

Analiza prikupljanja kod pozicioniranja robe slučajnom lokacijom

Radmanić, Ivan

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:643249>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Ivan Radmanić

**ANALIZA PRIKUPLJANJA KOD POZICIONIRANJA ROBE
SLUČAJNOM LOKACIJOM**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
POVJERENSTVO ZA DIPLOMSKI ISPIT

Zagreb, 24. travnja 2017.

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

DIPLOMSKI ZADATAK br. 4180

Pristupnik: **Ivan Radmanić (0135227884)**
Studij: **Inteligentni transportni sustavi i logistika**
Smjer: **Logistika**

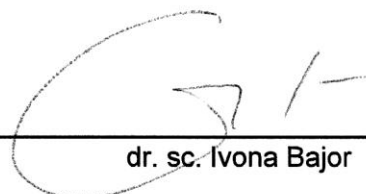
Zadatak: **Analiza prikupljanja kod pozicioniranja robe slučajnom lokacijom**

Opis zadatka:

U radu će se istaknuti osnovne postavke vezane za procese skladišnih sustava te prateće informacijske sustave. U obliku studije slučaja istražiti će se proces pohrane u tvrtki tržišta RH, odnosno način pozicioniranja slučajnom lokacijom. Navedeno će se analizirati korištenjem laboratorijske opreme Tobii Pro Glasses.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:



dr. sc. Ivona Bajor

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**ANALIZA PRIKUPLJANJA KOD POZICIONIRANJA ROBE SLUČAJNOM
LOKACIJOM**

PICKING GOODS ANALYSIS WITH RANDOM SKU LOCATION

Mentor: dr.sc. Ivona Bajor

Student: Ivan Radmanić

JMBAG: 0135227884

Zagreb, rujan 2017.

ANALIZA PRIKUPLJANJA KOD POZICIONIRANJA ROBE SLUČAJNOM LOKACIJOM

SAŽETAK

Skladišno poslovanje bazira se na kvaliteti provođenja skladišnih procesa unutar skladišta. Potrebno je osigurati integriranost cjelokupnog poslovanja s ciljem reduciranja vremenskih gubitaka koji imaju negativan učinak na kompoziciju poslovanja. Od glavnih skladišnih procesa, prijem, pohrana, prikupljanje i otprema robe, proces prikupljanja predstavlja najveći izazov u svrhu mogućnosti optimizacije odnosno smanjenja troška. Današnja skladišta u većini su slučajeva opremljena WMS sustavima upravljanja koja dižu razinu poslovanja pred sve većom konkurencijom. Upravo s ciljem povećanja kvalitete, brzine, sigurnosti te učinkovitosti, cilj diplomskog rada bio je prikazati te objasniti inovativno rješenje obavljanja procesa prikupljanja primjenom Tobii Pro Glasses 2 opreme koja prati odnosno snima zjenicu oka radnika, a sve radi prikupljanja povratnih informacija o vremenskim gubicima ili pak mogućim reduciranjem istih.

KLJUČNE RIJEČI: skladište, skladišni procesi, prikupljanje robe, WMS, Tobii Pro Glasses 2 oprema

SUMMARY

Every warehouse management is based on the quality of warehouse's processes. It is necessary to ensure the integration of those processes with a goal of reducing time losses which have negative impact to the composition of business. The main warehouse processes are receiving goods, storing, order – picking and shipping. Order – picking process presents the biggest challenge regarding the optimization and cost reducing. Nowadays warehouses are equipped with WMS management systems which increase business level in front of the competition. To increase quality, speed, insurance and effectiveness, the goal of master work is to present and explain an innovative solution of order – picking process by using a Tobii Pro Glasses 2 equipment which are based on worker's eye – tracker. The aim is to record and collect needed informations regarding time reduces.

KEYWORDS: Warehouse, warehouse processes, picking goods, WMS, Tobii Pro Glasses 2 equipment

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. DEFINIRANJE POJMA I SVRHA SKLADIŠNIH PROCESA	3
2.1. Osnovne značajke procesa prijema robe	4
2.2. Osnovne značajke procesa pohrane robe	5
2.3. Osnovne značajke procesa prikupljanja robe	6
2.3.1. Osnovni principi procesa prikupljanja	8
2.3.2. Ključni elementi procesa prikupljanja.....	8
2.3.3. Svrha procesa prikupljanja robe u skladištu.....	9
2.4. Osnovne značajke procesa otpreme robe.....	10
3. METODE PRIKUPLJANJA ROBE U SKLADIŠNIM SUSTAVIMA	11
3.1. Metode i njihova učinkovitost	11
3.1.1. Diskretno prikupljanje robe.....	11
3.1.2. Zonsko prikupljanje robe	12
3.1.3. Grupno prikupljanje robe	14
3.1.4. Prikupljanje na mah.....	14
3.1.5. Prikupljanje po principu „Roba prema čovjeku“	15
3.1.6. Automatizirano prikupljanje robe	16
3.2. Vrste načina prikupljanja s obzirom na odabranu metodu	17
3.2.1. Papirnate liste	17
3.2.2. Barkod čitač.....	18
3.2.3. Prikupljanje pomoću glasovnih naredbi.....	19
4. PRIMJENA METODE PRAĆENJEM VIZUALNE DETEKCIJE KOMISIONERA	21
4.1. Općenito o vizualnoj detekciji	21
4.2. Dosadašnja istraživanja o vizualnoj detekciji.....	22
4.3. Laboratorijska oprema Tobii Pro Glasses 2	23
4.3.1. Primjena Tobii Pro Glasses 2 laboratorijske opreme	26

4.3.2.	Primjena Tobii opreme u logistici.....	29
5.	ANALIZA PRIKUPLJANJA ROBA SA WMS-U NEPOZNATOM LOKACIJOM ARTIKLA LABORATORIJSKOM OPREMOM TOBII PRO GLASSES 2	30
5.1.	Informacijska podloga skladišnih sustava	30
5.1.1.	Podrška WMS-a pri procesu prikupljanja	34
5.1.1.1.	ABC stratifikacija artikala	35
5.1.1.2.	Utjecaj ABC analize na proces prikupljanja podržan WMS-om	36
5.1.2.	Prikupljanje robe pri WMS-u nepoznatom lokacijom artikla	37
5.2.	Analiza procesa prikupljanja Tobii opremom pri WMS-u nepoznatom lokacijom u tvrtki na tržištu RH	39
5.2.1.	Postupak odvijanja istraživanja	43
5.2.2.	Analiza provedenog istraživanja	44
5.2.3.	Rezultati dobiveni analizom istraživanja	47
6.	ZAKLJUČAK	61
	LITERATURA.....	63
	POPIS KRATICA	63
	POPIS SLIKA	67
	POPIS TABLICA.....	68
	POPIS GRAFIKONA	69

1. UVOD

Današnje skladišno poslovanje zahtjeva visoku razinu koordiniranosti svih procesa koji se pojavljuju pri prijemu i otpremi robe iz skladišta. Budući da sustavi koji se pojavljuju u skladištima omogućavaju sve veću integriranost sa svim procesima, njihova uloga raste zato što veća integriranost ima za posljedicu reduciranje vremenskih gubitaka koji su od velike važnosti za svako poslovanje.

Skladište se može definirati na više načina. Pretežito se prikazuje kao otvoreno ili zatvoreno mjesto koje omogućava pohranu različite vrste robe, ovisno o uvjetima koje ista zahtjeva [1]. Prema već navedenom, svaki skladišni sustav fokusira se na optimizaciju četiriju glavnih skladišnih procesa koji se pojavljuju u skladištu, a to su: proces prijema, proces pohrane, proces prikupljanja te proces otpreme robe iz skladišta. Kvaliteta svakog pojedinog procesa ovisi o kvaliteti cjelokupnog sustava s naglaskom na način prihvata, pohrane i prikupljanja robe.

U praksi se primjenjuju različite metode koje pospješuju i dižu učinkovitost te efikasnost skladišnog poslovanja, a ponajviše one koje omogućavaju što veću optimizaciju procesa prikupljanja robe. Svrha diplomskog rada jest prikazati analizu prikupljanja robe u sustavu upravljanja skladištem (*Warehouse management system* – WMS) pri nepoznatoj lokaciji laboratorijskom opremom Tobii Pro Glasses 2, a sve s ciljem mogućih poboljšanja ili pak uštede vremena. Cilj diplomskog rada jest analiza metode prikupljanja na radni učinak komisionera praćenjem njegove vizualne detekcije, sa fokusom na vrijeme percepcije pri pronalaženju uskladištene jedinice (*Stock keeping unit* – SKU). Tema diplomskog rada je „Analiza prikupljanja kod pozicioniranja robe slučajnom lokacijom“, dok je rad podijeljen u šest poglavlja:

1. Uvod
2. Definiranje pojma i svrha skladišnih procesa
3. Metode prikupljanja robe u skladišnim sustavima
4. Primjena metode praćenjem vizualne detekcije komisionera
5. Analiza prikupljanja robe sa WMS-u nepoznatom lokacijom artikla laboratorijskom opremom Tobii Pro Glasses 2
6. Zaključak

U drugom poglavlju prikazan je i opisan pojam i svrha prikupljanja robe u skladišnim sustavima s naglaskom na važnost integriranosti svih skladišnih procesa te njihovih značajki, a sve radi postizanja optimizacije unutar istih.

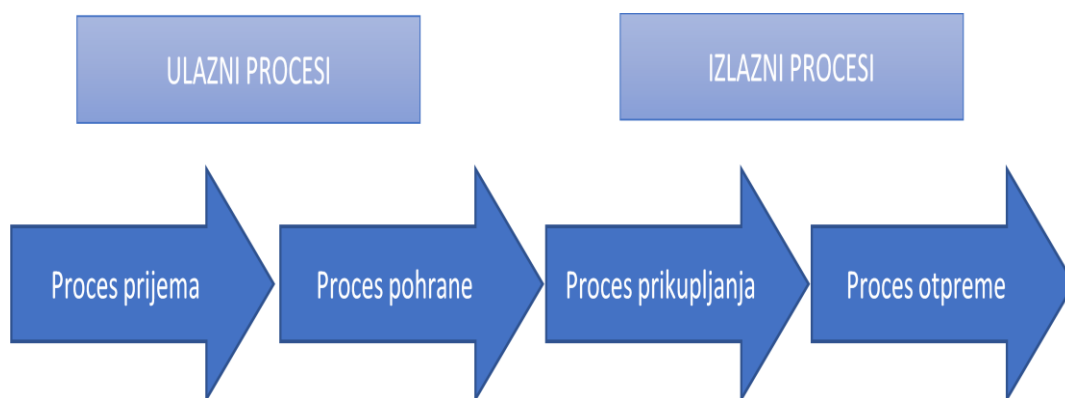
Prilikom procesa prikupljanja robe potrebno je obratiti pažnju na kvalitetan odabir metode samog prikupljanja. U trećem je poglavlju detaljno objašnjena svaka od metoda koja se najčešće primjenjuje u skladišnom poslovanju te njihova učinkovitost na proces prikupljanja. Isto tako, prikazani su i načini prikupljanja s obzirom na odabranu metodu te njihova efikasnost na cjelokupni skladišni sustav.

U četvrtom poglavlju objašnjena je vizualna detekcija odnosno percepcija s naglaskom na važnost percepcije te njezin razvitak u različitim područjima. Isto tako, navedena su dosadašnja istraživanja vezana za percepciju i razvoj tehnologije koja je omogućila kvalitetnije praćenje i prikupljanje različitih podataka pomoću praćenja kretanja zjenice oka određene osobe, s naglaskom na primjenu laboratorijske opreme Tobii Pro Glasses 2.

Radi jasnijeg pojašnjenja cijelog istraživanja, u petom je poglavlju prikazan postupak, analiza i rezultat istraživanja procesa prikupljanja pri WMS-u nepoznate lokacije pomoću Tobii Pro Glasses 2 laboratorijske opreme koje je provedeno u jednoj tvrtki koja djeluje na području Republike Hrvatske.

2. DEFINIRANJE POJMA I SVRHA SKLADIŠNIH PROCESA

Skladišni procesi su sastavni dio svakog skladišta. Veoma je bitna njihova usklađenost kako bi se postigli najbolji rezultati te što veća razina integracije cjelokupnog skladišta kao sustava. U osnovne skladišne procese ubrajaju se prijem, pohrana, prikupljanje te otprema robe. Prijem i pohrana predstavljaju ulazne procese, dok prikupljanje i otprema, izlazne procese, kao što je prikazano na slici 1.



Slika 1. Ulazni i izlazni procesi skladišnog poslovanja

Izvor: [2]

Prema Richards-u [3] osim navedenih skladišnih procesa, uključene su i aktivnosti dopune, akumuliranja, sortiranja, pakiranja i *cross – dock*¹ operacija kao dio osnovnih procesa. U praksi se te aktivnosti nazivaju dodatnim aktivnostima, koje su samo popratne radnje uz navedene osnovne procese.

U tablici 1. prikazan je udio generiranja troškova svakog od skladišnih procesa u postotcima. Proces prijema robe generira najmanji udio operativnih troškova što ne znači da je manje relevantan jer je itekako bitno spriječiti moguća zakašnjenja prijema robe, kako bi se izbjegli eventualni negativni učinci. U nastavku će se objasniti svaki od navedenih skladišnih procesa s naglaskom na proces prikupljanja robe.

¹ Termin koji označava praksu da se iz dolazeće pošiljke u skladište bez skladištenja pretovari te po potrebi prepakira i objedini potrebna roba na odlazeću pošiljku.

Tablica 1. Udio troškova skladišnih procesa u [%]

SKLADIŠNI PROCESI	UDIO [%]
Prijem robe	10
Pohrana	15
Prikupljanje robe	55
Otprema robe	20

Izvor: [2]

2.1. Osnovne značajke procesa prijema robe

Proces prijema robe prvi je proces koji se odvija u skladišnom poslovanju pri dolasku robe u skladište. Prema Richards-u [3] proces prijema robe važan je za podizanje efektivnosti svih operacija skladišta. Veoma je važno da se prilikom samog prijema utvrdi da je pravi artikl zaprimljen u skladište, odnosno onaj koji je naveden u nalogu, prema pravim količinama i u ispravnom stanju.

Proces prijema robe započinje najavom dolaska transportnog sredstva u određeno vrijeme kako bi se mogle osloboditi i pripremiti prijemne rampe za prilaz kamiona skladištu. Nakon toga slijedi proces preuzimanja robe koji se odvija fizički, uglavnom pomoću ručnog viličara te uz pomoć barkod čitača koji omogućava unos robe u WMS kako bi se kasnije lakše pozicionirala, odnosno pohranila u skladište. Tijekom prijema, roba se privremeno pozicionira u neposrednoj blizini prijemnih rampi. Isto tako, skladištar koji je zadužen za prijem, mora provjeriti ima li pristigla roba eventualnih oštećenja. U slučaju oštećenja robe, ista se ne pohranjuje u skladište već se radi proces povrata [4].

Kako bi se povećala sama produktivnost prijema robe važno je osigurati normalno funkcioniranje protoka robe, odnosno potrebno je pratiti sljedeće korake: [3]

- Osigurati skladišne pozicije za većinu dobavljača,
- Smanjiti količinu kontrole dolaznih dostava,

- Imati prioritet na promocijskim artiklima i artiklima s niskom razinom zalihe,
- Planirati pohranu robe i osigurati da je artikl smješten na točnu lokaciju koja je dodijeljena prema sustavu,
- Fokus na korištenje *cross – dock* sustava skladišta.

2.2. Osnovne značajke procesa pohrane robe

Proces pohrane robe slijedi nakon procesa prijema. Predstavlja odlaganje robe na određenu lokaciju unutar skladišta, odnosno na lokaciju koja mu je dodijeljena od strane WMS-a. Lokacije se moraju odrediti prije same pohrane robe. WMS omogućava konstantan uvid u lokaciju, ali i o kojem se artiklu radi i u kojim količinama. Bitno je da dobavljač specificira artikl kako bi se kupac na što prikladniji način pripremio za prijem robe. Isto tako bitno je da osoba zadužena za nabavu robe unaprijed specificira ambalažu, broj artikala po kartonu, broj kartona po paleti i dogovori označavanje paketa ili deklariranje ukoliko je potrebno te da dogovori mod transporta i osigura da je roba kompatibilna sa skladišnim prostorom [2].

Današnje skladišno poslovanje uvelike je olakšano korištenjem WMS-a koji dodjeljuje lokaciju artikla unaprijed i šalje komisionera na mjesto pohrane robe. Uglavnom se radi o paletnim regalima kojima su skladišta opremljena, a koji mogu biti jednostruki ili dvostruki.

Kako bi takvi sustavi bili u mogućnosti dostići zavidnu razinu efikasnosti i efektivnosti, potreba je dostatna količina informacija koja u svakom trenutku mora biti dostupna: [3]

- Veličina, masa i visina paletizirane robe,
- Rezultat ABC analize²,
- Trenutne podatke nabave,
- Informacije o sličnim artiklima,
- Trenutni status svakog artikla za pojedinačno prikupljanje robe,
- Veličinu skladišnih lokacija,
- Nosivost paletnog regala.

² ABC analiza predstavlja metodu koja omogućava razvrstavanje materijala/proizvoda u tri skupine temeljem odnosa vrijednosti potrošnje/zaliha/prodaje i broja materijala/proizvoda.

2.3. Osnovne značajke procesa prikupljanja robe

Prikupljanje robe jedan je od četiri skladišnih procesa koji se svakodnevno pojavljuju u skladišnim sustavima. Slijedi nakon procesa prijema i procesa pohrane robe u skladištu. Može se definirati kao proces prikupljanja odnosno podizanja artikala sa skladišnih lokacija koji su navedeni u narudžbi od strane zahtjeva korisnika, odnosno naručitelja robe. Naručitelji su u većini slučajeva sami kupci robe.

Proces prikupljanja robe, kao jedan od važnih skladišnih procesa generira najveći udio: [1]

- Utrošenog vremena na aktivnosti koje se pojavljuju prilikom procesa prikupljanja,
- Najveći udio ljudskog rada u skladištu,
- Oko 55% operativnih troškova u skladištu,
- Izravan utjecaj na točnost i brzinu rada.

Sam proces može se opisati na način da se prema pristiglim narudžbama od strane kupaca vrši provjera stanja robe na skladištu kako bi se ustanovilo je li roba koja se nalazi na svakoj pojedinoj narudžbi raspoloživa za izuzimanje sa stanja te kako bi se mogao izraditi nalog za prikupljanje robe. Nakon toga, svaka narudžba se dodjeljuje komisionerima koji su zaduženi za prikupljanje robe. Narudžbe se mogu obavljati pojedinačno ili grupno. Prema principu pojedinačno, svaki komisioner prima narudžbu preko barkod čitača koji je povezan sa cjelokupnim WMS sustavom te izvršava proces, dok prema principu grupnog prikupljanja jednu narudžbu obavlja više komisionera [2]. Bitno je naglasiti da je u većini slučajeva riječ o skladištima opremljenim regalima u kojima se roba pohranjuje na paletama te se kao takva izuzima sa stanja, dok u slučaju komadnog ili paketnog prikupljanja pojedinačni paketi ili komadi izuzimaju se sa stanja pojedine lokacije nakon prikupljanja.

Sam proces sadrži aktivnosti putovanja do artikla, traženja artikla, samog prikupljanja te ostalih aktivnosti kao što je dokumentiranje preko barkod čitača i sl. Kao što je prikazano u 2. tablici, najveći udio vremena utrošen je upravo na samo putovanje od lokacije do lokacije na kojima se nalazi svaki artikl unutar skladišta. Stoga, bitno je naglasiti da je važno voditi računa o lociranju svakog artikla unutar skladišta s ciljem postizanja optimalnog puta između svake lokacije. Ostale aktivnosti traženja, prikupljanja te dokumentiranja ne generiraju veliki

udio vremena zbog toga što su većina skladišta opremljena WMS sustavima koji uvelike dižu razinu skladišnog poslovanja, ali i olakšava upravljanje svakog od skladišnih procesa.

Tablica 2. Aktivnosti procesa prikupljanja

AKTIVNOST	UTROŠAK VREMENA [%]
Putovanje	55
Traženje	15
Prikupljanje	10
Dokumentiranje	20

Izvor: [5]

Isto tako, bitno je naglasiti da proces prikupljanja može biti vezan za proizvodnju ili distribuciju. Ukoliko je riječ o prikupljanju u proizvodnji, radi se o skladištima sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda, dok je priprema naloga vezana za: [6]

- Prilagođavanje sirovina/poluproizvoda potrebama proizvodnje,
- Ulogom međufaznog skladišta poluproizvoda,
- Prilagođavanjem gotovih proizvoda zahtjevima otpreme ili nove proizvodnje.

U samoj distribuciji, riječ je o procesu pripreme robe za isporuku, odnosno transformaciji pojavnog oblika robe sa zaliha u skladištu u javni oblik koji zahtijeva korisnik. Bitno je naglasiti da se kod ove vrste skladišta u prijemnom toku robe radi o transportno – manipulativnim jedinicama s homogenim sadržajem. No, unatoč tome, treba uzeti u obzir da dolazi do slučajeva za zahtjevom formiranja mješovite transportno – manipulativne jedinice sa mješovitim, odnosno nehomogenim sadržajem. Upravo zbog toga, proces prikupljanja predstavlja najzahtjevniji proces u skladišnom poslovanju [6].

2.3.1. Osnovni principi procesa prikupljanja

S ciljem postizanja visoke razine kvalitete i same brzine i točnosti procesa prikupljanja u nastavku će se prikazati ključni principi koji se moraju poštivati kako bi se navedeni zahtjevi ispunili: [2]

1. Korištenje dokumentacije koja optimizira rute kretanja osoblja čime se smanjuje nepotrebno kretanje komisionera po skladištu, a i sam obilazak lokacija u skladištu sa nedovoljnim zalihama pojedinog artikla.
2. Uporaba učinkovitog sustava za adresiranje u skladištu što znači da svaki artikl koji se nalazi u skladištu mora imati određenu šifru koja ga određuje i stalnu ažuriranu adresu unutar skladišnog prostora, odnosno regala.
3. Pouzdanost i razina obučenosti osoblja koja uvelike utječe na kvalitetu obavljanja procesa prikupljanja. Manjak obučenosti osoblja može dovesti do učestalih pogrešaka u ispunjavanju narudžbi te reflektirati negativan učinak na cjelokupni proces.
4. Izbjegavanje prebrojavanja.
5. Potvrđivanje narudžbi radi povećanja točnosti izvršenja narudžbe. Zadaća je svakog komisionera da usporedi jesu li prikupljene količine sa skladišta jednake naručenim količinama, odnosno količinama navedenim u narudžbi.
6. Minimiziranje vremena potrebnog za popunjavanje dokumentacije.

2.3.2. Ključni elementi procesa prikupljanja

U ključne elemente procesa prikupljanja robe u skladištu ubrajaju se: [2]

- Vrijeme putovanja- ručno i mehanizacija,
- Lokacija artikla- ključna kategorizacija proizvoda (najčešće ABC analiza),
- Planiranje- optimizacija ruta pri prikupljanju robe,
- Razina usluge,
- Točnost- ključan element s ciljem reduciranja dodatnih troškova.

Vrijeme putovanja od lokacije do lokacije trebalo bi biti što kraće gdje je pritom izrazito bitna sama lokacija svakog pojedinog artikla. Uglavnom je riječ o ABC kategorizaciji

artikala, odnosno pozicioniranju artikala A kategorije (s velikim obrtajem) na nulte pozicije regala radi lakšeg i bržeg prikupljanja.

2.3.3. Svrha procesa prikupljanja robe u skladištu

Sama svrha procesa prikupljanja jest zadovoljavanje potreba svih korisnika, odnosno kupaca koji su uputili narudžbe prema kojima zahtijevaju određenu vrstu robe u određenim količinama. Pritom, pri zadovoljavanju potreba kupaca, odnosno svih korisnika, bitnu ulogu imaju parametri koji uvelike utječu na razinu kvalitete tog procesa. Glavni parametri su produktivnost, brzina i točnost.

Prema autorima Benjaafar i Elhedhli [7] produktivnost procesa prikupljanja može se promatrati na razini jednog sata ili pak na dužem vremenskom intervalu, na primjer: danu, tjednu i mjesecu. Radi bolje preglednosti i točnosti uglavnom se rade mjerenja u intervalu od jednog sata. Razina produktivnosti dobiva se prema broju skladišnih jedinica koje su izuzete sa stanja, odnosno skladišnih pozicija u promatranom vremenskom intervalu. Stoga, ukoliko je riječ o prikupljanju pojedinačnih artikala, produktivnost se dobiva prema stvarnom broju izuzetih artikala u određenom vremenskom intervalu (najčešće jednom satu), pri prikupljanju paketa, promatra se stvaran broj izuzetih paketa u određenom vremenskom intervalu te ukoliko je riječ o prikupljanju kompletnih skladišnih jedinica – paleta, promatra se ukupan broj izuzetih paleta u određenom vremenskom intervalu.

Brzina prikupljanja je vrijeme ciklusa potrebnog za izvršenje procesa, odnosno jedne narudžbe od strane korisnika. Ukupno vrijeme može se podijeliti na neto i bruto vrijeme prikupljanja. Neto vrijeme predstavlja vrijeme potrebno za izuzimanje robe sa skladišnih pozicija od početka prijema narudžbe pa sve do izuzimanja zadnjeg artikla, dok je bruto vrijeme zbroj neto vremena sa vremenom potrebnim za preslagivanje paleta, omatanje istih te vrijeme potrebno za dostavu komisione palete u otpremnu zonu [8].

Nimalo manje važan parametar koji se ubraja jest točnost. Točnost određuje samu kvalitetu svako pojedino odrađene narudžbe. Ukoliko često dolazi do grešaka pri procesu prikupljanja, odnosno izuzimanja sa skladišnih pozicija artikala koji nisu navedeni u narudžbi, dolazi do povećanja ukupnog potrebnog vremena procesa, ali samim time i povećavanja troška te smanjenja kvalitete.

Prema ovim parametrima zaključuje se uspješna koncepcija procesa prikupljanja koja sadrži sljedeće elemente: [3]

- Fleksibilnost i sposobnost zadovoljavanja različitih vrsta zahtijeva od strane korisnika,
- Mogućnosti primjene suvremenih sustava prikupljanja s ciljem smanjenja ukupnih troškova skladišnih operacija,
- Potreba za primjenom sustava kontrole protoka roba kroz skladište da bi se osigurala stalna i visoka razina usluge.

2.4. Osnovne značajke procesa otpreme robe

Otprema robe predstavlja zadnji proces unutar kretanja robe kroz skladište. U procesu otpreme, roba se priprema za izlaz iz skladišta. Ukoliko je transportno sredstvo spremno za ukrcaj, roba se odmah po završetku procesa prikupljanja može prenijeti, odnosno ukrcati, no u slučaju da transportno sredstvo nije spremno za ukrcaj, roba se odlaže u zonu za otpremu koja je locirana pored otpremnih rampi.

Osim navedenog, proces otpreme sadrži i određene aktivnosti koje se obavljaju tijekom tog procesa, a to su: [9]

- Prijem robe iz skladišne/komisione/sortirne zone,
- Kontrola prikupljene robe,
- Prepakiravanje,
- Označavanje,
- Dokumentiranje,
- Ukrcaj.

Bitno je naglasiti da roba prije samog ukrcaja u transportno sredstvo može biti podložna dodatnim aktivnostima kao što je pakiranje. Isto tako, u procesu otpreme uglavnom se rukuje većim skladišnim jedinicama kao što su palete.

3. METODE PRIKUPLJANJA ROBE U SKLADIŠNIM SUSTAVIMA

U skladišnom se poslovanju mogu primijeniti različite metode prikupljanja robe. Izbor metode uvelike ovisi o rasporedu skladišne opreme, odnosno rasporedu regala, kapacitetu skladišta, broju zaposlenih, količini asortimana i sl.

3.1. Metode i njihova učinkovitost

U metode prikupljanja robe spadaju metode koje određuju sami način prikupljanja. Tako postoji metoda usmjeravanja, metoda odlaganja i metoda organizacije prikupljanja [10].

Metoda usmjeravanja služi za određivanje redoslijeda i rute prikupljanja. Svaki skladišni objekt ima vlastiti raspored raznovrsnih regala i skladišnih pozicija te je vrlo bitno provesti kvalitetnu rutu prikupljanja. Navedenom se metodom usmjerava komisionera na koji način i kojim putem će prikupljati robu sa skladišnih pozicija sa svrhom bržeg i efektivnijeg prikupljanja [10].

Pod metodu odlaganja spada određivanje skladišnih pozicija za određene artikle odnosno robu. Pomoću navedene metode lako se može odvojiti roba koja može kontaminirati ostalu robu u skladištu ili primjerice odvojiti robu manje od robe veće mase kako se ne bi narušila stabilnost robe na paleti prilikom prikupljanja [10]. U nastavku će biti objašnjene i ostale metode prikupljanja koje se najčešće koriste u skladišnom poslovanju.

3.1.1. Diskretno prikupljanje robe

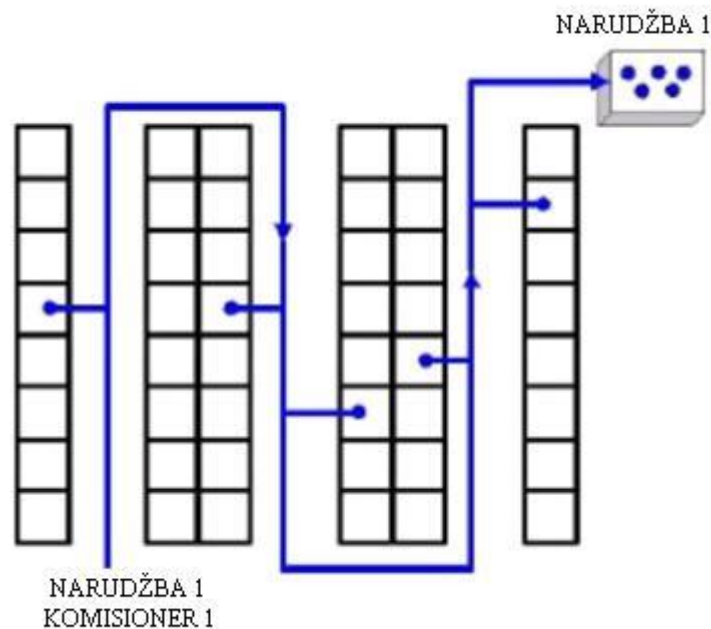
Diskretno prikupljanje robe je metoda koja podrazumijeva prikupljanje artikala unutar skladišta od strane jedne osobe prema danoj narudžbi, kao što je prikazano na slici 2. Narudžbe nisu raspoređene prema redoslijedu naručivanja, što podrazumijeva da se mogu odrađivati u bilo koje doba tijekom radnog vremena. Zbog svoje jednostavnosti ova se metoda često koristi u praksi [11].

Prednosti metode diskretnog prikupljanja: [11]

- Jednostavnost,
- Smanjena mogućnost pogreške,
- Brza reakcija prema korisniku.

Nedostaci metode diskretnog prikupljanja robe: [11]

- Mala produktivnost,
- Dugi vremenski interval za ispunjavanje narudžbe.



Slika 2. Metoda diskretnog prikupljanja robe, [11]

3.1.2. Zonsko prikupljanje robe

U zonskom prikupljanju robe, skladište je podijeljeno na zone pri čemu jedna osoba pokriva pojedinu zonu. Osoba koja je zadužena za pojedinu zonu prikuplja sve artikle u toj zoni, pri čemu se nakon toga roba prikuplja u zoni za konsolidaciju, a gdje se slaže prema pojedinoj narudžbi i priprema za otpremu, kao što je prikazano na slici 3. Svaki od komisionera ispunjava zahtjeve jedne narudžbe [11].

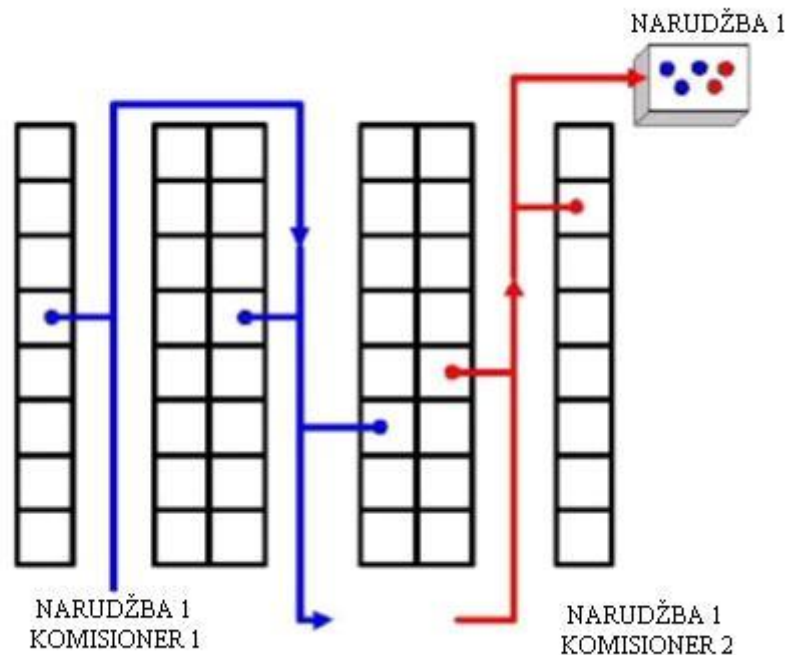
Isto tako, razlikuju se dvije vrste zonskog prikupljanja, sekvencijalno i simultano prikupljanje. Sekvencijalni način predstavlja prikupljanje artikala u jednoj zoni unutar nekog vremenskog intervala, dok simultani način prikupljanja predstavlja prikupljanje artikala u više zona istovremeno. Takva se metoda često koristi u skladištima koja raspolažu s više vrsta artikala i s različitim oblicima pakiranja [11].

Prednosti metode zonskog prikupljanja robe: [12]

- Uštede u vremenu puta,
- Komisioneru se povećava efikasnost jer dobro poznaje svoju zonu.

Nedostaci metode zonskog prikupljanja: [12]

- Troškovi nastali zbog eventualnih dodatnih zahtjeva za sortiranjem i objedinjavanjem prikupljene narudžbe.

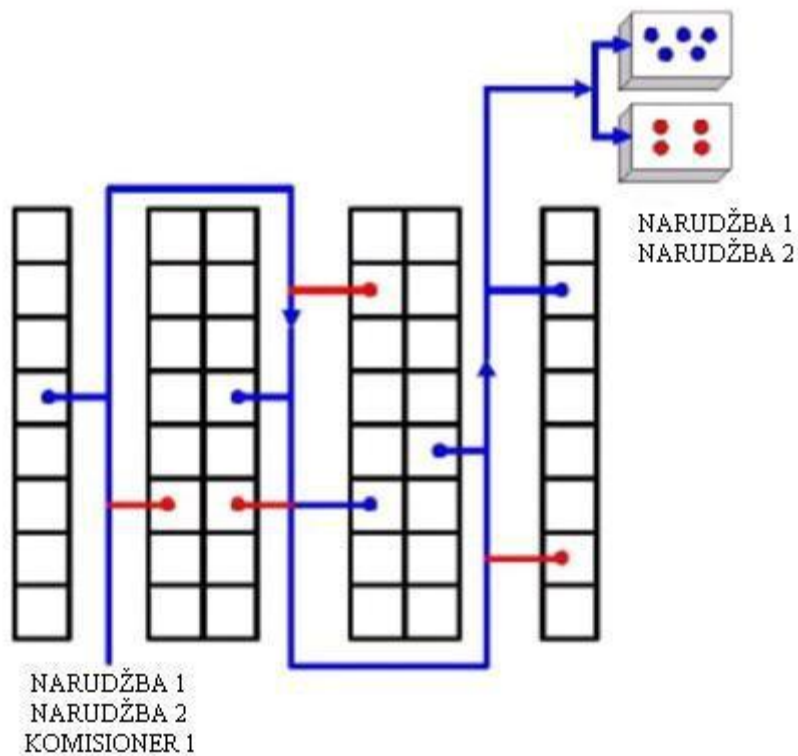


Slika 3. Metoda zonskog prikupljanja robe, [11]

3.1.3. Grupno prikupljanje robe

Prilikom korištenja metode grupnog prikupljanja robe jedna osoba prikuplja artikle za više narudžbi istovremeno. Ukoliko se pojedini artikl nalazi na više narudžbi, sa skladišta se podiže ukupna tražena količina, koja se kasnije raspoređuje prema narudžbama, kao što je prikazano na slici 4.

Takvim se načinom povećava učinkovitost, posebice prilikom prikupljanja artikala u malim pakiranjima, dok je s druge strane povećan rizik pogrešaka pri sortiranju i točnosti pri kompletiranju narudžbi [11].



Slika 4. Metoda grupnog prikupljanja robe, [11]

3.1.4. Prikupljanje na mah

Metoda prikupljanja na mah veoma je slična metodi diskretnog prikupljanja jer jedna osoba ispunjava jednu narudžbu. Glavna razlika je u tome što se kod prikupljanja na mah odabiru narudžbe koje će se ispuniti u određenom vremenskom periodu, što znači da se narudžbe mogu raspoređivati na način da se ispunjavaju u nekom određenom vremenu

tijekom dana radi usklađivanja vremena prikupljanja i otpreme. Time se štedi vrijeme odnosno reduciraju se vremenski gubici jer se prikupljena roba odmah sprema za ukrcaj u transportno sredstvo [11].

Isto tako, u praksi se nerijetko znaju koristiti i kombinirane metode, a to su:

- Zonsko – grupno prikupljanje,
- Zonsko – prikupljanje na mah,
- Zonsko – grupno – prikupljanje na mah.

3.1.5. Prikupljanje po principu „Roba prema čovjeku“

Metoda prikupljanja prema principu „roba prema čovjeku“ predstavlja metodu prema kojoj roba koja se prikuplja kreće prema komisioneru. Mjesto izuzimanja robe nalazi se na kraju prolaza pa se nerijetko takvi sustavi nazivaju i sustavima „na kraju prolaza“ [13].

Takvi sustavi prikupljanja omogućavaju da se teret ili skladišna lokacija iz koje se prikuplja roba, doprema do komisionera koji se nalazi na fiksnom mjestu u skladištu. Neki od takvih oblika su sljedeći: [6]

- Automatizirani sustavi za pohranu i prikupljanje (*Automated Storage and Retrieval Systems – AS/RS*),
- Karuseli.

AR/RS automatizirana skladišta predstavljaju sustav u kojem automatska visokoregalna dizalica izuzima paletu sa visokog regala te je dovozi do mjesta prikupljanja koja se nalazi na fiksnjoj lokaciji na kraju prolaza. Ukoliko se radi o prikupljanju paletnih količina, cijela se paleta odvozi u zonu za predaju, dok u slučaju prikupljanja kutija, komisioner na fiksnjoj lokaciji izuzima potrebnu količinu, dok se ostatak robe na paleti prevozi natrag na poziciju regala od strane visokoregalne dizalice [6].

S druge strane, karuseli se koriste za skladištenje i prikupljanje manjih paketa. Karusel je regal koji se sastoji od serije ladica koje rotiraju horizontalno i vertikalno, donoseći određenu

ladicu do fiksnog mjesta izuzimanja od strane komisionera, kao što je prikazano na slici 5. [6].



Slika 5. Primjer izvedbe karusela, [14]

Sustavi prikupljanja prema principu „roba prema čovjeku“ imaju određene prednosti, od kojih su najvažnije sljedeće: [11]

- Manji udio ručnog rada jer nema transportnih putova te potrebe za obilaskom skladišnih lokacija,
- Veća produktivnost rada,
- Veći stupanj iskorištenja skladišnog prostora,
- Veća razina sigurnosti robe jer nije izravno dostupna osoblju i komisionerima,
- Ergonomski oblikovane radne stanice,
- Brzina u selekciji narudžbe,
- Točnost i visoki stupanj iskoristivosti radnih stanica.

3.1.6. Automatizirano prikupljanje robe

U današnjici nerijetko se raspravlja o uvođenju automatiziranih sustava u skladišno poslovanje. Zahtjevi za velikom brzinom, točnošću i visokom razinom produktivnosti

rezultirali su gradnjom takvih sustava. U praksi i dalje nisu česti primjer jer je sam trošak uvođenja iznimno veliki. Prilikom ugradnje, potrebna su stalna integriranja i razvoj sustava za njihovo održavanje koja isto tako iziskuju velike novčane izdatke.

3.2. Vrste načina prikupljanja s obzirom na odabranu metodu

Danas postoje različiti načini prikupljanja robe koji se koriste u skladišnom poslovanju. Svaki od njih uvelike utječe na kvalitetu, brzinu, produktivnost, efikasnost i efektivnost procesa prikupljanja robe. U nastavku su objašnjeni neki od načina koji se koriste u skladišnom poslovanju.

3.2.1. Papirne liste

Proces prikupljanja robe, unatoč razvoju tehnologije, u manjoj se mjeri još i danas obavlja pomoću papirnih listi na temelju kojih se bilježi stanje zaliha. Glavni razlog tomu je veliki trošak uvođenja novijih sustava koji omogućavaju brzo i učinkovito vođenje skladišta.

Skladišni radnik, odnosno komisioner zaprima papir na kojemu je navedena narudžba kupca. Na temelju te narudžbe na kojoj su navedeni artikli, komisioner iste izdvaja sa skladišnih pozicija te bilježi izuzimanje sa stanja, kao što je prikazano na slici 6. Ova metoda je jedna od najsporijih metoda prikupljanja zbog toga što se temelji isključivo na ljudskom faktoru. Isto tako, komisioneri nemaju isplaniranu rutu kretanja tijekom prikupljanja robe stoga ova metoda ukazuje na malu efektivnost i učinkovitost.

Prednosti prikupljanja pomoću papirnih listi: [11]

- Nizak trošak tehnologije,
- Jednostavnija operacija obavljanja.

Nedostaci prikupljanja pomoću papirnih listi: [11]

- Niska produktivnost,
- Niska razina točnosti,

- Duže vremenski period prikupljanja.



Slika 6. Proces prikupljanja pomoću papirnatih listi, [15]

3.2.2. Barkod čitač

Danas se proces prikupljanja robe u većini slučajeva obavlja pomoću barkod čitača. Preko njega komisioner dobiva sve potrebne informacije za valjano obavljanje procesa prikupljanja. Na barkod čitaču prikazane su skladišne pozicije na kojima se roba nalazi, vrsta i naziv robe, količinu robe koja se treba prikupiti, rok upotrebe (ukoliko postoji) te ostale informacije o robi ili samom kupcu, odnosno nalogu [7].

Nakon što komisioner prikupi pojedini artikl sa skladišne pozicije, prema prikazanom na slici 7. skenira barkod pozicije i artikla i na taj način potvrđuje da je navedenu robu izuzeo pri čemu prima novu poziciju s koje treba izuzeti sljedeći artikl. Isto tako, barkod čitač je programiran na način da komisionera vodi najkraćom rutom u skladištu s ciljem vremenskih ušteda čime se također uvelike povećava točnost obrade naloga [7].



Slika 7. Proces prikupljanja pomoću barkod čitača, [16]

3.2.3. Prikupljanje pomoću glasovnih naredbi

Proces prikupljanja pomoću glasovnih naredbi je proces u kojemu skladišni radnik, odnosno komisioner sve upute i informacije vezane za robu, skladišnu poziciju, kupca i naloga dobiva putem zvučnih signala, kao što je prikazano na slici 8. Izuzetno je pogodan jer su prilikom prikupljanja komisioneru slobodne obje ruke što mu omogućava lakše prikupljanje artikala sa skladišnih pozicija [7]. Isto tako, ovaj način prikupljanja predstavlja jedan od modernijih načina pri čemu ga mnogi skladišni sustavi nastoje implementirati u svoje poslovanje.

Prednosti prikupljanja navođenog glasom: [11]

- Visoka razina točnosti,
- Srednja razina učinkovitosti,
- Veća brzina prikupljanja.

Nedostaci prikupljanja navođenog glasom: [11]

- Visoki trošak uvođenja sustava.



Slika 8. Proces prikupljanja navođen glasom, [17]

4. PRIMJENA METODE PRAĆENJEM VIZUALNE DETEKCIJE KOMISIONERA

Postoje razne metode i načini praćenja vizualne detekcije koje se primjenjuju u različitim područjima rada i znanosti. U nastavku će biti prikazani svrha i značenje vizualne detekcije, odnosno cjelokupne percepcije komisionera pri obavljanju procesa prikupljanja na temelju praćenja njegovih vizualnih sposobnosti, odnosno kretanja zjenice oka korištenjem Tobii Pro Glasses 2 laboratorijske opreme.

Današnja istraživanja sve se više baziraju na alternativnim mogućnostima poboljšanja učinkovitosti poslovanja, kao što je primjena Tobii naočala. Ona mogu ukazati na mogućnosti reduciranja vremena potrebnog za obavljanje određenog procesa ili pak prikaz kompletne analize rada pojedinog komisionera kao i njegove učinkovitosti.

4.1. Općenito o vizualnoj detekciji

Vizualna detekcija, odnosno percepcija je proces kojim se integriraju, organiziraju i interpretiraju razni podaci iz okoline. Praćenje vizualne percepcije povezano je i s pojmom praćenja kretanja zjenice oka. Ona se može definirati kao proces detektiranja i praćenja usmjerenosti pogleda, odnosno smjera u kojem osoba gleda, tj. fokusira svoj pogled. Fiksiranje pogleda je kompleksni živčani proces i zavisi od dvije faze, koje se događaju u mozgu i živcima koji reguliraju pokrete očnih jabučica i mišića iz mozga, pri čemu do fiksiranja dolazi kada se oko ustabili i održava pogled u konstantnom smjeru [18].

Proces vizualne percepcije se sastoji od dva istovremena procesa obrade informacija, onih koje su dobivene i onih koje već postojale. Najvažnije funkcije percepcije su prepoznavanje i lokalizacija. Prepoznavanje podrazumijeva utvrđivanje što je predmet uočavanja, dok je lokalizacija određivanje udaljenosti predmeta. Vizualna percepcija važna je u mnogim znanostima i područjima, a posebice u prometu, što se najviše referira na brzinu uočavanja prometnih znakova. Procjenjuje se da je oko 90% svih potrebnih informacija vizualnog karaktera. Sam proces percepcije sastoji se od nekoliko faza: [18]

- Faza uočavanja,
- Faza prepoznavanja,
- Faza čitanja.

Razne su podjele vizualne percepcije, no najčešća se primjenjuje prema Gestalt konceptu: [19]

- Percepcija oblika ili forme koja se bazira na odnosu figure i pozadine,
- Percepcija grupiranja koja se bazira na blizini, sličnosti, kontinuiranosti i povezanosti,
- Percepcija dubine,
- Percepcija gibanja.

4.2. Dosadašnja istraživanja o vizualnoj detekciji

Mnoga su istraživanja provedena u različitim područjima koja su vezana za vizualnu detekciju odnosno praćenje kretanje zjenice oka. Primjerice, danas se dosta koristi prilikom istraživanja u svrhu pomoći osobama kojima je jedina mogućnost komunikacije pokret oka. Isto tako, istraživanja su provedena i u marketinškoj industriji (uočavanje panela s reklamama tijekom vožnje), medicini, prometnoj sigurnosti i ostalim područjima. Najšira uporaba se bilježi upravo u područjima prometne sigurnosti, odnosno praćenju reakcija vozača na promjene u okolini, kao što su različite vremenske i prometne situacije. Većina tih istraživanja temeljila su se na snimanju lica ili pak područja oka pomoću uređaja sa ugrađenim kamerama i sl. Trenutno se nalazimo u četvrtoj generaciji uređaja za praćenje pogleda. Prva generacija je omogućila mjerenje pokreta oka unutar glave, odnosno elektro – okulografiju i druge metode koje nisu bile u stanju mjeriti točku usmjerenosti. Druga generacija su foto i video okulografni uređaji koji također nisu imali mogućnosti mjerenja točke usmjerenosti, dok je treća generacija pružala analogne tehnike utemeljene na vidu, koje su mogle pratiti odsjaj zjenice. Kroz svaku od generacija, povećala se uporabljivost, a smanjila cijena tehnologije [19].

Prve studije praćenja zjenice oka provedene su već 1879. godine od strane oftalmologa Louisa Javala. Sva takva istraživanja nisu bila reprezentativna jer su se temeljila na zapažanjima „golim okom“, a ne nekim od uređaja [20]. Jedan od prvih uređaja koji se počeo koristi u svrhu takvih istraživanja, uveden je 1948. godine koji se stavljao preko očiju (u obliku naočala). Razvojem tehnologije počela su se primjenjivati bolja rješenja pomoću upotrebe kamera u ulozi praćenja kretanja zjenice oka. Do danas je dosegnuta zavidna razina

koja je omogućila utjecaj na povećanje učinkovitosti, ali i uvid u moguća poboljšanja s obzirom na vrstu istraživanja. Jedan od primjera takve tehnologije je i laboratorijska oprema Tobii Pro Glasses 2, koja zapisuje sve veću upotrebu.

4.3. Laboratorijska oprema Tobii Pro Glasses 2

Laboratorijska oprema Tobii Pro Glasses 2 je proizvod švedske kompanije koja već duži vremenski period radi na usavršavanju svojeg Tobii sistema za praćenje pokreta očiju. Tobii Pro Glasses 2 oprema predstavlja naočale s ugrađenim programom koji omogućava ostvarivanje prednosti glede jednostavnosti samoga sustava kroz lako rukovanje s minimalnim potrebnim vremenom za obuku istraživača. Isto tako, pruža vrlo precizne i točne rezultate s visokom tolerancijom kod značajnih ljudskih pokreta glavom u raznim okruženjima [21].

Tobii Pro Glasses 2 oprema predstavlja novu generaciju pri praćenju zjenice oka promatrane osobe pomoću postavljenih kamera i koja na temelju toga omogućava detaljnu analizu ljudskog ponašanja u realnom vremenu prilikom obavljanja određenog posla. Pomoću opreme koja je ugrađena u same naočale pružaju uvid u točno ono što osoba gleda u realnom vremenu, bez obzira na lokaciju ili neke određene uvjete. Primjer naočala prikazan je na slici 9.



Slika 9. Tobii Pro Glasses 2 oprema, [22]

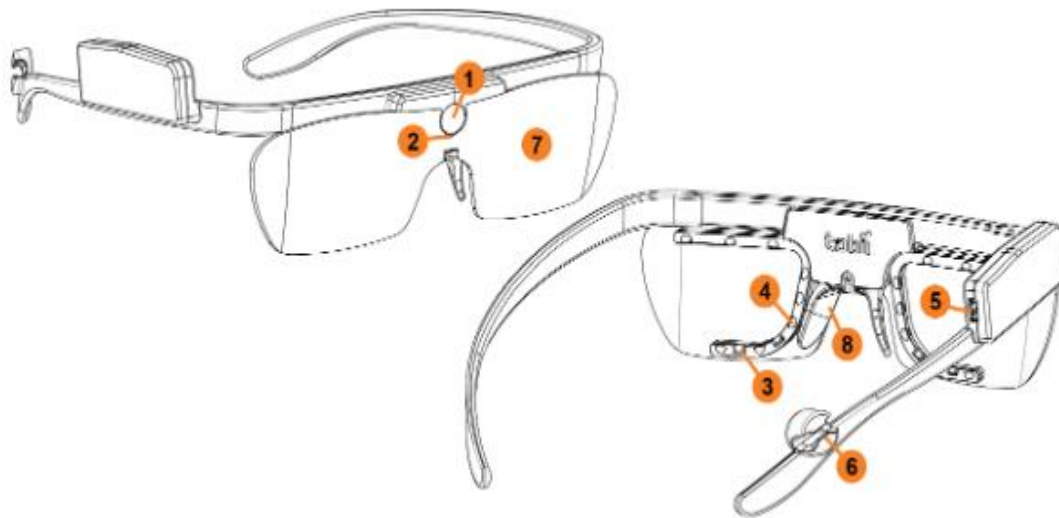
Princip rada Tobii naočala je baziran na kamerama koje se nalaze u sredini mosta te u donjem dijelu okvira te koje snimaju i prate kretanje zjenice oka korisnika. Isto tako, imaju mogućnost bilježenja pokreta očiju i zvučnih signala korisnika.

Tobii Pro Glasses 2 laboratorijska oprema sastoji se od nekoliko ključnih komponenata, a to su sljedeće: [22]

- Naočale za praćenje kretanja zjenice oka korisnika,
- Uređaj za snimanje te tablet ili računalo
- Tobii Pro Glasses Analyzer.

Naočale za praćenje kretanja zjenice oka korisnika sa svim komponentama prikazane su na slici 10. Brojevi sa slike predstavljaju sljedeće komponente samih naočala: [22]

1. Kamera koja snima sve što se nalazi ispred korisnika naočala,
2. Mikrofon,
3. Senzori za praćenje zjenice oka,
4. Osvjetlivači očiju koji omogućuju bolji rad senzora,
5. Priključak pomoću kojeg se naočale spajaju sa uređajem za snimanje,
6. Vodilice kabla za sprječavanje potencijalnog ometanja korisnika,
7. Staklo-leća,
8. Nos- jastučići.



Slika 10. Dijelovi Tobii naočala, [22]

Uređaj za snimanje prikazan na slici 11. tijekom snimanja spojen je s naočalima putem kabla. U njemu se nalaze baterija i memorijska kartica različitih veličina. Isto tako, direktno je spojen na računalo ili tablet preko softvera na kojem se prikazuje snimka u realnom vremenu.



Slika 11. Tobii uređaj za snimanje, [21]

Tobii Pro Glasses Analyzer je softver koji se instalira na računalo s ciljem kasnije obrade podataka prikupljenih snimanjem preko naočala i uređaja za snimanje.

Na temelju ovoga može se zaključiti da naočale služe za snimanje zjenice oka korisnika dok Tobii uređaj služi za pohranu snimke pokreta očiju i zvučnih signala odnosno govora ispitanika. Prije samog korištenja potrebno je u uređaj staviti bateriju i SD karticu na koju se pohranjuje videozapis. Džepni uređaj potrebno je uključiti i povezati kablom sa Tobii

naočalama čime se omogućava nesmetano kretanje korisnika. Isto tako, prije same uporabe Tobii naočale zahtijevaju kalibraciju prema svakom ispitaniku. Kalibraciju je potrebno napraviti prije samog istraživanja za svakog pojedinog ispitanika kako bi se dobili točni podaci fokusiranja pogleda s obzirom da svaki čovjek ima različite vidne karakteristike [21]. Isto tako, važno je spomenuti same specifikacije Tobii naočala, koje su prikazane u tablici 3.

Tablica 3. Specifikacije Tobii Pro naočala

SPECIFIKACIJA	OPIS
Broj kamera	3 kamere
Senzori	Ziroskop i akcelerometar
Scene formata kamera i rezolucija	H.264 1920 x 1080 piksela
Scene vidnog polja kamere	90°; 16:9
Kut snimanja scena/video kut	82° horizontalno i 52° okomito
Snimanje zvuka/mikrofon	Da
Dimenzije	179 x 159 x 57 [mm]
Težine	45 [g]

Izvor: [21]

4.3.1. Primjena Tobii Pro Glasses 2 laboratorijske opreme

Općenito, upotreba Tobii opreme sve je šira jer omogućava uvid u različite mogućnosti optimizacije, integracije ili povećanja učinkovitosti, ovisno u koje se svrhe koristi i u kojem području. Do danas, primjena Tobii naočala bilježi se u različitim područjima, kao što su:

- Medicina,
- Područje transporta odnosno prometa,
- Područje strojarstva i brodogradnje.

Tobii naočale sve su se više počele primjenjivati u medicinske svrhe. Tako je na jednom Sveučilištu u Španjolskoj provedeno istraživanje praćenja kretanja zjenice oka sudionika pomoću Tobii Pro Glasses 2 opreme. Glavna svrha praćenja je bila fokus na pojedine točke gledanja te sposobnosti brzog uočavanja pri obavljanju različitih pregleda iz područja

kirurgije, pregleda pacijenata i sl. Istraživanje se provodilo u laboratoriju u kojem su učestvovali instruktori odnosno profesori, praktikanti i studenti Sveučilišta. Prema omjeru, sudjelovalo je 21% profesora, 54% studenata i 25% praktikanata.

Samo istraživanje pokazalo se veoma korisnim, ne samo zbog dobivenih dobrih rezultata već i jednostavnog korištenja naočala bez potrebe za edukacijom oko primjene. Isto tako, istraživanje je uvelike utjecalo na povećanje učinkovitosti održavanja edukacija, ali i profesorima omogućilo praćenje testnih operacija praktikanata u realnom vremenu čime se osigurava bolja i brža edukacije osoblja, ali i razvoja kompletnog sustava u cjelini [23].

Isto tako, Tobii oprema počela se dosta primjenjivati u području prometa odnosno transporta. Manjak vizualnih vještina vozača potaknule su znanstvenike na razvoj istraživanja vezana za mogućnost brzog zapažanja odnosno uočavanja potencijalno opasnih prometnih situacija, ali i svega ostalog što je bitno tijekom vožnje, kao što su prometni znakovi i sl. S druge strane, dosta je istraživanja provedeno vezanih za uočavanje reklamnih panoa koji su postavljeni uz kolnik. Stoga, jedno istraživanje baziralo se upravo na toj tematici pri čemu se na temelju nasumično izabranih sudionika zahtijevalo da odvoze postavljenu rutu noseći Tobii Pro Glasses 2 opremu. Sudionici su bili različitih starosnih skupina s ciljem dobivanja različitih rezultata mjerenja. Tijekom cijele rute, dugačke 10 kilometara, postavljeni su različiti prometni i reklamni elementi. Pomoću Tobii naočala snimao se pokret zjenice oka svakog pojedinog sudionika. Nakon odrađenih vožnji svih sudionika, pomoću Tobii softver *analyzer* programa svaka se snimka analizirala s radi dobivanja podatka o broju uočenih prometnih znakova te pogleda prema reklamnim elementima. Na temelju pregleda istih, uočeno je da ukoliko je sudionik detektirao veći broj prometnih znakova, također detektirao veći broj reklamnih panoa, ali i obrnuto. Slika 12. prikazuje situaciju kada je sudionik uočio reklamni pano, što dokazuje kružić koji preslikava trenutni pogled sudionika tijekom vožnje preko Tobii naočala [24].



Slika 12. Percepcija vozača tijekom vožnje prikazana pomoću Tobi Pro Glasses 2 opreme, [24]

Isto tako, nakon odrađene vožnje, na temelju intervjua sudionici su upitani sjećaju li se o kojim je reklamama bilo riječ. No, na temelju danih odgovora od većine sudionika se dobila informacija da su samo percipirali znak, ali ne i sadržaj na njima. Zaključak istraživanja jest da je bez obzira na dob vozača sposobnost uočavanja jednaka sa eventualno malim odstupanjima. Isto tako, veliki utjecaj na samo opažanje ima i položaj znaka s obzirom na njegovu lakoću zapažanja kao i daljina reklamnih panoa od kolnika [24].

Istraživanje sa Tobii Pro Glasses 2 opremom također je provedeno pri izvođenju simulacija upravljanja dizalicom na različitim vrstama brodova (kontejnerski, brodovi za izvođenje radova i sl.), ali pri opasnim i riskantnim situacijama, kao što su postavljanje različitih platformi u moru i sl. Glavni je cilj bio testiranje individualne percepcije svakog pojedinog radnika koji upravlja takvom dizalicom s ciljem dobivanja uvida u točke percepcije te zadržavanje pogleda na pojedinoj točki, a sve to kako bi se dobila povratna informacija jesu li radnici adekvatni za pravovremeno percipiranje i reagiranje na potencijalno opasnu situaciju [25].

4.3.2. Primjena Tobii opreme u logistici

Bitno je naglasiti da se oprema Tobii Pro Glasses 2 do sada nije primjenjivala za istraživanja vezana uz skladišno poslovanje. Trenutno, samo irska informatička kompanija Heavey RF, počinje nuditi uvođenje sličnih tehnologija kao što su Tobii naočale u skladišna poslovanja, odnosno vezana za logistički sektor.

Prva je kompanija koja je počela prezentirati svoju uslugu tehnologije praćenja kretanja oka u logističke svrhe. Predstavila ju je kroz mogućnost podizanja razine analize učinkovitosti poslovanja pružanjem takve usluge krajnjim korisnicima [26]. Do sada je jedan korisnik počeo primjenjivati njihovu uslugu, koji je podigao svoje poslovanje na veći nivo uvođenjem takvih tehnologija, ne samo kroz uočavanje mogućih problema koji svakodnevno nastaju u poslovanju već i rješavanju istih te pružanju novih i inovativnih rješenja koja su uvijek orijentirana na smanjenje utrošenog vremena za obavljanje skladišnih procesa u poslovanju.

5. ANALIZA PRIKUPLJANJA ROBA SA WMS-U NEPOZNATOM LOKACIJOM ARTIKLA LABORATORIJSKOM OPREMOM TOBII PRO GLASSES 2

Proces prikupljanja robe generira veliku potrebu za kontinuiranim istraživanjem novih metoda rasta razine optimalnosti koje u konačnici imaju utjecaj na cjelokupan sustav jednog skladišta.

Na temelju prikazane teorijske podloge o skladišnim procesima i vizualnoj detekciji komisionera, u nastavku rada će se detaljno objasniti, prikazati i analizirati proces prikupljanja robe pomoću laboratorijske opreme Tobii Pro Glasses 2 koji se proveo u tvrtki koja djeluje na području Republike Hrvatske. Analiza će se temeljiti na praćenju oka komisionera pri prikupljanju robe WMS-u nepoznatoj lokaciji. Cilj je dobiti različite rezultate koji bi ukazali na nedostatke, gubitak vremena koji nastaje pri prikupljanju robe, mogućnosti poboljšanja ili pak predložka s ciljem reduciranja nastajanja vremenskih gubitaka, a sve sa svrhom povećanja razine kvalitete u skladišnim sustavima, točnije kod procesa prikupljanja.

5.1. Informacijska podloga skladišnih sustava

Ustroj svakog skladišnog poslovanja uvjetovan je vrstom gospodarske djelatnosti koja se obavlja te se stoga razlikuje kod proizvodnih i uslužnih djelatnosti. Na to se veže činjenica da ne postoji jedinstveni informacijski sustav koji bi mogao univerzalno riješiti poslovni ustroj skladišnog poslovanja.

Stoga, informacijski su sustavi u skladišnom poslovanju veoma važni jer integriraju sve podatke i informacije vezane za prikupljanje, čuvanje, obradu i raspodjelu. Veoma je bitno naglasiti da bez obzira na izbor informacijsko – tehnološkog rješenja, svaki sustav mora biti usklađen potrebama i ustrojstvu društva. Prije svega potrebno je objasniti važnost sustava planiranja resursa u poduzeću (*Enterprise Resource Planning* – ERP). ERP sustavi su česta pojava u kompanijama. ERP sustav je vrsta poslovnog softvera koji podržava odvijanje mnogih operativnih procesa poduzeća u različitim poslovnih područjima, kao što je nabava, skladištenje, proizvodnja, financije, kontroling i sl. Danas postoje više ponuđača ERP sustava u svijetu, od kojih su najpoznatiji Oracle, SAP te Microsoft Dynamics GP. Strukturiran je na način da su u njega ugrađene aplikacije koje su organizirane u cjeline koje se nazivaju moduli unutar kojih se nalaze različite transakcije. Pritom, pojedini ERP sustavi razlikuju se glede

modula što znači da svi nemaju sva funkcionalna područja te da ne uključuju uvijek iste module. Razvojem tehnologije razvijeni su novi moduli, koji omogućavaju bolju integritanost svih procesa unutar pojedinog modula, ali i bolju povezanost s ostalim modulima [27]. U tablici 4. prikazana je usporedba modula u klasičnom i proširenom ERP sustavu.

Tablica 4. Usporedba modula klasičnog i proširenog ERP sustava

KLASIČNI MODULI ERP-a	KLASIČNI MODULI U PROŠIRENOM ERP-u
Marketing i poslovno planiranje	Upravljanje financijama
Nabava i skladištenje	Opskrbni lanci
Prodaja i distribucija	Upravljanje odnosima s kupcima
Upravljanje proizvodnjom	Elektronsko poslovanje
Računovodstvo i financije	Upravljanje proizvodnjom
Ljudski resursi	Upravljanje uslugama
	Distribucija, prodaja, marketing

Izvor: [27]

Kako je ERP dio poslovne strategije, dolazi do velike prednosti njegovog korištenja, a to je sposobnost eliminacije višestrukih sustava unutar poslovnog sustava zbog toga što koristi različite module za dobivanje jedinstvenih rješenja. Prikupljene informacije nakon obrade ulaze u zajednički sustav u kojem se omogućava jedinstvena komunikacija između odjela, ali i dobavljača, potrošača i samih menadžera [27]. Postupak implementacije, ovisno o konkretnom poduzeću može trajati od nekoliko tjedana pa do 12 ili više mjeseci. Uključuje brojne elemente poput faza projekta, organizaciju te strukturu i način upravljanja projektom dokumentacijom, rizicima i problemima. Razlikuje se pet faza implementacije, koje ovise o samim elementima metodologije koja se koristi: [28]

1. Priprema projekta- stvaranje preduvjeta potrebnih za rad na projektu,
2. Dizajn rješenja- upoznavanje s procesima poduzeća,
3. Realizacija rješenja- prilagođavanje funkcionalnosti ERP sustava dizajnu procesa,
4. Priprema produkcije- korištenje ERP-a u redovnom radu,
5. Post – produkcijska podrška- otklanjanje eventualnih nedostataka.

Potrebom za podizanjem skladišnog poslovanja na veću razinu razvio se jedan od utjecajnijih modula u ERP sustavu, a to je WMS modul. WMS modul predstavlja skup alata i procesa koji omogućuju bolje upravljanje funkcijama skladišnog poslovanja glede operativnog i logističkog aspekta. Isto tako, ključan je dio skladišnog poslovanja koji služi za automatsku kontrolu kretanja i skladištenja zaliha robe unutar skladišta s popratnim procesima prijema, pohrane, prikupljanja te otpreme [29]. Korištenjem WMS sustava postiže se: [30]

- Optimizacija troškova skladišnog poslovanja,
- Upravljanje kretanja roba i radnih procesa unutar skladišta,
- Praćenje rokova uporabe svih artikala (FEFO, FIFO)³,
- Ubrzavanje radnih procesa,
- Osiguravanje sigurnosti cjelokupnog procesa,
- Smanjivanje mogućnosti ljudske pogreške,
- Povećavanje protoka informacija te transparentnosti cijelog sustava.

Danas su mnoge tvrtke kao informacijsku podršku uvele WMS sustav, odnosno sustav upravljanja skladišnim poslovanjem, a sve s ciljem povećanja kvalitete rada, a samim time i konkurentnosti na tržištu. Postoje različite inačice WMS-a pomoću kojih se određuje put i lokacija prikupljanja artikala. Isto tako, razne su specifičnosti cjelokupnog procesa prikupljanja kada je WMS-u nepoznata lokacija artikla, gdje se pritom sam proces bazira na kvaliteti radne snage [29].

Dokaz da bi WMS trebao biti sastavni dio svakog skladišnog poslovanja jest pružanje automatske kontrole kretanja i skladištenja zaliha unutar skladišta. WMS također služi za organizaciju zaliha s obzirom na trenutne podatke o stanju zaliha tijekom obavljanja aktivnih operacija skladišta. Neke od značajke koje se vežu za zalihe (karakteristike, lokacija, grupe artikala, dimenzije, masa i sl.) veoma su bitne za WMS jer upravo na temelju njih upravlja [29].

³ FEFO je metoda koja se koristi za proizvode koji ovise o roku trajanja pri čemu se prvo otpremaju proizvodi s najranijim istekom roka trajanja. FIFO je metoda pri kojoj se prvo otpremaju proizvodi koji su prvi ušli u skladište.

Neke od prednosti WMS sustavu su: [29]

- Smanjenje troškova rada,
- Povećanje skladišnog kapaciteta,
- Povećanje usluge korisnicima,
- Osiguranje veće točnosti kod upravljanja zalihama.

Povećanje skladišnog kapaciteta nije nužno zbog uvođenja WMS sustava ukoliko je riječ o skladištenju bez unaprijed definiranog rasporeda.

Postavljanje WMS-a veoma je opširno, gdje se moraju održavati detaljne informacije o karakteristikama svakog artikla i lokacija, odnosno grupiranja sličnih artikala i lokacija u kategorije. Riječ je o karakteristikama poput dimenzija, težine, odgovarajućeg pakiranja (paleta, paket ili komad), mogućnosti smještaja na regal, visini slaganja, maksimalnom kapacitetu po lokaciji [29].

Nakon postavljanja matičnih podataka razlikuje se više logičkih metoda pomoću kojih WMS određuje put i lokaciju prikupljanja artikla: [31]

- Niz lokacija- definiranje toka kroz skladište te dodjeljivanje broja u nizu za svaku lokaciju,
- Zonsko prikupljanje- grupiranje skladišnih lokacija u zone na temelju kojih se planira proces prikupljanja robe,
- Fiksna pozicija- korištenje unaprijed definiranih lokacija po pojedinoj vrsti artikla,
- Slučajna pozicija- pozicioniranje artikla nasumično u skladištu,
- Najmanja lokacija- prikupljanje roba na lokacijama koje imaju najviše artikala,
- Najmanja količina- prikupljanje robe na lokacijama s najmanjim količinama,
- Najbliža lokacija- promatranje lokacije koja je najbliža prethodnoj lokaciji prikupljanja,
- Konsolidacija- traženje lokacije s istim artiklom,

- Preplitanje poslova- istovremeno odlaganje paleta prema putu k sljedećoj lokaciji prikupljanja.

Bitno je naglasiti da u većini slučajeva ispunjenje narudžbi započinje najčešće s grupom narudžbi koje su prebačene sa ERP sustava ili web sučelja prema WMS-u.

5.1.1. Podrška WMS-a pri procesu prikupljanja

Prikupljanje narudžbi, odnosno procesa prikupljanja artikala iz skladišta prema zahtjevima kupaca, smatraju se ključnom funkcijom unutar WMS-a. Stoga su s obzirom na ekonomsku važnost prikupljanja, planiranje i kontroliranje važne i središnje stavke WMS-a.

Samo kretanje komisionera prilikom tog procesa, odnosno metode rutiranja su veoma važne jer direktno utječu na vrijeme koje je potrebno za prikupljanje artikala. To znači da optimalna metoda kojim se komisioner kreće i prikuplja robu je ključna za minimiziranje ukupnog vremena [29].

Osnovne informacije koje su bitne za normalno funkcioniranje WMS-a variraju od korisnika do korisnika, no one se mogu svrstati prema sljedećoj kategoriji: [31]

- Artikl, lokacija, količina, mjerna jedinica i
- Informacije o narudžbi.

Na temelju tih informacija se određuje gdje skladištiti i kasnije prikupljati robu i u kojem redoslijedu izvršavati operacije, gdje se pritom implementacijom WMS-a povećava efikasnost i omogućuju razne koristi kao što su: [31]

- Usmjereno odlaganje i prikupljanje,
- Upravljanje skladišnim kapacitetima,
- Radio – frekvencijsko prikupljanje podataka,
- Planiranje punjenja/ukrcaja,
- *Cross – dock*,
- Optimizacija prikupljanja,
- ABC stratifikacija.

U svrhu ispunjavanja svake zaprimljene narudžbe koja prolazi do WMS-a za potrebno planiranje procesa pakiranja i prikupljanja, komisioneri preuzimaju potrebne informacije na ručnom uređaju (barkod čitač) čime se inicijalizira proces prikupljanja [32].

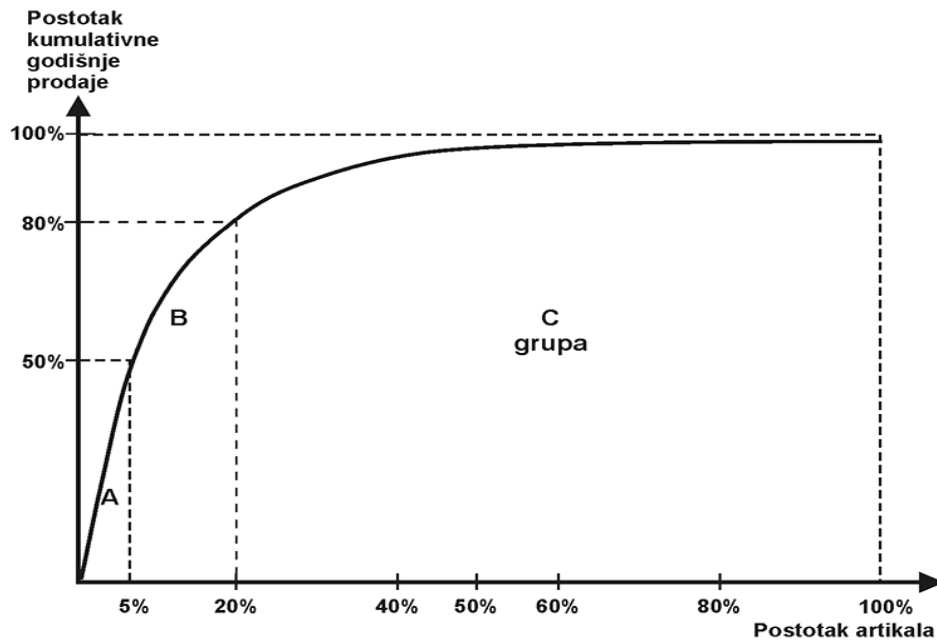
5.1.1.1. ABC stratifikacija artikala

ABC analiza artikala koji se nalaze u skladištu bitna je zbog veće mogućnosti integracije cjelokupnog skladišnog poslovanja grupiranjem artikala u A, B i C skupine. ABC analiza se prikazuje kao poseban sustav upravljanja zalihama u kojemu se kontrola i praćenje bazira na ključnim materijalima odnosno onima koji imaju značajan udio glede vrijednosti zaliha i samog obrtaja. Takvi se artikli uvrštavaju u skupinu A, dok se u skupini B i C nalaze artikli čiji se udio artikala povećava, a po vrijednosti smanjuje [33].

Glavna prednost je upravo to razvrstavanje artikala u skupine na temelju odnosa potrošnje, zaliha te prodaje. Pri čemu je ABC analiza usko povezana s Pareto pravilom koje govori da se 80% vrijednosti zaliha nalazi u svega 20% artikala na zalihama, dok se u ostalih 80% artikala nalazi samo 20% vrijednosti. Time se omogućava razlikovanje bitnog od nebitnog te njihovo rangiranje u tri skupine [33].

Dakle, svaka grupa karakterizira udio u ukupnosti koji može biti veliki, srednji ili mali, kako je prikazano na slici 13. Na primjeru zaliha najčešće se uzima da: [34]

- Oko 10% zaliha predstavlja 75% obujma prodaje/nabave pri čemu se takvi artikli svrstavaju u skupinu A sa velikom važnošću,
- Oko 25% zaliha čini vrijednost oko 20% obujma prodaje/nabave pri čemu se takvi artikli svrstavaju u skupinu B sa srednjom važnošću,
- Oko 65% zaliha čini 5% obujma prodaje/nabave pri čemu se takvi artikli svrstavaju u skupinu C.



Slika 13. Prikaz ABC analize, [34]

Bitno je navesti da se u pravilu skupini A pridaje velika pozornost, grupi B srednja, a grupa C se može zanemariti, ali ne u potpunosti s obzirom na veliki udio artikala koja se nalaze u toj skupini.

5.1.1.2. Utjecaj ABC analize na proces prikupljanja podržan WMS-om

Većina skladišnih sustava prilikom grupiranja artikala prema važnosti koristi ABC analizu kako bi utjecala na lakše obavljanje prikupljanja artikala glede vremenskog aspekta. Tako se na primjer artikli A kategorije mogu postaviti u blizini otpremne zone zbog stvaranja vremenskih ušteda jer je riječ o artiklima visokog obrtaja koji se često prikupljaju.

Sam postupak provedbe ABC analize može se podijeliti u tri faze: [35]

- Obuhvat podataka o godišnjim potrebama ili potrošnji materijala u zadnjih 12 mjeseci prema vrstama i izračunavanje vrijednosti potreba/potrošnje množenjem količina pojedinih materijala s njihovim planskim ili prosječnim nabavnim cijenama,
- Sortiranje materijala u padajućem slijedu prema vrijednosti godišnjih potreba/potrošnje te izračunavanje postotnog udjela

vrijednosti pojedinog materijala u ukupnoj vrijednosti godišnjih potreba/potrošnje i kumuliranje postotnih udjela,

- Usporedba kumulativnih postotnih udjela vrijednosti godišnje potrebe/potrošnje i postotnog udjela broja vrsta, na temelju čega se može odrediti skupina A, B i C.

Bitno je naglasiti da se artiklima A skupine preporučuje tjedni pregled zaliha, artiklima B skupine mjesečni dok artiklima C skupine pregled zaliha prema potrebi.

5.1.2. Prikupljanje robe pri WMS-u nepoznatom lokacijom artikla

Kako je već i navedeno, prikupljanje robe kao skladišni proces generira najveći udio troškova u skladišnim poslovanjima. Zbog toga potrebno je posvetiti mnogo rada s ciljem optimizacije, ali i integracije tog skladišnog procesa s ostalim procesima u skladištu.

Većina skladišnih sustava opremljena su WMS sustavima, no nerijetko se u praksi pojavljuje i prikupljanje robe WMS-u nepoznatoj lokaciji što predstavlja ujedno i zahtjevniji način prikupljanja robe u skladištu.

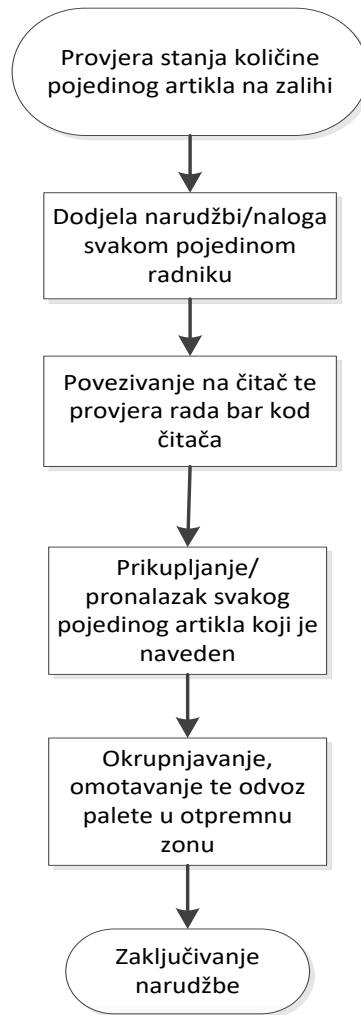
Takva vrsta prikupljanja robe isto se bazira na WMS sustavu, ali bez informacije o lokaciji robe već o samom nazivu svakog pojedinog artikla. WMS obavještava komisionera o SKU i količini robe koju treba prikupiti. Takav način prikupljanja uglavnom se primjenjuje pri prikupljanju komadnih artikala koji se prikupljaju uz pomoć transportno – manipulativnog sredstva ručnog (električnog) viličara zbog toga što se svi artikli koji se prikupljaju nalaze na prvoj te eventualno drugoj razini paletnih regala.

Komisioner mora izuzetno dobro poznavati svaki artikl, odnosno lokaciju svakog pojedinog artikla unutar skladišta. Ova metoda prikupljanja možda na prvi pogled nije najbolji način, no uzevši u obzir sve parametre koji utječu na proces prikupljanja postiže se puno veća brzina obavljenih naloga, odnosno broj prikupljenih narudžbi/artikala u jedinici vremena izuzetno je velik.

Isto tako, trošak uvođenja ove metode nije velik zbog ne potrebe za korištenjem motornih ili električnih viličara već samo ručnih. Najveći je gubitak u vremenu potrebnom za obuku radnika i za poznavanjem svake lokacije pojedinog artikla, čime se sa vremenom i

eksponencijalno diže koeficijent brzine po svakoj sljedećoj narudžbi. Problemi koji se nerijetko pojavljuju su nedostatak robe na lokaciji, gdje dolazi do velikih vremenskih gubitaka pri pronalasku robe na nekoj od drugih skladišnih lokacija.

Prema slici 14. prikazan je svaki korak prikupljanja robe gdje je WMS-u nepoznata lokacija. Svaki od tih koraka unaprijed je definiran prema pravilima svakog pojedinog skladišnog poslovanja u skladu s određenim internim normama i pravilima koja se moraju poštivati. Prvi korak jest provjera stanja zaliha svakog artikla koji je dan prema narudžbama. Ovdje se može dogoditi situacija da WMS prikazuje raspoloživu količinu robe, ali se ona možda nalazi na drugoj lokaciji od one na kojoj će je tražiti komisioner koji prikuplja prema principu nepoznate lokacije. Nakon provjere, svakome se radniku dodjeljuje narudžba koja se šalje na barkod čitač, kojeg je potrebno provjeriti je li funkciji. U slučaju da barkod čitač nije u funkciji, potrebno je uzeti drugi na koji se ponovno treba poslati narudžba. Nakon toga slijedi prikupljanje svakog artikla prema narudžbi, gdje se nakon svakog alociranog artikla čitačem očitava barkod artikla kako bi se umanjila zaliha za alociranu količinu u sustavu. Isto tako, taj isti artikl komisioner odvaja u kutiju za svaku pojedinu narudžbu, odnosno nalog koji se nalazi na paleti. Nakon što je komisioner prikupio svaku potrebnu narudžbu slijedi, okrupnjavanje, omotavanje i odvoz palete u zonu za otpremu pri čemu je roba kao takva spremna za otpremu iz skladišta.



Slika 14. Proces prikupljanja gdje je WMS-u nepoznata lokacija

Izvor: Izradio autor

5.2. Analiza procesa prikupljanja Tobii opremom pri WMS-u nepoznatom lokacijom u tvrtki na tržištu RH

Skladište promatranog subjekta u sklopu je proizvodne tvrtke koja djeluje na području Republike Hrvatske. U nastavku rada će se prikazati analiza procesa prikupljanja Tobii opremom gdje je WMS-u nepoznata lokacija.

Analiza procesa prikupljanja odvijala se u jednom od skladišta hladnoga lanca navedene tvrtke, kapaciteta 3270 paletnih mjesta na površini od 2180 m². Samo skladište podijeljeno je na ukupno tri administrativna skladišta 11, 12 i 13, kao što je prikazano na slici 15. Skladište 13 predstavlja skladište za pozicioniranje i administriranje robe namijenjene izvozu te se sastoji od jednog reda regala – E. Skladište 12, ujedno i najveće skladište, koristi se za

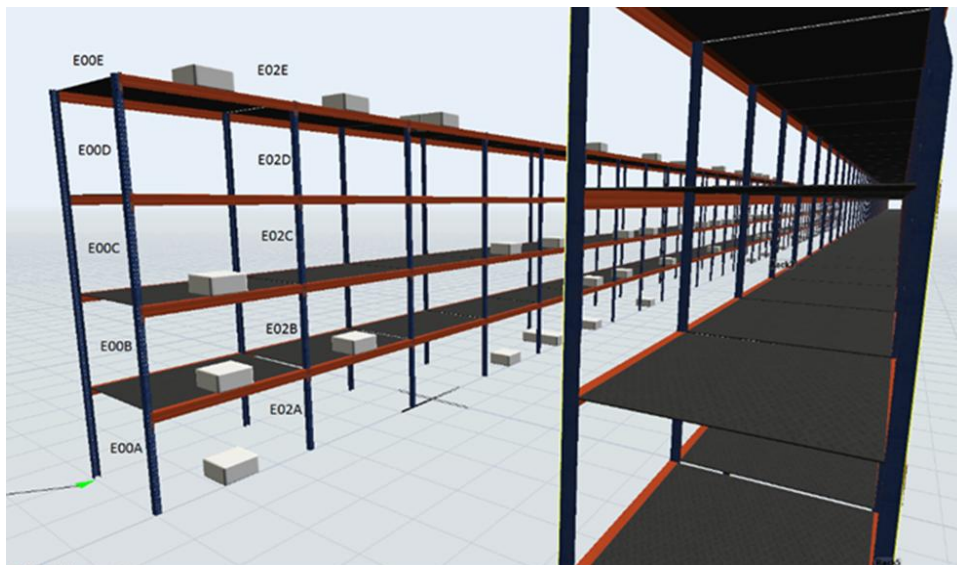
paketno prikupljanje artikala na prostoru od 5 paletnih redova regala F, G, H, I i J, dok se skladište 11 sastoji od jednog – K reda regala. Svaki regal uključuje pet razina za pohranu robe dok visina skladišnog prostora iznosi 7,5 metara. Svaka razina obilježena je slovima A, B, C, D i E krenuvši od prve do pete. Prva i druga razina (A i B) predstavljaju komisione razine, dok su ostale tri namijenjene privremenoj pohrani robe.



Slika 15. Tlocrt objekta sa označenim administrativnim skladištima 11, 12 i 13

Izvor: Izradio autor

Isto tako, označavanje regala definirano je na način da su od glavnog transportnog puta, koji vodi k otpremnoj zoni (slika 15.) lokacije označene kao što je prikazano na slici 16. Tako je na primjeru regala E prva vertikalna skladišna lokacija koja sadrži pet razina, označena redom E00A, E00B, E00C, E00D, E00E, druga lokacija, E01A, E01B, E01C, E01D, E01F i tako redom.



Slika 16. Primjer označavanja regala

Izvor: Izradio autor

Roba koja se pohranjuje u skladištu je vlastita roba hladnoga lanca opskrbe. Samo skladište opremljeno je specijalnim sustavom rashlađivanja koji održava temperaturu na zahtijevanoj razini koja se kreće u rasponu od -2° do 0° . Upravo takav temperaturni režim uvelike otežava rad komisionerima jer moraju nositi specijalnu odjeću te cipele i rukavice koje utječu na brzinu rada, ali i cjelokupnu učinkovitost mjerenu po jednoj smjeni. Transportno – manipulativna sredstva koja se primjenjuju prilikom obavljanja procesa prikupljanja jesu ručni električni viličari.

Samo istraživanje diplomskog rada bazira se na analizi procesa prikupljanja u skladištu 11, dok se temeljilo na sljedećim kriterijima:

- Jedan komisioner prikuplja jednu narudžbu okrupnjavanjem robe na paletu,
- Komadno prikupljanje robe,

- Prikupljanje sa komisione lokacije prve razine,
- Skladišni sustav kapaciteta do 10000 paletnih mjesta,
- Skladišna oprema za pohranu na paletnim regalima,
- Skladišno – manipulativna oprema podrazumijeva korištenje ručnog električnog viličara.

Skladište 11 je organizirano na način da omogućava neometano odvijanje spomenutih skladišnih procesa prijema, pohrane, prikupljanja i otpreme. Informatičku podršku, koja onemogućuje prikaz lokacije artikla već samo popis potrebnih artikala koje komisioner mora prikupiti, razvila je sama tvrtka. To znači da je komisioneru lokacija nepoznata što zahtjeva poznavanje čitavog asortimana, ali i lokacije svakog artikla. Već navedeni regal K ukupno ima 485 paletnih mjesta prema skladišnim lokacijama. Primjer skladišne lokacije prve i druge razine prikazan je na slici 17. A i B razine služe za pohranjivanje komadne robe, dok se na ostalim razinama K regala (C, D i E) pohranjuje roba za potrebe skladišta 12. Isto tako, zbog nedostatka lokacija u redu K, roba se pozicionira na 24. lokacije u redu J što otežava komisioneru prikupljanje robe pri potrebnim odlaskom u drugi red.



Slika 17. Skladišna lokacija prve i druge razine regala

Izvor: Izradio autor

Stanje zaliha skladišta 12 i 13 vodi se na temelju WMS sustava dok se za skladište 11 roba međuskladišnicom usmjerava iz skladišta 12 i pozicionira na lokacije koje su određene prema obrtaju i masi. To znači da se roba koja ima veći obrtaj smješta na skladišne pozicije bliže otpremnoj zoni. Isto tako, dva puta dnevno se preuzima stanje skladišta 11 s očekivanim dnevnim izlazom robe te se na temelju toga vrši dopuna. Prva dopuna je odmah ujutro sa početkom prve smjene no budući da sam proces prikupljanja robe započinje oko 13 sati još se vrši provjera stanja oko 11 sati.

5.2.1. Postupak odvijanja istraživanja

Način provođenja istraživanja, koje se odvijalo u spomenutom skladištu 11, bazirao se na korištenju laboratorijske opreme Tobii Pro Glasses 2, koja omogućava nesmetano praćenje kretanja zjenice oka promatranog subjekta u realnom vremenu, pri čemu se osigurava uvid u različita vremena pri obavljanju procesa prikupljanja, kao što su ukupno prosječno vrijeme po svakoj narudžbi, vrijeme potrebno za pronalazak artikla, vrijeme potrebno za skeniranje artikla, omatanje palete, odvoz okrupnjene palete i sl. Isto tako, kroz praćenje vizualne detekcije komisionera svrha je bila analiza utjecaja metode prikupljanja na radni učinak svakog komisionera kroz njegovo uočavanje artikla, brzinu obavljanja procesa, točnost, reakcije pronalaska i sl. Istraživanje se provodilo dva tjedna u kontinuitetu s istaknutom srijedom koja predstavlja najfrekventniji dan u promatranom periodu za prikupljanje, posebice u jutarnjoj i popodnevnoj smjeni jer tada pristiže najviše narudžbi što rezultira većim izlazom robe iz skladišta. Tijekom istraživanja obradilo se ukupno 440 naloga pri promatranju prosječnog komisionera.

Prije početka obavljanja procesa prikupljanja potrebno je bilo obučiti komisionera za korištenje naočala kako bi se izbjegla eventualna oštećenja ili pak kriva upotreba dodjeljivanjem uputa o načinu rada. Nakon toga, svaki od njih bio je opremljen naočalima. Kako su naočale opremljene s dvije kamere, od kojih jedna prati kretanje zjenice oka, a druga smjer kretanja u prostoru dobio se realan uvid u pogled komisionera. Budući da su naočale lagane, veoma su udobne za nošenje pa nemaju utjecaj na proces glede smanjenja brzine ili pak učinkovitosti.

Tijekom odvijanja procesa prikupljanja dvije osobe bile su potrebne za nadzor komisionera u slučaju problema s naočalima. Budući da su naočale povezane na tablet, preko

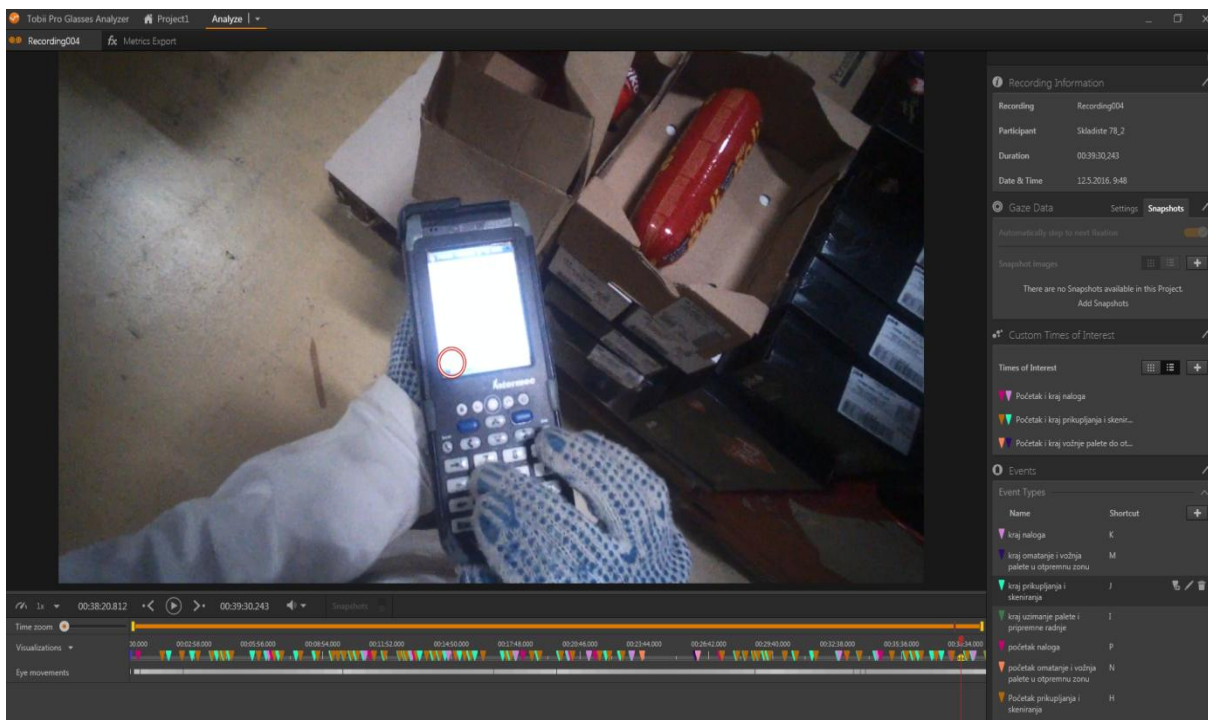
njega se direktno dobila slika o pogledu komisionera u realnom vremenu. Stoga, jedna je osoba bila zadužena za kontrolu i nadzor preko tableta s obzirom da baterija može izdržati svega nekoliko sati, nakon čega je potrebno punjenje, dok je druga osoba pratila komisionera te dodatno zapisivala vremena i nedostatke koje je uočila, a koji će se kasnije spomenuti u samoj analizi.

Nakon što je proces snimanja završio, sve prikupljene snimke pohranjene na memorijskoj kartici uzete su radi daljnje obrade u Tobii Pro Glasses Analyzer programu, što se bitno detaljno objašnjeno u sljedećem poglavlju. Bitno je napomenuti da se memorijska kartica nalazi u uređaju koji komisioner nosi na donjem dijelu leđa zbog toga što su naočale i uređaj međusobno povezani kablom.

5.2.2. Analiza provedenog istraživanja

Nakon što su se provela mjerenja u skladištu izvršila se analiza dobivenih podataka. Analiza podataka provodila se u programu Tobii Pro Glasses Analyzer koji ulazi u sastavni dio Tobii opreme. Podaci s memorijske kartice prebačeni su na računalo kako bi se kasnije mogli prebaciti u program. Kako je za program potrebna licenca prije samog pokretanja potrebno je upisati kod koji omogućava nastavak sa radom. Nakon toga potrebno je u program prebaciti odrađene snimke kako bi se pokrenula autorizacija pri čemu dolazi do otvaranja sučelja Tobii Pro Glasses Analyzer programa kao što je prikazano na slici 18.

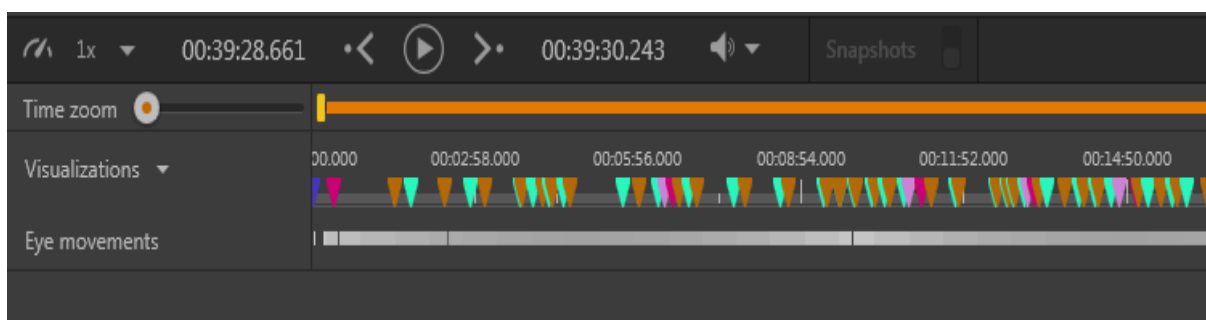
Sučelje se sastoji od glavnog prozora na kojem je prikazan ekran umetnute snimke mjerenja. Na tom ekranu može se uočiti crveni krug koji predstavlja trenutni pogled komisionera koji se miče sa micanjem, odnosno kretanjem zjenice oka komisionera. Isti taj krug omogućuje stalni uvid u trenutni pogled komisionera. Na desnoj strani sučelja prikazane su informacije o vremenu trajanja snimanja, nazivu snimke, datumu i vremenu snimanja te padajući izbornik s raznim postavkama, kao što je definiranje vremena koje se želi mjeriti kroz intervale, naziva istih i sl.



Slika 18. Sučelje Tobii Pro Glasses Analyzer programa

Izvor: Izradio autor

Radi boljeg prikaza, u nastavku je na slici prikazan donji dio sučelja koji predstavlja vremensku crtu snimke. Prema ovoj snimci prikazano je ukupno vrijeme trajanja snimke koje iznosi 39:30 minuta. Isto tako, program omogućava reguliranje brzine pregleda snimke prema vremenskoj crti na kojoj su ucrtani vremenski intervali početka i kraja određene radnje koji su dodani od strane korisnika programa s ciljem utvrđivanja željenih rezultata glede vremenskog aspekta. Stoga, radi veće preglednosti u svaki početak i kraj željenog intervala prilikom odvijanja procesa prikupljanja u sučelju sa desne strane ubacuju se nazivi početaka i krajeva određenog intervala vremena koji se onda uzimaju u obzir prilikom analize svake snimke.



Slika 19. Vremenska crta snimke mjerenja

Izvor: Izradio autor

Prema slici 20. prikazani su nazivi početka i kraja svakog zadanog intervala koji su kasnije ubačeni na vremensku crtu. Tako na primjer, interval 'početak i kraj naloga' označava trenutak kada komisioner pregleda popis artikla koje mora prikupiti gledajući u barkod čitač pa do trenutka pronalaska zadnjeg artikla sa toga naloga. Za svaki nalog komisioner mora obići prosječno 10 lokacija kako bi prikupio sve artikle s toga naloga. Ista je stvar i za 'početak i kraj prikupljanja i skeniranja' koji označavaju trenutak kada komisioner dođe do lokacije te prikupi i skenira artikl.

Event Types	
Name	Shortcut
kraj naloga	K
kraj omatanje i vožnja palete u otpremnu zonu	M
kraj prikupljanja i skeniranja	J
kraj uzimanje palete i pripremne radnje	I
početak naloga	P
početak omatanje i vožnja palete u otpremnu zonu	N
Početak prikupljanja i skeniranja	H
početak uzimanje palete i pripremne radnje	U

Events List	
<input checked="" type="checkbox"/> Recording Events	<input checked="" type="checkbox"/> Custom Events
<input checked="" type="checkbox"/> Logged live Events	<input checked="" type="checkbox"/> Snapshot mapping Events
RecordingStart	00:00:00.000
početak naloga	00:00:22.208
Početak prikupljanja i skeniranja	00:01:28.644
kraj prikupljanja i skeniranja	00:01:46.449
Početak prikupljanja i skeniranja	00:02:23.676
kraj prikupljanja i skeniranja	00:02:51.745
Početak prikupljanja i skeniranja	00:03:07.955
kraj prikupljanja i skeniranja	00:03:46.146

Slika 20. Primjer vremena početka i kraja svakog postavljenog intervala

Izvor: Izradio autor

Isto tako, osim vremenske crte sučelje programa prikazuje okomiti pregled vremena svakog ubačenog početka i kraja intervala. Nakon tako provedene analize potrebno je eksportirati podatke pri čemu program automatski postavi zadana vremena u tablicu.

5.2.3. Rezultati dobiveni analizom istraživanja

Nakon prikupljenih i obrađenih snimaka u programu Tobii Pro Glasses Analyzer, dobiveni su određeni podatci, odnosno vremena koja su se primjenjivala za različita razmatranja, odnosno tablične i grafičke analize. U nastavku će se detaljno prikazati i objasniti što je dobiveno iz analize triju snimaka i ukazati na sve nedostatke koji su uočeni tijekom procesa prikupljanja, a koji su uzrokovali negativan učinak na cjelokupnu učinkovitost procesa. Budući da je na temelju obrade svih triju snimaka utvrđeni isti problem glede prikupljanja i utroška vremena, podaci koji će biti izneseni u nastavku, temelje se na obradi prve snimke.

Dobivenim rezultatima od ukupno obrađenih triju snimaka glavni fokus bio je na analizi vremena prikupljanja odnosno skeniranja artikala, potrebnom vremenu pronalaska artikla na svakoj od lokacija s naglaskom na način pozicioniranja artikala A i C kategorije s obzirom na ABC analizu, potrebnom vremenu putovanja od jedne do druge lokacije te ukupnom broju obrađenih naloga u jedinici vremena. U Tobii programu obrađene su sve tri dobivene snimke. Svaka od snimaka u trajanju je od otprilike 40 minuta. Razlog male minutaže/snimke je manjak kapaciteta baterija uređaja koja se prilikom snimanja brzo troši. U nastavku će se prikazati podatci koji su se analizirali iz snimke 1.

Prema prvoj snimci u ukupnom trajanju od 39,30 minuta komisioner je obradio 12 naloga. Svaki od naloga u prosjeku je zahtijevao prikupljanje robe na 5 do 7 lokacija. Variranje broja lokacija ovisi o broju artikala koje komisioner treba prikupiti u različitim količinama.

Na temelju ucrtanih željenih početaka i krajeva svakog pojedinog intervala, dobiveni su podaci o vremenu početka svakog naloga od ukupno njih 12 koji su prikazani u tablici 5. Prilikom analize snimke, zabilježio se svaki početak pojedinog intervala, na temelju čega su dobivena vremena u sekundama i minutama. Na temelju toga zaključuje se da s obzirom na ukupno vrijeme prikupljanja, prosječno vrijeme potrebno za prikupljanje robe po jednom nalogu iznosi oko 3 minute i 30 sekundi. To ukazuje na relativno kratko vrijeme prikupljanja

svakog artikla na određenim lokacijama s uključenim skeniranjem i preslagivanjem u kutije na paleti, a ujedno i dobro poznavanje lokacije i asortimana od strane komisionera. Bitno je naglasiti da je u ukupno vrijeme uključeno i vrijeme potrebno za omotavanje palete folijom te vrijeme odvoza u otpremnu zonu. U ovom slučaju na odvoz palete u otpremnu zonu utrošeno je 4 minute. Uspoređujući sa ukupnim vremenom snimanja, otprilike je 10% vremena utrošeno na tu radnju. S obzirom na malu udaljenost između reda K i otpremne zone, prikazano vrijeme je izuzetno veliko. Glavni razlog tome je nepripremljenost radnika prije početka rada. Time se misli na nedostatak dovoljne količine folije po koju je bilo potrebno otići na drugu stranu skladišta. Isto tako, u to vrijeme uključeno je vrijeme potrebno za stavljanje oznaka na paletu s ciljem lakšeg prepoznavanja prilikom manipulacije utovara u kamion.

Tablica 5. Početak intervala svakog naloga u [s] i [min]

Broj intervala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ukupno vrijeme snimanja
Vrijeme početka intervala [s]	22	393	664	788	899	1087	1222	1288	1634	1983	2078	2274	2370
Vrijeme početka intervala [min]	0,4	6,3	11,4	13,7	15,0	18,7	20,2	21,2	27,1	33,2	34,3	37,5	39,3

Izvor: Izradio autor

S druge strane, na temelju ovih podataka, isto tako definirani su podaci o ukupnom vremenu trajanja prikupljanja robe po svakom nalogu od ukupno njih 12, što je prikazano u sljedećoj tablici. Vrijeme obavljanja, odnosno prikupljanja artikala svakog pojedinog naloga ovisi o udaljenosti između lokacija, broju artikala, razini prikupljanja i sl. U većini slučajeva artikli su se prikupljali s prve razine, te rijetko s druge razine, pri čemu se vrijeme prikupljanja povećavalo zbog otežanog prikupljanja odnosno manje dostupnosti zbog veće visine od površine regala.

Tablica 6. Ukupno vrijeme trajanja prikupljanja po svakom nalogu u [s] i [min]

Broj intervala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ukupno vrijeme snimanja
Trajanje intervala [s]	361	258	117	93	170	128	49	103	330	85	193	62	2370
Trajanje intervala [min]	5,9	4,3	1,9	1,5	2,8	2,1	0,8	1,7	5,5	1,4	3,2	1,0	39,5

Izvor: Izradio autor

U nastavku u tablici 7. nalazi se potpuni prikaz broja lokacija/nalogu, dolazaka i odlazaka na/od svake lokacije, potrebno vrijeme prikupljanja i skeniranja artikla i vrijeme puta između svake od lokacija za prvu snimku.

Na primjeru prvog naloga može se uočiti da početak vremena prikupljanja na prvoj lokaciji kreće od 1,28 minute. Stoga, vrijeme prije početka prikupljanja je vrijeme koje je utrošeno na pripremne radnje kao što su dovoz paleta, slaganje kutija u koje se kasnije stavlja komisiona roba, provjera rada barkod čitača i sl.

Isto tako, prema prvom nalogu komisioner je trebao obići 8 različitih lokacija kako bi prikupio sve artikle koji su mu prikazani na čitaču. Kako mu na čitaču nisu prikazane lokacije, vrijeme prikupljanja artikla znatno varira s obzirom na vještinu komisionera glede poznavanja asortimana i samih lokacija.

Bitno je napomenuti da je iza svakog naloga utrošeno otprilike 10-20 sekundi vremena za pripremu, odnosno brzi pregled artikala koji će se prikupljati prema sljedećem nalogu. Između završetka osmog i početka devetog naloga može se uočiti vremenska razlika od 4 minute. Kao što je već navedeno, predstavlja vrijeme potrebno za omatanje palete i odvoz u otpremnu zonu.

Tablica 7. Prikaz podataka analizom prve snimke

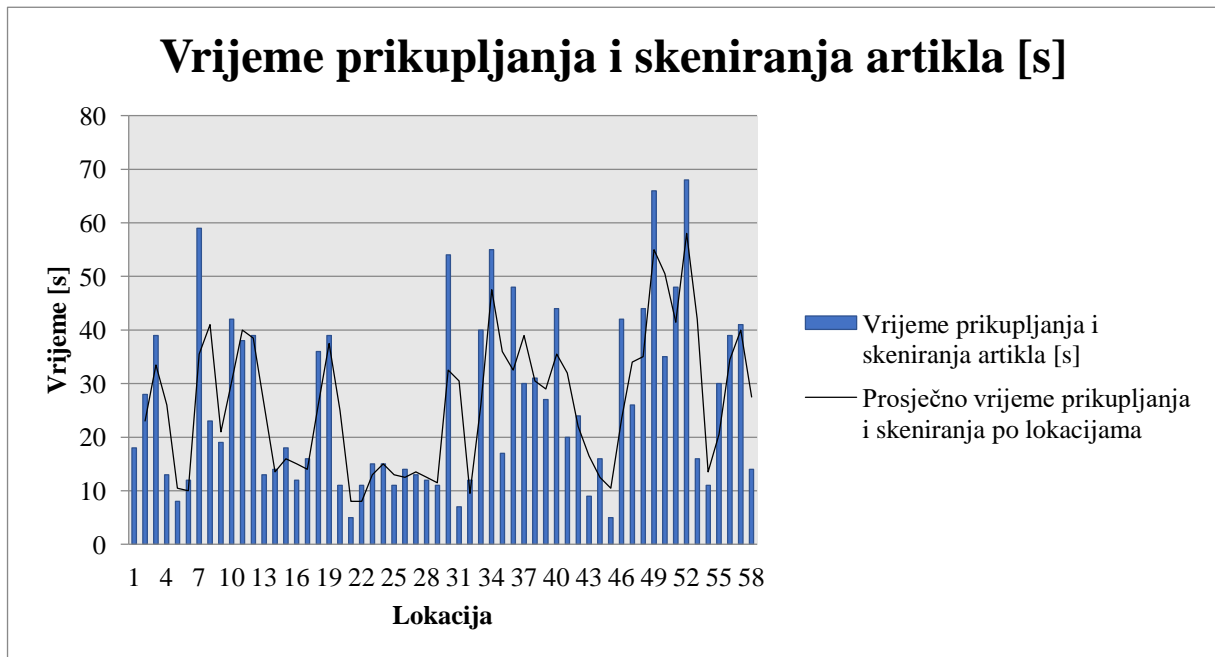
Broj lokacije	Dolazak na lokaciju [min]	Odlazak s lokacije [min]	Vrijeme prikupljanja i skeniranja artikla [s]	Vrijeme puta do sljedeće lokacije [s]
NALOG 1				
1	0:01:28	0:01:46	18	4
2	0:02:23	0:02:51	28	37
3	0:03:07	0:03:46	39	16
4	0:03:47	0:04:00	13	1
5	0:04:10	0:04:18	8	10
6	0:04:21	0:04:33	12	3
7	0:04:39	0:05:38	59	6
8	0:05:55	0:06:17	23	17
NALOG 2				
1	0:06:32	0:06:51	19	15
2	0:06:58	0:07:40	42	7
3	0:07:52	0:08:30	38	12
4	0:08:39	0:09:18	39	9
5	0:09:21	0:09:34	13	3
6	0:09:36	0:09:50	14	2
7	0:09:53	0:10:11	18	3
8	0:10:13	0:10:25	12	2
9	0:10:29	0:10:45	16	4
NALOG 3				
1	0:11:04	0:11:40	36	19
2	0:11:45	0:12:24	39	5
3	0:12:26	0:12:37	11	2
4	0:12:39	0:12:44	5	2
5	0:12:46	0:12:57	11	2
NALOG 4				
1	0:13:07	0:13:22	15	10
2	0:13:41	0:13:56	15	19
3	0:14:03	0:14:14	11	7
4	0:14:18	0:14:32	14	4
NALOG 5				
1	0:14:59	0:15:12	13	27
2	0:15:26	0:15:38	12	14
3	0:15:43	0:15:54	11	5
4	0:16:17	0:17:11	54	37
5	0:17:21	0:17:28	7	10
6	0:17:34	0:17:46	12	6
NALOG 6				
1	0:18:07	0:18:47	40	21
2	0:18:53	0:19:48	55	6
3	0:19:53	0:20:12	17	5

NALOG 7				
1	0:20:21	0:21:09	48	9
NALOG 8				
1	0:21:27	0:21:57	30	18
2	0:22:05	0:22:36	31	8
3	0:22:43	0:23:10	27	7
NALOG 9				
1	0:27:13	0:27:57	44	4
2	0:28:01	0:28:21	20	4
3	0:28:23	0:28:47	24	2
4	0:28:48	0:28:57	9	1
5	0:28:58	0:29:14	16	1
6	0:29:20	0:29:25	5	6
8	0:29:29	0:30:11	42	4
9	0:30:12	0:30:38	26	1
10	0:30:44	0:31:28	44	6
11	0:31:37	0:32:43	66	9
NALOG 10				
1	0:33:02	0:33:37	35	19
2	0:33:39	0:34:27	48	2
NALOG 11				
1	0:34:38	0:35:46	68	11
2	0:35:48	0:36:04	16	2
3	0:36:09	0:36:20	11	5
4	0:36:29	0:36:59	30	9
5	0:37:12	0:37:51	39	13
NALOG 12				
1	0:37:53	0:38:34	41	2
2	0:38:38	0:38:52	14	4

Izvor: Izradio autor

Nadalje, radi lakšeg razumijevanja u grafikonu 1. prikazan je detaljni pregled svakog pojedinog naloga s naglaskom na utrošeno vrijeme prikupljanja i skeniranja artikla na svakoj od lokacija prve snimke. Vrijeme uključuje trenutak dolaska komisionera na lokaciju te početak prikupljanja, uključujući i skeniranje artikla. S grafikona se mogu uočiti vremenska odstupanja prikupljanja na pojedinim lokacijama. Tako je na primjer na lokaciji 7 komisioneru bilo potrebno 59 sekundi da prikupi i skenira artikl. Isti slučaj bilježi se na 49. i 52. lokaciji, na kojima je bilo potrebno 64 i 68 sekundi da bi se prikupili artikli. Glavni razlog tome, osim vremena potrebnog za pronalazak artikla jest i nedostatak dovoljne količine robe na lokaciji, stoga je potrebno uzeti artikle na višoj razini ili pak na drugoj lokaciji što znatno povećava vrijeme prikupljanja artikala. Isto tako, na grafikonu 1. prikazano je prosječno vrijeme

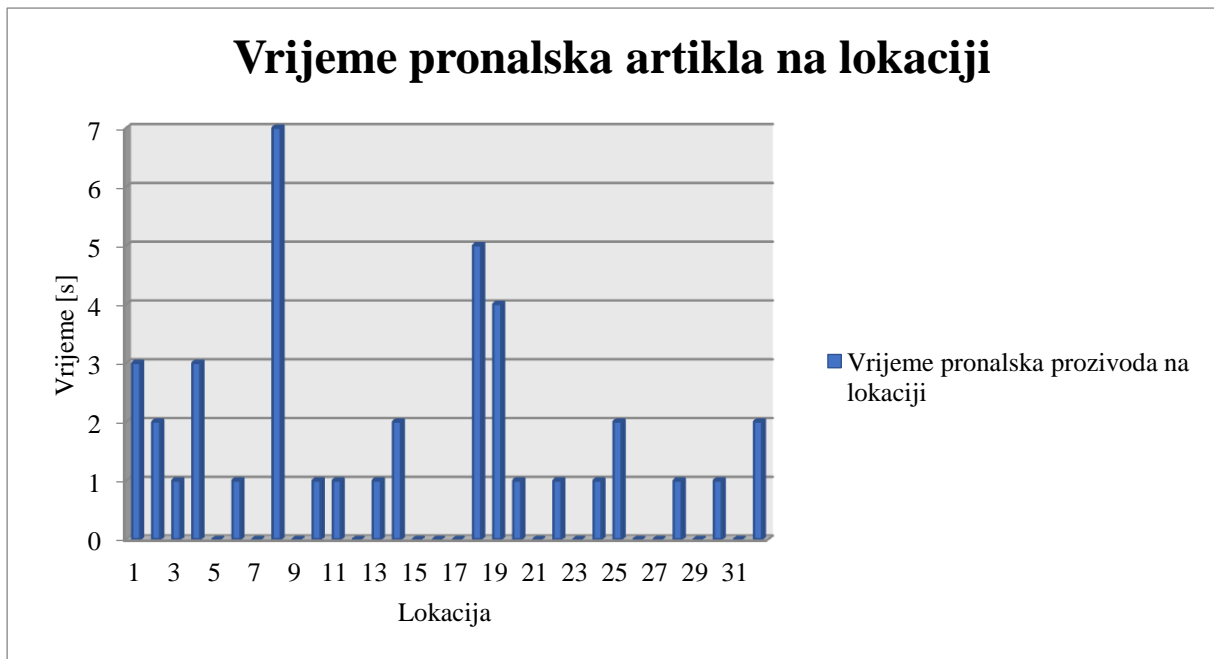
potrebno za prikupljanje i skeniranje artikala uzevši u obzir svih 58 lokacija koje iznosi otprilike 26 sekundi po lokaciji.



Grafikon 1. Potrebno vrijeme za prikupljanje gdje je WMS-u nepoznata lokacija

Izvor: Izradio autor

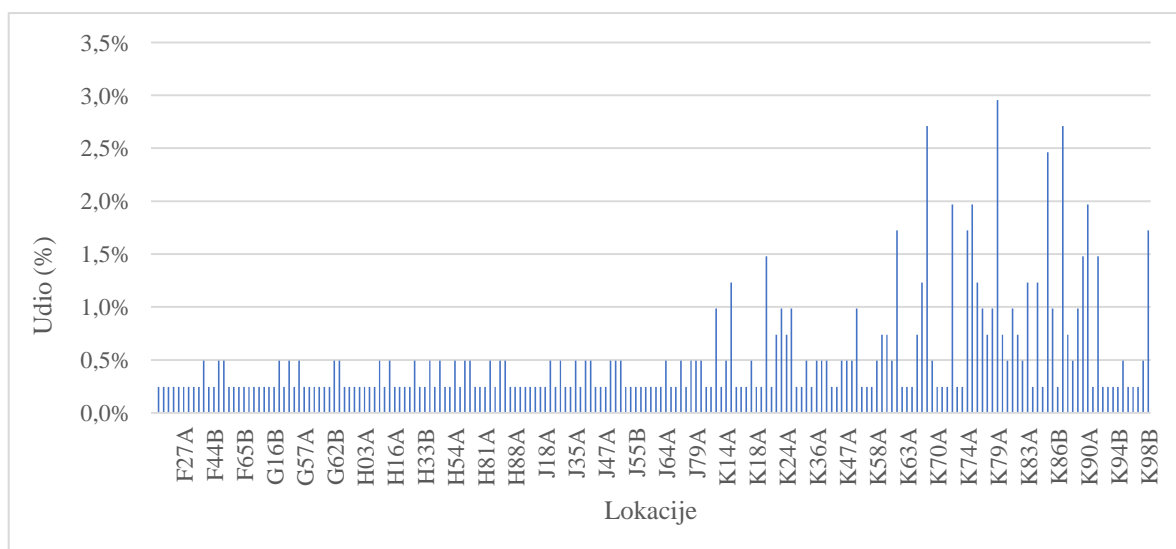
S druge strane, bitno je uzeti u obzir potrebno vrijeme za pronalazak artikla na pojedinoj lokaciji. Na grafikonu 2. prikazano je vrijeme pronalaska za prvih 31 lokacija, što uključuje obradu prvih 3 naloga prve snimke. Mogu se uočiti velika odstupanja na pojedinim lokacijama, tako je na primjer na lokaciji 8, komisioneru bilo potrebno 7 sekundi da pronade artikl. Budući da komisioner osim lokacije artikala, mora poznavati i čitavi asortiman skladišta ponekad se kao posljedica javlja duže vrijeme potrebno za pronalazak artikla. Glavni razlog tomu je što na temelju ABC kategorizacije artikala komisioner rijetko prikupljanja artikle C kategorije. Na primjer, na lokacijama 5, 7, 9, 12 komisioner je odmah pronašao potreban artikl jer je riječ o visokoobrtajnom artiklu odnosno artiklu A kategorije. Stoga se može zaključiti da do oscilacija dolazi zbog razlike u visini obrtaja pojedinog artikla. Tako kod visokoobrtajnih artikala komisioner često posjećuje njihovu lokaciju pa je i lakše upamti dok za niskoobrtajne artikle okvirno zna lokaciju pa mu treba i duži vremenski period za pronalazak artikla.



Grafikon 2. Vrijeme pronalaska artikla po lokaciji

Izvor: Izradio autor

Temeljem toga, definirane su lokacije na temelju njihovog obrtaja koje su prikazane u sljedećem grafikonu. Prikazani su rezultati analize najčešće lokacije prikupljanja izmjerene u srijedu, odnosno najfrekventnijem danu. Važno je spomenuti da su upravo visokoobrtajne lokacije one koje su smještene bliže otpremnoj zoni. Za najčešću lokaciju prikupljanja dobivena je lokacija najobrtajnijeg artikla u skladištu 11.

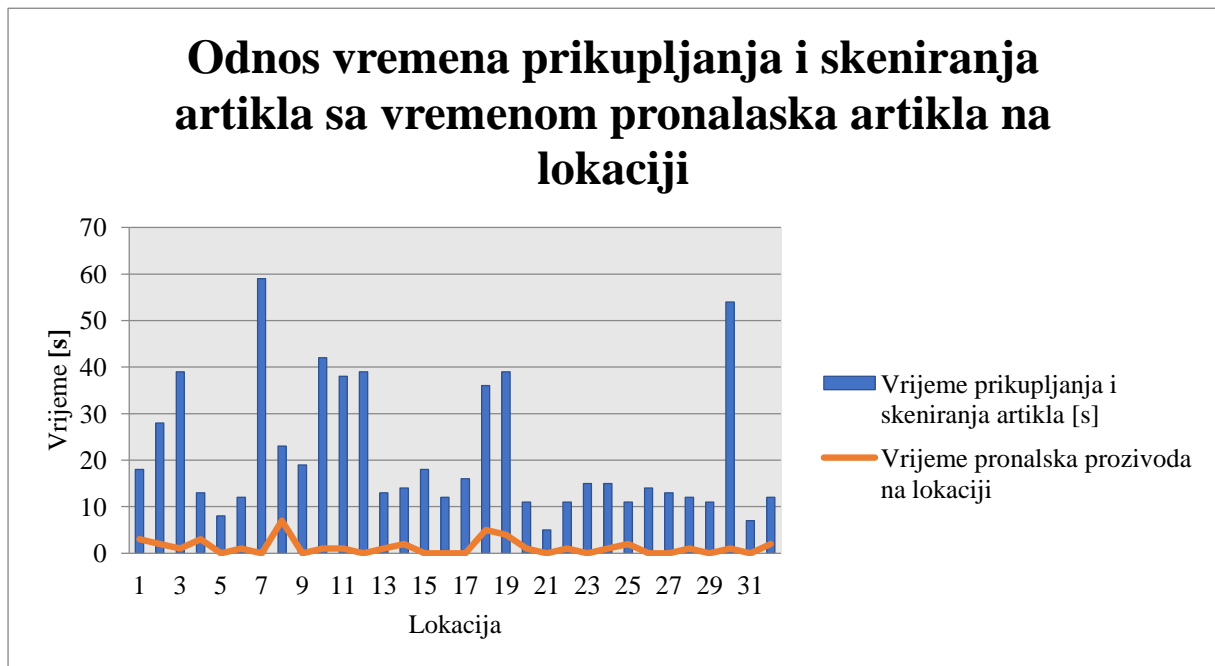


Grafikon 3. Lokacije prikupljanja artikala s obzirom na obrtaj

Izvor: Izradio autor

Usporedivši vrijeme potrebno za prikupljanje artikla s vremenom pronalaska artikla dobiva se prikaz kao što je na sljedećem grafikonu. Bitno je napomenuti da je prilikom analize u Tobii Pro Glasses Analyzer programu u vrijeme prikupljanja i skeniranja artikla uključeno i potrebno vrijeme pronalaska artikla na lokaciji.

Uzevši na primjer vrijeme prikupljanja na lokaciji 8 koje iznosi 23 sekunde, vrijeme pronalaska artikla je iznosilo 7 sekundi što znači da je ukupno vrijeme prikupljanja i skeniranja artikala na toj lokaciji 16 sekundi. Isto tako, na lokacijama kao što su 21, 22 i 23 komisioner je odmah prikupio artikl pa je prikazano vrijeme nula. Razlog većeg vremena za pronalazak artikala na lokacijama jest nepoznavanje asortimana u potpunosti od strane komisionera ili pak zbog varijacije obrtaja artikala.



Grafikon 4. Odnos vremena prikupljanja/skeniranja artikla sa vremenom pronalaska artikla na lokaciji

Izvor: Izradio autor

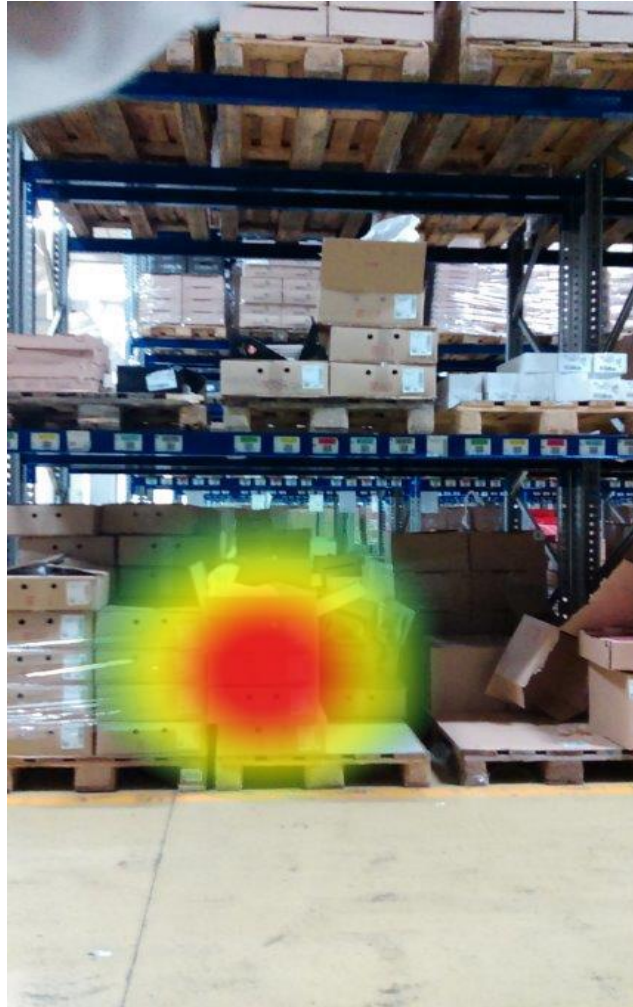
Isto tako da bi se prikazala detaljnija analiza obrtaja artikala Tobii Pro Glasses Analyzer program omogućuje na temelju umetnutih slika prikaz toplinskih mapa koje su izrađene praćenjem kretanja zjenice oka pojedinog komisionera koji je koristio Tobii Pro Glasses 2 opremu izvjesno vrijeme. Tako se prema već spomenutom programskom sučelju vršila analiza koja je prema broju i smjeru pogleda generirala toplinske mape, odnosno mape s

prikazom mjesta na kojima je najviše bio fokus zjenice oka komisionera tijekom obavljanja procesa prikupljanja. Toplinske mape su podijeljene u dvije kategorije artikala:

- A kategorija za visokoobrtajne artikle te
- C kategorija za niskoobrtajne artikle

Na primjer, glede analize frekvencije otpreme, asortiman u skladištu 11 iznosi 315 različitih artikala hladnoga lanca. U A kategoriju s najvećim dnevnim izlazima ubraja se artikl pod šifrom 360800 – 405,42 kg, dok se u C kategoriju ubraja artikl s najmanjim dnevnim izlazom, artikl pod šifrom 343358 – 1,99 kg. Visokoobrtajni artikli smješteni su na lokacijama koja se nalaze bliže otpremnoj zoni, u odnosu na niskoobrtajne koji su dalje od otpremne zone, jer zbog većih izlaza komisioner upravo te lokacije posjećuje više odnosno manje.

Slike 21. i 22. prikazuju toplinske mape za artikle A i C kategorije artikala. Kod A kategorije vidljivo je jedno mjesto u koje komisioner fokusira pogled, što se povezuje s činjenicom da komisioneru nije prikazana lokacija u čitaču, već lokaciju zna napamet. Pa kako je riječ o A kategoriji artikla odnosno artiklu koji se često prikuplja, komisioner već unaprijed zna gdje se nalazi i točno gleda u mjesto njegove pozicije.



Slika 21. A kategorija artikla u skladištu 11

Izvor: Izradio autor

Slika u nastavku prikazuje toplinsku mapu za C kategoriju. U C kategoriju artikala ulaze on artikli koji se rijetko prikupljaju, odnosno koji imaju niski obrtaj. Kako WMS ne navodi komisionera na lokaciju artikla, potrebno je više vremena jer ju komisioner mora pronaći, kao i sam artikl. To je glavni razlog zbog kojeg se vide četiri najčešće točke pogleda.



Slika 22. C kategorija artikla u skladištu 11

Izvor: Izradio autor

Iz prikazanog se može zaključiti da na vrijeme pronalaska lokacije, ali i samih artikala uvelike utječe obrtaj artikla odnosno njegova kategorizacija. Isto tako, praćenjem detekcije komisionera Tobii opremom potvrđeno je da nakon što komisioner razvije ekspertizu, na njegovu učinkovitost pri komadnom prikupljanju bitno ne utječe WMS-ovo slanje komisionera na točnu lokaciju. Ukoliko komisioner ne zna točnu lokaciju, u ovom slučaju je dokazano da se na primjeru niže frekvencije izlaza određenih artikala, vrijeme za pronalazak artikla povećava. No, unatoč tome što se povećava, udio artikala koji su nisko frekventni u narudžbama se manje pojavljuju.

Uz spomenuti problem oko pronalaska artikala na pojedinim lokacijama zbog njihove kategorizacije bitno je spomenuti da su tijekom vršenja mjerenja u skladištu uočeni razni nedostaci cjelokupnog sustava i samog komisionera, a to su:

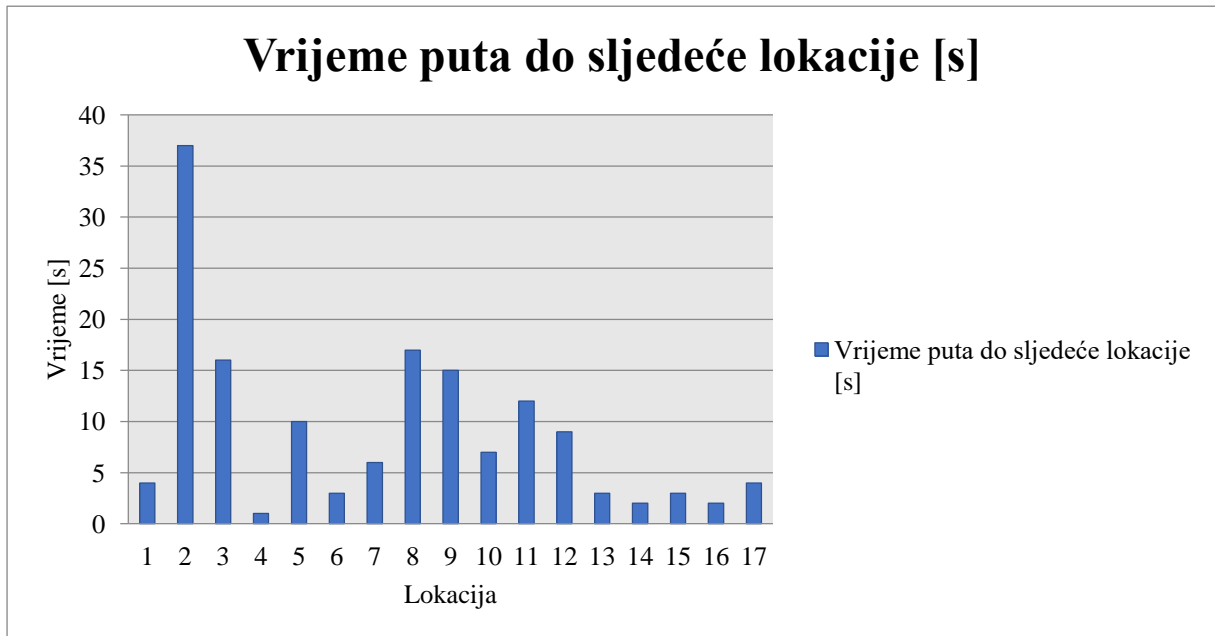
- Potreba za vaganjem određene robe,
- Pozicioniranje praznih paleta na transportni put,
- Odlazak po karton za kutije na drugu stranu skladišta tijekom procesa prikupljanja,
- Izrada kutija tijekom procesa prikupljanja,
- Čekanje zbog slabijeg signala na barkod čitaču,
- Nedostatak robe na lokacijama,
- Nedostatak folije,
- Razgovor sa drugim zaposlenicima.

Komisioneri određenu robu moraju vagati pri čemu se bilježi određeni gubitak vremena. Predložak može biti vaganje odmah nakon proizvodnje ili pak kao pripremna radnja prije prikupljanja robe. Isto tako, kako određeni artikli zahtijevaju ambalažu određenih dimenzija, uočeno je da se oni prilikom prikupljanja pozicioniraju u ambalažu neodgovarajućih dimenzija (male kutije) čime se uzrokuje oštećenje omota artikla i sl.

Nerijetko je zabilježen odlazak komisionera po karton za kutije, koje su potrebne za stavljanje prikupljenih artikala u njih, na drugu stranu skladišta koje je nakon toga samostalno izradio. Naizgled se doima kao beznačajno vrijeme, no prilikom jednog odlaska po karton komisioner se razgovarajući zadržao sa drugim radnikom, što je utjecalo na cjelokupnu učinkovitost komisionera glede vremenskog aspekta, ali i na njegovu koncentraciju na obavljanje posla, kao i ometanje drugog radnika.

Isto tako, nekoliko je puta zabilježen trenutak nedostatka robe na lokacijama što je za posljedicu imalo prikupljanje na višoj razini čime se javila potreba za angažiranjem drugog radnika za spuštanjem palete sa 2. ili 3. razine s viličarom koji ju je u mogućnosti spustiti. Samim time osim povećanja vremena prikupljanja, smanjila se i učinkovitost radnika koji je bio angažiran. Na grafikonu 5. prikazano je vrijeme putovanja od jedne do druge lokacije. Na primjeru na 2. lokaciji se dogodila potreba komisionera za odlazak u drugi red kako bi prikupio artikl, što je imalo negativnu konotaciju na ukupno vrijeme prikupa.

Na ukupno vrijeme procesa prikupljanja imao je utjecaj i nedostatak folije zato što je komisioner morao ići na drugu stranu skladišta kako bi je prikupio.



Grafikon 5. Vrijeme putovanja od lokacije do lokacije

Izvor: Izradio autor

Svi navedeni nedostaci imali su negativan utisak na obavljanje procesa prikupljanja. Na neke od njih može se utjecati boljom pripremljenošću komisionera prije samog početka prikupljanja ili pak većim nadzorom nadređenog osoblja.

Isto tako, na povećanje učinkovitosti pojedinog komisionera uvelike će utjecati poznavanje što većeg broja artikala u asortimanu boljom obukom što će rezultirati skraćivanjem vremena potrebnog za prikupljanje i ujedno utjecajem na povećanje učinkovitosti rada, čime će se na prvom mjestu povećati broj obrađenih narudžbi po satu ili smjeni. Isto tako, bitno je spomenuti da naizgled irelevantna vremena za pronalazak artikla uvelike imaju veliki značaj na učinkovitost rada glede broja prikupljenih artikala kroz broj obrađenih naloga u jednoj smjeni. Tako je na primjer po jednom nalogu prosječno vrijeme pronalaska artikala C kategorije po lokaciji 3 sekunde. Ukoliko bi se uzelo u obzir da jedan komisioner dnevno odradi 40 naloga komadnog prikupljanja, a da po nalogu treba u prosjeku obići 5 lokacija artikala C kategorije, dolazi se do brojke od 600 sekundi odnosno 10 minuta.

Isto tako, prema odrađenom mjerenju procesa prikupljanja Tobii opremom u skladištu tvrtke koja posluje u Republici Hrvatskoj predlaže se radi dobivanja preciznije analize i preciznijih rezultata dodatna mjerenja na primjeru skladišta koje raspolaže većim skladišnim prostorom, a ne samo jednim paletnim redom regala kao u dotičnoj tvrtki.

6. ZAKLJUČAK

Skladišna poslovanja stavljaju pred sebe sve veće zahtjeve koji su sistemski nametnuti od strane samog sustava, ali i konkurencije. Javlja se potreba za što većom integracijom, koordinacijom procesa, povećanja učinkovitosti, integriranosti i sl. Najveće troškove skladišnog poslovanja generiraju glavni skladišni procesi koji se svakodnevno obavljaju u jednom skladištu. U glavne procese ubrajaju se prijem, pohrana, prikupljanje te otprema robe. Prijem i pohrana predstavljaju ulazne procese pri kojima roba ulazi u skladište, dok procesi prikupljanja i otpreme predstavljaju izlazne procese pri kojima se roba priprema za izlaz iz skladišta na temelju narudžbi od strane kupaca.

Kako bi se ispunili navedeni zahtjevi, potreban je visoki stupanj integracije svakog od tih procesa. Najveći udio troškova generira proces prikupljanja robe, pri čemu u postocima iznosi 55%. Osim toga, generira najveći udio utrošenog vremena za aktivnosti koje se pojavljuju prilikom obavljanja procesa i najveći udio ljudskog rada. Sve se to odražava na samu točnost i brzinu rada te upravo i čini sam proces glavnom točkom kada su u pitanju potrebe za smanjenjem troškova ili pak povećanja razine poslovanja kroz veći postotak učinkovitosti. Sve se to može postići adekvatnim poštivanjem postavljenih principa samoga procesa, ali i usklađenosti ključnih elemenata procesa, kao što su: vrijeme putovanja, lokacija artikla unutar skladišta, razina usluge i sl.

Danas postoje različite metode prikupljanja robe koje uvelike mogu pospješiti obavljanje samog procesa i povećati razinu usluge kranjem kupcu većom brzinom i točnošću obavljanja narudžbi, od kojih se u praksi najviše primjenjuje metoda diskretnog prikupljanja robe u kojem jedna osoba prikuplja artikle unutar skladišta prema danoj narudžbi. Isto tako, razlikuje se i više vrsta načina prikupljanja, od kojih je najviše zastupljeno prikupljanje pomoću barkod čitača koji je spojen na WMS sustav koji mu za svaku narudžbu automatski prikazuje lokaciju, količinu i naziv artikla.

Isto tako, danas se razvijaju mnoge tehnologije koje bi pridonijele razvoju procesa prikupljanja, od kojih je važno spomenuti metodu praćenja vizualne detekcije odnosno percepcije komisionera prilikom obavljanja procesa prikupljanja. Glavni je smisao metode konstantno praćenje zjenice oka komisionera s ciljem dobivanja povratnih informacija i stvarnim vremenima prilikom obavljanja procesa, raznim vremenskim gubitcima ili pak mogućim reduciranjem vremena na radnje koje se obavljaju ili predugo traju i sl. Poznata

metoda koja se sve više upotrebljava je metoda praćenja kretanja zjenice oka pomoću Tobii Pro Glasses 2 laboratorijske opreme. Oprema predstavlja naočale sa ugrađenim softverom i kamerama koje omogućuju praćenje kretanja oka radnika u realnom vremenu.

Kako je primjena Tobii naočala sve više raširena, i to u različitim područjima, napravljeno je istraživanje i analiza procesa prikupljanja korištenjem Tobii naočala na primjeru jedne tvrtke koja posluje na području Republike Hrvatske. Istraživanje se provodilo pri obavljanju procesa prikupljanja, ali kada WMS-u nije poznata lokacija odnosno kada je riječ o prikupljanju s nepoznatom lokacijom. To znači da komisioner preko barkod čitača dobiva informacije samo o vrsti i količini artikla, što zahtjeva dobro komisionerovo poznavanje cijelog asortimana, ali i lokacije. Na temelju prikupljenih podataka i snimaka koje su prebačene u softverski program na računalu dobiven je uvid u vremena prikupljanja svakog pojedinog naloga, čime se isto dobio uvid u same nedostatke glede nepoznavanja asortimana, problema s traženjem lokacija i nedostatka artikla na pojedinim lokacijama. Isto tako, na temelju dobivenih podataka izrađene su toplinske mape za artikle A i C kategorije artikala. Što znači da je kod prikupljanja artikala A kategorije potrebno vrijeme za pronalazak artikla puno kraće nego što je kod artikala C kategorije, gdje je utrošeno više vremena za prikupe jer je riječ o artiklima koji imaju niski obrtaj odnosno o artiklima koje komisioneri rjeđe prikupljaju.

Ukoliko komisioner ne zna točnu lokaciju artikla, vrijeme za pronalazak artikla se povećava i obrnuto. Stoga, poznavanje asortimana uvelike može utjecati na povećanje brzine procesa prikupljanja, posebice kada je riječ o prikupljanju gdje je WMS-u nepoznata lokacija, ali i na samo skraćivanje vremena potrebnog za prikupljanje, a čime se opet povećava učinkovitost rada, kao i povećanje broja obrađenih narudžbi po danu/smjeni/tjednu.

LITERATURA

- [1] Thomas, L. M., Meller, R. D.: *Analytical models for warehouse configuration*, Francuska, 2014.
- [2] Bartholdi, J., Hackman S.: *Warehouse and Distribution Science*, svez. 0.94, Atlanta: School of Industrial and Systems Engineering, Georgia Institute of Technology, 2011., p. 23-32.
- [3] Richards, G.: *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*, Second ur., Kogan Page, 2014.
- [4] Wenrong, L.: *Product Intelligence in Warehouse Management: A Case Study*, Cambridge, V. Britanija, 2014.
- [5] Frazelle, E. H.: *World-Class Warehousing and Material Handling*, GA: Logistics Resources International, Atlanta, 1996.
- [6] Đurđević, D., Miljuš, M.: *Komisioniranje - upravljački aspekt*, Tehnika - Saobraćaj, svez. 56 (4), 2009.
- [7] Benjaafar, S., Elhedhli, S.: *Demand Allocation in Systems with Multiple Inventory Locations and Multiple Demand Sources*, Guangdong, Kina, 2008.
- [8] Župančić, D.; *Analiza procesa komisioniranja u skladištu poduzeća Tisak d.d.*, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2015.
- [9] FSB, Autorizirana predavanja iz kolegija Skladištenje, URL: [https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05_06_2013_18997_Skladistenje_TL- 5_1.pdf](https://www.fsb.unizg.hr/atlantis/upload/newsboard/05_06_2013_18997_Skladistenje_TL-5_1.pdf). (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [10] Skladištenje: *Metode i procesi komisioniranja*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2013.
- [11] Unutrašnji transporti i skladištenje: *Podizanje robe/komisioniranje*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2016.
- [12] URL: <https://nastava.sf.bg.ac.rs/> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [13] Đukić, G.: *Istraživanje komisioniranja u regalnim skladištima*, Doktorska disertacija, 2004.
- [14] URL: http://www.cisco-eagle.com/material-handling-systems/industrial-carousels/horizontal_carousels (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [15] URL: www.ichannel.com (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [16] URL: [http://footage.framepool.com/es/bin/2606907,dep%C3%B3sito,asian,trabajador/](http://footage.framepool.com/es/bin/2606907,dep%C3%B3sito,asian,trabajador) (pristupljeno: svibanj 2017.)

- [17] URL:<https://www.ssi-schaefer.com/de-de> (pristupljeno: svibanj 2017.)
- [18] URL:<http://www.ss-fraandrijekacicamiosica-ploce.skole.hr/upload/ss-fraandrijekacicamiosica-ploce/images/multistatic/121/File/percepcija2013.pdf> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [19] Kaurić, I.: *Sustav za detekciju usmjerenosti pogleda*, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2013.
- [20] Babić, D., Fiolić, M., & Babić, D.: *A Review of Eye-tracking in Traffic Research*, Faculty of Transport and Traffic Sciences, Zagreb
- [21] URL:<https://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-glasses-2/#Components/> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [22] URL:<https://www.tobii.com/siteassets/tobii-pro/product-descriptions/tobii-pro-glasses-2-product-description.pdf> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [23] Sánchez-Ferrer, M. L., Sánchez-Ferrer, F., Fernández-Jover, E., Grima-Murcia, M. D., Hernández-Peñalver, A. I., & Sánchez del Campo, F.: *Use of Eye Tracking as an Innovative Instructional Method in Surgical Human Anatomy*, Journal of Surgical Education, p. 1-6.
- [24] Topolšek, D., Areh, I., & Cvahte, T.: *Examination of driver detection of roadside traffic signs and advertisements using eye tracking*, Transportation Research Part F, 43, p. 212-224, 2016.
- [25] Sanfilippo, F.: *A multi-sensor fusion framework for improving situational awareness in demanding maritime training*, Reliability Engineering and System Safety, 161, p. 12-24.
- [26] URL:<http://heaveyrf.com/irish-company-is-world-first-to-introduce-eye-tracking-process-analysis-to-logistics-sector/> (pristupljeno: srpanj 2017.)
- [27] Petrović, D. P.: *ERP sistemi u funkciji unapređenja kvaliteta poslovanja*, 36. Nacionalna konferencija o kvalitetu, 2009.
- [28] URL:<http://www.infotrend.hr/clanak/2008/7/nabava-i-implementacija-erp-sustava,17,405.html> (pristupljeno: rujan 2017.)
- [29] Moeller, K.: *Increasing Warehouse Order Picking Performance by Sequence Optimization*, Pforzheim University, Pforzheim, Germany, 2011.
- [30] URL:<http://www.ralulogistics.com/tehnologije/wms-%E2%80%93-warehouse-management-system> (pristupljeno: rujan 2017.)
- [31] Mohan; V. E.: *Warehousing and Inventory Management*, CII Institute of Logistics, Chennai

- [32] Mason, S. J.; Ribera P. M.; Farris, J. A.; Kirk, R. G.: *Integrating the warehousing and transportation functions of the supply chain*, Transportation Research Part E 39, p. 141– 159, 2003.
- [33] Dulčić, Ž., Rovani, M., Veža, I.: *Proizvodni menadžment*, EF i FESB, Split, 1996.
- [34] URL:<http://www.altius.hr/kontroling/podrucja-i-alati-kontrolinga-abc-analiza>
(pristupljeno: rujan 2017.)
- [35] Upravljanje zalihama: *ABC analiza skladišnih jedinica*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2015.

POPIS KRATICA

WMS	(Warehouse Management System) sustav upravljanja skladištem
SKU	(Stock Keeping Unit) uskladištena jedinica
AS/RS	(Automated Storage and Retrieval Systems) automatizirani sustavi za pohranu i prikupljanje
ERP	(Enterprise Resource Planning) sustav planiranja resursa poduzeća

POPIS SLIKA

Slika 1. Ulazni i izlazni procesi skladišnog poslovanja	3
Slika 2. Metoda diskretnog prikupljanja robe	12
Slika 3. Metoda zonskog prikupljanja robe.....	13
Slika 4. Metoda grupnog prikupljanja robe.....	14
Slika 5. Primjer izvedbe karusela	16
Slika 6. Proces prikupljanja pomoću papirnatih listi.....	18
Slika 7. Proces prikupljanja pomoću barkod čitača	19
Slika 8. Proces prikupljanja navođen glasom.....	20
Slika 9. Tobii Pro Glasses 2 oprema	23
Slika 10. Dijelovi Tobii naočala.....	25
Slika 11. Tobii uređaj za snimanje	25
Slika 12. Percepcija vozača tijekom vožnje prikazana pomoću Tobi Pro Glasses 2 opreme ..	28
Slika 13. Prikaz ABC analize	36
Slika 14. Proces prikupljanja gdje je WMS-u nepoznata lokacija	39
Slika 15. Tlocrt objekta sa označenim administrativnim skladištima 11, 12 i 13	40
Slika 16. Primjer označavanja regala	41
Slika 17. Skladišna lokacija prve i druge razine regala.....	42
Slika 18. Sučelje Tobii Pro Glasses Analyzer programa	45
Slika 19. Vremenska crta snimke mjerenja.....	45
Slika 20. Primjer vremena početka i kraja svakog postavljenog intervala.....	46
Slika 21. A kategorija artikla u skladištu 11	56
Slika 22. C kategorija artikla u skladištu 11.....	57

POPIS TABLICA

Tablica 1. Udio troškova skladišnih procesa u [%].....	4
Tablica 2. Aktivnosti procesa prikupljanja.....	7
Tablica 3. Specifikacije Tobii Pro naočala.....	26
Tablica 4. Usporedba modula klasičnog i proširenog ERP sustava.....	31
Tablica 5. Početak intervala svakog naloga u [s] i [min].....	48
Tablica 6. Ukupno vrijeme trajanja prikupljanja po svakom nalogu u [s] i [min].....	49
Tablica 7. Prikaz podataka analizom prve snimke.....	50

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Potrebno vrijeme za prikupljanje gdje je WMS-u nepoznata lokacija	52
Grafikon 2. Vrijeme pronalaska artikla po lokaciji	53
Grafikon 3. Lokacije prikupljanja artikala s obzirom na obrtaj	53
Grafikon 4. Odnos vremena prikupljanja/skeniranja artikla sa vremenom pronalaska artikla na lokaciji	54
Grafikon 5. Vrijeme putovanja od lokacije do lokacije	59



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad

isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada pod naslovom **Analiza prikupljanja kod pozicioniranja robe slučajnom lokacijom**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 15.9.2017.

Student/ica:

(potpis)