

Glasom usmjereno komisioniranje u skladištu smrznute robe

Jukić, Fran

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:568552>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-26**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Fran Jukić

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Dr. sc. Goran Đukić, dipl. ing.

Student:

Fran Jukić

Zagreb, 2020.

IZJAVA

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći znanja stečena tijekom studija i navedenu literaturu.

Fran Jukić

ZAHVALA

Zahvaljujem se svom mentoru Dr.sc Goranu Đukiću na konstruktivnim idejama, uloženom trudu i pruženoj stručnoj pomoći prilikom izrade ovog rada.

Zahvalio bih se i direktoru Ledo plus d.o.o.-a Josipu Todoriću na omogućenom pristupu za snimanje procesa unutar skladišta distribucijskog centra Zagreb, radnicima Tomislavu Makarunu i Peri Pejkiću na pojašnjenju procesa i odgovorima na brojna pitanja, te radnicima/komisionerima Silvio Koliću i Matiji Kornetu na razgovoru i danim informacijama.

Posebno bi se još zahvalio svojoj obitelji na bezuvjetnoj podršci i ukazanom razumijevanju tijekom mojeg cjelokupnog obrazovanja.

Fran Jukić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za diplomske radove studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment,
inženjerstvo materijala te mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum:	Prilog:
Klasa: 602 - 04 / 20 - 6 / 3	
Ur. broj: 15 - 1703 - 20 -	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **FRAN JUKIĆ** Mat. br.: 0035200442

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Glasom usmjereno komisioniranje u skladištu smrznute robe**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Voice picking in warehouse of frozen products**

Opis zadatka:

Suvremeni sustavi upravljanja skladištem nadopunjuju se različitim rješenjima usmjeravanja komisionera u procesima prikupljanja robe, a s ciljem smanjenja vremena i grešaka, odnosno posljedično smanjenjem troškova komisioniranja. Jedno od takvih, sada već u svijetu široko prihvaćenih rješenja, jest i glasom usmjereno komisioniranje (eng. voice picking). Prednost ovog rješenja je i tzv. "slobodne ruke - slobodne oči", pa se pojavljuje kao vrlo pogodno za skladišta hladnjače. U radu se ilustrira primjer primjene takvog rješenja.

U radu je potrebno:

- opisati odabranu tvrtku za proizvodnju i distribuciju smrznute robe
- detaljno opisati skladišno-distribucijske logističke procese tvrtke,
- dati teorijski pregled glasom usmjerenog komisioniranja (karakteristike, oprema, prednosti i nedostaci s ostalim rješenjima za komisioniranje)
- detaljno prikazati i analizirati proces komisioniranja u skladištu hladnjači odabrane tvrtke potpomognut sustavom glasovnog usmjeravanja.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:
24. rujna 2020.

Rok predaje rada:
26. studenog 2020.

Predviđeni datum obrane:
30. studenog do 4. prosinca 2020.

Zadatak zadao:

A. Jukić
prof. dr. sc. Goran Đukić

Predsjednica Povjerenstva:

B. Runje
prof. dr. sc. Biserka Runje

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	V
POPIS KRATICA	VI
SAŽETAK.....	VII
SUMMARY	VIII
1. UVOD.....	1
2. LOGISTIKA.....	2
2.1 Logističke aktivnosti	4
3. SKLADIŠTENJE.....	6
4. KOMISIONIRANJE	10
4.1 Komisioniranje prema principu „čovjek robi“	14
4.2 Komisioniranje prema principu „roba čovjeku“	16
5. KLJUČNE TEHNOLOGIJE ZA PODRŠKU KOMISIONIRANJU	18
5.1 Sustav za upravljanje skladištem	18
5.2 Sustavi za odlaganje.....	19
5.3 Sustavi za transport	22
5.4 Sustav za automatsku identifikaciju i sakupljanje podataka.....	25
5.5 Sustavi za usmjeravanje komisionera	26
5.5.1 Sustav komisioniranja sa RF barkod terminalima	26
5.5.2 Svjetlom usmjereno komisioniranje.....	28
5.5.3 Vizijsko komisioniranje	31
5.5.4 Glasom usmjereno komisioniranje (eng. „Voice picking“).....	35
5.5.5 Usporedba tehnologija za usmjeravanje komisionera.....	38
6. KOMISIONIRANJE U SKLADIŠTU SMRZNUTE ROBE	40
6.1 Opis odabrane tvrtke i skladišta	40
6.2 Tehnologije za podršku komisioniranju u Ledo distributivnom centru	45

6.2.1	Sustav za upravljanje skladištem	45
6.2.2	Sustavi za odlaganje.....	47
6.2.3	Sustavi za transport	48
6.2.4	Sustav za automatsku identifikaciju i sakupljanje podataka.....	50
6.2.5	Sustav za usmjeravanje komisionera	50
6.3	Skladišno-distribucijski logistički procesi tvrtke.....	52
6.3.1	Metoda dodjeljivanja mjesta odlaganja.....	52
6.3.2	Metode usmjeravanja i organizacije komisioniranja	53
6.3.3	Princip navođenja radnika glasom	55
6.3.4	Kontrola procesa i utovar	58
6.4	Analiza procesa glasom usmjerenog komisioniranja.....	60
6.4.1	Produktivnost	60
6.4.2	Brzina - vrijeme ciklusa	62
6.4.3	Točnost.....	63
6.4.4	Udio raznih aktivnosti u ukupnom vremenu komisioniranja.....	63
7.	ZAKLJUČAK.....	68
	LITERATURA.....	70

POPIS SLIKA

Slika 1. Shema glavnih funkcija logistike i ključnih logističkih aktivnosti [1]	5
Slika 2. Primjer skladišta gotovih proizvoda [4].....	7
Slika 3. Funkcionalnosti WMS-a [5].....	8
Slika 4. Osnovne zone u skladištu [2]	9
Slika 5. Tipične skladišne zone i tijek materijala [6]	10
Slika 6. Uobičajena distribucija vremena komisioniranja [9].....	12
Slika 7. Vrste komisioniranja prema veličini jediničnog tereta	13
Slika 8. Shematski prikaz principa "čovjek robi" [Gudehus & Kotzab, 2012].....	14
Slika 9. Realni primjer komisioniranja prema principu „čovjek robi“	15
Slika 10. Shematski prikaz principa "roba čovjeku" [Gudehus & Kotzab, 2012]	16
Slika 11. Primjer komisioniranja prema principu „roba čovjeku“ – SSI SCHAEFER.....	17
Slika 12. Prikaz analitičkog sučelja Microlistics WMS sustava [11]	19
Slika 13. Polični regali	19
Slika 14. Paletni regali	20
Slika 15. Horizontalni i vertikalni karuseli	20
Slika 16. Vertikalni podizni modul	21
Slika 17. Primjer robotskog shuttle sustava	21
Slika 18. Paletari	22
Slika 19. Ručna kolica za komisioniranje	22
Slika 20. Skladišni visoko regalni viličar.....	23
Slika 21. Električni paletni visokopodizni viličar	23
Slika 22. Sustav konvejera za komisioniranje.....	23
Slika 23. AGV	24
Slika 24. AMR.....	24
Slika 25. Skeniranje barkôda.....	25
Slika 26. RFID čitači.....	25
Slika 27. Motorola RF barkod terminal i primjer uporabe.....	27
Slika 28. „Pick to light“ sustav.....	28
Slika 29. Arhitektura „Pick to light“ sustava	29
Slike 30. Primjena „Pick to light“ sustava u kompaniji Hillman Group Inc. [12]	30
Slika 31. HMD i proširena stvarnost.....	31
Slika 32. Primjena vizijskog komisioniranja u DHL-u	34

Slika 33. Slušalice i terminal za glasom usmjereno komisioniranje	35
Slika 34. Glasom usmjereno komisioniranje.....	37
Slika 35. Logotip Fortenova grupe i Ledo plus d.o.o.-a.....	40
Slika 36. Razni Ledo smrznuti proizvodi.....	41
Slika 37. Ledo distributivni centar Zagreb - <i>Marijana Čavića 1a</i>	42
Slika 38. Shema skladišta.....	43
Slika 39. Shema komisionih lokacija	44
Slika 40. Glavni izbornik Aurora pomoćnog programa.....	45
Slika 41. Početni zaslon i izbornik G.O.L.D. Stock WMS sustava	46
Slika 42. SSI SCHAEFER PR600 sustav regala (lijevo) i uskladištena paleta proizvoda (desno).....	47
Slika 43. Paletar („žaba“).....	48
Slika 44. Kavez za komisioniranje.....	48
Slika 45. Linde N20 komisioni viličar	49
Slika 46. Linde R16 regalni viličar	49
Slika 47. Psion Omnii XT15 terminal.....	50
Slika 48. Vocollect SRX2 „headset“	51
Slika 49. Vocollect A500 terminal.....	51
Slika 50. Bluetooth uparivanje slušalica s terminalom	51
Slika 51. Ledo dostavni kamioni za male (lijevo) i velike (desno) narudžbe	52
Slika 52. Zaslon u WMS-u za upravljanje naložima.....	54
Slika 53. Radnik komisionira u ćeliji 29	56
Slika 54. Ispisivanje kontrolne naljepnice završene narudžbe	57
Slika 55. Zaslon za kontrolu komisioniranja.....	58
Slika 56. Kontrolor pregledava komisioniranu robu (desno), prema kontrolnom listu (lijevo)	59
Slika 57. Postotni udio aktivnosti u ukupnom vremenu komisioniranja.....	65
Slika 58. Usporedba razdiobe vremena komisioniranja u Ledu i literaturi.....	67

POPIS TABLICA

Tablica 1. Usporedba tehnologija komisioniranja (1. dio).....	38
Tablica 2. Usporedba tehnologija komisioniranja (2. dio).....	39
Tablica 3. Tablica produktivnosti.....	61
Tablica 4. Primjer trajanja aktivnosti kod odrađivanja naloga.....	64
Tablica 5. Ukupna trajanja aktivnosti i njihov udio u cjelokupnom trajanju komisioniranja..	64

POPIS KRATICA

Kratika	Opis
SCM	Upravljanje lancem opskrbe (eng. Supply Chain Management)
BDP	Bruto društveni proizvod
WMS	Sustav za upravljanje skladištem (eng. Warehouse Management System)
AS/RS	Automatizirani sustav za odlaganje i izuzimanje (eng. Automated Storage and Retrieval System)
VLM	Vertikalni podizni modul (eng. Vertical Lift Module)
AGV	Automatski vođena vozila (eng. Automated Guided Vehicle)
AMR	Autonomni mobilni roboti (eng. Autonomous Mobile Robots)
RFID	Identifikacija radio frekvencijom (eng. Radio Frequency Identification)
LED	Svjetlosna dioda (eng. Light-Emitting Diode)
ERP	Sustav za upravljanje resursima poduzeća (eng. Enterprise Resource Planning)
HMD	Zaslon postavljen na glavu (eng. Head-Mounted Display)
AR	Proširena stvarnost (eng. Augmented Reality)
DC	Distributivni centar
HT	Termalno tretirano (eng. Heat Treated)

SAŽETAK

Tema ovog rada je glasom usmjereno komisioniranje u skladištu smrznute robe. Glasom usmjereno komisioniranje predstavlja jednu od modernih tehnologija, pomoću koje se, sa relativno niskim ulaganjem, uvelike podiže produktivnost i točnost procesa komisioniranja, sa vrlo niskim vremenom povrata uložene investicije. Cilj ovog rada je prezentirati ovaj sustav usmjeravanja komisioniranja, usporediti ga sa drugim sustavima, te detaljno objasniti njegovu primjenu u skladištu smrznute robe.

U prvom dijelu rada dati će se kratki teoretski uvod u logistiku i logističku aktivnost skladištenja. Poslije toga, potanje će se objasniti proces komisioniranja i dati se uvid u dva principa komisioniranja. Nakon toga objasnit će se ključne tehnologije koje se koriste za podršku komisioniranju, te će se dati pregled i usporedba svih sustava za usmjeravanje komisionera. U glavnom dijelu rada, opisat će se skladišno distributivni procesi u Ledo distributivnom centru, skladištu smrznute robe, te će se detaljno prikazati i analizirati proces komisioniranja u hladnjači, potpomognut sustavom glasom usmjerenog komisioniranja. Na kraju će se prokomentirati cjelokupni proces komisioniranja i donijeti određeni zaključci.

Ključne riječi: logistika, skladište, komisioniranje, glasom usmjereno, hladnjača, komora

SUMMARY

The topic of this paper is voice picking in warehouse of frozen products. Voice picking is one of the modern technologies, which, with a relatively low investment, greatly increases the productivity and accuracy of the picking process, with a very quick return on investment. The aim of this paper is to present this voice-guided picking system, compare it with other picking technologies, and explain, in detail, its application in the frozen goods warehouse.

The first part of the paper will give a brief theoretical introduction to logistics and warehousing. After that, the picking process will be explained in more detail and insight will be given to two kinds of picking principles. Next, the key technologies for order picking systems will be explained, and an overview and comparison of all picking technologies will be given. In the main part of the paper, the warehousing and distribution processes in the Ledo distribution center, a frozen goods warehouse, will be described, and the picking process in the refrigerated warehouse, supported by a voice picking system, will be presented and analyzed in great detail. Finally, the entire picking process will be commented on and certain conclusions will be drawn.

Key words: logistics, warehouse, order picking, voice picking, refrigerated warehouse

1. UVOD

Pojam logistike i logističkih lanaca je još uvijek relativno novi pojam, pogotovo u manje razvijenijim državama. Ipak, većina industrija je davno shvatila kako se smanjenjem kretanja i optimizacijom puta toga kretanja mogu ostvariti velika ekonomska i ergonomska poboljšanja. Bitan dio tog logističkog lanca predstavlja skladište, u kojemu još postoji pod proces komisioniranja narudžbi.

U današnje vrijeme postoje vrlo visoki standardi za brzinu dostave. Ljudi kada naručuju određenu robu od dobavljača, očekuju dostavu iste unutar par dana. Kako bi se takvi zahtjevi ispunili razvile su se razne tehnologije koje pomažu kompanijama integrirati većinu procesa u informacijski sustav, koji usmjerava i ubrzava cjelokupni proces narudžbe, komisioniranja i dostave. Jednu vrstu tih tehnologija, koje su se razvile kako bi ubrzale proces izuzimanja narudžbe, predstavljaju tehnologije koje usmjeravaju komisionera kroz skladište na optimalan način. Te tehnologije su usko povezane sa informacijskim sustavom, koji određuje najkraći i najefektivniji način kretanja kroz skladište, pri čemu se raznim algoritmima određuju najbolje metode dodjeljivanja mjesta odlaganja proizvoda, te metode organizacije i usmjeravanja komisioniranja. Moderne tehnologije usmjeravanja komisioniranja, poput glasom usmjerenog, svjetlom usmjerenog i vizijskog komisioniranja, zamjenjuju zastarjele sustave bazirane na papiru i olovci ili RF bar kod terminalima, tako što donose sve bitne odluke umjesto čovjeka, koji sada prati jasne upute i sa dvije slobodne ruke lakše i brže manipulira i izuzima tražene proizvode, uz brz rad s informacijama i bez potrebe za traženjem lokacije sljedećeg proizvoda. Razne tehnologije komisioniranja naravno imaju svoje prednosti i nedostatke ovisno o implementaciji i sustavu u koji se pokušavaju integrirati.

Kada se govori o komisioniranju u regalnog skladištu smrznute robe, tzv. hladnjači, niski troškovi implementacije, jednostavnost i otpornost opreme, te slobodne ruke i „slobodne oči“ čine sustav glasom usmjerenog komisioniranja vrlo pogodnim za takve uvjete. U ovom radu će se dati teorijski pregled i usporedba raznih modernih tehnologija i sustava za komisioniranje, te će se detaljno ilustrirati primjer primjene glasom usmjerenog komisioniranja u skladištu smrznute robe, u Ledo plus d.o.o. distributivnom centru Zagreb.

2. LOGISTIKA

Logistika predstavlja pojam koji se često susreće, te koji može naoko izgledati jednostavno za objasniti, ali ipak predstavlja složen pojam koji je teško definirati i objasniti, te za njega ne postoji jedinstvena ili univerzalna definicija. Tome pridonose različite filozofije u pristupu pojmu logistike između SAD-a i Europe, te inženjerskog i poslovnog pristupa, pa se tako unutar pojma logistike pojavljuju razni pod pojmovi. Uz to logistika predstavlja znanstvenu disciplinu i poslovne funkcije koje se rapidno razvijaju, te se kroz taj razvitak i same definicije mijenjaju.

Ipak ako bi morali izdvojiti jednu obuhvatnu definiciju logistike, moglo bi se reći:

„Logistika je djelatnost koja se bavi svladavanjem prostora i vremena uz najmanje troškove. U suvremenim uvjetima se najčešće koristi za označavanje poslovne funkcije i znanstvene discipline koja se bavi koordinacijom svih kretanja materijala, proizvoda i robe u fizičkom, informacijskom i organizacijskom pogledu. Kružni proces od nabave preko proizvodnje i prodaje do potrošača.“ [1]

Kada bi se ta definicija pojednostavila moglo bi se reći da je osnovna definicija i uloga logistike kretanje materijala od dobavljača u organizaciju, kroz razne operacije unutar organizacije, te od organizacije prema kupcu.

Prema tome, logistika se može podijeliti na nekoliko dijelova [1]:

- Vanjska logistika
 - Ulazna logistika – kretanje materijala od dobavljača prema poduzeću
 - Izlazna logistika – kretanje materijala od poduzeća prema vanjskom korisniku
- Unutarnja logistika – kretanje materijala unutar poduzeća

Ipak, u novije vrijeme, pojam logistike više nije usredotočen na kretanja materijala kroz samo jedno poduzeće. Poduzeća, u stvarnosti, ne rade kao izolirani sustav, nego se više raznih poduzeća povezuje u pojam lanac opskrbe (eng. supply chain), gdje većina poduzeća u lancu djeluju kao kupci kada kupuju materijale i sirovine, te kao dobavljači kada dostavljaju proizvode svojim kupcima kojima taj proizvod predstavlja sirovinu ili komponentu potrebnu za vlastitu proizvodnju i daljnju distribuciju.

Prema tome se može načiniti nova definicija moderne logistike lanaca opskrbe:

„Lanac opskrbe sastoji se od niza aktivnosti i organizacija uključenih u kretanje materijala od početnog izvora do krajnjeg korisnika.“ [1]

Kako je logistika odgovorna za kretanje materijala, te sve aktivnosti logistike zahtijevaju odgovarajuće upravljanje i menadžment, može se uvesti pojam logističkog menadžmenta.

U najnovijim definicijama logistike, proširene u pojam logističkog menadžmenta, i upravljanja lancem opskrbe (eng. supply chain management, ili skraćeno SCM) logistika se smatra samo dijelom SCM-a, koji uz aktivnosti logističkog menadžmenta još uključuje i nabavu i pretvorbu.

Prema tome, najraširenija definicija, dana od strane odbora stručnjaka za SCM, odvaja logistiku od supply chain menadžmenta [1]:

Supply Chain Menadžment obuhvaća:

“planiranje i menadžment svih aktivnosti uključenih u traženje izvora (eng. sourcing), pretvorbu i sve logističke aktivnosti. Uključuje kooperaciju i suradnju s partnerima u lancu (dobavljači, posrednici, pružatelji logističkih usluga, korisnici)...”

Dok logistički menadžment obuhvaća:

“onaj dio SCM-a koji implementira, i kontrolira efikasni, efektivni normalni i povratni tijek i skladištenje robe, usluga i povezanih informacija između točke izvora i točke potrošnje s ciljem ispunjenja zahtjeva korisnika. Logistički menadžment je integrirajuća funkcija koja koordinira i optimizira sve logističke aktivnosti.“

Logistika je esencijalan dio svakog poduzeća, bez logistike nijedna materijal se ne kreće, nijedna operacija se ne može izvršiti, niti jedan proizvod se ne može dostaviti, te niti jedan kupac ne može biti uslužen. Osim što je esencijalna za poslovanje, logistika povlači za sobom dosta visoke troškove. Na temelju raznih izvješća i dostupnih istraživanja procjenjuju se troškovi logistike od 10% do čak 20% BDP-a (eng. GDP) država, odnosno troškovi logistike za poduzeće predstavljaju 4% do 30% ukupne vrijednosti prihoda. [1]

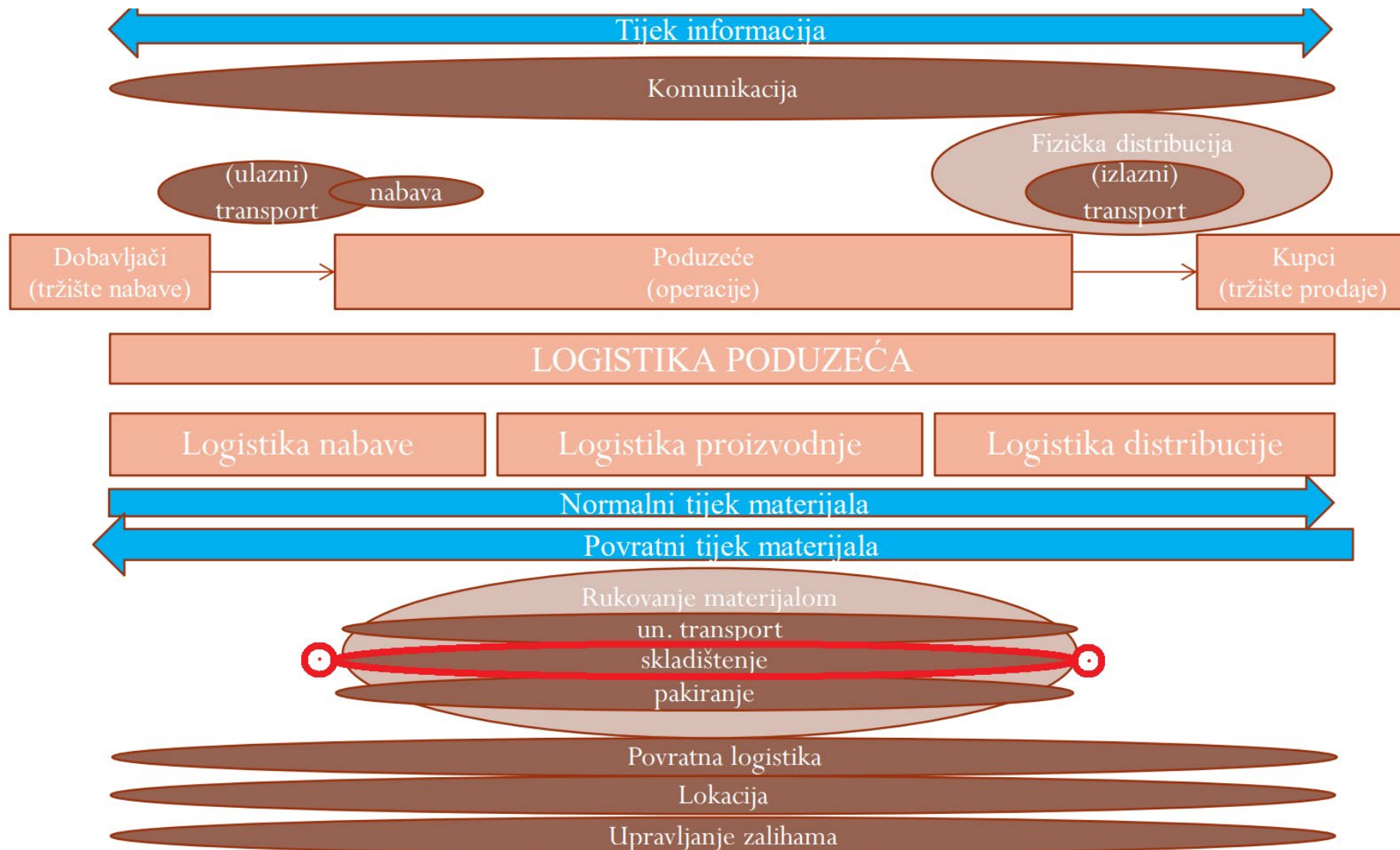
2.1 Logističke aktivnosti

Kroz razne definicije logistike i različita područja primjene logistike mogu se definirati razne logističke aktivnosti, prikazane na slici 1. Ipak budući da se ovaj rad bavi pojmom logistike u industriji mogu se definirati sljedeće ključne logističke aktivnosti [1]:

- Nabava - osiguravanje (pronalaženje i kupnja) materijala i usluga od poduzeća izvana za potporu operacijama proizvodnje, marketinga, prodaje i logistike.
- Transport - ostvarivanje kretanja materijala između pojedinih čvorova lanca opskrbe, kretanje materijala od dobavljača do poduzeća, te kretanje materijala od poduzeća do kupca/korisnika.
- Pakiranje - formiranje logističkih jedinica za uskladištenje, u proizvodnji prilikom formiranja logističkih jedinica za manipulaciju i unutrašnji transport, nakon proizvodnje za formiranje logističkih jedinica za uskladištenje, u skladištu gotove robe i distribucijskim skladištima za formiranje otpremno-transportnih jedinica
- Upravljanje zalihama – planiranje potreba materijala, određivanje optimalnih količina zaliha, definiranje količina i učestalosti naručivanja, praćenja stanja zaliha, naručivanje na vrijeme, te definiranje sigurnosnih zaliha, s ciljem minimizacije ukupnih troškova
- Rukovanje materijalom - ostvaruje tokove materijala unutar poduzeća, između operacija unutar pogona, između pogona, unutar skladišta, od skladišta do pogona, pogona do skladišta
- Fizička distribucija - općeniti naziv za sve aktivnosti usmjerene na dostavu gotovih proizvoda kupcima, uključujući i vanjski izlazni transport
- Povratna logistika - ostvarivanje povratnih tokova materijala
- Lokacija – pronalaženje najboljih lokacija, broja i veličina pogona i skladišta
- Komunikacijski/Informacijski sustavi - povezivanje čvorova u lancu opskrbe s informacijama o proizvodima, potražnji, narudžbama, količinama koje treba transportirati, stanju na zalihama, dostupnost materijala, probleme i dr.

Te ključna aktivnost koja će se dalje obrađivati u ovome radu:

- Skladištenje (uključujući komisioniranje) - uskladištenje materijala do trenutka dok nije potreban, te komisioniranja, odnosno pripreme i raspodjele materijala korisnicima, bili oni interni ili eksterni.



Slika 1. Shema glavnih funkcija logistike i ključnih logističkih aktivnosti [1]

3. SKLADIŠTENJE

Osim kretanja materijala, kroz poduzeće i lance opskrbe, dolazi i do mirovanja materijala, tj. potrebe za njegovim uskladištenjem (dugotrajno) ili privremenim odlaganjem (kratkotrajno). To je zadatak skladištenja (eng. warehousing, storing), odnosno logistike skladištenja ili skladišne logistike. Logistika skladištenja, kao dio logistike, može se definirati kao planiranje, izvršavanje i kontrola uskladištenja robe i s tim povezanih informacija. A uloga skladištenja je dinamičko uravnoteženje tokova materijala, osiguravajući čuvanje materijala dok nije potreban (proizvodnji ili distribuciji). [1]

Držanje zaliha naravno uzrokuje troškove, te iako mnogi te troškove smatraju gubitkom, pravi stručnjaci znaju da postoje mnogi razlozi, u realnom svijetu, zbog kojih je držanje zaliha od kritične važnosti, te takvi ljudi promatraju zalihe kao poboljšanje brzine usluge koja se nudi poslovnim partnerima i/ili krajnjim kupcima. Te zalihe služe kao sigurnosne zone između različitih članova u lancu opskrbe, te omogućavaju uravnoteženje ponude i potražnje tj. služe kao zaštita od neizvjesnih i nepredvidivih događaja. U to ulaze različite vrste varijabilne potražnje, sezonska proizvodnja ili sezonska prodaja, dostupnost određene robe zbog kratkih rokova koji se moraju ispuniti, nepouzdanost dobavljača i njihovog vremena potrebnog za isporuku robe, te drugi neplanirani događaji.

Uz to postoje mnogi primjeri u kojim se držanjem zalihama i njihovim pravilnim obnavljanjem dobivaju bolje cijene nabave radi ekonomije obujma. U to ulaze naravno povoljnije cijene transporta koje se pojavljuju kada se odjednom naručuje velika količina robe, ali i povoljnije cijene materijala koji se nabavlja (kada se gleda cijena po komadu), te ekonomičnija proizvodnja većih serija zbog manje potrebe za modifikacijom proizvodnog pogona.

Vrste zaliha [3]:

- Sirovine (eng. raw materials)– materijali i komponente namijenjeni proizvodnji
- Doknadni dijelovi (eng. spare parts) – doknadni dijelovi za strojeve, opremu, alati
- Potrošni materijal (eng. consumables) – goriva, maziva, papir,...
- Poluproizvodi (eng. work-in-process) – materijali i komponente koji su započeli svoju transformaciju u gotove proizvode

Te vrsta zaliha najbitnija za ovaj rad:

- Gotovi proizvodi (eng. finished goods) – završeni proizvodi koji su spremni za prodaju (jedno skladište gotove robe ilustrirano je na slici 2)



Slika 2. Primjer skladišta gotovih proizvoda [4]

Skladištenje je dakle ključna aktivnost logistike, s osnovnom zadaćom uskladištenja (čuvanja) materijala do trenutka dok nije potreban, te komisioniranja, odnosno pripreme i raspodjele materijala korisnicima, internim ili eksternim. Aktivnosti skladištenja ponovno nisu samo čuvanje i izdavanje robe, već mnogo šire aktivnosti odabira izvedbe skladišta, određivanja prostornog rasporeda u skladištu, upravljanja skladišnim aktivnostima, optimizacije operacija unutar skladišta, briga o posebnim uvjetima čuvanja i sigurnost, i dr. Skladištenje materijala pojavljuje se i unutar logistike nabave (skladištenje sirovina, dobavnih proizvoda), logistike proizvodnje (skladištenje poluproizvoda, dijelova za montažu) i logistike distribucije (skladištenje gotovih proizvoda). [1]

Neki od razloga postojanja skladišta, kao mjesta čuvanja zaliha, su izjednačavanje tržišne ponude i potražnje, tzv. sigurnosne zone, te sigurnost opskrbe kada se dogodi nagli prekid proizvodnje, prekid planirane isporuke ili zastoje u transportu dobara. Neki od pozitivnih razloga uskladištenja većeg broja zaliha su dobivanje popusta pri kupnji veće količine sirovina, ušteda kroz ekonomiju obujma u transportu i proizvodnji, te korištenje skladišta kao mjesta gdje se roba ne prosljeđuje samo dalje kroz lanac opskrbe, nego se proizvodima i dodaje neka dodatna vrijednost kroz pakiranje, završne montaže i označavanje cijena. U novije vrijeme se često rade skladišta koja imaju ulogu mjesta objedinjavanja, gdje se više raznih dijelova od više različitih dobavljača prikupljaju u lokalno skladište kako bi se puniji kamion mogao uputiti prema svome krajnjem kupcu, te ulogu mjesta pregrupiranja, gdje dobavljač puni kamion šalje u lokalno skladište bliže kupcima gdje se proizvodi onda razdvajaju i manjim prijevoznim sredstvima dostavljaju kupcima. [2]

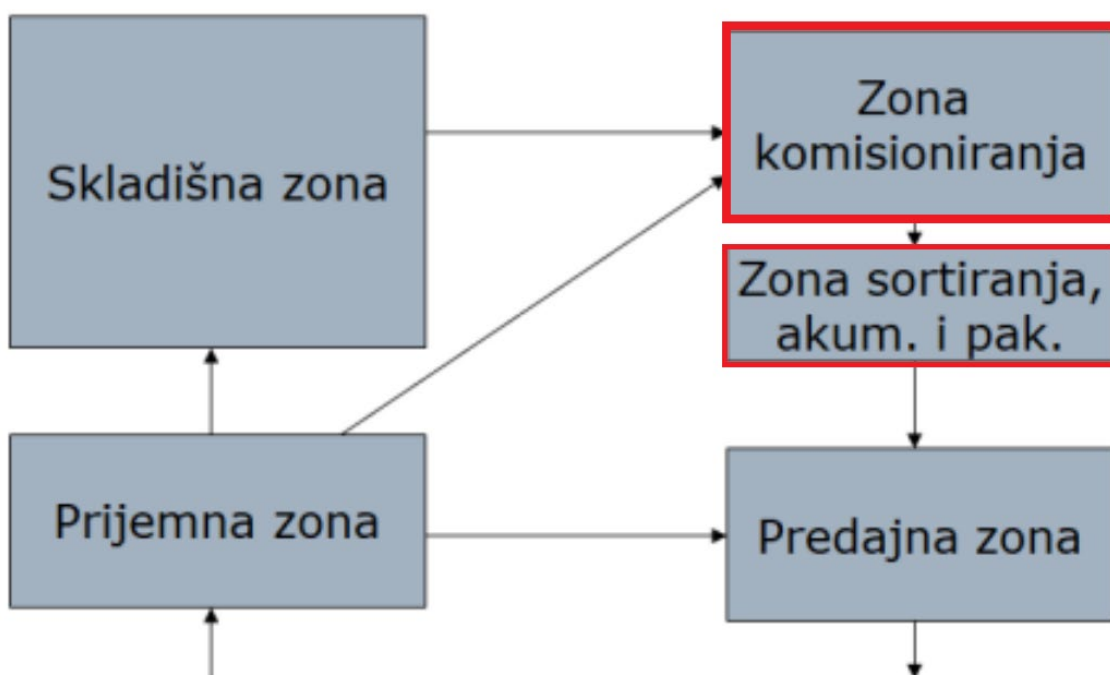
Bitnu ulogu u efikasnom upravljanju skladištem imaju vrsta organiziranja i kontroliranja svih aktivnosti koje se odrađuju u skladištu, te operativnih odluka koje se donose na dnevnoj bazi. Kako bi se skladištem upravljalo što učinkovitije i uz što bolju komunikaciju, u skladišta se uvode sustavi za upravljanje skladištem (eng. Warehouse management system (WMS)) koji predstavljaju softverska rješenja koja optimiziraju, podupiru i olakšavaju organizaciju kod obavljanja dnevnih aktivnosti unutar skladišta. Slika 3 prikazuje razne funkcionalnosti WMS-a.



Slika 3. Funkcionalnosti WMS-a [5]

Slika 4 prikazuje osnovne zone u skladištu, a osnovne funkcije skladišta predstavljaju [2]:

- Prijem – prijem robe od raznih dobavljača
- Skladištenje (odlaganje) – raspoređivanje primljene robe i svih ostalih vrsti zaliha na odgovarajuća mjesta u skladištu
- Komisioniranje – prikupljanje i konsolidacija zahtijevanih količina iz asortimana artikala, prema danim narudžbama
- Izdavanje (otprema) – utovar teretnog sredstva sa naručenom robom i slanje te robe kupcu/korisniku



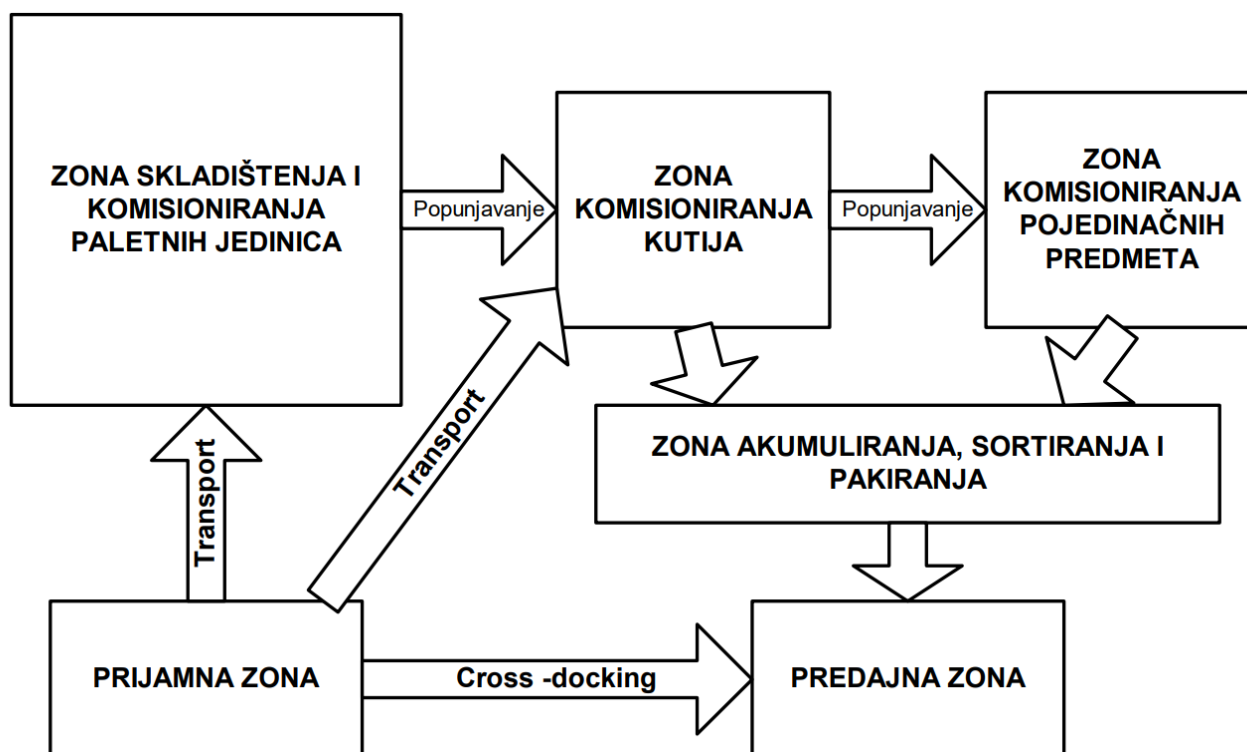
Slika 4. Osnovne zone u skladištu [2]

O logističkim aktivnostima, skladištima i skladišnim procesima se naravno može napisati cijeli znanstveni rad, ipak, sada kada su dana osnovna objašnjenja logistike i logističke aktivnosti skladištenja, ovaj rad će se nadalje fokusirati samo na jedan dio potprocesa koji se odrađuje unutar skladišta, a to je funkcija komisioniranja.

4. KOMISIONIRANJE

„Komisioniranje je proces izuzimanja proizvoda iz skladišnih lokacija kao odgovor na specifični zahtjev klijenta (jedna ili više narudžbi)“ (René De Koster, 2007.)

Komisioniranje se još naziva i komisioniranje narudžbe (eng. order picking ili picking) i čini do 55% svih troškova u skladištu, uzima najveći udio ljudskog rada u skladištu, ima direktan utjecaj na točnost i brzinu odgovora na narudžbu i ima najveći udio, čak i do 90%, u ukupno utrošenom vremenu među svim aktivnostima u skladištu. Obično se izvodi uz primjenu podržavajuće tehnologije te se može odvijati ručno, ručno s pomoćnim sredstvom ili automatski. Čovjek ili uređaj koji vrši komisioniranje se naziva komisioner (eng. picker), a tipične skladišne zone i tijek materijala prikazan je na slici 5. [7]



Slika 5. Tipične skladišne zone i tijek materijala [6]

U većini literaturnih izvora autori gotovo jednako definiraju komisioniranje, dok se definicija sustava za komisioniranje ne nalazi tako često. Razlozi toga je to što je komisioniranje kao pod proces zastupljen u svakom skladišnom procesu, a da se pri tome posebice ne osniva podsustav komisioniranja. Naime, iste komponente (sredstva) obavljaju aktivnosti u različitim pod procesima. [6]

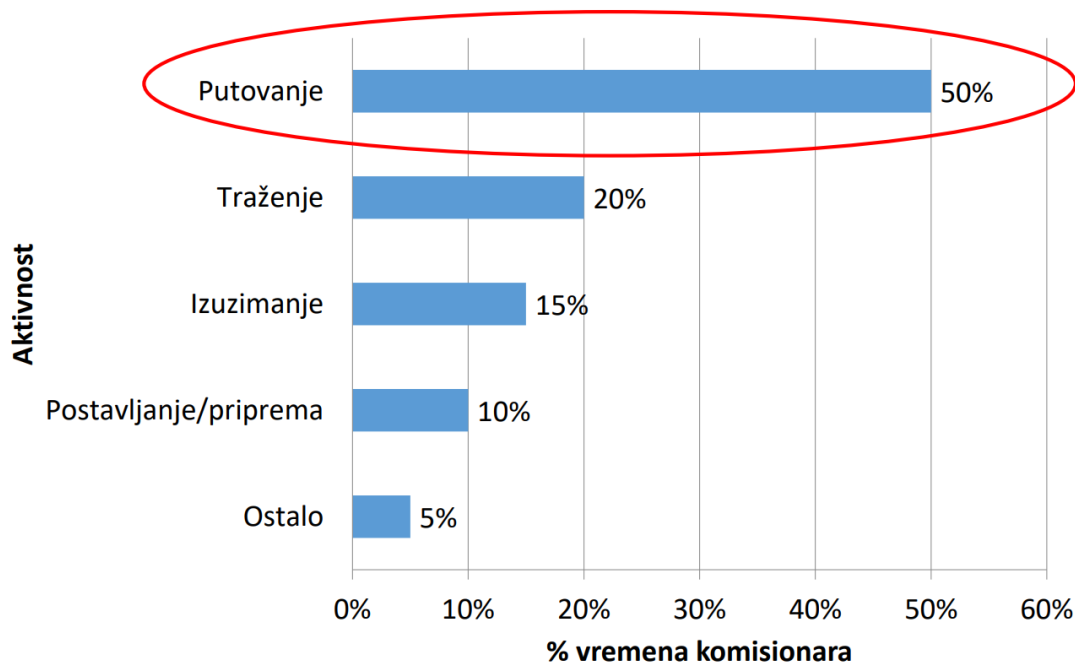
Trendovi u distribuciji za koje je presudna visoka brzina i produktivnost komisioniranja [7]:

- Prihvatanje kasnih narudžbi, uz obećanje brzih isporuka u kratkom vremenu
- Brojna mala skladišta se zamjenjuju s manjim brojem velikih zbog iskorištavanja ekonomije obujma (dolazi do većeg obujma komisioniranja u kraćem vremenu)
- Uvode se strategije odgađanja koje dovode do brojnih aktivnosti dodavanja vrijednosti u skladištu (lijepljenje, šivanje, označavanje naljepnicama, sastavljanje proizvoda ili narudžbe, prilagođeno pakiranje ili paletizacija, i sl.) – moraju biti planirane i integrirane u procesu komisioniranja
- Povratna logistika - ambalaža i proizvodi koji su se vratili moraju biti komisionirani za ponovnu distribuciju korisnicima, izvođačima recikliranja ili proizvođačima
- Potreba za sve manjim, ali učestalijim narudžbama/isporukama – više posla za proces komisioniranja

Osnovni cilj komisioniranja je maksimizirati razinu usluga koje se nude kupcima. Ta razina usluge je ograničena radom, strojevima i uloženim kapitalom, a sastoji se od raznih faktora, od kojih najbitnije predstavljaju prosječno vrijeme dostave narudžbe, varijacije u vremenu dostave, integritet tj. cjelovitost kompletne narudžbe, te točnost narudžbe. Brži sustav komisioniranja osigurava izbjegavanje većih kašnjenja, veću fleksibilnost za kasne promjene u narudžbama, te bržu dostavu. Još neki od ciljeva, kod aktivnosti komisioniranja, su i minimizacija vremena protoka jedne ili skupine narudžbi, maksimizacija upotrebe prostora i opreme, te maksimizacija radne snage i dostupnosti svih artikala u skladištu.

Prije nego se krene sa komisioniranjem, skladišna mjesta se moraju popuniti sa pristiglom robom (nulta aktivnost), a sam proces komisioniranja se sastoji od nekoliko aktivnosti [7]:

- Priprema – rukovanje nalogom za komisioniranje i radnim sredstvima, npr. posudama
- Putovanje – transport (bez robe ili sa robom)
- Traženje – traženje određenog mjesta za pohranu i robe na njemu
- Izuzimanje – zahvaćanje, izuzimanje i odlaganje robe
- Ostalo – prihvaćanje informacija, njihova obrada, kontrola, odstranjivanje pakiranja i slično



Slika 6. Uobičajena distribucija vremena komisioniranja [9]

Na slici 6 prikazana je uobičajena distribucija udjela raznih aktivnosti u ukupnom vremenu komisioniranja. Kao što se može vidjeti sa slike, vrijeme potrebno za putovanje (transport) ima najveći udio u ukupnom vremenu potrebnom za komisioniranje određene narudžbe. Vrijeme potrebno za transport stvara trošak i ne dodaje nikakvu vrijednost proizvodu. Zato se smatra otpadom i prvi je kandidat za eliminaciju, te se najveći napori za unaprjeđenje komisioniranja ulažu u skraćivanje vremena putovanja. Vrijeme putovanja predstavlja funkciju udaljenosti koja se prevladuje pri putovanju, te se mjeri kao prosječna udaljenost pri jednoj turi komisioniranja i ukupna udaljenost pri komisioniranju. Minimiziranjem prosječne udaljenosti istovremeno minimizira i ukupna pređena udaljenost pri komisioniranju.

Traženje određenog mjesta na kojemu je proizvod pohranjen isto tako ima dosta veliki udio u ukupnom vremenu komisioniranja. Što nije čudno, budući da se često pri komisioniranju koriste zastarjeli sustavi komisioniranja poput onog sa papirom i olovkom, gdje komisioner sam mora odlučivati o ruti kretanja kroz skladište. To vrijeme traženja sljedeće lokacije se drastično smanjuje uvođenjem dobrog sustava za upravljanje skladištem s integriranim sustavom za usmjeravanje komisionera, zato što sustav automatski preko raznih algoritama određuje optimalnu rutu kretanja pri komisioniranju, a sustav za usmjeravanje komisionera mu daje potrebne informacije o sljedećoj lokaciji u realnom vremenu.

Izuzimanje proizvoda sa skladišne lokacije i njegovo odlaganje na transportno sredstvo predstavlja koristan rad pri komisioniranju. Dobar pokazatelj optimiziranosti procesa je relativno visok udio tog korisnog rada u ukupnom vremenu komisioniranja.

Postavljanje/priprema je sljedeća aktivnost, u nju ulazi rukovanje nalogom za komisioniranje i radnim sredstvima kako bi se oni pripremili za daljnji proces komisioniranja. Optimizacijom i modernizacijom radnog procesa smanjuje se to vrijeme radi bržeg upravljanja s informacijama.

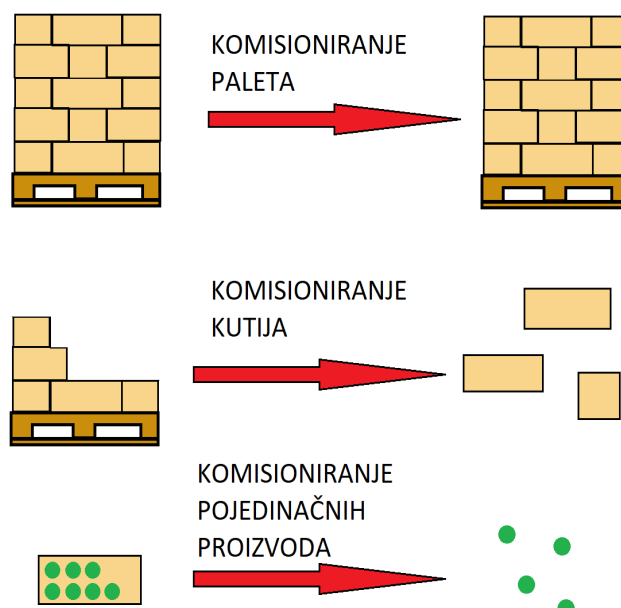
U ostale aktivnosti spadaju prihvaćanje i obrada dobivenih informacija, kontrola, odstranjivanje pakiranja pri izuzimanju, te sve slične radnje koje se ne pojavljuju pre često i ne spadaju u neke od glavnih aktivnosti. Te dodatne aktivnosti je često nemoguće eliminirati, ali ih je moguće ubrzati korištenjem modernih tehnologija usmjeravanja komisionera, kod kojih se kvalitetnije obrađuju relevantne informacije, te se, zbog oslobađivanja ruku, povećava ergonomija i brzina manipulacije pri odstranjivanju pakiranja.

Minimizacija pređene udaljenosti pri komisioniranju zahtjeva sustavan pristup i cjelovito sagledavanje procesa, te određivanje optimalnog:

- sustava komisioniranja
- prostornog rasporeda skladišta
- tehnologija za podršku komisioniranja u skladištu (sustavi za upravljanje skladištem, odlaganje, transport, automatsku identifikaciju i sakupljanje podataka, te sustavi za usmjeravanje komisionera)
- metoda komisioniranja (metode usmjeravanja, odlaganja i organizacije komisioniranja)
- rasporeda robe u skladištu

Sustavi komisioniranja mogu se podijeliti prema vrsti jediničnog tereta koji se komisionira [14].

Gdje se sustavi komisioniranja dijele na sustave komisioniranja paleta (eng. pallet picking, unit-load picking), kutija (eng. case picking, carton picking) i pojedinačnih proizvoda (eng. piece picking, item picking), a vizualizirani su na slici 7.



Slika 7. Vrste komisioniranja prema veličini jediničnog tereta

Ipak, najčešća podjela sustava za komisioniranje je podjela komisioniranja narudžbi po principu kretanja materijala i/ili čovjeka. Prema toj podjeli, metode komisioniranja dijele se na dva sustava komisioniranja, a to su [6]:

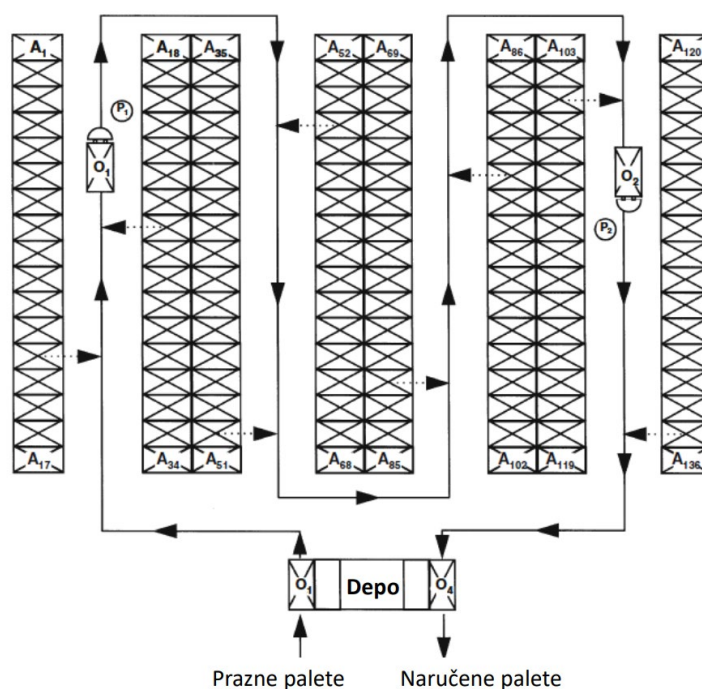
- Komisioniranje prema principu „čovjek robi“ (eng. „picker-to-parts“)
- Komisioniranje prema principu „roba čovjeku“ (eng. „parts-to-picker“)

4.1 Komisioniranje prema principu „čovjek robi“

U komisioniranju prema principu "čovjek robi" (eng. „picker-to-parts“), prikazanom na slici 8 i 9, komisioner se kreće, hodajući ili vozeći se na transportnom sredstvu, do lokacije(a) sa koje treba izuzeti materijal. Kako se aktivnost izuzimanja najčešće obavlja u prolazima između regala, ova grupa sustava se često naziva i sustavi "u prolazima" (eng. „in-the-aisle“).

Komisioniranje prema principu "čovjek robi" predstavlja najčešći princip komisioniranja i dodatno se dijeli na dva tipa komisioniranja [7]:

- Komisioniranje na niskoj razini (pod) – komisioner izuzima tražene predmete sa podnih skladišnih lokacija, policica ili iz skladišnih kutija na policama dok putuje kroz skladišne prolaze
- Komisioniranje na visokoj razini – koriste se visoke skladišne police (regali), a komisioner putuje do lokacije za izuzimanje na viličaru ili nekom obliku dizalice



Slika 8. Shematski prikaz principa "čovjek robi" [Gudehus & Kotzab, 2012]

Prednosti [7]:

- Minimalni tehnički zahtjevi
- Jednostavna organizacija uz ili bez računalne potpore
- Kratko vrijeme dostave narudžbe
- Brze narudžbe, samostalne narudžbe, serije narudžbi, djelomične narudžbe kao i cjelovite narudžbe se mogu izvršavati istovremeno
- Velika fleksibilnost s obzirom na promjenjivu potražnju za komisioniranjem i promjene asortimana
- Primjenjiva za sve vrste robe (od malih i laganih do velikih i teških artikala)

Nedostaci [7]:

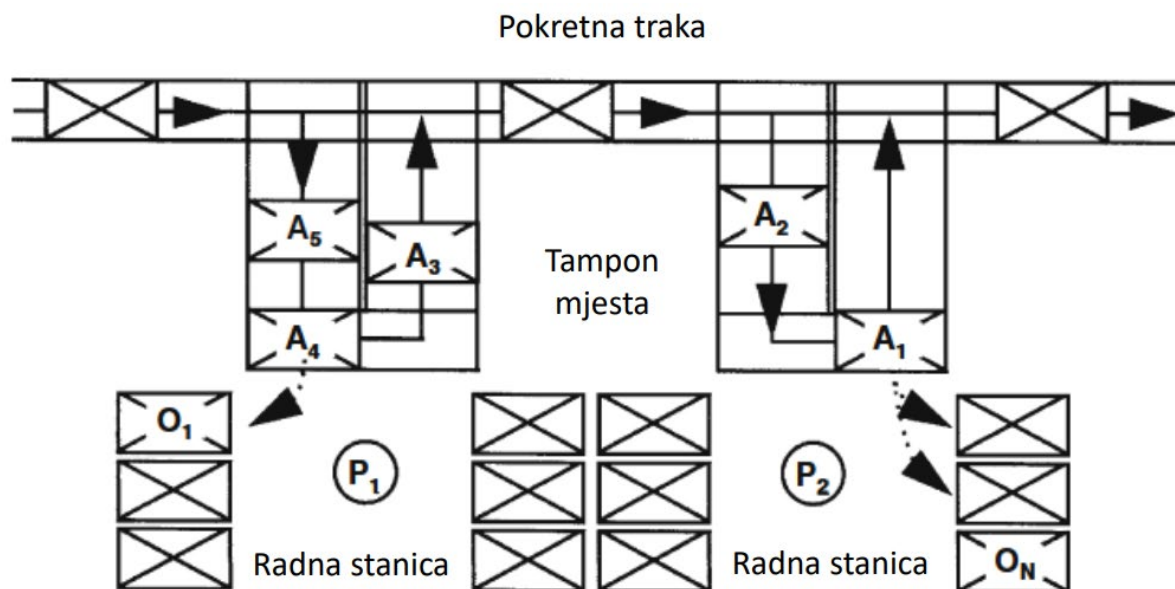
- Dugačke udaljenosti kod širokog asortimana s jedinicama za pristup velikih dimenzija zahtijevaju više komisionera nego druge metode
- Potreban dodatan prostor ako su mjesta izuzimanja i mjesta nadopunjavanja prostorno odvojena
- Problemi s nadopunjavanjem nakon što je zadnja jedinica izuzeta, a potrebno je još jedinica za istu narudžbu



Slika 9. Realni primjer komisioniranja prema principu „čovjek robi“

4.2 Komisioniranje prema principu „roba čovjeku“

U sustavima komisioniranja prema principu "roba-čovjeku" (eng. „parts-to picker“), prikazanom na slici 10 i 11, materijal koji treba izuzeti kreće se do komisionera. Takvi sustavi komisioniranja uključuju automatizirani sustav za odlaganje i izuzimanje (eng. Automated Storage and Retrieval Systems – AS/RS) ili robote koji se kreću do komisionera. Automatizirani sustav za odlaganje i izuzimanje još se u hrvatskom jeziku često prevodi i kao automatizirani sustav za pohranu (pohranjivanje, spremanje, uskladištenje) i komisioniranje (dohvaćanje, izuzimanje, iskladištenje), a kratica AS/RS, iako je kratica za engleski naziv, vrlo je česta u literaturi na drugim jezicima pa i na hrvatskom, te će se radi toga koristiti i u ovom radu. AS/RS sustavi uključuju vertikalne podizne module i razne izvedbe horizontalnih i vertikalnih karusela (okretnih regala), a često se koriste i dizalice smještene u prolazima koje izuzimaju/dohvaćaju jednu ili više jedinica tereta i dovode ih do pozicije za pikiranje, tzv. depo, koji se obično nalazi na kraju jednog od prolaza. Na depou komisioner uzima traženi broj komada, a ostatak tereta se opet pohranjuje na svoje mjesto.



Slika 10. Shematski prikaz principa "roba čovjeku" [Gudehus & Kotzab, 2012]

Rjeđe se koristi zbog visokih troškova ulaganja u brojne oblike dizalica, karusela ili vertikalnih podiznih modula, koji moraju biti prilagođeni teretu (npr. veličini proizvoda ili zahtjevima rukovanja), pakiranju (pojedinačni proizvodi, kutije, posude ili palete), te količini prometa i obrtaju. Budući da se mjesto izuzimanja nalazi se na kraju prolaza, ovi se sustavi još nazivaju i sustavi "na kraju prolaza" (eng. „end-of-aisle“).

Prednosti [7]:

- Bez ili uz minimalno kretanje komisionera
- Ergonomska radna mjesta
- Podrška uređajima za rukovanje teškim ili glomaznim artiklima
- Visoka učinkovitost komisioniranja zbog eliminacije putovanja
- Nema problema s nedostatnim artiklima za narudžbu
- Jednostavno pomicanje i nadopunjavanje praznih posuda za nošenje tereta
- Visoka fleksibilnost u slučaju promjene asortimana ili strukture narudžbe
- Ušteda prostora zbog automatizacije nadopunjavanja (nema rezervnog prostora)
- Optimalna zaštita zaliha od neautoriziranog pristupa
- Mali zahtjevi za prostorom jer nisu potrebni prolazi za izuzimanje
- Depoi mogu biti locirani u blizini prostora za pakiranje ili utovar

Nedostaci [7]:

- Vrlo visoka ulaganja za automatizaciju nadopunjavanja/izuzimanja i pokretne trake/robote
- Dugačko vrijeme dostave narudžbe za artikle na paletama i u velikim kontejnerima/posudama
- Ograničena fleksibilnost kod varijabilne potražnje za komisioniranjem



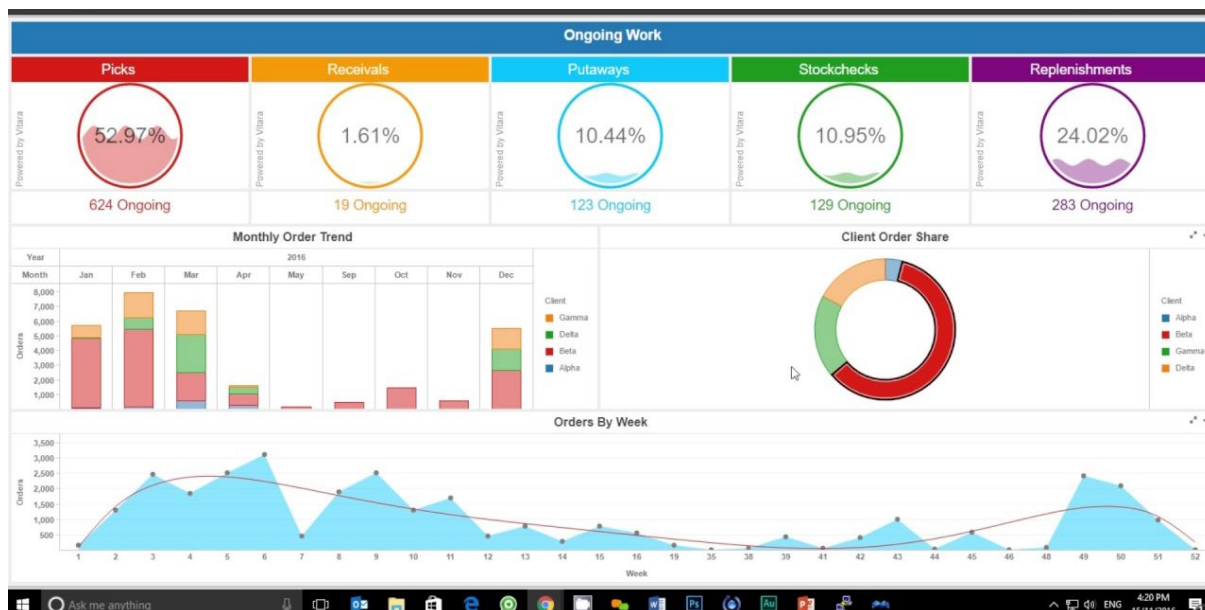
Slika 11. Primjer komisioniranja prema principu „roba čovjeku“ – SSI SCHAEFER

5. KLJUČNE TEHNOLOGIJE ZA PODRŠKU KOMISIONIRANJU

Na tržištu postoje mnogobrojne tehnologije za podršku procesima upravljanja zalihama i komisioniranja, a variraju u rasponu od prilično jednostavnih do visoko automatiziranih. Bez obzira na rješenje, osnovne tehnologije i elementi sustava komisioniranja su isti, a najvažniji su oni koji pomažu tvrtki i radnicima u identificiranju, praćenju, provjeri, organizaciji, skladištenju, lokaciji, razvrstavanju i rukovanju zalihama. Uz velik broj dostupnih opcija na tržištu može biti teško znati koje tehnologije komisioniranja su najprikladnije za određeni sustav. Ipak, odabir tehnologija za podršku komisioniranju u modernom sustavu se svodi na pet tehnologija koje moraju raditi zajedno kako bi se ostvarili zadani ciljevi sustava. Tih 5 tehnologija su software za upravljanje skladištem, sustavi za odlaganje, sustavi za transport, sustavi za automatsku identifikaciju i sakupljanje podataka, te sustavi usmjeravanje komisionera [10].

5.1 Sustav za upravljanje skladištem

Kao što je već prije spomenuto, sustavi za upravljanje skladištem (WMS) predstavljaju bitnu tehnologiju koja pomaže u organizaciji cjelokupnog sustava komisioniranja. WMS je softverska aplikacija dizajnirana da daje potporu, optimizira funkcionalnost i olakša menadžment distributivnog centra. Softver je mozak sustava, on čuva evidenciju svih pojedinačnih proizvoda, njihove količine i skladišne lokacije, dok ulaze, kreću se unutar skladišta i dok izlaze iz distributivnog centra. Osnovni skladišni sustavi za to mogu upotrebljavati Excel softver za proračunske tablice, ili jednostavne osobno razvijene programske sustave, ali za napredniji rad će ipak biti potrebna viša razina podrške softvera za upravljanje narudžbama. Softver za upravljanje zalihama može biti samostalan, ali često je dio operativnog softvera za upravljanje skladištem (WMS) koji koordinira, upravlja i usmjerava rukovanje zalihama i ljudima tijekom različitih procesa skladištenja. Sustav dokumentira podatke o inventaru pri zaprimanju robe, te koordinira odlaganje, pakiranje, konsolidaciju naloga, otpremu, manifest i sve ostale funkcije povezane s komisioniranjem. Izborom dobrog WMS-a, prikladnog za određeno skladište, povećava se efikasnost i učinkovitost procesa komisioniranja, ali i cjelokupnog sustava skladištenja. Primjer analitičkog sučelja Micrologistics WMS sustava dan je na slici 12.



Slika 12. Prikaz analitičkog sučelja Microlistics WMS sustava [11]

5.2 Sustavi za odlaganje

Sustavi koji se koriste za fizičko odlaganje proizvoda. Postoje mnogi različiti sustavi za odlaganje, koji variraju od statičkih regala do automatiziranih sustava za odlaganje i izuzimanje koji rade na principu komisioniranja „roba čovjeku“. U praksi se obično koriste kombinacije različitih sustava za odlaganje, a neki od tih sustava su [10]:

- Polični regali – praktične i ekonomične police koje služe za spremanje manjih, laganih i ručno izuzimanih predmeta, obično u kartonskim kutijama ili organiziranim u plastične posude za višekratnu upotrebu. Predstavlja najbolju metodu komisioniranja u situacijama s malo narudžbi i malo izuzimanja po stavci, a primjer izvedbe poličnog regala dan je na slici 13.



Slika 13. Polični regali

- Paletni regali - projektirani za spremanje paletiziranog tereta, ovim sustavima se uglavnom pristupa s viličarima. Mogu se podijeliti s valjkastim konvejerom kako bi se stvorio protočni nosač za sakupljanje manjih predmeta. Primjer izvedbe paletnog regala prikazan je na slici 14.



Slika 14. Paletni regali

- Horizontalni karuseli - sastoji se od posuda postavljenih na ovalnu stazu, koje se okreću vodoravno da bi operater mogao izuzeti pohranjene predmete. Ovi samostalni, dinamični AS/RS štede do 60% podnog prostora u usporedbi sa standardnim policama i regalima i dostavljaju proizvode operaterima na principu „roba čovjeku“.
- Vertikalni karuseli - sastavljeni od niza polica koje se okreću oko staze, ovi AS/RS brzo isporučuju pohranjene predmete na ergonomski postavljen radni pult po naredbi operatera. U usporedbi sa statičkim policama i regalima štede i do 75% prostora.



Slika 15. Horizontalni i vertikalni karuseli

- Vertikalni podizni modul (VLM) - zatvoreni AS/RS koji sadrži dva stupca ladica sa središnjim ekstraktorom koji automatski locira i dohvaća spremljene ladice iz oba stupca, te ih zatim dovodi i prezentira operateru za izuzimanje (Slika 16).

- Ovi sustavi štede do 85% podnog prostora u usporedbi sa statičkim poličnim regalima.



Slika 16. Vertikalni podizni modul

- Robotski shuttle-ovi – sustavi za rukovanje kutijama, paletama ili ladicama. Ovaj AS/RS koristi neovisne robotske shuttle-ove koji su integrirani u sustav (Slika 17). Shuttle-ovi putuju neovisno jedan o drugome od razine do razine, vozeći se uskim nosačima na svakoj razini skladištenja kako bi dohvaćali pohranjene predmete velikim brzinama.



Slika 17. Primjer robotskog shuttle sustava

5.3 Sustavi za transport

Sljedeći dio koji treba razmotriti je kako transportirati proizvode po skladištu. U rasponu od ručno upravljanih do visoko automatiziranih, jedno ili više različitih transportnih sredstava i tehnologija mogu se koristiti za premještanje zaliha unutar skladišta, od prijema robe sve do spremanja, skladištenja, komisioniranja, dopunjavanja, konsolidacije, pakiranja i utovara iste. Mnoge operacije koriste više transportnih sustava, ovisno o veličini i težini predmeta ili tereta koji se premještaju. Među njima najčešće korištene tehnologije su [10]:

- Paletari (tzv. „žabe“) – ručno gurano vozilo sa vilicama za premještanje jedne palete na podnoj razini skladišta (Slika 18)



Slika 18. Paletari

- Ručna kolica – ručno gurane preko ručke ili vučene iza vozila kao prikolice, ovi sustavi se koriste za komisioniranje nepaletiziranog, jediničnog pakiranja. Neka kolica imaju više razina polica za držanje komisioniranih proizvoda. (Slika 19)



Slika 19. Ručna kolica za komisioniranje

- **Viličari** – energetski pogonjena vozila za premještanje paletiziranog tereta. Najčešće izvedbe za zatvorene prostore su električni viličari, a za otvorene prostore plinski, benzinski i dizel viličari. Najčešće su korišteni za utovar i istovar kamiona, te spremanje i izuzimanje paleta iz regala. (Slika 20 i 21)



Slika 20. Skladišni visoko regalni viličar



Slika 21. Električni paletni visokopodizni viličar

- **Fiksirani transporteri** – konvejeri koji se mogu orijentirati vodoravno, okomito ili na nagibu, pomičući tako terete u rasponu od pojedinačnih proizvoda do pakiranja i punih paleta iz jednog područja u drugo (Slika 22). Tipične aplikacije za komisioniranje uključuju njihovo postavljanje između zona komisioniranja za transportiranje izuzetih proizvoda od jednog komisionera do drugog, transportiranje završenih narudžbi do mjesta pakiranja, te od mjesta pakiranja do mjesta za utovar.



Slika 22. Sustav konvejera za komisioniranje

- Automatski vođena vozila (AGV) – računalno vođena vozila na kotačima koja navigiraju pokupljeni ili povlačeni teret autonomno kroz skladište. Mogu se programirati da dovode palete proizvoda komisioneru ili da prate komisionera koji izuzima proizvode i stavlja ih na paletu koju transportira AGV. (Slika 23)



Slika 23. AGV

- Autonomni mobilni roboti (AMR) – računalno upravljani i manji od AGV-ova, autonomno transportiraju manje terete kroz skladište. Mogu se koristiti za transport statičnih polica do komisionera ili za transport izuzetih proizvoda od jedne do druge lokacije. (Slika 24)



Slika 24. AMR

5.4 Sustav za automatsku identifikaciju i sakupljanje podataka

Sustavi za automatsku identifikaciju i sakupljanje podataka su tehnologije dizajnirane za automatsko prikupljanje podataka s objekta i prijenos tih podataka u računalni sustav, bez potrebe za njihovim ručnim unosom. Ovi sustavi osiguravaju točnost podataka i poboljšavaju produktivnost radnika pri komisioniranju. Koristeći se sustavom za automatsko praćenje predmeta i smanjenje ručnog unosa, ove tehnologije omogućuju brzu i točnu identifikaciju proizvoda potrebnih za izuzimanje, bili oni pojedinačni proizvodi, kutije ili palete, te njihove pozicije na kojima su pohranjeni. Bez obzira na složenost komisioniranja narudžbi, preporučuje se implementirati neku vrstu automatskog prikupljanja podataka kako bi se izbjegle skupe pogreške uslijed netočnih podataka. Najčešći sustavi identifikacije su skeniranje barkodova i identifikacija radio frekvencijom (eng. RFID).

Skeniranje barkôdova - oznake barkodom ili crtičnim kôdom vrlo su česte i mogu se skenirati ručnim skeniranjem ili unaprijed pozicioniranim kamerama, kako bi se odmah potvrdile informacije koje kod sadrži, a zatim ti podaci prenijeli u drugi sustav koji obrađuje podatke i daje indikacije o tome koji se proizvodi moraju izuzeti. (Slika 26)

Identifikacija radio frekvencijom tzv. „RFID“ - podaci o proizvodu se kodiraju u malu oznaku ili naljepnicu koristeći integrirani strujni krug i antenu. Podatke zatim RFID čitač hvata pomoću radio valova i prenosi u matični podatkovni sustav. Za razliku od barkodova, podaci s RFID oznake mogu se snimiti bez da su u vidnome polju. (Slika 25)



Slika 26. RFID čitači



Slika 25. Skeniranje barkôda

5.5 Sustavi za usmjeravanje komisionera

Sustavi za usmjeravanje komisionera pomažu operaterima da brzo i precizno pronađu potrebne stavke kod komisioniranja. Ti sustavi usmjeravaju operatera na određeno mjesto i pružaju mu informacije potrebne za obavljanje procesa komisioniranja. U praksi su najčešće korišteni jednostavni sustavi u kojima se isprintaju narudžbe i zaokružuju izuzeti proizvodi olovkom (eng. paper-based picking), te radnik sam donosi odluke o ruti kojom će se kretati kako bi izuzeo tražene proizvode. Druga najčešće korištena tehnologija komisioniranja je sustav sa RF barkod terminalima (eng. RF picking), koji se koriste u kombinaciji sa WMS-om kako bi se radnicima dao uvid u stanje narudžbi i odredile predodređene rute kojima se radnici trebaju kretati kako bi na najefikasniji način izvršili narudžbu.

Moderni sustavi za usmjeravanje komisionera predstavljaju rješenja koja omogućuju radnicima da rade na komisioniranju bez potrebe da im jedna ruka bude zauzeta zapisivanjem i praćenjem narudžbe, što rezultira izuzetno visokom točnosti odrađenih narudžbi, skraćanjem vremena potrebnog za treniranje radnika i općenito većim brzinama komisioniranja. Tri najčešća takva takozvana „hands-free“ sustava za indikaciju izuzimanja su svjetlom usmjereno (eng. pick to light) komisioniranje, vizijsko (eng. vision picking) komisioniranje i glasom usmjereno (eng. voice picking) komisioniranje.

5.5.1 *Sustav komisioniranja sa RF barkod terminalima*

Manje moderan i jednostavniji, ali isto tako najpopularniji i najrašireniji sustav komisioniranja predstavlja sustav komisioniranja sa RF barkod terminalima. Kod takvog sustava komisioniranja svaki komisioner uz sebe ima prijenosni RF barkod skener, povezan preko radio frekvencije sa sustavom upravljanja skladištem, pomoću kojeg dobiva informacije o narudžbi, potvrđuje izuzete proizvode i dobiva informacije o najboljoj ruti kretanja kroz skladište. Na slici 27 dan je primjer jednog RF barkod skenera i njegove uporabe pri komisioniranju pojedinačnih dijelova iz sustava ladica.



Slika 27. Motorola RF barkod terminal i primjer uporabe

Princip rada komisioniranja sa RF barkod terminalima je sljedeći:

- 1) Radnik odabire narudžbu sa RF terminala.
- 2) Terminal je povezan sa WMS-om, te tako dobiva informacije o narudžbi i sljedećoj lokaciji izuzimanja.
- 3) Nakon dolaska na svaku lokaciju komisioner skenira barkod proizvoda, čime potvrđuje njegovo izuzimanje i dobiva informaciju o sljedećoj lokaciji izuzimanja.
- 4) Nakon završetka kompletne narudžbe, potvrđuje ispunjenje trenutne narudžbe, te dobiva novu narudžbu i ponavlja cijeli proces.

Neke od prednosti komisioniranja sa RF barkod terminalima naspram drugih tehnologija su:

- Vrlo fleksibilan sustav koji se uz proces komisioniranja može koristiti i u drugim skladišnim procesima (primanju isporuka, provjere stanja proizvoda u skladištu, procesu pakiranja itd.)
- Veliko poboljšanje brzine, točnosti i efikasnosti naspram sustava sa olovkom i papirom
- Relativno jeftina investicija sa brzim povratom uložених sredstava, pogotovo ako u skladištu već postoji WMS sustav
- Jeftino održavanje sustava
- Podržava različite metode komisioniranja
- Sustav se osvježava u stvarnom vremenu, zbog čega su informacije uvijek točne
- Laka kontrola produktivnosti radnika
- Lagano ispravljanje grešaka kod krivog upisa proizvoda
- Nudi više informacija o proizvodu (masa, dimenzije, LOT-broj, količina)

Dok su neki od nedostataka komisioniranja sa RF barkod terminalima:

- Nije „hands-free“ tehnologija, lošija ergonomija od modernijih sustava
- Niža efikasnost od modernijih „hands-free“ sustava
- Nije najjednostavniji sustav za korištenje
- Moguće greške kod unosa masa ili količina
- Treba neko vrijeme da se radnici naviknu na rad sa sustavom

Komisioniranje pomoću RF barkod terminala nije najmodernija „hands-free“ tehnologija komisioniranja, ali budući da je investicijski jeftina, brzo isplativa i ekstremno fleksibilna tehnologija, koja se lako prilagođava postojećem sustavu skladištenja i ubrzava trenutno provedene radne procese, nije čudno da je najrasprostranjenija tehnologija za usmjeravanje i kontroliranje procesa komisioniranja.

5.5.2 *Svjetlom usmjereno komisioniranje*

„Pick to light“ sustavi su zamišljeni kao jednostavni, a opet vrlo učinkoviti sustavi koji će pojednostavniti proces komisioniranja i povećati učinkovitost, točnost i produktivnost skladišta, te pritom smanjiti troškove. Sustavi sadrže svjetlosne uređaje montirane na mjestima gdje je roba pohranjena, tzv. radnim stanicama, kako bi operatore usmjerila na tražena mjesta te time smanjila potrebno vrijeme za ispunjavanje narudžbe. Ova metoda je i ekološki osviještena, budući da umjesto brojnih papira implementira ekrane s numeričkim oznakama i gumbima, direktno na mjestu skladištenja. Primjer izvedbe „pick to light“ sustava dan je na slici 28, a njegova arhitektura na slici 29.



Slika 28. „Pick to light“ sustav

Postoje razne varijacije ovog sustava, no osnove rada su slične [13]:

- 1) Radnik skenira barkod koji je nalijepljen na privremene (ponovno iskoristive) spremnike u koje će se dijelovi komisionirati.
- 2) LED ekrani usmjeravaju radnika pomoću svijetla, te osvjetljavaju put do željenog mjesta gdje je pohranjen određeni proizvod. Na samom mjestu, ekran pokazuje koji predmet i koju količinu tog predmeta treba izuzeti.
- 3) Radnik na ekranu potvrđuje odabir, te uzima predmete koje zatim pohranjuje u prijenosni spremnik.
- 4) Ovaj proces se ponavlja, tj. sustav „osvjetljava“ put do sljedećeg proizvoda, sve dok svi zahtijevani proizvodi nisu smješteni u prijenosni spremnik.



Slika 29. Arhitektura „Pick to light“ sustava

Neke od prednosti svjetlom usmjerenog komisioniranja [13]:

- Lakoća korištenja - trening radnika za rad u skladištu tradicionalnom metodom traje satima, a ponekad čak i danima, ovisno o veličini i kompleksnosti skladišnog prostora. Korištenjem „Pick to light“ metode trening se završava u roku od pola sata.
- Preciznije narudžbe - implementacijom „pick to light“ sustava značajno se smanjuje posao korisničke podrške, budući da je broj pogrešno isporučenih narudžbi znatno manji.
- Bez papira - osim što je ekološki puno prihvatljivija opcija, ona također dodatno štedi vrijeme, budući da operator ne mora voditi papirnatu evidenciju.

- Integracija sustava - „pick to light“ je moguće primijeniti kao samostalni sustav, ali i kao nadogradnju na već postojeći, ovisno o potrebama skladišta. Može skladno raditi s WMS, ERP, SCM i ostalim sustavima za bolju kontrolu skladišta. Napredniji „Pick to light“ sustavi nude i analizu produktivnosti, brzine odabira te druge zanimljive parametre, kako bi dali bolji uvid u sam rad sustava.
- Povećana učinkovitost - ovaj sustav je uglavnom organiziran po već postojećim radnim zonama, što značajno smanjuje potrebu za hodanjem, te samim time povećava produktivnost. Ako je za narudžbu potrebno proći kroz više radnih zona, „pick to light“ sustav slijedi narudžbu te tako također smanjuje prazni hod. Neki sustavi imaju mogućnost dodavanja svjetla na kolica ili viličare, pa će tako jedan operator biti u mogućnosti izvršiti cijelu narudžbu, neovisno radi li se o više radnih zona.
- Niži troškovi rada - sve gore navedene uštede, odnosno prednosti pred tradicionalnom metodom rada skladišta kao nusprodukt imaju i smanjenje samih troškova rada.

Kao jedan od glavnih nedostataka uvođenja svjetlom usmjerenog komisioniranja navodi se veća cijena implementacije u usporedbi sa vizijskim i glasovno usmjerenim komisioniranjem.

Primjer kompanije koja koristi „Pick to light“ sustav predstavlja Hillman Group Inc [12]. Ovaj vodeći dobavljač vijaka i matica koristi „Pick to light“ sustav da precizno odabere potrebne proizvode, iz kataloga proizvoda sa sličnim pakiranjima, za ispunjavanje narudžbi za veleprodajne i druge maloprodajne prodavače (Slike 30). Uvođenjem tog sustava ostvarili su povećanje produktivnosti komisioniranja od 35% i povećali broj ispunjenih dnevnih narudžbi čak 300%.

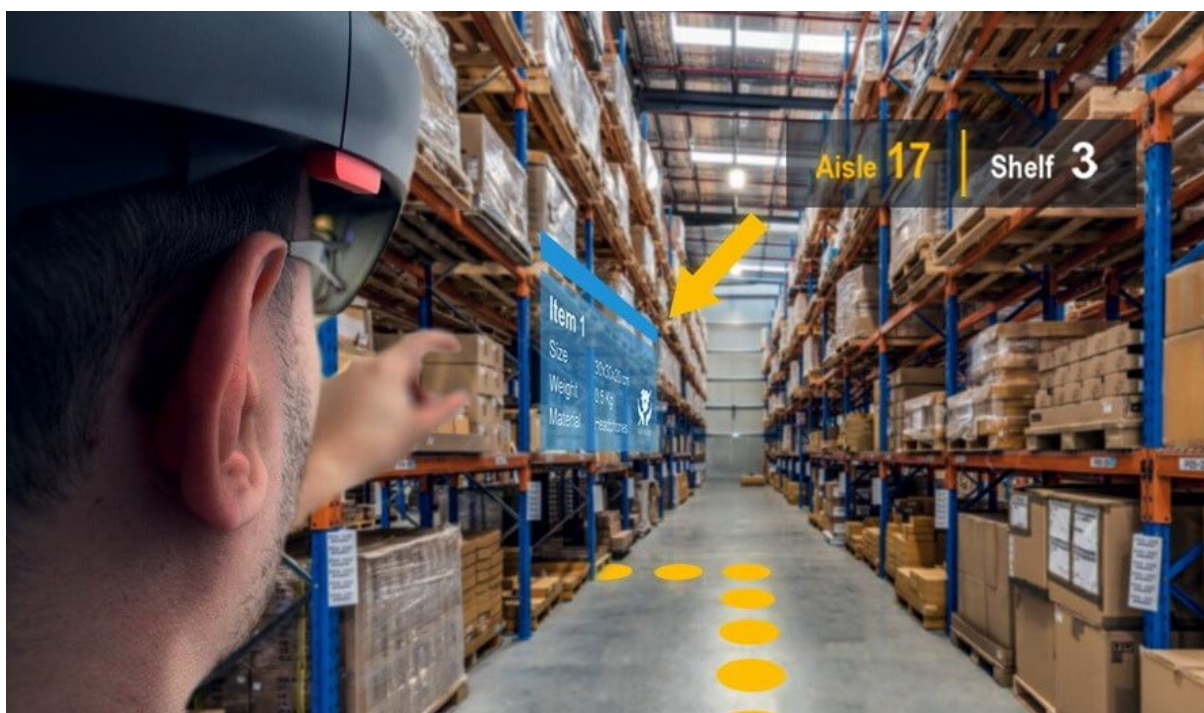


Slike 30. Primjena „Pick to light“ sustava u kompaniji Hillman Group Inc. [12]

5.5.3 Vizijsko komisioniranje

Vizijsko komisioniranje (eng. visual picking, vision picking) ili vizijski vođeno komisioniranje (eng. visual guided picking), odnosno popularno eng. „pick-by-vision“ je inovativno korišćenje naprednih pametnih tehnologija proširene stvarnosti za grafički prikaz podataka potrebnih za proces komisioniranja. [14]

Kako bi se tehnologija vizijskog komisioniranja mogla implementirati, potrebno je zadovoljiti nekoliko uvjeta: vizualizaciju, interakciju, praćenje i navigaciju. Vizualizacija se ostvaruje pomoću zaslona postavljenog na glavu (eng. Head-mounted Display, HMD) kojeg nosi komisioner (Slika 31). To je vrsta uređaja koji se, kao što naziv govori, nosi na glavi ili je ugrađen u dio kacige, a opremljen je tehnologijom proširene stvarnosti (eng. Augmented Reality, AR). AR tehnologija se temelji na postavljanju virtualnih slojeva u okruženje “prave” stvarnosti. AR aplikacije čitaju kontekstualne informacije slojeva, te na temelju njih korisnik prima interaktivnu povratnu informaciju u obliku virtualnog sadržaja [15]. Osim HMD-a, postoje i AR naočale, tj. pametne naočale (eng. smart glasses) kroz čije se leće vidi stvarnost oko sebe, ali i dodatni elementi proširene stvarnosti kojima se dopunjuje slika.



Slika 31. HMD i proširena stvarnost

Vizijsko komisioniranje je sustav namijenjen potpunom uranjanju korisnika u proširenu stvarnost, koja mu se prikazuje preko HMD-a, te osigurava da, bez obzira gdje okrene glavu, može vidjeti sve što mu je potrebno jer je zaslon postavljen ispred očiju. Upravljački softver je implementiran u sustav upravljanja skladištem, WMS, te izdaje instrukcije i prati stanje na zalihama. Isto tako komisioner mora na određeni način imati interakciju s istim, odnosno mora mu biti omogućena povratna informacija od strane komisionera. Stoga se izuzimanje može potvrditi pritiskom na tipku na naočalama, specifičnim pokretom ili očitanjem barkoda ili RFID tagova proizvoda pogledom. U kombinaciji s govornim sustavom za unos podataka, uređaj je „hands –free“ i radnik može koristiti obje ruke za izuzimanje proizvoda. Tehnologija također može pratiti poziciju komisionera u skladištu te mu olakšati posao dajući mu optimalnu rutu do skladišne lokacije proizvoda kojeg je potrebno izuzeti.

Princip rada sa vizijski usmjerenim sustavom komisioniranja je sljedeći:

- 1) Vizijsko komisioniranje, kao i svaki drugi proces komisioniranja, započinje dobivanjem naloga za komisioniranje.
- 2) Potrebni artikli koji se trebaju izuzeti prikazuju se na zaslonu.
- 3) Komisioner preko ugrađenog mikrofona zatraži skladišnu lokaciju iz koje je potrebno izuzeti stavku.
- 4) HMD mu prikaže optimalnu rutu do lokacije, te, kada komisioner dođe do lokacije, uređaj skenira crtični kod lokacije i potvrđuje da se komisioner nalazi na ispravnoj lokaciji.
- 5) Vizijska tehnologija također odmah potvrdi je li izuzet ispravan artikl i točna količina.
- 6) Ako je, dio narudžbe je tada gotov i sustav ažurira nalog i stanje zaliha.
- 7) Zatim se cijeli proces ponavlja dok se ne izuzmu sve stavke s naloga za komisioniranje.

Neke od prednosti vizijski usmjerenog komisioniranja naspram drugih tehnologija su:

- Sustav identificira i potvrđuje skladišne lokacije s kojih se izuzima proizvod, čime se povećava točnost i smanjuje vrijeme komisioniranja jer se istovremeno prikazuje više informacija. Kod klasičnog papirnato komisioniranja točnost je smanjena i radnici su skloniji greškama.

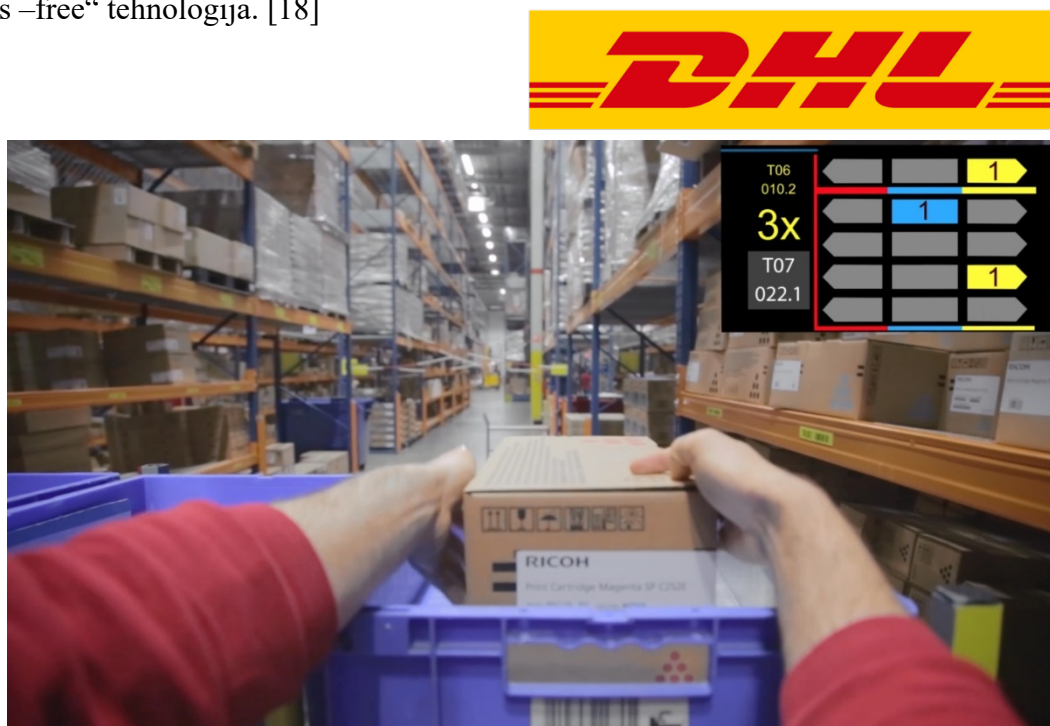
- Tehnologija vizijskog komisioniranja u potpunosti je mobilna i može se koristiti bez potrebe za punjenjem opreme u toku radne smjene.
- Svi izuzeti proizvodi lako se mogu provjeriti automatskim skeniranjem crtičnih kodova bez da zaposlenik mora poduzeti dodatne korake. Time se poboljšava upravljanje zalihama i pruža stalna kontrola kvalitete uz smanjenu potrebu za revizijom narudžbi.
- Uređaj također optimizira rutu kretanja komisionera pritom minimizirajući nepotreban hod. U odnosu na druge tehnologije komisioniranja to je značajno poboljšanje jer se smanjuje vrijeme i napor koji radnik mora izdvojiti da bi pronašao skladišnu lokaciju proizvoda kojeg treba izuzeti.
- Zahvaljujući intuitivnom korisničkom sučelju vizijsko komisioniranje vrlo je jednostavno za naučiti i koristiti, smanjujući tako vrijeme potrebno za osposobljavanje zaposlenika i do 50%. [16]
- Komisioner dobiva informacije u stvarnom vremenu i ima u potpunosti slobodne ruke, za razliku od komisioniranja s RF (radijsko frekvencijskim) čitačem.
- Vizijsko komisioniranje može se implementirati u svakom skladištu bez potrebe za strukturnom promjenom ili nekim drugim preinakama. Jedini uvjet je da skladište ima WMS koji će dati instrukcije za komisioniranje. U odnosu na druge tehnologije komisioniranja kao što je svjetlom usmjereno komisioniranje, to predstavlja veliku prednost.
- U bučnim skladištima vizijsko komisioniranje ima prednost naspram glasom usmjerenog komisioniranja, a istraživanja koja su uspoređivala glasom usmjereno komisioniranje i vizijsko komisioniranje pokazala su da obje tehnologije daju sličnu razinu produktivnosti, ali vizijsko komisioniranje daje veću točnost. [17]

Dok su neki od nedostataka vizijski usmjerenog komisioniranja:

- Cjenovno, zahtjeva visoka ulaganja ako već ne postoji WMS sustav u koji bi se moglo integrirati vizijsko komisioniranje.
- Korištenje HMD-a kod komisioniranja paleta pri čemu komisioner radi na viličaru nije moguće zbog zaštite na radu. Pametne naočale ograničile bi vidno polje radnika povećavajući rizik nesreće.

- Komisioner koji koristi tehnologiju vizijskog komisioniranja mora nositi HMD tijekom smjene od osam sati. Stoga zaslon postavljen na glavu mora biti lagan i ergonomski dizajniran. Također mora imati bateriju koja će raditi minimalno osam sati bez potrebe za punjenjem, te ne smije ograničavati vidno polje radnika.
- Tehnologija vizijskog komisioniranja je relativno nova tako da dugoročne posljedice za zdravlje nisu u potpunosti istražene. Prema nekim istraživanjima, duže korištenje HMD-a može, u nekim slučajevima, zamoriti radnika te rezultirati glavoboljama, umorom očiju i nelagodnom

Primjer primjene vizijskog komisioniranja može se vidjeti u tvrtki DHL (Slika 32). DHL, globalni predvodnik u logistici, 2014. je započeo projekt implementacije tehnologije vizijskog komisioniranja u suradnji s Google-om i Vuzix-om i njihovim pametnim naočalama za proširenu stvarnost te Ubimax-om i njegovim softverom. Početni test u Nizozemskoj pokazao je značajno povećanje produktivnosti i točnosti te ukupni porast zadovoljstva zaposlenika, dokazujući da proširena stvarnost može snažno utjecati na logistiku. Rukovoditelji DHL-a su izvijestili da su zaposlenici oduševljeni korištenjem najsuvremenije tehnologije. Također su izjavili da su komisioneri zadovoljni jednostavnošću opreme i prednostima koje im pruža ova „hands –free“ tehnologija. [18]



Slika 32. Primjena vizijskog komisioniranja u DHL-u

5.5.4 Glasom usmjereno komisioniranje (eng. „Voice picking“)

Glasom usmjereno komisioniranje (eng. voice directed picking) ili skraćeno komisioniranje glasom (eng. voice picking), poznatije jednostavno kao eng. „pick-by-voice“, je tehnologija koja objedinjuje računalne tehnologije sintetizatora ljudskog govora i prepoznavanja ljudskog govora [14]. Komisioneri na glavi nose slušalice s mikrofonom, spojene na RF terminal za pojasom (Slika 33). U slučaju glasom usmjerenog komisioniranja, WMS šalje glasovnu poruku komisioneru koji nalog da izvrši, a komisioner će, nakon izvršenja, govorom u mikrofona potvrditi to. Tako je zapravo riješen problem zauzetosti ruku komisionera u odnosu na konvencionalan način u kojem je komisioner nosio papirnati radni nalog i izuzimao robu te zapisivanjem potvrđivao izvršenost. Sve što je potrebno imati za glasom usmjereno komisioniranje je set slušalica s mikrofonom, RF terminal preko kojeg će biti spojen s WMS-om, te WMS koji će zadavati radne zadatke.

Glasom usmjereno komisioniranje je najpogodnije za sustav čovjek robi jer tu donosi znatne uštede u vremenu budući da komisioner ima slobodne ruke i kreće se skladištem kako mu sustav zadaje naredbe (Slika 34). Manju efikasnost postiže u sustavu roba čovjeku jer se komisioner nalazi na jednom mjestu i ne mora hodati između regala, ali opet je prednost to što ima obje ruke slobodne za rad što znači da ne mora ručno ispunjavati radni nalog. Glasom usmjereno komisioniranje pogodno je za komisioniranje kutija i pojedinačnih proizvoda. Nadalje, sustav je efikasniji zbog WMS-a jer nestaju problemi koji su se javljali u manualnim sustavima komisioniranja. Komisioner ne treba sam odlučiti kojim putem će se kretati, već samo izvršava naredbe, što znači da su optimizirane metode usmjeravanja odlaganja i organizacije. Glasom usmjereno komisioniranje najčešće se koristi kod izuzimanja dijelova za sastavljanje kompleta, komisioniranja u hladnom skladištu, komisioniranje cijelih kutija, te za komisioniranje u okruženjima koji zahtijevaju posebnu odjeću ili drugu zaštitu



Slika 33. Slušalice i terminal za glasom usmjereno komisioniranje

Princip rada sa glasovno usmjerenim sustavom komisioniranja je sljedeći [20]:

- 1) Svaki komisioner opremljen je slušalicama s mikrofonom i terminalom, a često nose i barkod skenere za veću učinkovitost.
- 2) Narudžbe se uvoze iz matičnog sustava (najčešće WMS) te se bilježe, sekvenciraju i puštaju u obradu.
- 3) Komisioner će dobiti glasovne upute o tome na kojoj lokaciji, koji proizvod i u kojoj količini mora izuzeti.
- 4) Komisioner glasovno potvrđuje na koju lokaciju je došao i sustav potvrđuje lokaciju i zadaje količinu proizvoda za izuzimanje.
- 5) Komisioner usmeno potvrđuje izuzetu količinu, sustav to prepoznaje, uspoređuje sa traženom količinom i odobrava daljnje kretanje.
- 6) Sustav šalje komisionera na iduću lokaciju optimizirajući put kretanja i ažurira novo stanje proizvoda na skladištu.

Neke od prednosti glasom usmjerenog komisioniranja naspram drugih tehnologija su:

- Jeftinija je za uvođenje od ostalih tehnologija jer zahtijeva samo slušalice s mikrofonom koje su povezane na glavni sustav, što je jeftinije u odnosu na uvođenje svjetlom usmjerenog ili vizijskog komisioniranja.
- Za treniranje komisionera potrebno je kratko vrijeme zato što se kod glasom usmjerenog koristi svakodnevni jezik, a radnici neće morati pamtiti rute ili bilo kakve podatke.
- Sam sustav optimizira put kretanja, što je ergonomski povoljno za radnika jer mora manje hodati i ne mora držati pognutu glavu kako bi čitao radni nalog.
- Korištenjem glasom usmjerenog komisioniranja povećava se točnost do 85% i produktivnost za do 35%, zato što su instrukcije usmenim putem jednostavne za razumjeti, komisioner ima slobodne ruke, te nema distrakcija. [20]
- Uvođenje glasom usmjerenog komisioniranja dovodi do sigurnijeg skladišta jer radnici uvijek vide svoju okolinu zbog toga što ne gledaju u nikakve uređaje ili papirologiju.
- Ovakav sustav može kombinirati s različitim tehnologijama i prilagoditi točnom problemu. Primjerice, glasom usmjerenom komisioniranje uz korištenje barkod skenera.

- Kada se prednosti izraze u brojkama, dobiva se povećanje produktivnosti za 10-35%, smanjenje grešaka za 10-25%, reducirano vrijeme obuke za 50%, smanjeno rukovanje proizvodima i kretanje za 30% te smanjenje broja ozljeda na radu za 20%. [21]

Dok su neki od nedostataka glasom usmjerenog komisioniranja:

- Sustav je relativno skup jer je ipak potrebno implementirati WMS i kupiti opremu za komisionere, ali opet jeftiniji u odnosu na svjetlosne i vizijske tehnologijama usmjeravanja.
- Smanjena sigurnost u smislu da slušalice sprječavaju radnika da čuje zvukove, primjerice približavanje viličara i sl.
- Smanjuje se socijalizacija među radnicima jer zaposlenik praktički komunicira samo s računalom.
- Sustav možda ne podržava jezik radnika, a radnik možda neće dobro znati engleski te bi se mogla smanjiti točnost rada i javiti greške.
- Postoji mogućnost da komisioner ne čuje dobro naredbu ili da ju ne razumije, te pozadinska buka može otežati razumijevanje i uporabu glasom usmjerenog komisioniranja.
- Implementacijom glasovnog komisioniranja nije u potpunosti riješeno skeniranje barkodova i dalje se zahtijeva upotreba skenera za određene poslove, dok je taj problem riješen primjerice vizijskim komisioniranjem kod kojeg pametne naočale skeniraju barkod, a ruke su slobodne.
- Pri dužem korištenju, sustav može imati negativne posljedice u smislu oštećenja sluha, neudobnosti slušalica i sl.



Slika 34. Glasom usmjerenom komisioniranju

5.5.5 Usporedba tehnologija za usmjeravanje komisionera

U tablici 1 i 2 dana je usporedba različitih atributa određenih tehnologija za usmjeravanje komisionera [24]:

LEGENDA:

- ↑ - ODLIČNO
- - SREDNJE DOBRO
- ↓ - LOŠE

KRITERIJ	RF barkod terminali	Svjetlom usmjereno komisioniranje	Vizijsko komisioniranje	Glasovno komisioniranje
<i>Hands-Free tehnologija</i>	NE	DA	DA	DA
<i>Kvaliteta dobivenih uputa</i>	→	↑	↑	→
<i>Vrijeme potrebno za obuku radnika</i>	→	↑	↑	↓
<i>Dobivanje dodatnih informacija o proizvodu i lokaciji</i>	↑	→	↑	→
<i>Ergonomija</i>	→	↑	→	→
<i>Nizak utjecaj na trenutne procese</i>	→	→	↑	↑
<i>Istovremen rad više radnika na narudžbi</i>	→	→	↑	↑
<i>Fleksibilnost kod promjena u skladištu</i>	↑	↓	↑	↑

Tablica 1. Usporedba tehnologija komisioniranja (1. dio)

KRITERIJ	RF barkod terminali	Svjetlom usmjereno komisioniranje	Vizijsko komisioniranje	Glasovno komisioniranje
<i>Podržavanje raznih tehnika usmjeravanja</i>	↑	↓	→	↑
<i>Produktivnost kod gusto naslaganih proizvoda</i>	→	↑	↑	→
<i>Produktivnost kod rijetko naslaganih proizvoda</i>	↑	↓	→	→
<i>Produktivnost</i>	↓	↑	↑	↑
<i>Smanjenje grešaka</i>	→	→	↑	↑
<i>Sposobnost ispravljanja grešaka</i>	↑	↓	→	→
<i>Trošak održavanja</i>	↑	↓	→	→
<i>Trošak uvođenja</i>	↑	↓	→	→

Tablica 2. Usporedba tehnologija komisioniranja (2. dio)

Kada se govori o komisioniranju, ne postoji jedno idealno rješenje ili jedna tehnologija koja je uvijek najbolja. Sve ovisi o tome kako je skladište organizirano, te kako su organizirani procesi u skladištu. Isto tako ovisi i o vrsti posla koji se radi, te vrsti, veličini i količini proizvoda koji se komisioniraju. Neke tehnologije su skupe i teško se uvode, ali donose velika poboljšanja u kvaliteti i brzini komisioniranja u specifičnim sustavima, dok su neke tehnologije relativno jeftine i dovoljno fleksibilne da se prilagode trenutnim procesima uz niske investicije vremena i novaca, uz još uvijek značajno poboljšanje naspram trenutnog sustava, pogotovo ako se trenutno koriste sustavi sa olovkom i papirom.

6. KOMISIONIRANJE U SKLADIŠTU SMRZNUTE ROBE

Za primjer glasom usmjerenog komisioniranja u skladištu smrznute robe odabrao se distributivni centar poduzeća Ledo plus d.o.o.

6.1 Opis odabrane tvrtke i skladišta

LEDO plus d.o.o. je najveći proizvođač industrijskog sladoleda i najveći distributer smrznute hrane u Republici Hrvatskoj, te je dio Fortenova grupacije (Slika 35). Osim u Hrvatskoj, Ledo posluje na tržištu Bosne i Hercegovine, Slovenije, Kosova, Crne Gore i Mađarske. A od 2013. godine u stopostotnom vlasništvu Leda posluje tvrtka Frikom, lider u sladoledima i smrznutoj hrani na tržištu Srbije i Makedonije.



Slika 35. Logotip Fortenova grupe i Ledo plus d.o.o.-a

Ledo je osnovan 1958. godine kada je na hrvatskom tržištu predstavio prvi industrijski sladoled Snjeguljicu, a danas, unatoč snažnoj prisutnosti svjetske konkurencije, Ledo je na domaćem tržištu u svim kategorijama tržišni lider. Takvu tržišnu poziciju postiže prije svega širokim asortimanom kvalitetnih proizvoda koji se kontinuirano nadopunjuju novim inovativnim proizvodima koji odgovaraju visokim zahtjevima potrošača.

Njihova misija i vizija su [26]:

„Mi smo vodeći proizvođač sladoleda i smrznute hrane u regiji. Visokom stručnošću i motivacijom zaposlenih udruženom s vrhunskom kvalitetom proizvoda i prodaje gradimo:

S potrošačima - Odnos omiljenog i pouzdanog „prijatelja cijele obitelji“

S kupcima - Odnos ozbiljnog i pouzdanog partnera

A u cjelokupnom okruženju - Sliku dinamične, otvorene, u svemu vodeće kompanije“

1999.g. Ledo je prvi puta certificiran prema međunarodnom standardu ISO 9001 za upravljanje kvalitetom i od tada se certifikat obnavlja svake godine. Politika upravljanja kvalitetom i sigurnošću hrane u potpunosti je usklađena sa zahtjevima norme ISO 9001:2015, IFS i BRC standarda te HACCP sustavom, dok je politika upravljanja okolišem i energetsom učinkovitošću u potpunosti je usklađena sa zahtjevima norme ISO 14001:2015 i ISO 50001:2011., te se sve norme redovito ocjenjuju i revidiraju.

Ledo ima širok asortiman proizvoda koji se dijeli na sladoled, smrznuto voće i povrće, smrznutu ribu, tijesta, gotova jela i smrznuto meso. Na slici 36 prikazani su razni popularni Ledo proizvodi iz njihovog širokog asortimana.



Slika 36. Razni Ledo smrznuti proizvodi

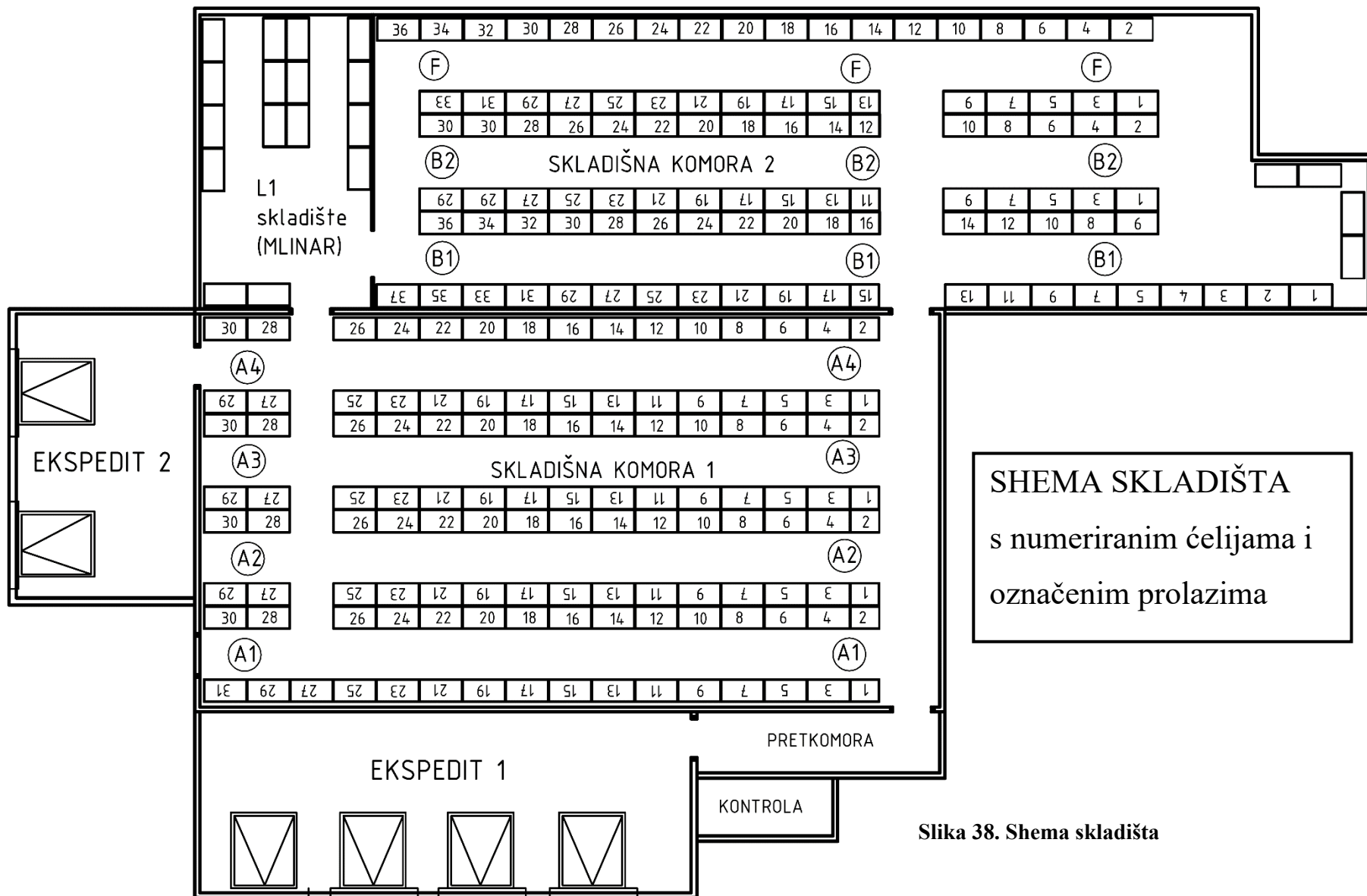
Distributivnu snagu Ledo grupe u regiji predstavlja preko 100 tisuća rashladnih uređaja na najatraktivnijim lokacijama diljem regije. Gotovo 500 kamiona - hladnjača, opremljenih informatičkom opremom te integriranih u računalni sustav Leda, svakodnevno distribuira Ledo proizvode vlastitim prodajnim mjestima, trgovinama na malo, ugostiteljstvu i javnim ustanovama te izvoznim tržištima. U 2006. godini Ledo je u potpunosti uveo sustav pretprodaje, uvođenjem novih mobilnih informatičkih sustava za prodajno osoblje, čime je omogućio potpuno i brzo zadovoljavanje potreba kupaca i potrošača te osigurao da kupac u svakom trenutku može doći do svojih omiljenih proizvoda. Suradnja s poslovnim partnerima velikim se dijelom odvija putem elektroničke razmjene podataka (narudžbe, računi) koja je dio šire, informatizirane B2B (Business to Business) platforme.

U Hrvatskoj Ledo ima dva distributivno - logistička skladišta, Zagreb i Dugopolje, iz kojih servisira šest cross-docking skladišta, Osijek, Slavonski Brod, Poreč, Rijeka, Zadar, Dubrovnik, i 20 tisuća dostavnih mjesta (trgovine, hoteli, kafići, restorani, te vlastita prodajna mjesta). Ledo osigurava dostavu napravljene narudžbe u roku 24 sata, pri čemu je sva roba, kroz sve dijelove transporta, uvijek zamrznuta i u "hladnom lancu".

U ovom radu opisivat će se skladišno distribucijski procesi u skladištu smrznute robe Ledo DC Zagreb (Slika 37). Shema skladišta i komisionih lokacija prikazane su na slici 38 i 39. Skladište ima oko 4000 skladišnih mjesta, od čega su oko 850 podne komisione lokacije sa kojih se komisionira oko 550 različitih artikala.

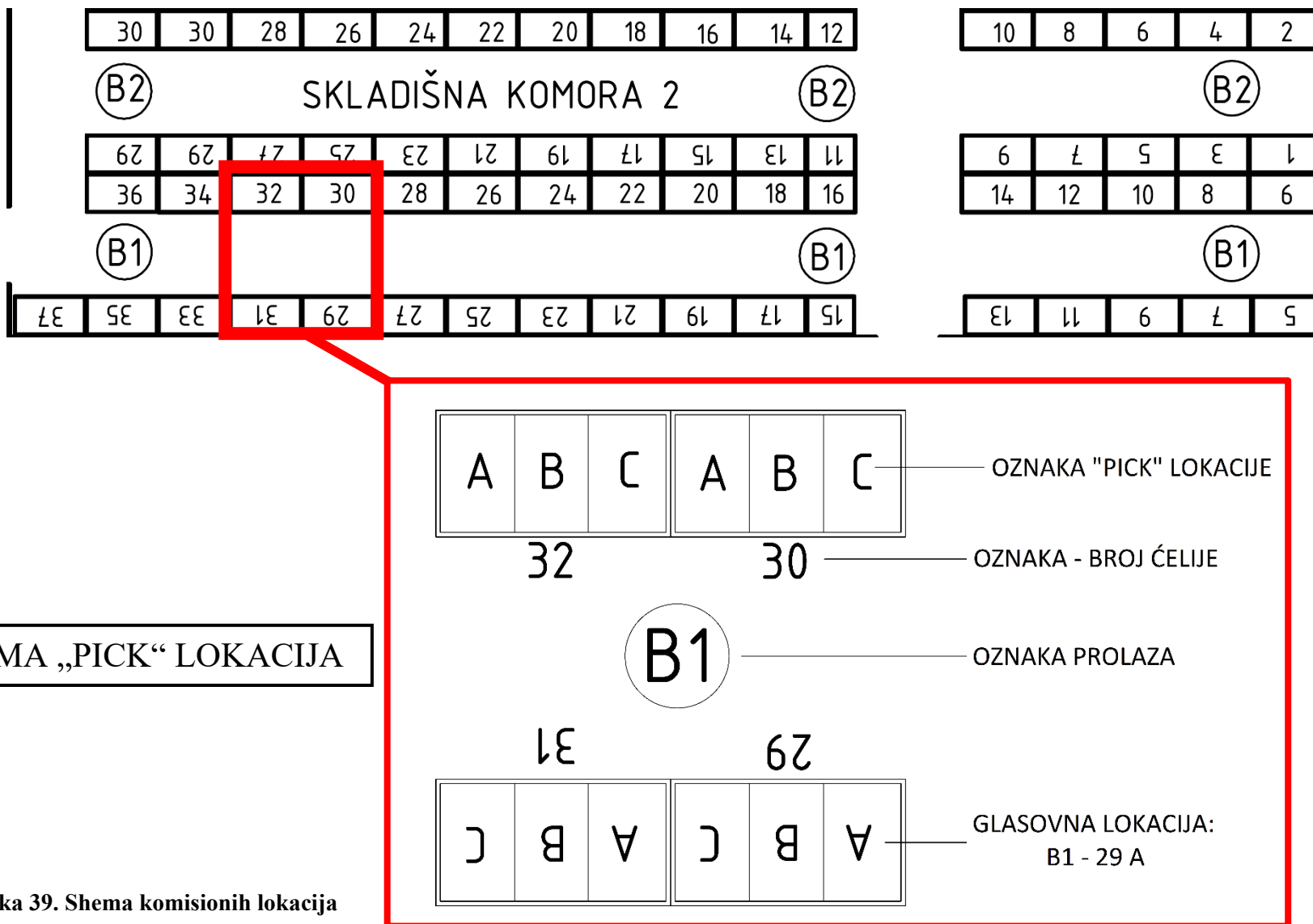


Slika 37. Ledo distributivni centar Zagreb - Marijana Čavića 1a



SHEMA SKLADIŠTA
s numeriranim ćelijama i
označenim prolazima

Slika 38. Shema skladišta



Slika 39. Shema komisionih lokacija

6.2 Tehnologije za podršku komisioniranju u Ledo distributivnom centru

Kao i u svakom drugom uspješnom skladišno-distribucijskom centru, Ledo se koristi određenim skupom tehnologija kako bi procesi tekli glatko, te kako bi se povećala produktivnost i učinkovitost rada u skladištu.

6.2.1 Sustav za upravljanje skladištem

Kao što je već ranije objašnjeno u radu, sustav za upravljanje skladištem (WMS) predstavlja bitnu tehnologiju koja pomaže u organizaciji cjelokupnog sustava komisioniranja. WMS olakšava kontrolu i menadžment distributivnog centra čuvanjem evidencije svih pojedinačnih proizvoda, njihovih količina i skladišnih lokacija, dok ulaze, kreću se unutar skladišta i dok izlaze iz distributivnog centra. Uz to, WMS određuje lokacije skladištenja ulaznih proizvoda, te komunicira sa glasovnim sustavom i usmjerava komisionera kroz skladište, kako bi se na najefikasniji način odradile dobivene narudžbe.

Unutar Ledo distributivnog centra koriste se interno razvijeni pomoćni program Aurora (Slika 40) i **Symphony EYC - G.O.L.D. Stock** (Slika 41) sustav za upravljanje skladištem sa integriranim **G.O.L.D Vocal** modulom.

```

RMSKLDPOSL      LE - LEDO plus d.o.o.      Kor. PPEJKIC      14/10/20
Skladišno poslovanje      LED      10:56:48
1. Razni ulazi      19. Nalozi za utovar
2. Razni izlazi (fizička zaliha)      20. Potvrda zbir.naloga za utovar
3. Razni izlazi (zamrznute zalihe)      21. Ispis neriješenih narudžbi
4. Međuskladišni izlaz (tranzit)      22. Fakturiranje
5. Potvrda prijema      23. POD izvještaj o teretu
6. Međuskladišni izlaz-ulaz      24. Stanje artikala po skladištima
7. Međuskl. izlaz-ulaz zamrz. zaliha      25. Pregled otvorenih POD-jeva
8. Uskladenje fizičke zalihe      26. Pregled otvorenih tranzita
9. Uskladenje zamrznute zalihe      27. Ispis negativnih zaliha
10. Praćenje ambalaže      28. Artikli bez prometa
11. Ispis praćenja ambalaže      29. Zamjenski artikli
12. Upit u praćenje ambalaže      30. Brisani artikli
13. Upit na zalihe      31. Ažuriranje broja dost. dok.
14. Raspoloživost zaliha      32. Stanje skladišta - prikaz LOT-a
15. Artikl na skladištu      33. Lista šifarnika
16. Lista artikl/skladište      34. Dokumenti u zalihama
17. Promet zaliha      35. Stanje skladišta
18. Ispis prometa zaliha      36. Skladišna kartica
Izbor      37. Skladišna kartica-lagerica
Traži      90. Odjava

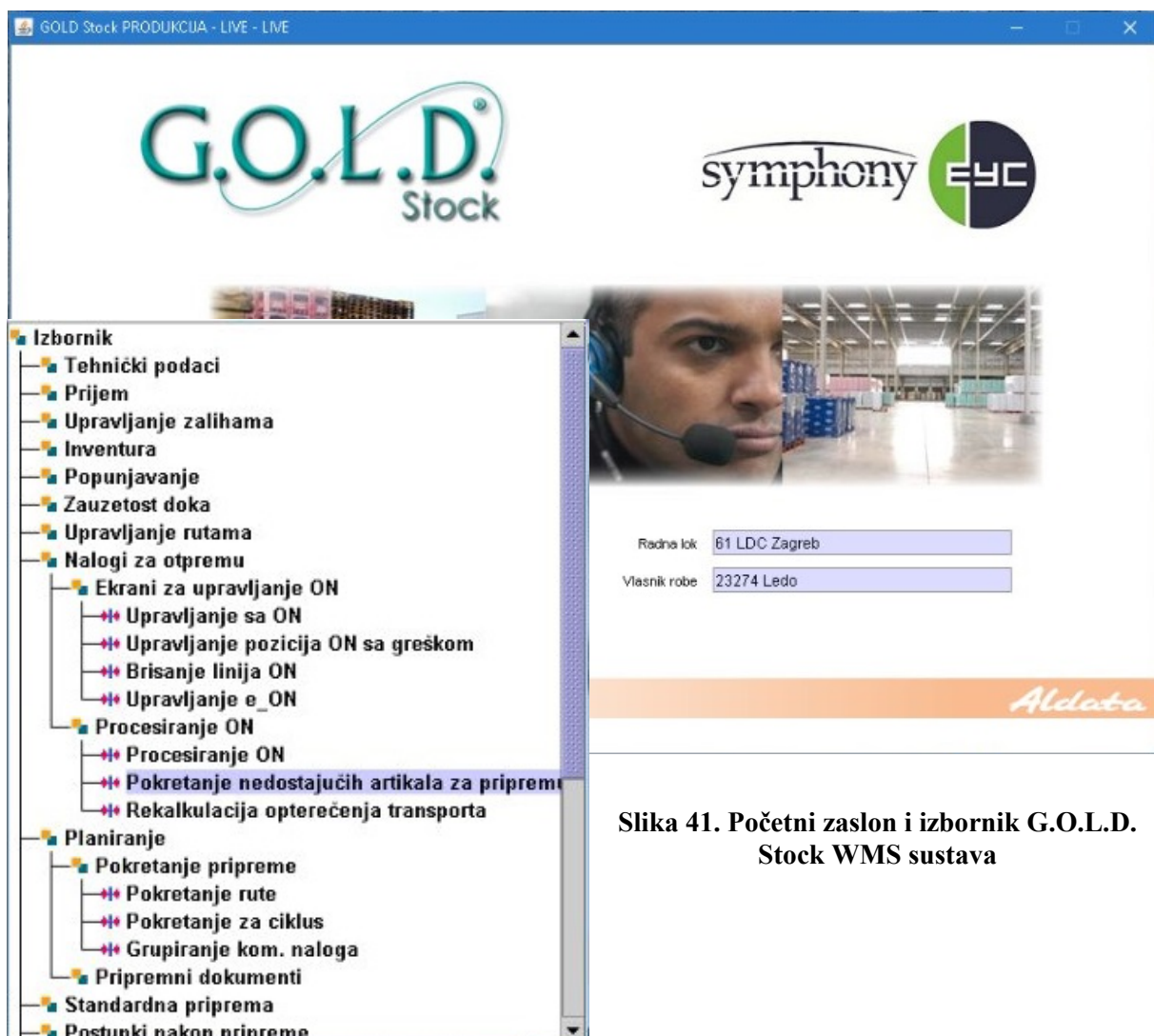
F3=Izlaz F4=Pomoć F6=Poruke F12=Prethodni F16=Pk F18=Ispisi F20=CSpool

```

Slika 40. Glavni izbornik Aurora pomoćnog programa

G.O.L.D. Stock WMS se koristi za sljedeće radnje unutar radnog procesa Ledo DC-a:

- ↪ Organizacija skladišnih lokacija
- ↪ Praćenje količina robe u skladištu
- ↪ Upravljanje zalihama
- ↪ Usmjeravanje spremanja ulazne robe
- ↪ Organizacija dobivenih narudžbi
- ↪ Obrada narudžbi (razdvajanje)
- ↪ Usmjeravanje komisioniranja
- ↪ Obnavljanje zaliha na pick lokacijama
- ↪ Kontroliranje komisioniranja
- ↪ Izrada potrebne dokumentacije



Slika 41. Početni zaslon i izbornik G.O.L.D. Stock WMS sustava

6.2.2 Sustavi za odlaganje

Ledo proizvodi se pakiraju u kartonske transportne kutije proizvođača MODEL PAKIRANJA, koje se slažu na termički obrađenu HT (eng. Heat Treated) Euro paletu (1200x800mm) do određene visine ili težine, ovisno o vrsti proizvoda, te se stežu „stretch“ folijom. Kutije moraju biti dovoljno krute da pri naslagivanju proizvoda ne dođe do njihove deformacije i potencijalnog urušavanja palete, „stretch“ folijom se osigurava krutost i zbijanje kutija u zadane dimenzije palete, a euro palete koje se koriste moraju biti posebno termički obrađene kako bi se sigurno mogle koristiti u vrlo hladnim uvjetima, gdje temperature u komorama Ledo DC-a dostižu i do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Za fizičko odlaganje proizvoda, koji dolaze u paletiziranom obliku, te koji se sa podnih lokacija izuzimaju sa palete od strane komisionera, koristi se SSI SCHÄFER PR 600 sustav paletnih regala, prikazan na slici 42.



Slika 42. SSI SCHAEFER PR600 sustav regala (lijevo) i uskladištena paleta proizvoda (desno)

6.2.3 *Sustavi za transport*

Sustavi za transport unutar skladišta pomažu pri manipulaciji s proizvodima, te olakšavaju transport robe kroz skladište. Unutar skladišta u Ledo DC-u koriste se razni sustavi za transport od kojih svaki ima svoju ulogu i specifičnu primjenu. Ti sustavi za transport su, od jednostavnijih prema kompleksnijima, paletari, kavezi za komisioniranje, komisioni viličar, te regalni viličar.

- Paletar

Unutar skladišta, paletar (Slika 43) ima primarnu primjenu kod komisioniranja u popodnevnoj smjeni kada nema dovoljno komisionih viličara za sve radnike, te kada je broj ljudi koji komisioniraju u skladištu velik, pa se radi sigurnosti koriste manji paletari.

- Kontejneri/kavezi za komisioniranje

Kada se komisioniraju razne manje narudžbe koje se kombiniraju i šalju manjim distribucijskim kamionima, tada se kutije komisioniraju u kaveze (Slika 44) koji se poslije tovore u kamione za manje dostave.



Slika 43. Paletar („žaba“)



Slika 44. Kavez za komisioniranje

- Komisioni viličar – Linde N20

Pri utovaru i komisioniranju robe, u kavez ili na paletu, koriste se komisioni viličari Linde N20 (Slika 45) kako bi se radnicima olakšao rad, te kako bi se smanjilo vrijeme putovanja među ćelijama za komisioniranje. Viličari N20 imaju kapacitet nosivosti od 2 tone, maksimalnu brzinu od 12 km/h te mogućnost podizanja tereta do 130mm.



Slika 45. Linde N20 komisioni viličar



- Regalni viličar – Linde R16

Pri spremanju ulaznih paleta u skladište i pri spuštanju paleta iz regala na podne komisione lokacije koristi se zatvorena verzija Linde R16 visoko regalnog viličara (Slika 46). Linde R16 viličar ima maksimalnu nosivost od 1.6 tona, maksimalnu brzinu od 14 km/h i mogućnost podizanja tereta do 6 metara.



Slika 46. Linde R16 regalni viličar

6.2.4 *Sustav za automatsku identifikaciju i sakupljanje podataka*

Sustav za automatsku identifikaciju i sakupljanje podataka osigurava točnost podataka, te pomaže WMS-u pratiti stanje i lokacije svih proizvoda u skladištu. U Ledo distributivnom centru koriste se Psion Omnii XT15 ručni terminali i barkod skeneri, prikazan na slici 47, koji su posebno zaštićeni protiv niskih temperatura, te imaju vrlo visoku svjetlinu zaslona.



Slika 47. Psion Omnii XT15 terminal

6.2.5 *Sustav za usmjeravanje komisionera*

Sustavi za usmjeravanje komisionera, kao što i samo ime kaže, usmjeravaju komisionera na određene pick-lokacije, koristeći informacije od WMS-a kako bi ruta komisioniranja bila optimalna. Moderni sustavi za usmjeravanje komisionera se baziraju na „hands-free“ tehnologijama, kako bi se vrijeme rada s informacijama minimiziralo, te kako bi se olakšalo izuzimanje proizvoda.

U Ledo distributivnom centru komisioniranje se radi u hladnim komorama, gdje radnici nose slojevitu zaštitnu odjeću, pa tako i deblje rukavice, te je zato „hands-free“ tehnologija imperativ. Radi toga u Ledu se koristi glasom usmjerenom komisioniranju. Ledo je odabrao taj sustav komisioniranja zbog relativno lake integracije u već postojeću infrastrukturu, gdje nisu bile potrebne neke velike modifikacije samog skladišta, što je smanjilo cijenu investicije. Uz to tehnologija glasom usmjerenog komisioniranja ima relativno brz povrat uložениh sredstava pa se pokazala kao idealni izbor za zamjenu starog „paper-based picking“ sustava i povećanje produktivnosti pri komisioniranju.

Oprema koja se koristi za glasovno usmjeravanje su terminal ili tzv. „bubreg“ i „headset“ sa slušalicom i mikrofonom. Terminal koji se koristi je Vocollect A500 (Slika 49), a kao slušalice su se do prije godinu dana koristile žicom povezane Vocollect SR-30 slušalice, dok se trenutno koriste nove bežične Vocollect SRX2 (Slika 48) slušalice povezane s terminalom bluetooth tehnologijom (Slika 50), čime se uvelike povećala jednostavnost opreme i ergonomija rada. Slušalice imaju bateriju koja traje preko 10 sati u vrlo hladnim uvjetima, te se mikrofoni lako podigne kako bi se prigušio.

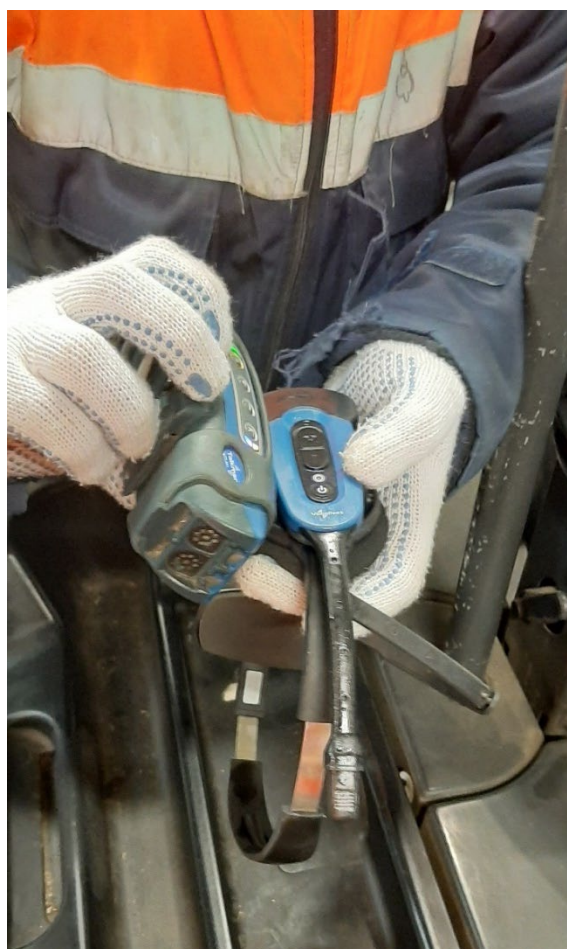
Svaki radnik ima vlastiti headset, te se prije početka prvog rada snima njegov glas. Radnik izgovara razne brojeve, određene naredbe itd., da bi sustav što više naučio o radnikovoj dikciji i prepoznao frekvencije njegovog glasa, te kako ne bi prihvaćao brojeve ili naredbe koje izgovaraju ljudi koji se nalaze oko radnika. Sustav uvijek izgovara brojeve normalno, dok radnik dvoznamenkaste i kompleksne brojeve slovka (ne kaže broj 61 nego kaže 6-1 ili kada govori kilažu robe koja ide na masu, u kg, ne kaže 10.254 nego kaže 1-0-točka-2-5-4).



Slika 48. Vocollect SRX2 „headset“



Slika 49. Vocollect A500 terminal



Slika 50. Bluetooth uparivanje slušalice s terminalom

6.3 Skladišno-distribucijski logistički procesi tvrtke

U ovom poglavlju dati će se kratki pregled distribucijskih procesa za Ledo distributivni centar, te će se detaljno opisati skladišni procesi i metode korištene pri odlaganju, skladištenju i komisioniranju.

Ledo distributivni centar Zagreb dobiva raznu vrstu smrznute robe od većeg broja tvornica i međuskladišnica članova Ledo grupe, te dodatno od tvrtke Mlinar d.o.o., s kojom Ledo ima ugovorenu suradnju, te primarno služi za distribuciju tih proizvoda škrinjama, manjim dućanima i supermarketima, sa dostavnim kamionima (Slika 51), u regiji centralne Hrvatske. Uz to Ledo DC Zagreb služi za distribuciju smrznutih proizvoda u 4 cross-docking skladišta, Osijek, Slavonski brod, Rijeka, Poreč, u koje se šleperima šalju već sortirane palete prema narudžbama, gdje se neke samo pretovaruju u manje kamione za veće dostave, a neke dalje sortiraju u kaveze, koji se tovore u kamione za manje dostave i distribuiraju komadno po dućanima.



Slika 51. Ledo dostavni kamioni za male (lijevo) i velike (desno) narudžbe

6.3.1 Metoda dodjeljivanja mjesta odlaganja

Jasno je da se palete proizvoda prvo moraju uskladištiti na određene skladišne lokacije prije nego se ti proizvodi mogu izuzimati iz skladišta u procesu komisioniranja. Kako bi pravi proizvodi uvijek bili odloženi na pravom mjestu koriste se razne metode dodjeljivanja mjesta odlaganja od kojih su najčešće slučajni raspored odlaganja (eng. random storage), gdje se proizvodi proizvoljno skladište, dodijeljeni raspored odlaganja (eng. dedicated storage), gdje svaki proizvod ima točno određene lokacije za odlaganje i odlaganje po zonama (eng. class-based storage), gdje se proizvodi odlažu u određenu zonu, prema učestalosti izuzimanja, sa sličnim proizvodima. [28]

Roba u skladište Ledo DC-a dolazi sa raznim šleperima, koje radnici istovare na peron. Kada je kamion istovaren i roba prekontrolirana, vozači viličara skeniraju LOT kod palete, te ih sustav navodi do mjesta na koje trebaju odložiti paletu, gdje, kako bi potvrdili da su na pravom mjestu, skeniraju kod lokacije, nakon čega WMS u sustav uvodi novu paletu, sa svim informacijama o proizvodu (količina, vrsta, rok trajanja, LOT broj itd.), na tu lokaciju. U Ledo distributivnom centru metoda koja se koristi za dodjeljivanje mjesta odlaganja je specifična kombinacija dodijeljenog i zonskog rasporeda odlaganja, prema kojoj se slični proizvodi uvijek odlažu u istim zonama/prolazima, ali svaki proizvod ima dodijeljenu jednu glavnu skladišnu lokaciju. Budući da se palete u distributivnom centru primarno koriste za komisioniranje proizvoda sa podnih lokacija, gdje svaki proizvod već ima predodređenu ćeliju i lokaciju sa koje se komisionira, svaki proizvod ima glavnu lokaciju skladištenja na koju bi ga bilo idealno spremati, ali u čestom slučaju u kojemu je ta lokacija već zauzeta traži se najbliža slobodna lokacija. Glavna skladišna lokacija je najčešće odmah iznad glavne komisije lokacije, te sustav uvijek navodi vozača viličara da odloži paletu na slobodno mjesto koje je najbliže toj glavnoj lokaciji, uz poštivanje pravila da su podne lokacije uvijek već rezervirane kao komisije.

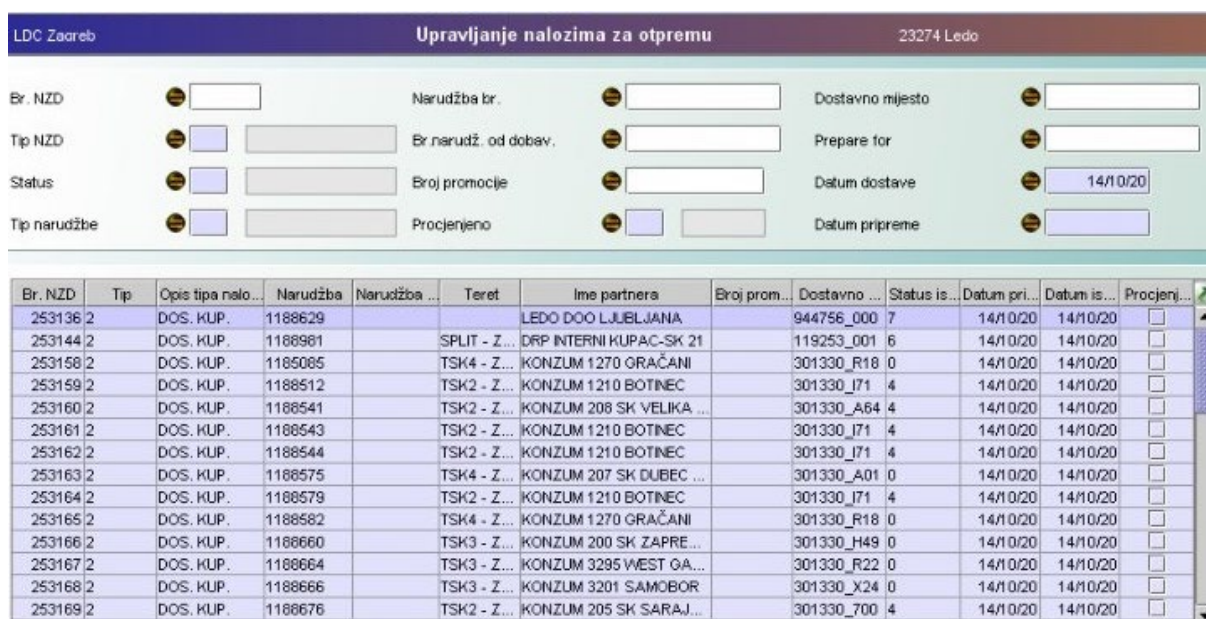
6.3.2 Metode usmjeravanja i organizacije komisioniranja

Metodama usmjeravanja se određuje pravilan redoslijed izuzimanja proizvoda i ruta kretanja pri komisioniranju, a sve s ciljem smanjivanja puta prijeđenog pri komisioniranju, a samim time smanjivanjem i ukupnog vremena potrebnog za izvođenje radnje komisioniranja. U praksi, određivanje optimalnog redoslijeda izuzimanja artikala može biti jednostavno, ali i izuzetno složeno. Najveća smanjenja vremena komisioniranja mogu se ostvariti inteligentnim usmjeravanjem u sustavima u kojima se komisionira prema principu čovjek-robi s višestrukim radnim ciklusom, gdje jedan radnik prikuplja više različitih artikala za narudžbu [28]. To je odlična vijest, budući da je takav način komisioniranja najzastupljeniji u Ledu distributivnom centru, te se radi toga mogu očekivati velika poboljšanja u produktivnosti nakon prelaska sa starog sustava, gdje je radnik sam odlučivao o ruti kretanja, na novi sustav, gdje WMS određuje optimalnu rutu komisioniranja.

Metode usmjeravanja i organizacije komisioniranja su usko integrirane u Ledo distributivnom centru, budući da WMS sustav pri dijeljenju i spajanju narudžbi u naloge istovremeno vodi brigu i o rješavanju problema najkraćeg puta komisioniranja.

Jedan od najvećih faktora koji utječu na efikasnost cjelokupnog procesa komisioniranja je priprema za rad tj. organizacija pravilnog izvođenja aktivnosti komisioniranja. Postoje razne metode za organizaciju komisioniranja, a odabir idealne metode često ovisi primarno o tome dali se komisioniraju cijele palete, kutije ili manji dijelovi, a sekundarno ovisi o karakteristikama i dimenzijama proizvoda, broju narudžbi, veličini narudžbi, ukupnom broju proizvoda na skladištu, prioritnim dostavama itd.. Najčešće se ipak u skladištu koristi određena kombinacija raznih metoda organizacije zbog različitih karakteristika određenih narudžbi. Osnovna metoda organizacije komisioniranja je prema narudžbi, gdje komisioner sakuplja artikle sa samo jedne narudžbe. Neke druge metode predstavljaju organizacija komisioniranja grupe narudžbi (eng. batch picking), gdje se više narudžbi spaja u jedan radni nalog za komisioniranje, te organizacija komisioniranja po zonama, u kojoj je područje komisioniranja podijeljeno na zone, tako da svaki komisioner prikuplja artikle samo iz svoje zone. [28]

Proces organizacije komisioniranja u Ledo DC-u odvija se na sljedeći način. Dispečer složi teret, prema dobivenim narudžbama, za kamione koji se tovore, te se tako složen teret šalje u G.O.L.D. Stock WMS sustav, u kojemu su definirane dimenzije i težine svih kutija proizvoda. Radnik/kontrolor u skladištu se ulogirava u sustav, ulazi u meniju u dio „Upravljanje sa ON (otvorenim nalogima)“ (Slika 52) i pristupa tom teretu tako da odabere današnji datum i dobije pregled tereta preko oznaka rute (npr. TSK3) i tereta (npr. Z026206).



Slika 52. Zaslون u WMS-u za upravljanje nalogima

Kada se sakupi sav teret u za određenu rutu, dobije se šifra te rute (npr. 1410074), koja, kada se uđe u dio WMS-a „Procesiranje ON“ se koristi kako bi sustav automatski generirao rute komisioniranja i redosljed slaganja robe za određene dućane.

U Ledo distributivnom centru koriste se dvije vrste organizacije komisioniranja. Za veće dostave (nekoliko supermarketa, od kojih svaki ima par narudžbi), koristi se organizacija komisioniranja prema narudžbi, prema kojoj WMS kombinira sve narudžbe za određeni dućan i podijeli ih na minimalni potreban broj paleta, pridržavajući se pri tome pravila da naslagane kutije ne prelaze određeni volumen i određenu težinu palete, te pravila da, ako se dogodi da se različite vrste proizvoda miješaju u narudžbi, teže/čvršće kutije (npr. pomfrit, lignje) uvijek idu na dno, a lake/mekane kutije (npr. macho, torta) se slažu na vrh. Uz to pri dijeljenju narudžbi od dućana na palete, sustav još vodi brigu i o smanjenju nepotrebnog kretanja kroz skladište, tako da se radni nalozi za kombinirane narudžbe obično izvršavaju u jednom ili dva prolaza, a ne po cijelom skladištu.

Za manje dostave (velik broj manjih dućana i škrinja sa vrlo malim narudžbama), kada se roba komisionira u kontejnere, koristi se organizacija komisioniranja grupe narudžbi, prema kojima sustav kombinira sve narudžbe za određenu rutu i dijeli ih na 10 kontejnera/kaveza, koliko ih stane u jedan dostavni kamion. Sustav se pri dijeljenju narudžbi na kaveze opet pridržava pravila o volumenu i težini, ali se svi slični proizvodi grupiraju po kavezima, pa se često dogodi da jedan kavez budu samo sladoledi na štapiću, drugi kavez samo kadice sladoleda za ugostiteljstva, treći samo povrće, itd. Takav način organizacije skupa narudžbi uvelike smanjuje prosječno vrijeme kretanja pri komisioniranju, budući da su slični proizvodi obično u istom prolazu pa nema potrebe za dugotrajnim hodanjima između komisionih ćelija, a uz to pomaže i dostavljačima pri dostavi, budući da razne vrste robe nisu pomiješane, pa dostavljač uvijek zna iza kojih vrata se koja vrsta proizvoda nalazi.

6.3.3 *Princip navođenja radnika glasom*

Kada sustav napravi cijeli plan komisioniranja prema toj ruti, ide se na dio WMS-a „Pokretanje rute“, nakon čega radnicima/komisionerima postaju dostupni nalozi iz tih narudžbi za komisioniranje. Ovisno o broju komisionera, može biti pokrenuto više različitih ruta istovremeno, ali se uvijek gleda da bude pokrenut minimalan broj ruta kako bi se kamioni brzo, po redu, utovarili.

Radnik je pri komisioniranju u komori opremljen radnom odjećom (lako uočljivim zaštitnim odjelom za niske temperature, rukavicama, kapom), radnim cipelama sa tvrdim vrhom, skalpelom, te terminalom i slušalicama za glasovno usmjeravanje. Kao što je već prije rečeno, svaki radnik ima svoj vlastiti headset, i u sustavu je snimljen njegov glas, tako da nitko osim njega ne može raditi na tim slušalicama, a uz to uvijek mora naredbe govoriti razgovijetno i brojeve razdvajati na znamenke. Isto tako, svaki radnik može podešavati na terminalu glasnoću i dubinu glasa, kako bi dobio onakvu boju glasa kakva njemu odgovara.

Na početku smjene, radnik uzima svoj vlastiti headset, te se sa glasovnom šifrom ulogirava u sustav. Nakon toga, kada je spreman početi sa radom, govori naredbu „*sljedeća narudžba*“, nakon čega mu sustav odgovara „*paleta*“ ili „*kontejner*“, kako bi radnik znao u koje sredstvo za odlaganje treba slagati robu. Kada se paleta/kontejner stavi na vilice viličara radnik kaže „*OK*“, te mu sustav odgovara sa prolazom od kojeg treba krenuti, npr. „*B1*“. Kada je radnik došao u taj prolaz kaže „*OK*“, te mu sustav kaže prvu pick ćeliju iz tog prolaza sa koje treba izuzeti robu, npr. „*29A*“.

Kada je radnik došao do ćelije 29 (Slika 53), u tom prolazu, mora reći kontrolni broj te ćelije koji piše na lokaciji, npr. „*6-1*“, kako bi potvrdio da je na dobrom mjestu. Kada je to potvrdio sustav mu kaže npr. „*5 karton*“, te nakon što je izuzeo 5 kartona proizvoda, radnik potvrđuje tako da kaže „*5*“, sustav mu za potvrdu kaže „*5*“, te radnik kaže „*OK*“. Nakon potvrde sustav ga šalje na sljedeću lokaciju npr. „*29C*“, te sada, budući da je još uvijek u istoj ćeliji, radnik ne treba potvrditi kontrolni broj ćelije i sustav mu odmah nakon lokacije govori „*9 karton*“. Kada radnik potvrdi izuzimanje tih 9 kartona proizvoda sustav ga pošalje u novu ćeliju npr. „*31A*“ gdje radnik opet pročita kontrolni broj i dobiva naredbu koliko kutija treba izuzeti.



Slika 53. Radnik komisionira u ćeliji 29

U slučaju da ga sustav treba poslati u novi prolaz, ponavlja se proces u kojem sustav govori ime prolaza, npr. „F“, radnik kada dođe do prolaza govori „OK“, te mu sustav daje novu ćeliju s lokacijom u tom prolazu, npr. „16A“. Radnik dolazi do lokacije i čita kontrolni broj npr. „3-2“, nakon čega mu sustav kaže „1 komad“, ali sada budući da se radi o robi koja ide na kilažu (npr. lignja, riba itd.) radnik govori „1-0-točka-5-9-8“ (za 10.598kg), te mu sustav da potvrdi kaže „10.598“, te ako je sustav rekao točan broj radnik kaže „OK“, a ako sustav nije točno ponovio broj radnik kaže „NE“ i ponovo izgovara izuzetu kilažu.

U slučaju da radnik na dobivenoj lokaciji ne pronađe dovoljan broj proizvoda da ispuni narudžbu (npr. sustav traži 10 kartona proizvoda a na paleti su samo 2), radnik kaže naredbu „manjak“, te ga sustav pita „broj karton pripremljeno“, na što radnik odgovara „2“, sustav ponovi „2“ i radnik potvrđuje sa „OK“, čime je radnik rekao sustavu da je uzeo zadnje dvije kutije sa lokacije, te da mu fali još 8. Sustav na to reagira tako da komisionera pošalje na daljnje pick lokacije, a za to vrijeme javi vozaču regalnog viličara da hitno treba spustiti novu paletu proizvoda. Kada vozač viličara to učini, sustav vraća radnika nazad na tu lokaciju da pokupi preostalih 8 kartona proizvoda.

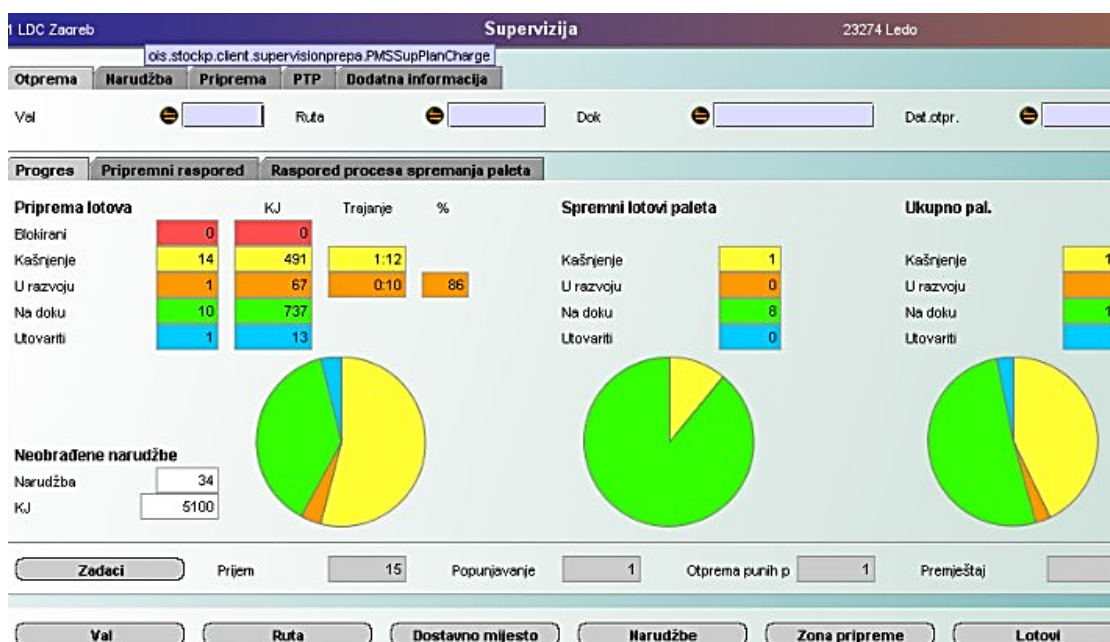
Sustav ga tako navodi po raznim prolazima, ćelijama i lokacijama dok mu ne kaže „narudžba završena“, nakon čega radnik kaže „OK“ i izlazi iz komore, kaže „print“ te uzima i lijepi ispisanu kontrolnu naljepnicu završene narudžbe na paletu. Stroj za ispisivanje naljepnica nalazi se odmah na izlazu iz komore a prikazan je na slici 54.

Slika 54. Ispisivanje kontrolne naljepnice završene narudžbe



6.3.4 Kontrola procesa i utovar

Dok komisioneri odrađuju naloge za određenu rutu, kontrolor, preko WMS-a, uvijek ima informacije o tome koliko je paleta/kontejnera/kutija utovareno, koliko ih je složeno (stoje na doku za utovar), koliko ih se trenutno komisionira, te koliko ih se još mora komisionirati (Slika 55). Uz pregled naloga koji se trenutno komisioniraju dobiva se uvid u postotak izvršenosti i procijenjeno vrijeme trajanja, dok se za naloge koji se tek trebaju početi komisionirati, isto tako, dobiva uvid u procijenjeno vrijeme koje će biti potrebno da se izvrše ti pripremljeni nalozi.



Slika 55. Zaslona za kontrolu komisioniranja

Kada komisioner odradi nalog, izađe iz komore, ispiše i naljepni kontrolnu naljepnicu na gotovu paletu/kontejner, kontroloru se automatski ispisuje kontrolni list na kojemu se nalaze svi podaci za taj nalog, nazivi artikala, količina, težina, rok trajanja itd., prema kojem kontrolor detaljno pregledava teret prije nego se odobri za utovar i zadužuje na vozača. (Slika 56)

Pri utovaru se paletizirani teret slaže u kamion pomoću Linde viličara sa dvostrukom dužinom vilica. Budući da dostavni kamion ide već prethodno određenom rutom, teret koji će prvi biti dostavljen tovari se zadnji, a teret koji će biti zadnji dostavljen tovari se prvi (najdublje u kamion). Pri utovaru kaveza u manje dostavne kamione, kavezi se ručno kotrljaju na kotačićima do svojih pozicija, prema vodilicama u kamionu, te se zaključavaju u mjestu. Pri tome se opet vodi računa o organizaciji kaveza u kamionu, pa se slažu tako da su lakši kavezi sa sladoledima na početku kamiona, a teže ribe, tijesta i povrća na kraju kamiona. Takav način slaganja pomaže boljoj distribuciji težine i olakšava vozačima pronalazak robe pri dostavi.

Lot broj 129784 Pripr. radnik SKOLIC Ruta 1410074 Adresa doka 610-01 Lot kupac 4/6
 SSCC 138501160050230650 Kupac 301330_H49 - KONZUM 200 Status paleta LOADABLE Lot teret 1/3
 SK ZAPREŠIĆ INDUSTRIJS

Artikal	Tezina	Naziv	Kom. adresa	Naručeno (PCK)	Trans.pak	Kom.pak.	NJZ	Tezina	Rok trajanja:	Lot
23274 074262-00-000		PANIRANI OSLIĆ FILET 4KG	61B0201101C	2 KAR	2	2	2	8.000	20211031	0810202
23274 084479-00-000		MEDITERANSKA MJEŠAVINA 400g	61B0202001B	3 KAR	3	3	24	9.600	20220609	L0160A05D
23274 065032-00-000		ŠPINAT 450 G /10 KOM	61B0202101C	5 KAR	5	5	50	22.500	20220430	91L0114
23274 083081-00-000		MIJEŠANO ZA SALATU 450g L	61B0202401A	2 KAR	2	2	32	14.400	20220827	A0410412L201006
23274 011692-00-000		BULGUR MJEŠAVINA 400G	61B0202401B	4 KAR	4	4	64	25.600	20221001	01102020
23274 082677-00-000		GRAŠAK-MRKVA 450g L	61B0202401C	2 KAR	2	2	32	14.400	20220130	A0401008L201002
23274 082661-00-000		GRAŠAK 450g L	61B0202501A	4 KAR	4	4	64	28.800	20220715	A0380210L200914
23274 087638-00-000		FRESCO MAHUNA ZELENA 400gL	61B0202501C	1 KAR	1	1	18	7.200	20210831	A0380803L200917
23274 087778-00-000		ŠPINAT BRIKETI 750gL / 8 kom	61B0202601C	2 KAR	2	2	16	12.000	20220828	A0411017L201009
23274 087775-00-000		CARSKA MJEŠAVINA 450gL / 12 kom	61B0202701A	10 KAR	10	10	120	54.000	20220804	A0411210L201010
23274 085210-00-000		MEKSIČKA MJEŠAVINA 450g L	61B0202801A	2 KAR	2	2	32	14.400	20220826	A0390511L200923
23274 087560-00-000		ŠUMSKO VOĆE 450g L	61B0202801B	1 KAR	1	1	14	6.300	20220814	A0400313L200929
23274 082635-00-000		MAHUNA ZELENA 450g L	61B0202801C	2 KAR	2	2	32	14.400	20220331	A0410804L201008
23274 082640-00-000		MAHUNA ŽUTA 450g L	61B0202901A	10 KAR	10	10	160	72.000	20210831	A0400813L201001
23274 076428-00-000		KINESKA MJEŠAVINA 450g	61B0202901C	1 KAR	1	1	16	7.200	20230303	L200903
23274 087635-00-000		FRESCO MAHUNA ŽUTA 400gL	61B0203001A	1 KAR	1	1	18	7.200	20210831	A0370323L200908
23274 083097-00-000		MIJEŠANO ZA JUHU 450g L	61B0203001B	1 KAR	1	1	16	7.200	20220713	A0390601L200923
23274 085962-00-000		BOB 450g L	61B0203001C	1 KAR	1	1	16	7.200	20220724	A0420103L201012
23274 087629-00-000		FRESCO GRAŠAK-MRKVA 400gL	61B0203201A	1 KAR	1	1	22	8.800	20220624	A0380716L200917
23274 087332-00-000		BOROVNICA 450g L	61B0203201C	1 KAR	1	1	14	6.300	20220803	A0400310L200929
23274 087632-00-000		FRESCO GRAŠAK 400gL	61B0203301B	1 KAR	1	1	22	8.800	20220625	A0380511L200916
23274 067747-00-000		POMMES FRITES 1kg	61B0203801B	5 KAR	5	5	50	50.000	20220527	D06201490139
23274 069052-00-000		CARSKO POVRĆE 2.5 KG	61B0103501C	2 KAR	2	2	8	20.000	20220727	0209



Slika 56. Kontrolor pregledava komisioniranu robu (desno), prema kontrolnom listu (lijevo)

Kada je utovar završen odlazi se na dio u WMS-u „Zatvaranje rute“ gdje se pronade aktivna ruta i zatvori, te se tada mogu ispisati otpremnice za dućan. Kada se u dućanu pregleda dostavljena roba, potpiše i vrati otpremnica, te se potvrdi povrat zamjenskih paleta, tek tada se duži dućan i zatvara nalog, kako bi moglo doći do naplate.

6.4 Analiza procesa glasom usmjerenog komisioniranja

Svaki sustav komisioniranja ima naglasak na što većoj produktivnosti, brzini i točnosti. Prema tome, kako bi se dobio bolji uvid u sustav glasom usmjerenog komisioniranja, izmjereni su neki konkretni podatci iz radne smjene, iz kojih se analizom mogu donijeti razni zaključci o radu sustava u Ledo distributivnom centru.

6.4.1 Produktivnost

Jedan od najboljih pokazatelja kvalitete sustava komisioniranja je produktivnost. Taj pokazatelj nam daje uvid u količinu obrađenih naloga ili izuzetih proizvoda u vremenu rada. Produktivnost se u komisioniranju mjeri pomoću iznosa norme komisioniranja (eng. pick rate). Budući da se u Ledo distributivnom centru radi na komisioniranju kutija proizvoda (eng. case picking), stopa komisioniranja će se izražavati u broju obrađenih stavki po satu ili po broju izuzetih kutija po satu.

Iako nemamo konkretnih podataka o stanju produktivnosti prije uvođenja glasovnog sustava komisioniranja, kada se komisioniranje odrađivalo sa papirom i olovkom, a usmjeravanja nije bilo nego je radnik sam morao odlučivati gdje će, kada i kako što prikupiti, u razgovoru sa radnicima i kontrolorima dobila se okvirna brojka od između 50 i 55 stavki po satu. Uvođenjem WMS-a i sustava glasom usmjerenog komisioniranja, produktivnost unutar skladišta se zasigurno uvelike povećala, budući da radnici više ne trebaju sami određivati rutu kretanja po skladištu pri komisioniranju, te imaju slobodne ruke za kvalitetniju manipulaciju kutijama i smanjeno vrijeme rada s informacijama, koje im se s novim sustavom daju po potrebi i u pravilnom redosljedu.

U tablici 3 dane su vrijednosti vremena rada raznih radnika u skladištu Ledo DC-a za mjesec rujan 2020. godine. Uz to u tablici su navedeni: broj naloga koje su izvršili u tom vremenu, broj stavki, što je ujedno i broj posjećenih lokacija budući da svaka stavka ima svoju poziciju u skladištu, te broj kutija ili tzv. transportnih jedinica koje je izuzeo. Nakon što su se prikupili podaci, izračunala se produktivnost za svakog radnika u broju obrađenih stavki u satu, te u broju izuzetih kutija u satu.

	Vrijeme [min]	Broj naloga	Broj stavki (lokacija)	Stavki / h	Broj kutija	Kutija / h
RADNIK 1	7.026	653	13.815	118	35.019	299
RADNIK 2	5.159	565	12.035	140	30.387	353
RADNIK 3	4.817	561	11.560	144	29.875	372
RADNIK 4	4.393	513	10.712	146	27.612	377
RADNIK 5	4.629	503	10.692	139	27.277	354
RADNIK 6	3.961	509	10.588	160	26.111	396
RADNIK 7	3.796	419	8.666	137	22.196	351
RADNIK 8	3.515	343	7.706	132	19.698	336
RADNIK 9	3.409	341	7.660	135	19.568	344
RADNIK 10	4.031	357	7.589	113	19.293	287
RADNIK 11	2.544	311	6.709	158	17.785	419
RADNIK 12	3.957	347	6.989	106	17.721	269
RADNIK 13	2.477	263	5.952	144	15.065	365
RADNIK 14	2.517	272	5.687	136	14.898	355
RADNIK 15	1.894	193	4.166	132	10.895	345
RADNIK 16	1.198	130	2.796	140	7.175	359
RADNIK 17	1.304	105	3.085	142	6.923	319
RADNIK 18	1.773	100	2.655	90	6.135	208
PROSJEK:				134		339

Tablica 3. Tablica produktivnosti

Kao što se može vidjeti iz obrađenih podataka, produktivnost u broju stavki varira između 90 i 158 stavki po satu kroz period jednog mjeseca, dok broj izuzetih kutija varira između 208 i 419 kutija po satu. Ipak prosječna produktivnost se može izraziti prosjekom svih radnika, sa brojevima od 134 stavke/h i sa 339 kutija/h. Nadalje izbacivanjem samo 4 najlošija radnika koji odstupaju od prosjeka (radnici 1, 10, 12 i 18), koji nisu radili motivirano ili se još privikavaju na rad sa sustavom, dobiva se produktivnost od čak 142 stavke (lokacije) po satu i 360 komisioniranih kutija po satu. Iz tablice se isto tako može dobiti i prosječni broj izuzetih kutija po lokaciji (stavki), a taj broj je 2,53 kutije/stavki.

Iz dobivenih prosjeka može se uvidjeti zašto se od radnika očekuje produktivnost od oko 130+ stavki/h ako žele ostvariti maksimalni koeficijent na plaću.

Kada se u obzir uzme najveća procjena od 55 stavki/h, prije uvođenja glasom usmjerenog komisioniranja, i usporedi se sa današnjim stanjem, dobiva se povećanje produktivnosti od čak 243% što uvelike govori o isplativosti ulaganja u takav sustav ako se još radi na starom sustavu s papirom i olovkom, te ako postoji potražnja za većim brojem narudžbi. Za takav veliki skok u produktivnosti najviše je zaslužno usmjeravanje komisionera, koji sada ne mora sam odlučivati o svome rutiranju i razmišljati o težini proizvoda i efikasnosti puta, nego dobiva već, algoritamski razrađen, optimalni put komisioniranja. Isto tako veliku ulogu u povećanju produktivnosti ima i činjenica da radnik ima slobodne obje ruke, što povećava ergonomiju i brzinu rada s kutijama, te to što sa informacijama radi istovremeno dok obavlja neizbježne radnje poput hodanja do lokacije, izuzimanja i slaganja proizvoda na paletu/kontejner.

6.4.2 *Brzina - vrijeme ciklusa*

Nakon produktivnosti na red stiže brzina komisioniranja ili tzv. vrijeme ciklusa komisioniranja. Vrijeme ciklusa komisioniranja (eng. cycle time) je ono vrijeme koje je proteklo od dobivanja narudžbe za određenu robu u skladištu do njenog izlaza iz skladišta. [6]

U današnje vrijeme jako se velik značaj pridodaje brzini isporuke, te su očekivanja korisnika uvelike narasla. Tamo gdje su prije ljudi nakon naručivanja robe očekivali dostavu iste u roku od 5-10 dana, danas se očekuje isporuka od jednog dana ili čak nekoliko sati. Radi toga, kako bi ostali kompetitivni na tržištu, razna poduzeća drastično smanjuju svoje vrijeme ciklusa pomoću raznih računalnih sustava i prosljeđivanja narudžbi u skladište u realnom vremenu, te pomoću naprednijih metoda komisioniranja.

Unutar Ledo DC-a odjel za prodaju dobiva narudžbe od raznih dućana, što dogovorom, što preko trgovačkih putnika, te za sve narudžbe dobivene do 15h garantiraju isporuku već sljedeći dan. To je jako bitno za radnike na Ledo škrinjama koji nemaju veliki prostor gdje mogu spremati sladolede, koji moraju biti na niskoj temperaturi, tako da im je potreban takav „just-in-time“ način dostave.

Dispečeri dobivene narudžbe razdvajaju na razne rute, prema geografskim lokacijama, te obrađene narudžbe uredno prosljeđuju u skladište, koje većinu posla radi u popodnevnoj smjeni od 17h kako bi svi dostavni kamioni već ujutro u 6:00 bili spremni za odlazak na teren. Tako da se može reći da je vrijeme ciklusa u Ledo DC-u uvijek manje od 1 dana, a konkretno je u prosjeku oko 5-6 sati.

6.4.3 *Točnost*

Točnost je ključni element neovisno o vrsti i svrsi skladišta [6]. Sve odluke koje se donose u radu i normama skladišta imaju na jedan ili drugi način utjecaj na točnost, od načina označavanja proizvoda i lokacija, pakiranja i vrste sustava za odlaganje, izgleda radnih dokumenata, odabrane opreme za rad, izvedbe rasvjete do odabrane metode komisioniranja.

Točnost se u skladištu najčešće izražava putem određene stope točnosti, koja predstavlja omjer ukupnog broj točno obavljenih naloga za komisioniranje i ukupnog broja komisioniranih naloga. U Ledo DC-u točnost se samo interno kontrolira radi procjene rada radnika, ali u razgovoru sa kontrolorima dobila se količina od oko 2 greške po smjeni, gdje se naravno ne računa kada dođe neki novi radnik koji u početku mnogo više griješi. U smjeni ima oko 15 radnika koji dnevno naprave oko 36 naloga što predstavlja jednu grešku u svakih 270 naloga što je točnost od 99,6 %. Najčešće greške se događaju, osim naravno kod već spomenutih novih radnika koji se još uče radu sa sustavom, kod brzanja i preranog potvrđivanja izuzetih proizvoda, tzv. potvrđivanja unaprijed, gdje radnik potvrđuje da je izuzeo određeni broj a nije još došao do te lokacije. Gotovo nikad greške nemaju veze sa samim sustavom glasovnog komisioniranja, kojeg hvale i radnici i kontrolori, nego je uvijek slučaj ljudske greške, kroz ne praćenje normiranih procedura.

6.4.4 *Udio raznih aktivnosti u ukupnom vremenu komisioniranja*

Kako bi se dobili udjeli raznih aktivnosti u ukupnom vremenu komisioniranja, snimit će se i analizirati više kompletno odrađenih naloga. Ipak, prvo će se, za bolje shvaćanje procesa komisioniranja, prikazati sve aktivnosti pri komisioniranju jednog naloga za velike dostave (narudžba za Konzum u Zaprešiću). Primjer redosljeda i trajanja svih aktivnosti pri odrađivanju radnog naloga sa slike 56 dan je u tablici 4. Dok su ukupna vremena trajanja aktivnosti i njihov udio u ukupnom vremenu komisioniranja za taj nalog dani u tablici 5. Pri komisioniranju naloga velika većina proizvoda se nalazila u jednom prolazu, zbog dobrog kombiniranja narudžbi od strane WMS-a, a radnik je koristio paletar i izuzimao proizvode na paletu.

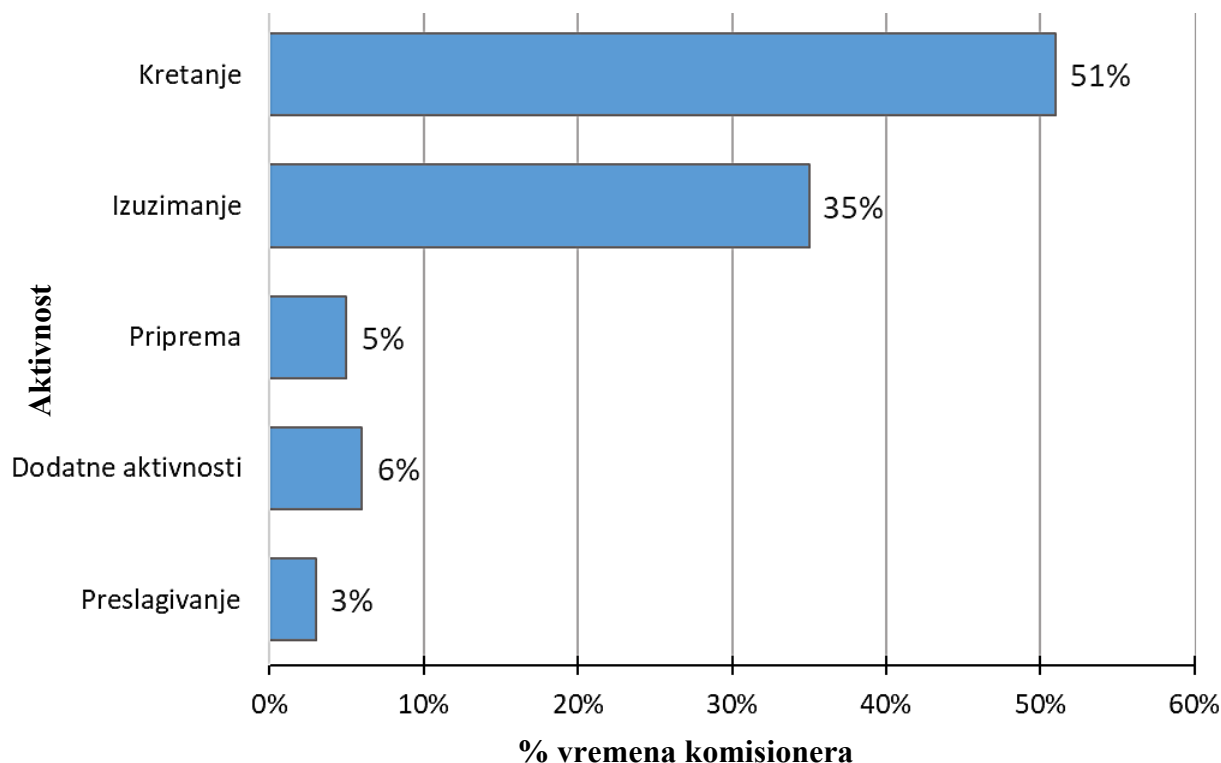
Redni br.	Aktivnost	Trajanje [s]	Redni br.	Aktivnost	Trajanje [s]
1.	Priprema	28	34.	Preslagivanje	2,7
2.	Kretanje	57	35.	Izuzimanje	3,4
3.	Izuzimanje	7,8	36.	Kretanje	10
4.	Okretanje kutija	2,5	37.	Izuzimanje	9,8
5.	Izuzimanje	11,3	38.	Kretanje	2,7
6.	Kretanje	7,9	39.	Razrezivanje folije	6,2
7.	Izuzimanje	2,6	40.	Izuzimanje	14,6
8.	Kretanje	7,2	41.	Kretanje	6,2
9.	Izuzimanje	3,9	42.	Izuzimanje	4,2
10.	Kretanje	1	43.	Kretanje	4,4
11.	Izuzimanje	4,3	44.	Izuzimanje	4,6
12.	Kretanje	6,1	45.	Kretanje	1,9
13.	Izuzimanje	11,4	46.	Izuzimanje	5,9
14.	Kretanje	1,5	47.	Kretanje	3,2
15.	Izuzimanje	3,5	48.	Izuzimanje	8,3
16.	Kretanje	2,7	49.	Kretanje	4,4
17.	Izuzimanje	3,6	50.	Izuzimanje	14,8
18.	Kretanje	3,6	51.	Preslagivanje	4,6
19.	Preslagivanje	1,1	52.	Kretanje	2
20.	Trganje folije	2,3	53.	Izuzimanje	9,6
21.	Izuzimanje	13,1	54.	Kretanje	3,6
22.	Kretanje	1	55.	Izuzimanje	5,3
23.	Trganje folije	1,3	56.	Kretanje	7
24.	Izuzimanje	14,8	57.	Trganje folije	2,3
25.	Preslagivanje	4,6	58.	Izuzimanje	11
26.	Kretanje	2,2	59.	Kretanje	6,7
27.	Izuzimanje	2,4	60.	Trganje folije	2,2
28.	Kretanje	7,8	61.	Izuzimanje	4,9
29.	Izuzimanje	5,4	62.	Kretanje	11,8
30.	Micanje palete	6,5	63.	Izuzimanje	7
31.	Izuzimanje	3	64.	Kretanje	37,1
32.	Micanje kartona	2,3	65.	Lijepljenje naljepnice	14,4
33.	Izuzimanje	3,9	66.	Kretanje	17,4

Tablica 4. Primjer trajanja aktivnosti kod odrađivanja naloga

Aktivnost	Ukupno trajanje [s]	Udio u ukupnom vremenu
Kretanje	216,4	44,0%
Izuzimanje	194,4	39,5%
Priprema	28	5,7%
Dodatne aktivnosti	37,5	7,6%
Preslagivanje	15,5	3,2%

Tablica 5. Ukupna trajanja aktivnosti i njihov udio u cjelokupnom trajanju komisioniranja

Snimanjem nekoliko kompletno odrađenih naloga, te kasnijim mjerenjem vremena trajanja određenih aktivnosti, dobivaju se prosječni udjeli trajanja aktivnosti u ukupnom vremenu komisioniranja prikazani na slici 57.



Slika 57. Postotni udio aktivnosti u ukupnom vremenu komisioniranja

Najveći udio u ukupnom vremenu komisioniranja ima kretanje, u što ulazi kretanje prema i iz komore, kretanje između ćelija, te kretanje između lokacija, tj. svako kretanje gdje radnik ne nosi kutije u rukama. Kao što se već prije spomenulo, neproduktivno kretanje najčešće zauzima najveći udio u ukupnom vremenu komisioniranja i predstavlja prvu stvar koja se optimizira kod projektiranja skladišta, tako da nije čudno kako i u Ledo DC-u neproduktivno kretanje ima najveći udio, od čak 51% u ukupnom vremenu komisioniranja. Povećanjem broja prolaza se obično mogu smanjiti vremena kretanja, ali unutar skladišta Ledo DC-a već postoji par prolaza kojima se sijeku dugački redovi ćelija. Otvaranjem dodatnih prolaza vjerojatno bi se ostvarila dodatna poboljšanja, ali budući da je Ledo DC već dovoljno ograničen sa brojem skladišnih, a pogotovo komisionih podnih lokacija, pitanje je dali bi se takva preinaka isplatila.

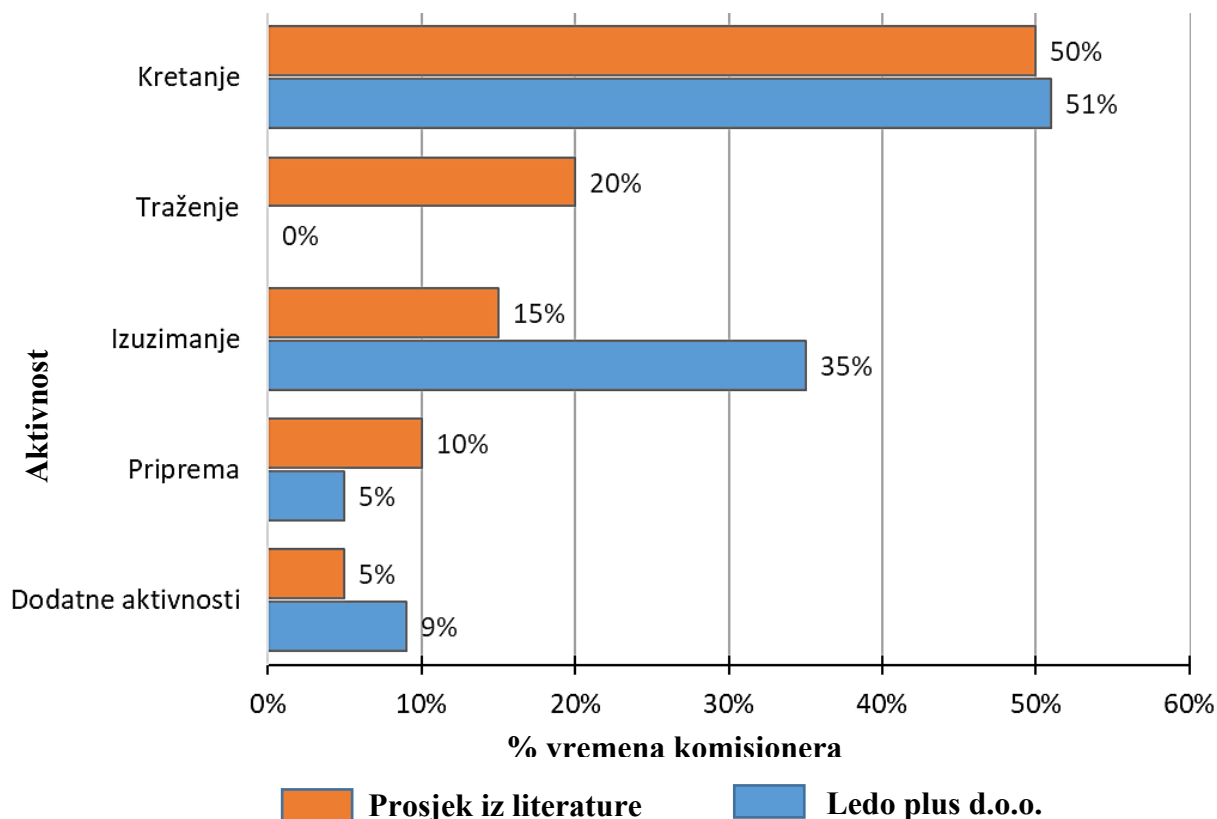
Na pripremu, u koju ulazi namještanje opreme, uzimanje naloga, te traženje palete/kontejnera i stavljanje istih na viličar, odlazi manje od 5% ukupnog vremena komisioniranja. Vrijeme pripreme je nisko jer komisioner dok se kreće prema komori prihvaća narudžbu i dobiva potrebne informacije, tako da ne treba sam proučavati cijeli radni nalog i planirati svoja kretanja za optimalno slaganje robe.

Dodatne aktivnosti oduzimaju oko 6% ukupnog vremena komisioniranja. Tim aktivnostima se definiraju sve dodatne radnje koje radnik mora napraviti prije no što može izuzeti potreban proizvod, poput razrezivanja stretch folije skalpelom, trganja stretch folije i, puno rjeđe, pomicanja palete sa lokacije ako je izuzet zadnji proizvod sa te palete (paleta je prazna). U dodatne aktivnosti još ulazi i čekanje na ispisivanje i lijepljenje kontrolne naljepnice. Dodatne aktivnosti ne predstavljaju veliki problem i teško ih je zaobići tijekom komisioniranja zbog načina zaštite paleta od prevrtanja pri transportu. Pozitivno je to što radnik ne treba raspakirati neke kompliciranije sustave odlaganja, a budući da se koristi sa glasovnim sustavom usmjeravanja, gdje su mu obje ruke slobodne, ne gubi mnogo vremena na trganje folije objema rukama ili, u krajnjem slučaju, posezanjem za skalpelom koji mu se nalazi u jednom od džepova zaštitnog odijela.

Preslagivanje je definirano kao aktivnost koja predstavlja vrijeme koje radnik potroši, nakon što je izuzeo proizvode i donio ih do palete/kontejnera, na slaganje robe na tu paletu ili kontejner. Preslagivanje, koje bi moglo ući i u dodatne aktivnosti, u prosjeku uzima ispod 3% ukupnog vremena komisioniranja, što je vrlo nisko. Za tako niske udjele preslagivanja zaslužan je sustav glasovnog usmjeravanja i WMS koji planiraju rutu kretanja kroz komisijske zone, uzimajući u obzir volumene i težine kutija, te uvelike smanjuju potrebu za pretjeranom manipulacijom kutija kod njihovog slaganja na paletu. Uz to većina radnika je dovoljno iskusna da već znaju koji se proizvodi kako slažu na paleti, te i sami mogu procijeniti najbolji način za njihovo slaganje. Ta kombinacija algoritamski određene rute slaganja proizvoda i radnikovih intuicija drastično smanjuje potrebu za prerazmjestaj kutija na paleti tijekom komisioniranja.

Na kraju, na glavnu i najbitniju aktivnost pri komisioniranju, izuzimanje proizvoda, u koje ulazi izuzimanje kutija sa komisione lokacije i stavljanja kutija na paletu/kontejner, odlazi čak 35% ukupnog vremena komisioniranja. Kada se u obzir uzme da vrijeme izuzimanja predstavlja koristan rad, udio od 35% korisnog rada u ukupnom vremenu komisioniranja je vrlo dobra brojka. Za tako visoku učinkovitost pri komisioniranju najzaslužniji je sustav glasovnog komisioniranja, koji eliminira vrijeme koje se troši na traženje sljedeće komisione lokacije, integrira rad s informacijama u aktivnosti izuzimanja i kretanja, povećava brzinu rada radnika kroz visoku ergonomiju, te uvelike smanjuje potrebu za preslagivanjem robe na paleti kroz pametno određivanje komisione rute. Uz to sustav uzima i pametno razdvaja narudžbe na naloge u kojima radnik rijetko mora prelaziti iz jednog dijela skladišta u drugi, čime se eliminiraju duga kretanja.

Kada se graf udjela pojedinih aktivnosti u ukupnom vremenu komisioniranja u Ledo distributivnom centru, sa slike 57, radi lakše usporedbe, kombinira sa grafom razdiobe vremena komisioniranja iz literature, prikazanom na slici 6, dobiva se graf sa slike 58.



Slika 58. Usporedba razdiobe vremena komisioniranja u Ledu i literaturi

Kada se uspoređi udio kretanja u ukupnom udjelu komisioniranja u Ledo distributivnom centru i u literaturi, može se vidjeti da su postotci prilično jednaki. Razlog tome je to što je neproduktivno kretanje, pogotovo u sustavima gdje se komisionira prema principu čovjek robi, neizbježan dio procesa, koji se pokušava eliminirati raznim tehnologijama. Naspram podataka u literaturi, u Ledo DC-u, zbog uvođenja glasom usmjerenog komisioniranja, eliminirano je traženje pick lokacija pri komisioniranju, a zbog naprednosti i jednostavnosti tog sustava, prepolovljeno je i prosječno vrijeme potrebno za pripremu prije početka samog komisioniranja. Dodatne aktivnosti zauzimaju veći udio vremena komisioniranja u Ledo DC-u naspram podataka iz literature, najviše zbog odstranjivanja pakirnog materijala korištenog za zaštitu tereta pri transportu i čekanja na ispisivanje kontrolne naljepnice. Ipak, najbitniji pokazatelj optimiziranosti procesa, udio same aktivnosti izuzimanja proizvoda, koja predstavlja koristan rad, mnogo je veći u Ledo DC-u nego u literaturi. Tako velika razlika od čak 20% većeg udjela korisnog rada u Ledo DC-u, naspram prosječnog skladišta, dokaz je isplativosti i efikasnosti WMS-om podržanog sustava glasom usmjerenog komisioniranja.

7. ZAKLJUČAK

Suvremeni sustav upravljanja skladištem zahtijeva napredna tehnička rješenja, koja se prilagođavaju postojećim uvjetima u skladištu, te ubrzavaju i unaprjeđuju kvalitetu rada cijelog sustava. Uvođenje glasom usmjerenog komisioniranja, u kombinaciji sa sustavom za upravljanje skladištem, zahtijeva nisku investiciju, uz brzi povrat iste, lako se prilagođava trenutnim principima rada pri komisioniranju i ima niske troškove održavanja, a dovodi do velikih poboljšanja u brzini obrade i odrađivanja narudžbi, te povećava točnost, produktivnost i cjelokupnu ergonomiju rada.

Izazovi uvođenja modernih tehnologija komisioniranja u skladište smrznute robe su očiti, vrlo niske temperature zahtijevaju deblji sloj odjeće i time otežavaju manipuliranje tipkama i zaslonima, uz to niske temperature imaju negativne posljedice na elektroniku, pogotovo ako ona nije dovoljno izolirana ili ako provodi dugo vremena u hladnjači. Isto tako, budući da se komisionira prema principu čovjek – robi u regalnom skladištu, gdje komisioniranje vrši velik broj ljudi, uz koje još istovremeno poslove odlaganja, razmještanja i spuštanja paleta vrše veliki i opasni regalni viličari, bitno je da komisioneri nemaju nikakve distrakcije pred očima i da su u svakom trenutku svjesni svoje okoline. Prema tome, komisioniranje sa RF barkod skenerima nema smisla, zbog niske produktivnosti i teškog rukovanja skenerom sa debljim zaštitnim rukavicama, vizijsko komisioniranje ne dolazi u obzir, zbog ograničavanja vidnog polja i teške izolacije elektronike, a svjetlom usmjereno komisioniranje zahtijeva vrlo visoke troškove implementacije. Kada se u obzir uzme sve navedeno, najbolju opciju za komisioniranje u opisanim uvjetima predstavlja glasom usmjereno komisioniranje. Sustav je idealan za regalna skladišta smrznute robe jer ne ograničava vidno polje, niti se slušalica mora imati na oba uha, zbog čega radnik ima potpunu i neometanu, percepciju okoline. Uz to, oprema se lako izolira od hladnih uvjeta, a budući da je „hands-free“ tehnologija omogućava radniku lakšu i bržu manipulaciju kutijama pri komisioniranju.

Prednosti uvođenja glasom usmjerenog komisioniranja nisu promakli ni Ledo plus d.o.o.-u, koji je u svoj distributivni centar u Zagrebu uveo upravo takav sustav. Kombinacijom Symphony EYC - G.O.L.D. Stock WMS sustava sa G.O.L.D. Vocal modulom i Vocollect slušalicama i terminalima Ledo je postigao brži, jednostavniji i učinkovitiji proces zaprimanja, komisioniranja i kontroliranja narudžbi, uz niske troškove uvođenja. Uvedeni sustav za upravljanje skladištem proračunima i algoritmima određuje optimalnu organizaciju i usmjeravanje puta komisioniranja, čime eliminira ljudsku grešku pri kombiniranju narudžbi i

izboru ruta komisioniranja, te omogućuje integraciju rada s informacijama u druge, inače neproduktivne, radnje, poput kretanja među lokacijama. Sve to dovelo je do većeg udjela korisnog rada u ukupnom vremenu komisioniranja, smanjenja vremena ciklusa na ispod jednog dana, povećanja točnosti na preko 99,6%, te velikog povećanja produktivnosti na 140 komisioniranih stavki po satu i 350 izuzetih kutija po satu, a uslijed tolikih poboljšanja, povrat sredstava, uloženi za uvođenje glasom usmjerenog komisioniranja, dogodio se već nakon godinu i pol dana.

LITERATURA

- [1] Đukić, G.: Predavanja „Tehnička logistika“, FSB, Zagreb, 2019./20.
- [2] Đukić, G.: Predavanje „Logistički menadžment, VII – upravljanje skladištem“, FSB, Zagreb, 2019.
- [3] Đukić, G.: Predavanja „Logistički menadžment“, FSB, Zagreb, 2019./20.
- [4] <http://nasrpac.com/warehouses/finished-goods-warehouses/>
- [5] <https://www.wapshanghai.com/wms-warehouse-management-system.html>
- [6] https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/07_06_2013_19011_Skladistenje_TL-5_7.pdf
- [7] Dujak, Davor : „Skladištenje u trgovini – komisioniranje“, EFOS, Zagreb, 2016.
- [8] <https://us.blog.kardex-remstar.com/order-picking-system-technologies>
- [9] Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H. and Tanchoco, J.M.A. (2003). „Facilities Planning“, NJ: John Wiley & Sons
- [10] <https://us.blog.kardex-remstar.com/order-picking-system-technologies>
- [11] <https://www.microlistics.com.au/>
- [12] https://lightningpick.com/LightningPick_caseStudy_TheHillmanGroup.pdf
- [13] <https://6river.com/what-is-a-pick-to-light-system/>
- [14] Đukić, G.: Predavanja „Posebna poglavlja tehničke logistike“, FSB, Zagreb, 2017.
- [15] <https://culex.hr/services/prosirena-stvarnost-ar/>
- [16] https://www.dhl.com/case_studies/sc_vision-picking_flyer_en.pdf
- [17] <https://proceedix.com/resources/why-pick-by-vision-will-disrupt-voice-picking>
- [18] <https://inmotion.dhl/en/esports/article/dhl-rolls-out-global-augmented-reality-program>
- [19] <http://campar.in.tum.de/pub/schwerdtfeger2010AfrigraphPickingJournal/>
- [20] <https://6river.com/what-is-voice-picking/>
- [21] <https://www.irms360.com/blog/voice-solutions-for-wms>
- [22] <https://www.spica.si/baza-znanja/glasovno-vodenje-skladisca-ledo-zagreb>
- [23] https://mwpvl.com/html/order_pick_technologies.html
- [24] <http://www.smartpick.be/blog/comparing-the-picking-technologies>
- [25] <https://www.conveyco.com/technology/order-selection-systems/radio-frequency-picking/>
- [26] <https://www.ledo.hr/hr/o-nama>

[27] <https://www.symphonyretailai.com/supply-chain/voice-operations/>

[28] Đukić, G.: Doktorska disertacija: „Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima“, Zagreb, 2004.

(zadnji pristup svim web stranicama je 19.11.2020. godine)