

# Tehnološki trendovi u sustavima za upravljanje skladištem

---

Ivan, Bogović

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:211:030226>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported / Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerađivanja 3.0](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-06**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE  
VARAŽDIN**

**Ivan Bogović**

**TEHNOLOŠKI TRENDovi U SUSTAVIMA  
ZA UPRAVLJANJE SKLADIŠTEM**

**ZAVRŠNI RAD**

**Varaždin, 2018.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE**  
**V A R A Ž D I N**

**Ivan Bogović**

**Matični broj: 43911/15–R**

**Studij: Informacijski sustavi**

**TEHNOLOŠKI TRENDOVI U SUSTAVIMA ZA UPRAVLJANJE**  
**SKLADIŠTEM**

**ZAVRŠNI RAD**

**Mentor/Mentorica:**

Doc. dr. sc. Martina Tomičić Furjan

**Varaždin, lipanj 2018.**

*Ivan Bogović*

### **Izjava o izvornosti**

Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onima koji su u njemu navedeni. Za izradu rada su korištene etički prikladne i prihvatljive metode i tehnike rada.

*Autor potvrdio prihvaćanjem odredbi u sustavu FOI-radovi*

---

## **Sažetak**

Skladišni prostor predstavlja područje koje je specifično namijenjeno za privremeno skladištenje robe koja će nakon nekog vremena biti korištena u daljnjim procesima kao što je to transport, daljnja obrada ili prodaja. Također, osnovna zadaća svakog skladišta je očuvanje kvalitete a samim time i vrijednosti uskladištene robe ili materijala kako bi se osigurao nesmetan tijek poslovanja. Tijekom skladištenja robe, o istoj se mora voditi određena briga te se mora pridržavati određene organizacije. Tijekom povijesnog razvoja skladištenja korišteni su različiti pristupi rješavanju tog problema.

Unutar ovog rada biti će opisani različiti tehnološki trendovi koji su utjecali ili koji još uvijek utječu danas na problem upravljanja skladištem. Rad će biti orijentiran na opis nekoliko različitih tehnologija koje olakšavaju rad u skladištu te će isto tako biti prikazan stvarni primjer logističkog lanca tvrtke Hvaljen Budi d.o.o. da bi ostvarilo lakše razumijevanje pozicije i uloge skladišnog prostora u poslovanju tvrtke.

**Ključne riječi:** skladište; tehnologije; WMS; trendovi; povijest.

# Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. Povijest sustava za upravljanje skladištem .....	2
2.1. Tipovi skladišta kroz povijest.....	4
2.2. Problemi skladištenja.....	5
3. Sustavi za upravljanje skladištem.....	6
3.1. AS/RS sustavi.....	7
3.2. RF skeniranje.....	10
3.3. Pick-To-Light sustav .....	12
3.4. Pick-To-Voice sustav .....	14
3.5. Sustav proširene stvarnosti .....	16
3.6. Robotizacija skladišta .....	18
4. Tvarka Hvaljen Budi d.o.o .....	20
4.1. Općenito o Hvaljen Budi d.o.o. ....	20
4.2. Opis poslovanja i skladištenja .....	21
4.3. Moguća buduća unaprjeđenja procesa skladištenja.....	24
5. Zaključak .....	26
Popis literature.....	27
Popis slika .....	29

# 1. Uvod

U modernom svijetu, različita poduzeća imaju različite izazove stavljene pred sebe a najveći izazov je konkurencija na tržištu. Svako poduzeće teži postići optimalne troškove. Prilikom ostvarenja tog cilja, nastoji se optimizirati svaki logistički dio, a jedan od tih dijelova je i skladištenje sirovina, materijala i gotovih proizvoda.

Skladišta imaju različite uloge. Ona mogu povezivati međusobno različite proizvodne pogone, proizvodne pogone i kupce ili dobavljače i proizvodne pogone. Neizostavan dio su svakog poduzeća. Skladišta pomažu pri širenju poslovanja na nova tržišta te pomažu kupcima da kupuju na zahtjev iako se u njihovoj blizini ne nalazi niti jedan proizvodni pogon. Moderna skladišta zahtjevaju i moderne sustave za upravljanje, poznate kao WMS (eng. *Warehouse management system*). Upravljanje skladištem je bitan dio uspješnog upravljanja poslovnim politikom i strategijom proizvodnih i trgovačkih poduzeća.

Ako skladište promatramo kao dio logistike, ono predstavlja čvor ili točku na cijeloj logističkoj mreži. Ta točka ili čvor služi za prihvaćanje robe te krajnje prosljeđivanje te robe u drugim smjerovima, bilo to daljnja proizvodnja ili prodaja. Sada kada smo skladište prikazali kao dio logističke mreže, možemo se osvrnuti na aktivnosti koje se odvijaju unutar tog čvora odnosno skladišta. Glavna aktivnost je planirano dovođenje sirovina, materijala ili gotovih proizvoda u stanje mirovanja. Da bi se to provelo, u modernim skladištima postoje procesi i procedure koje su namijenjene za svako skladište posebno. Razlog tome je što je svako skladište namijenjeno za različite svrhe i materijale. U samom procesu imamo dovoz materijala, skladištenje na određene pozicije i na kraju odvoz u traženom trenutku. Detaljniji rad skladišta putem različitih sustava će biti prikazan kasnije unutar ovog rada.

## 2. Povijest sustava za upravljanje skladištem

U modernom svijetu, sve više tvrtki se okreće informatiziranim sustavima za upravljanje skladištem. Najveći razlog tome je sve brži i veći protok robe kroz proces obrade, a samim time i kroz skladište. Informatizacija takvih sustava u skladištima treba olakšati taj proces obrade te poboljšati krajnji rezultat.

Prilikom rada u skladištu, uvijek se nastoji optimizirati proces skladištenja jer se samim time skraćuje vrijeme koje roba provodi na skladištu a također se smanjuju i troškovi odnosno povećava krajnji prihod.

Ako se vratimo kroz povijest, sami koncept skladištenja se prvi put pojavljuje prilikom izgradnje prvih žitnica za spremanje hrane preko zime. Cijeli koncept skladištenja robe je zapravo započeo sa skladištenjem najosnovnije stvari u životu, a to je hrana u bilo kakvom obliku, bila ona obrađena ili neobrađena. Glavni razlog takvog spremanja hrane je bio slučaj nužde ukoliko se jave različite bolesti, suše i slične nepogode.

Tijekom povijesti, kako su europski istraživači počeli otkrivati nove pomorske rute, povećala se potražnja za izgradnjom dodatnih skladišta u kojima bi bili spremljeni proizvodi koji su došli iz drugih krajeva svijeta. Prema tome, brodske luke su postale jedne od prvih lokacija na kojima su građena veća skladišta za spremanje raznovrsnog tereta. Samim time su se poboljšali trgovinski odnosi među državama jer se je u prošlosti većina trgovine odvijala putem mora, rijeka i oceana. [1]

Kako je civilizacija napredovala, počela su se razvijati naprednija skladišta, te se ona nisu više isključivo nalazila u brodskim lukama već su se počela graditi i unutar kopna. U ranim počecima, takvim skladištima se je najčešće pristupalo putem željeznice jer je to bio najrašireniji oblik prijevoza kopnom. Najočitiiji primjer skladištenja su bila skladišta municije i vojne opreme općenito tijekom prvog svjetskog rata. Iz tog razloga su najveće bitke bile vođene nedaleko od željeznice kojom se je najviše dopremala municija za artiljeriju. Rad u takvim skladištima je bio isključivo ručni te se je roba slagala na police koje su imale razmak između 20 i 30 centimetara. Tijekom drugog svjetskog rata, u skladišta su uvedene drvene palete na koje je slagana roba, a za rad sa tim paletama su uvedeni viličari koji su uvelike ubrzali rad sa robom. Također, iz tog razloga je omogućeno povećanje razmaka između polica do čak par metara. Najviše police su se znale nalaziti na visini od oko 9 metara.

Tijekom 1960-tih i 1970-tih godina, u Sjedinjenim državama se javljaju prva automatizirana skladišta koja koriste AS/RS (eng. *automated storage and retrieval system*). Takvi sustavi predstavljaju značajan napredak u radu sa robom na skladištu.



Sustavi automatskog skladištenja i povratka robe se koriste u određenim slučajevima [2]:

- Kada postoji veliki volumen tereta koji se prevozi unutar skladišta
- Kada je gustoća pohrane tereta velika zbog ograničenja prostora
- Kada spremjeni tereti nemaju dodanu vrijednost prilikom boravka na skladištu, odnosno ne prolaze dodatne procese obrade
- Kada postoji zahtjev za preciznosti ukoliko je vrijednost tereta visoka te ukoliko postoji velika vjerojatnost za oštećenjem



Slika 1: *Primjer AS/RS sustava* (Dostupno na:

<http://ritmindustry.com/upload/items/211/211517.jpg>, 26.6.2018)

Nakon 80-tih godina prošlog stoljeća, zahtjevi za AS/RS sustavima su smanjeni, te se je počelo prelaziti na skladišta u kojima teret boravi samo onoliko koliko je nužno (eng. *Just in time*). Takav princip skladištenja zapravo predstavlja strategiju smanjenja troškova u proizvodnji na način da se smanji vrijeme skladištenja bilo kakvog oblika robe (dijelova, retromaterijala, sirovina itd.). U nekim slučajevima se u potpunosti i izbjegava skladištenje te se osigurava u potpunosti tekuća proizvodnja i prodaja. [3]

Neka skladišta su u potpunosti automatizirana te se roba u njima pomiče sa jedne lokacije na drugu pomoću različitih oblika traka te robotiziranih vozila. Takvim automatiziranim skladištima najčešće upravljaju sustavi za upravljanje skladištem (eng. *WMS - Warehouse management system*). WMS predstavlja računalnu aplikaciju te hardver dizajniran da optimizira, odnosno ubrza, rad u skladištu. Primjeri takvih sustava će biti naknadno kasnije opisani u radu.

## 2.1. Tipovi skladišta kroz povijest

Kroz povijest je razvijeno nekoliko tipova skladištenja robe i materijala te je svaki tip imao svoj određenu svrhu i namjenu. U ovom dijelu će biti opisani neki od tih tipova [1]:

- 1.) Skladište sirovih materijala i komponenata – takav oblik skladišta sadrži materijale i komponente koje u bilo kojem trenutku moraju biti prisutni da bi se mogli direktno uključiti u proces daljnje obrade i proizvodnje.
- 2.) Work-in-progress skladište – oblik skladišta koji sadrži polugotove proizvode i komponente. Služi za privremeno skladištenje proizvoda koji su još uvijek u tijeku proizvodnje (eng. *Work in progress*).
- 3.) Skladište gotovih proizvoda – oblik skladišta koji sadrži već u potpunosti izrađene proizvode. Najčešće se takvi oblici skladišta nalaze odmah uz proizvodne pogone te kao takvi sadrže gotove proizvode koji čekaju daljnji prijevoz.
- 4.) Distribucijska skladišta – oblik skladišta koji sadrži različite proizvode koji se dovoze iz skladišta koja se nalaze uz proizvodne pogone. U takvim skladištima se stvaraju narudžbe za različite tipove kupaca te se roba distribuira kupcima.
- 5.) Lokalna skladišta – oblik skladišta koji služi isključivo za ispunjenje zahtjeva za robom za velike kupce. Najčešće se koriste kod kupaca koji imaju konstantnu potražnju za određenim proizvodima.
- 6.) Skladišta za završnu obradu – tip skladišta koji služi za obradu gotovih proizvoda prije isporuke kupcu. Radnje koje su uključene u takva skladišta su: pregled, pakiranje i markiranje robe.

Skladišta još možemo podijeliti prema geografskom području, pa prema tome imamo:

- Centralizirana skladišta
- Decentralizirana skladišta

Glavna razlika između centraliziranih i decentraliziranih skladišta je u tome što kod centraliziranih skladišta imamo jedno veliko skladište iz kojega se dopremaju svi proizvodi, dok kod decentralizacije imamo više malih skladišta na više različitih lokacija.

Sada će biti navedene neke prednosti i nedostaci navedenih oblika skladišta [4]. Kod centraliziranih skladišta imamo smanjene troškove rada. Ako odaberemo centralizaciju, imamo drastično smanjene troškove najma prostora jer imamo samo jedan veliki prostor. Još jedna velika prednost centraliziranih skladišta jest bolja usluga za korisnike, jer samim time što je skladište centralizirano možemo dovesti najbolje radnike i najbolju radnu opremu na jednu lokaciju čime se ubrzava rad i odaziv na zahtjeve korisnika. No jedan veliki nedostatak

centraliziranih skladišta jesu veliki troškovi dostave robe na određena područja tržišta što u konačnici znače i veći troškovi za kupca te samim time i potencijalno manji opseg kupaca.

Decentralizacija se odnosi na raspored više manjih skladišta na različite lokacije. Prednost takvog pristupa se primarno vidi u brzini dostave gotovih proizvoda u skladišta te dostave do kupca. Još jedna prednost je povećana mogućnost skladištenja proizvoda. Proizvođač može skladištiti veće količine istog proizvoda ili manje količine različitih proizvoda kako bi udovoljio raznovrsnim zahtjevima kupaca. Glavni nedostatak decentralizacije su povećani troškovi rada, najma i održavanja većeg broja skladišta.

## **2.2. Problemi skladištenja**

U ranim počecima razvoja skladišta, sami menadžment nije predstavljao naročiti problem ili izazov jer se je industrija kretala sporije i bilo je više ručnih procesa. Najveći problem u tadašnje vrijeme je bio raspored prostora za skladištenje. No u današnje vrijeme imamo veliku količinu različitih izazova, a sve je nastalo sa pojavom Interneta. Danas imamo veliku količinu različitih internet stranica za kupovinu koje obećavaju brzu dostavu da bi bili ispred konkurencije. To predstavlja veliki izazov za menadžment skladištem jer je potrebno isporučiti robu u što kraćem roku. Uz sve to se javlja sve manja granica za greške. Uz navedene probleme javljaju se još neki izazovi koje je potrebno razriješiti:

- 1.) Potreba za automatizacijom svih ručnih ili mehaniziranih postupaka rada sa proizvodima
- 2.) Zadovoljenje kupćevih potreba u što kraćem roku bez postavljanja pretjeranih zahtjeva prema kupcima
- 3.) Integracija podataka o skladištima u kompletnu logistiku nabave i razvoza proizvoda
- 4.) Smanjenje troškova nabave
- 5.) Obrada većeg broja pošiljki u što kraćem roku
- 6.) Izvršavanje više manjih transakcija

### 3. Sustavi za upravljanje skladištem

Sustavi za upravljanje skladištem pomažu rastućim tvrtkama da povećaju učinkovitost kretanja materijala i gotove robe u skladišta te iz skladišta u daljnji proces obrade. Investiranje u takve sustave predstavlja značajnu prednost u današnjem poslovanju te je za većinu većih tvrtki neizostavan dio poslovanja.

Možemo koristiti nekoliko podjela kako bi smo jednostavnije opisali financijske prednosti takvih sustava [5]:

- 1.) **Povećana preciznost:** Ukoliko se prilikom korištenja ručnih zapisa smještaja robe uvidi da se ta roba ne nalazi na navedenoj lokaciji, može doći do kaotične situacije. Kada radnik u skladištu odlazi preuzeti robu sa zapisane lokacije i ukoliko se ona ne nalazi tamo, potrebno je provesti povećani niz različitih ručnih provjera kako bi se pronašao problem te kako bi se tražena roba na poslijetku izdala. Netočni podaci o stanju na skladištu mogu imati niz posljedica:
  - Problemi sa dostavom na vrijeme i sa sigurnošću robe mogu smanjiti povjerenje kupca
  - Propale prodaje robe zbog nedostatka robe na skladištu
  - Financijski gubitci zbog povlačenja robe
  - Smanjena produktivnost radne snage zbog traženja izgubljenih proizvoda
  - Povećani troškovi zbog ubrzanja dostave tražene robe kupcu
- 2.) **Manje grešaka:** Ukoliko se npr. koristi ručno skeniranje robe kodom prilikom rada u skladištu, sustav će sam automatski potvrditi aktivnost te radniku javiti grešku ukoliko se ona pojavi. Takav rad sa robom je jednostavniji, razumljiviji i brži za samog radnika. U slučajevima kada se takvi sustavi ne koriste, već kada imamo klasične zapise, greške su znatno češće na svim funkcijskim područjima rada sa robom. Jednostavne greške kao što je zapis krivog serijskog broja proizvoda ili zapis krive količine navedenog proizvoda može dovesti do potencijalnih odgađanja ostalih aktivnosti vezanih za taj proizvod. Na primjer, recimo da je zapisano da se na skladištu na određenoj lokaciji nalazi 200 komada nekog proizvoda umjesto 20. Radnik će tada provesti veću količinu vremena u potrazi za ostalih 180 komada proizvoda sve dok se ne utvrdi greška. Još jedan od primjera korištenja sustava jest dostava. Prilikom ručnih zapis može doći do greške gdje navodi kriva adresa dostave. WMS može pomoći oko toga tako što se automatski veže adresa kupca uz traženu narudžbu te nema potrebe za ponavljanjem iste na više mjesta. Time se smanjuje potrošeno vrijeme i osigurava preciznost dostave.

- 3.) **Smanjeni troškovi rada:** Eliminacijom ručnog unosa podataka, troškovi rada na tom području su automatski znatno manji. Samo to već opravdava ulaganje u automatsko prikupljanje podataka koje predstavlja ključan dio WMS-a. Ali i u drugim područjima dolazi do smanjenja troškova. Administrativni poslovi zahtjevaju manje vremena za ispravljanje pogrešaka. Smanjenje grešaka smanjuje i broj sastanaka između menadžera i ostalih radnika kako bi se utvrdile nastale pogreške. Sve to dovodi do manje neproduktivnog vremena te povećanja prihoda.
- 4.) **Povećanje produktivnosti:** Što je više ručnih procesa zamijenjeno sa WMS-om, više vremena ostaje za usredotočenje na poboljšanje ostalih faktora koji utječu na povećanje produktivnosti. Na primjer, realno je očekivati do 20% povećanja u ručnom radu sa robom jer se pomoću WMS-a lakše organizira rad tj. brže se dodijeljuju zadaci koje je potrebno obaviti u zadanom vremenu. Pomoću WMS-a se lakše dobiva slika pozicije i dostupnosti određene robe. Samim time se reducira potreba operatera da identificira koje aktivnosti je potrebno obaviti te se on može usredotočiti na način na koji će se te aktivnosti izvesti.

### 3.1. AS/RS sustavi

AS/RS (eng. *automated storage and retrieval system*) se sastoji od veće količine računalno kontroliranih sustava za automatsko skladištenje robe te povratak iste iz skladišta sa točno definiranih lokacija. U ranim počecima, takvi sustavi su korišteni isključivo za rad sa teškim i robusnim teretima, no u današnje vrijeme se orijentiraju na rada sa skoro bilo kakvom vrstom i veličinom tereta. Sustavi su upravljani od strane računala čime se ujedno vodi i precizan zapis o stanju određene robe na zadanoj lokaciji. Povratak tereta se vrši unosom tipa i količine zadanog tereta. Računalo zatim određuje gdje se u skladištu nalazi tražena roba te zakazuje povratak robe. Nakon toga usmjerava određeni SRM (eng. *storage and retrieval machine*) na zadanu lokaciju te taj uređaj prikuplja zadanu robu.

U AS/RS sustavima se najčešće nalaze kompleksne postave pokretnih traka i automatiziranih vozila koja se koriste za rada sa teretom unutar skladišta. Da bi se određeni teret pohranio u skladište, prvo se zadani teret postavlja na točno definirani početak AS/RS sustava te se u računalo unose informacije o teretu. Sustav zatim određuje odgovarajuću poziciju za skladištenje i pomiče teret te ga pohranjuje. Kako se teret kreće u skladište i iz njega, računalo automatski vodi evidenciju o dostupnosti istoga.



Slika 2: Grafička ilustracija za AS/RS (Dostupno na <https://centrixdt.com/wp-content/uploads/2016/09/mini-load-asrs-centrix-a.jpg>, 4.7.2018.)

Korištenje AS/RS-a dovodi do nekih značajnijih prednosti u procesima rada sa robom:

- 1.) Efikasan AS/RS sustava dovodi do rezanja troškova tako što se minimizira količina nepotrebnih djelova i proizvoda na skladištu te se unaprijeđuje organizacija sadržaja skladišta. Zbog same automatizacije, moguće je bolje iskoristiti prostor tako što se roba i dijelovi spremaju gušće i samim time se smanjuje količina neiskorištenog prostora
- 2.) Automatizacija smanjuje troškove ručnoga rada te ujedno samim time i smanjuje potrebu za većom radnom snagom. Također se povećava i sigurnost na radu odnosno smanjuje mogućnost za ozlijede te troškove bolovanja.
- 3.) Bolji menadžment i logička reprezentacija fizičkog smještaja robe. Na primjer, ako se kroz određeno vrijeme utvrdi da se određena roba bolje prodaje od neke druge robe, njezin smještaj unutar skladišta se može promijeniti tako da se bolje prodavana roba smješta u većem volumenu i na lokaciji koja je bliža lokaciji za ispostavu robe. Time se ubrzava proces prikupljanja, pakiranja i ispostave robe kupcu.
- 4.) Automatizirano praćenje smještaja spremljene robe, od kojeg dobavljača roba dolazi naručena roba i koliko dugo određena roba boravi na skladištu. Analizirajući takve podatke, tvrtke mogu lakše kontrolirati razine na skladištima te maksimizirati iskoristivi prostor. Isto tako, lakše se pripremaju za buduće zahtjeve tržišta, pogotovo u mjesecima kada se javlja pojačana potražnja. Također su pripravnije što se tiče narudžbi od dobavljača na vrijeme i samim time minimiziraju trošak nastao sa nedostatkom određene robe na skladištu.

Kod AS/RS sustava imamo dvije tehnike skladištenja koje se koriste. To su skladištenje pomoću vertikalnih pomičnih modula (eng. *VML - Vertical lift module*) te skladištenje pomoću horizontalnih pomičnih mjesta (eng. *horizontal carousel*).

VML se može izraditi vrlo visoko, odnosno sve do samog vrha konstrukcije skladišta u kojemu se nalazi da bi se maksimizirala iskoristivost. Teret se pohranjuje u spremnike koji se nalaze unutra konstrukcije. Jednom kada operator zatraži određeni spremnik, ostali spremnici se pomiču vertikalno sve dok odgovarajući spremnik ne dođe do operatera. VML sustavi se prodaju u različitim konfiguracijama te se najčešće protežu kroz više katova unutar postrojenja. Samim time imaju i više otvora na sebi za pristup robi. Za razliku od velikih AS/RS sustava, VML sustavi su modularni te se lako ugrađuju u već postojeća skladišta dok se veliki AS/RS sustavi moraju zasebno razvijati za svako skladište posebno te se radi kompletna reorganizacija skladišta. Primjer VML sustava možemo vidjeti na slici 3:



Slika 3: *Prikaz rada VML sustava* (Dostupno na: <http://expertherald.com/wp-content/uploads/2017/12/Vertical-Lift-Module-VLM.jpg>, 4.7.2018.)

Horizontalni sustavi se sastoje od serija pomičnih košara koje se pomiču na ovalnoj traci. Svaka košara se sastoji od polica koje mogu biti postavljene na različite načine kako bi zadovoljile određene potrebe. Jednom kada operator treba zatražiti neki dio ili robu, jednostavno u računalo unosi broj košare ili serijski broj dijela odnosno robe koju želi preuzeti te će računalo zatim automatski vrtjeti košare po pomičnoj traci kako bi u što kraćem roku tražena košara došla do operatera. Takav princip rada može uštedjeti do 75 % prostora unutar skladišta te povećati produktivnost rada za dvije trećine. Takvi AS/RS sustavi sa košarama

trenutno nadmašuju robotske sustave te trenutno predstavljaju najbolje AS/RS rješenje. Primjer takvog sustava možemo vidjeti na slici 4.



Slika 4: *Primjer horizontalnog sustava sa košarama* (Dostupno na: <https://www.kardexremstar.com/blog/wp-content/uploads/HorizontalCarousels.jpg>, 4.7.2018.)

### 3.2. RF skeniranje

RF (eng. *Radio-frequency*) skeniranje predstavlja fizički posao sakupljanja robe iz skladišta. Za RF skeniranje se koristi uređaj koji se sastoji najčešće od 3 djela, a to su zaslon sa informacijama, tipkovnica za unos te modul za skeniranje bar koda proizvoda. Primjer takvog uređaja možemo vidjeti na slici 5.



Slika 5: *Primjer RF uređaja za skeniranje bar koda* (Dostupno na: [https://www.bastiansolutions.com/images/default-source/default-album/rfscanner2.png?sfvrsn=ba119f3\\_0](https://www.bastiansolutions.com/images/default-source/default-album/rfscanner2.png?sfvrsn=ba119f3_0), 6.7.2018)



RF uređaji su bežično spojeni sa glavnim računalom te jednom kada korisnik uzme jedan RF uređaja, prvo se treba prijaviti na taj uređaj [6]. Unosi korisničko ime i lozinku. Glavni terminal zatim povezuje uređaj sa tim radnikom, čime je automatski lakše voditi evidenciju rada tog uređaja te isto tako tog korisnika. Jednom kada se korisnik prijavi u sustav, može odabrati neke od opcija koje mu se nude. Najčešća opcija koju radnici u skladištu koriste jest opcija za sakupljanje proizvoda (eng. *Pick*). Također, radnik može odabrati i opciju za ispis naljepnica za proizvode. Većina skladišta je podijeljena u tzv. zone u kojima se nalaze proizvodi. Radnik se može predbilježiti za zadanu zonu u kojoj će taj dan raditi ako to već nije unaprijed određeno. Nakon toga, na glavnom pisaču, radniku se ispisuju narudžbe i proizvodi koji se nalaze u toj narudžbi te ih on preuzima. Odlazi do zadane zone i sakuplja proizvode sa polica. Za svaki proizvod očitava bar kod tog proizvoda te unosi broj narudžbe i količinu proizvoda kojega je preuzeo za tu narudžbu. Prilikom spremanja proizvoda u kutije, radnik mora očitati bar kod kutije u kojoj će se nalaziti proizvod za zadanu narudžbu. Jedna od prednosti RF uređaja je ta što su povezani sa glavnim terminalom te samim time onemogućuju radniku da preuzima proizvode koji nisu dio narudžbe te isto tako proizvodi moraju biti preuzeti pravilnim redoslijedom. Samim time se uvelike smanjuje mogućnost nastanka greške te se smanjuju troškovi prepravljavanja narudžbi. Jednom kada se svi proizvodi preuzmu i skeniraju, radniku će se na ekranu njegovog uređaja pojaviti opcija za otpuštanje narudžbe (eng. *Release*). Jednom kada je ta opcija odabrana, radnik mora na narudžbi koju je dobio ispisanu na početku rada zabilježiti broj kutija koje je koristio prilikom sakupljanja proizvoda za dobivenu narudžbu. Ispisana narudžba se zatim stavlja na specificirano mjesto uz sve ostale narudžbe od strane ostalih radnika iz skladišta. Jednom kada je cijeli proces završio, radniku se na zaslonu prikazuju opcije za iduću narudžbu ili za završetak rada ako mu je radno vrijeme gotovo. Ako odabere opciju za iduću narudžbu, cijeli proces se ponavlja te mu na pisaču ispisuje nova narudžba koju mora ispuniti.

Još jedna od prednosti RF uređaja je ta što radnik ne može unijeti preveliku količinu proizvoda. Ako unese preveliku količinu, na zaslonu će mu se pojaviti pogreška koja će ga uputiti na to da provjeri količinu proizvoda kojeg je preuzeo sa police te da unese ispravnu količinu. U drugom slučaju, moguće je da će doći do nedostatka robe. Radnik zatim unosi količinu robe koju je mogao preuzeti, a uređaj će poslati glavnom računalu informaciju o nedostatku robe te će se uz tu narudžbu vezati i sama informacija o nedostatku robe na narudžbi. Također će se u glavnoj evidenciji računala zapisati da robe općenito nedostaje na skladištu. Jednom kada se ostatak narudžbe dovrši, radniku će se pojaviti ponovo opcija za završetak rada, ali ovaj put narudžba neće biti poslana dalje u proces obrade. Takva narudžba se postavlja na predviđeno mjesto te ju menadžer mora dalje obraditi.

### 3.3. Pick-To-Light sustav

Pick-To-Light sustav koristi uređaje koji se ručno postavljaju na lokacije na kojima se nalazi određena roba kao što su to police, radne stanice ili neki drugi mediji za pohranu [7]. Uređaji trebaju pomoći operaterima u skladištu tako što ih automatski navode na lokacije na kojima se nalaze proizvodi. Uređaju trebaju prikazati robu te isto tako količinu robe koju je potrebno preuzeti. Takavi sustavi trebaju povećati učinkovitost rada samim time što smanjuju vrijeme koje je potrebno operateru da pronađe određenu robu te se isto tako povećava preciznost preuzimanja robe jer se smanjuje mogućnost za preuzimanjem krive robe. Isto tako se izbjegava klasično papirnato zapisivanje preuzete robe čime se smanjuje nepotrebna papirologija.

Glavna prednost ovih sustava je jednostavnost te najčešće rade u skladu sa RF sustavima koji su već opisani. Radnici u skladištu su podijeljeni u zone u kojima rade. Za početak, radnik mora skenirati bar kod narudžbe na pomoću svog RF uređaja. Nakon toga će glavni sustav automatski osvijetliti uređaje ispod polica na kojima se nalazi roba koju je potrebno preuzeti. Isto tako će svaki uređaj ispisati i količinu robe koju operator mora uzeti. Jednom kada operator preuzme zadanu količinu robe, potvrđuje da je roba preuzeta tako što pritišće gumb na tom uređaju koji je zadužen za preuzetu robu. Nakon toga operator odlazi do sljedeće osvijetljenog uređaja i postupak se ponavlja. Operatori su obično podijeljeni već navedene zone kako bi se smanjilo nepotrebno vrijeme hoda pojedinog operatora. Nakon što pojedini operator preuzme svu robu za zadanu narudžbu iz svoje zone, on prosljeđuje narudžbu idućem operatoru u drugoj zoni da bi on nastavio sa nadopunjavanjem iste. Primjer Pick-To-Light uređaja možemo vidjeti na slici 6.



Slika 6: *Primjer Pick-To-Light uređaja u skladištu* (Dostupno na: <http://www.bpcontrols.com/images/ptl-photo1.jpg>, 12.7.2018.)

Kao i svi drugi sustavi koji izbjegavaju upotrebu papira, i ovaj sustav ima niz hardverskih i programskih rješenja. Programska rješenja izdaju proizvođači svojih uređaja te su u većini slučajeva jedinstvena za pojedini vrstu uređaja. Glavne komponente ovakvog sustava najčešće su:

- 1.) **Uređaj za osvjetljenje:** Ovaj uređaj predstavlja primarno sučelje između sustava za preuzimanje robe te samog operatera. Većina takvih uređaja se sastoji od LED osvjetljenja i zaslona na kojemu se nalazi zapisana količina proizvoda. Također se nalazi i gumb za potvrdu preuzete robe. Ovisno o proizvođaču, neki uređaji se sastoje još od dodatnih tipki za smanjenje ili povećanje količine ispisane robe kako bi se lakše prepravile moguće greške u narudžbi.
- 2.) **Zaslon za dodatne informacije:** Ovakvi uređaji se postavljaju na određene lokacije u skladištima kao što je početak neke zone ili određeni skup policica. Oni ispisuju dodatne informacije za operatera kako bi se ubrzao rad. Na primjer, jedna takva informacija može operateru iskazati da proslijedi narudžbu na točno određenu zonu drugome operateru jednom kada je preuzeo svu robu iz svoje zone.
- 3.) **Materijali za postavljanje uređaja:** Svaki uređaj dolazi sa dodatim materijalima za postavljanje. U većini slučajeva, takvi materijali su jednostavni kako bi se smanjili troškovi postavljanja uređaja po skladištu. Isto tako, jeftini i jednostavni materijali omogućuju lakšu zamjenu uređaja te ujedno i promjenu lokacije uređaja ukoliko dođe do reorganizacije skladišta.

Pick-To-Light sustavi imaju najbolji učinak tamo gdje je roba vrlo blizu jedna drugoj čime se povećava efikasnost operatera te smanjuje vrijeme hoda. Neke od prednosti ovakvih sustava su:

- 30 – 50 % povećana produktivnost prilikom podizanja robe iz skladišta
- Skoro 100% preciznosti u radu
- Ubrzano ispunjavanje kupćevih narudžbi
- Povećana propusnost robe koja prolazi kroz skladište jer se smanjuje mogućnost povratka krivo odabranih stavki za pojedinu narudžbu
- Smanjeno vrijeme obuke zaposlenika te samim time i smanjeni troškovi obuke za rad u skladištu
- Niži sveobuhvatni operacijski troškovi
- Predvidivi redosljed podizanja robe
- Smanjeni troškovi nepotrebne papirologije

### 3.4. Pick-To-Voice sustav

Kao što je već prije navedeno, u današnje vrijeme se nastoji postići što veća brzina rada u skladištima kako bi se maksimizirao profit. Kontrola efikasnosti pohrane te sakupljanja robe i materijala u skladištima je od ključne važnosti kako bi se smanjila mogućnost greške odnosno povećala preciznost rada, pogotovo u današnje vrijeme kada se u jednom satu u većim skladištima odradi i preko tisuću preuzimanja robe. Netočno preuzimanje stavki dovodi do troškova te do nezadovoljstva i nepovjerenja kupca. Kako bi se vlasnici skladišta suočili sa tim problemom, uz sve ostale tehnologije postoji i Pick-To-Voice tehnologija [8]. Rad ovakvog sustava ćemo opisati pomoću primjera.

Pick-To-Voice sustav se sastoji od većeg broj komponenti. Za početak, glavna glasovna aplikacija se nalazi na skupu poslužitelja u središtu određene tvrtke. Drugi poslužitelj se nalazi u jednom od skladišta i sadrži aplikaciju koja služi za pretvaranje tekstualnog oblika narudžbi u glasovni oblik za radnike. Princip rada se temelji na pretvaranju VoiceXML stranica u glas dok VoiceXML stranice generira glavni skup poslužitelja koji je opisan na početku te ih prosljeđuje određenim skladištima. Svako skladište u sebi sadrži glavni usmjerenik koji prosljeđuje VoiceXML stranice određenim poslužiteljima sa aplikacijama za pretvorbu teksta u glas. Komunikacija između skladišta i glavnog centra neke tvrtke se odvija putem mreže širokog područja (eng. *WAN – Wide Area Network*). Ovaj skup opisanih komponenti ukratko predstavlja glavnu infrastrukturu Pick-To-Voice sustava [9].

U glavnom centru tvrtke, narudžbe se prosljeđuju između poslužitelja sa aplikacijom za glas i ERP sustava (eng. *Enterprise Resource Planning*). ERP sustav služi za prihvaćanje i obradu narudžbi. Rezultat tih izmjena narudžbi jest stvaranje već prije navedenih VoiceXML dokumenata. Te dokumente dalje prosljeđuje PBX sustav (eng. *private branch exchange*) koji služi za spajanje unutarnje mreže tvrtke sa javnom mrežom (WAN). Jednom kada VoiceXML dokumenti dostignu određeno skladište, provodi se procedura pretvaranja tih dokumenata u glasovni oblik, kako je već opisano u prijašnjem dijelu [9].

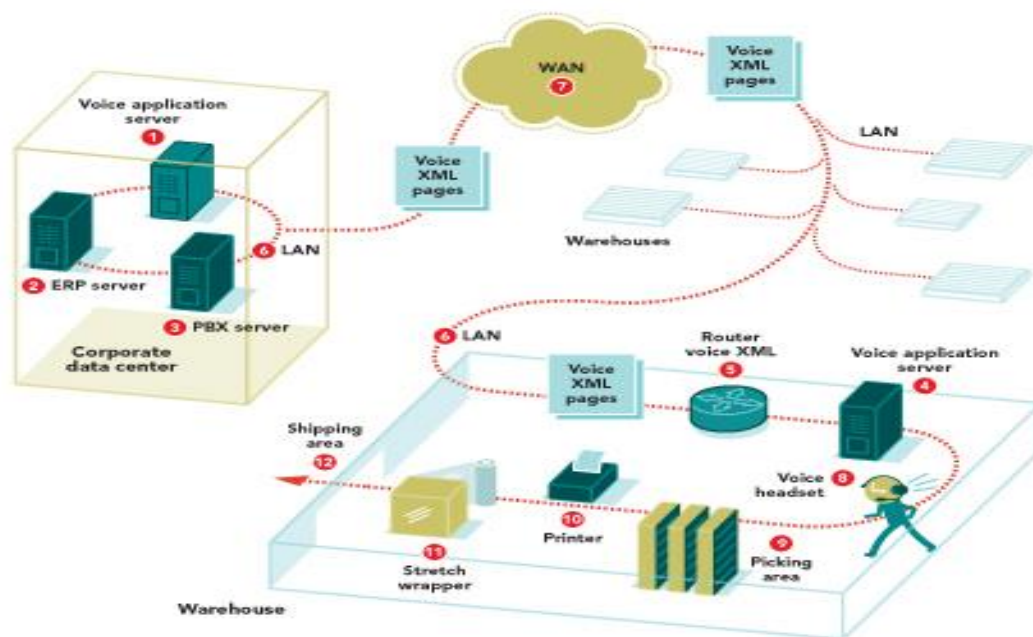
Nekada, na početku rada radnik je provlačio vlastiti radnu karticu za početak rada te mu je sustav ispisivao narudžbu za koju je zadužen. No sa Pick-To-Voice sustavom, radnik prvo odabire jedan od glasovnih uređaja. Primjer takvog uređaja možemo vidjeti ispod, na slici 7.



Slika 7: *Primjer Pick-To-Voice uređaja za radnike u skladištu* (Dostupno na: <https://www.realtimelogistics.com.au/wp-content/uploads/2016/12/Vocollect-SRX2.jpg>, 17.7.2018.)

Svaki od uređaja na raspolaganju ima svoju IP adresu. Kada se radnik prijavi na određeni uređaj, ostvaruje se telefonska veza sa lokalnim poslužiteljom. Radnik će zatim odabrati određene postavke rada na svom uređaju kao što je to npr. jezik glasovnog sučelja. Nakon odabira postavki rada, sustav će tražiti identifikacijski broj radnika. Nakon toga će radnik biti zabilježen u sustav te će mu se dati određena narudžba koju treba ispuniti.

Za vrijeme rada radnika, cijelo vrijeme će biti uspostavljena telefonska veza. Radnik je zatim putem glasa koji generira sustav usmjeren u odgovarajući dio skladišta. Nakon toga će mu se izreći točan broj lokacije robe ili materijala kojeg treba preuzeti. Nakon dolaska na lokaciju, radnik treba sustavu glasovno izreći broj lokacije kako bi sustavu potvrdio svoj dolazak. Ako je broj točan, sustav izriće odgovarajuću količinu robe koju je potrebno preuzeti. Postupak se ponavlja sve dok se narudžba ne ispuni. Nakon preuzimanja zadnje stavke narudžbe, sustav usmjerava radnika prema pisaču gdje će mu biti ispisana naljepnica za paletu sa narudžbom koju je upravo obradio. Radnik potvrđuje ispravnost naljepnice tako što glasovno čita zadnje tri znamenke identifikacijskog broja palete koju je koristio. Nakon toga omata paletu sa robom te stavlja naljepnicu na nju. Na kraju se ta paleta prosljeđuje dalje prema dostavi [9]. Primjer cijelog Pick-To-Voice sustava i njegove infrastrukture možemo vidjeti na slici 8.



Slika 8: Infrastruktura i rad sa Pick-To-Voice sustavom (Dostupno na: [https://www.mmh.com/images/CCR\\_diagram.jpg](https://www.mmh.com/images/CCR_diagram.jpg), 17.7.2018)

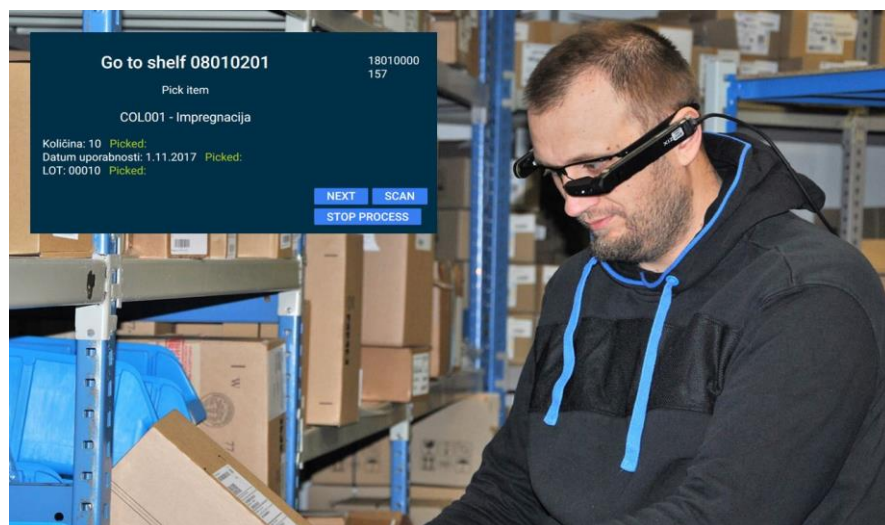
### 3.5. Sustav proširene stvarnosti

Još jedan od sustava za lakši rad u skladištu jest sustav proširene stvarnosti (eng. *AR - augmented reality*). Glavni uređaj su tzv. pametne naočale koje stvarju proširenu stvarnost. Proširena stvarnost predstavlja pogled na okolišnu u stvarnom obliku pomiješanu sa dodatnim virtualnim elementima [10]. Na taj način se olakšavaju različiti oblici rada te u ovom slučaju i rad u skladištu. Od svih modernih sustava za rad u skladištu, proširena stvarnost trenutno najviše obećava. Od svih logističkih operacija, rad u skladištu pokriva oko 20% svih troškova, dok od svih troškova u skladištu, rad sa robom iznosi od 55% do 65% [11]. Iz tih razloga, proširena stvarnost predstavlja jedan od načina smanjenja troškova rada kroz povećanje brzine izvođenja operacija te kroz lakšu obuku novih ili privremenih zaposlenika. AR u logistici je trenutno tek u ranim fazama razvoja, no daljnim budućim razvojem može predstavljati rješenja za široki spektar logističkih izazova.

AR sustavi se sastoje od nekoliko različitih fizičkih komponenti. Za početak imamo zaslon sa sučeljem za glavu (eng. HMD – *Head Mounted Display*) te on kao takav predstavlja najznačajniju komponentu jer predstavlja sučelje između korisnika i virtualnog okruženja [12]. Prilikom razvoja ovakvih uređaja, glavnih izazov je stvaranje uređaja koje će radnih moći nositi tijekom cijele radne smjene od 8 sati. Zbog toga bi HDM uređaji trebali biti lagani i ergonomični te sadržavati bateriju koja može pokretati uređaj cijelo radno vrijeme kako bi se izbjegla

nepotrebna zamjena baterija tijekom radnog vremena. Isto tako, uređaji se izrađuju tako da ne ometaju vidokrug radnika u skladištu te mu samim time ne narušavaju sigurnost pri radu. Druga komponenta ovakvih sustava je interaktivni uređaj. U ovakvim sustavima postoji nekoliko različitih oblika interaktivnih uređaja, kao što su to fizički oblici ili glasovni oblici slični već prije opisanim Pick-To-Voice sustavima. Interaktivni uređaji služe za dodatni rad sa sustavom ukoliko se npr. uoče greške na robu u skladištu ili ako se uoči manjak određene robe [12]. Na poslijetku imamo sustav za praćenje (eng. Tracking System) koji omogućava stvaranje proširene stvarnosti za HMD. Postoji nekoliko različitih sustava ovakvog oblika kao što su to: elektromagnetski, inercijalni, mehanički, optički, ultrasonični, radio sustavi i slično. Svaki od tih sustava ima svoje prednosti i svoje mane te kako takav svaki odgovara određenim oblicima skladišta.

Princip rada se temelji na povezanosti sustava sa središnjim računalom skladišta u kojem se nalazi sustav. Glavno računalo obrađuje narudžbe te upravlja sustavom proširene stvarnosti. Radnik odabire jedan od uređaja te se prijavljuje na njega. Nakon toga mu se dodjeljuje narudžba koju treba ispuniti. Na zaslonu HMD uređaja mu se prikazuju upute. Za početak, u koji dio skladišta treba otići. Nakon toga mu se prikazuje točna lokacija proizvoda. Radnik nakon dolaska na lokaciju skenira bar kod lokacije proizvoda. Ako je lokacija netočna, na zaslonu će mu se prikazati odgovarajuća informacija. Ako je radnik na točnoj lokaciji, sustav će mu ispisati količinu proizvoda kojega treba preuzeti. Nakon toga se usmjerava na drugu lokaciju i postupak se ponavlja. Na poslijetku, radnik odlazi do lokacije za odvoz narudžbi te očitava kod za završetak narudžbe. Sustav mu zatim dodjeljuje iduću narudžbu za nastavak rada. Primjer izgleda i uporabe takvog sustava zajedno sa prikazom jednostavnog sučelja možemo vidjeti na slici 9.



Slika 9: *Primjer primjene uređaja proširene stvarnosti za rad u skladištu (Dostupno na: <https://blog.spica.com/wp-content/uploads/2018/02/o%C4%8Dala-z-ekranom.jpg>, 5.8.2018.)*

### 3.6. Robotizacija skladišta

Neke od najvećih tvrtki, kao što je svjetski poznati Amazon, ulažu u robotizaciju svojih skladišta kako bi povećali produktivnost smanjenjem nepotrebne radne snage i povećanjem preciznosti rada. Jednom kada su radnici zamijenjeni robotima, krenuli su na tečajeve kojima bi postali operatori tih robota te bi samim time mogli upravljati njima te ih nadzirati [13].

Postoje različite vrste robotizacije skladišta, te je svaki sustav prilagođen skladištu u kojem radi. Za primjer ćemo ovdje koristiti robote tvrtke Fetch Robotics. Potrebno je napomenuti da su ti roboti još uvijek u razvoju, no odabrani su jer obećavaju značajnu prednost nad trenutnim robotskim sustavima koju su u praktičnoj primjeni. Fetch Robotics je razvio dvije vrste robotskih vozila, od kojih svaki obavlja određene zadatke. Jedan robot služi za prijevoz robe dok drugi služi za dohvaćanje robe sa polica te stavljanje te robe na robota za prijevoz [14]. Primjer toga možemo vidjeti na slici 10.



Slika 10: Prikaz robota za dohvaćanje i robota za prijevoz robe (Dostupno na: <https://spectrum.ieee.org/image/MjYyNzcwOQ.jpeg>, 11.8.2018)

Skladišta tvrtke Amazon koriste jednostavne verzije robota za prijevoz robe. Nedostatak takvih robota je što opet radnici moraju ručno sakupljati pojedine proizvode sa polica dok roboti samo služe za prijevoz sa jedne lokacije na drugu. Tvrtka Fetch Robotics nastoji to razriješiti svojim robotom za dohvaćanje robe pomoću zasebne robotske ruke. Glavni razlog razdvajanja sustava za dohvaćanje robe na dva robota jest lakši i brži rad te manja veličina robota za lakšu



navigaciju po skladištima. Robot za dohvatanje može raditi kontinuirano cijelo vrijeme dok se roboti za prijevoz mogu izmjenjivati redom kako se pune robom ili kako se kreću između pojedinih zona skladišta u kojima se nalazi zadana roba za narudžbu za koju su zaduženi. Također, još jedna prednost ovakvih sustava je ta što roboti za prijevoz mogu pratiti radnika za sakupljanje robe umjesto robota za sakupljanje. Na taj način se roboti mogu prilagoditi različitim uvjetima kao što je npr. kvar robota za dohvatanje robe. Radnik za početak dolazi do jednog od robota za prijevoz robe te ga pomoću tablet uređaja odabire u sustavu. Robot prati radnika dok sve dok nije pun ili dok se ne izvrši narudžba. Jednom kada je narudžba izvršena, radnik ponovo koristi svoj tablet uređaj te označava u sustavu da je narudžba izvršena. Nakon toga robot odlazi do mjesta istovara a radniku se automatski dodjeljuje novi robot za prijevoz da bi mogao započeti sa ispunjavanjem nove narudžbe. Takav princip rada se zove „slijedi i dohvati“ (eng. Follow Fetch).

Kod robota za dohvatanje robe (eng. *Fetch*), glavni dio je robotska ruka koja u ovom slučaju može podići teret od 6 kilograma [14]. U većini slučajeva je to dovoljna snaga da se podigne većina tereta iz skladišta manje robe. Za robu veće težine se koriste radnici ili drugi sustavi. Robot sadrži veći broj senzora za koliziju čime se omogućava siguran rad oko ostalih radnika. Robotska ruka za dohvatanje ima doomet od 2 metra te je time prikladna za manja skladišta. Glavne komponente ovakvih robota su stanica za punjenje baterije te sustavi za izbjegavanje kolizije. Trenutno, radni domet iznosi 25 metara.

Robot za prijevoz tereta (eng. *Freight*) se sastoji od iste arhitekture kao i robot za dohvatanje robe. Trenutna brzina prijevoza robe iznosi 2 metra u sekundi te može prenositi do 70 kilograma robe ili više od toga ako se brzina rada smanji. Trenutni procijenjeni vijek rada robota za dohvatanje robe iznosi oko 13000 radnih sati pod uvjetom da robot cijelo vrijeme podiže teret maksimalne dozvoljene težine (6 kilograma). U normalnim uvjetima, procijenjuje se da bi takav robot trebao moći raditi 16 sati dnevno, 365 dana godišnje tijekom 4 godine prije nego li se išta pokvari na njemu. Robot za prijevoz robe bi trebao raditi i duže zbog manjka pomičnih dijelova i svoje sveukupne jednostavnosti. Kao što je već prije navedeno, ovakvi roboti nisu trenutno još u primjeni te je prema tome nemoguće dati točne financijske prednosti ovakvih robota, no trenutno se procijenjuje da će robot za dohvatanje robe koštati oko 100000 \$ dok će robot za prijevoz koštati trećinu te cijene. To je znatno jeftinije od drugih sustava koji su trenutno u primjeni [14].

## 4. Tvrka Hvaljen Budi d.o.o

### 4.1. Općenito o Hvaljen Budi d.o.o.

Tvrka Hvaljen Budi d.o.o. je osnovana 2011. godine te je trenutno jedna od vodećih tvrtki u Hrvatskoj koja se primarno bavi proizvodnjom i prodajom pametnih solarnih proizvoda. Osim prodaje pametnih solarnih proizvoda, tvrtka se isto tako bavi i prodajom solarne opreme, akumulatora, peći, klima i sličnih proizvoda. Za prodaju svojih proizvoda koristi Solar Shop dućane koji se nalaze diljem Hrvatske te također Bosne i Hercegovine. Glavno sjedište tvrtke se nalazi u Buzinu u Zagrebu sa 24 zaposlenika te se tamo nalaze organizacijske jedinice kao što su: nabava, prodaja, računovodstvo i financije, pravna služba i uprava. Ostatak poslovanja koje se odnosi na proizvodnju i skladištenje solarnih i ostalih proizvoda te služba za reklamaciju i servis proizvoda se nalazi u Velikoj Gorici.

Prije dvije godine razvijaju brend naziva Energomobil kojim se proširuje opseg razvoja i proizvodnje različitih solarnih proizvoda kao što su to pametne autobusne stanice, pametne klupe, solarne oglasne table, solarna stabla te solarni jumbo plakati. Također, nudi se i mogućnost projektiranja različitih proizvoda na temelju zahtjeva pojedinih kupaca. Solarne proizvode Energomobil brenda je moguće zateći diljem Hrvatske. Neki primjeri toga su: solarna klupa u Garešnici, pametna autobusna stanica u Rijeci, solarno stablo u Pazinu.




Slika 11: Proizvodnja i skladištenje solarnih proizvoda (Dostupno na: <https://pbs.twimg.com/media/CqhZmnaWAAAUkET.jpg>, 15.8.2018.)

## 4.2. Opis poslovanja i skladištenja

U ovom dijelu ćemo opisati proces kretanja robe sve od početka odnosno od narudžbe kupca pa do kraja, odnosno do isporuke i montaže robe. Sam proces započinje sa dolaskom kupca u jedan do dućana te predajom zahtjeva za određenom robom. Zaposlena osoba zatim pomoću aplikacije u sustavu provjerava stanje na skladištu maloprodaje te ukoliko roba postoji ona se odmah isporučuje kupcu ili se dostavlja na određenu adresu ukoliko to kupac želi. U drugom slučaju, ukoliko određene robe nema na skladištu ili se radi o većoj količini različitih oblika robe, zaposlenik u maloprodaji šalje narudžbu putem aplikacije u sjedište u Buzinu. Narudžba se zatim tamo pregledava i dalje prosljeđuje pomoću aplikacije u skladište u Velikoj Gorici. Trenutno, skladište nije opremljeno niti jednom od već prije navedenih naprednih tehnologija za rad već se sav posao odvija pomoću papirnatoj rada te korištenjem nekoliko različitih viličara i paleta za slaganje robe.

Šef skladišta zaprima narudžbu i ispisuje ju na pisaču nakon čega je stavlja na određenu hrpu sa koje radnici uzimaju list narudžbe te počinju sa prikupljanjem robe koju zatim slažu na paletu. Primjer narudžbenice možemo vidjeti na slici 12.

TURISTIČKA ZAJEDNICA OPĆINE NOVA KAPELA TRG KRALJA TOMISLAVA 15 35410 NOVA KAPELA NARUČITELJ - NAZIV I ADRESA		Energomobil-Smart products Vukomerička cesta 4b 10020 Gradići DOBAVLJAČ - NAZIV I ADRESA			
OIB: 60505598565		NARUĐBENICA br. 03/2017			
20.09.2017.		ROK ISPORUKE	NAČIN OTPREME		
R. br.	NAZIV MATERIJALA - USLUGE	Jed. mjere	Količina	Cijena	Iznos
1	Solarna klupa EASYTAB s velikim sjenilom	KOM	1	25,500.00	25,500.00
2	Wi Fi ruter	KOM	1	2,500.00	2,500.00
3	Dostava i montaža	KOM	1	3,500.00	3,500.00
*Prema Ponudi:#20171204 od 20.09.2017.					
SVEUKUPNO:					31,500.00 kn


 Potpis odgovorne osobe

Slika 12: Primjer jedne od narudžbenica iz 2017. godine

Jednom kada je sva roba posložena na paletnu, dodatno ju provjerava vlasnik skladišta te ukoliko utvrdi da određena roba nedostaje ili da je loše posložena, zahtjeva od radnika da presloži robu. Nakon što se utvrdi da je roba pravilno posložena, paleta se omata u zaštitni najlon kako bi roba bila osigurana prilikom prijevoza. Jednom kada kamion dođe, roba se slaže na kamion te vozač potpisuje nalog kojim preuzima svu odgovornost o sigurnosti robe prilikom prijevoza do tražene lokacije. Ta lokacija može biti maloprodaja ili dostava na kućnu adresu kupca. Ukoliko je lokacija maloprodaja, nakon istovara robe se kupac obavještava od dolasku tražene robe. Ukoliko je lokacija kućna adresa, kupac plaća dodatne troškove dostave.

Kao što je već prije navedeno, Energomobil nudi i izradu proizvoda prema kupčevim željama. Kupac dolazi sa svojim zahtjevima te ih opisuje zaposlenicima. Zaposlenici prvo pregledavaju pomoću aplikacije proizvode koji su najbližnji kupčevim željama te mu prezentiraju te proizvode. Kupac može sam doći u maloprodaju ili može svoje zahtjeve putem elektroničke pošte. Ukoliko zahtjev stigne pomoću elektroničke pošte, zaposlenici također nazad šalju primjerke postojećih proizvoda pomoću pošte. Primjer toga možemo vidjeti na slici 13.

PONUDA



**ZA**  
Turistička zajednica grada Koprivnice  
Trg bana Josipa Jelačića 7  
48 000 Koprivnica

**DOSTAVA:**

PONUDA#20171232  
DATUM: OCTOBER 20, 2017.

**KOMENTAR:**  
Ponuda vrijedi 7 dana, isporuka ODMAH-Plaćanje odgoda 30 dana  
Na narudžbu od 10 kom popust 10%

KOLICINA	PROIZVOD	CIJENA HRK	UKUPNO HRK
3	<p><b>Solarna klupa EASY-I</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 USB utičnice za mobilni ili tablet</li> <li>• 2 x fotonaponski panel 50W = TOTAL 100W</li> <li>• 1 MPPT regulator 15A</li> <li>• 1 GELTECH Akumulator 50Ah</li> <li>• Osigurači,kablovi i ostala sitna oprema</li> <li>• Dimenzije: Duljina=1980 mm, Širina=480 m, Visina=480 mm, Masa=85 kg</li> </ul>	8.900,00	26.700,00
1	<p>Dostava i montaža</p> 	2.500,00	2.500,00
			<b>29.200,00</b>
WIFI router- dodatna opcija		PDV	7.300,00
		UKUPNO HRK SA PDV	<b>36.500,00</b>

Hvaljen budi d.o.o.,Bani 73-Poslovna zona Buzin, Zagreb,Croatia,EU  
 Privredna Banka Zagreb d.d.  
 VAT HR81742701785 - IBAN HR62 2340 0091 1104 8314 6 , SWIFT (BIC) PBZGHR2X , Banka: Privredna Banka Zagreb d.d. ,  
 Hvala na ukazanom povjerenju!  
[www.energomobil.eu](http://www.energomobil.eu)

Slika 13: Primjer ponude postojećih proizvoda

Ukoliko kupac i dalje nije zadovoljan sa ponuđenim proizvodima, upućuje ga se u sjedište u Buzinu te se tamo dizajnira proizvod prema njegovim željama. Jednom kada je proizvod dizajniran, dizajn se šalje u proizvodnju u Veliku Goricu gdje se prvo provjerava stanje dijelova na skladištu sukladno nacrtima dijelova. Ukoliko nedostaje određenih dijelova, kontaktira se dobavljač te on izdaje svoju ponudu vidljivu na slici 14.

9.	105	MATICA DIN 934 ZN M 12	kom	55,00	0,30	10%	1,65	16,50
10.	91	PODLOŠKA DIN 125 ZN M 20	kom	20,00	0,50	10%	1,00	10,00
11.	90	PODLOŠKA DIN 125 ZN M 16	kom	260,00	0,26	10%	6,76	67,60
12.	75	PODLOŠKA DIN 125 ZN M 14	kom	130,00	0,21	10%	2,73	27,30
13.	166	PODLOŠKA DIN 125 ZN M 12	kom	110,00	0,17	10%	1,87	18,70
							<b>UKUPNO</b>	<b>1.379,75</b>
							<b>- RABAT</b>	<b>137,98</b>
							<b>OSNOVICA</b>	<b>1.241,78</b>
							<b>25% pdv</b>	<b>310,44</b>
							<b>UKUPAN IZNOS</b>	<b>1.552,22</b>
<b>NAČIN PLAĆANJA: virman 30 dana</b>								
ROK ISPORUKE: <b>odmah</b>								
MJESTO ISPORUKE: <b>Vaše skladište</b>								
NAPOMENA: <b>VIJAK M 14X160 SE NE PROIZVODI S NAVOJEM DO KRAJA. RADI SE U DIN-u 931, KOD KOJEG JE DULJINA NAVOJA cca 40 mm</b>								
UPIT br.:								
PONUDA VRJEDI DO:								
<b>ZADRŽAVAMO PRAVO PRODAJE U MEĐUVREMENU</b>								
S poštovanjem,								
							<b>NINO RODIĆ</b>	

Slika 14: Ponuda dobavljača

Jednom kada se svi dijelovi pribave, počinje se sa proizvodnjom proizvoda. Jednom proizvedeni proizvodi se zatim skladište te nakon što se utvrdi da su svi proizvodi proizvedeni, počinje se njihovom otpremom iz skladišta kao što je to već prije opisano. Primjer otpremnice možemo vidjeti na slici 15.

ISPORU ITELJ (PRODAVATELJ) naziv - ime i prezime, adresa <b>HVALJEN BUDI d.o.o.</b> Janka Holjca 31 Zagreb 81742701785 (MBJ/MBG - POREZNI BROJ)		KUPAC (PRIMATELJ) naziv - ime i prezime, adresa Usluga d.o.o. Kalvarija 16 34550 Pakrac 27987108040 (MBJ/MBG - POREZNI BROJ)				
Fax:						
Nadnevak: <u>Zagreb, 19.10.2017</u>		Otpremnica br: <u>0037</u>				
Stranica: 1						
RB.	Šifra i naziv artikla	JM.	Količina	Cijena	Rbt %	Iznos
1.	2184 EASYBENCH	Kom	3	8.900,00		26.700,00
Robu primio		Robu izdao		<b>Prodajni iznos:</b>		26.700,00
				<b>Rabat :</b>		
				<b>Netto :</b>		26.700,00
				<b>Porez :</b>		6.675,00
				<b>Za platiti :</b>		33.375,00
Napomena:						

Slika 15: Primjer otpremnice za 3 „EasyBench“ klupe

### 4.3. Moguća buduća unaprjeđenja procesa skladištenja

Jedan od glavnih izazova modernih logističkih lanaca je konstantno unaprjeđenje svojih procesa. Berg [15] navodi kako se samo rješenje unaprjeđenja skladištenja može podijeliti u na 4 osnovna elementa:

- 1.) Ljudi
- 2.) Procesi
- 3.) Tehnologija
- 4.) Poslovanje

Počevši od prvog elementa, ljudi, Berg [15] navodi kako promjene načina rada u skladištu utječu na ljude te je prema tome potrebno posjedovati voditelje skladišta koji će biti spremni preuzeti teret same promjene rada te pravilno uputiti i pripremiti ostale zaposlenike na promjene koje ih očekuju.

Drugi element promjene su procesi rada. Svaki radnik u skladištu treba imati točno definirani proces rada kojega treba slijediti kako bi povećao svoju učinkovitost. Samim time, ako procesi nisu definirani, oni predstavljaju po sebi još jedan element unaprjeđenja na kojemu se može raditi u budućnosti.

Treći element je tehnologija koja se koristi u procesu rada u skladištu te predstavlja bitan element unaprjeđenja. Berg [15] navodi kako čistim definiranjem procesa, objekta, troškova i mjera performansi te ostalih radnih karakteristika, menadžeri i radnici bolje mogu razumijeti operacije za koje su zaduženi te prema tome se mogu usavršavati. Isto tako, prije uvođenja novih tehnologija, potrebno je prvo promatrati navedene elemente kako bi se odredilo najbolje tehnološko unaprjeđenje.

Zadnji element je poslovanje. Berg [15] navodi kako korištenje inicijativa kao što je predviđanje potražnje, sinkronizirano planiranje, redizajn procesa te razmjena elektronskih podataka može unaprijediti proces poslovanja i učiniti ga učinkovitijim i pouzdanijim. Promatranje vlastitog poslovanja tvrtke može uvelike utjecati na razvoj procesa skladištenja jer se skladište prilagođava cjelokupnom poslovanju tvrtke u kojoj sudjeluje.

Kao proces mogućeg budućeg unaprjeđenja poslovanja tvrtke Hvaljen Budi d.o.o., u ovom radu će biti kratko opisana ideja mogućeg unaprjeđenja koja je u stvarnosti već prisutna u nekim skladištima. Za početak je prvi primjer razvoj detaljnije web stranice. Prilikom kupnje željene robe, kupac može doći u jednu od maloprodaja ili kupnju može obavljati putem službene web stranice. Ako se kupac odluči na kupnju putem web stranice, on samostalno

ispunjava digitalnu narudžbenicu sa svim klasičnim potrebnim elementima kao što je: željeni proizvod, količina, osobni podaci, kontakt podaci i slično. Nakon toga odabire opciju za dostavu na kućnu adresu ili dostavu u željenu malo prodaju čime mu se smanjuje cijena. Nakon popunjavanja narudžbenice, ona se šalje voditelju veleprodaje u Buzinu koji provjerava ispravnost popunjene narudžbenice. Ako se utvrdi neki nedostatak u popunjenosti, šalje se obavijest kupcu putem kontakt podataka kao što je telefonski broj ili elektronička pošta. U suprotnom se narudžbenica prosljeđuje u skladište. Još jedna od mogućih ideja unaprjeđenja jest korištenje tablet uređaja u skladištu.

Na početku radnog vremena, svaki radnik preuzima tablet uređaj te se prijavljuje na njega pomoću osobnih podataka kao što je to identifikacijski broj, korisničko ime i lozinka ili slično. Tablet uređaji bi bili bežično povezani na lokalnu mrežu te samim time povezani sa glavnim poslužiteljom u skladištu. U bazi podataka poslužitelja bi se nalazili podaci o radnicima te narudžbenice koje je potrebno obraditi. Jednom kada bi se radnik uspješno prijavio, prosljedila bi mu se jedna od narudžbenica sa poslužitelja. Ta narudžbenica se zatim blokira u bazi da joj ne mogu pristupiti drugi radnici. Takvim postupkom bi se izbjeglo nepotrebno korištenje papira te hrpa za slaganje narudžbenica. Radniku bi se redom na tablet uređaju ispisali proizvodi sa preuzete narudžbenice redosljedom koji je određen samom težinom proizvoda. Prema tome bi se na prvom mjestu nalazili veći odnosno teži proizvodi koji su manje lomljivi. Jednom kada radnik preuzme proizvod sa police, označava da je proizvod preuzet te prelazi na sljedeći proizvod na popisu.

Tijekom rada, u bazi glavnog poslužitelja će biti zapisan radnik i narudžbenice za koje je bio odgovoran kako bi se lakše utvrdio budući problem ukoliko dođe do njega. Ukoliko se utvrdi nedostatak proizvoda na skladištu, radnik će pomoću tablet uređaja označiti taj nedostatak te će se informacija prosljediti u sjedište u Buzinu. Od tamo će se utvrditi količina djelova i materijala potrebnih za dodatnu proizvodnju proizvoda te će se sa dobavljačem ugovarati nabava materijala ukoliko ga nedostaje. Još jedna od prednosti korištenja ovakvog pristupa rada u skladištu bi bila statistika rada. Pomoću statistike bi se mogla pratiti učinkovitost pojedinih radnika kao što je to npr. broj obrađenih narudžbi na dnevnoj, tjednoj, mjesečnoj ili godišnjoj razini.

## 5. Zaključak

U današnje vrijeme, skladište predstavlja neizostavan dio logističkog lanca te ga prema tome definiramo kao nepokriveni ili pokriveni, neograđeni ili ograđeni prostor čija je uloga smještaj različitih oblika sirovina, materijala, robe te ostalih proizvoda koji su trenutno dio neke proizvodnje ili su u potpunosti završeni i čekaju odlazak iz skladišta. Najvažnije funkcije skladišta su zaprimanje, očuvanje i izdavanje robe tijekom rada. Postoji nekoliko različitih vrsta skladišta te se prema tome svako skladište zasebno prilagođava proizvodnji odnosno logističkom lancu u kojem sudjeluje.

Tijekom rada u skladištu, javljaju se različiti izazovi u sklopu same organizacije skladišta te što se tiče rada zaposlenika. Rad u skladištu je većinom intenzivan fizički posao te za većinu ljudi predstavlja samo privremeno rješenje na putu do boljeg radnog mjesta. U ovom radu su opisane neke od tehnologija koje se koriste da bi se rad u skladištu olakšao novim te postojećim radnicima. Također se te tehnologije iskorištavaju da bi se rad ubrzao. Neke od tehnologija se već primjenjuju duže vrijeme, kao što je to rad sa čitačima bar kodova, dok se neke tehnologije tek razvijaju. Primjer takvih tehnologija su pametne naočale te robotizacija. Robotizacija je pristupna kod nekih većih tvrtki, kao što je to Amazon, ali još uvijek nije dovoljno razvijena da u potpunosti zamjeni ljudski rad, pogotovo na području rada sa osjetljivom robom.

Također, veliki trud se ulaže u samu organizaciju skladišta. Prema tome, većina većih skladišta je danas raspoređena u zone. U tim zonama se nalazi roba ili materijali koji su logički povezani odnosno među kojima zavisnost. Na taj način se raspoređuju i radnici koji tijekom vremena brže sakupljaju radno iskustvo u zadanoj zoni te samim time ubrzavaju svoj rad i povećavaju učinkovitost. Radnici tijekom rada koriste neke od opisanih tehnologija ovisno o stupnju opremljenosti skladišta u kojem rade. Svaka od opisanih tehnologija ima svoje prednosti i nedostatke te se prema tome svaka prilagođava skladištu u kojem će biti zastupljena.

U ovom radu smo ukratko još i opisali tvrtku Hvaljen Budi d.o.o. odnosno njihov brend naziva Energomobil. Tvrtka nije velika te prema tome ne zastuplja niti jednu od naprednijih tehnologija za rad u skladištu. Jedina naprednija stvar je aplikacija koja povezuje sjedište tvrtke te skladište čime se ubrzava razmjena narudžbenica. Ostatak fizičkog posla pronalaska te preuzimanja robe sa polica se odvija čisto prema iskustvu radnika u skladištu koji sa sobom nosi popis robe na papiru. Za pomoć pri radu sa težim teretima se koriste viličari kojima se roba prevozi do istovarnog prostora.



## Popis literature

- [1] P. Dedhia, Logistics Warehousing History and Changing Trends, 2016. Dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/warehousing-history-present-trends-prashant-dedhia> [pristupano 26.6.2018]
- [2] Automated Storage and Retrieval Systems (AS/RS). Dostupno na: <https://www.inc.com/encyclopedia/automated-storage-and-retrieval-systems-as-rs.html> [pristupano 27.6.2018]
- [3] Just In Time – JIT. Dostupno na: <https://www.investopedia.com/terms/j/jit.asp> [pristupano 27.6.2018]
- [4] Centralized vs. Decentralized Warehouses, 2016. Dostupno na <http://blog.shelving.com/warehouse/centralized-vs-decentralized-warehouses/> [pristupano 29.6.2018]
- [5] G. Miles, 5 Examples of Warehouse Management Systems (WMS) Cost Savings, 2017. Dostupno na: <https://www.erpvar.com/blog/5-examples-of-warehouse-management-systems-wms-cost-savings> [pristupano 4.7.2018]
- [6] General RF Scanner Instructions. Dostupno na: <http://www.gotolee.com/wp-content/uploads/2017/07/RF-Scanner-Instructions.pdf> [pristupano 6.7.2018.]
- [7] Pick to Light. Dostupno na: <http://www.mhi.org/solutions-community/solutions-guide/pick-to-light> [pristupano 12.7.2018.]
- [8] M. Murray, Pick To Voice Warehouse Systems, 2018. Dostupno na: <https://www.thebalancesmb.com/pick-to-voice-warehouse-systems-2221457> [pristupano 16.7.2018.]
- [9] B. Trebilcock, How VoIP works at Coca-Cola, 2011. Dostupno na: [http://www.supplychain247.com/article/how\\_voip\\_works\\_at\\_coca-cola/voice](http://www.supplychain247.com/article/how_voip_works_at_coca-cola/voice) [pristupano 17.7.2018.]
- [10] B. Cicvarić, Pametne naočale počinju mijenjati svijet logistike, 2015. Dostupno na: <http://www.fpz.unizg.hr/prom/?p=1056> [pristupano 27.7.2018.]

- [11] H. Glockner, K. Jannek, J. Mahn, B. Theis, Augmented Reality In Logistics, 2014. Dostupno na: [http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about\\_us/logistics\\_insights/csi\\_augmented\\_reality\\_report\\_290414.pdf](http://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/csi_augmented_reality_report_290414.pdf) [pristupano 1.8.2018.]
- [12] R. Reif, W. A. Günthner, Pick-by-Vision: An Augmented Reality supported Picking System, 2009. Dostupno na: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/10889/1/Reif.pdf> [pristupano 5.8.2018.]
- [13] N. Wingfield, As Amazon Pushes Forward With Robots, Workers Find New Roles, 2017. Dostupno na: <https://www.nytimes.com/2017/09/10/technology/amazon-robots-workers.html> [pristupano 8.8.2018.]
- [14] E. Ackerman, Fetch Robotics Introduces Fetch and Freight: Your Warehouse Is Now Automated, 2015. Dostupno na: <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/fetch-robotics-introduces-fetch-and-freight-your-warehouse-is-now-automated> [pristupano 11.8.2018.]
- [15] J. P. Berg, Highly Competitive Warehouse Management: An Action Plan for Best in Class Performance, Management Outlook Publishing, str. 27 – 32, 2012.

## Popis slika

Slika 1: Primjer AS/RS sustava.....	3.
Slika 2: Grafička ilustracija za AS/RS.....	8.
Slika 3: Prikaz rada VML sustava.....	9.
Slika 4: Primjer horizontalnog sustava sa košarama.....	10.
Slika 5: Primjer RF uređaja za skeniranje bar koda.....	10.
Slika 6: Primjer Pick-To-Light uređaja u skladištu.....	12.
Slika 7: Primjer Pick-To-Voice uređaja za radnike u skladištu.....	15.
Slika 8: Infrastruktura i rad sa Pick-To-Voice sustavom.....	16.
Slika 9: Primjer primjene uređaja proširene stvarnosti za rad u skladištu.....	17.
Slika 10: Prikaz robota za dohvaćanje i robota za prijevoz robe.....	18.
Slika 11: Proizvodnja i skladištenje solarnih proizvoda.....	20.
Slika 12: Primjer jedne od narudžbenica iz 2017. godine.....	21.
Slika 13: Primjer ponude postojećih proizvoda.....	22.
Slika 14: Ponuda dobavljača.....	23.
Slika 15: Primjer otpremnice za 3 „Easy Bench“ klupe.....	23.