

Automatizacija skladišnog poslovanja

Šimek, Danijel

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:026383>

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

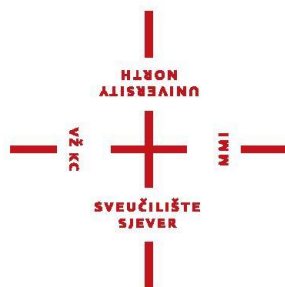
Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

Diplomski rad br. 091/OMIL/2021

AUTOMATIZACIJA SKLADIŠNOG POSLOVANJA

Danijel Šimek, 1498/336D

Koprivnica, rujan 2021. godine

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za logistiku i održivu mobilnost		
STUDIJ	diplomski sveu ilišni studij Održiva mobilnost i logistika		
PRISTUPNIK	Danijel Šimek	MATIČNI BROJ	1498/336D
DATUM	06.09.2021.	KOLEGIJ	Upravljanje lancima opskrbe
NASLOV RADA	Automatizacija skladišnog poslovanja		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	Automatization of warehouse activities		
MENTOR	dr.sc. Saša Petar	ZVANJE	docent

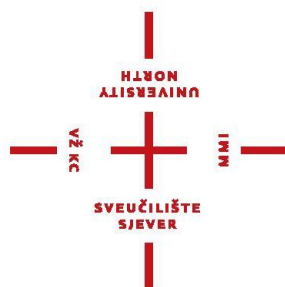
ČLANOVI POVJERENSTVA	
1.	prof.dr.sc. Krešimir Buntak, predsjednik povjerenstva
2.	doc.dr.sc. Saša Petar, mentor i član povjerenstva
3.	doc.dr.sc. Predrag Brlek, član povjerenstva
4.	doc.dr.sc. Miroslav Drjača, član povjerenstva
5.	

Zadatak diplomskog rada

BROJ	091/OMIL/2021
OPIS	<p>Suvremena logistika traži i suvremena rješenja u smislu poboljšanja skladišnih operacija, a samim time i skladišnih sustava. Automatizacija skladišnog poslovanja posljedica je uvo enja razli itih informacijskih tehnologija i informacijskih sustava u skladišno poslovanje. Posebna pozornost posvetiti e se WMS sustavu, odnosno automatizaciji skladišnog poslovanja i koliko je ona u inkovitija u odnosu na ostale sustave skladištenja.</p> <p>Rad e biti podijeljen u sljede e cjeline: 1. Uvod, 2. Skladišno poslovanje, 3. Informacijske tehnologije i sustavi u skladištu, 4. Usporedba automatskog skladišnog sustava sa konvencionalnim skladišnim sustavima, 5. Rezultati istraživanja i 6. Zaključak,</p> <p>Automatizirani sustavi za pohranu i izuzimanje daju vrlo dobre rezultate u usporedbi sa konvencionalnim skladištima koja koriste vili are. Veliki nedostatak automatiziranih skladišnih sustava je njihova nefleksibilnost i visoki investicijski troškovi. Kroz rad e se prikazati navedene prednosti i nedostaci kako automatiziranih tako i poluautomatiziranih i ru nih sustava kao i primjer automatiziranog visokoregalnog skladišta.</p>

ZADATAK URUČEN	9.9.2021	POTPIS MENTORA	
----------------	----------	----------------	--





**Sveučilište
Sjever**

Odjel za Održivu mobilnost i logistiku

AUTOMATIZACIJA SKLADIŠNOG POSLOVANJA

Student

Danijel Šimek, 1498/336D

Mentor

Doc.dr.sc. Saša Petar

Koprivnica, rujan 2021. godine

SADRŽAJ

Predgovor	1
Sažetak	1
Abstract	2
Popis korištenih kratica	3
1. UVOD	1
1.1. Opis definicije problema	1
1.2. Svrha i cilj rada	2
1.3. Hipoteza rada	2
1.4. Metode rada	2
1.5. Strukture rada	2
2. SKLADIŠNO POSLOVANJE	4
2.1. Skladištenje	4
2.1.1. Funkcija skladišta	4
2.1.2. Povijest skladišta	6
2.1.3. Vrste skladišta	7
2.2. Zalihe	10
2.3. Transport	13
2.3.1. Unutrašnji transport	14
3. INFORMATIČKE TEHNOLOGIJE I SUSTAVI U SKLADIŠTU	17
3.1. RFID	17
3.1.1. Elementi RFID tehnologije	18
3.1.1.1. RFID tag	18
3.1.1.2. RFID čitač	20

3.1.1.3.	RFID antena	21
3.1.1.4.	RFID računalo	22
3.1.2.	Područje primjene	24
3.2.	EDI i bar kod tehnologija	25
3.2.1.	EDI	25
3.2.2.	Bar kod tehnologija	27
3.2.2.1.	QR kod	30
3.2.2.2.	SSCC kod	31
3.2.2.3.	EAN bar kod	33
3.3.	WMS	34
3.3.1.	Definicija	34
3.3.2.	Značajke	35
3.3.3.	Područje primjene	36
3.3.4.	Osnovne vrste i funkcije WMS-a	36
3.3.4.1.	Samostalni sustav	36
3.3.4.2.	Sustavi bazirani na oblaku	37
3.3.4.3.	SCM sustav	38
3.3.4.4.	ERP sustav	39
3.3.5.	Zadaci i prednosti primjene WMS-a	40
3.3.6.	Arhitektura sustava	43
3.4.	SAP	44
3.4.1.	Povijest SAP sustava	44
3.4.2.	Općenito o SAP sustavu	44
3.4.3.	PRD – ERP produkcijski sustav	46
3.5.	SICALIS	47

3.6.	AS/RS	49
3.6.1.	AS/RS uređaji.....	52
3.6.2.	AGV	54
4.	ANALIZA AUTOMATSKOG SKLADIŠNOG SUSTAVA S KONVENCIONALNIM SKLADIŠNIM SUSTAVIMA	57
4.1.	Analiza automatskog skladišnog sustava	57
4.2.	Analiza poluautomatskog skladišnog sustava	60
4.3.	Analiza ručnog skladišnog sustava.....	61
5.	REZULTATI ISTRAŽIVANJA	64
5.1.	Općenito o trgovačkom poduzeću Kaufland	64
5.2.	Povijest Kauflanda.....	66
5.3.	Rezultati istraživanja	69
6.	Zaključak.....	75
	Literatura	78
	POPIS SLIKA	81
	POPIS TABLICA.....	83
	POPIS GRAFIKONA	84

Predgovor

Iskoristio bih ovu priliku da se zahvalim svim profesorima i asistentima Sveučilišta Sjever. Posebno se zahvaljujem svom mentoru doc.dr.sc. Saši Petru na ukazanom povjerenju i prilici te pomoći i savjetima kojima me vodio, kako kroz diplomski rad, tako i prilikom cjelokupnog studiranja.

Želio bi zahvaliti i svojim roditeljima što su vjerovali u mene i pružili mi podršku tijekom cijelog studiranja, svojem bratu kao i prijateljima bez čije potpore i pomoći savladavanje svih prepreka ne bi bilo uspješno. Posebno hvala želim izraziti svojoj zaručnici Mateji bez čijeg razumijevanja i beskonačne podrške cijeli ovaj proces studiranja ne bi bio izvediv i uspješan.

Hvala vam još jednom !

Sažetak

Suvremena logistika traži i suvremena rješenja u smislu poboljšanja skladišnih operacija, a samim time i skladišnih sustava. Automatizacija skladišnog poslovanja posljedica je uvođenja različitih informacijskih tehnologija i informacijskih sustava u skladišno poslovanje. Posebna pozornost posvetiti će se WMS sustavu, odnosno automatizaciji skladišnog poslovanja i koliko je ona učinkovitija u odnosu na ostale sustave skladištenja.

Automatizirani sustavi za pohranu i izuzimanje daju vrlo dobre rezultate u usporedbi sa konvencionalnim skladištima koja koriste viličare. Veliki nedostatak automatiziranih skladišnih sustava je njihova nefleksibilnost i visoki investicijski troškovi. Kroz rad će se prikazati navedene prednosti i nedostaci kako automatiziranih tako i poluautomatiziranih i ručnih sustava kao i primjer automatiziranog visokoregalnog skladišta.

KLJUČNE RIJEČI: logistika, skladišni sustavi, modernizacija, informacijske tehnologije, informacijski sustavi, automatizacija skladišnog poslovanja, WMS sustav

Abstract

Warehouse automation

Modern logistics requires modern solutions in terms of improving warehousing operations and warehousing systems. Warehouse automation is a consequence of the introduction of various information technologies and information systems in warehousing operations. Special attention will be committed to the WMS system, respectively the automation of warehousing operations and how much more efficient it is compared to other storage systems.

Automated storage and retrieval systems give very good results compared to conventional warehouses that use forklifts. A major disadvantage of automated storage systems is their inflexibility and high investment costs. This paper will present the advantages and disadvantages of both automated and semi-automated and manual systems as well as an example of an automated high-bay warehouse.

KEY WORDS: logistics, warehousing systems, modernization, information technologies, information systems, warehousing automation, WMS system

Popis korištenih kratica

WMS – Warehouse Management System

JIT – Just In Time

IS – Informacijski sustav

IPS – Informacijski podsustav

SCM - Supply Chain Management

RFID - Radio-Frequency Identification

OCR - Optical Character Recognition

EDI - Electronic Data Exchange

QR - Quick Response

SSCC - Serial Shipping Container Code

CRM- Customer relationship management

SAP – Systems Applications and Products in Data Processing

ERP – Enterprise Resource Planning

PRD – Production System

IDoc - Intermediate Document

AS/RS – Automated storage and retrieval system

AGV - Automated guided vehicle

AI – Artificial Intelligence

3D – Three Dimensional

dr. – i drugo

sl. – i slično

engl. – engleski

npr. – naprimjer

tj. – to jest

1. UVOD

Današnji skladišni sustavi moraju pravovremeno i točno odgovoriti na zahtjeve korisnika te pri tome stvoriti što je moguće manje troškova. Visoka cijena energenata, radne snage i zemljišta kao i neefikasno iskorištenje radnih strojeva i radne snage ozbiljno je ugrozila profitabilnost skladišta. Suvremena logistika kao rješenje za sve veće zahtjeve tržišta vidi u automatizaciji koja kroz veće efektivno iskorištenje resursa poboljšava rezultate rada skladišta.

Automatizacija skladišnih sustava i primjena robotizacije u skladištima omogućava uštede na području troškova radne snage te se istodobno povećava sigurnost kako robe tako i zaposlenika. Nedostatak automatizacije i robotizacije u skladištima su visoki troškovi kupnje opreme i nefleksibilnost.

Kao moguće rješenje nameću se automatizirani sustavi za pohranu i komisioniranje. U radu će se detaljno analizirati vrste skladišnih sustava te će se provesti usporedba automatiziranih sustava za skladištenje i izuzimanje sa poluautomatskim i ručnim skladištem koje koristi viličare.

1.1. Opis definicije problema

Globalni lanci vrijednosti postali su ključna značajka današnjeg globalnog gospodarstva i u središtu su politika u području međunarodne trgovine i ulaganja zbog čega opskrbeni lanac ima sve veću ulogu u međunarodnoj trgovini.

Shodno tome trebalo je riješiti i problem zastarjelog načina skladištenja robe ne bi li i taj segment logistike bio obuhvaćen globalnom modernizacijom. Sam proces skladištenja kao i upravljanje skladištima je dio logistike koji je sam po sebi komponenta cijelog opskrbnog lanca. Iako većina smatra da skladišta služe samo za smještaj robe, skladišta imaju važnu ulogu pripreme artikala koji dolaze na skladištenje i služe za izlaz tih istih artikala kroz pakiranje i dostavu u obliku narudžbi.

Kao rješenje za bolju organizaciju, kontrolu i upravljanje skladišnim poslovanjem na tržištu postoji računalni sustav odnosno WMS (Warehouse Management System) sustav koji je također plod razvoja i napretka informacijske i komunikacijske tehnologije u vidu automatizacije skladišnog poslovanja.

Obzirom na navedeno, u ovom radu su analizirani čimbenici koji utječu na odluku kada je u pitanju izgradnja skladišnog sustava koji će moći odgovoriti na zahtjeve modernog načina

poslovanja uz što veću efikasnost i uštedu te što manju mogućnost pogreške iz čega proizlazi i sigurnija okolina za rad zaposlenika kao i za skladištenje robe.

1.2.Svrha i cilj rada

Svrha i cilj istraživanja unutar ovoga rada je prikazati kroz analizu različitih skladišnih sustava da li je i u kojoj mjeri automatski sustav skladištenja bolji, precizniji i pouzdaniji od ručnog sustava skladištenja

1.3.Hipoteza rada

Ovaj rad temelji se na pretpostavci da suvremena logistika pronalazi rješenja za sve veće zahtjeve tržišta u automatizaciji skladišnog poslovanja kako bi postigla što veće efektivno iskorištavanje resursa, uštede na području troškova radne snage te kako bi se istodobno povećala sigurnost kako i robe tako i samih zaposlenika.

1.4.Metode rada

U izradi ovog rada korišteno je nekoliko znanstvenih metoda:

- metoda deskripcije,
- metoda kompilacije,
- metoda analize,
- metoda sinteze,
- statistička metoda i
- grafička metoda.

1.5.Strukture rada

Ovaj diplomski rad strukturiran je kroz šest poglavlja. U uvodnom dijelu razrađeni su opis i definicija problema, cilj i svrha rada, postavljena je hipoteza, metode koje su korištene prilikom izrade rada te struktura rada. U drugom poglavlju obrađuje se pojam skladišnog poslovanja. U trećem poglavlju obrađeni su ključni elementi za funkcioniranje automatskog skladišta kao što su WMS sustav i RFID tehnologija. U četvrtom poglavlju odradit ćemo analizu prije spomenutih skladišnih sustava. U petom poglavlju ćemo analizirati rezultate istraživanja i pojasniti funkcionalnost istih.

Zaključak je sadržan u šestom poglavlju ovoga rada. Diplomski rad sadrži literaturu, popis tablica, slika i grafova.

2. SKLADIŠNO POSLOVANJE

Skladištenje i upravljanje skladištima je dio logistike koji je sam po sebi komponenta cijelog opskrbnog lanca. Iako ga neki vide samo kao mjesto za smještaj dobara, skladište ima važnu ulogu pripreme artikala koji dolaze na skladištenje i služi za izlaz tih istih proizvoda kroz pakiranje i dostavu u obliku narudžbi. Na taj način osigurava važnu financijsku prednost tvrtki i njenim klijentima.

2.1. Skladištenje

Skladištenje robe vrlo je odgovoran posao jer se nepravilnim skladištenjem roba može oštetiti ili pokvariti, čime se povećavaju troškovi poslovanja, a mogući su i problemi sa raznim inspekcijama

2.1.1. Funkcija skladišta

Funkcija skladištenja obuhvaća poslove smještaja i čuvanja materijala, dijelova i drugih materijalnih resursa koji su izravno povezani s funkcijom nabave i poslove skladištenja gotovih proizvoda ili robe koji su izravno povezani s funkcijom prodaje (Buntak i Šuljagić, 2014).

Skladište je prostor za uskladištenje robe s namjerom da ista kasnije bude uključena u daljnji transport, proizvodnju, distribuciju ili potrošnju. Prema Bloombergu, skladišni troškovi čine 10% ili više ukupnih troškova integralne logistike za većinu poduzeća. Koristi od skladištenja robe u maloprodaji vidljive su u postizanju ekonomičnosti u transportu prevoženjem veće količine robe, dobivanjem količinskih popusta pri kupnji robe, zadržavanjem dobavljača i praćenjem promjenjivih uvjeta na tržištu. (Renko, S., Fičko, D. & Petljak, K. 2009.)

Prema (Krpan, Lj., Furjan, M. & Maršanić, R. 2014.) definicija skladišta u suvremenom načinu upravljanja poslovnim procesima bila bi: skladište je točka u logističkoj mreži na kojoj se predmet skladištenja prihvaća ili prosljeđuje u nekom drugom smjeru unutar mreže. Skladište je prostor u kojemu se roba preuzima i otprema te čuva od raznih fizičkih, kemijskih i atmosferskih utjecaja i, naravno, krađe. Svaki poduzetnik mora uvijek uvažavati dva osnovna obilježja skladišta:

- skladište kao objekt i zalihe koje se čuvaju u njemu su uvijek značajan trošak te

- zalihe materijala, poluproizvoda ili gotovih proizvoda u proizvodnim društvima omogućavaju kontinuitet proizvodnje, a u trgovačkim društvima prodajnu spremnost koja je bitni preduvjet uspješnog konkuriranja na tržištu.

Iz svrhe skladištenja proizlaze njegovi ciljevi i zadaci (Krpan, Lj., Furjan, M. & Maršanić, R. 2014.) :

- Glavna zadaća skladišta je dinamičko uravnoteženje tokova materijala količinski i prostorno u svim fazama poslovnog procesa. Uz učinkovitu primjenu unutarnjeg transporta, skladište treba osigurati neprekinutost proizvodnje. To se osigurava tako da tok materijala teče po unaprijed određenom redu, planski i sustavno, bilo da se radi o ulazu sredstava za proizvodnju u proizvodni sustav, toku materijala unutar proizvodnog sustava, njegovoj preradi i doradi u procesu proizvodnje ili o izlazu materijala radi prodaje.
- Proces skladištenja treba realizirati uz najniže troškove skladištenja i uz najmanja moguća financijska sredstva angažiranih u zalihama.
- U skladištu se mora održavati stalna kakvoća zaliha materijala čuvanjem, zaštitom i održavanjem fizičko-kemijskih sredstava materijala. Ne smije se dopustiti rasipanje, kvar, lom i ostale gubitke na vrijednosti zaliha.
- Skladište treba racionalno ubrzavati tok materijala kako bi se skratio proces poslovanja i time ubrzao koeficijent obrtaja sredstava vezanih za zalihe.
- Svojim poslovanjem skladište treba utjecati na povećanje konkurentske sposobnosti poslovnog sustava.

Prema (Bloomberg, D., LeMay, S. & Hanna J.B. 2006.) postoje tri osnovne funkcije skladišta, a to su : premještanje robe, čuvanje robe i prijenos samih informacija.

Kada se govori o premještanju robe, važno je navesti da se ono odvija u četiri odvojena područja :

- Prvo područje je primanje robe koja dolazi od prijevoznika te provjeravanje kvalitete i kvantitete.

- Drugo područje odvijanja premještanja je kada se roba sa prijemnih platformi prenosi i premješta do pojedinih mjesta za čuvanje unutar skladišnog prostora, a nakon čega se vrši izbor naručenih proizvoda za ispitivanje narudžbe kupca.
- Posljednje područje kod kojeg se primjenjuje premještanje je prilikom otpreme same robe prema kupcima.

Pojam „čuvanje“ odnosi se na fizičko raspolaganje samim proizvodima unutar skladišta, a može biti privremeno, što znači da se vrši pohrana proizvoda koji su nužni za nadopunu zaliha te polutrajno koje se koristi za zalihe koje premašuju trenutne potrebe. Posljednja funkcija skladišta je prijenos informacija, kao što je već i navedeno. Taj prijenos javlja se u isto vrijeme kada se neki proizvod premješta i skladišti. Sam menadžment tako prikuplja te uzima informacije o razini i lokaciji zaliha, iskorištenosti prostora i slično kako bi osigurao uspješno funkcioniranje skladišta.

2.1.2. Povijest skladišta

Prema (Jangjel, 2018.) skladišta su od svojih početaka prolazila kroz nekoliko velikih promjena i unapređenja. Kroz povijest skladišta su bila pod različitim zahtjevima, što je zahtijevalo prilagođavanja kako bi se postigla određena razina zadovoljnih korisnika. U svojim počecima skladišta su bila povezana s trgovinama kako bi korisnicima roba bila dostupna. Kod proizvodnje skladišta su omogućavala protok robe bez velikih i nepotrebnih čekanja sirovina. Korištenje brodova za transport veće količine robe na veće udaljenosti pa kasnije i željeznice, zahtijevalo je pomicanja lokacija skladišta i promijene njihove dosadašnje uloge. Sukladno tome, skladišta su primarno smještena u blizini željezničkih postaja i luka, što se može vidjeti i u današnje vrijeme. S vremenom se povećao volumen robe kojima su radnici morali rukovati. Kako bi se olakšao i ubrzao rad bilo je potrebno unaprijediti dosadašnju opremu koja se primjenjivala.

Dosadašnja oprema odnosno postupak koji se bazirao na ručnom rukovanju i ručnim kolicima nije mogao zadovoljiti povećanu potražnju što je zahtijevalo bolju efikasnost i rad skladištara.

Nakon Prvog svjetskog rata došlo je do uporabe ručnih viličara, što je omogućilo slaganje robe na visine od otprilike 1,5 m do 3,5 m. Spoznajom kako promet robe dalje raste, traži se mogućnost daljnjeg povećanja iskoristivosti skladišta, koristeći dostupnu opremu i slaganje robe u visinu.

Nakon Drugog svjetskog rata počinje primjena čeonih viličara i drvenih paleta čime se postiže mogućnost slaganja na visine od otprilike 9,1 m, odnosno mogućnost slaganja u visinu se povećava za gotovo 300 % . Razvitak se nastavlja prilagođavajući se trenutnim potrebama tržišta 90-tih godina dolazi do razvitka sustava kao što je JIT, što je omogućilo bolji protok robe i postupno odumiranje klasičnih skladišta. Povećanjem udaljenosti između mjesta proizvodnje i mjesta prodaje dolazi do potrebe za barem jednim skladištem po regiji kako bi se zadovoljile osnovne potrebe.

Slika 1: Prikaz starog sustava skladištenja



Izvor: <https://www.foursquare.co.nz/about/history>

2.1.3. Vrste skladišta

Skladišta promatramo kao objekte za pohranu raznovrsne robe i možemo ih podijeliti na različite načine upravo zato jer je glavni zadatak skladišne službe da se uz što niže troškove osigura što kvalitetnija skladišna usluga.

Postoji puno kriterija na koje se treba obratiti pažnja prilikom odabira izgradnje skladišta kako bi imali što kvalitetnije distributivne usluge, te nesmetano odvijanje procesa skladištenja uz minimalne troškove.

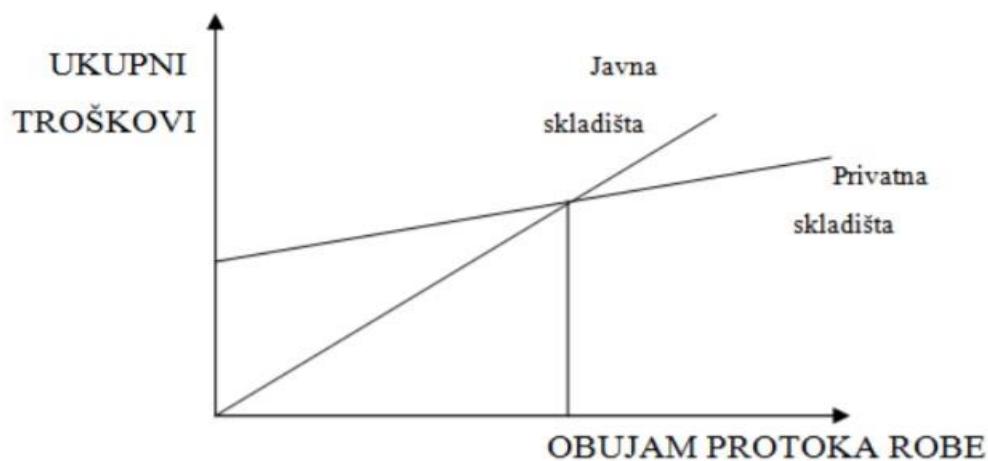
Prema funkciji skladišta u logističkom sustavu mogu biti:

- Industrijska - koja služe za skladištenje sirovina i poluproizvoda.
- Distribucijska - koja služe za skladištenje gotovih proizvoda.

Skladišta prema vlasništvu se dijele na:

- Privatna – u vlasništvu su poduzetnika i namijenjena su čuvanju robe privatnog poduzetnika. Vlastito skladište stvara veliki fiksni trošak za izgradnju.
- Javna – skladišta opće namjene i koriste ih razna društva kojima je isplativije unajmiti skladišni prostor zbog ne kontinuirane razine zaliha ili iz drugih razloga.

Slika 2: Usporedba privatnih i javnih skladišta



Izvor: Coyle, J. J., Bardi, E. J., & Langley, C. J. (1996). *The management of business logistics*.

Slika 2. nam prikazuje usporedbu privatnih i javnih skladišta u odnosu na ukupne troškove i obujam protoka robe iz čega možemo zaključiti da uporabom javnih skladišta poduzeće ima samo varijabilne troškove koji rastu proporcionalno količini robe koju poduzeće ima namjeru uskladištiti.

S druge strane privatna skladišta osim varijabilnih troškova imaju i komponentu fiksnih troškova u koje se ubrajaju porez na imovinu, troškovi amortizacije i dr. Usporedimo li varijabilne troškove po jedinici proizvoda, zaključuje se da su oni u privatnim skladištima manji nego u javnim skladištima

Prema (Rogić, K. 2008.) skladišta možemo podijeliti prema načinu izgradnje:

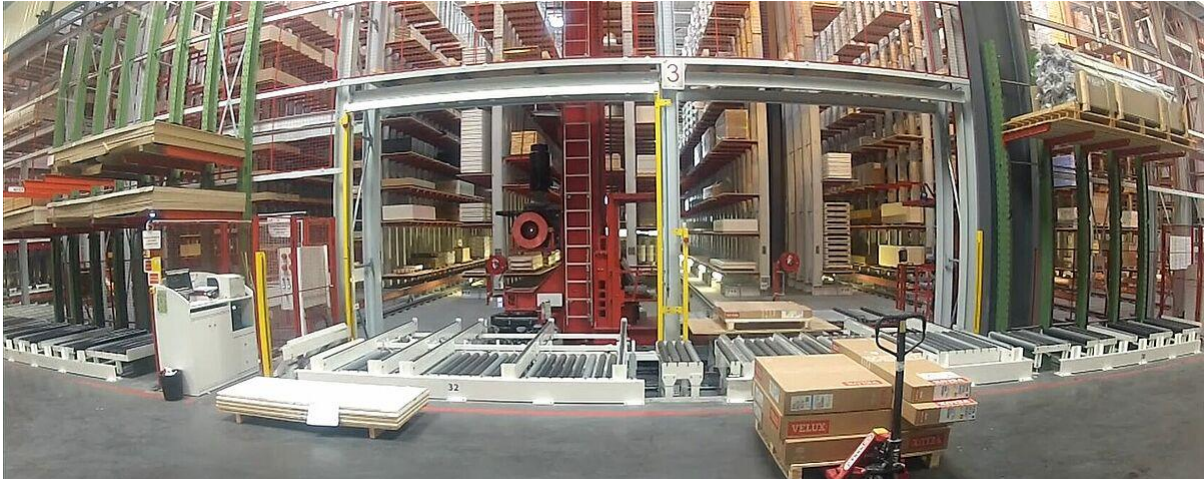
- Otvorena – služe za skladištenje robe koja nije osjetljiva na atmosferske prilike i koja ne zahtjeva posebnu zaštitu od krađe. Uglavnom se radi o robi velikih dimenzija i velike mase (kamen, trupci, građevinski materijal, tračnice itd.)
- Natkrivena – prostor za skladištenje koji je s jedne ili više strana otvoren ali su natkriveni krovnom konstrukcijom. Ovaj tip skladišta uglavnom je namijenjen za skladištenje robe velikih dimenzija i velikih količina pojedine robe koja je osjetljiva na atmosferske utjecaje (drvena građa, cement, vapno, umjetno gnojivo itd.)
- Zatvorena skladišta – služe za pohranjivanje raznovrsnih roba koje su osjetljive na atmosferske promjene. Ovaj tip skladišta ujedno i štiti robu od krađe. Razlikuju se prema izvedbi i konstrukciji te se razvrstavaju na prizemna (hangarska), katna (etažna) i specijalizirana (spremnici, hladnjače, silosi, vinski podrumi itd.).

Također (Rogić, K. 2008.) navodi kako skladišta možemo podijeliti i prema stupnju mehanizacije:

- Nisko mehanizirana odnosno ručna skladišta – prevladava ručni rad a upotrebljava se jednostavna skladišna oprema i manipulativna tehnika. Kod ovog načina dolazi do velikog naprezanja zaposlenika i čestih povreda na radu.
- Visokomehanizirana odnosno poluautomatska skladišta – zaposlenici u ovakvim skladištima upravljaju raznim sredstvima kao što su viličari, skladišna dizala i automatskim sredstvima u manjem opsegu.
- Automatizirana odnosno automatska skladišta – svi poslovi u skladištu se obavljaju automatizirano dok su zaposlenici prisutni samo u slučaju potrebe. Upravljanje skladišnim procesima i operacijama obavlja se elektroničkim načinom putem računala. Računalna tehnologija omogućuje ekonomičnu upotrebu prostora i znatno manje troškove radne snage. Negativna strana automatizirani skladišta je cijena opreme i nefleksibilnost.

- Robotizirana skladišta – nisu u velikoj mjeri rasprostranjena kao prethodno navedena skladišta. Podrazumijevaju rad robota koji obavljaju sav posao a prati ga se računalno putem video kamera. Kao i kod automatiziranih skladišta problem čini visoka cijena opreme i nefleksibilnost sustava.

Slika 3: Prikaz automatskog skladišnog sustava odnosno dizalica za slaganje robe u regale



Izvor : <https://www.ohra.hr/proizvodi/automatski-sustavi-skladistenja#gallery-29141-2>

2.2.Zalihe

Uz proces nabave i naručivanja u poduzeću, usko je povezano i upravljanje zalihama. Kada i koliko naručiti najvažnije je pitanje da možemo osigurati nesmetano odvijanje poslovnih procesa. A s druge strane, moramo paziti da ne potrošimo previše novaca i eventualno narušimo likvidnost poslovanja poduzeća. Stoga je cilj svakog procesa upravljanja zalihama postići ravnotežu između plasmana financijskih sredstava u zalihe te povećanja ili zadržavanja zadovoljstva korisnika (proizvodnja) i krajnjih kupaca.

Zalihe spadaju u kategoriju kratkotrajne materijalne imovine. Predstavljaju količinu koja je potrebna poduzeću kako bi se nesmetano odvijali procesi proizvodnje i prodaje. Zalihe također predstavljaju i osiguranje od svih mogućih rizika.

Postoje tri osnovne vrste zaliha:

- Zalihe sirovina i materijala – sirovine i materijali su sva ona dobra koje poduzeće naručuje za potrebe vlastite proizvodnje i pripreme/proizvodnje svog gotovog proizvoda.

- Nedovršena proizvodnja – to su sva sredstva koja se nalaze u procesu proizvodnje i na kojima se provode određene operacije kako bi se dobio gotov proizvod.
- Zalihe gotovih proizvoda i trgovačka roba – zalihe gotove robe predstavljaju kompletirane gotove proizvode poduzeća koji su spremni za distribuciju i prodaju.

Temeljni cilj upravljanja zalihama je maksimizirati zadovoljstvo naših kupaca i minimalizirati troškove koji nastaju u procesu dobave i čuvanja zaliha. Ukoliko imamo prevelike zalihe, stvaraju se nepotrebni troškovi. S druge strane, neimanje dovoljnih zaliha može dovesti do gubitaka kupaca, a time i prihoda.

Upravo iz tog razloga, poduzeća su prepoznala važnost procesa planiranja i upravljanja zalihama. Svi koji se bave procesom planiranja i upravljanja zalihama znaju da to doista nije jednostavno.

Prema (Šafran, M. 2017.) postoji nekoliko čimbenika o kojima ovisi visina zaliha:

- Način i opseg proizvodnje – pravovremena informacija o potrebama materijala za proizvodnju je nužna kako bi se izbjegli eventualni zastoji proizvodnog procesa. Odnosno kako ne bi nastajali dodatni troškovi hitnih isporuka.
- Troškovi držanja zaliha – podrazumijevaju nabavnu cijenu, troškove naručivanja, prijevoza i troškove skladištenja zaliha.
- Veličina i broj skladišta – ukoliko imamo veći broj skladišta i dislocirane lokacije, sigurno da je potreba za zalihama veća.
- Način i uvjeti skladištenja – ovo se odnosi na veličinu skladišnih kapaciteta, stanje samog skladišta i dodatne opreme, potrebe eventualnih posebnih skladišnih prostora (rashladne komore, silosi, prostor za plinove i kemikalije, i slično).
- Učestalost naručivanja i zahtjevi dobavljača – da li naručujemo manje količine pa češće, ili naručujemo rjeđe pa u većim količinama, da li nas dobavljač uvjetuje minimalnim narudžbama i sl.
- Karakteristike sirovina i materijala i slično – sigurno da optimalna razina zalihe npr. za metalnu industriju nije ista kao za prehrambenu, i obrnuto.

Sve su ovo čimbenici koji utječu na veličinu zaliha koje poduzeće želi odnosno treba imati. Zato prilikom definiranja optimalne razine zaliha treba uključiti što više parametara kako bismo postigli efikasnost procesa upravljanja zalihama i nesmetano odvijanje proizvodnje i prodaje.

Za upravljanje zalihama od velike pomoći može biti dobar, točan, povezan i kontrolirani informatički sustav. Tu svakako treba naglasiti da je bitna točnost unošenja podataka o ulazima, potrošnji i izlazima robe. Naravno da su preduvjeti za to kompetencije zaposlenika koji unose podatke u sustav. Danas na tržištu postoje različiti sustavi praćenja i kontrole skladišnog poslovanja, kao dio integriranog informatičkog rješenja ili kao zasebni moduli. No, naglasak je svakako na povezanosti sa svim relevantnim procesima u poduzeću – skladište, nabava, proizvodnja, računovodstvo, prodaja i ostali. (Šafran, M. 2017.)

ABC analiza je alat koji pomaže u kontroli zaliha. Još se naziva i Parettova analiza jer se temelji na Parettovom pravilu 80:20. Polazište je na tome da 20% robe na zalihi predstavlja 80% prometa. Na temelju tog pravila definiraju se A, B i C grupe roba te se sukladno tome definiraju strategije praćenja i kontrole zaliha.

Koeficijent obrtaja zaliha je pokazatelj uspješnosti poslovanja. Pokazuje koliko puta su se prosječne zalihe prodale tijekom vremenskog perioda. Izračunava se tako da se godišnji promet podijeli sa prosječnim godišnjim zalihama.

Upravljanje zalihama nije jednostavno i iziskuje vrlo detaljan i analitičan pristup. Jednom kada je proces dobro postavljen, poduzeće može poslovati efikasnije i profitabilnije. A tada možete provesti inventuru jednostavnije, točnije i brže

Slika 4: Prikaz zaliha gotove robe



Izvor: <https://www.riekadanas.com/gdje-su-robne-zalihe/>

2.3. Transport

Pod transportom se podrazumijeva specijalizirana djelatnost koja pomoću prometne infrastrukture i suprastrukture omogućuje proizvodnju usluga. Ono služi za prijevoz robe, materijala, ljudi i sličnog, s jednog mjesta na drugo u određenom vremenu. Pod transportom se podrazumijevaju i popratne radnje kao što su: ukrcaj, iskrcaj, prekrcaj, sortiranje, smještaj, slaganje, punjenje i pražnjenje kontejnera, signiranje koleta i slično. Ono mora biti u neprekidnoj funkciji pružanja usluga te mora omogućiti što kraće vrijeme dostave, smanjiti troškove i zadovoljiti kupca (Ivaković et al., 2010).

Transport, odnosno promet zauzima vrlo značajno mjesto među granama gospodarskih djelatnosti i to ne samo po vrijednosti transporta, odnosno ulaganja u transportne kapacitete i putove, angažiranosti velikog broja ljudi u toj djelatnosti, već i zbog toga što se ne može zamisliti proizvodna aktivnost koja ne povezuje proizvođača i potrošača materijalnih dobara. (Artek, 2002)

Slika 5: Transportni sustavi



Izvor: <https://newmagazineroom.ru/bs/nalogovaya-sistema/osnovnye-vidy-transporta-i-perevozok-transport-logistika-perevozka/>

Transport i odabir odgovarajućeg transportnog sredstva imaju ključnu ulogu pri dostavi robe kupcu, ispunjavajući pritom glavne logističke ciljeve: u pravo vrijeme, na pravo mjesto, u odgovarajućoj količini i asortimanu. Ovisno o odluci poduzeća, poduzeće može birati između nekoliko načina transporta: zračni, cestovni, željeznički, cjevovodni, pomorski i drugo.

2.3.1. Unutrašnji transport

Pod pojmom "sredstva unutrašnjeg transporta i skladištenja" podrazumijevaju se sveukupna tehnička sredstva i oprema koja služi za: zahvaćanje, podizanje, prijenos, spuštanje, odlaganje, raspakiravanje-pakiranje te kontrolu količine-težine i kakvoće tereta, odnosno robe.

Moderna se industrijska proizvodnja ne može zamisliti bez dobro organiziranog rukovanja materijalom. Rukovanje materijalom, osim transporta, obuhvaća i poslove pakiranja i skladištenja robe te velikim dijelom sudjeluje u troškovima proizvodnje.

Prema (Skowron, A. 1986.) organizacija udruženog rada s malim brojem zaposlenih ili s jednostavnim tehnološkim procesom može se sastojati od referenta i izvršioca. Mali broj zaposlenih ne znači mali obujam proizvodnje ako se ima na umu visok stupanj mehanizacije ili automatizacije unutrašnjeg transporta u proizvodnom procesu. Referent zadužen za unutrašnji i vanjski transport u takvoj organizaciji zastupa samostalno poslovanje te službe koja je na istoj razini kao i ostale samostalne službe radne organizacije.

Slika 6: Različiti viličari unutrašnjeg transporta



Izvor: <https://www.mag-commerce.com/usluge/najam/najam-vilicara/>

Faktori koji utječu na organizaciju strukture unutrašnjeg transporta:

- Vrsta djelatnosti radne organizacije/poduzeća
- Tehnička opremljenost sredstvima rada
- Složenost organizacijske strukture
- Značenje službe unutrašnjeg transporta u proizvodnom procesu. (Skowron, A. 1986.)

Faktori koji utječu na tehnologiju rada unutrašnjeg transporta:

- Asortiman ulaznih sirovina i poluproizvoda
- Masovnost ulaznih sirovina i poluproizvoda
- Tehnologija prerade
- Asortiman gotovih proizvoda
- Stupanj prerade sirovina
- Stupanj mehanizacije i automatizacije proizvodnog procesa. (Skowron, A. 1986.)

3. INFORMATIČKE TEHNOLOGIJE I SUSTAVI U SKLADIŠTU

Informatički sustav (IS) tvrtke obuhvaća sve ono što je vezano za prikupljanje, čuvanje, obradu i raspodjelu podataka i informacija. Pitanje kako izgraditi poslovno i tehnološko rješenje uz korištenje informatičke tehnologije u vlastitom okruženju (npr. skladišta) kako bi postala konkurentna, efikasna i isplativija, krije se u pravilnom pristupu rješavanja postavljenog problema uz pomoć provjerenih i priznatih metoda. Ustroj skladišnog poslovanja uvjetovan je vrstom gospodarske djelatnosti i različit je kod proizvodnih društava, trgovine i uslužnih djelatnosti (distribucije i transporta). Samim tim ne postoji jedinstveni informacijski sustav ili aplikacija koji bi mogao univerzalno riješiti poslovni ustroj skladišnog poslovanja. U praksi se nude cjelovita rješenja s programskim modulima ili se informacijski podsustav (IPS) izrađuje na zahtjev korisnika i za njihove potrebe. Bez obzira na izbor informacijsko – tehnološkog rješenja, pripadni programi moraju biti usklađeni prema potrebama i ustrojstvu društva, a posebno prema osnovnim računovodstvenim poslovnim funkcijama

Informacijska tehnologija predstavlja osnovnu poveznicu svih procesa logističkog lanca i omogućava kontinuiranu komunikaciju u stvarnom vremenu. Samim time je postala osnovna tehnologija koja osigurava učinkovit tok proizvoda, usluga i informacija kroz logistički lanac. Za uvođenje zajedničkih logističkih standarda bilo je potrebno dugo vremena, a ključnu ulogu su odigrale razvijene zemlje. Financijskom moći i željom za razvojem nametnule su nove standarde i tehnologije. Njihov daljnji razvoj ovisit će o unifikaciji i integraciji logističkih procesa temeljenih na informacijskoj tehnologiji. Uz primjenu procesnog pristupa, informacijska tehnologija kao neizostavni dio funkcioniranja suvremene logistike, predstavlja osnovnu komponentu u suvremenim logističkim sustavima. Informacijski sustav poduzeća sastoji se od poslovnog dijela (koji obuhvaća obradu transakcija i upravljanje operativnim funkcijama poduzeća) i upravljačkog dijela (strateškoga informacijskoga sustava, sustava za potporu odlučivanju i ekspertnog sustava). (Pavlič, M. 2011.).

3.1.RFID

Razvoj logističkih procesa u velikoj je mjeri ovisan o razvoju tehnologije, dok se najveći napredak može primijetiti u SCM-u (Supply Chain Managementu) koji postaje ogledalo uporabe novih komunikacijsko-informacijskih tehnologija u logistici. U stalnoj težnji za ubrzanjem i olakšanjem protoka informacija i proizvoda u opskrbnom lancu, logistika je

prepoznala mogućnosti uporabe i RFID (Radio Frequency Identification) tehnologije. RFID-tehnologija temeljena na radio frekvencijskoj razmjeni podataka uvelike pojednostavljuje i ubrzava procese vođenja evidencije o proizvodima na skladištu, prijevoznom sredstvu ili potrošačkim kolicima/košari, te omogućuje njihovo praćenje u realnom vremenu.

Ova tehnologija bazirana je na prijenosu podataka putem radijske frekvencije, odnosno radijskih valova. RFID-tehnologija može se definirati kao tehnologija koja objedinjuje upotrebu elektromagnetskih ili elektrostatičkih sprega u radijsko frekvencijskom dijelu elektromagnetskog spektra kako bi jedinstveno identificirala predmet, životinju ili osobu. Sljedeća definicija kaže kako je RFID bežična tehnologija za prikupljanje podataka koja koristi elektroničke naljepnice za pohranjivanje podatka. RFID-tehnologija temelji se na sustavu čije su tri glavne komponente: RFID-tag, čitač i RFID-računalo.¹

3.1.1. Elementi RFID tehnologije

Osnovni element sustava predstavlja RFID tag (engl. tag – etiketa, oznaka; privjesak; metalni vršak) koji se može pojaviti u obliku naljepnice (čija veličina varira od veličine minijaturene poštanske markice do velike razglednice) ili nekog drugog predmeta koji se ugrađuje u proizvod ili pričvršćuje uz njega (veličina im također varira, a najmanji mogu biti veličine zrna riže). U praksi je za ovaj uređaj zadržan engleski naziv tag pa će isti biti korišten i u ovom radu. Tag se sastoji od silikonskog mikročipa (u čiju se memoriju zapisuju podaci) i antene (koja prima i odašilje radijske valove). Ova dva osnovna elementa su obično zaliveni u kućište otporno na utjecaj okoline. Tag predstavlja tehnološku novost (za razliku od čitača i računalnog sustava koji su već prije bili u upotrebi u drugim tehnologijama – npr. barkod, OCR, i sl.) što ga čini najvažnijim elementom RFID sustava.

3.1.1.1. RFID tag

Svaki tag prvenstveno predstavlja nositelja informacija na kojemu može biti zapisan cijeli niz informacija (vezanih uz porijeklo, sastav, količinu proizvoda i sl.) koje taj isti proizvod jedinstveno identificiraju i razlikuju od ostalih. RFID tag-ovi ili transponderi⁴ omogućuju „čitanje“ odnosno „zapisivanje“ podataka pa se tako javljaju tri vrste:

¹ <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/RFID-radio-frequency-identification>; pristupljeno 13.07.2021

- Read Only (R) – omogućuju samo čitanje podataka s tag-a koji u procesu proizvodnje dobiva svoj jedinstveni serijski broj. Jednom pohranjena informacija ne može se mijenjati;
- Write Once Read Many (WORM) – korisnik sam programira memoriju transpondera prema svojim potrebama. Podatak se može zapisati samo prvi puta, nakon čega on ostaje pohranjen za stalno i može se neograničeni broj puta ponovno čitati;
- Read/Write (R/W) – korisnik može mnogo puta upisati informaciju na tag i isto tako ih čitati. R/W tagovi su zasad još uvijek znatno skuplji od R tag-ova.¹

Najčešća podjela tag-ova jest ona s obzirom na samostalnost u napajanju jer upravo ta odlika najviše utječe na njihovu mogućnost uporabe na različitim proizvodima i u različitim uvjetima. Tri su osnovne vrste tag-ova s obzirom na vrstu napajanja:

- Pasivni tag – ne sadrže interno napajanje energijom, nego energiju dobivaju trenutnim elektronskim podražajem u anteni koji stiže ulaznim radijsko frekvencijskim signalom poslanim od strane čitača. Manji su, laganiji, jeftiniji od aktivnog tag-a i imaju praktički neograničen životni vijek. Domet njihove komunikacije varira od nekoliko milimetara pa do 5 metara. S obzirom na relativno nisku cijenu, mogu se odbaciti zajedno s ambalažom nakon korištenja (poput bar kodova). Relativno mali domet i mogućnost pohrane manje količine podataka osnovni su nedostaci, a u njih se još ubraja i slabija otpornost na elektromagnetsku buku u okruženju.
- Polupasivni tag – sadrže bateriju kojom napajaju mikročip, ali za odašiljanje i primanje radijskih valova koriste energiju koju šalje čitač.
- Aktivni tag – sadrže bateriju koja služi za vlastito napajanje (to rezultira ograničenim vijekom trajanja od najviše nekoliko godina), koja im omogućuje domet i do više kilometara. Kapacitet memorije višestruko je veći, kao i jačina radijsko frekvencijskog signala što omogućuje poboljšanu iskoristivost u okruženju elektromagnetske buke ili drugih ometajućih faktora (vlažnost, metal). Nedostaci su prvenstveno vezani uz puno višu cijenu u odnosu na pasivne i polupasivne tag-ove (zbog te činjenice, zasad se većinom koriste u obilježavanju i praćenju skupih proizvoda – npr. Ministarstvo obrane Sjedinjenih Američkih

Država ih koristi u obilježavanju i praćenju vojne opreme, a automobilska industrija u praćenju skupocjenih dijelova za automobile kroz proizvodni proces).

Slika 7: Različite vrste RFID tag-a



Izvor: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-tag-sample-pack-uhf-passive/>

3.1.1.2. RFID čitač

Uređaj koji je u RFID-sustavu zadužen za komunikaciju s tag-om ili transponderom naziva se RFID-čitač (reader ili interogator). Nakon što prikupi podatke s jednog ili više tag-ova on ih šalje računalu, te zapravo predstavlja vezu između tag-a i informacijskog sustava.

Čitači sadrže antenu za čitanje (ali drugačijeg oblika i funkcija nego tag-ovi) i priključak na sustav za obradu podataka ili računalo. Također, čitači mogu služiti i za zapisivanje podataka na tag-ove. Takva vrsta čitača najčešće se koristi na kraju pokretne trake u tvornici ili unutar distributivnog centra gdje se zapisuju inicijalni ili dodatni podaci o proizvodu. Funkcije kao i tehnike čitača svakodnevno se razvijaju u smjeru brže i jednostavnije obrade i prijenosa podataka. (S.Amsler, S.Shea; IOT Agenda)

Slika 8: RFID čitač kartica



Izvor: <https://www.hgshop.hr/rfid-citac-kartica-elo-r20a/proizvod/256353>

3.1.1.3. RFID antena

Antena omogućuje oznaci primanje radiofrekvencijskog signala od čitača. Antena bi trebala biti postavljen u odgovarajući položaj kako bi RFID sustav mogao ispravno raditi. I oznake i čitači imaju svoje antene. U oznaci je antena priključena na čip, što pomaže u prijemu i prenošenju signala. Antene čitača veličine računala s ravnim ekranom koriste se za prijem i prijenos radiofrekvencijskog signala.

Čitatelj prenosi radio signala za aktiviranje oznake, antene čitača zatim čitaju informacije koje šalje tag i eventualno zapisuju podatke u oznaku.

Slika 9: UHF RFID antena



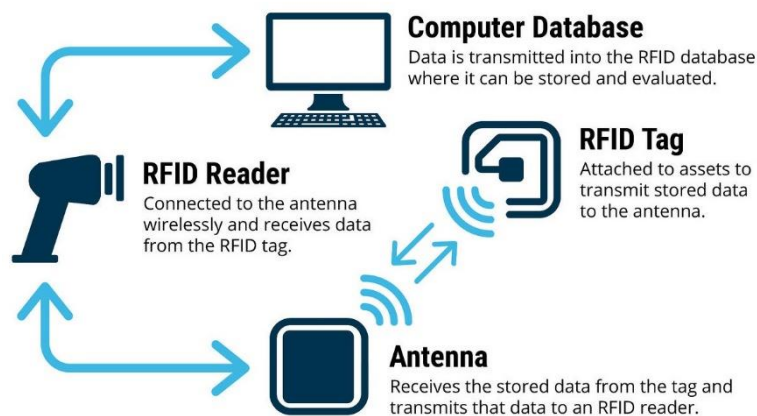
Izvor: <https://www.antratek.com/uhf-rfid-antenna>

3.1.1.4. RFID računalo

Neophodan dio svakog RFID-sustava je i RFID-računalo ili točnije računalni sustav. Sastoji se od kompjuterskog hardware-a, i od software-a za procesiranje podataka koji povezuje čitač s računalnim sustavom. Ovaj software se još naziva i RFID-middleware, što prevedeno s engleskog jezika znači među program ili program koji djeluje između aplikacije i mreže.

Software koji je najčešće u upotrebi u RFID-sustavima naziva se „Savant“. Savant je software kojeg je razvio Massachusetts Institute of Technology (MIT), sa svojim Auto- ID laboratorijem,⁶ pokriva mnoga područja primjene RFID-tehnologije, poglavito u djelatnostima vezanim uz SCM. Osnovne funkcije su prikupljanje, skladištenje i obrada informacija, te komuniciranje s ostalima Savantima. On također ispravlja greške, eliminira dvostruke kodove od strane dva čitača, te određuje čija informacija ima prednost. Isto tako, moguće ga je programirati da ostvari prilagođene zadatke za posebne situacije - npr. da se automatski obavijesti skladište da je ostao minimalan broj proizvoda na polici u trgovini kao alarm za nadopunu police novim proizvodima. Hofmayr, S.(2005.)

Slika 10: Pojednostavljeni RFID sustav



Izvor: <https://blog.ttelectronics.com/rfid-technology>

Cilj svakog RFID-sustava je što jednostavnije i brže prevesti informacije o pojedinom jedinstvenom proizvodu u digitalni oblik koji omogućuje najbržu daljnju obradu istih. Na slici 9. prikazan je pojednostavljeni model funkcioniranja RFID-sustava – njegovi elementi i odnosi među njima. RFID-tag, koji se nalazi na ili u proizvodu, biva ozračen radio valovima koje emitira čitač i njegova antena. Pomoću vlastite antene, tag primljeni signal pretvara u električnu energiju koja mu omogućava funkcioniranje. Istovremeno šalje prema čitaču sadržaj svoje memorije (informacije o proizvodu). Čitač može istovremeno očitati veliki broj tag-ova, a broj i brzina očitavanja (reader rate) ovise o mogućnostima čitača i vrsti tag-ova, te naravno o veličini polja obuhvata čitača (reader field) – tag-ovi izvan polja obuhvata čitača ne primaju radio valove i ne mogu biti pročitani. Primljene informacije čitač konvertira u digitalni oblik i prosljeđuje ih prema računalu, tj. Računalnom sustavu.

3.1.2. Područje primjene

Počevši od drugog svjetskog rata RFID-tehnologija je stidljivo tražila svoj put prema širokoj primjeni u svakodnevnom životu. Zadnjih nekoliko godina svakako je ostvarila najveći napredak. Kumulativno, od početka komercijalne uporabe, u svijetu je prodano 2,4 milijarde tag-ova, dok je recimo u 2005. godini prodano čak 600 milijuna, a već u 2006. godini se prodalo čak 1,3 milijarde istih.

Prema Hofmayr, S.(2005.) tržište RFID-a (koje obuhvaća proizvode, sustav i usluge), raste stopom od 30 posto godišnje i prema predviđanjima Europske unije očekivalo se da će se u razdoblju od 2006. do 2016. godine udeseterostručiti, što se i desilo. Rast RFID tehnologije je konstantan, i njezina primjena je od ključne važnosti u vidu modernizacije poslovanja.

Danas su potencijalna područja primjene gotovo neograničena, a u nastavku slijede samo neka od najčešće korištenih:

- e-putovnice,
- naplata transporta – cestarina, javni prijevoz, skijališne žičare,
- knjižnice,
- automobilska industrija – u ključevima (kao zaštita od krađe), za pokretanje motora, u gumama, za praćenje različitih auto dijelova,
- identifikacija i/ili praćenje životinja,
- implantacija u ljude – zbog praćenja kriminalaca, omogućavanja V.I.P. ulaska u ugostiteljske objekte, u medicinske svrhe, itd.
- bezkontaktno plaćanje putem „pametnih kartica“ (smat card payment),
- kontrola u sustavu zaliha,
- praćenje proizvoda (product tracking),
- supply chain management,
- zamjena ili nadopuna za linijski kod (bar code),
- farmaceutska industrija,
- aerodromi – praćenje prtljage i zrakoplova,

- poštanske usluge – poboljšava proces isporuke i olakšava sortiranje pošiljaka,
- u procesu proizvodnje,
- u vojnoj industriji, itd.

Ipak, od svih ovih područja najčešća primjena RFID-tehnologije ostvarena je upravo u djelatnostima upravljanja opskrbnim lancem ili supply chain managementu (SCM-u), a sve više se koristi i u skladišnom poslovanju u vidu automatizacije skladišnih procesa.

3.2. EDI i bar kod tehnologija

Bar kodovi se koriste u različitim dijelovima poslovanja: skladištu, prodavaonici, proizvodnji i uslužnoj djelatnosti. Očitavanjem podataka o proizvodu iz bar koda smanjuje se mogućnost greške uzrokovane ljudskim faktorom

3.2.1. EDI

Tijekom posljednja četiri desetljeća Electronic Data Exchange ili EDI sustav postao je sinonim za optimizirani lanac nabave. Danas ga kao jedinstveno rješenje koriste mnoge tvrtke iz različitih industrija i tržišta u kojima je postao ključna tehnologija za optimizaciju poslovnih procesa. Neovisno o tome koristi li ga se na razini čitave tvrtke, između različitih tvrtki ili kao rješenje za prekograničnu poslovnu suradnju. Ubrzavanjem logistike i uklanjanjem ljudske pogreške iz ovog procesa, EDI sustav omogućuje da se u kraćem vremenu obavi puno više posla.

EDI sustav omogućuje elektroničku razmjenu podataka i dokumenata između poslovnih partnera. Njegov glavni cilj je kroz integriranu razmjenu podataka omogućiti najvišu moguću razinu automatizacije procesa nabave. To znači da tvrtke više ne moraju koristiti dopise, fax ili e-maileve kako bi primile ili poslale potrebne informacije o narudžbama i fakturama. Osim toga, EDI sustav se koristi i za dostavljanje informacija o proizvodima te obradu zahtjeva za plaćanje.²

Isto tako, onog trenutka kada tvrtka zaprimi novu narudžbu, EDI sustav automatski šalje obavijest skladištu da krene sa pripremom isporuke traženih proizvoda. Odmah nakon toga i

² <https://www.4app.hr/blog/sto-je-electronic-data-interchange-edi-sustav/>; pristupljeno 13.07.2021

kljijent dobiva obavijest da je njegova narudžba u obradi te da je proces isporuke u tijeku. I sve to bez nepotrebne papirologije i gubljenja vremena.

EDI sustav donosi čitav niz prednosti tvrtkama koje ga koriste. Prije svega, omogućuje da se poslovne transakcije obave u nekoliko minuta umjesto nekoliko dana te ubrzava poslovne procese i do 60%. Obzirom da uklanja nepotrebno trošenje vremena na administraciju, zaposlenici dobivaju više prostora za baviti se važnijim zadacima što povećava produktivnost čitavog poslovnog tima. Osim toga, automatizirana razmjena podataka u procesu nabave osigurava da su ključne informacije poslone i uočene na vrijeme.²

Slika 11: Elektronička razmjena podataka - EDI



Izvor: <https://www.flow.space/blog/electronic-data-interchange/>

Zahvaljujući značajnoj uštedi vremena kod obrade narudžbi, dobavljač više ne mora gomilati zalihe kako bi u svakom trenutku imao tražene proizvode na stanju. Uz to, uvid u real-time podatke o transakcijama olakšava pravovremeno donošenje potrebnih odluka.³

EDI sustav smanjuje i troškove transakcija obzirom da više nema potrebe za plaćanjem troškova papira, printa, kopiranja i slanja potrebne dokumentacije. Na taj način tvrtke mogu uštedjeti i do 35% samo na troškovima poslovanja. Osim toga, uklanja i mogućnost ljudske

³ <https://www.4app.hr/blog/sto-je-electronic-data-interchange-edi-sustav/>; pristupljeno 13.07.2021

pogreške iz procesa narudžbe. Izgubljene, nepotpune i netočne narudžbe stvaraju velike troškove za tvrtke na godišnjoj razini.

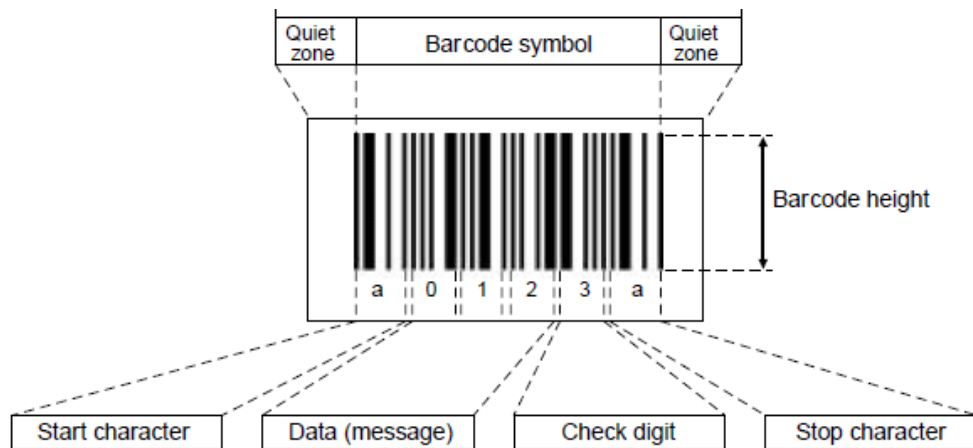
Konačno, korištenjem EDI sustava tvrtke imaju priliku i poboljšati odnose sa klijentima. Naime, kraće vrijeme obrade i isporuke narudžbi utječe na stvaranje pozitivnog korisničkog iskustva te dugoročno povećava povjerenje klijenta.

3.2.2. Bar kod tehnologija

Bar kod ili crtični kod je smisleni niz tamnih linija i svijetlih međuprostora koji omogućavaju elektronskoj opremi očitavanje u njima sadržanih informacija o proizvodu. Formira se prema točno određenim pravila koja ovise o vrsti bar koda. Bar kod se tiska kao simbol direktno na ambalažu ili na naljepnicu. Proizvod označen na takav način odlazi u distribucijsku mrežu sve do krajnjeg prodajnog mjesta u trgovini gdje se skenira ili očitava prikladnom opremom i dekodira iz kodnog oblika u ljudskom oku prepoznatljivu informaciju.

Razvoj bar koda u današnjem obliku započeo je 1948. U Philadelphiji na fakultetu Drexel Institute of Technology lokalni lanac supermarketa inicirao je projekt razvoja sistema za automatsko očitavanje informacija o proizvodima prilikom naplate na blagajni. Problem je zainteresirao Bernarda Silvera i Normana Josepha Woodlanda, koji su napustili fakultet i u potpunosti se posvetili rješavanju problema. Patentirali su prvi bar kod poznat kao «bull's eye» (bikovo oko) jer se sastojao od koncentričnih crnih i bijelih krugova. Osnovni nedostatak njihovog izuma ležao je u uređajima za očitavanje koji su bili nesigurni i vrlo skupi. Krajem šezdesetih razvijena je tehnologija laserskog očitavanja koja je omogućavala jeftino i precizno očitavanje podataka bar koda. Pod Woodlandovim vodstvom razvijen je novi, linijski bar kod pogodan za očitavanje laserskim čitačima. «Bull's eye» bar kod pokazivao je velike poteškoće u radu s novom tehnologijom očitavanja, dok je linijski bar kod radio besprijekorno.

Slika 12: Struktura linijskog bar koda



Izvor: http://web.studenti.math.pmf.unizg.hr/~krecerv/seminar_bez_kvacica.html

Masovno korištenje bar kodova u trgovini započelo je 3. travnja 1973. kada je prodan prvi proizvod označen UPC bar kodom. Uvođenje bar kodova u proizvodnju započelo je 1981. kada je američko ministarstvo obrane donijelo uredbu da svaki proizvod koji nabavlja američka vojska mora biti označen bar kodom.

U SAD-u od samog početka korištenja linijskog bar koda postoji vijeće za uniformno kodiranje UCC (Uniform Code Council) koje se brine o standardizaciji i dodjeljivanju bar kodova odgovarajućim proizvodima. 1974. godine proizvođači i distributeri iz dvanaest europskih zemalja osnovali su radnu skupinu sa zadatkom da istraže mogućnost razvoja standardnog sustava kodiranja proizvoda koji bi se koristio u Europi. Sustav bi trebao biti sličan postojećem sustavu univerzalnih kodova proizvoda, koji je u SAD-u u to vrijeme već postavio Savjet za uniformno kodiranje (UCC). Razvijen je sustav EAN (European Article Numbering) koji je kompatibilan sa UPC sustavom. Nakon razvoja EAN sustava kodiranja, 1977. godine osnovana je neprofitna organizacija, Europska udruga za kodiranje proizvoda EAN koja se brine o standardizaciji i dodjeljivanju EAN bar kodova.⁴

Do danas je definirano više od 200 različitih bar kod simbologija ili jezika, ali ih je malo u praktičnoj upotrebi, a još manje globalno raširenih i prihvaćenih. Svaka bar kod simbologija ima vlastita pravila za kodiranje znakova, vlastite zahtjeve u odnosu na tisak i dekodiranje te

⁴ <https://www.4app.hr/blog/sto-je-electronic-data-interchange-edi-sustav/>; pristupljeno 13.07.2021

vlastitu provjeru. Simbologije se razlikuju i po načinu na koji predstavljaju podatke i prema tipu podataka koje mogu predstavljati.

Prema količini i strukturi podataka bar kodovi se dijele na jednodimenzionalne i dvodimenzionalne.

Jednodimenzionalni bar kodovi su «klasicni» bar kodovi koji u sebi nose samo jedan podatak – obično šifru proizvoda na koji se bar kod odnosi. Nakon sto čitač očita bar 4 kod, dobiva se šifra s kojom se pristupa svim podacima očitano g proizvoda spremjenima u računalu. Najpoznatiji jednodimenzionalni bar kodovi su Codabar, Code 128, Code 39, EAN, JAN, Interleaved 2 of 5 i UPC.

Dvodimenzionalni bar kodovi nisu samo nositelji šifre proizvoda, već u sebi nose čitav niz informacija o samom proizvodu. Jednostavnim očitavanjem iz samoga bar koda dobivaju se sve informacije o samom proizvodu. Najpoznatiji dvodimenzionalni bar kodovi su Aztec, Codablock, Code 1, Code 16K, Code 49, DataMatrix, MaxiCode, PDF 417, SuperCode i UltraCode.

Po vrsti informacija koje mogu kodirati bar kodovi se dijele na barkodove koji mogu kodirati samo numeričke informacije (npr. EAN, UPC) i one koje mogu kodirati alfanumeričke podatke (npr. Code 39).⁴

Prema vrsti simbologije bar kodovi se dijele na one s diskretnom simbologijom i na one s kontinuiranom simbologijom.

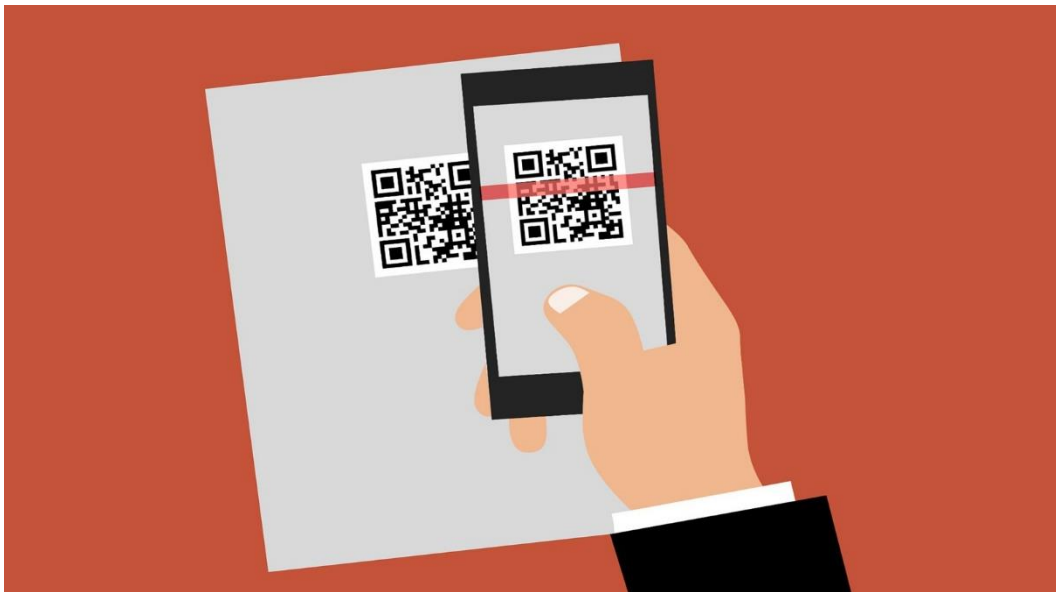
Kod diskretne simbologije svaki pojedini znak u simbolu može biti interpretiran individualno, bez obzira na ostale znakove u tom istom simbolu. U takvim simbologijama znakovi počinju i završavaju crtom, a individualni znakovi su odvojeni određenim razmakom koji sam po sebi ne nosi značenje.

U kontinuiranim simbologijama znakovi se ne mogu promatrati odvojeno jedan od drugoga jer počinju crtom a završavaju prazninom koja završava tamo gdje počinje slijedeći znak. Znak se ne može promatrati individualno jer ne možemo znati koliko je široka zadnja praznina u znaku ako ne uzmemo u obzir početak slijedećeg znaka. Posljednja praznina zadnjeg znaka označena je završnom crtom.

3.2.2.1. QR kod

Riječ je o dvodimenzionalnom matričnom barkodu i najpopularnijem primjerku te vrste koji je nastao 1994. godine u Japanu. QR kod, ili Quick Response kod razvila je tvrtka Denso Wave, podružnica Toyote, a isprva je bio namijenjen praćenju dijelova za proizvodnju vozila. Ideja je bila napraviti barkod koji će se moći dekodirati velikom brzinom, a to je nešto što je oduvijek bio imperativ u proizvodnim procesima i pogotovo automobilske industriji.⁵

Slika 13: QR kod i jedan od čitača



Izvor: <https://www.bug.hr/savjeti/sve-o-qr-kodu-i-kako-procitati-qr-kod-21435>

Međutim, QR kod je tijekom vremena izašao iz industrijskih okvira i to kao sjajan mehanizam za vrlo lagan prijenos informacija iz tiskanih medija na pametne telefone. Konceptualno, potrebno je samo uperiti kameru mobilnog telefona u QR kod i u tren oka bi se trebali pojaviti podaci koje on sadržava. Masovnija upotreba QR kodova dovela je i do standardizacije, a glavna je prednost toga što se time omogućilo da QR kod nosi specifične tipove informacija, odnosno identifikatore za podatke kao što su SMS poruke, brojevi telefona, URL-ovi, vCard podaci i drugo. Danas je QR kod prisutan posvuda kako u svijetu tako i na domaćem terenu, a njegove primjene i načini izvedbe su doista mnogobrojne. Tako je, primjerice, na snazi obveza tiskanja QR kodova na fiskalizirane račune kako bih se lakše

⁵ <https://www.bug.hr/savjeti/sve-o-qr-kodu-i-kako-procitati-qr-kod-21435>; pristupljeno 13.07.2021.

provjerila njihova ispravnost, a najavljene Covid propusnice također će imati QR kod kojim će se provjeravati Covid status osobe.

3.2.2.2. SSCC kod

Za očitavanje podataka koje QR kod sadrži potrebno je imati odgovarajući uređaj opremljen softverom koji može dekodirati sadržane informacije

(*Serial Shipping Container Code* = serijski otpremničko-kontejnerski kod) je standardni identifikacijski broj koji se koristi za jedinstvenu identifikaciju logističkih (transportnih i/ili skladišnih) jedinica. Pritom je logistička jedinica neki artikl bilo kojeg sastava, napravljen za transport i/ili skladištenje, kojim treba upravljati kroz lanac dobavljača. Skeniranje SSCC broja, označenog na svakoj logističkoj jedinici, dopušta da se fizičko premještanje te jedinice može individualno pratiti i utvrđivati tako da se uspostavi veza između njezinog fizičkog premještanja i pridruženog protoka informacija. To također otvara i mogućnost primjene niza aplikacija, kao što su unakrsno skladištenje, upućivanje pošiljke, automatizirano prihvaćanje itd.⁶

Utvrđivanje i praćenje logističkih jedinica u lancu dobavljača glavna je primjena GS1 sustava. U tu svrhu SSCC identificira logističke jedinice. Taj je broj jedinstven za svaku posebnu logističku jedinicu, a u načelu je dovoljan za sve logističke primjene. Ako svi trgovački partneri, uključujući treću stranu, čitaju SSCC kodove i međusobno razmjenjuju EDI obavijesti koje daju puni opis logističkih jedinica te imaju relevantnu datoteku izravno na vezi kad očitavaju SSCC-e kako bi pristupili tim opisima, tada nije potrebna nikakva druga informacija osim tog serijskog otpremničko-kontejnerskog koda. No, svi ti uvjeti nisu uvijek ispunjeni, pa se zaključilo da je uz SSCC korisno imati nekoliko dodatnih podataka u obliku crtičnog koda na logističkim jedinicama.⁷

S obzirom na to da se svakoj logističkoj jedinici mora dodijeliti njezin vlastiti jedinstveni serijski otpremničko-kontejnerski kod, nije praktično unaprijed otiskivati barkod-simbol koji sadrži SSCC na pakiranju logističke jedinice. Mora se kreirati naljepnica koja će se pričvrstiti na logističku jedinicu u vrijeme kad se jedinica sastavi. Nadalje, logistička jedinica

⁶ <https://www.gs1hr.org/hr/gs1-standardi/identifikacija/logisticke-jedinice-sscc>; pristupljeno 13.07.2021.

⁷ <https://www.gs1hr.org/hr/gs1-standardi/identifikacija/logisticke-jedinice-sscc>; pristupljeno 13.07.2021.

može također biti i trgovačka jedinica, pa stoga i podložna GS1 specifikacijama za trgovačke artikle.

U tom slučaju logično je generirati pojedinu naljepnicu koja sadrži sve tražene informacije u formi crtičnog koda.



Izvor: <https://www.gs1hr.org/hr/gs1-standardi/identifikacija/logisticke-jedinice-sscc>

Aplikacijski identifikator (AI) internacionalno su dogovoreni pred brojevi koji se koriste u okviru GS1-128 crtičnog koda za identificiranje značenja i formata podataka koji slijede nakon njega. Postoji niz AI-a za dodatne podatke, kao što su težina, površina ili volumen. Identifikator aplikacije (AI) za SSCC uvijek je '00'. Dodatna znamenka može imati bilo koju vrijednost od 0 do 9 i koristi se da poveća kapacitet numeriranja. Njeno je korištenje prepušteno volji tvrtke koja kreira logističke naljepnice.

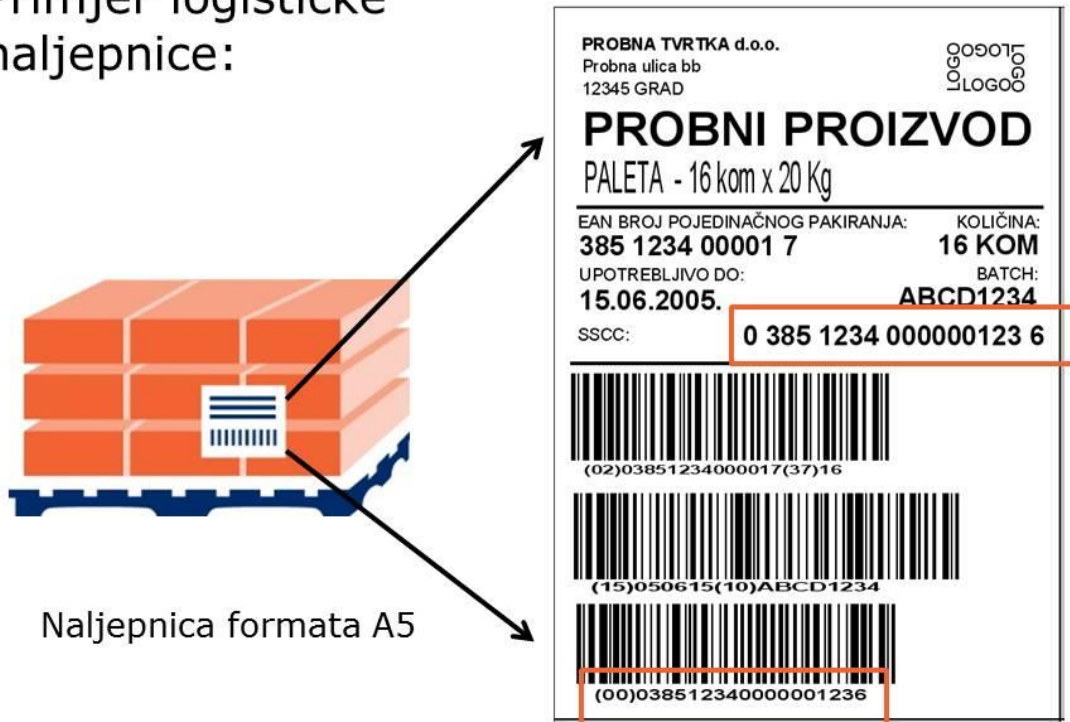
GS1 prefiks dodjeljuje nacionalna GS1 organizacija (u RH je to GS1 Croatia). Dužina GS1 prefiksa ovisi o odabranom kapacitetu kodova.

Referentni broj serije je serijski broj koji kreira tvrtka koja sastavlja logističku jedinicu, a koji u strukturi SSCC-a čini niz znamenki od N2 do N17. Najjednostavniji način da se dodijeli neki serijski broj je sekvencijalno, na primjer ...00000, ...00001, ...00002.

Kontrolna znamenka izračunava se pomoću algoritma kojeg definira GS1.

Slika 15: Primjer logističke naljepnice

Primjer logističke naljepnice:



Izvor: <https://www.gs1hr.org/hr/gs1-standardi/identifikacija/logisticke-jedinice-sscc>

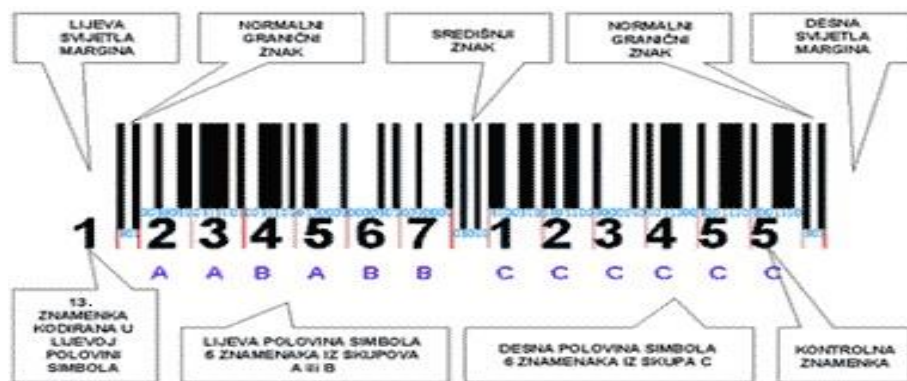
3.2.2.3. EAN bar kod

EAN-13 bar kod standardno se koristi za kodiranje proizvoda u trgovini. Sastoji se od 13 znamenaka. Dvanaest znamenaka nose odgovarajuće podatke, a trinaesta znamenka je kontrolna i koristi se za potvrdu da je bar kod točno skeniran ili da je broj točno sastavljen. Svaki EAN bar kod sastoji se od graničnih linija na lijevoj i desnoj strani samog bar koda te tihih zona. Logički se EAN-13 bar kod sastoji od grupe brojeva koji sadrže podatke o zemlji podrijetla robe, proizvođaču i samom proizvodu. Prve tri znamenke bar koda označavaju zemlju proizvođača (npr. 385 označava Hrvatsku). Svaki proizvođač može imati najviše 100.000 kodiranih proizvoda, ali rijetko koji proizvođač zaista ima tolik broj proizvoda. Kad bi se svakome dodjeljivalo 100.000 bar kodova, mnogi kodovi ostali bi neiskorišteni. Iz tog razloga proizvođači od EAN udruge traže EAN kod za određeni broj proizvoda ovisno o svojim

potrebama (od 100 do 100.000 proizvoda). Korištenjem dužih šifri proizvođača, a kraćih šifri proizvoda štedi se velik broj kodova koji bi inače ostali neiskorišteni.

EAN-8 bar kod dodjeljuje se onim proizvodima koji su premali da bi na njih fizički stao EAN-13 bar kod. Za njegovu dodjelu potrebno je uputiti poseban zahtjev s idejnim rješenjem ambalaže budućeg proizvoda. EAN-8 bar kod ima iste standarde i strukturu kao EAN-13 bar kod, a od njega se razlikuje u tome što ima samo osam znamenaka i njegov je kapacitet u EAN sustavu ograničen. Prve tri znamenke bar koda označavaju zemlju proizvođača, kao i kod EAN 13 bar koda. Sljedeće četiri znamenke označavaju kod proizvoda koji EAN organizacija dodjeljuje izravno proizvodu, bez oznake proizvođača. Osma znamenka je kontrolna znamenka.

Slika 16: Struktura crtičnog koda EAN-13



Izvor: <https://www.gs1hr.org/hr/gs1-standardi/prikupljanje/ean-13-ean-8-upc-a>

3.3.WMS

Jedan od kriterija učinkovitosti, a istovremeno i povećanja konkurentnosti u suvremenom poslovanju je automatizacija. Što se više procesa može povjeriti kontroli računala, to više ljudi ima vremena za rješavanje problema. WMS sustavi su rješenja koja su zbog svoje funkcionalnosti prilično sposobna pomoći poduzećima u povećanju razine automatizacije poslovnih procesa.

3.3.1. Definicija

WMS je računalni sustav koji omogućuje kontrolu svih logističkih procesa u skladištu i njihovo upravljanje bez papira.⁸

⁸ https://www.primatlogistika.hr/datastore/filestore/17/Informatiki_sustavi_WMS.pdf; pristupljeno 14.07.2021

WMS-sustavi upravljanja skladištem dizajnirani su za automatizaciju i optimizaciju funkcija koje obavljaju zaposlenici objekata odgovarajuće namjene u poduzećima (ili tvrtkama čije su aktivnosti usmjerene na pružanje usluga vezanih uz skladištenje i računovodstvo robe). U praksi su WMS hardverske i softverske platforme prilagođene, između ostalog, za rad u distribuiranim skladišnim mrežama. Tipično, mogućnosti ovih sustava uključuju upravljanje topologijom, upravljanje zalihama, planiranje operacija, logistika itd. Glavni cilj implementacije WMS skladišta i sustava upravljanja poduzećem je povećati promet relevantnih strukturnih odjela ili glavnih resursa tvrtke.⁹

3.3.2. Značajke

Vrste ERP rješenja ili neovisna klasa softverskih i hardverskih proizvoda? Većina stručnjaka slaže se da je poštenije govoriti o drugoj mogućnosti. Naravno, WMS i isti ERP imaju neke zajedničke točke, kao i CRM i druga rješenja dizajnirana za automatizaciju poslovnih procesa na različitim razinama. Na primjer, ERP sustavi uglavnom su povezani s planiranjem proizvodnih resursa. Jasno je da je skladište također svojevrsni proizvodni resurs. Stoga neki stručnjaci priznaju da je moguće WMS sustave smatrati visoko specijaliziranom podvrstom ERP-a.⁹

Naravno, "hibridna" rješenja moguća su i u pogledu onih koja smo naveli. U tom slučaju, određeni proizvođač softvera može izdati proizvod koji će biti dizajniran za izvršavanje nekoliko grupa zadataka odjednom.

Primjer: sustavi za upravljanje skladištem - SAP WMS, SAP EWM. Kao način uštede novca, kao alternativa instaliranju zasebnih distribucija uskog profila, primjena takvih rješenja sasvim je razumna opcija. Mnoga poduzeća preferiraju složene softverske proizvode jedne IT marke.

⁹ <https://hr.drunkentengu.com/wms-sistemyi-upravleniya-skladom-wms-sistema-cto-eto-1180e0e>; pristupljeno 14.07.2021

Slika 17: WMS sustav



Izvor: <https://www.spaceo.ca/warehouse-management-system-wms/>

3.3.3. Područje primjene

Raspon korištenja WMS-a vrlo je širok. To može biti trgovina - i na veliko i na malo. WMS će biti posebno koristan za skladišta udaljena od glavnih prodajnih mjesta ili distribuirana. To može biti pružanje skladišnih usluga u obliku outsourcinga (samo opcija kada je za tvrtku glavni odgovarajući profil djelatnosti). WMS su visoko produktivni kada se koriste u pogonima za preradu hrane, tvornicama koje proizvode elektroniku, odjeću, kemikalije za kućanstvo i drugu robu široke potrošnje.

3.3.4. Osnovne vrste i funkcije WMS-a

Na tržištu postoji nekoliko vrsta sustava upravljanja skladištem, ali svaka tvrtka prema osobnim potrebama mora pronaći odgovarajući WMS sustav koji će ubrzati njihove skladišne procese i aktivnosti, a sve u svrhu automatizacije skladišnog poslovanja kao i samog nadziranja poslovnih procesa unutar skladišta.

3.3.4.1. Samostalni sustav

Samostalni WMS sustav standardni je softver lokalnog sustava koji se instalira na matični hardver i mrežu tvrtke. Mnogi WMS programi su paketi treće strane koje treba ukomponirati s ostatkom aplikacija za upravljanje u organizaciji (kao što je ERP sustav).

Takvi sustavi idealni su za:

- Mala poduzeća.
- Poduzeća s ograničenim budžetom za softversku podršku.¹⁰

Tablica 1: Prednosti i mane Samostalnog WMS-a

PREDNOSTI	MANE
Napredne značajke softvera za upravljanje skladištem	Izolirani sustav
Mogućnosti integracije	Pregled podataka u realnom vremenu
Poboljšana korisnička usluga	Visoka cijena

Izvor: rad autora

3.3.4.2. Sustavi bazirani na oblaku

Model centraliziranog računanja zasnovan na webu koji koristi tehnologije u oblaku općenito je poznat kao WMS zasnovan na oblaku. Razvoj sustava temeljenog na oblaku također je poznat po brzom skalabilnosti i uvođenju. Može imati iste prednosti kao i konvencionalniji WMS, a istovremeno nudi brže izvršavanje procesa i niže troškove zaliha.

Takvi sustavi idealni su za:

- Poduzeća svih veličina
- Poduzeća sa skladištima na više različitih lokacija¹⁰

Program skladišta u oblaku ne zahtijeva instalaciju i sinkronizaciju s matičnim hardverom i mrežama, jer se temelje na webu odnosno oblaku.

¹⁰ <https://www.spaceo.ca/warehouse-management-system-wms/>; pristupljeno 14.07.2021.

Tablica 2: Prednosti i mane sustava baziranog na oblaku

PREDNOSTI	MANE
Brza implementacija	Nedostatak raznolikosti
Jednostavno korištenje	
Isplativ	
Najbolji sustav iz prakse po procjeni korisnika	

Izvor: rad autora

3.3.4.3. SCM sustav

Tehnologija za razvoj sustava upravljanja lancem opskrbe puno je šire naravi (WMS je u osnovi SCM potkategorija) i može pružiti kupcima podršku u rukovanju s više aspekata vidljivosti opskrbnog lanca.

Da bi se automatiziralo praćenje popunjavanja zaliha, ciklusi zaliha, nabava materijala i druge tipične aktivnosti primarni su fokus upravljanja lancem opskrbe. Međutim, može se prilagoditi i analizi rizika, trenutnim tržišnim operacijama i partnerskim odnosima s dobavljačima.

Takvi sustavi idealni su za:

- Mala i srednja poduzeća
- Poduzeća s više opskrbnih lanaca¹¹

Upravljanje lancem opskrbe poslovna je strategija koja osigurava učinkovito upravljanje materijalnim, financijskim i informacijskim tokovima kako bi se osigurala njihova sinkronizacija u distribuiranim organizacijskim strukturama.

¹¹ <https://www.spaceo.ca/warehouse-management-system-wms/>; pristupljeno 14.07.2021.

Tablica 3: Prednosti i mane SCM sustava

PREDNOSTI	MANE
Fokusira se na poslovne aspekte i operacije lanca opskrbe	Nepredviđeni operativni troškovi
Fleksibilnost	Problemi kod integracije, odnosno instalacije sustava
Zadovoljava potrebe kupca	
Oprema za rukovanje materijalima	

Izvor: rad autora

3.3.4.4. ERP sustav

Softver za planiranje resursa u poduzeću (ERP) program je koji se koristi za nadgledanje resursa cijelog poduzeća ili organizacije. Neki od razvoja ERP programa nude WMS softver ili SCM modul integriran u njihov ERP sustav, pored glavnih aplikacija, poput softverskih sustava za ljudske resurse, prodaje i marketinga, financija i računovodstva te CRM rješenja.

Takvi sustavi idealni su za:

- Poduzeća svih veličina
- Poduzeća sa raznolikim zahtjevima kupaca¹²

ERP sustavi specifični su po tome što su pretežito orijentirani na podršku poslovnim procesima zadržavaju modularnost temeljenu na poslovnim funkcijama, počevši od proizvodnje, obrade narudžbi, obrade ulaznih i izlaznih računa, glavne knjige, nabave, skladištenja, ljudskih resursa, održavanja, kontrole i budžetiranja. Prije svega ERP podrazumijeva set upakiranih standardiziranih softverskih rješenja, a ne razvoj vlastitih rješenja dizajniranih za potrebe samo jednog korisnika (Bojčić, M. 2016.)

¹² <https://www.spaceo.ca/warehouse-management-system-wms/>; pristupljeno 14.07.2021.

Tablica 4: Prednosti i mane ERP sustava

PREDNOSTI	MANE
Preglednost	Visoki troškovi implementacije
Poboljšano izvještavanje i planiranje	
Odlična korisnička podrška	

Izvor: rad autora

3.3.5. Zadaci i prednosti primjene WMS-a

WMS sustavi rješavaju probleme i optimiziraju skladišne procese na dnevnoj bazi. Neke od tih zadataka navest ćemo niže u tekstu iako treba naglasiti da ovo nije iscrpan popis zadataka koje WMS sustavi rješavaju. Postoje WMS sustavi usmjereni na neka specifična područja.

Na primjer, često se dogodi da je glavno područje unutar kojeg djeluje sustav upravljanja skladištem WMS logistika skladišta ili računovodstvo. Međutim, gotovo uvijek WMS pruža barem minimalna sredstva u smislu funkcionalnosti za rješavanje svakog od niže navedenih zadataka, čak i ako bi svrha sustava trebala biti uska.

Dio zadataka kojima se bavi WMS sustav:

- promptno (često u stvarnom vremenu) informiranje o operacijama provedenim u skladištu
- optimizacija korištenja skladišnog prostora i ostalih resursa
- povećanje ekonomske učinkovitosti korištenja resursa (na primjer, dodjela neiskorištenih površina koje se mogu unajmiti)
- odabir optimalnih površina prostorija na temelju svojstava određenog proizvoda (osjetljivost na vlagu, temperaturu, dimenzije itd.)
- statistika, arhiviranje podataka, popravljavanje i dokumentiranje podataka za računovodstvo
- praćenje ispravnosti informacija u prometu među osobljem skladišta i strukturama poduzeća u interakciji s njima

- organizacija rada tima zaposlenika kroz softverska i hardverska rješenja¹³

WMS omogućava jednostavno i brzo traženja artikala po pozicijama i kao i na kojim pozicijama se nalaze koji artikli i tako značajno ubrzava procese te povećava iskoristivost skladišnog prostora. Pruža skladištarima mobilnost i fleksibilnost koja se osigurava korištenjem skenera, dlanovnika i čitača bar kodova.

Slika 18: Prednosti WMS-a



Izvor: <https://www.spaceo.ca/warehouse-management-system-wms/>

Kao što je prikazano na slici 18. u nastavku ćemo navesti i pojasniti neke od prednosti WMS-a:

- Optimizacija procesa: Izgradnja ispravnog WM rješenja pomogla bi da se jednostavno usavrše procesi unutar skladišta. To znači ne samo da imate najbolje procese koji odgovaraju samoj organizaciji, već i one koji odgovaraju vrsti proizvoda s kojima rukujete. Inteligentna kolekcija WMS-a omogućila bi vam implementaciju brojnih algoritama, uključujući odabir valova, regija i serija.
- Vidljivost inventara: Korištenje automatizacije skladišta sa skeniranjem, RFID-om ili drugim rješenjima za praćenje lokacije jamči vidljivost i uklanja situacije u kojima je inventar unutar skladišta zaboravljen, izgubljen ili zagubljen. To potiče tvrtku da

¹³ <https://hr.drunkentengu.com/wms-sistemyi-upravljeniya-skladom-wms-sistema-cto-eto-1180e0e>; pristupljeno 14.07.2021.

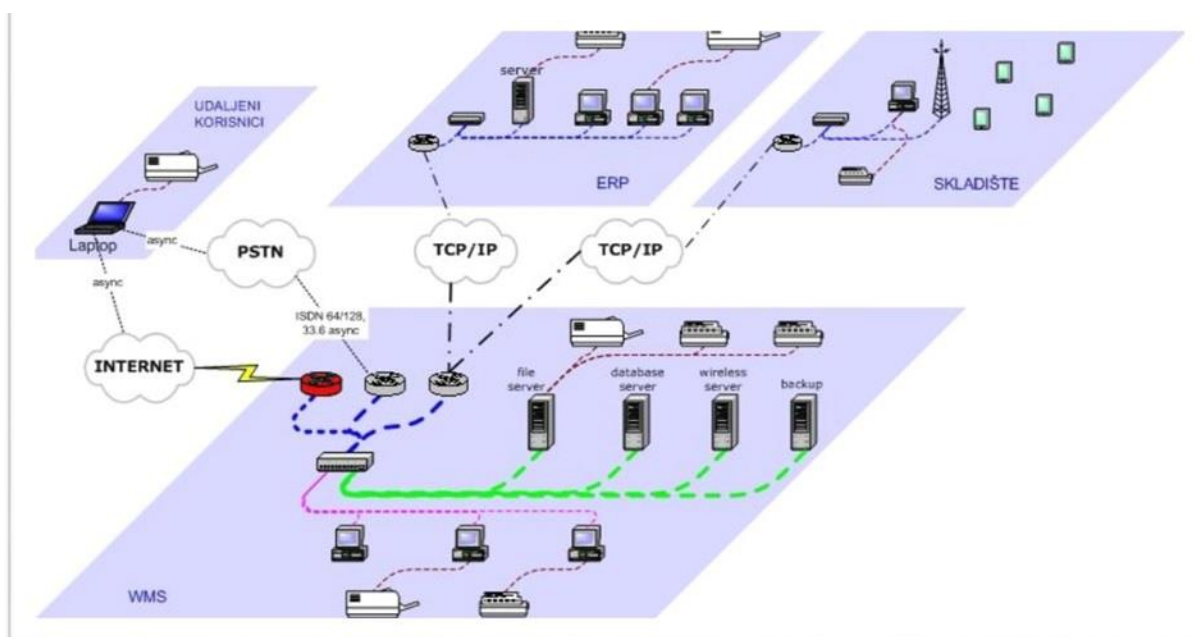
sigurnije procjenjuje zalihe i izbjegava nadopune narudžba, što dovodi do zadovoljnijih kupaca.

- Smanjuje administrativne poslove: Svi administrativni poslovi koji su u prošlosti uključivali hrpe papirologije i obrade podataka pojednostavljeni su i organizirani . Uz dostupne podatke o inventaru, rezultati se mogu analizirati i objaviti u nekoliko sekundi.
- Unaprjeđuje odnose na relaciji dobavljač-kupac: Kada imamo softver za upravljanje skladištem on automatski obrađuje naš inventar proizvoda, čak i na više lokacija, te osigurava da dobijemo traženi proizvod u traženo vrijeme. Ova produktivnost vođena sustavom omogućuje nam smanjenje napetosti s dobavljačima pa čak i s krajnjim korisnicima.
- Smanjuje troškove: WMS rješenje automatizirat će većinu skladišnih poslova u većoj mjeri. Također je moguće racionalizirati kapital radne snage i dodijeliti ga najprikladnijim dužnostima, istovremeno štedeći vrijeme izgubljeno na radno intenzivnim operacijama, poput komisioniranja robe. To omogućuje poduzećima da smanje nepotrebne troškove zaposlenika i poboljšaju kvalitetu trenutne radne snage uz pametnije i isplativije upravljanje radnom snagom.
- Povećava razinu sigurnosti: Suvremeni WMS softver omogućit će osoblju skladišta da koristi vlastiti korisnički račun za unos transakcija. To rezultira revizijskim tragom koji povezuje transfere tog pojedinog zaposlenika i na taj način dovodi do veće koncentracije zaposlenika na radnom mjestu, što automatski rezultira većom efikasnošću kao i smanjenjem broja pogrešaka.

3.3.6. Arhitektura sustava

Provedba WMS programa proces je koji je u velikoj mjeri unaprijed određen objektivnim čimbenicima - rastom poslovanja, povećanjem skladišnog prostora itd. Sljedeći aspekt učenja WMS-a koji je korisno razumjeti je arhitektura tih sustava.

Slika 19: Arhitektura WMS sustava



Izvor: http://brod.pfri.hr/web/dokumenti/uploads_nastava/20190526_163754_agatic_Warehouse_Management_System.pdf

Što se tiče prve razine, može se reći da na njemu funkcionira korisničko sučelje, odnosno prozor aplikacije na zaslonu monitora, u kojem zaposlenik skladišta obavlja osnovne operacije, unosi i mijenja podatke, komunicira s drugim stručnjacima i prima rezultate automatskih pogrešnih izračuna u radu skladišta.

Na drugoj razini djeluje glavni poslužitelj sustava, gdje se podaci pohranjuju i obrađuju. U modernim WMS modifikacijama obično se temelji na oblaku. Poslužitelj, primajući naredbe s prve razine, vrši odgovarajuće unose u bazu podataka, kojom se upravlja u okviru posebnog algoritma.

Treća razina uključuje upotrebu programskog koda koji gradi takozvanu „poslovnu logiku“ sustava. Ovdje se podaci primljeni od poslužitelja obrađuju i vraćaju u obliku željenog algoritma, koji se u konačnici dovodi na prvu razinu.

3.4. SAP

3.4.1. Povijest SAP sustava

1972. godine SAP je osnovalo pet ljudi, odnosno pet bivših zaposlenik IBM-a u Njemačkoj. Njihova vizija je stvoriti standardni softver poduzeća i biti u mogućnosti integrirati sve poslovne procese u stvarnom vremenu.

Prvi objavljeni proizvod bio je R / 1 softver za financijsko računovodstvo (R označava „obradu podataka u stvarnom vremenu“). Zatim je u 1980-ih do 1990, SAP objavio R / 2 temeljen na mainfram-ovima. Godine 1999. SAP je objavio R / 3 temeljen na klijentima i poslužiteljima koji su bili multiplatform i Microsoft i Unix.¹⁴

Trenutno SAP koristi više od 12 milijuna korisnika, a 121.000 instalacija instalirano je u 41.200 tvrtki i vladinih agencija u 120 zemalja.

3.4.2. Općenito o SAP sustavu

Kroz godine globalne modernizacije, ali i automatizacije, određeni poslovni procesi trebali su biti pojednostavljeni zbog same efikasnosti sustava. Međutim nije samo efikasnost ta zbog koje je došlo do automatizacije. Lakše detektiranje pogreške i brži pristup rješavanju iste prisilile su poduzeća poput Podravke d.d. da implementiraju SAP sustav u svoje poslovanje.

SAP je njemačka tvrtka koja je najveća softverska tvrtka u Europi. SAP je osnovan 1972. godine pod imenom Systemanalyse und Programmentwicklung pet bivših IBM-ovih zaposlenika u Mannheimu u Njemačkoj. Sjedište joj je u Walldorfu u Njemačkoj.¹⁴

Pružava softver za planiranje resursa poduzeća (ERP), koji je informatički i alat za upravljanje kako bi pomogao tvrtkama da planiraju i izvršavaju svoje poslovanje učinkovitije i učinkovitije.

SAP se sastoji od niza aplikacijskih modula te ima mogućnost podržavanja svih transakcija koje mora izvršiti tvrtka i svaka aplikacija funkcionira u odnosu jedna prema drugoj. Svi aplikacijski moduli u SAP-u mogu raditi integrirani / povezani međusobno.¹⁵

¹⁴ <https://glennbouchard.com/hr/75-apa-itu-sap-.html>; pristupljeno 14.07.2021.

Slika 20: Logo SAP sustava



Izvor: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SAP_2011_logo.svg

SAP ima nekoliko modula, a svaki modul ima svoje funkcije i koristi, zajedno s popisom modula i njihovih funkcija u SAP-u:¹⁵

- SD - prodaja i distribucija: Poboljšajte učinkovitost operativnih aktivnosti u vezi s postupkom upravljanja narudžbama kupaca (proces prodaje, otpreme i fakturiranja).
- MM - Upravljanje materijalima: Pomozite u pokretanju postupka nabave (nabave) i upravljanja zalihama.
- PP - Planiranje proizvodnje: Pomozite u procesu planiranja i kontrole, a ne proizvodnim aktivnostima (proizvodnjom) tvrtke.
- FI - Financijsko računovodstvo: Uključuje računovodstvene standarde za upravljanje gotovinom (riznica), glavnu knjigu, dugovanja, dugovanja i konsolidiranje za potrebe financijskog izvještavanja.
- CO – kontrola: Uključuje računovodstvo troškova, počevši od računovodstva mjesta troškova, računovodstva elemenata troškova i analize profitabilnosti.

Izmjene izvršene u jednom modulu na automatski će ažurirati ostale module ako su podaci koji su promijenjeni povezani s tim modulom. Podaci će se ažurirati izravno čim korisnik unese podatke u sustav. To je poznato kao „obrada u stvarnom vremenu“.

Integracija sustava može se dogoditi pod uvjetom da sve tvrtke moraju koristiti isti izvor podataka, kako za podatke o klijentima, tako i za podatke o proizvodu i podatke o dobavljaču.

¹⁵ <https://glennbouchard.com/hr/75-apa-itu-sap-html>; pristupljeno 14.07.2021.

Svrha samog SAP sustava može se definirati kratko i jasno – transparentnost podataka.

3.4.3. PRD – ERP produkcijski sustav

ERP (Enterprise Resource Planning) je uobičajeni naziv za poslovni softver koji integrira aktivnosti različitih odjela kao što je nabava, upravljanje zalihama, distribucije proizvoda, praćenje narudžbi te proizvodnja. On može objediniti module za financije, računovodstvo i upravljanje ljudskim resursima. Dakle, pojednostavljeno, ERP je poslovni program koji objedinjuje više procesa i odjela u tvrtki.¹⁶

ERP se kao skup poslovnih procesa razvio zahvaljujući razvoju informacijskih i komunikacijskih tehnologija, dok je njegov konceptualni razvoj samo jedan od koraka u razvoju upravljanja poslovnim sustavima. Računalni sustav planiranja resursa poslovnog sustava, predviđa i uravnotežuje potražnju i dobavu, predstavlja skup alata za predviđanje, planiranje i terminiranje na razini poduzeća, a ti alati izvode sljedeće zadatke (Vuković, Džambas & Blažević 2007.):

- Povezuju kupce i dobavljače u cjelovit dobavni lanac.
- Koriste provjerene procese za donošenje odluka.
- Koordiniraju prodaju, marketing, operacije, logistiku, nabavu, financije, razvoj proizvoda i ljudske resurse.

Ciljevi ERP-a uključuju povećanje produktivnosti, smanjenje troškova zaliha, proizvodnje i logistike, poboljšanje komunikacije s kupcima, integriranje svih funkcija poslovnog sustava u jednu cjelinu, te postavljanje temelja za dobavni lanac i e-poslovanje (Vuković, Džambas & Blažević 2007.)

Uvođenjem ERP sustava podiže se produktivnost iz razloga što se proizvodnja promatra kao kontinuitet od ideje dizajna proizvoda, nabave sirovina, proizvodnje do distribucije i servisa proizvoda na terenu. ERP sustavi omogućuju promjenu dizajna, tehničkih izmjena u realnom vremenu što dovodi do bržeg i kvalitetnijeg proizvoda u konačnici.

¹⁶ <https://www.mit-software.hr/usluge/erp/>; pristupljeno 14.07.2021.

3.5. SICALIS

Sustav SICALIS projektiran je od strane Simensa sa svrhom upravljanja poslovnim procesima skladišta i proizvodnje.

Glavna uloga SICALIS-a je da u svakom trenutku zna koliko je robe u skladištu i na kojim pozicijama. Također registrira svaki komisioni i transportni nalog te pomoću komunikacijskih uređaja uvijek može locirati transportno sredstvo i status rada koji je trenutno u tijeku, a ti statusi rada su: početak, u tijeku i završetak. Vrijedi spomenuti i da se svi ti komisioni i transportni nalozi istog trena arhiviraju te ostaju u arhivi mjesec dana, što je iznimno kratko, međutim nakon mjesec dana starosti svi se zapisi brišu kako se sustav ne bi „zapunio“.

Kako bi sustav adekvatno funkcionirao, te kako bi se greške svele na minimum i podigla produktivnost radnika, svaki od zaposlenika dobiva svoje korisničko ime pomoću kojega se spaja na sustav.

Ovisno o stupnju odgovornosti svakog zaposlenika koji radi na sustavu SICALIS, administrator sustava omogućava određene razine korištenja, što znači da s nižim stupnjem odgovornosti dolazi i određeni stupanj ograničenja kretanja po samom sustavu.

U SICALISU različite se vrste primljene robe razlikuju se samo po informacijama u uputama koje su stvorene za njihovo skladištenje.

SICALIS upravlja sa nekoliko različitih skladišta u poduzeću Podravka d.d., ali nama najzanimljivija su HBW1, odnosno visoko-regalno skladište G001, te SAT1 odnosno Satelitsko skladište S101. U tim skladištima SICALIS obavlja većinu posla i može nam pružiti sve potrebne informacije o količini i stanju robe na skladištu kao i jako puno drugih informacija.

Kao što možemo vidjeti na slici ispod daje nam informacije o broju hodnika u svakom skladištu, o broju zauzetih odnosno slobodnih paletnih mjesta u bilo kojem trenutku te o postotku popunjenosti skladišta. Međutim to je samo jedna razina prikaza, odnosno razina prikaza „Područja“, s time da postoji još 5 različitih razina prikaza pri čemu je svaka detaljnija u prikazu pojedinih podataka od one prethodne.

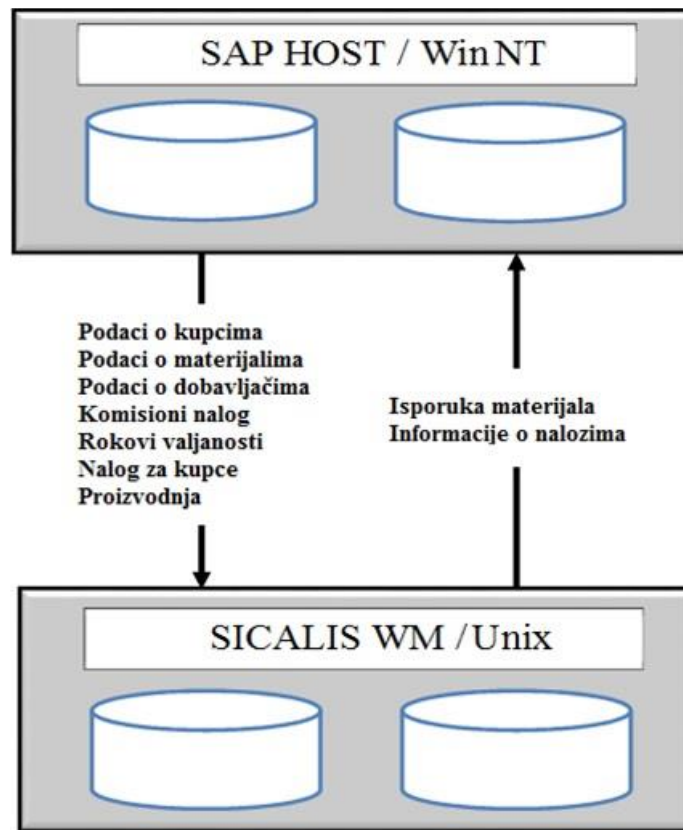
Slika 21: Skladišta kojima upravlja SICALIS

xx	Naziv skladišta	Broj hodnika	paletna mjesta		Slobodno % (G)		Slobodno % (P)	
Skladište			Glavna	Pomocna	Popunjeno % (G)	Popunjeno % (P)		
C001	Cold Store	1	482	0	341	70,75	0	100,00
DIB1		1	180	0	7	3,89	0	100,00
HBW1	Visoko skladište	8	26620	0	24543	95,80	0	100,00
PBC1	Prod. Buffer Cooled Goods	1	28	0	17	60,71	0	100,00
PBN1	Prod. Buffer Noodles	1	57	0	47	82,46	0	100,00
PBO1	Prod. Buffer Overflow	1	198	0	121	61,11	0	100,00
PBP1	Prod. Buffer Paste	1	19	0	6	31,58	0	100,00
PBS1	Prod. Buffer Soup	1	116	0	88	75,86	0	100,00
PBU1	Prod. Buffer Vegeta	1	241	0	203	84,23	0	100,00
PIC1	podrucje sabiranja	1	42	0	2	4,76	0	100,00
SAT1	Satelitsko skladište	3	3610	1984	2163	59,92	1215	61,24
							1447	40,08
							769	38,76

Izvor: rad autora

SAP i SICALIS međusobno su povezani pomoću IDoca kao što je prikazano na slici 22. iako je SAP orijentiran na poslovno-informacijski, a SICALIS na logistički sustav.

Slika 22: Tok podataka između SAP-a i SICALISA



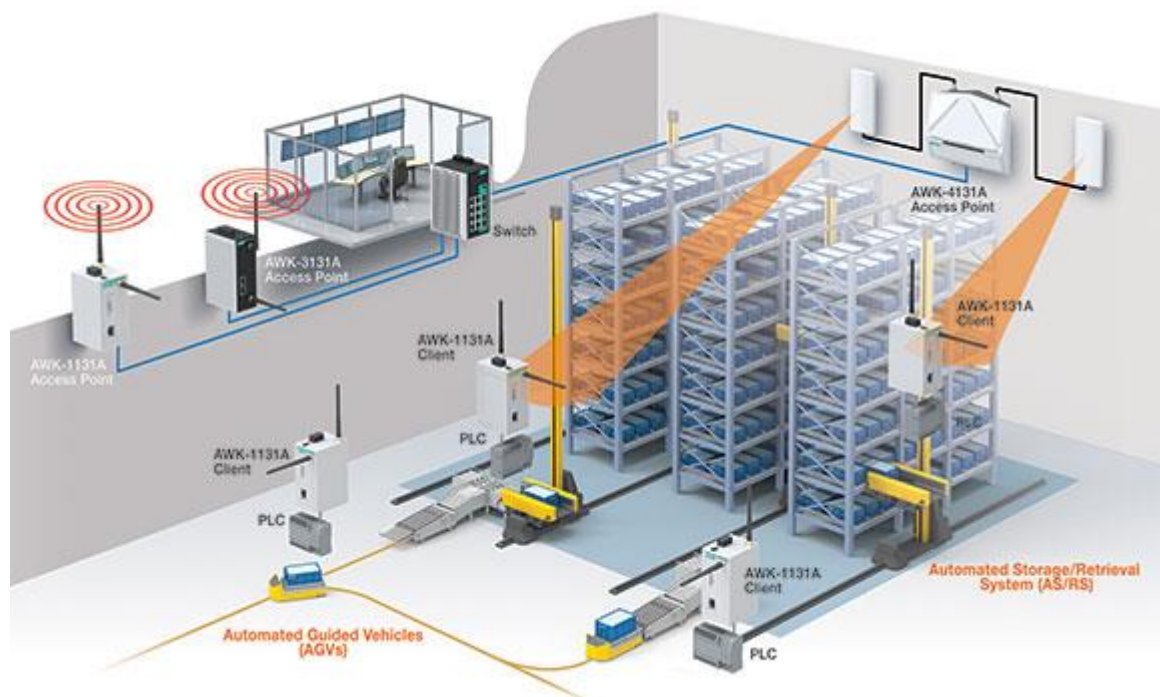
Izvor: rad autora

IDoc-i su SAP objekti koji nose podatke poslovne transakcije iz jednog sustava u drugi u obliku elektroničke pošte koriste se u većini SAP aplikacija za prijenos poruke (odnosno informacija) iz SAP sustava na druge sustave i obrnuto.

3.6.AS/RS

Općenito, pojam automatiziranih sustava za skladištenje i izuzimanje (u nastavku AS/RS engl. Automated Storage and Retrieval System) obuhvaća razne izvedbe računalom upravljano automatiziranog odlaganja i izuzimanja iz skladišnih lokacija. Računalo određuje gdje će se u skladišnom prostoru smjestiti roba te sa koje pozicije se određena roba može dohvatiti. Budući da cijelim sustavom upravlja računalo u svakom trenutku može se znati točna količina zalihe određenog proizvoda jer računalo automatski ažurira stanje prilikom skladištenja ili prikupljanja robe iz regala. (Marin A., 2016.)

Slika 23: AS/RS sustav



Izvor: <https://www.blockdit.com/posts/5e33253ca9e34a0ca1a3ab70>

U užem smislu AS/RS je sustav regala, svaki red ima svoju jedinicu za odlaganje/izuzimanje koja se kreće vertikalno i horizontalno uzduž regala odlažući i izuzimajući terete. Primarne funkcije AS/RS sustava su: skladištenje, ulaz/izlaz, komisioniranje. Stupanj automatizacije definiran je protokom, preciznošću i brzinom. Prvi AS/RS sustav nastao je 1960-ih, u početku s naglaskom na skladištenje teških tereta, no vrlo brzo s razvojem tehnologija počinje se primjenjivati za rukovanje teretima relativno malog opterećenja (lakih tereta). Sustavi konvejera (transportera) i ili automatizirani vođena vozila (AGV engl. Automated Guided Vehicles) se također smatraju dijelom AS/RS sustava. (Marin A., 2016.)

Kod ove vrste sustava za skladištenje se koriste standardne regalne konstrukcije, koje po potrebi mogu biti ojačane, a prilagođene su vrsti robe koja se skladišti. AS/RS uređaj, odnosno dizalica koja prenosi robu od ulazno-izlazne platforme do lokacije uskladištenja u 30 regalu samostalno se kreće, transportira robu do/od lokacije uskladištenja sa ulazno-izlazne platforme. Prolazi su formirani praznim prostorom između regala u koje je postavljena tračnica po kojoj se kreće AS/RS uređaj. Ulazno-izlazna platforma je mjesto s koje dizalica uzima ulaznu robu i nosi je do mjesta uskladištenja i mjesto na koje se donosi roba koja izlazi iz regala. Neki od sustava imaju i pozicije za komisioniranje na početku prolaza gdje radnici uzimaju

određenu količinu artikala iz izuzete robe koja se zatim vraća u regal na uskladištenje. (Jurić I., 2015.)

Prema veličini i volumenu kojim se rukuje možemo razlikovati nekoliko vrsta AS/RS sustava. Razlikuju se i prema metodama pohrane kao i prema komunikaciji čovjeka sa AS/RS uređajem (Manziri R., 2012.):

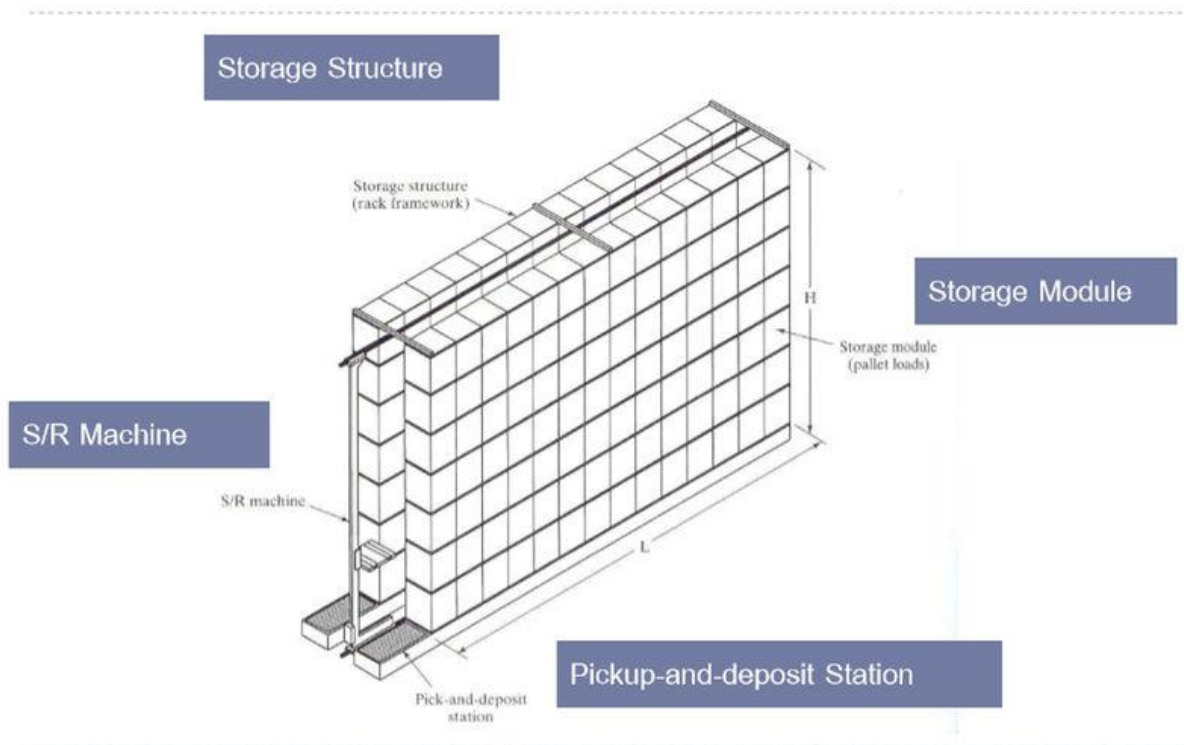
- Automatsko visokoregalno skladište (engl. Unit load AS/RS)
- Automatsko skladište za male dijelove (engl. Mini-load (micro-load) AS/RS)
- Automatizirano skladište za komisioniranje (engl. Man on bord AS/RS)
- Automatizirano skladište s regalima višestruke dubine (engl. Deep lane AS/RS)

U nastavku su navedene neke od prednosti korištenja AS/RS sustava :

- povećana produktivnost (povećan protok robe, brži pristup robi, nema „izgubljene“ robe),
- povećana kontrola i praćenje zaliha,
- povećana i optimalna iskorištenost skladišnog prostora,
- povećana zaštita materijala,
- povećanje sigurnosti na radu,
- smanjenje troškova ljudskog rada jer je manji broj ljudi potreban za rad u skladištu,
- točnost skladišnih operacija,
- smanjenje grešaka u skladišnim operacijama,
- brža inventura,
- reducirani troškovi rukovanja materijalom i drugo

Da ne bi ispalo da AS/RS sustav ima samo prednosti navest ćemo i nekoliko nedostataka. Najveći nedostatak AS/RS sustava prema stručnjacima su vrlo visoki investicijski troškovi potrebni za izradu projekta i implementaciju sustava. Osim toga, na ruku im ne idu ni visoki troškovi održavanja kao i potreba za ažuriranjem. Tu su još i troškovi obuke zaposlenika što svakako poduzeću predstavlja dodatne, ne tako male, troškove.

Slika 24: Osnovni elementi AS/RS sustava



Izvor: <https://www.blockdit.com/posts/5e33253ca9e34a0ca1a3ab70>

Slika iznad prikazuje nam osnovne elemente AS/RS sustava :

- Struktura skladišta
- S / R (Stroj za pohranu / pronalaženje)
- Modul za pohranu
- Stanica za preuzimanje i polog

3.6.1. AS/RS uređaji

AS / RS uređaji idealni su za primjene koje zahtijevaju pohranu i preuzimanje širokog spektra materijala u izuzetno gustim policama za odlaganje. AS / RS uređaji idealni su za

primjene koje zahtijevaju pohranu i preuzimanje širokog spektra materijala u izuzetno gustim policama za odlaganje.

Izbor AS / RS uređaja ovisi o gustoći pohrane, učestalosti pohrane i dohvatu materijala:

- jedan AS / RS po kanalu za pohranu (prolaz).
- jedan AS / RS za više kanala za pohranu.
- više AS / RS za pohranu u jednom kanala. ¹⁷

Čimbenici koji utječu na pohranu i operativnost AS / RS uređaja određeni su strukturom nosača za pohranu, brzinom kretanja AS / RS uređaja vertikalno i vodoravno.

Bez obzira na broj jedinica tereta kojima mogu rukovati istovremeno neki uređaji zahtijevaju dodatnu širinu prolaza zbog same njihove konstrukcije. To su uglavnom uređaji koji su konstruirani za velike visine te manipulaciju teškim teretima te zbog toga imaju ojačanu i robusniju konstrukciju kрана koji ima jedan vertikalni stup ili dva. Uglavnom se uređaji sa dva vertikalna stupa koriste za visoka skladišta i za rukovanje teškim teretima. ¹⁸

Većina AS/RS sustava koristi jedan uređaj po prolazu. Ukoliko se želi povećati produktivnost skladišta moguće je korištenje dva uređaja u jednom prolazu istovremenu. Ova verzija zahtjeva ulazno/izlazne platforme na oba kraja prolaza. Sustavi koji koriste jedan AS/RS uređaj na dva ili više prolaza su rijetki zbog smanjenog učinka te kompleksnije izvedbe sustava.

¹⁷ <https://www.blockdit.com/posts/5e33253ca9e34a0ca1a3ab70>; pristupljeno 15.07.2021.

¹⁸ <https://www.unarcorack.com/asrs-systems-details/how-asrs-systems-work/>; pristupljeno 15.07.2021.

Slika 25: Prikaz jednog uređaja AS/RS sustava po kanalu



Izvor: <https://www.unarcorack.com/asrs-systems-details/how-asrs-systems-work/>

3.6.2. AGV

Automatski vođena vozila (AGV) su vozila bez posade koja se kreću pomoću automatskog upravljačkog sustava. Senzori na infrastrukturi i na vozilu daju podatke o lokaciji i brzini vozila na osnovu kojih upravljački sustav šalje vozilu odgovarajuće upute kako bi moglo da prati određene trajektorije i da se kreće odgovarajućom brzinom.¹⁹

AGV sustav se sastoji od:

- vozila,
- on – board kontrolera,
- upravljačkog, komunikacijskog i navigacijskog sustava.

¹⁹ <http://www.automobilizam.net/automatski-vođena-vozila-agvs-%E2%80%93-automated-guided-vehicle-system/>: pristupljeno 15.07.2021.

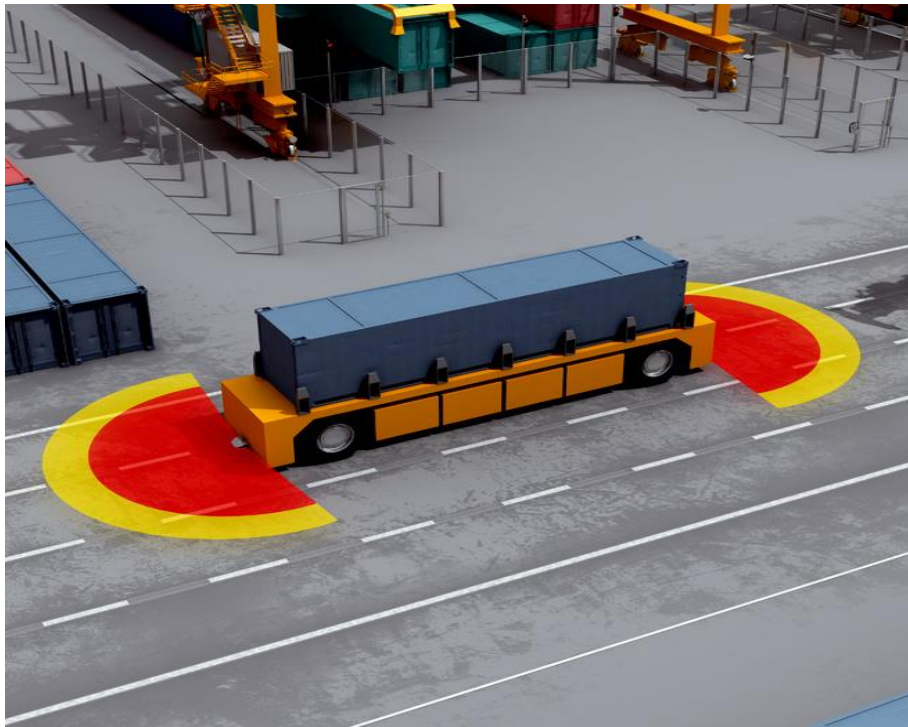
On – board kontroler je zadužen za uključivanje i isključivanje vozila, rukovodi pogonom, upravljačkim i kočionim sustavom vozila, kontrolira njegov rad i izdaje neophodne komande za korekciju grešaka.

Upravljački sustav služi za optimizaciju putanja (ruting) i vremensko planiranje operacija koje treba izvršiti (scheduling).

Komunikacijski sustav prenosi podatke između vozila i centralnog upravljačkog sustava i obratno.

Navigacijski sustav osigurava upravljanje i vođenje vozila pri radu.

Slika 26: Primjer AGV vozila za prijevoz kotejnera



Izvor: <https://www.sick.com/ag/en/industries/port/container-terminal/ground-transportation/automated-guided-vehicle-agv/c/g366055>

Kao što je prikazano na slici iznad, transport kotejnera unutar terminala umjesto traktorskih poluprikolica obavljaju AG vozila. Primjenom ovog sustava povećava se efikasnost terminala, smanjuju troškovi radne snage za 80%, potrebe za održavanjem sustava smanjuju se za 50%, a troškovi energije za 10%.

Primjena AGV vozila u skladištima sve je učestalija. Pri tome se ta vozila već duže vremena koriste za obavljanje određenih transportnih zadataka unutar skladišta (pri čemu se zapravo radi

o osnovnoj funkciji, primijenjenoj dakako u skladišnom okruženju. U novije vrijeme primjena je proširena na obavljanje i ostalih skladišnih aktivnosti, kao što su uskladištenje i vađenje robe, komisioniranje te istovar i utovar robe iz odnosno u vozila vanjskog transporta.

Jedno od takvih rješenja nude nam i Gideon Brothers, odnosno oni su predstavili potpuno autonomne mobilne robote s kojima upravlja AI na temelju 3D-a.

4. ANALIZA AUTOMATSKOG SKLADIŠNOG SUSTAVA S KONVENCIONALNIM SKLADIŠNIM SUSTAVIMA

U ovom poglavlju ćemo analizirati i usporediti automatski skladišni sustav sa konvencionalnim skladišnim sustavima kako bi došli do zaključka koji je sustav isplativiji i zašto, te o čemu sve ovisi izbor skladišnog sustava prilikom izgradnje skladišnih prostora.

4.1. Analiza automatskog skladišnog sustava

Automatizirani skladišni sustavi projektiraju se namjenski za skladištenje različitih vrsta artikala odnosno transportno skladišnih jedinica (TSJ) – palete, kutije, itd...

Sustavi rade prema principu „roba k čovjeku“. Skladišne jedinice se lociraju na policama automatski. Transport se odvija pomoću automatskih dizalica i transportnih sustava. Upravljanje sustavom i vođenje transakcija ulaza i izlaza robe izvodi se pomoću računala (WMS.)²⁰

Kao skladišno transportne jedinice moguće je u ovakvim sustavima koristiti Euro palete, plastične kutije i sl. Regalne dizalice projektiraju se i izvode sukladno željenim brzinama i visinama rada te nazivnom opterećenju.

Automatizirane skladišne sustave moguće je primijeniti (koristiti) u svim granama industrije i distribucije (prehrambena, farmaceutska, kemijska, rashladne komore i sl.) jer se projektiraju i izvode sukladno potrebnim procesima, kapacitetima i vrstama TSJ.

²⁰<https://www.primatlogistika.hr/hr/proizvodi/skladisni-uredaji-i-sustavi/automatizirani-skladisni-sustavi/automatizirani-skladisni-sustavi>; pristupljeno 15.07.2021.

Prednosti automatskog skladišnog sustava:

- Povećana produktivnost (povećan protok roba, brži pristup robi, nema „izgubljenih“ roba, mogućnost povećanja broja okretaja zaliha u jedinici vremena)
- Smanjenje greški
- Optimalna iskorištenost prostora (smanjeni troškovi izgradnje objekta, smanjeni troškovi grijanja, ventilacije, itd.)
- Potreban manji broj ljudi za rad u skladištu
- Povećana sigurnost radnog osoblja
- Reducirani troškovi rukovanja materijalom i brža inventura

Međutim, da ne bi ispalo da automatizirani sustavi donose samo prednosti, navest ćemo i nekoliko nedostataka :

- Visoki investicijski troškovi
- Povećani zahtjevi održavanja
- Povećani zahtjevi za tolerancije
- Nefleksibilnost sustava.²¹

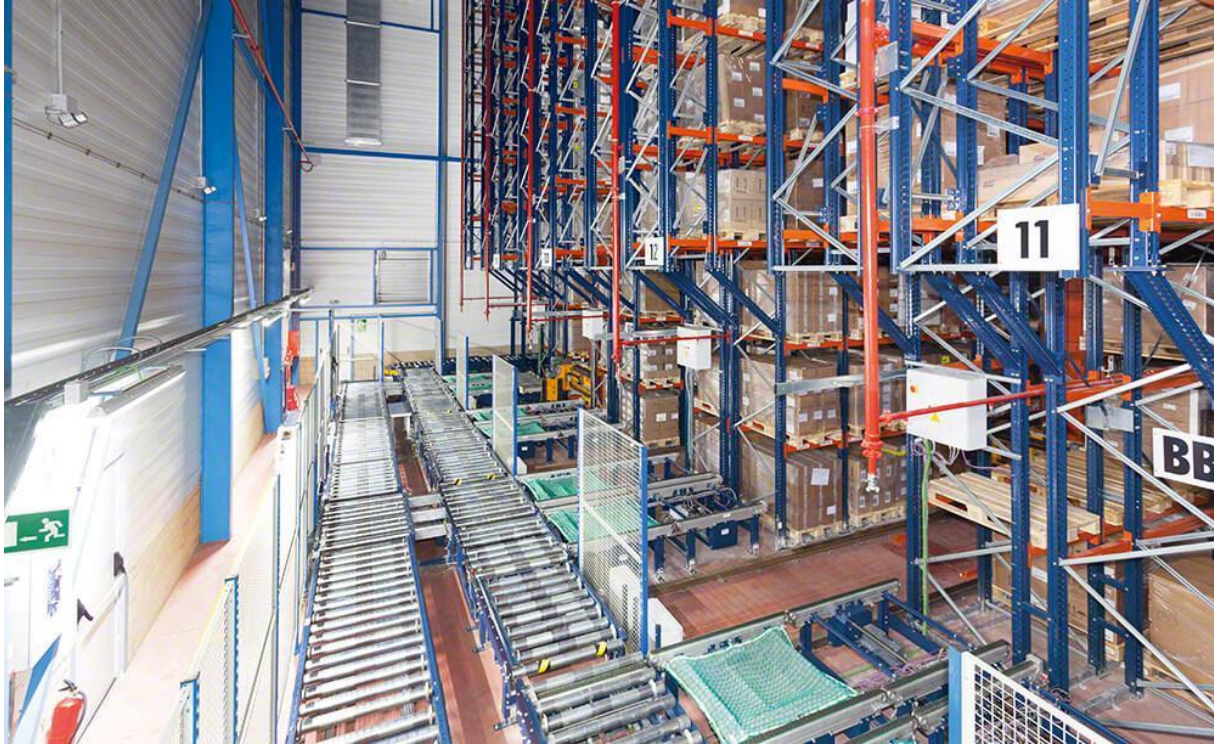
Osnovne komponente automatiziranog sustava su:

- dizalica
- regali
- prekrcajna mjesta ili ulazno/izlazna platforma
- protupožarni sustav – ostalo

²¹ <https://www.inc.com/encyclopedia/automated-storage-and-retrieval-systems-as-rs.html>; pristupljeno 14.07.2021.

Najveća prednost automatiziranog sustava pohrane i izuzimanja je da štedi prostor u odnosu na ručna skladišta.

Slika 27: Prikaz visokoregalnog automatskog skladišta sa ulazno/izlaznim konvejerima



Izvor: <https://www.mecalux.com/case-studies/example-automated-warehouses-disalfarm-spain>

Visokoregalna skladišta imaju police visine od 12m do trenutnog maximuma od 50m. Zbog strukturnih uvjeta takva skladišta su većinom izgrađena od čeličnih konstrukcija. Kapacitet takvih skladišta varira od poduzeća do poduzeća i može iznositi od nekoliko stotina paletnih mjesta do nekoliko stotina tisuća paletnih mjesta. Primjera radi Podravka d.d. ima automatsko skladište s 25.660 paletnih mjesta. Takva skladišta nude veliki volumen skladištenja međutim usko su povezana sa vrlo visokim investicijskim troškovima pa mnogi takav sustav smatraju nepristupačnim iako se visoko početno ulaganje vrlo brzo isplati kroz razne uštede koje su prednost takve vrste skladišnih sustava.

Takvim skladištem upravljaju u potpunosti automatizirani sustavi za upravljane skladištem kao i elektronički strojevi koji robu prevoze do mjesta skladištenja. Važno je napomenuti da iako je skladište u potpunosti automatizirano uvijek postoji opcija ručnog upravljanja, a zašto, pojasnit ćemo u nastavku.

Za primjer navest ću jedan slučaj iz prakse gdje veliku ulogu igraju nefleksibilan sustav i faktor ljudske pogreške.

Imamo paletu robe koja je uskladištena u automatskom skladištu, međutim kada je bila na putu prema svojoj poziciji prilikom promjene sredstva transporta (s konvejera na automatsku dizalicu) zbog nedovoljnog i nepažljivog pričvršćivanja TU pločica je pala s palete. Sada imamo slučaj gdje je paleta robe pohranjena, međutim bez svoje oznake sustav je ne može prepoznati i izvući iz skladišta. U takvom scenariju imamo nekoliko mogućnosti. Postoji nekoliko načina da se paleta pokuša izvući putem SICALIS-a na temelju arhive TU pločice ili koordinata na koje je paleta uskladištena, međutim ako ni jedan od tih "automatskih" načina ne upali preostaje nam jedino "ručno" izvaditi traženu paletu. To se radi tako da "dizaličar" uzme koordinate tražene palete iz sustava i ručnim upravljanjem s dizalicom ode do mjesta uskladištene palete i ručno je izvuče do konvejera koji će robu prenijeti do izlaznih konvejera. Nakon toga radniku na vađenju robe preostaje samo da u sustavu SICALIS ispravi grešku koja je produkt gubljenja TU pločice i roba je spremna za isporuku.

4.2. Analiza poluautomatskog skladišnog sustava

Poluautomatsko skladište karakterizira činjenica da osoblje skladišta putuje sa sustavom skladištenja i dohvaćanja za određene radne procese i zadatke poput odabira narudžbi. Jedinica za pohranu i preuzimanje automatski se premješta u prostor stalka koji je prethodno odredio operater. Točno pozicioniranje ispred parkirnog mjesta odvija se u potpunosti automatski, dok postupke skladištenja i izvlačenja, npr. drvenih ploča, upravlja rukom putem ručne naredbe. To uključuje podizanje i spuštanje tereta i smjer kretanja vilica.²²

²² <https://www.ohra.hr/proizvodi/automatski-sustavi-skladistenja>; pristupljeno 15.07.2021.

Slika 28: Prikaz poluautomatskog skladišta



Izvor: <https://www.motrac.nl/nieuws/werkbak-op-een-heftruck-niet-meer-toegestaan>

4.3. Analiza ručnog skladišnog sustava

Ručni skladišni sustav prikladan je za takvu vrstu skladištenja gdje ne treba biti velika zaliha robe te se roba skladišti na policama ili podu te se njome manipulira bez mehaničke podrške. Možda najbolji primjer ručnih skladišnih sustava su ljekarne. Roba je manjih dimenzija, nije teška što omogućuje ručnu manipulaciju, i zalihe nisu velike kao što je to slučaj kod proizvoda gotove robe.

Ručno skladište prikladno je ako se većina proizvoda primi i uskladišti u paketima koji se mogu premještati ručno ili uz pomoć kolica. Ručno skladište može zahtijevati i podne palete. Ako će se rukovati paletama, trebat će ručni paletni viličari za njihov istovar iz dostavnih vozila i njihovo premještanje po skladištu.

Kao što smo ranije spomenuli većina predmeta u ručnom skladištu vjerojatno će biti uskladištena na policama, pri čemu visina najviše police ne smije prelaziti 1,7m i bez pakiranja težeg od 25 kg, što znači da unutarnja visina skladišta nije kritičan faktor.

Slika 29: Prikaz ručnog skladišta ljekarne Oktal Pharma



Izvor: <https://www.oktal-pharma.hr/hr/novosti/oph-oktal-pharma-doo-ljubljana-obnovila-skladisne-prostore>

Iako, ni skladišta svih ljekarni nisu ručna. Treba spomenuti da je val modernizacije i automatizacije zahvatio i mala skladišta poput onih u ljekarni pa tako danas imamo automatizirane robotske ruke.

Ljekarna Varaždinske županije, prva je županijska ljekarna u Hrvatskoj s automatiziranim skladištem s računalnim upravljanjem i robotskom rukom.

Slika 30: Prikaz skladišta Varaždinske ljekarne s robotskom rukom



Izvor: <https://novine.hr/vijesti/varazdin-u-zupanijskoj-ljekarni-automatizirano-skladiste-s-robotskom-rukom>

Sličan princip rada imat će i robotska ruka trgovačkog poduzeća Kaufland koja je trenutno u testnoj fazi, a služiti će za automatsko komisioniranje gotove robe.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

U sljedećem poglavlju upoznat ćemo se sa trgovačkim poduzećem Kaufland, predstaviti rezultate gore spomenutih analiza skladišnih sustava te na primjeru jednog od mnogo Kaufland skladišta vidjeti kako jedno automatizirano skladište zapravo funkcionira.

Kako smo prethodno analizirali rad pojedinih skladišnih sustava i naveli njihove prednosti kao i nedostatke u sljedećem poglavlju analizirat ćemo utjecaj automatizacije na jednom primjeru.

5.1. Općenito o trgovačkom poduzeću Kaufland

Kaufland je Njemački trgovački lanac i dio je Schwarz-Gruppe koja također posjeduje i Lidl. Sjedište tvrtke nalazi se u Neckarsulmu gdje je davne 1984. godine otvorena prva trgovina.

Slika 31. Logo Kaufland



Izvor: <https://www.kaufland.hr/>

Do danas Kaufland posjeduje gotovo 1000 hipermarketa u 8 različitim državama, Njemačka, Češka, Slovačka, Poljska, Rumunjska, Bugarska i Hrvatska, te zapošljava više od 132000 ljudi. Iz Australije, gdje je 2019. godine u ožujku započeo izgradnju distribucijskog centra, najavio je povlačenje iz za sada nepoznatih razloga te da će fokus bazirati na europsko tržište. Kaufland

je investirao oko 255 milijuna dolara u spomenuti distribucijski centar koji je trebao otvoriti 600 radnih mjesta.²³

Tablica 5. Kaufland u svijetu

Država	Broj poslovnica
Njemačka	667
Poljska	214
Rumunjska	141
Češka	133
Slovačka	70
Bugarska	60
Hrvatska	40
Moldavija	5

Izvor: rad autora

U Hrvatskoj središte tvrtke registrirano je na adresi Donje Svetice 14, 100000 Zagreb. Prvu poslovnicu u Hrvatskoj otvorili su 2001. godine u Karlovcu, a danas u Hrvatskoj posluje 40 poslovnica. Broj zaposlenih djelatnika je 3200.

Visoke standarde i izvrsne rezultate u području upravljanja ljudskim potencijalima, potvrdio je drugu godinu za redom Top Employers Institute, dodijelivši Kauflandu certifikat Top Employer. Ovo prestižno međunarodno priznanje ističe Kaufland kao jednog od najpoželjnijih poslodavaca u Hrvatskoj i Europi, a trenutno je i jedina tvrtka u Hrvatskoj s tim certifikatom za 2021. godinu.

Osim toga, u 2020. godini osvojili su nagradu Best Employer Brand u Retail kategoriji čime su njihovi projekti dobili dodatnu validaciju²⁴

²³ <https://www.kaufland.de/>; pristupljeno 23.08.2021.

²⁴ <https://www.kaufland.de/>; pristupljeno 23.08.2021.

Slika ispod prikazuje nam jednu od 40 poslovnica koliko ih je trenutno otvoreno u Hrvatskoj.

Slika 32. Prikaz Kaufland poslovnice



Izvor: <https://tvrtka.kaufland.hr/kaufland/kronika.html>

5.2. Povijest Kauflanda

Josef Schwarz 1930. godine spaja svoje trgovačko poduzeće s veletrgovinom „A. Lidl & Comp.“ u tvrtku „Lidl & Schwarz KG“, koja trguje kolonijalnom i mješovitom robom te južnim voćem. Tvrtka će se s vremenom razviti u veletrgovinu prehrambenim artiklima. Zbog rata prekida se daljnji ustroj tvrtke. Krajem rata uslijedila je obnova.

Slika 33. Prikaz otvorenja prve poslovnice Kauflanda tadašnjeg naziva „Handelshof“



Izvor: <https://tvrtka.kaufland.hr/kaufland/kronika.html#1930>

Davne 1968. godine otvorili su prve poslovnice pod imenom „Handelshof“ u Njemačkoj, u mjestu Backnang.

Središnjicu poduzeća 1972. godine sele u Neckarsulm, a 1984. godine otvaraju prvu Kaufland poslovnicu velike površine također u Neckarsulmu.

Slika 34. Središnjica poduzeća u Neckarsulm-u



Izvor: <https://tvrtka.kaufland.hr/kaufland/kronika.html#1930>

Ekspanzija u druga regionalna područja Njemačke krenula je 1990. godine. U mjestu Meißen otvara se prva direktna prodaja pod šatorom. Osam godina nakon ekspanzije u druga regionalna područja Njemačke, odnosno 1998. godine, u Kladnu u Češkoj se otvara prvi Kaufland. Zatim se 2000. godine otvorio prvi Kaufland u Slovačkoj, pa se 2001. godine otvorio prvi Kaufland u Hrvatskoj, u Karlovcu i odmah potom u Poljskoj. I tako je redom krenulo širenje na području današnje Europe. Kauflan je prvi u Hrvatskoj proširio ponudu sa svojom vlastitom robnom markom K-Classic uz jamstvo visoke kvalitete i najpovoljnijih cijena. U Berlinu je 2011. godine otvorio svoju 1000 poslovnicu u Europi.

Slika 35. Kauflandova vlastita robna marka



Izvor: <https://tvrka.kaufland.hr/kaufland/kronika.html#1930>

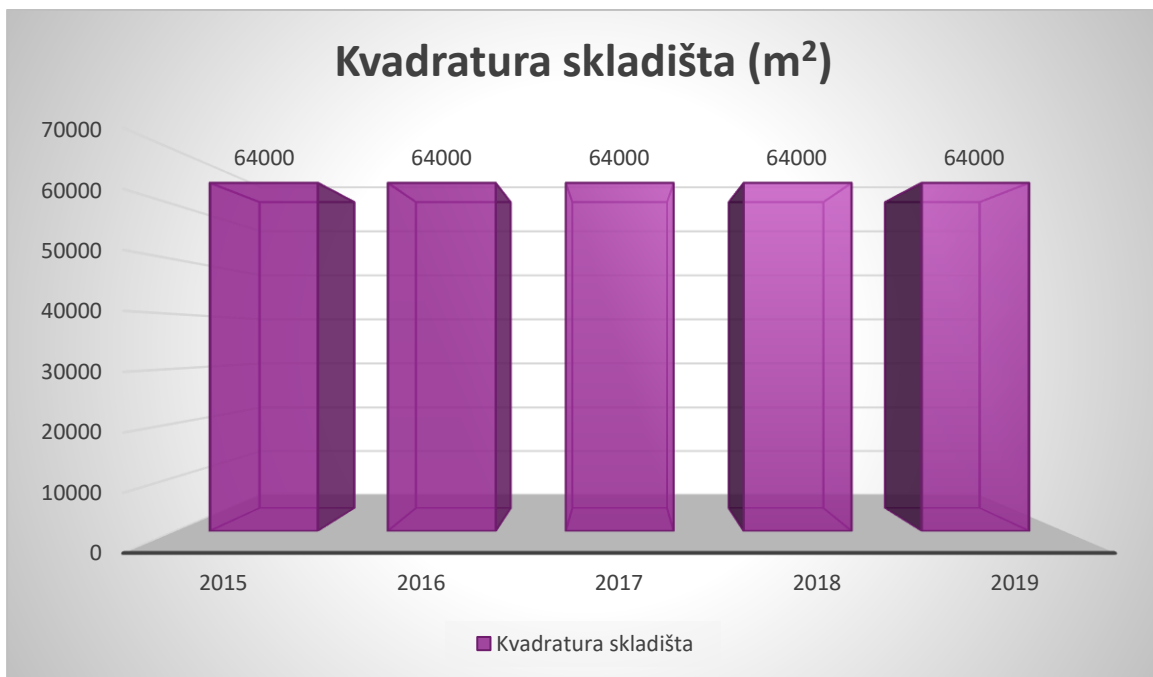
Prvi TV-spot Kauflanda u Hrvatskoj emitiran je 2013. godine, a 2015. godine otvara se logističko-distribucijski centar u Jastrebarskom (Zagreb). Dvije nove poslovnice u Zadru i Makarskoj otvaraju 2017. godine te broje 39. poslovnica u Hrvatskoj. Kako bi bili u koraku s vremenom iste godine podižu standarde i obnavljaju poslovnice u Čakovcu, Đakovu, Bjelovaru, Virovitici i na zadarskom Višnjiku.²⁵

²⁵ <https://tvrka.kaufland.hr/kaufland/kronika.html#1930>; pristupljeno 23.08.2021.

5.3. Rezultati istraživanja

Za usporedbu automatskog skladišnog sustava s konvencionalnim skladišnim sustavima uzeto je u obzir vremensko razdoblje od pet godina u kojem ćemo usporediti prihode i rashode trgovačkog lanca Kaufland s brojem zaposlenih i kvadraturom skladišnih prostora u tih pet godina i na temelju usporedbe grafički prikazati kako je automatizacija djelovala na navedeni trgovački lanac u smislu povećanja kapaciteta skladišta, povećanja ili smanjenja broja zaposlenih te kako se to odrazilo na samu dobit.

Grafikon 1. Prikaz kvadrature logističko distributivnog centra Jastrebarsko

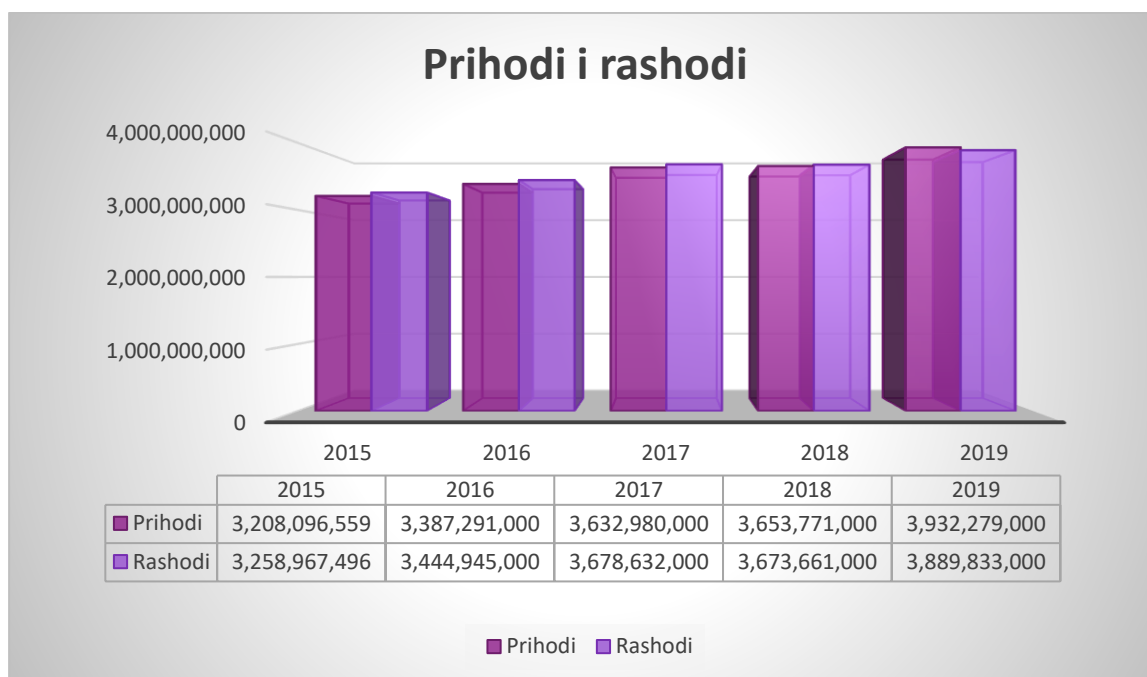


Izvor: rad autora

Za početak usporedbe važno je napomenuti da je kvadratura skladišnih prostora ostala ista u razdoblju za koje radimo analizu. Grafikon iznad prikazuje nam kako je kvadratura skladišnih prostora navedenog trgovačkog lanca u periodu od 2015. do 2019. godine ostala ista i iznosila je približno 64 000m².

Sljedeći grafikon, odnosno grafikon broj 2, prikazuje nam prihode i rashode navedenog trgovačkog lanca također u razdoblju od 5 godina.

Grafikon 2. Prikaz prihoda i rashoda



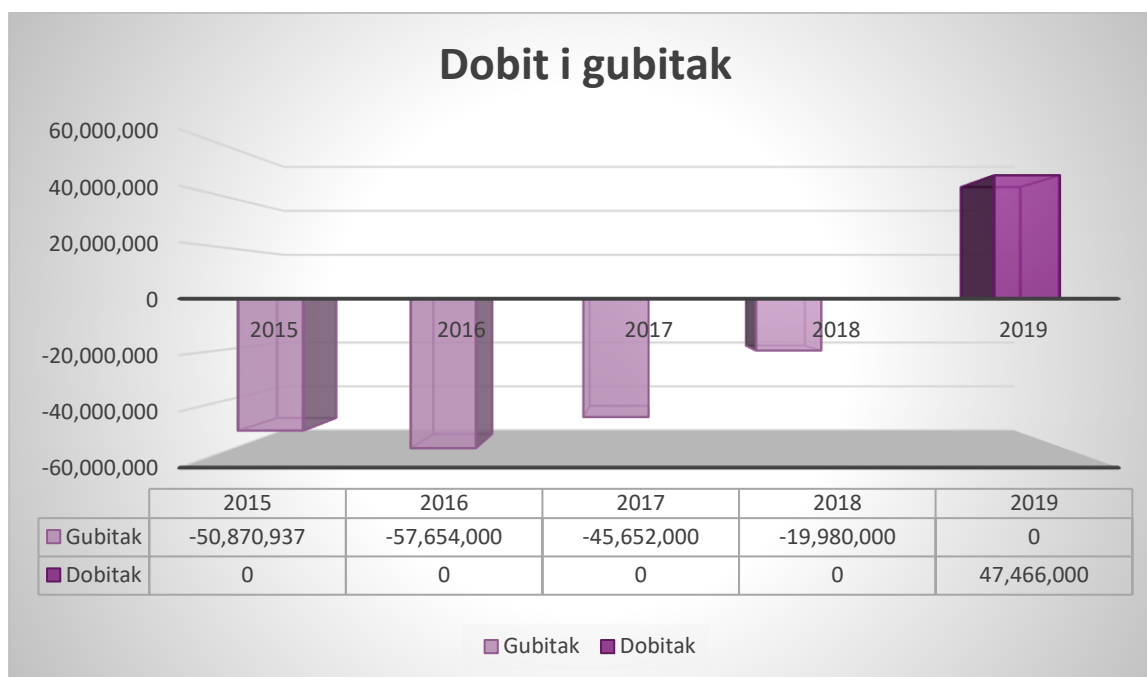
Izvor: rad autora

Možemo primijetiti da se radi o vrlo velikim iznosima što nam govori o tome koliki je dnevni odnosno mjesečni protok robe kroz skladišta spomenutog trgovačkog lanca. Nažalost, konkretne informacije o broju paleta koje prođu kroz skladište na dnevnoj bazi nisam uspio dobiti jer se klasificiraju kao povjerljivi podaci. Nadalje može se primijetiti da je jedini prihod ostvaren u 2019. godini, a zašto je to tako pokušat ćemo objasniti na temelju sljedeća dva grafikona.

Kao što možemo primijetiti na grafikonu niže, gubitak se od 2015. godine postupno smanjivao da bi 2019. godine trgovački lanac ostvario dobit.

Spomenute 2015. godine ostvarili su gubitak od 50.870.937 kn dok se 2016. godine gubitak se povećao u odnosu na prethodnu godinu na 57.654.000 kn što je u postocima povećanje od 11,77%. Do prekida negativnog trenda rasta gubitaka dolazi 2017. godine kada trgovački lanac bilježi gubitak od 45.652.000 kn, što je smanjenje u odnosu na prethodnu godinu za 20,82%. 2018. godine još uvijek bilježe gubitak od 19.980.000 kn, međutim u odnosu na 2016. godinu kada su ostvarili najveći gubitak, on iznosi 65,34% manje, što je svakako pozitivna slika iako pričamo o gubicima. Na kraju, 2019. godine bilježe dobit od 47.466.000 kn i prekida se negativan niz.

Grafikon 3. Prikaz dobiti i gubitka



Izvor: rad autora

Kao što je navedeno, 2019. godine trgovački lanac bilježi dobit u odnosu na prethodne godine. Potvrda toga može se vidjeti na sljedećem grafičkom prikazu koji je povezan s jednom od mnogih prednosti automatizacije skladišnih prostora – smanjenjem troškova zaposlenih.

Jedna od mnogih prednosti kada se govori o automatizaciji skladišnih prostora je ušteda troškova, što je navedeno već ranije u radu, koja proizlazi iz manjeg broja ljudi koji je potreban za odvijanje određenih procesa. Iako su u početku investicijski troškovi veći, što je ujedno i jedan od nedostataka automatizacije, kasnije se uloženo višestruko vrati i isplati što je slučaj i u ovom primjeru.

Grafikon 4. Prikaz broja zaposlenih u logističko distributivnom centru Jastrebarsko



Izvor: rad autora

Kao što vidimo na grafikonu iznad, centralno skladište Kauflanda je 2015. godine imalo 340 zaposlenih. 2016. godine imali su 330 zaposlenih te je iste godine ostvaren gubitak od 11,77 %. Nadalje, 2017. godine broj zaposlenih je 320, što je 5,88 % manje nego dvije godine prije te je ostvaren gubitak od 20,82% u odnosu na prethodnu godinu.

Stanje se počelo popravljati 2018. godine kada je broja zaposlenih pao na 300, što je 11,76% manje u odnosu na 2015. godinu, a gubitak je iznosio 65,34% u odnosu na 2016. godinu. Konačno, 2019. godine kada je broj zaposlenih pao ispod 300, odnosno na 280, što je razlika u odnosu na 2015. godinu od 17,65%, trgovački lanac bilježi dobit od 47.466.000 kn.

Ako uzmemo u obzir sve prednosti i nedostatke spomenute u radu i primijenimo ih na gore navedene grafikone jasno je da je u ovom konkretnom slučaju automatizacija bila ključna za ostvarivanje dobiti. To pokazuje i postepeno smanjenje broja zaposlenih kroz 5 godina. U tom periodu je došlo do automatizacije određenih dijelova skladišnih prostora što je dovelo do određenih gubitaka, da bi se ti isti gubici za koju godinu unatoč manjem broju zaposlenih pretvorili u dobit. Dugoročno planiranje je ključna stavka svake automatizacije. Dakle, ključni razlog zašto poduzeća planiraju je taj što im planiranje pomaže ostvariti ciljeve. Uvođenje automatizacije, kao što je spomenuto ranije, iziskuje velike početne troškove kao i velike

troškove održavanja sustava. Planiranje tih troškova ima veliku ulogu u raspodjeli sredstva za nadolazeću godinu i iz tog razloga, kako bi unaprijed mogli planirati odnosno predvidjeti neki trošak, dugoročno planiranje je od ključne važnosti .

Uzmimo za primjer automatsko skladište trgovačkog poduzeća Kaufland. Jedno od mnogih skladišta je visokoregalno skladište kojim upravlja WMS sustav . Kvar na automatskoj dizalici i eventualni zastoj producirao bi milionske gubitke na dnevnoj bazi. Da se tako nešto ne bi dogodilo, svake godine se radi financijski plan za sljedeću godinu u koji ulaze svi mogući troškovi u tom skladištu. Takvim planiranjem izbjegavamo moguće zastoje i osiguravamo dostupnost zamjenskih dijelova u slučaju kvara na automatskoj dizalici kako bi eventualni zastoj potrajao što kraće, a samim time bi i gubici poduzeća bili manji.

Osim automatskih dizalica i samog WMS-a , automatsko skladište se sastoji od mnogo različitih uređaja koje mu omogućuju funkcioniranje. Jedno od Kauflandovih skladišta ima RFID etikete koje na sebi imaju jedinstven bar kod čijim očitanjem dobijemo podatke o proizvodu koji se nalazi na paleti. Da bi očitali te podatke potreban je RFID čitač. Osim RFID tehnologije, a u svrhu optimizacije poslovnih procesa, koristi se EDI, odnosno Electronic Data Exchange. Kako automatizacija nije posljednji korak modernizacije, u Kauflandu rade na projektu automatskog komisioniranja gotovih proizvoda u čiju svrhu se provodi testiranje robotske ruke koja će gotove proizvode slagati na paletu zahvaljujući softverskoj podršci koja će funkcionirati na principu igre „Tetris“ u stvarnom vremenu. Po dimenzijama ambalaže, odnosno kutija, procijenit će i izračunati koju kutiju staviti na koju poziciju i shodno tim procjenama popuniti paletu. Ta paleta će zatim AGV vozilima biti prebačena do konvejera koji će paletu prebaciti do automatske dizalice. Automatska dizalica uz pomoć čitača skenira bar kod koji joj govori na koje koordinate u regalima treba odvesti paletu.

Da bi navedeni procesi bili mogući i da bi njihov rad bio kontinuiran bez višednevnih prekida potrebno je stvoriti zalihu rezervnih dijelova o čemu brine voditelj održavanja kroz dugoročno planiranje mogućih troškova.

Na navedenom primjeru trgovačkog lanca gdje smo usporedili broj zaposlenih sa trendom rasta odnosno smanjenja dobiti i gubitka u periodu od pet godina, vidljivo je da je smanjenjem broja zaposlenih, na što je utjecala automatizacija skladišnih prostora, iz negativnog trenda koji se godinu za godinom smanjivao, postignuta dobit od 47.466.000 kn. Nakon što je broj zaposlenih pao s 340 koliko su imali u 2015. godini, na 280 koliko su zaposlenih imali u 2019. godini. započeo je pozitivan trend.

U postocima bi to bilo smanjenje broja zaposlenih od 17,65% što znači da su s manje radne snage ostvarili dobit u odnosu na 2015. godinu kada je taj isti lanac zapošljavao 60 ljudi više i bilježio gubitak. Ovo analiza je dokaz da automatizacija skladišnih prostora itekako ima utjecaj na odvijanje skladišnih proces i da se dugoročno isplati. Većim početnim ulaganjem i dugoročnim planiranjem moguće je gubitak pretvoriti u dobit i sa znatno manjim brojem zaposlenih.

Još jedan argument u nizu koji ide u prilog automatizaciji skladišnih prostora iako to ne znači, kao što je spomenuto ranije u radu, da će automatizacija biti od koristi i primjenjiva na svim skladištima. To najviše ovisi o vrsti robe koja se skladišti te o dnevnom obrtaju robe koja prođe kroz skladište.

6. Zaključak

Ovaj rad temelji se na pretpostavci da suvremena logistika i njezini problemi rješenja pronalaze u automatizaciji skladišnih prostora kako bi se postiglo što veće efektivno iskorištavanje resursa, uštede na području troškova radne snage te kako bi se istodobno povećala sigurnost kako i robe tako i samih zaposlenika.

Kroz rad je obrađeno više vrsta skladišnih sustava, od automatskog skladišta do konvencionalnih skladišnih prostora koji još uvelike ovise o ljudskom faktoru. Napravljene su analize iz kojih se vide prednosti i nedostaci svakog pojedinog sustava na temelju koji se može izvući zaključak koji skladišni sustav bi najbolje odgovarao za skladištenje određene robe. Osim vrsta skladišta i skladišnih sustava kroz rad smo pojasnili i informacijske tehnologije i sustave na kojima skladišta funkcioniraju, poput WMS-a i bar kod tehnologije. Te tehnologije su danas široko rasprostranjene kad govorimo o skladištenju robe i automatizacija skladišnih prostora je svakako odgovor na neke od današnjih problema koji se javljaju u modernoj logistici.

Međutim prilikom odlučivanja da li će se raditi automatizacija skladišnih prostora te da li je ista isplativa, pažnju je potrebno obratiti na nekoliko stvari :

- Vrstu robe koja se skladišti
- Dnevni protok robe kroz skladište, obrtaj robe
- Isplativost automatizacije u odnosu na uložena sredstva

Automatizacija kao proces modernizacije ima mnogo prednosti. Nužna je ako se radi o skladištu u strogom centru grada koje više nema mogućnost otkupa susjednih zemljišta. Tada se kao rješenje pojavljuje automatizacija skladišnih prostora koja sa visokim regalima ili regalima u zemlju odnosno ispod površine daje skladištu nova paletna mjesta što automatski znači mogućnost pohrane veće količine robe u skladištu iste kvadrature. Osim toga takva automatizacija, kada regali idu i ispod površine zemlje, je isplativa jer dizalice same proizvode električnu energiju kada se spuštaju pa se automatski štedi i na troškovima energenata poput struje.

Automatizacija skladišnih prostora ima i drugu stranu, odnosno nedostatke. Jedan od glavnih nedostataka automatskih sustava je njihova limitiranost i mogućnost obavljanja točno određenih zadataka po specificiranoj brzini i točno programiranim uvjetima rada bez

možnosti prilagodbe novonastalim uvjetima ukoliko se poduzeće ne odluči na investicije u obliku promjene programa određenog stroja što je sve samo ne jeftini poduhvat. Od takvih sustava još je uvijek isplativiji smjenski rad gdje čovjek, ako se radi o komisioniranju robe, odradi više nego robot odnosno stroj koji je limitiran.

U budućnosti će automatizacija skladišnih prostora imati veliku ulogu u logistici i za očekivati je da se s vremenom automatizirana skladišta zamjene potpuno robotiziranim sustavima gdje poslovni procesi dozvoljavaju takvu promjenu. Promjena je neizbježna, modernizacija skladišnih sustava u obliku automatizacije je odgovor na neke od mnogih problema suvremena logistike, međutim čovjek još nije izgubio svoju ulogu u navedenom sustavu i više je nego potreban za njegovo kvalitetno funkcioniranje.



IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, DANIJELO SIMEK (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom AUTOMATIZACIJA SKLADNIŠNOG POSLOVANJA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Danijele Simek
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, DANIJELO SIMEK (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom AUTOMATIZACIJA SKLADNIŠNOG POSLOVANJA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Danijele Simek
(vlastoručni potpis)

Literatura

a) Knjige

1. Artek, Z. (2002). Transport i osiguranje. Zagreb: Mikrorad
2. Bloomberg, D., LeMay, S. & Hanna J.B. (2006). Logistika, Zagreb: Grafotisak
3. Coyle, J. J., Bardi, E. J., & Langley, C. J. (1996). The management of business logistics.
3. Emmet, S. (2005): Excellence in warehouse management, How to minimise costs and maximise value, John Wiley & Sons, Ltd.
4. Habek M. (2002). Upravljanje zalihama i skladišno poslovanje; Zagreb, RRIF
5. Hofmayr, S.(2005.): Analysis and Comparison of the Potential of RFID-technology in US and European supply chains, Institut für Transportwirtschaft und Logistik.
6. Ivaković, Č., Stanković, R. & Šafran, M. (2010). Špedicija i logistički procesi. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti
7. Manziri, R. (2012). Warehousing in the global supply chain. Advanced models, tools and applications for storage systems, Springer, London
8. Pavlić, M. (2011). Informacijski sustavi. Zagreb: Školska knjiga
9. Skowron, A.; Organizacija unutrašnjeg transporta, Školska knjiga, Zagreb, 1986

b) Znanstveni i stručni radovi

1. Buntak, K. i Šuljagić, N. (2014). Ekonomika logističkih funkcija u poduzeću, Tehnički glasnik, Vol. 8 No. 4.
2. Krpan, Lj., Furjan, M. & Maršanić, R. (2014). Potencijali logistike povrata u maloprodaji. Tehnički glasnik, Vol. 8 No 2
3. Nash., T.(2010.): RFID Technology and Its Impact on the Supply Chain, Eastern Michigan University. 243-247 str.
4. Sinković G., Davidović S.; „ERP sustavi temeljeni na otvorenom kodu“; 82-85 str.

5. Vuković, A., Džambas, I. & Blažević, D. (2007). Razvoj ERP-koncepta i ERP sustava. Engineering Review: Međunarodni časopis namijenjen publiciranju originalnih istraživanja s aspekta analize konstrukcija, materijala i novih tehnologija u području strojarstva, brodogradnje, temeljnih tehničkih znanosti, elektrotehnike, računovodstva i građevinarstva, Vol. 27 No. 2
6. Renko, S., Fičko, D. & Petljak, K. (2009). Novi logistički trendovi kao potpora maloprodaji, IX. znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu, Ekonomski fakultet u Osijeku, 155-170 str.

c) Ostali radovi

1. Bojčić, M. (2016). Konkurentne prednosti implementacije ERP sustava u mala i srednja poduzeća. Završni rad, Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet
2. Jurić, I. (2015). Analiza automatiziranih sustava za skladištenje i izuzimanje, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti
3. Marin, A. (2016). Analiza automatiziranih sustava za skladištenje i izuzimanje. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti
4. Rogić, K.(2008). Autorizirana predavanja iz kolegija Skladištenje i unutrašnji transport, Zagreb.
5. Šafran, M. (2017). Predavanja iz kolegija Upravljanje zalihama, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb

d) Ostali izvori

1. <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/RFID-radio-frequency-identification>; pristupljeno 13.07.2021
2. https://marco.hr/?_gl=1*1ib7l4v*_ga*Nzg0MzYxNjc1LjE2MjYxNjEyMjY.*_ga_0RVEXXM5J6*MTYyNjE2MTIyNS4xLjEuMTYyNjE2MTQ3OS4w; pristupljeno 13.07.2021.
3. <https://blog.ttelectronics.com/rfid-technology>; TT Electronics; pristupljeno 13.07.2021.

4. <https://www.4app.hr/blog/sto-je-electronic-data-interchange-edi-sustav/>; pristupljeno 13.07.2021
5. <https://www.bug.hr/savjeti/sve-o-qr-kodu-i-kako-procitati-qr-kod-21435>; pristupljeno 13.07.2021.
6. <https://www.gs1hr.org/hr/gsl-standardi/identifikacija/logisticke-jedinice-sscc>; pristupljeno 13.07.2021.
7. <https://www.spaceo.ca/warehouse-management-system-wms/>; pristupljeno 14.07.2021.
8. <https://www.mit-software.hr/usluge/erp/>; pristupljeno 14.07.2021.
9. <http://www.automobilizam.net/automatski-vodjena-vozila-agvs-%E2%80%93-automated-guided-vehicle-system/>; pristupljeno 15.07.2021.
10. <https://www.inc.com/encyclopedia/automated-storage-and-retrieval-systems-as-rs.html>; pristupljeno 15.07.2021.
11. <https://rgfi.fina.hr/JavnaObjava-web/prijava.do>; pristupljeno 18.08.2021.
12. <https://karijera.kaufland.hr/otkrij-kaufland1/o-nama.html>; pristupljeno 23.08.2021.
13. <https://tvrtka.kaufland.hr/kaufland/kronika.html>; pristupljeno 23.08.2021.
14. <https://www.kaufland.de/> ; pristupljeno 23.08.2021.
15. <https://novac.jutarnji.hr/novac/aktualno/kaufland-ipak-odustaje-od-sirenja-na-australiju-u-europi-vidimo-veci-potencijal-za-rast-9882034>; pristupljeno 23.08.2021.

POPIS SLIKA

<i>Slika 1: Prikaz starog sustava skladištenja</i>	7
<i>Slika 2: Usporedba privatnih i javnih skladišta</i>	8
<i>Slika 3: Prikaz automatskog skladišnog sustava odnosno dizalica za slaganje robe u regale</i>	10
<i>Slika 4: Prikaz zaliha gotove robe</i>	13
<i>Slika 5: Transportni sustavi</i>	14
<i>Slika 6: Različiti viličari unutrašnjeg transporta</i>	15
<i>Slika 7: Različite vrste RFID tag-a</i>	20
<i>Slika 8: RFID čitač kartica</i>	21
<i>Slika 9: UHF RFID antena</i>	22
<i>Slika 10: Pojednostavljeni RFID sustav</i>	23
<i>Slika 11: Elektronička razmjena podataka - EDI</i>	26
<i>Slika 12: Struktura linijskog bar koda</i>	28
<i>Slika 13: QR kod i jedan od čitača</i>	30
<i>Slika 14: SSCC kod</i>	32
<i>Slika 15: Primjer logističke naljepnice</i>	33
<i>Slika 16: Struktura crtičnog koda EAN-13</i>	34
<i>Slika 17: WMS sustav</i>	36
<i>Slika 18: Prednosti WMS-a</i>	41
<i>Slika 19: Arhitektura WMS sustava</i>	43
<i>Slika 20: Logo SAP sustava</i>	45
<i>Slika 21: Skladišta kojima upravlja SICALIS</i>	48
<i>Slika 22: Tok podataka između SAP-a i SICALISA</i>	49

<i>Slika 23: AS/RS sustav.....</i>	50
<i>Slika 24: Osnovni elementi AS/RS sustava.....</i>	52
<i>Slika 25: Prikaz jednog uređaja AS/RS sustava po kanalu.....</i>	54
<i>Slika 26: Primjer AGV vozila za prijevoz kotejnera.....</i>	55
<i>Slika 27: Prikaz visokoregalnog automatskog skladišta sa ulazno/izlaznim konvejerima.....</i>	59
<i>Slika 28: Prikaz poluautomatskog skladišta.....</i>	61
<i>Slika 29: Prikaz ručnog skladišta ljekarne Oktal Pharma.....</i>	62
<i>Slika 30: Prikaz skladišta Varaždinske ljekarne s robotskom rukom.....</i>	63
<i>Slika 31. Logo Kaufland.....</i>	64
<i>Slika 32. Prikaz Kaufland poslovnice.....</i>	66
<i>Slika 33. Prikaz otvorenja prve poslovnice Kauflanda tadašnjeg naziva „Handelshof“.....</i>	67
<i>Slika 34. Središnjica poduzeća u Neckarsulm-u.....</i>	67
<i>Slika 35. Kauflandova vlastita robna marka.....</i>	68

POPIS TABLICA

<i>Tablica 1: Prednosti i mane Samostalnog WMS-a</i>	<i>37</i>
<i>Tablica 2: Prednosti i mane sustava baziranog na oblaku</i>	<i>38</i>
<i>Tablica 3: Prednosti i mane SCM sustava</i>	<i>39</i>
<i>Tablica 4: Prednosti i mane ERP sustava.....</i>	<i>40</i>
<i>Tablica 5. Kaufland u svijetu</i>	<i>65</i>

POPIS GRAFIKONA

<i>Grafikon 1. Prikaz kvadrature logističko distributivnog centra Jastrebarsko.....</i>	<i>69</i>
<i>Grafikon 2. Prikaz prihoda i rashoda</i>	<i>70</i>
<i>Grafikon 3. Prikaz dobiti i gubitka.....</i>	<i>71</i>
<i>Grafikon 4. Prikaz broja zaposlenih u logističko distributivnom centru Jastrebarsko</i>	<i>72</i>