navedene grupacije. Samim time znatno se povećava popunjenost i iskorištenost skladišnih i proizvodnih kapaciteta. Tvrtka raspolaže s nekoliko skladišnih objekata, odnosno logističkih centara diljem RH. Glavni logistički centar tvrtke nalazi se u Zagrebu pod nazivom Centralno skladište Zagreb. Centralno skladište Zagreb raspolaže kapacitetom od 8.900 paletnih pozicija u tri veće, te tri manje skladišne zone. Navedeno je skladište temperaturno kontrolirano skladište sa temperaturom prosječne vrijednosti +4 ˚C. Distribucija proizvoda promatrane mljekarske industrije vrši se uz pomoć hladnog lanca što omogućava konstantno očuvanje kvalitete i ispravnosti proizvoda.

Definirani prijedlozi biti će formirani sa ciljem reduciranja lakšeg uočavanja postojećih i budućih problema i nedostataka, prijedlogom korištenja određenih aktivnosti

[3] web stranica grupacije, svibanj 2016.
[4] web stranica tvrtke, svibanj 2016.
[5] web stranica tvrtke, svibanj 2016.

distribucijske logistike, a sve u svrhu povećanja razine kvalitete procesa komisioniranja, a tako i cjelokupnog opskrbnog lanca promatrane mljekarske industrije tržišta RH. Također se očekuju i prijedlozi za povećanje učinkovitosti skladišnih radnika, smanjenje velike potrošnje energije rashladnog sustava te se očekuje smanjenje vremena čekanja vozača na ukrcaj što je direktna posljedica neadekvatne organizacije dijela skladišnog procesa, procesa komisioniranja robe.

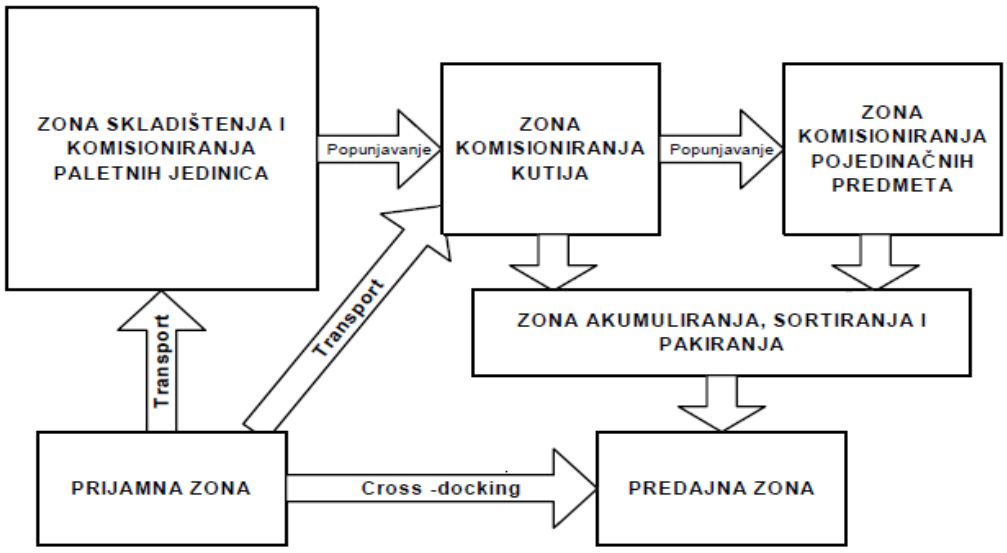
2. PROCESI SKLADIŠNIH SUSTAVA

Skladišni sustavi kompleksna su grana logističkog poslovanja, kao takvi moraju biti dobro organizirani, te je bitno konstantno provoditi potrebne analize i optimizacije. U skladišnim sustavima razlikujemo četiri osnovna skladišnih procesa:

- Prijem robe
- Pohrana robe u skladište
- Manipulacija i podizanje roba sa skladišta
- Otprema robe.

Sveukupno gledano, glavni bi zadatak skladišnih sustava bio da uz najniže moguće troškove osigura što kvalitetniju skladišnu uslugu.[6] No, za učinkovit rad i ekonomično skladišno poslovanje potrebno je da se skladišni poslovi i zadaci obavljaju u skladu s odgovarajućim načelima, pravilima i metodama skladišnog poslovanja.

Slika 1 prikazuje kretanje robe kroz skladišne procese i pripadajuće zone, te popratne radnje između skladišnih procesa. Tako je vidljivo kako se roba nakon procesa prijema uskladištava. Isto tako može se uočiti kako nakon procesa uskladištenja robe slijedi proces komisioniranja koji se može obavljati na nekoliko načina. Nakon procesa komisioniranja slijede procesi sortiranja i pakiranja, te otpreme robe prema daljnjem subjektu.



Slika 1: Karakteristične skladišne zone i kretanje robe
Izvor: Đukić, G.; Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima; doktorska disertacija, Zagreb 2004.

[6] Đukić, G.; Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima; doktorska disertacija, Zagreb 2004.

2.1. Prijem robe

U skladišnim sustavima prijem robe podrazmunijeva svaki ulazak robe namijenjene za čuvanje i skladištenje u skladišni objekt. Prijem robe prvi je u redu skladišnih procesa. Zaprimanje robe može se provoditi na više načina, a najčešći su ručno zaprimanje i zaprimanje uz pomoć skenera. Navedeni proces ne zahtjeva veliku količinu utrošenog vremena i novca kao što je to slučaj kod procesa komisioniranja. Proces prijema započinje u trenutku zaprimanja obavijesti nadležnih službi o robi u dolasku. Upravo navedena najava o robi u dolasku omogućuje skladišnim radnicima pravovremenu i pravilnu pripremu i odabir iskrcajne rampe, prostora za privremeno uskladištenje, odabir djelatnika koji će izvršiti zaprimanje i iskrcaj robe i sl. Nakon što se transportno sredstvo zaprimi, započinje iskrcaj robe i ona se privremeno pozicionira u neposrednoj blizini prijemnih rampi u svrhu pripreme za pohranu. Paralelno se roba i administrativno zaprima.[7]

Roba se u skladištima zaprima najčešće okrupnjena na paletama. Ukoliko paleta u dolasku sadrži različite skladišne jedinice, potrebno je također izvršiti detaljnu provjeru sadržaja palete prema otpremnici kako bi se utvrdila ispravnost iste, za što je također potrebna skladišna površina za kontrolu prije samog uskladištenja. Ukoliko je roba na paleti ili bilo kojem drugom transportnom ili pojedinačnom pakiranju oštećena, skladišni su radnici dužni izvršiti prijavu i slijediti korektivne radnje za trenutne nedostatke.

Administrativno zaprimanje robe prilikom procesa prijema od velike je važnosti. Ukoliko se prijem robe provodi putem skenera tada nije potrebno vršiti dodatno dokumentiranje iz razloga što se navedena roba automatski bilježi u sustav očitavanjem koda koji se nalazi na samoj robi. Također, ukoliko postoji potreba za dodatnim radnjama poput deklariranja i/ili označavanja skladišnih jedinica, ono se može vršiti nakon prijema, odnosno neposredno prije pohrane.[8]

[7] Product Intelligence in Warehouse Management: A Case Study; Wenrong Lu; Cambridge, V. Britanija, 2014.
[8] Analytical models for warehouse configuration; Lisa M. Thomas, Russel D. Meller; Francuska, 2014.

2.2. Pohrana robe u skladište

Svaka skladišna jedinica (eng. Stock Keeping Unit - SKU)[9] u skladištu ima svoju unaprijed definiranu poziciju. Nakon prijema i određivanja skladišnog prostora robu je potrebno smjestiti na definiranu skladišnu poziciju. Principi prostornog smještaja ovise o strategiji koja se koristi pri skladištenju, pri čemu se roba može smjestiti na prvu slobodnu poziciju (slučajno skladištenje) ili na unaprijed određenu poziciju. Unaprijed određena pozicija pogodna je za robu koja se često otprema, ali takva koncepcija može negativno utjecati na ukupni stupanj iskoristivosti prostora. Promjenjivo mjesto rezultira boljim iskorištenjem prostora, ali je u većim skladištima uglavnom automatizirano i povezano s nekom od inačica WMS-a. Nakon odlaganja robe potrebno je unijeti u sustav mjesto na kojem je pojedina roba smještena. Na taj način se utječe na učinkovitost pri podizanju robe sa skladišta. Smještanje roba zahtijeva umjeren udio radne snage zbog mogućeg premještanja robe na lokacije koje mogu biti prilično udaljene od prijemne zone.[10]

U slučajnom skladištenju (eng. random storage) nema unaprijed dodijeljenog mjesta skladišnih jedinica u skladištu. Materijal se skladišti na bilo koju slobodnu poziciju. Najčešće se proizvodi odlažu na najpogodniju poziciju i izuzimaju po principu FIFO[11] (eng. First in – First out). Spomenuta metoda omogućuje rotaciju zaliha uz ostvarenje efikasnosti rukovanja. Rezultat skladištenja je vrlo sličan potpuno slučajnoj politici skladištenja ako su protok u skladištu i iskorištenje kapaciteta visoki.[12]

Kod unaprijed određenog skladištenja (eng. dedicated storage) svaka vrsta materijala ima unaprijed dodijeljen određeni broj mjesta odlaganja. Unaprijed određeno skladištenje koristi se da se poveća protok, te se pozicije proizvodima dodjeljuju na temelju odnosa razina aktivnosti i broja dodijeljenih mjesta odlaganja. Kod toga je bitno da se razina aktivnosti odredi kao broj odlaganja/izuzimanja u vremenu, a ne po količini materijala. Jedinica skladištenja odlaže se na najbliže mjesto odlaganja koje je unaprijed dodijeljeno tom tipu proizvoda, a izuzimanje je na principu metode FIFO.[13]

[9] Skladišna jedinica: Najmanja fizička jedinica proizvoda koja se manipulira u skladištu
[10] Unutrašnji transport i skladištenje – Procesi u skladištu, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.
[11] FIFO metoda: računovodstvena metoda prema kojoj se procjena robe, zaliha ili inventara temelji na pretpostavci da se dobra koriste onim redom kojim su i nabavljena, tako da se ona koja su ranije kupljena ranije i koriste.
[12] Đukić, G.; Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima; doktorska disertacija, Zagreb 2004.
[13] Đukić, G.; Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima; doktorska disertacija, Zagreb 2004.

U velikim skladišnim objektima mnogo čimbenika utječe na raspored skladištenja robe. U takvim se skladištima nerijetko koristi metoda pohrane temeljena na ABC kategorizaciji uskladištenih jedinica, odnosno promatra se učestalost otpreme, odnosno prikupljanja pojedine jedinice. Prilikom uvođenja spomenute metode pohrane, relevantno je koristiti točne matične podatke na temelju kojih će se skladišne jedinice pozicionirati na lokacije u skladu sa učestalošću njihove otpreme, odnosno bliže ili dalje od prijemne i/ili otpremne zone ovisno o samom nacrtu promatranog skladišta.

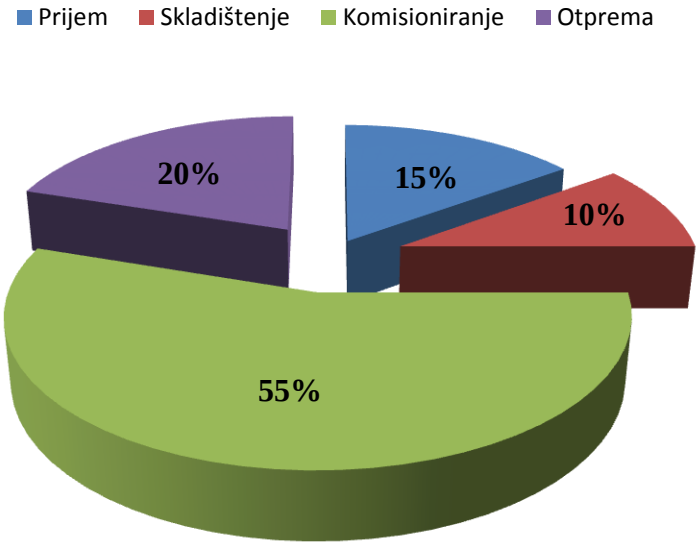
Nakon što se roba pohrani u skladište njezina je pozicija automatski zabilježena u skladišnom sustavu, te je slobodna za daljnje manipulacije unutar samog skladišta. Pozicija određene robe može se mijenjati što znači da do procesa otpreme ona može promijeniti nekoliko skladišnih pozicija unutar samog skladišta što obavezno mora biti zabilježeno u sustavu.[14]

Prilikom skladištenja robe u skladištu postoji nekoliko pravila i radnih uputa za pravilno rukovanje i čuvanje robe. Prema tome je potrebno obratiti pažnju na stanje i sastav robe. Tako na primjer u skladištu prehrambene industrije nije dozvoljeno čuvanje roba i proizvoda koji mogu kontaminirati u prvom redu sami prehrambeni proizvod.

[14] Analytical models for warehouse configuration; Lisa M. Thomas, Russel D. Meller; Francuska, 2014.

2.3. Manipulacija i podizanje robe sa skladišta

Manipulacija i podizanje robe sa skladišta treći je u nizu grupe osnovnih skladišnih procesa. Podizanje robe sa skladišta prema nalogu kupca, odnosno komisioniranje oduzima najveći udio vremena i troškova u skladišnim sustavima što prikazuje graf 1. Komisioniranje se u skladištu može vršiti na više načina i uz pomoć više sustava što će biti detaljno opisano u trećem poglavlju pod naslovom „Proces komisioniranja robe u skladištu“. Kako bi se navedeni proces pravilno odvijao, pogodno je koristiti WMS sustav. U Grafikonu 1 su prikazani troškovi skladišnog poslovanja u kojem je vidljivo da komisioniranje u usporedbi s ostalim procesima odnosi 55% ukupnih troškova skladišnog poslovanja.[15]



Grafikon 1: Prikaz troškova skladišnih procesa
Izvor: Izradio autor

[15] Analytical models for warehouse configuration; Lisa M. Thomas, Russel D. Meller; Francuska, 2014.

2.4 Otprema robe

Pod otpremom robe smatra se svaki izlazak robe iz skladišta s pripadajućom dokumentacijom. Roba se direktno može nakon izuzimanja (komisioniranje palete) ili komisioniranja (kutija, pojedinačnih artikala) transportirati u sredstvo vanjskog transporta. U situacijama ukrcaja većih količina i potrebe za određenim redoslijedom na više destinacija, kontrole ili označavanja, pojavljuje se potreba odlaganja transportnih jedinica u ukrcajnoj zoni koje čekaju na ukrcaj. Ukoliko je roba pravilno smještena, pakirana i ako je organiziranost te opremljenost skladišta dobra, ali uz to i na vrijeme pripremljena dokumentacija, učinkovitost otpreme robe biti će mnogo veća, nego što bi bila da jedna od navedenih stavki nije na vrijeme pripremljena. Primanjem naloga za izdavanje robe, skladištar prvo mora provjeriti je li nalog za izdavanje pravilno napisan i potpisan od ovlaštene osobe.[16] U okviru vlastitog skladišta roba se može izdavati i otpremati i drugim organizacijskim jedinicama što se naziva interno otpremanje, a ne samo drugim pravnim i fizičkim osobama, tzv. eksterno izdavanje. Te dvije vrste otpremanja robe iz skladišta razlikuju se i po dokumentaciji. Za eksterno se otpremanje robe koristi otpremnica – dostavnica, nalog za isporuku ili otpremu. Otpremnica se ispostavlja u pet primjeraka od kojih se jedan ostavlja u skladištu, a ostala četiri se pojedinačno dostavljaju kupcu robe, komercijalnoj službi i materijalnom knjigovodstvu. Prijevoznik je dužan otpremnicu predati ili pokazati zaposleniku zaduženom za kontrolu izlaza iz kruga skladišta prilikom izlaska. Interno se izdavanje vrši na temelju izdatnica – zahtjevnica, naloga za izdavanje i slično.[17]

[16] Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources; Saif Benjaafar, Samir Elhedhli; Guangdong, Kina, 2008.
[17] Dundović, Č., Hess, S.; Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.

3. PROCES KOMISIONIRANJA U SKLADIŠTU

Komisioniranje robe je proces izuzimanja skladišnih jedinica iz skladišnih pozicija na temelju narudžbe ili zahtjeva kupca/korisnika. Ova operacija predstavlja središnji dio protoka roba od dobavljača do kupca. Nakon zaprimanja zahtjeva slijedi podizanje robe sa skladišta. Prema zahtjevu korisnika, u skladištu se najprije nastoji utvrditi mogućnost isporuke tražene robe prema vrsti i količini. Nakon toga slijedi organizacija redoslijeda podizanja robe i izrada potrebne dokumentacije. Podizanje robe (komisioniranje) operacija je tijekom koje se prema zahtjevima korisnika prikuplja roba u skladištu i formira pošiljka spremna za otpremu.[18]

3.1. Čimbenici vrednovanja procesa komisioniranja

Kao i kod svih procesa tako i kod procesa komisioniranja postoje razni parametri koji pokazuju razinu kvalitete samog procesa. Čimbenici koji utječu na kvalitetu i vrijeme potrebno za izuzimanje skladišnih jedinica kod komisioniranja su produktivnost, brzina i točnost.

Produktivnost komisioniranja može se provjeriti iz broja izuzetih skladišnih jedinica sa skladišnih pozicija u određenom vremenskom intervalu.[19] Tako se kod komisioniranja pojedinačnih artikala promatra stvaran broj izuzetih artikala u jednome satu, kod komisioniranja kutija odnosno kartona promatra se broj izuzetih kutija odnosno kartona sa skladišnih pozicija u jednome satu, dok se kod komisioniranja cijelih paleta promatra ukupan broj paleta u jednome satu. Produktivnost komisioniranja može se promatrati i za duži vremenski interval (dan, tjedan, mjesec), ali kako bi se dobili što pouzdaniji rezultati najčešće se koristi vremenski interval od jednoga sata. Brzina komisioniranja je vrijeme ciklusa potrebnog za izvršenje samog procesa komisioniranja, odnosno jednog korisnikovog naloga.[20] U vremenski ciklus spada vrijeme od zaprimanja naloga za izuzimanje skladišnih jedinica sa skladišta pa sve do odlaganja palete u otpremnu zonu. Vrijeme potrebno za komisioniranje jednog naloga podijeljeno je na bruto i neto vrijeme komisioniranja. U neto vrijeme spada vrijeme potrebno isključivo za izuzimanje robe sa skladišnih pozicija od početka zaprimanja

[18] Skladištenje: Metode i procesi komisoniranja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2013.
[19] Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources; Saif Benjaafar, Samir Elhedhli; Guangdong, Kina, 2008.
[20] Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources; Saif Benjaafar, Samir Elhedhli; Guangdong, Kina, 2008.

naloga pa sve do izuzimanja zadnjeg artikla prema nalogu. U bruto vrijeme, uz neto vrijeme, spada vrijeme potrebno za preslagivanje palete, omatanje odnosno osiguravanje palete te vrijeme potrebno za dostavu komisionirane palete na otpremnu zonu.[21]

Točnost je jedan od ključnih elemenata koji utječe na kvalitetu procesa komisioniranja.[22] Kod parametra točnosti vrlo je važno detaljno provjeriti sam nalog kupca, te izuzeti točno onu robu koju kupac zahtjeva. Bitno je da ukupni broj točno obavljenih aktivnosti bude što veći u odnosu na ukupni broj obavljenih komisioniranja.

3.2. Podjela sustava komisioniranja po principu kretanja robe/komisionera

Kod komisioniranja postoji nekoliko principa komisioniranja robe prema narudžbi kupca, a sve ovisi o opremljenosti skladišta i skladišnoj politici.[23]

3.2.1. Komisioniranje prema principu „čovjek robi“

U komisioniranju prema principu „čovjek robi“ komisioner se kreće, hodajući ili vozeći se na transportnom sredstvu, do pozicije sa koje treba izuzeti robu. Kako se aktivnost izuzimanja najčešće obavlja u prolazima između regala, ova grupa sustava vrlo se često naziva i sustavi „u prolazima“.[24]

3.2.2. Komisioniranje prema principu „roba čovjeku“

U sustavima komisioniranja prema principu „roba-čovjeku“ funkcionira tako da materijal koji treba izuzeti kreće se do komisionera. Mjesto izuzimanja nalazi se na kraju prolaza, pa se ovi sustavi još nazivaju i sustavi „na kraju prolaza“.[25] Takav princip komisioniranja najčešće koristi automatizirane transportere ili robotske ruke odnosno kranove koji izuzimaju robu sa skladišnih pozicija i dostavlja je do mjesta na kojem skladišni radnik izuzima robu te je slaže na paletu ili transportna kolica.

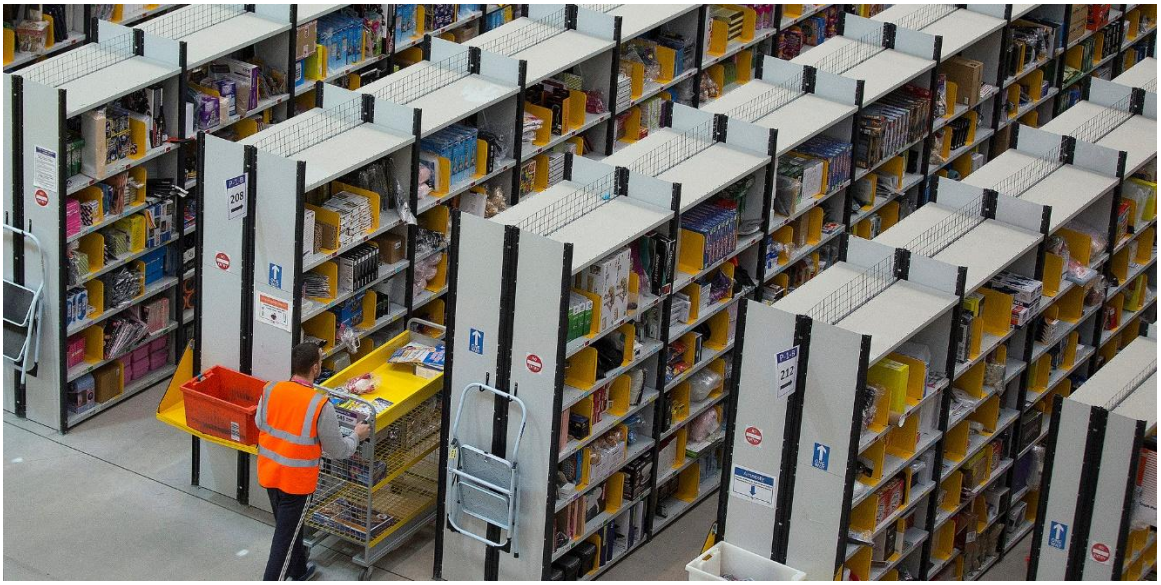
[21] Župančić, D.; Analiza procesa komisioniranja u skladištu poduzeća Tisak d.d., Sveučilište Sjever, Varaždin 2015.
[22] Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources; Saif Benjaafar, Samir Elhedhli; Guangdong, Kina, 2008.
[23] Warehouse and Distribution Science, The Supply Chain and Logistics Institute, Bartholdi JJ, Hackman ST.; Georgia, Tehnološki institut, Atlanta, 2011.
[24] Warehouse and Distribution Science, The Supply Chain and Logistics Institute, Bartholdi JJ, Hackman ST.; Georgia, Tehnološki institut, Atlanta, 2011.
[25] Skladištenje: Metode i procesi komisoniranja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2013.

3.3. Podjela sustava komisioniranja prema vrsti jediničnog tereta koji se izuzima

Komisioniranje prema narudžbi kupca može se vršiti na više načina što se tiče izuzimanja skladišnih jedinica. Tako postoji komisioniranje pojedinačnih artikala odnosno samih proizvoda, komisioniranje kutija izuzimanjem sa palete odnosno izuzimanje cijelih paleta sa skladišnih pozicija.

3.3.1. Komisioniranje pojedinačnih artikala

Kod komisioniranja pojedinačnih artikala odnosno proizvoda vrši se izuzimanje istih iz transportne ambalaže koja se nalazi na paleti na skladišnoj poziciji. Kada postoji veliki broj narudžbi kupaca gdje je potrebno izuzimati pojedinačne artikle nerijetko se koriste polični regali odnosno ladičari.[26] Oni su načinjeni od malih skladišnih prostora koji služe za pojedinačne artikle kako bi im se što lakše i sigurnije moglo pristupiti.



Slika 2: Polični regali za pojedinačne artikle
Izvor: www.huffingtonpost.com, travanj 2016.

[26] Skladištenje: Metode i procesi komisoniranja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2013.

3.3.2. Komisioniranje kutija

Jedan od najčešćih načina komisioniranja je komisioniranje kutija, odnosno izuzimanje kutije tj. transportne ambalaže u kojoj se nalaze pojedinačni artikli na paleti i određenoj skladišnoj poziciji. Kao i kod komisioniranja pojedinačnih artikala tako i za komisioniranje kutija postoje modificirani i prilagođeni regali za brže i sigurnije komisioniranje. Tako se nerijetko u skladišnim objektima možemo susresti sa protočnim regalima za kutije. Protočni regali za kutije su regali sa malim gravitacijskim valjčanim konvejerima, gdje se proizvodi nalaze u kutijama. Nakon što se kutija izuzme sa skladišne pozicije nova kutija popuni komisionu lokaciju.[27]



Slika 3: Protočni regal za kutije
Izvor: www.logomatika.hr, travanj 2016.

[27] Product Intelligence in Warehouse Management: A Case Study; Wenrong Lu; Cambridge, Velika Britanija, 2014

3.3.3. Komisioniranje paleta

Pod komisioniranjem paleta podrazumijeva se izuzimanje paleta sa skladišnih pozicija. Palete su uskladištene na paletnim regalima ili su jednostavno odložene na pod na unaprijed određenim paletnim pozicijama. Komisioner prilikom komisioniranja cijele palete dolazi do paletne pozicije na kojoj se paleta prema sustavu nalazi, te je uz pomoć viličara izuzima sa pozicije i otprema prema ukrcajnoj rampi.



Slika 4: Paletni regal
Izvor: www.ichainnel.com, travanj 2016.

3.4. Metode komisioniranja

U metode komisioniranja spadaju metode koje određuju sami način komisioniranja. Tako postoji metoda usmjeravanja, metoda odlaganja i metoda organizacije komisioniranja.[28]

Metoda usmjeravanja služi za određivanje redoslijeda i rute prikupljanja. Svaki skladišni objekt ima vlastiti raspored raznovrsnih regala i skladišnih pozicija te je vrlo bitno

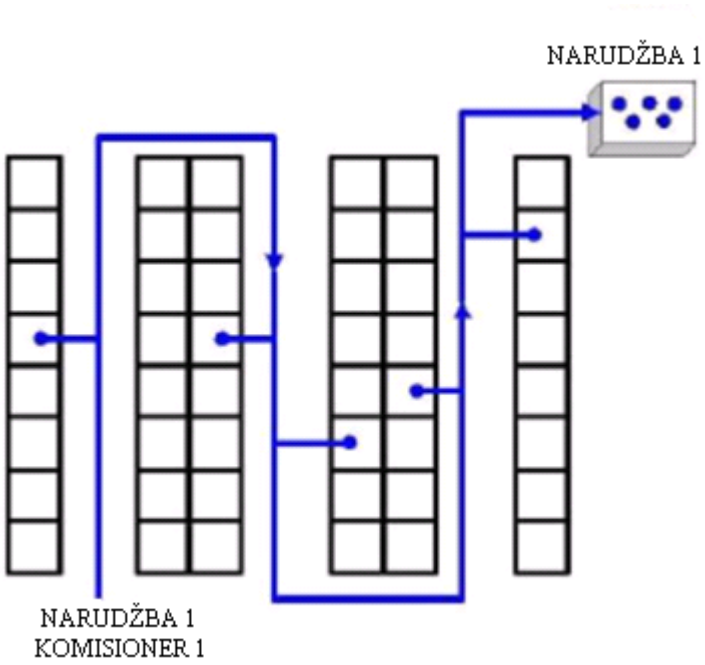
[28] Skladištenje: Metode i procesi komisoniranja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2013.

provesti kvalitetnu rutu prikupljanja. Navedenom se metodom usmjerava komisionera na koji način i kojim putem će on izuzimati robu sa skladišnih pozicija u svrhu bržeg i točnijeg komisioniranja.[29]

Pod metodu odlaganja spada određivanje skladišnih pozicija za određene artikle odnosno robu. Pomoću navedene metode lako se može odvojiti roba koja može kontaminirati ostalu robu u skladištu ili primjerice može se odvojiti roba manje od robe veće mase kako se ne bi narušila stabilnost robe na paleti prilikom komisioniranja.[30]

3.4.1. Diskretno komisioniranje

Jedna osoba prikuplja artikle prema narudžbi. Narudžbe nisu raspoređene prema redoslijedu naručivanja, što znači da se mogu odrađivati u bilo koje doba tijekom radnog vremena. Ovaj je način komisioniranja najčešći zbog svoje jednostavnosti. Prednosti takvog sustava su jednostavnost i smanjena mogućnost pogreške.[31]



Slika 5: Prikaz diskretnog komisioniranja
Izvor: Unutrašnji transporti i skladištenje – Podizanje robe/komisioniranje, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

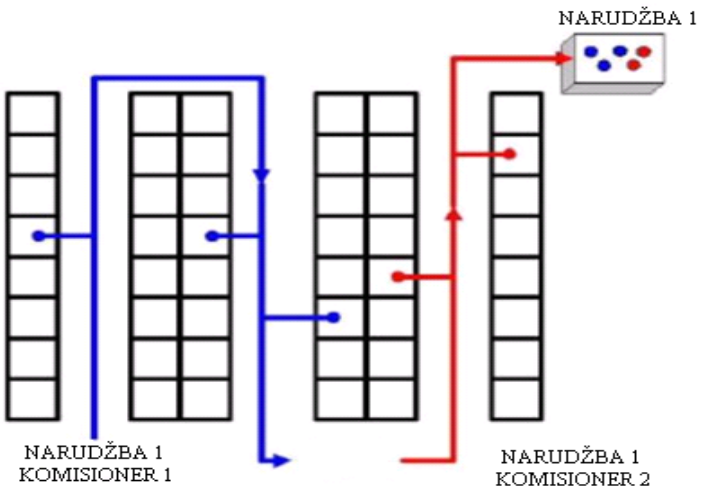
[29] Skladištenje: Metode i procesi komisoniranja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2013.
[30] Skladištenje: Metode i procesi komisoniranja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2013.
[31] Unutrašnji transport i skladištenje – Podizanje robe/komisioniranje, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

3.4.2. Zonsko komisioniranje

Kod zonskog komisioniranja skladište je podijeljeno na zone pri čemu jedna osoba pokriva pojedinu zonu. Osoba zadužena za pojedinu zonu prikuplja sve artikle u toj zoni, i to za više narudžbi. Nakon toga roba se prikuplja u zoni za konsolidaciju, gdje se slaže prema pojedinoj narudžbi i priprema za otpremu. Svaki operator ispunjava zahtjeve jedne narudžbe (ne više njih istovremeno).

Postoje dvije varijante zonskog komisioniranja. Sekvencijalni način podrazumijeva prikupljanje artikala u jednoj zoni unutar nekog vremenskog intervala. Nasuprot tome, simultano prikupljanje podrazumijeva prikupljanje artikala u više zona istovremeno.

Zonsko komisioniranje se često koristi, posebno u skladištima sa više vrsta artikala i sa različitim oblicima pakiranja artikala. Da bi se smanjilo vrijeme prikupljanja veće se zone mogu podijeliti u više manjih.[32]

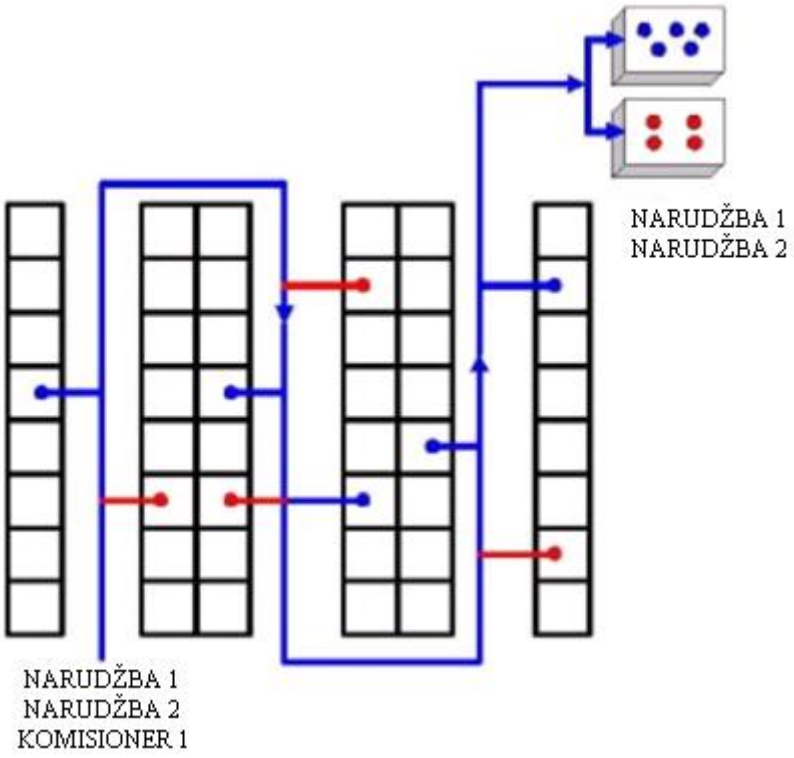


Slika 6: Prikaz zonskog komisioniranja
Izvor: Unutrašnji transport i skladištenje – Podizanje robe/komisioniranje, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

[32] Unutrašnji transport i skladištenje – Podizanje robe/komisioniranje, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

3.4.3. Grupno komisioniranje

Kod grupnog komisioniranja jedna osoba prikuplja artikle za više narudžbi istovremeno. Ako se pojedini artikl nalazi na više narudžbi, sa skladišta se podiže ukupna tražena količina koja se zatim raspoređuje prema narudžbama. Na ovaj se način povećava učinkovitost, posebno u komisioniranju artikala u malim pakiranjima. Najučinkovitiji je za narudžbe nekoliko artikala u malim količinama. Povećan je rizik od pogrešaka pri sortiranju te točnosti pri kompletiranju narudžbe.[33]



Slika 7: Prikaz grupnog komisioniranja
Izvor: Unutrašnji transport i skladištenje – Podizanje robe/komisioniranje, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

[33] Unutrašnji transport i skladištenje – Podizanje robe/komisioniranje, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

3.5. Načini komisioniranja

Kod komisioniranja robe prema narudžbi kupaca možemo koristi nekoliko načina komisioniranja. Tako postoji komisioniranje pomoću papira, skenera, glasovno komisioniranje itd.

3.5.1. Komisioniranje uz pomoć papira

Komisioniranje uz pomoć papira najstarija je metoda koja se i danas koristi u mnogim skladišnim objektima. Skladišni radnik odnosno komisioner zaprima papir na kojem se nalazi nalog odnosno narudžba kupca, te prema popisu proizvoda on izdvaja navedenu robu sa skladišnih pozicija. To je jedna od najsporijih metoda komisioniranja iz razloga jer je u proces komisioniranja u potpunosti uključen ljudski faktor. Komisioner sam bira rutu komisioniranja, te najčešće nema unaprijed određeni plan ili predviđenu rutu.



Slika 8: Komisioniranje uz pomoć papira
Izvor: www.ichainnel.com, travanj 2016.

3.5.2. Komisioniranje uz pomoć skenera

Komisioniranje pomoću skenera jedan je od najčešćih načina komisioniranja u današnje vrijeme. Skladišni radnik odnosno komisioner komisionira uz pomoć skenera koji ga vodi između redova odnosno od pozicije do pozicije.[34] Na skeneru komisioner može vidjetii

[34] Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources; Saif Benjaafar, Samir Elhedhli; Guangdong, Kina, 2008.

skladišnu poziciju na kojoj se roba nalazi, vrstu i naziv robe, količinu robe potrebnu za izuzimanje, rok upotrebe (ukoliko postoji) i ostale pojedinosti o robi ili samom kupcu odnosno nalogu. Nakon što izuzme robu prema nalogu sa skenera sa skladišne pozicije, skladišni radnik skenira bar kod pozicije i proizvoda i na taj način potvrđuje da je navedenu robu izuzeo i zaprima novu poziciju sa koje treba izuzeti iduću robu. Skener je programiran na način da komisionera vodi najkraćom rutom u cilju uštede vremena, te uvelike povećava točnost obrade samog naloga. Skener radi uz pomoć WMS sustava te je u svakom trenutku moguće pojedinačno kontrolirati svakog od komisionera u kojoj je fazi komisioniranja.



Slika 9: Komisioniranje uz pomoć skenera
Izvor: www.ichainnel.com, travanj 2016.

3.5.3. Komisioniranje uz pomoć glasovnih naredbi

Komisioniranje uz pomoć glasovnih naredbi je način komisioniranja gdje skladišni radnik odnosno komisioner sve upute i podatke vezane za robu, skladišnu poziciju, kupca i naloga dobiva putem zvučnih signala.[35] To je jedan od modernijih načina komisioniranja te mnogi skladišni objekti nastoje implementirati navedeni sustav u svoj proces komisioniranja. Uvođenje sustava iziskuje značajne inicijalne troškove. Prilikom komisioniranja skladišni radnik ima slobodne obje ruke što mu olakšava radnju izuzimanja skladišnih jedinica sa skladišnih pozicija.

[35] Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources; Saif Benjaafar, Samir Elhedhli; Guangdong, Kina, 2008.



Slika 10: Komisioniranje uz pomoć glasovnih naredbi
Izvor: www.linkedin.com, travanj 2016.

3.6. Oprema kod procesa komisioniranja

Proces komisioniranja zahtjeva određenu opremu kako bi se sami proces odvijao što brže i točnije. Vezano za transportno manipulativna sredstva, skladišni radnici koriste razne vrste viličara kako bi također povećali između ostaloga i sigurnost prilikom komisioniranja. Skladišna oprema iziskuje određena novčana sredstva, te kao takva mora biti financijski opravdana kroz određeni vremenski period što se utvrđuje i predviđa raznim projektima i analizama prilikom nabave odnosno ulaganja u potrebnu skladišnu opremu. U nastavku su opisana često korištena transportno manipulativna sredstva koja se koriste i u promatranom skladišnom objektu.

3.6.1. Ručni viličari

Ručni viličari upotrebljavaju se u skladištima za prijevoz paletizirane i komadne robe, pri iskrcaju kontejnera, pomorskih, željezničkih, cestovnih i zračnih prijevoznih sredstava. Ručni viličari služe za podni transport u uvjetima kada nije potrebno slaganje tereta u veće visine. Bitan dio ručnog viličara je vilica koja ulazi u otvore palete koju podiže s poda i prevozi na drugo prekrcajno mjesto. Sustav podizanja i spuštanja temelji se na hidrauličkom i mehaničkom principu. Znatno bolji je hidraulički sustav podizanja i spuštanja vilice, što i potvrđuje činjenica da se ovakvi viličari nalaze u širokoj primjeni. Ovi viličari služe

isključivo za prijevoz paletiziranog materijala, standardnih izvedbi težine do 30 kN Visina dizanja tereta je minimalna, samo za omogućavanje transporta, a iznosi od 100 do 150 mm.[36]



Slika 11: Ručni viličar
Izvor: www.skladisna-oprema.hr, svibanj 2016.

3.6.2. Električni ručni viličari

Prilikom komisioniranja prema principu „čovjek robi“ skladišni radnici najčešće koriste električne viličare predviđene za komisioniranje. Navedeni viličari postižu maksimalnu brzinu istovjetnu brzini ljudskog hoda te su kao takvi veoma sigurni za upotrebu. Omogućavaju skladišnim radnicima podizanje palete do maksimalno tri metra te ujedno omogućava slaganje „sendvič“ paleta i uzdizanje radnika do robe koja se nalazi na višoj razini skladišnog regala uz pomoć sigurnosne košare kako bi se obavilo komisioniranje. Svaki od skladišnih radnika najčešće koriste zadužene električne viličare što omogućava povećanje brzine komisioniranja. Navedeni viličari dolaze u raznim izvedbama, tako komisioner može hodati ispred viličara ili se pak voziti na njemu i tako postizati veću brzinu. Masa ovakvih viličara u pravilu nije veća od jedne tone što omogućava bolju iskoristivost i očuvanje baterije.

[36] www.skladisna-oprema.hr, travanj 2016.



Slika 12: Ručni električni viličar predviđen za komisioniranje
Izvor: www.linde.com, travanj 2016.

3.6.3. Visokoregalni viličari

Visokoregalni viličari koriste se u visokoregalnim skladištima za izuzimanje robe sa skladišnih pozicija na višim razinama. Kada se vrši komisioniranje cijelih paleta, skladišni radnici odnosno komisioneri koriste visokoregalne viličare kako bi dosegnuli tražene palete sa viših razina. Isto tako svaka skladišna zona u zoni komisioniranja nakon što se isprazni zahtjeva popunu, a upravo su za takve popune potrebni visokoregalni viličari kada je u pitanju visokoregalno skladište što u današnje vrijeme nije rijetka pojava. Vozači visokoregalnih viličara komisioniraju uz pomoć ekrana i skenera koji su ugrađeni na same viličare, te su također vođeni WMS sustavom. Visokoregalni viličari razvijaju brzine veće od brzine ljudskoga hoda, te je potrebno obratiti veliku pažnju na sigurnost. Visina krana viličara može dosezati i 15 metara za potrebe vrlo visokih skladišta. Masa ovakvih viličara kreće se u rasponu od 1,5 – 2 tone. Čak jedna trećina mase visokoregalnog viličara otpada na bateriju koja može omogućiti i do 12 sati operativnog rada istim viličarom. Visokoregalni viličar postiže brzine i do 25 km/h, ali zbog sigurnosti u skladišnim objektima njihova se brzina i nerijetko limitira na manje brzine. Kako su navedeni viličari veoma brzi, teško ih je opaziti na vrijeme te kao takvi konstantno emitiraju zvučne i svjetlosne signale. Nosivost ovakvih viličara određuje se dijagramom koji u omjer uključuje visinu i masu.

Tako Hyster modeli visokoregalnih viličara do visine dva metra smiju podići do dvije tone, dok na 10-15 metara visine smiju dizati maksimalno 900 kg.[37]



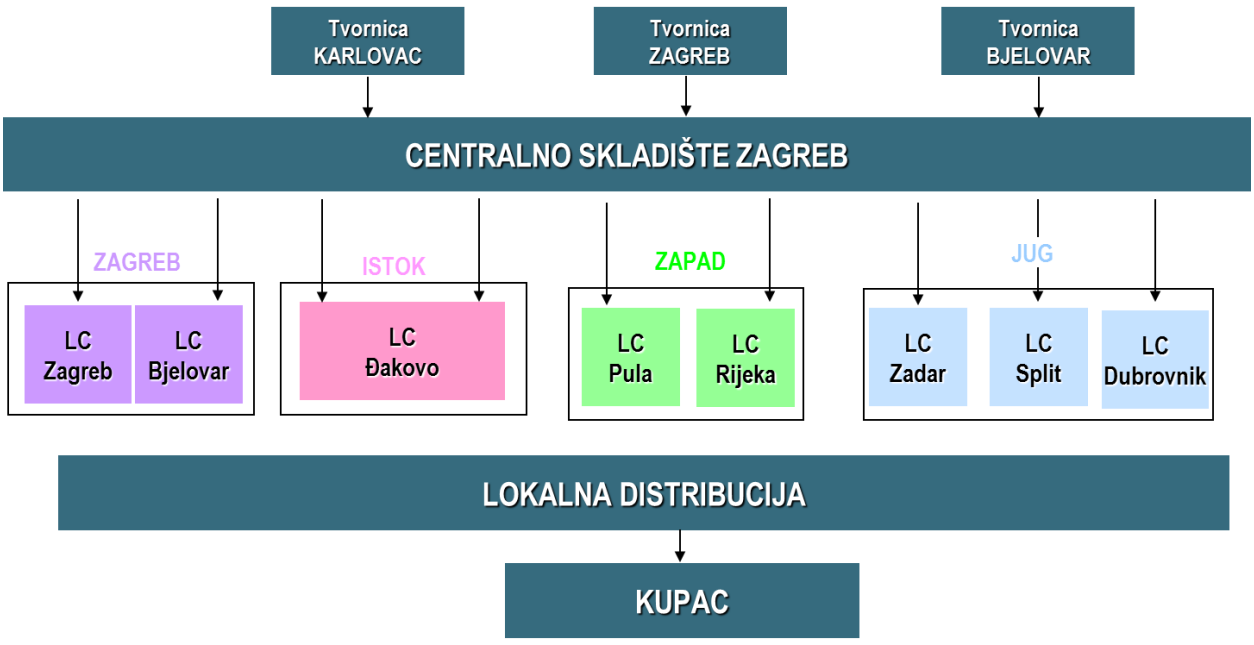
Slika 13: Visokoregalni viličar
Izvor: www.connectingindustry.com, travanj 2016.

[37] www.hyster.com, svibanj 2016.

4. ANALIZA TRENUTNOG STANJA ODJELA LOGISTIKE PROMATRANE MLJEKARSKE INDUSTRIJE

Kao što je ranije navedeno, istraživanje je provedeno u tvrtki mljekarske industrije koja je dio tržišta Republike Hrvatske, te je ista članica francuske mljekarske korporacije koja sa svojim proizvodima opskrbljuje velik broj zemalja u Europi i svijetu. Navedena mljekarska industrija ima nekoliko skladišnih objekata diljem Republike Hrvatske, dok je glavno skladište smješteno u Gradu Zagrebu pod imenom Centralno skladište Zagreb.

Logističko poslovanje tvrtke podijeljeno je na zone Zagreb, Istok, Zapad i Jug. U zonu Zagreb spadaju logistički centri Zagreb i Bjelovar s pripadajućim proizvodnim pogonima. U zonu Istok tako spada logistički centar u Đakovu, dok u zonu Zapad logistički centri Pula i Rijeka. U posljednju zonu, zonu Jug spadaju logistički centri Zadar, Split i Dubrovnik koji opskrbljuju južni dio teritorija Republike Hrvatske, a njihov obim rada uvelike je povezan sa sezonskim utjecajem u ljetnom periodu. Logistički su centri povezani cestovnim prijevozom, odnosno sva se roba između centara prevozi kamionima i tegljačima s poluprikolicama. Način na koji je povezano cjelokupno logističko poslovanje i organizacija prikazuje Slika 14.



Slika 14: Organizacija logistike mljekarske industrije
Izvor: Koordinacija logistike tvrtke, travanj 2016.

Centralno skladište Zagreb sadrži ukupno 8.734 skladišnih pozicija za čuvanje odnosno skladištenje gotovih proizvoda. Ukupan broj skladišnih pozicija u preostalim skladišnim objektima spomenute tvrtke prikazani su slikom 15. Svi skladišni objekti posjeduju ambijentalne i hlađene skladišne objekte, osim logističkog centra Karlovac koji služi za skladištenje UHT (eng. Ultra High Temperature) proizvoda, te kao takav posjeduje isključivo ambijentalni skladišni prostor.

LC	AMBIJENTALNO	HLAĐENO	UKUPNO
Zagreb	4.134	4.600	8.734
Bjelovar	28	315	343
Đakovo	450	152	602
Pula	691	359	1.050
Rijeka	600	235	835
Zadar	280	262	542
Split	510	753	1.263
Dubrovnik	186	224	410
Karlovac	5.000	0	5.000
Ukupno	11879	6900	18779

Slika 15: Broj skladišnih pozicija u skladištima mljekarske industrije
Izvor: Koordinacija logistike tvrtke., travanj 2016.

4.1. Podjela Centralnog skladišta Zagreb po skladišnim zonama

Centralno skladište Zagreb, koje je i predmet ovog istraživanja podijeljeno je na nekoliko zona koje su postepeno nadodavane posljednjih godina. Za istraživanje su najvažnije zone D, G, H, C, M i L. Navedeno skladište također se nalazi uz proizvodni pogon, te kao takvo neprestano zaprima nove količine gotove robe. Isto tako u jutarnjim se satima zaprima roba iz ostalih proizvodnih pogona diljem zemlje koja dolazi kamionima i tegljačima s poluprikolicom.

Zona D, ujedno i najnovija zona predstavlja visokoregalno skladište. Navedeno skladište sadrži 14 redova, koji na svojih do pet razina može primiti do 3.800 paleta gotovih proizvoda. U navedenoj se zoni temperature kreću oko +4°C i služe za pohranu lakopokvarljivih i svježih proizvoda. Smještanje robe na skladišne pozicije u navedenoj zoni, te izuzimanje istih obavlja se visokoregalnim viličarima, a zona također sadrži i oko 60 skladišnih pozicija koje služe za komisioniranje. D zona sadrži tri ukrcajno iskrcajne rampe.

Zone G i H smještene su u najstariji i prvobitni skladišni objekt tvrtke. Skladišni objekt sadrži 22 reda skladišnih regala, koji na svojih tri razine mogu primiti i do 990 paleta gotovih proizvoda. Od navedenih 990 skladišnih pozicija 330 otpada na G zonu koja ujedno označava zonu komisioniranja, odnosno navedene pozicije G zone smještene su na nultoj razini skladišnih regala kako bi skladišne jedinice bile dostupne za komisioniranje. Preostale dvije razine skladišnih regala pripadaju H zoni te kao takvi služe za pohranu i čuvanje gotovih proizvoda. U navedenoj se zoni također održava temperatura od oko +4°C čime se postižu uvjeti očuvanja kvalitete i ispravnosti lakopokvarljivih i svježih proizvoda. Navedena zona sadrži devet ukrcajno iskrcajnih rampi.

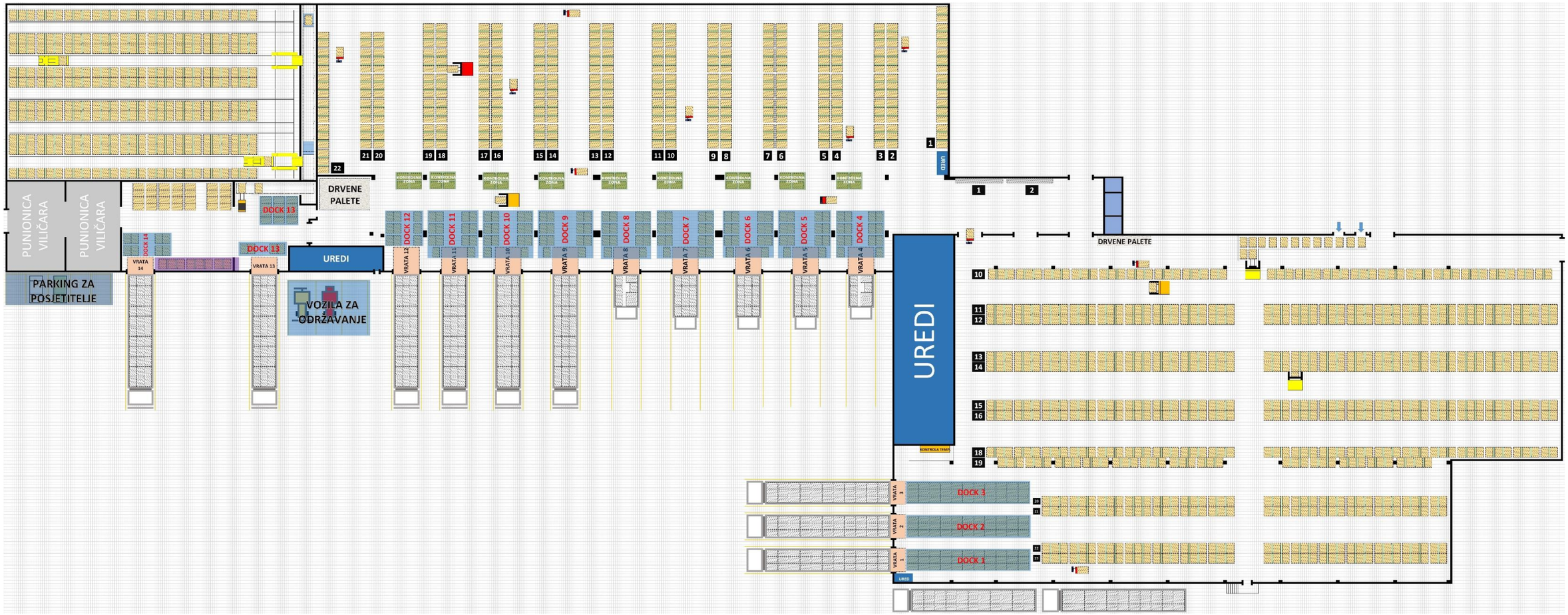
C zona smještena je u blizini prolaza između G i D zone. C zona služi za odlaganje pojedinačnih artikala ili kartona koji su vraćeni iz distribucije kao prekomjerne zalihe. Prilikom komisioniranja navedena zona sadrži viškove robe od prethodnog dana te ona sustavno ima prioritet prilikom komisioniranja ispred robe koja se nalazi na skladišnim pozicijama odnosno zonama komisioniranja isključivo zbog datuma tj. kraćeg roka trajanja.

Visokoregalno skladište u M zoni je u potpunosti automatizirano skladište, te se u njemu odvija komisioniranje po principu „roba k čovjeku“. U navedenom skladištu nalazi se deset paletnih regala ukupnog kapaciteta 4.400 paletnih pozicija. Navedena zona nije temperaturno kontrolirana zona, te je ista pogodna isključivo za skladištenje i čuvanje UHT proizvoda. U M zonu gotovi proizvodi dolaze direktno iz proizvodnje s jedne strane, dok s druge strane robotske ruke izuzimaju palete, te ih pomoću transportera šalju do skladišnog radnika koji se nalazi u blizini vrata 13 (prikazano na slici 16) te ondje izuzima paletu. Svako izuzimanje palete vrši skladišni radnik pomoću internog sustava za upravljanje automatiziranim skladištem prema nalogu kupca.

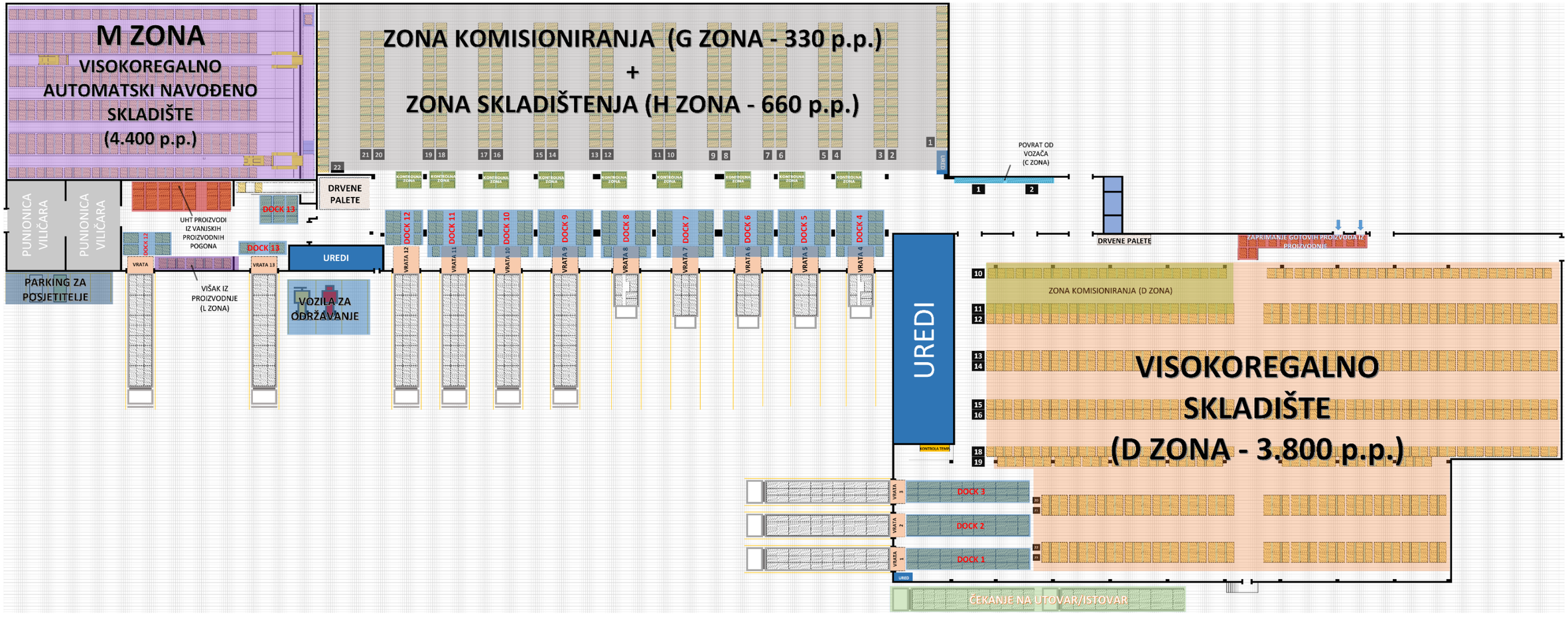
L zona sadrži skladišne regale koji služe isključivo za skladištenje proizvoda koji su u proizvodnji registrirani kao prekomjerne zalihe. Takvi proizvodi privremeno se skladište u navedenoj zoni, te nakon što se pojavi određena potreba za istim izuzimaju se iz L zone i šalju prema zoni komisioniranja ili otpremnoj zoni. L zona sadrži dvije ukrcajno iskrcajne rampe.

Sustav prilikom komisioniranja robe sa skladišnih pozicija vodi komisionere serpetinski od D sve do G zone gdje službeno završava izuzimanje robe prema određenom nalogu.

Svaka od navedenih zona sadrži svoje oznake na skladišnim regalima, te su u potpunosti kontrolirane putem WMS sustava. Kako su razmješteni ranije opisani skladišni regali u navedenim zonama prikazano je slikama 16 i 17.



Slika 16: Grafički prikaz Centralnog skladišta Zagreb
Izvor: Izradio autor



Slika 17: Grafički prikaz Centralnog skladišta Zagreb sa označenim zonama
Izvor: Izradio autor

4.2. Analiza procesa komisioniranja u Centralnom skladištu Zagreb

Proces komisioniranja u promatranom skladištu odvija se u tri smjene, te su sve ranije navedene zone uključene u proces komisioniranja. U Centralnom skladištu Zagreb provode se sva tri načina komisioniranja, odnosno komisioniranje pojedinačnih artikala, komisioniranje kutija i komisioniranje cijelih paleta. Komisioniranje pojedinačnih artikala i kutija odvija se u dvije smjene, odnosno u popodnevnoj i noćnoj. Komisioniranje cijelih paleta odvija se tokom sve tri smjene, gdje se prema nalogu kupca izuzimaju cijele palete sa skladišnih pozicija te se kao takve otpremaju u otpremnu zonu.

4.2.1. Komisioniranje pojedinačnih artikala i kutija

Kao što je već ranije navedeno, komisioniranje pojedinačnih artikala i kutija odvija se u dvije smjene, te iziskuje najveću potrebu za ljudskim radom u skladištu. Navedeno se komisioniranje odvija u skladišnim zonama D, C i G. Komisioniranje se odvija uz pomoć ručnog skenera koji skladišne radnike odnosno komisionere sustavno vodi između redova od jedne skladišne pozicije do druge prema nalogu odnosno zahtjevu kupca. Skener prilikom izuzimanja robe sa skladišnih pozicija vodi komisionere od D, preko C, sve do G zone gdje službeno završava izuzimanje robe prema određenom nalogu.

Zone namijenjene za komisioniranje u skladišnoj zoni D sadrže dva reda na nultoj poziciji ukupnog kapaciteta do 60 paletnih mjesta. U skladišnoj zoni D smješteni su svježi proizvodi poput svježeg mlijeka, jogurta i sl. Isto tako svi proizvodi u D zoni imaju veću masu od jednog kilograma po prikupljenoj jedinici, te je to još jedan od razloga zašto ih treba prve izuzeti i složiti na paletu.

C zona sadrži dvije police, odnosno 60 površinski manjih pozicija za vraćene pojedinačne artikle ili kutije iz distribucije. Proizvodi iz navedene zone ukoliko imaju jednak ili kraći rok trajanja od proizvoda koji trebaju biti izuzeti sa G ili D pozicije imaju prednost u odnosu na iste proizvode, te sustav njih automatski dodjeljuje komisioneru za izuzimanje.

Skladišna zona G sadrži ukupno 22 reda, te sa svojih ukupno 330 paletnih pozicija namijenjenih za komisioniranje predstavlja najveću zonu za komisioniranje u Centralnom skladištu Zagreb. Navedenih 330 paletnih pozicija sadrže UHT proizvode u tetrapak ambalaži i bocama, čašice i bočice sa fermentiranim proizvodima, sireve i sl.

Skladišni radnici odnosno komisioneri prilikom komisioniranja koriste se Linde L12 ručnim električnim viličarima namijenjenima za komisioniranje koji je prikazan slikom 18.

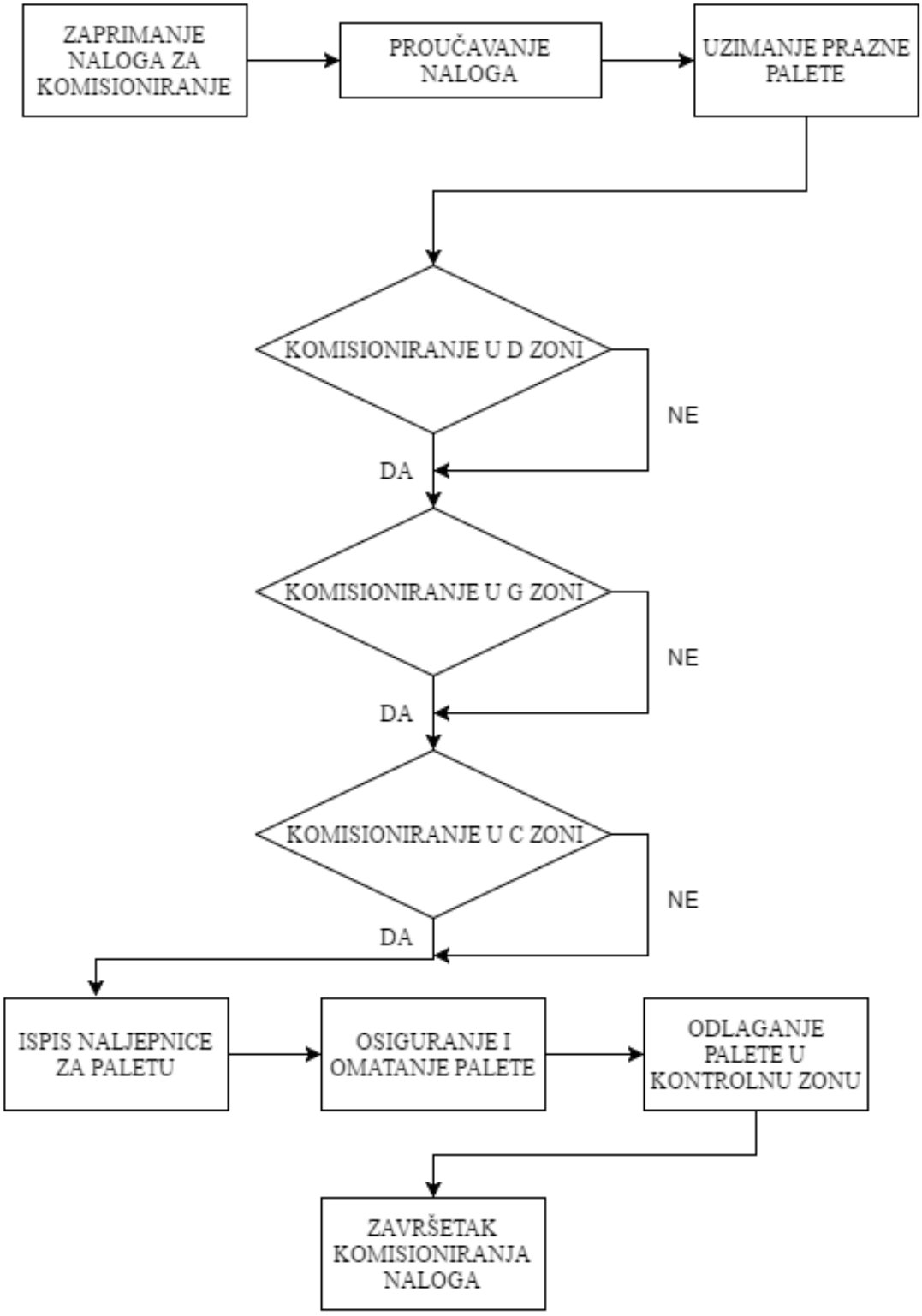


Slika 18: Ručni električni viličar namijenjen za komisioniranje u Centralnom skladištu
Izvor: www.linde.com, travanj 2016.

Nakon završetka komisioniranja prema nalogu kupca, komisioner je dužan osigurati paletu, odnosno omotati je folijom. Nakon omatanja palete folijom komisioner mora otići do najbližeg pisača te ispisati naljepnicu s pojedinostima o kupcu, robi, komisioneru, dostavnoj lokaciji i sl. te istu naljepnicu zalijepiti na paletu. Nakon obavljenih navedenih radnji komisioner je dužan dostaviti paletu s proizvodima na kontrolnu zonu pored određene otpremne zone prema uputama sa vlastitog skenera. Nakon što je ostavio dovršenu paletu na kontrolnoj zoni može preuzeti idući nalog te započeti komisioniranje novog naloga. Komisioniranu paletu preuzimaju skladišni radnici namijenjeni za kontrolu robe za otpremu, te su isti dužni provjeriti točnost prikupljene narudžbe na paleti. Ukoliko je komisionirana paleta ispravno složena te ako se svi proizvodi sa naloga zaista nalaze na njoj, može biti ukrcana nakon dolaska kamiona.

Ukoliko se isprazni neka od pozicija, odnosno ukoliko komisioner izuzme zadnju skladišnu jedinicu sa dodijeljene joj lokacije, on može naručiti punjenje pozicija preko čitača, a koje se vrši od strane zaposlenika zaduženih za premještaj paleta sa lokacije pohrane na komisione lokacije. Sustav također prepoznaje da je navedena skladišna pozicija ispražnjena, te i on također naručuje popunu u slučaju da komisioner zaboravi navedeno. Popuna se vrši

visokoregalnim Hyster R1.6 viličarima koji mogu dosegnuti i najvišu razinu kako bi dohvatili paletu namijenjenu za popunu u neku od zona komisioniranja. Opisani proces komisioniranja kutija i pojedinačnih artikala prikazan je idućom slikom.



Slika 19: Dijagram toka komisioniranja pojedinačnih artikala i kutija
Izvor: Izradio autor

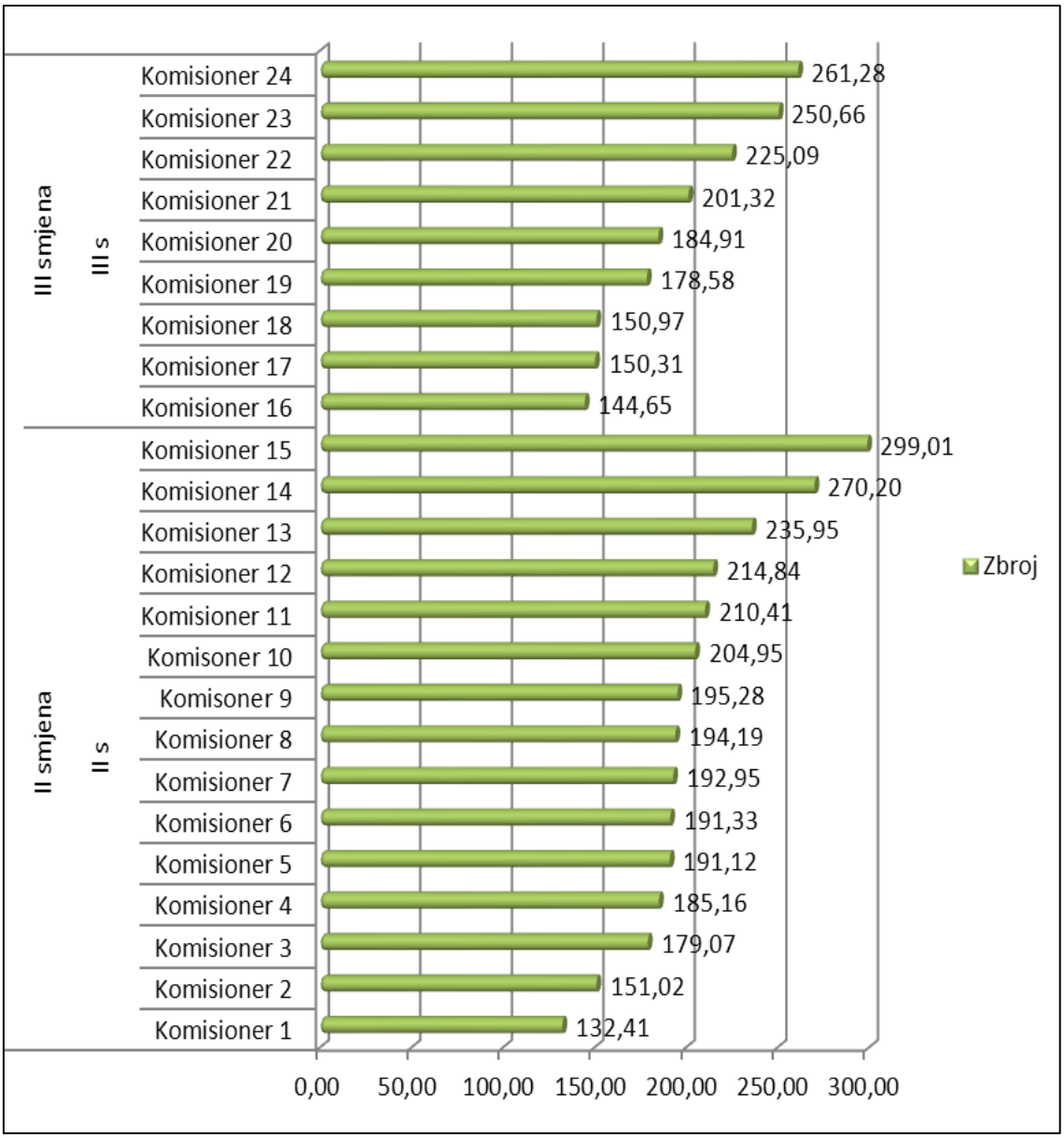
Svaki od skladišnih radnika odnosno komisionera ima i cilj koji mora dostignuti tokom radnog dana. Tako svaki komisioner mora izuzeti minimalno 190 kutija po satu neto. U neto produktivnost ulazi isključivo vrijeme komisioniranja, odnosno vrijeme utrošeno na komisioniranje od trenutka zaprimanja naloga na vlastiti skener do trenutka ispisa ranije spomenute naljepnice za paletu. U bruto vrijeme, uz ranije navedeno neto vrijeme, još spada i vrijeme potrebno za omatanje palete i vrijeme potrebno za dostavu palete do kontrolne zone. Prosječan broj izuzetih odnosno komisioniranih kutija u 2015. godini iznosio je 220,89 neto kutija po satu, dok broj bruto komisioniranih kutija po satu za isti period je iznosio 172,90 kutija.

Slika 20 pokazuje način praćenja produktivnosti, odnosno broj bruto i neto izuzetih kutija i paleta po satu. Isto tako pomoću navedene slike može se provjeriti i prosječno vrijeme provedeno na odmoru tokom radnog vremena, prosječan broj kutija i paleta po satu.

year	week	shift	date	pallets	lines	boxes	weight	netto pallets / h	brutto pallets / h	netto lines / h	brutto lines / h	netto boxes / h	brutto boxes/ h - pause	brutto boxes / h	netto weight / h	brutto weight / h	average boxes / lines	average lines / pallets	average boxes / pallets	average weight / boxes	average weights / pallets
2013																					
	1			2.550	33.823	141.109	689.250	3,28	2,63	42,19	34,84	182,28	157,72	146,85	885,02	713,74	4,99	13,40	56,36	4,88	273,48
	2			4.173	56.029	231.206	1.061.948	3,31	2,72	42,66	36,17	185,35	162,55	151,80	838,15	695,11	5,30	13,30	57,24	4,59	257,64
	3			4.522	58.490	255.161	1.202.790	3,13	2,68	40,12	34,56	178,23	162,47	152,36	838,26	715,05	4,95	13,18	57,00	4,71	269,44
	4			3.765	54.952	245.977	1.152.874	2,83	2,35	40,40	34,25	186,33	164,85	154,14	869,58	720,98	5,37	14,96	65,95	4,69	309,40
	5			3.840	56.899	247.491	1.176.952	2,75	2,36	40,34	35,04	179,13	162,82	152,46	845,88	724,24	5,32	15,24	65,08	4,76	309,02
	6			3.834	58.438	253.302	1.188.279	2,81	2,31	42,09	35,08	187,61	163,27	152,95	873,23	716,22	5,35	15,51	67,27	4,69	312,11
	7			3.386	53.592	223.580	1.071.820	2,71	2,23	41,41	34,97	182,47	157,80	147,46	862,79	705,77	5,33	15,74	67,83	4,79	320,43
	8			3.620	57.152	231.333	1.129.196	2,88	2,35	44,78	37,26	186,59	160,34	149,88	905,61	732,28	4,78	16,21	65,22	4,88	316,42
	9			3.462	55.861	218.564	1.072.626	2,85	2,28	45,20	36,80	182,17	154,84	144,55	890,25	708,88	4,68	16,36	65,29	4,91	315,13
	10			3.640	58.170	236.376	1.154.142	2,77	2,17	43,01	34,92	182,36	150,19	140,33	879,61	687,97	5,09	16,04	66,05	4,88	318,16
	11			3.994	62.035	251.561	1.227.141	2,70	2,13	40,50	32,96	172,01	143,49	134,56	832,87	655,16	5,09	15,62	64,57	4,88	311,38
	12			4.029	64.468	270.409	1.333.501	2,67	2,12	41,16	33,84	181,79	152,48	142,84	882,31	702,66	5,19	16,13	68,40	4,93	332,75
	13			4.052	63.300	271.604	1.337.790	2,61	2,09	39,37	32,42	177,93	150,07	140,56	864,66	689,96	5,16	16,10	67,92	4,93	335,71
	14			2.481	39.411	163.372	804.937	2,61	2,02	41,11	32,33	174,84	141,30	132,18	864,07	656,77	4,77	16,34	66,93	4,93	334,47
	15			3.680	56.904	241.032	1.187.956	2,57	2,09	39,42	32,29	168,37	146,33	137,20	834,41	677,70	4,59	15,89	66,44	4,93	330,40
2013 Zbroj				**55.028**	**829.524**	**3.482.077**	**16.791.200**	**2,82**	**2,29**	**41,51**	**34,46**	**180,35**	**155,20**	**145,21**	**863,72**	**699,71**	**5,07**	**15,40**	**64,80**	**4,82**	**311,20**
Ukupni zbroj				55.028	829.524	3.482.077	16.791.200	2,82	2,29	41,51	34,46	180,35	155,20	145,21	863,72	699,71	5,07	15,40	64,80	4,82	311,20

Slika 20: Metoda praćenja produktivnosti procesa komisioniranja
Izvor: Koordinacija logistike tvrtke, travanj 2016.

Uz praćenje bruto, neto i prosječnog broja kutija odnosno paleta po satu prati se i svaki skladišni radnik odnosno komisioner tj. njegov prosječan broj kutija ili paleta po satu. WMS bilježi sve podatke o svakom od komisionera, te se po posljetku mjerenja aktivnosti rangiraju skladišni radnici prema učinkovitosti što direktno utječe na njihovu novčanu naknadu. Praćenje produktivnosti skladišnih radnika prikazano je slikom 21. Slikom je također prikazana raspodjela komisionera po smjenama i njihova produktivnost rangirana od najveće prema najmanjoj za određeni dan u 21. tjednu 2016. godine.



Slika 21: Praćenje produktivnosti komisionera
Izvor: Koordinacija logistike tvrtke, travanj 2016.

4.2.1.1. Analiza vremena potrebnog za komisioniranje s preslagivanjem

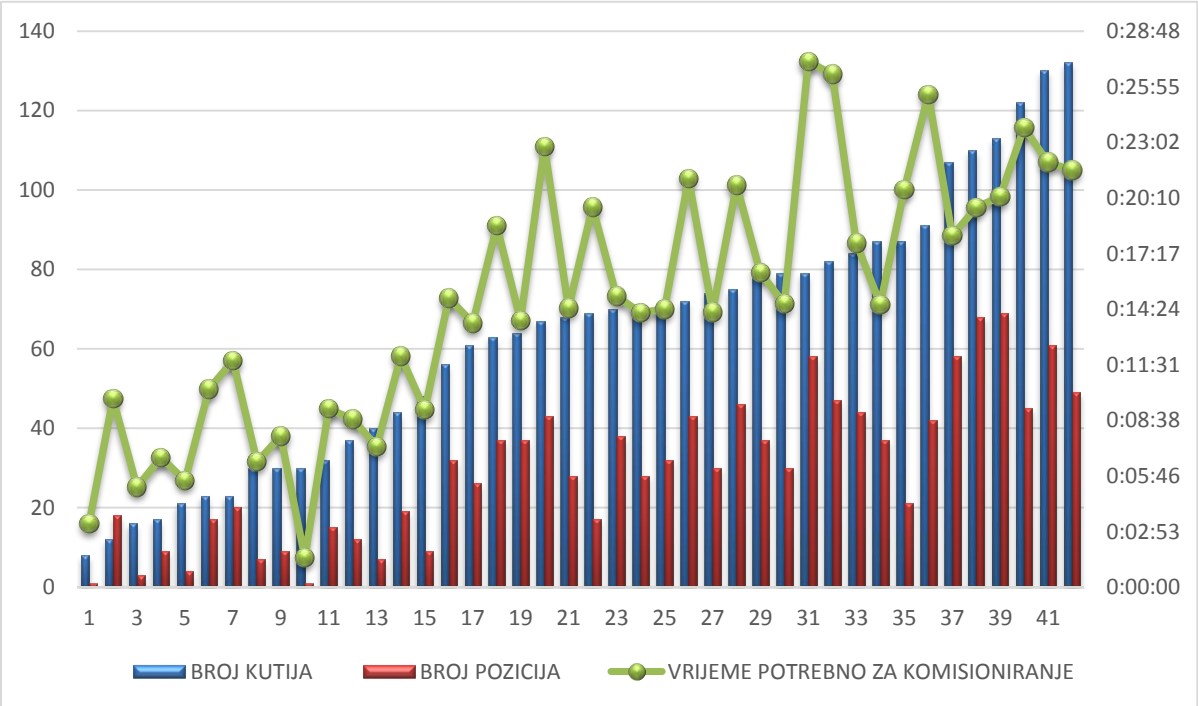
Rezultati i načini komisioniranja praćeni su pet radnih dana, kroz tri smjene, kod šest različitih komisionera koji su direktno uključeni u istraživanje. Svakog od komisionera karakterizira različita brzina hoda, način slaganja robe na paletu kao i drugačiji način izuzimanja robe sa skladišne pozicije. Tokom istraživanja bilježili su se podaci poput broja kutija, broja pozicija i ukupnog vremena potrebnog za komisioniranje naloga. Zabilježeni rezultati tokom istraživanja prikazani su tablicom 1 i grafikonom 2, a uključuju ukupno 42 naloga, sa prosječno 64 prikupljenih skladišnih jedinica. Grafikonom je prikazano vrijeme potrebno za komisioniranje određenog broja kutija po nalogu, tako je jasno vidljivo kako je najduži vremenski period potreban za komisioniranje 82 kutije na 42 pozicije iznosilo 00:26:34 minute. Isto tako stupci označeni crvenom bojom prikazuju broj pozicija sa kojih je bilo potrebno izuzeti skladišne jedinice, dok stupci obojani plavom bojom pokazuju broj izuzetih kartona.

Tablica 1: Vrijeme potrebno za komisioniranje naloga
Izvor: Izradio autor

BROJ KUTIJA	BROJ POZICIJA	VRIJEME POTREBNO ZA KOMISIONIRANJE
23	17	00:10:16
30	7	00:06:30
40	7	00:07:17
69	17	00:19:41
71	28	00:14:13
78	37	00:16:18
84	44	00:17:50
79	30	00:14:41
16	3	00:05:11
23	20	00:11:44
130	61	00:22:00
68	28	00:14:27
30	9	00:07:49
71	32	00:14:24
21	4	00:05:31
48	9	00:09:11
37	12	00:08:42
64	37	00:13:49
30	1	00:01:32
44	19	00:11:58

67	43	00:22:49
56	32	00:14:58
32	15	00:09:14
63	37	00:18:43
12	18	00:09:46
8	1	00:03:17
122	45	00:23:48
91	42	00:25:31
74	30	00:14:15
72	43	00:21:10
132	49	00:21:36
70	38	00:15:04
75	46	00:20:50
87	37	00:14:39
110	68	00:19:40
107	58	00:18:12
61	26	00:13:41
113	69	00:20:13
82	47	00:26:34
17	9	00:06:43
79	58	00:27:13
87	21	00:20:36

Grafikon 2: Grafički prikaz vremena komisioniranja
Izvor: Izradio autor



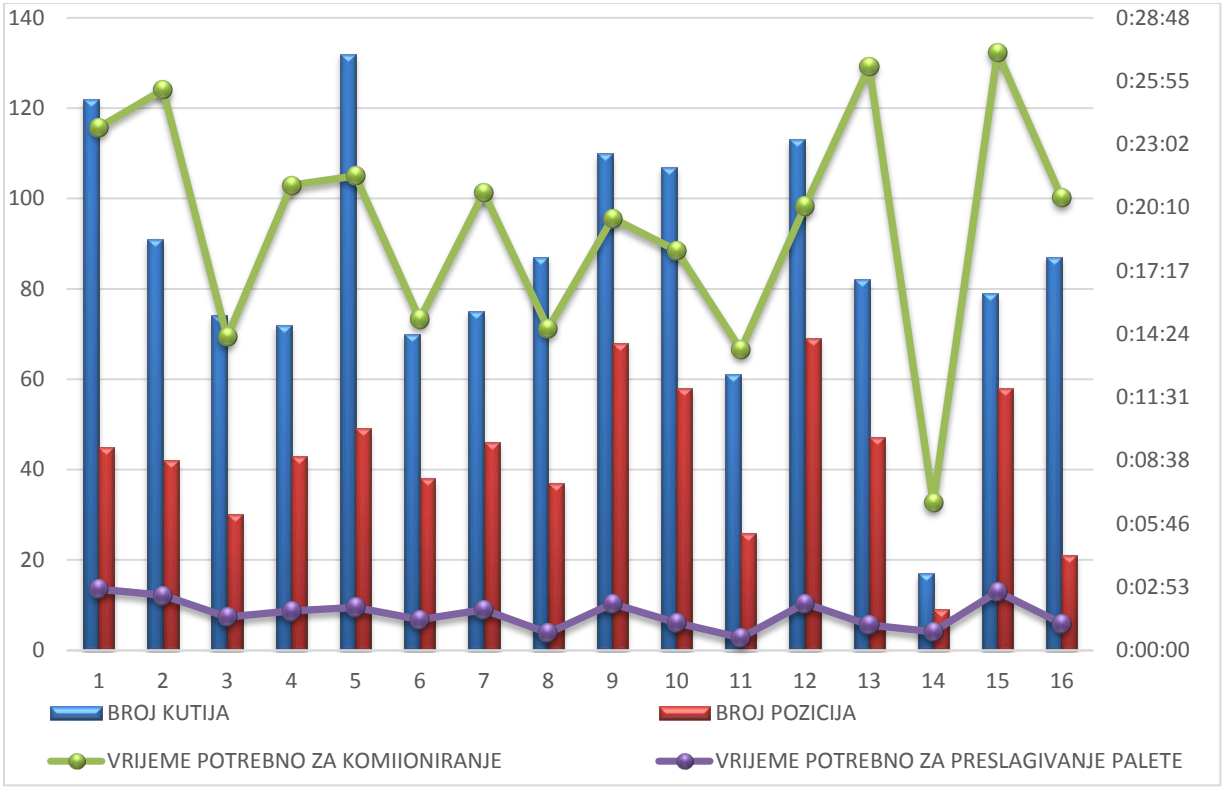
Tijekom prikupljanja podataka uočeno je nekoliko nedostataka. Tokom izdvajanja robe sa skladišnih pozicija uočeno je kako teški proizvodi unutar 13., 14. i 15. reda G zone stvaraju problem prilikom komisioniranja. U trenutku kada skladišni radnici odnosno komisioneri dođu do pozicija koje se nalaze između 13. i 15. reda, oni već imaju 50-70% popunjenu paletu s prethodno komisioniranim proizvodima. Teški proizvodi poput mlijeka u tetrapaku koje se nalazi na skladišnim pozicijama unutar spomenutih redova moraju biti smješteni na dno palete, odnosno na stabilni dio palete, a pritom isti proizvodi ne smiju oštetiti ostale proizvode. Upravo navedeni proizvodi narušavaju stabilnost palete, te se mogućnost za oštećenjem robe prilikom komisioniranja ili transporta uvelike povećava. Isto tako, ukoliko se takvi proizvodi nalaze na ostalim proizvodima slabije strukture, mogu ih oštetiti.

Istraživanje je pokazalo kako se prilikom komisioniranja prethodnih 42 naloga, na prosječno svakom trećem nalogu pojavila potreba za izuzimanjem tri do deset kutija teškog mlijeka koje se nalazi na pozicijama unutar redova 13., 14. i 15. G zone. Kod svakog takvog naloga, prilikom potrebe za izuzimanjem navedene količine teških proizvoda komisioneri su imali popunjenost palete preko 60% sa prethodno komisioniranim proizvodima. U tom slučaju je svaki od komisionera morao presložiti svoju paletu što je uvelike utjecalo na vrijeme komisioniranja, te opterećenje samih komisionera. Tijekom preslagivanja palete komisioneri gube vrijeme, nepotrebno zauzimaju prostor između redova te ometaju ostale slagače, a također i nepotrebno gube vlastitu energiju za nepotrebno preslagivanje. Vrijeme utrošeno na preslagivanje palete kod naloga na kojima je to bilo potrebno prikazano je tablicom 2 i grafikonom 3. Tablica uključuje naloge obrađene u tablici 1 sa dodanim vremenskim vrijednostima potrebnim za reorganizaciju palete zbog nailaska na veću količinu teških proizvoda.

Tablica 2: Prikaz vremena komisioniranja s vremenom potrebnim za preslagivanjem palete
Izvor: Izradio autor

BROJ KUTIJA	BROJ POZICIJA	VRIJEME POTREBNO ZA KOMISIONIRANJE	VRIJEME POTREBNO ZA PRESLAGIVANJE PALETE
122	45	00:23:48	0:02:47
91	42	00:25:31	0:02:30
74	30	00:14:15	0:01:31
72	43	00:21:10	0:01:47
132	49	00:21:36	0:01:57
70	38	00:15:04	0:01:24
75	46	00:20:50	0:01:51
87	37	00:14:39	0:00:47
110	68	00:19:40	0:02:07
107	58	00:18:12	0:01:15
61	26	00:13:41	0:00:34
113	69	00:20:13	0:02:08
82	47	00:26:34	0:01:09
17	9	00:06:43	0:00:50
79	58	00:27:13	0:02:40
87	21	00:20:36	0:01:13

Grafikon 3: Grafički prikaz vremena komisioniranja s vremenom potrebnim za preslagivanjem
Izvor: Izradio autor



4.2.1.2. Analiza vremena potrebnog za komisioniranje u C zoni

Prilikom provođenja istraživanja uočen je još jedan problem. Prilikom komisioniranja, skladišni radnik odnosno komisioner mora posjetiti i pozicije u C zoni radi izuzimanja pojedinačnih artikala ili kutija koji su vraćeni iz distribucije kao prekomjerne zalihe te ponovno postavljeni u zonu komisioniranja. Ukoliko komisioner mora izuzeti 20 kutija pojedinog proizvoda na poziciji (zona-red-pozicija) G-11-7 i ako se isti proizvod sa istim rokom trajanja, koji je prethodno vraćen iz distribucije kao prekomjerna zaliha, nalazi na nekoj od pozicija u C zoni, sustav će ga poslati po navedeni proizvod u C zonu jer navedeni proizvod u navedenoj zoni ima prednost pred ostalima. Tako će komisioner izuzeti 19 proizvoda sa G-11-7 pozicije i jedan proizvod sa neke od pozicija sa polica u C zoni. Problem nastaje u trenutku kada se komisioner nalazi na G-11-7 poziciji gdje je podigao 19 kutija, te ga sustav pošalje direktno do C pozicije gdje je udaljenost između dvije navedene pozicije oko 70 metara. Nakon podizanja jedne kutije sa polica u C zoni, komisioner se vraća u G-11 red i nastavlja sa komisioniranjem prema rasporedu. Navedeni put do C zone događa se u prosjeku kod svakog petog naloga gdje komisioneri gube veliku količinu vremena na nepotreban hod do C zone, te ponovno vraćanje na jednako udaljene pozicije za nastavak komisioniranja. Vremena utrošena na hod zbog izuzimanja robe sa C pozicije prikazano je tablicom 3. Navedena tablica prikazuje na kojoj se poziciji komisioner nalazio neposredno prije odlaska do C zone, koju poziciju u C zoni je posjetio, te na kojoj je kasnije nastavio s komisioniranjem.

Tablica 3: Vrijeme utrošeno na hodanje do C zone
Izvor: Izradio autor

BROJ NALOGA	POZICIJA G	POZICIJA D	POZICIJA C	IDUĆA POZICIJA	UTROŠENO VRIJEME G/D-C [min]
1	-	D-10-15	C-1-045	D-10-19	0:39:12
2	G-13-4	-	C-1-028	G-13-06	1:16:59
3	G-02-01	-	C-1-010	G-03-08	0:27:26
4	G-09-17	-	C-1-012	G-10-03	1:09:11
5	-	D-11-22	C-1-003	D-11-17	0:41:20
6	G-01-06	-	C-1-009	G-01-10	0:35:30
7	G-11-11	-	C-1-030	G-11-11	1:13:44
8	G-20-04	-	C-1-013	G-21-13	1:37:40
9	G-15-17	-	C-1-022	G-16-06	1:27:02

4.2.2. Komisioniranje cijelih paleta

U Centralnom skladištu Zagreb cijele palete komisioniraju se u nekoliko zona. Cijele palete se tako izuzimaju iz M zone, H zone, L zone, te D zone. Komisioniranje cijelih paleta vrše skladišni radnici odnosno komisioneri pomoću visokoregalnih viličara u H, L i D zoni, dok u M zoni kao što je već navedeno automatske robotske ruke dostavljaju palete prema skladišnom radniku. Visokoregalni viličari koji se koriste u Centralnom skladištu Zagreb su Hyster R1.6h. Navedeni viličari u potpunosti su otvoreni, a njihov kran može doseći visinu od 10 metara što im omogućava da dosegnu i zadnju razinu regala visokoregalnog skladišta. Komisioneri s navedenim viličarom postižu brzinu i do 15 km/h, a također služe i za popunu ispražnjenih skladišnih pozicija za zone komisioniranja pojedinačnih artikala i kutija.



Slika 22: Hyster R1.6h
Izvor: www.hyster.com, travanj 2016.

Kako se navedeno komisioniranje odvija u skladištu u kojem je prosječna temperatura +4°C, a visokoregalni viličar ima otvorenu stranu u koju se kreće, na vozača djeluje negativni utjecaj strujanja hladnog zraka. Upravo zbog tog utjecaja vozači ne mogu provesti duže od 45 minuta upravljajući viličarom u skladištu što dovodi do smanjenja produktivnosti. Vozači visokoregalnih viličara također su zaštićeni adekvatnom radnom opremom koja pokriva navedeni temperaturni režim (+3°C do +6°C). Problem se javlja kada vozači visokoregalnih viličara postignu brzinu od 10 do 15 km/h. Prema formuli utjecaja strujanja hladnog zraka može se iščitati kako oni zapravo rade na znatno nižim temperaturama što im također stvara i

zdravstvene probleme i što dovodi do povećanja bolovanja kod vozača visokoregalnih viličara. Prema formuli za strujanje hladnog zraka dobivamo iduće rezultate:

$$T_{chill} = 13,12 + 0,6215\mathbf{Ta}-11,37\mathbf{V}^{\mathbf{0,16}}+0,3965\mathbf{TaV}^{\mathbf{0,16}}$$

$$T_{chill} = 13,12 + 0,6215x4-11,37x10^{0,16}+0,3965x4x10^{0,16}$$

$$T_{chill} = 13,12 + 2,486 - 16,4346501934 + 2,2924674764$$

$$\mathbf{T_{chill} = 1,464\ °C}$$

Gdje je: T_{chill} – Stvarna temperatura prilikom strujanja hladnog zraka [°C]

T_a – Temperatura okoline [°C]

V – Brzina viličara

Prema formuli za strujanje hladnog zraka, pri temperaturi okoline od +4°C te prosječne brzine od 10 km/h, stvarna temperatura koju osjećaju vozači visokoregalnih viličara je +1,4°C što je za 2,5°C niže od temperaturnog režima koju pokriva zaštitna oprema. Isto tako treba uzeti u obzir da se vozači visokoregalnih viličara kreću brzinom i do 15 km/h, te tada temperatura prema navedenoj formuli opada i do 0,4°C.

Kod vozača visokoregalnih viličara mogu se javiti razna profesionalna oboljenja kao što su bolovi u koljenima, stopalima, u lijevoj strani abdomena (zbog otvorene strane viličara) i sl. Stoga je potrebno spriječiti takva oboljenja i smanjiti vrijeme provedeno na bolovanjima kako produktivnost procesa komisioniranja ne bi bila u opadanju.

Tokom jedne smjene nasumično je odabran jedan od vozača vioskoregalnih viličara kako bi mu se zabilježila temperatura stopala, koljena, prstiju i šake. Temperatura se bilježila nakon 15 minuta provedenih na odmoru u toploj prostoriji, nakon 15 minuta vožnje visokoregalnim viličarom u hladnom skladištu, te dodatno nakon 30 minuta. Rezultati mjerenja prikazani su tablicom 4.

Tablica 4: Prikaz temperatura zabilježenih kod vozača viličara
Izvor: Izradio autor

	Prsti [°C]	Ruke [°C]	Koljeno [°C]	Stopalo[°C]
početak mjerenja	26,3	29,2	30,5	24,1
15 minuta	19,7	24,2	25,1	21,2
30 minuta	11,5	23,1	23,5	19,4

Zabilježene temperature jasno pokazuju kako temperatura prstiju ispod zaštitnih rukavica opada i do 14,8°C, ruku do 6,1°C, koljena do 7°C, te stopala 4,7°C što je velika promjena, te na duži vremenski period niska temperatura predstavlja veliki problem za vozače.

Nakon postavljanja improvizirane zaštite na visokoregalne viličare kao na slici 23, koja je zatvorila dio otvorene strane viličara, te tako spriječila prodiranje hladnog zraka prema ranije navedenim dijelovima tijela uočene su znatno manje promjene u temperaturama koje možemo popratiti tablicom 5.



Slika 23: Improvizirana zaštita postavljena na visokoregalni viličar
Izvor: Izradio autor

Tablica 5: Temperature koljena i stopala nakon postavljanja zaštite
Izvor: Izradio autor

	Koljeno [°C]	Stopalo [°C]
Početak mjerenja	29,4	24,1
30 minuta	28,2	23,6

Vidljivo je kako postavljanje improvizirane zaštite može uvelike zaštiti vozače visokoregalnih viličara što bi znatno unaprijedilo njihovu, ali i produktivnost cijelokupnog procesa komisioniranja. Temperature su sa zaštitom opadale svega 1,2°C u predjelu koljena, odnosno 0,5°C u predjelu stopala. Način na koji se mjerila i bilježila temperatura prikazan je slikom 24.



Slika 24: Prikaz mjerenja tjelesne temperature kod vozača visokoregalnih viličara
Izvor: Izradio autor

4.3. Analiza zona komisioniranja

Prilikom organizacije procesa komisioniranja relevantno je posložiti skladišne jedinice na skladišne pozicije prema određenim pravilima. U Centralnom skladištu Zagreb skladišne se jedinice raspoređuju unutar zone komisioniranja. Svaka uskladištena jedinica pripada u jednu od unaprijed definiranih zona namijenjenih za komisioniranje pojedinačnih artikala i kutija. Jedna vrsta uskladištene jedinice pripada isključivo jednoj zoni. Isto tako jedna zona može sadržavati više podzona namijenjenih za grupe skladišnih jedinica, dok svaka grupa skladišnih jedinica može popunjavati više podzona ovisno o popunjenosti prioritetne podzone.

U nastavku je dan primjer. Skladišne jedinice namijenjene komisioniranju su razmještene u 30 različitih zona za komisioniranje. Zone sadrže i vlastite podzone koje određuju u koje će skladišne pozicije biti smještena koja vrsta robe. Svaka zona komisioniranja ima nekoliko podzona, odnosno ukoliko su sve pozicije prema prvoj podzoni zauzete, proizvod će ići na prvu slobodnu poziciju prema podzonama. Tako primjerice Svježe mlijeko 3,2% m.m. pripada zoni PICK_D_10 koja je određena idućim podzonama (zona-red-pozicija u redu):

- „D-10-1“ – „D-10-6“
- „D-10-9“ – „D-10-18“
- „D-10-21“ – „D-10-24“
- „D-11-1“ – „D-11-27“

Ukoliko su sve pozicije u prvoj podzoni zauzete, sustav će automatski navedeno mlijeko pokušati smjestiti u iduću podzonu i tako sve do posljednje podzone. Svaka zona na posljetku ima sigurnosnu podzonu („sigurnosni regal“) a to je posljednje navedena „D-11-1“ – „D-11-27“. Ukoliko u nijednoj od prethodno navedenih podzona nema praznih paletnih pozicija, paleta s proizvodom biti će smještena u D-11 „sigurnosni regal“. Sve palete koju su tokom dana bile smještene u D-11 regal označavaju kako postoji problem sa zonom kojoj pripada i kako su potrebne promjene u smislu dodavanja ili proširivanja postojećih zona ili premještanja nekih od proizvoda iz problematične podzone u drugu podzonu.

Iduća slika prikazuje zonu pod nazivom PICK_G_03A, koji sadrži šest podzona u koje se smještaju proizvodi koji su im dodijeljeni. Prema tome, ukoliko se pojavi potreba za uskladištenjem određenog proizvoda koji pripada PICK_G_03A zoni, navedeni će se proizvod prvo nastojati smjestiti u četvrti red unutar prvih devet pozicija. Ukoliko navedene

pozicije nisu slobodne proizvod će se nastojati smjestiti na pozicije propisane drugom podzonom.



Slika 25: Prikaz zone komisioniranja Pick_G_03A i njezinih podzona
Izvor: WMS sustav tvrtke, svibanj 2016.

Kao što je već ranije navedeno, skladišne jedinice koje se pohrane u „sigurnosni regal“ za komisioniranje pojedinačnih artikala odnosno kutija označava da postoji problem sa zonom kojoj pripada. Tako su se kroz pet dana bilježile sve palete s proizvodima koje su dolazile u D-11 „sigurnosni regal“ tokom cijelog dana. Tablica 6 prikazuje koliko je paleta iz koje zone kroz pet dana bilo pohranjeno u D-11 regalu. Navedena tablica prikazuje kako se proizvodi iz zone G_DYN_R43 najčešće pohranjuju u D-11 red. G_DYN_R43 je zona koja označava regal s rolicama sa gravitacijskim nagibom koja služi za pohranu kutija i pojedinačnih artikala proizvoda C kategorizacije, širine do 43 cm. Iduće zone čiji se proizvodi najčešće pohranjuju u D-11 regal su PICK_G_08C, PICK_G_08B, PICK_G_11A itd. Vidljivo je kako skladišne jedinice iz navedenih zona nisu smještene u skladišne pozicije prema svojim podzonama iz razloga popunjenosti G i D skladišnih zona komisioniranja tokom odvijanja procesa komisioniranja.

Naziv zone	11.04 .2016	12.04 .2016	13.04 .2016	14.04 .2016	15.04 .2016	17.04 .2016	18.04 .2016	19.04 .2016	20.04 .2016	22.04 .2016	21.04 .2016	Ukupan broj
G_DYN_R43	2	2	1		2	1	4	3	7	5	4	*31*
PICK_G_08C	1	1			2		4	6	6	1	1	*22*
PICK_G_08B	1	3	1	1	2		8	3	1			*20*
PICK_G_11A					1		3	3	5	3	4	*19*
PICK_G_08A	2			1				3	3	2	5	*16*
PICK_G_06B	2	2	2	1	2		4	2			1	*16*
PICK_G_11B		1	1		1		2	3	3	2	2	*15*
PICK_G_09A					1		1		1	4	3	*10*
PIC_EXPORT		4			1		5					*10*
PICK_G_02A	2	2			1	1	1	2				*9*
PICK_G_01A	3	3	1						1			*8*
G_DYN_R25							3	3	2			*8*
PICK_G_06A		1	1			2	1	1	1		1	*8*
PICK_G_07B		1					2	2	1	2		*8*
G_DYN_R 12	2	1					1	1	1			*6*
PICK_G_05A									2	3	1	*6*
PICK_G_02B				2	2			1	1			*6*
PICK_G_09C							1	2	1			*4*
PICK_G_10A					1		1	1		1		*4*
PICK_G_07A						1	1				1	*3*
G_R_PR1-20								1	1			*2*
PICK_G_04B					2							*2*
PICK_G_05B							1		1			*2*
PICK_G_10B								1	1			*2*
PICK_G_04A											1	*1*
Ukupan broj	**15**	**21**	**7**	**5**	**18**	**5**	**43**	**38**	**39**	**23**	**24**	**238**

Tablica 6: Prikaz zona čiji se proizvodi najčešće pohranjuju u D-11 regal
Izvor: Izradio autor

5. PRIJEDLOG RIJEŠENJA

Nakon provedenih istraživanja i iznesenih analiza u prethodnom poglavlju može se zaključiti kako postoji nekoliko problema koji utječu na samu produktivnost procesa komisioniranja. Uočeni problemi tokom istraživanja su:

- Nepotrebno preslagivanje robe tijekom komisioniranja
- Dugotrajno komisioniranje u skladišnoj zoni C
- Utjecaj strujanja hladnog zraka na vozače visokoregalnih viličara
- Neravnomjerno raspoređene dodijeljene pozicije grupama skladišnih jedinica unutar zone komisioniranja

Kod komisioniranja pojedinačnih artikala i kutija uočeni su nedostaci poput nepotrebnog iskorištenja vremena na preslagivanje zbog teških proizvoda, te nepotrebnog iskorištenja vremena zbog hoda do zone C gdje se nalaze pojedinačni artikli ili kutije za komisioniranje vraćene kao prekomjerne zalihe iz distribucije. Kod komisioniranja cijelih paleta strujanje hladnog zraka negativno utječe na vozače visokoregalnih viličara koji zbog nemogućnosti dužeg boravka u hladnom okruženju narušavaju produktivnost komisioniranja kada su u pitanju cijele palete. Isto tako uočen je problem sa zonama komisioniranja, tj. njihovim podzonama koji zbog loše organizacije nepotrebno popunjavaju D-11 regal namijenjen pohrani SKU-a za koje nema dovoljno pozicija u dodijeljenoj zoni, na taj način preusmjeravaju komisionera da izuzima skladišne jedinice na mjestu koje nije unaprijed predviđeno.

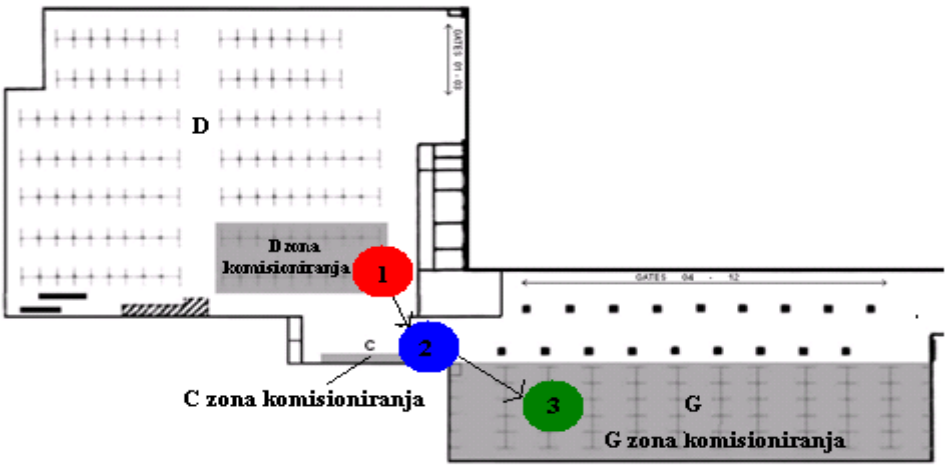
5.1. Prijedlog rješenja za problem preslagivanja robe prilikom komisioniranja

Kako skladišni radnik prilikom dolaska na skladišne pozicije koje se nalaze u G 13., 14. i 15. redu ima već 50-70% popunjenu paletu s prethodno komisioniranim proizvodima on je u nemogućnosti složiti skladišne jedinice veće mase na koje nailazi na navedenim pozicijama bez preslagivanja. Skladišne jedinice koje je prethodno izuzeo i s njom popunio paletu su većinom skladišne jedinice slabe i jednostavne ambalažne konstrukcije te kao takva ne može izdržati svu masu robe koja se u tom slučaju slaže na istu. Stoga kako bi se izbjeglo preslagivanje i nepotrebno trošenje vremena na isto, potrebno je premjestiti sve skladišne

jedinice veće mase iz sredine G zone na početak G zone. Tako bi skladišni radnik odnosno komisioner nakon završetka komisioniranja u D zoni gdje se nalaze skladišne jedinice kategorije svježi i teški proizvodi, došao do G zone gdje bi u prva dva do tri reda komisionirao samo skladišne jedinice veće mase i tako ih jednostavno posložio po paleti bez kasnijeg preslagivanja. Skaldišne jedinice koje dolaze nakon skladišnih jedinica veće mase u G zoni su isključivo kutije s čašicama, malim bočicama i sl. i kao takve ne predstavljaju problem prilikom daljnjeg komisioniranja.

5.2. Prijedlog rješenja za smanjenje vremena komisioniranja u C zoni

Kao što je ranije navedeno, komisioneri troše veliku količinu vremena prilikom nepotrebnog hodanja do police u C zoni radi izuzimanja jednog pojedinačnog artikla odnosno kutije. Samim time uvelike utječu i na produktivnost cjelokupnog procesa komisioniranja. Komisioneri na navedeni put utroše u prosjeku 01:03 minuta po nalogu što je na dnevnoj, a izrazito na mjesečnoj bazi značajan gubitak vremena. Kako skener sustavno šalje komisionere od D do G skladišne zone, komisioneri fizički moraju proći pored C zone koja se nalazi uz sami prolaz kako je vidljivo slikama 16 i 17 . Problem se može riješiti na način da se u WMS sustavu odredi ukoliko nalog sadrži pakiranje koje mora biti izuzeto sa C pozicije, da se u tom slučaju skladišna zona C uvrsti za izuzimanje u trenutku kada sustav usmjerava komisionera iz D u G zonu jer je upravo tada najbliže policama u C zoni. Predloženi redoslijed komisioniranja prikazan je idućom slikom gdje je vidljivo kako komisioner može izuzeti pojedinačne artikle ili kutije dok se nalazi između skladišnih zona D i G.



Slika 26: Prikaz predloženog redoslijeda komisioniranja
Izvor: Izradio autor

5.3. Prijedlog rješenja za negativni utjecaj strujanja hladnog zraka

Kao što u prethodnom poglavlju istaknuto, strujanje hladnog zraka uvelike utječe na vozače visokoregalnih viličara i na njihovo korištenje bolovanja. Navedeno također utječe i na cjelokupnu produktivnost komisioniranja. Također vozači visokoregalnih viličara nisu u mogućnosti upravljati vioskoregalnim viličarom duži period upravo zbog hladnoće u skladištu, gdje je temperatura +4°C, dok vozači osjećaju stvarnu temperaturu od oko +1°C na brzini od oko 10 km/h. Dokazano je kako korištenjem improvizirane zaštite kojom se zatvara jedan dio otvorene strane visokoregalnog viličira znatno utječe na očuvanje tjelesne temperature kod vozača.

Kako bi se navedeni problem riješio potrebno je djelomično zatvoriti otvorenu stranu visokoregalnog viličara u cilju očuvanja tjelesne temperatura kod vozača. Isto tako potrebno je nabaviti adekvatne rukavice, odnosno rukavice za niže temperaturne režime. Neki od prijedloga djelomičnog zatvaranja otvorene strane visokoregalnog viličara prikazani su slikama 19 i 20. Pretpostavka je kako bi se djelomičnim zatvaranjem otvorene strane viličara ostvarilo smanjenje od 5 – 10% iskorištenja bolovanja kod vozača visokoregalnih viličara, isto tako bi se godišnji odmori koristili adekvatnije, smanjili bi se prekovremeni sati, a što je najbitnije povećala bi se i sama produktivnost procesa komisioniranja robe. Također rizik od profesionalnog oboljenja uvelike bi se smanjio.

Slika 27 prikazuje jedan od mogućih načina zatvaranja otvorene strane visokoregalnog viličara uz pomoć poluautomatskih vrata koja se pomoću opruga zatvaraju sama i pričvršćuju uz pomoć magneta na drugoj strani. Načinjena su od cerade i tvrde plastike, te kao takva pružaju apsolutnu zaštitu od strujanja hladnog zraka.



Slika 27: Djelomično zatvaranje otvorene strane viličara po principu poluautomatskih vrata
Izvor: Izradio autor

Slika 28 prikazuje još jedan od mogućih načina zatvaranja otvorene strane visokoregalnog viličara po principu rolete s ceradom koja se otvaraju i zatvaraju poput rolete. Načinjena su od cerade i tvrde plastike, te kao takva pružaju apsolutnu zaštitu od strujanja hladnog zraka i sprečava nastanak profesionalnih oboljenja kod vozača.



Slika 28: Djelomično zatvaranje otvorene strane visokoregalnog viličara po principu rolete
Izvor: Izradio autor

5.4. Prijedlog rješenja za razmještaj proizvoda po zonama

Kao što je u prethodnom poglavlju istaknuto, određene zone komisioniranja svakodnevno popunjavaju „sigurnosni regal“ D-11 što dodatno otežava skladišnim radnicima odnosno komisionerima izuzimanje skladišnih jedinica zbog nepravilnog slaganja. Veliki broj laganih proizvoda mogu doći na navedenu poziciju i tako otežati komisioneru daljnje slaganje iz razloga što je upravo to početna točka komisioniranja. Problem se može riješiti premještanjem problematičnih proizvoda u druge zone komisioniranja, najčešće susjedne zone ili jednostavnije dodavanjem dodatnih podzona koje sadrže dodatne paletne pozicije ili proširivanjem postojećih podzona novim pozicijama. Pritom je veoma važno voditi računa kako se ne bi ugrozili susjedne zone, odnosno kako se navedene ne bi pretrpale dodavanjem nove količine proizvoda. Isto tako, u slučaju proširenja budućeg asortimana postojeći broj zona neće biti dovoljan za pohranu svih proizvoda, te se u tom slučaju zona komisioniranja može proširiti na 13. i 14. red D skladišne zone gdje bi se ostvarile nove 54 pozicije.

Kako u D-11 „sigurnosni regal“ najviše proizvoda dolazi iz zone G_DYN_R43 koja sadrži skladišne regale s nagibnim rolicama gdje se skladište niskofrekventni proizvodi koji su ujedno i veoma lagani, potrebno je određeni broj proizvoda iz navedene zone premjestiti u ostale zone komisioniranja koje služe za skladištenje C kategorizacije proizvoda.

6. ZAKLJUČAK

Skladišni procesi jedni su od najvažnijih dijelova opskrbnog lanca kod opskrbljivanja tržišta gotovim proizvodima. Mliječni proizvodi, odnosno mlijeko i mliječne prerađevine spadaju u lakopokvarljive proizvode, te kao takvi zahtijevaju posebni temperaturni režim. Svaki skladišni proces od zaprimanja robe, pa sve do otpreme je veoma bitan, ali podizanje robe sa skladišnih pozicija prema narudžbi kupaca, odnosno komisioniranje od velike je važnosti za cjelokupno skladišno poslovanje. Kao što je već navedeno, proces komisioniranja čini najveći udio utrošenog vremena i ukupnih skladišnih troškova, te je upravo zbog toga funkcioniranje navedenog skladišnog procesa veoma bitno i kompleksno.

Mljekarska industrija sa tržišta Republike Hrvatske dobro je organizirana, te se njeni skladišni procesi veoma dobro provode, ali provedena analiza implicira na određene mogućnosti za optimizaciju, u prvom redu procesa komisioniranja. Mogućnosti stalne optimizacije uobičajena je pojava kod svih tvrtki upravo iz razloga globalizacije, te samim time i svaki proces ima i svoj vijek trajanja.

Kako bi se došlo do adekvatnog i što točnijeg rješenja provedeno je istraživanje vezano za skladišni proces komisioniranja, te vrijeme potrebno za odvijanje navedenog procesa. Analiza komisioniranja prema narudžbi kupaca i rješenja predviđena u radu samo je jedna od mnogih mogućnosti za pristup evaluaciji procesa. Nakon provedenog istraživanja i detaljne analize cjelokupnog procesa komisioniranja na koji uvelike utječe sezonalnost, skladišni radnici odnosno komisioneri, vrsta robe, način i metode komisioniranja i sl. došlo se do nekoliko mogućih rješenja optimizacije za prethodno iznesene probleme:

- Nepotrebno preslagivanje robe tijekom komisioniranja
- Dugotrajno komisioniranje u skladišnoj zoni C
- Utjecaj strujanja hladnog zraka na vozače visokoregalnih viličara
- Neravnomjerno raspoređene dodijeljene pozicije grupama skladišnih jedinica unutar zone komisioniranja

Kao što je ranije prikazano ovim diplomskim radom, pomicanje odnosno premještaj proizvoda velike mase iz sredine G zone komisioniranja na početak navedene zone uvelike bi smanjio broj nestabilnih paleta, uništenih paleta prilikom transporta ili manipulacije, broj oštećene robe, ali što je i najvažnije samo vrijeme potrebno za provedbu procesa

komisioniranja uvelike bi se smanjilo. S ekonomskog stajališta to doprinosi skladišnom poslovanju uštedom sa financijskog aspekta. Isto tako s ergonomskog stajališta, navedeno rješenje uklanja potrebu za nepotrebnim preslagivanjem robe što znatno utječe na poboljšanje i očuvanje zdravlja skladišnih radnika odnosno komisionera. Isto tako ugradnjom zaštitnih vrata na visokoregalne bočne viličare uvelike se utječe na ergonomiju i sigurnost samih vozača visokoregalnih viličara što također dovodi do uštede novčanih sredstava u skladišnom poslovanju. S organizacijskog stajališta valja napomenuti kako se konstantnom brigom oko zona komisioniranja i njenih podzona doprinosi očuvanju sljedivosti i kvalitete prilikom komisioniranja. Pomicanje, proširivanje ili nadogradnja zona komisioniranja od velikog su značaja za navedeno skladište i njegove procese, te se kao takvi moraju neprestano kontrolirati i ažurirati.

Optimizacija procesa komisioniranja kao što je već navedeno ne dovodi samo do uštede sa financijskog aspekta, već i do očuvanja zdravlja skladišnih radnika odnosno komisionera.

LITERATURA

Knjige

1. Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources; Saif Benjaafar, Samir Elhedhli; Guangdong, Kina, 2008.
2. Product Intelligence in Warehouse Management: A Case Study; Wenrong Lu; Cambridge, Velika Britanija, 2014.
3. Analytical models for warehouse configuration; Lisa M. Thomas, Russel D. Meller; Francuska, 2014.
4. Warehouse and Distribution Science, The Supply Chain and Logistics Institute; Bartholdi JJ, Hackman ST.; Georgia Tehnološki institut, Atlanta, 2011.
5. Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse; Richards G.; drugo izdanje, Velika Britanija, 2014.
6. Dundović, Č., Hess, S.; Unutarnji transport i skladištenje, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2007.

Autorizirana predavanja

1. Skladištenje – Metode i procesi komisioniranja, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2013.
2. Unutrašnji transport i skladištenje – Podizanje robe/komisioniranje, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

Završni i diplomski radovi, doktorske disertacije

1. Župančić, D.; Analiza procesa komisioniranja u skladištu poduzeća Tisak d.d., Sveučilište Sjever, Varaždin 2015.
2. Đukić, G.; Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima; doktroska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 2004.
3. Ivelić, S.; Analiza procesa komisioniranja u distribucijskom centru, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb 2014.

Internetski izvori

1. web stranica tvrtke, travanj 2016.
2. www.halal.hr, travanj 2016.
3. web stranica grupacije, travanj 2016.
4. www.hyster.com, travanj 2016.
5. www.linde.com, travanj 2016.
6. www.connectingindustry.com, travanj 2016.
7. www.huffingtonpost.com, travanj 2016.
8. www.ichainnel.com, travanj 2016.
9. www.amazon.com, travanj 2016.
10. www.amazon-books.com, travanj 2016.
11. www.ifs-certification.com, travanj 2016.
12. www.linkedin.com, travanj 2016.
13. www.logomatika.hr, travanj 2016.
14. www.logiko.hr, travanj 2016.
15. www.e-student.hr, travanj 2016.
16. www.skladisna-oprema.hr, travanj 2016.
17. www.skladiste.hr, travanj 2016.
18. www.ohra.hr, travanj 2016.
19. www.wikipedia.com, travanj 2016.
20. www.espro-ing.si, svibanj 2016.

Popis slika

Slika 1: Karakteristične skladišne zone i kretanje robe 4
Slika 2: Polični regali za pojedinačne artikle 12
Slika 3: Protočni regal za kutije 13
Slika 4: Paletni regal 14
Slika 5: Prikaz diskretnog komisioniranja 15
Slika 6: Prikaz zonskog komisioniranja 16
Slika 7: Prikaz grupnog komisioniranja 17
Slika 8: Komisioniranje uz pomoć papira 18
Slika 9: Komisioniranje uz pomoć skenera 19
Slika 10: Komisioniranje uz pomoć glasovnih naredbi 20
Slika 11: Ručni viličar 21
Slika 12: Ručni električni viličar predviđen za komisioniranje 22
Slika 13: Visokoregalni viličar 23
Slika 14: Organizacija logistike mljekarske industrije 24
Slika 15: Broj skladišnih pozicija u skladištima mljekarske industrije 25
Slika 16: Grafički prikaz Centralnog skladišta Zagreb 27
Slika 17: Grafički prikaz Centralnog skladišta Zagreb sa označenim zonama 28
Slika 18: Ručni električni viličar namijenjen za komisioniranje u Centralnom skladištu 30
Slika 19: Dijagram toka komisioniranja pojedinačnih artikala i kutija 31
Slika 20: Metoda praćenja produktivnosti procesa komisioniranja 32
Slika 21: Praćenje produktivnosti komisionera 33
Slika 22: Hyster R1.6h 39
Slika 23: Improvizirana zaštita postavljena na visokoregalni viličar 41
Slika 24: Prikaz mjerenja tjelesne temperature kod vozača visokoregalnih viličara 42
Slika 25: Prikaz zone komisioniranja Pick_G_03A i njezinih podzona 44
Slika 26: Prikaz predloženog redoslijeda komisioniranja 47
Slika 27: Djelomično zatvaranje otvorene strane viličara po principu poluautomatskih vrata 49
Slika 28: Djelomično zatvaranje otvorene strane visokoregalnog viličara po principu rolete. 50

Popis tablica

Tablica 1: Vrijeme potrebno za komisioniranje naloga 34
Tablica 2: Prikaz vremena komisioniranja s vremenom potrebnim za preslagivanjem palete 37
Tablica 3: Vrijeme utrošeno na hodanje do C zone 38
Tablica 4: Prikaz temperatura zabilježenih kod vozača viličara 40
Tablica 5: Temperature koljena i stopala nakon postavljanja zaštite 42
Tablica 6: Prikaz zona čiji se proizvodi najčešće pohranjuju u D-11 regal 45

Popis grafikona

Grafikon 1: Prikaz troškova skladišnih procesa 8
Grafikon 2: Grafički prikaz vremena komisioniranja 35
Grafikon 3: Grafički prikaz vremena komisioniranja s vremenom potrebnim za preslagivanjem 37