

# Značaj informacijskih tehnologija u tehničkoj logistici

---

Žabek, Bruno

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:119:674317>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Bruno Žabek**

**ZNAČAJ INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U TEHNIČKOJ  
LOGISTICI**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2019.**



**Sveučilište u Zagrebu**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**  
**Vukelićeva 4, 10000 Zagreb**  
**PREDDIPLOMSKI STUDIJ**

Preddiplomski studij: ITS i logistika  
Zavod: Zavod za transportnu logistiku  
Predmet: Tehnička logistika

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Pristupnik: Bruno Žabek  
Matični broj: 0135239712  
Smjer: Logistika

Zadatak: Značaj informacijskih tehnologija u tehničkoj logistici

Engleski naziv zadatka: THE IMPORTANCE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN TECHNICAL LOGISTICS

Opis zadatka:

Opisati značajke informacijsko identifikacijskih tehnologija u logistici. Opisati i objasniti specifičnosti barcode i RFID tehnologija. Analizirati značaj informacijskih tehnologija u tehničkoj logistici. Prikazati i opisati analizu troškova i ušteda uvođenjem internetskih sustava na primjeru.

Nadzorni nastavnik:

Predsjednik povjerenstva za završni ispit

Djelovođa:

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**ZAVRŠNI RAD**

**ZNAČAJ INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U TEHNIČKOJ  
LOGISTICI**

**THE IMPORTANCE OF INFORMATION TECHNOLOGIES  
IN TECHNICAL LOGISTICS**

Mentor: Dr.sc. Damir Budimir

Student: Bruno Žabek

JMBAG: 0135239712

Zagreb, rujan 2019.

## SAŽETAK

Tehnologija automatskog označavanja i prepoznavanja proizvoda, kao i drugih segmenata u procesu proizvodnje, odavno je sastavni dio suvremenih poslovnih informacijskih sistema velikog broja kompanija. Tehnologija automatske identifikacije razvijala se u različitim pravcima i za različite potrebe, od prepoznavanja proizvoda do identifikacije ljudi. U radu se analiziraju i uspoređuju barkod i RFID tehnologije u funkciji tehničke logistike. Sposobnost umreženih uređaja da prikupe informacije iz okruženja u kome se nalaze i da ih prenesu, podijele putem interneta da bi druge stvari ili ljudi na osnovu tih informacija mogli nešto učiniti nije više ograničena na računala ili mobilne telefone. Internet povezanih računala postaje internet povezanih stvari. Poduzeća koja se uspiju povezati na Internet stvari i koriste podatke i analitiku kako bi razvili predviđajuće algoritme, koji mogu ubrzati efikasnost, dramatično povećaju produktivnost, smanje upotrebu energije i drugih resursa, uspjeh će dramatično smanjiti granične troškove proizvodnje i distribucije proizvoda ili usluga.

**KLJUČNE RIJEČI:** identifikacijske tehnologije; barkod tehnologija; RFID tehnologija; rezervni dijelovi; Internet stvari

## SUMMARY

The technology of automatic labeling and product recognition, as well as other segments in the manufacturing process, has long been an integral part of modern business information systems of many companies. Automatic identification technology has evolved in different directions and for different needs, from product recognition to human identification. The paper analyzes and compares barcode and RFID technologies in the function of technical logistics. The ability of networked devices to collect and transmit information from their environment, share it online so that other things or people can do something based on that information is no longer limited to computers or cell phones. The Internet of connected computers becomes the Internet of connected things. Businesses that manage to connect to the Internet of Things and use data and analytics to develop predictive algorithms that can accelerate efficiency, dramatically increase productivity, reduce energy and other resources, will dramatically reduce marginal costs of producing and distributing products or services.

**KEYWORDS:** identification technologies; barcode technology; RFID technology; spare parts; The Internet of Things

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. ZNAČAJKE IDENTIFIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA U TEHNIČKOJ LOGISTICI.....	2
3. BARKOD I RFID TEHNOLOGIJE .....	7
3.1. BARKOD TEHNOLOGIJE .....	7
3.1.1. POVIJEST BARKODA .....	7
3.1.2. PODJELA BARKODOVA .....	8
3.1.3. EAN SUSTAV .....	9
3.1.4. DODJELJIVANJE EAN BARKODA .....	10
3.1.5. EAN-13 BARKOD .....	10
3.1.6. EAN-8 BARKOD .....	11
3.1.7. INTERNI EAN BARKODOVI.....	12
3.1.8. KODOVI "3 OD 9" I 128.....	12
3.2. RFID TEHNOLOGIJE.....	13
3.2.1. RFID-tag .....	13
3.2.2. RFID-čitač.....	14
3.2.3. RFID-računalo.....	14
3.2.4. GLAVNA PODRUČJA UPOTREBE RFID TEHNOLOGIJA U OPSKRBNOM LANCU15	
3.2.5. USPOREDBA RFID TEHNOLOGIJE SA BARKOD TEHNOLOGIJOM.....	18
4. RAZVOJ INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U TEHNIČKOJ LOGISTICI .....	20
5. PRAĆENJA KRETANJA REZERVNIH DIJELOVA I RASPOLOŽIVOST .....	25
5.1. OSIGURAVANJE KONTINUITETA MATERIJALNOG TOKA .....	25
5.2. UPRAVLJANJE DOSTUPNIM REZERVNIM DIJELOVIMA .....	26
5.3. RASPOLOŽIVOST .....	26
6. ANALIZA TROŠKOVA I UŠTEDA UVOĐENJEM INTERNETSKIH SUSTAVA ...	30
6.1. INTERNET STVARI .....	33
6.2. TEHNIČKI ASPEKTI PRIMJENE INTERNETA STVARI.....	34
6.3. EKONOMSKI ASPKETI PRIMJENE INTERNETA STVARI.....	35
6.4. EFEKTI SMANJENJA GRANIČNIH TROŠKOVA .....	35
6.5. PRIMJENA INTERNETSKIH SUSTAVA U SKLADIŠNIM PROCESIMA.....	37
7. ZAKLJUČAK .....	40
LITERATURA:.....	41
POPIS SLIKA: .....	42
POPIS TABLICA:.....	43
POPIS KRATICA: .....	44



# 1. UVOD

U ovom završnom radu govori se o primjeni informacijskih i identifikacijskih tehnologija u tehničkoj logistici. Rad je podijeljen u sedam cjelina:

1. Uvod
2. Značajke identifikacijskih tehnologija u logistici
3. Barkod i RFID tehnologije
4. Razvoj informacijskih tehnologija u tehničkoj logistici
5. Praćenja kretanja rezervnih dijelova i raspoloživost
6. Analiza troškova i ušteda uvođenjem internetskih sustava
7. Zaključak

U drugom poglavlju navedeni su najzastupljeniji sistemi identifikacije. Objasnjena su centralna i decentralna upravljanja logističkih poduzeća i prikazana su područja kao i načini primjene identifikacijskih tehnologija. Treće poglavlje objašnjava barkod tehnologije. Prikazana je povijest barkod tehnologije te su definirani najvažniji barkod sustavi. Osnovni elementi RFID tehnologije i glavne komponente sustava prikazane su također u trećem poglavlju. Prikazuje se glavna područja upotrebe RFID tehnologije u opskrbnom lancu te se uspoređuje barkod i RFID tehnologija. U četvrtom poglavlju prikazan je razvoj informacijskih tehnologija u tehničkoj logistici. Obrazložene su značajke modernog poslovanja i prikazana su obilježja virtualnih kompanija. U petom poglavlju definirana je raspoloživost i važnost vremena kao alata za određivanje spremnosti i raspoloživosti sredstva. Prikazane su matematičke formule različitih raspoloživosti sustava. U šestom poglavlju analizirani su troškovi prometnih poduzeća, prikazane su podjele troškova te troškovni konflikti logističkih sustava. Ušteda uvođenjem internetskih sustava potvrđena je sustavom "Internetom stvari". Internet stvari sagledan je iz tehničkih i ekonomskih aspekata.

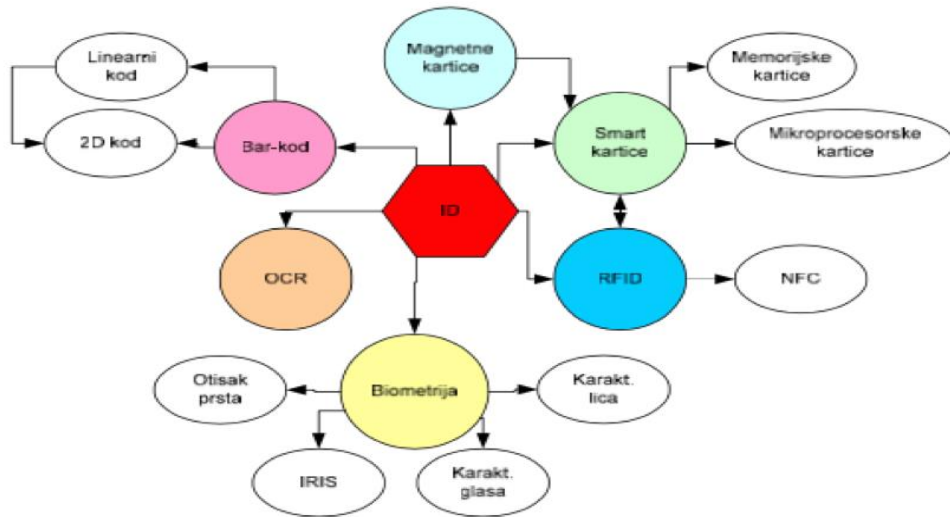


## 2. ZNAČAJKE IDENTIFIKACIJSKIH TEHNOLOGIJA U TEHNIČKOJ LOGISTICI

Tehnologija automatskog označavanja i prepoznavanja proizvoda, kao i drugih segmenata u procesu proizvodnje, odavno je sastavni dio suvremenih poslovnih informacijskih sistema velikog broja kompanija. Proces automatskog označavanja i identifikacije počeo je pedesetih godina prošlog vijeka s primjenom barkoda kao prepoznatljive oznake, jednostavno čitljive uz pomoć čitača čiji su dijelovi izvor svjetlosti, foto dioda i dekođer. Ova tehnologija je omogućila i ubrzala razvoj automatske identifikacije i našla masovnu primjenu u registraciji i prepoznavanju proizvoda u skladištima, maloprodajnim objektima, a kasnije i u procesu proizvodnje. Sistem automatske identifikacije su patentirali 1949. godine u Sjedinjenim Američkim Državama (United States of America - USA) Joe Woodland i Berny Silver, a nastao je upravo iz želje da se automatizira proces očitavanja i identifikacije u prehrambenoj industriji. Zatim se pojavljuje Radio frekvencijska identifikacija (Radio-Frequency Identification - RFID), koja je zbog cijene imala primjenu samo u tehnološkim procesima do oko 2000. godine, kada dolazi do ekspanzije koja će trajati sve dok cijena RFID kartica ne bude ispod 5 centi. Ručni skeneri pojavljuju se oko 1995. godine i prije 2000. godine postaju masovno sredstvo za čitanje barkodova od proizvodnih procesa, preko skladišta do trgovine. U logističkim procesima primjenjuju se najčešće opto-elektroničke metode s barkodovima i mikrovalne metode s transponderima. Poslije 2000. godine pojavljuje se prepoznavanje glasa kao metoda prijenosa informacija pogodna za komisijske procese, jer su obje ruke izvršioca slobodne (slušalice i mikrofoni su na glavi).

Tehnologija automatske identifikacije razvijala se u različitim pravcima i za različite potrebe, od prepoznavanja proizvoda do identifikacije ljudi. Sistemi za identifikaciju su se razvijali na osnovu specifičnih primjena i sredina u kojima se zahtijeva identifikacija, pa su danas na tržištu najzastupljeniji sistemi koji rade na principima, (Slika 1.):

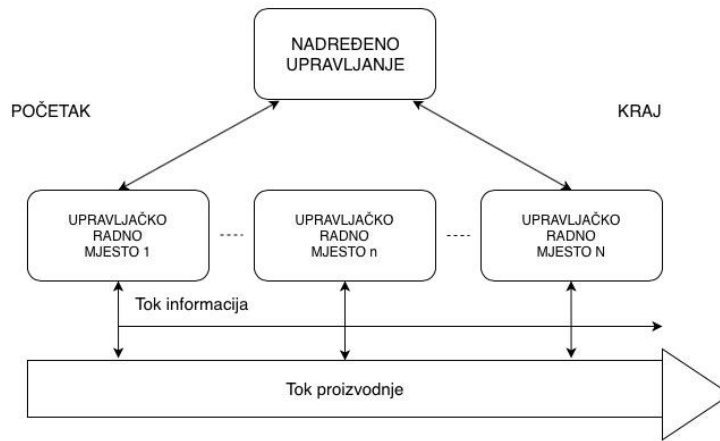
- barkoda,
- optičkog prepoznavanja znakova (Optical Character Recognition - OCR),
- biometrijskog prepoznavanja - prepoznavanje mrežnica (iris), prepoznavanje glasa, prepoznavanja otiska prsta (daktiloskopija),
- *smart* kartica - memorijske kartice, mikroprocesorske kartice,
- RFID tehnologija, komunikacije u bliskom polju (Near Field Communication – NFC)



Slika 1. Sistemi automatske identifikacije, Izvor: [12]

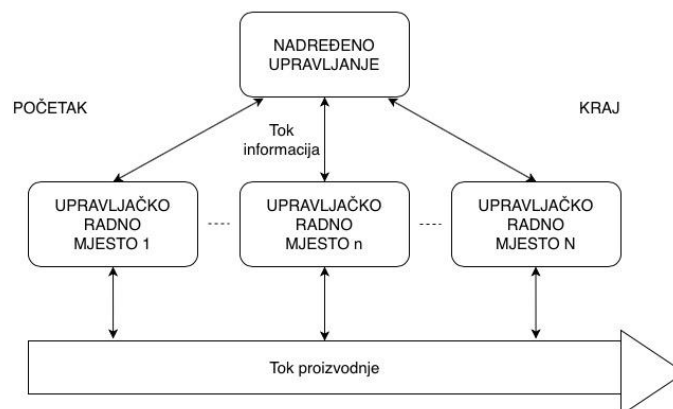
Razvoj tehnologije svakim danom sve više utječe na svjetsko gospodarstvo. Kako bi ostali ili postali tržišni predvodnici, najveće tvrtke si ne mogu dopustiti samo praćenje tehnoloških trendova. Sve jača konkurencija i pritisak tržišnih izazivača i sljedbenika tjera predvodnike na stalne inovacije i u tehničko-tehnološkom segmentu poslovanja. Uz proizvodnju, logistika je poslovna funkcija koju najviše zahvaćaju tehnološke inovacije i unapređenja. Razvojem logističkih procesa često se posezalo za različitim tehnologijama automatske identifikacije, kako bi se što uspješnije ostvarila osnovna svrha logistike - poboljšanje protoka dobara i informacija kroz tvrtku, ali i kroz cjelokupni opskrbeni lanac. Automatska identifikacija je širok pojam koji se odnosi na metode prikupljanja podataka i njihovog izravnog unošenja u računalni sustav bez ljudskog sudjelovanja. Naime, veliki trgovački lanci koji se okrupnjavaju na globalnoj razini, traže i diktiraju različite načine smanjenja troškova kako bi uz istu ili smanjenu razinu cijena zadržali i povećali vlastitu konkurentsku sposobnost [1].

Računala na višim razinama upravljanja uvjetovala su promjene u obliku upravljanja tržišta i burze. Stariji oblici upravljanja, kada računala i komunikacijski sustavi nisu imali ovakvu brzinu i moć, bila je decentralizirana, jer se podaci drže i obrađuju na nižem horizontalnom nivou. S gornjim razinama komunicira se najčešće na početku i na kraju procesa, vertikalna komunikacija je rasterećena i ako dođe do smetnji u radu, to se odnosi samo na dotičnu razinu. Gornje razine nemaju tekuće informacije o događanjima na nižoj, najčešće izvršnoj razini (Slika 2.).



*Slika 2. Decentralno upravljanje*

Tokovi informacija na ovoj razini prate proizvodni proces, a na kraju informacije se prenose na višu razinu. Povećanjem moći računala i smanjenjem jedinične cijene, sistemi se umrežavaju i u primjeni je moguće i centralno upravljanje (Slika 3.).



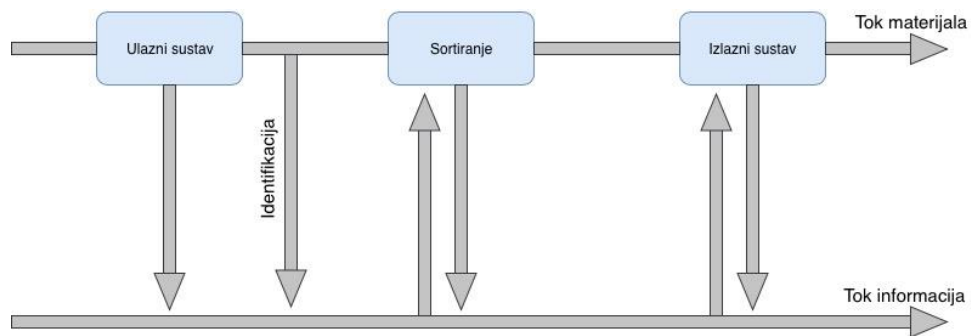
*Slika 3. Centralno upravljanje*

Ovdje je prisutna povezanost po vertikali i informacije se razmjenjuju u hodu. Pošto je prisutna transparentnost, rukovodeća razina ima uvijek aktualne informacije o proizvodnom procesu. Poremećaj u informacijskom sistemu ima posljedica na sve razine upravljanja, što je mana. Mana je i smanjena fleksibilnost, jer je svaka promjena podređena postojećem konceptu i opremi. Vertikalne razine upravljanja čine piramidu, od procesora na strojevima pa do glavnog računala u računalnom integriranom upravljanju (Computer Integrated Management - CIM). Na ovaj način moguća je automatizacija cijelog procesa, dakle kako proizvodnih jedinica, tako i tokova materijala paralelno s tokovima informacija, što omogućava planiranje i kontrolu cjelokupnog procesa, što je i cilj logistike.



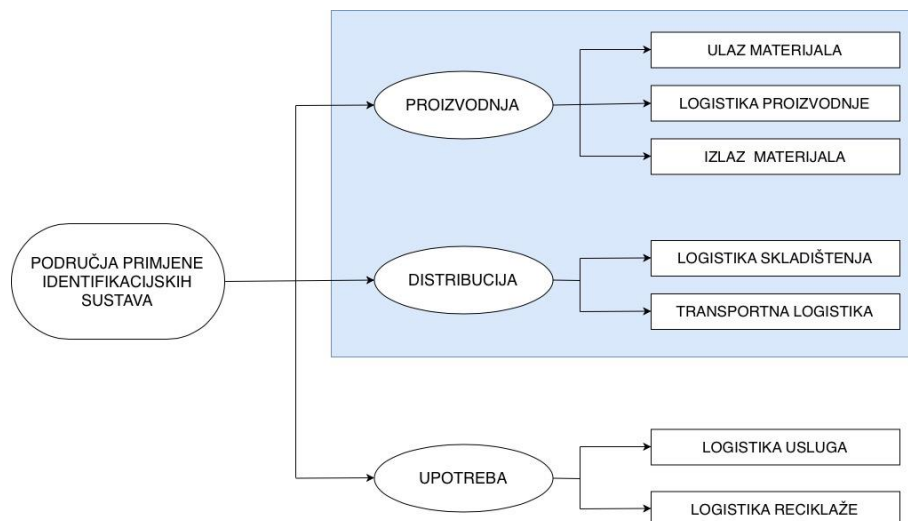
*Slika 4. CIM piramida upravljanja*

Na slici 4. prikazana je jedna shema CIM piramide. Funkcioniranje piramide upravljanja počinje na identifikaciji materijala ili dijelova u proizvodnji u logističkim centrima i lancima te na dostavljanju informacija nadređenom računalu o mjestu i stanju. Na slici 5. prikazana je veza tokova materijala i tokova informacija procesima sortiranja, gdje identifikacija daje prvu povratnu informaciju informacijskom sustavu da je nešto pristiglo u tokove materijala i da treba pronaći u algoritmima odluku o daljem toku, koja je jednoznačna.



*Slika 5. Uloga identifikacije*

Međutim, identifikacija ima daleko širi značaj za tokove materijala, što se može uočiti sa slike 6., gdje se obojeni dio odnosi na direktno povezane sustave. Identifikacija također ima izuzetan značaj kao povratna informacija tijekom cijelog životnog vijeka korištenja proizvoda i opreme (kao potvrda ili opovrgavanje pretpostavki tijekom projektiranja i konstruiranja) sve do reciklaže.



Slika 6. Područja primjene identifikacijskih sustava

Općenito, identifikacija je moguća:

- manualno uz direktnu ili indirektnu komunikaciju s vođenjem sustava (pisanim protokolom, pritiskom na neke tipke i sl.);
- mehanički i elektromehanički preko senzora, nailaskom npr. na metalne listiće od lima, što može aktivirati skretnice ili neke druge činitelje, mjerenje mase kod protočnih vaga ili mjerenje udaljenosti koje aktivira sustav, itd;
- s magnetnim trakama;
- elektronski s čip kartama
- elektromagnetski i to:
  - s mobilnim nosiocima informacija i induktivnom komunikacijom ili preko radio-valova
  - mikrovalovima (u infracrvenom području) gdje roba mora imati transpondere koji se očitavaju bilo gdje u sustavu;
- opto-elektronički s kodovima (Barkod, *Dotcode*, OCR, grafički simboli, itd.), refleksnim markerima, itd.

## 3. BARKOD I RFID TEHNOLOGIJE

### 3.1. BARKOD TEHNOLOGIJE

Barkod 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 barkoda. Barkod 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. Barkodovi se koriste u različitim dijelovima poslovanja: skladištu, prodavaonici, proizvodnji i uslužnoj djelatnosti. Očitavanjem podataka o proizvodu iz barkoda smanjuje se mogućnost greške uzrokovane ljudskim faktorom. Prodavač na blagajni prodavaonice očitava podatke onog proizvoda koji je kupac donio na blagajnu. Očitavanje podataka o proizvodu brže je od ukucavanja šifre proizvoda. Ako su u sustav uključene vage, tada se vagana roba obilježava barkod naljepnicom kojom se na blagajni točno evidentira težina i vrijednost izvagane robe. Postoje vage u samoposluživanjima gdje kupac sam izmjeri težinu željene robe i nakon vaganja zalijepi naljepnicu s barkodom na vrećicu u kojoj je roba. Ta se vrećica na blagajni kontrolira čitanjem barkoda i vaganjem na tzv. "*check-out* vagi" te se kupcu ispostavi račun. Ako kupac želi provjeriti cijenu proizvoda na polici ne mora tražiti nekoga od osoblja. Dovoljno je da uzme željeni proizvod, odnese ga do barkod čitača i odmah dobije točnu informaciju o proizvodu. Prilikom zaprimanja proizvoda u skladište ili prodavaonicu moguće je odmah utvrditi da li je određeni proizvod već evidentiran u informacijskom sustavu. Ako nije, sustav neće prepoznati očitani proizvod što je signal da je u sustav potrebno unijeti podatke o novom proizvodu. Kod inventure skladišta ili prodavaonice nije potrebno višestruko ručno prepisivanje i usklađivanje podataka o utvrđenom stanju već se podaci o proizvodima odmah očitavaju i prenose u informacijski sustav. Inventurna komisija dobiva ručna računala s barkod čitačima. Na lokacijama očitavaju barkodove proizvoda i unose utvrđene količine. Po završetku inventure podaci se iz ručnih računala automatski prenose u informacijski sustav čime se omogućuje znatno brži proces inventure. U proizvodnom procesu barkodovi omogućuju precizno praćenje realizacije po sastavnici. Tehnolozi proizvodnje prilikom formiranja sastavnice unose barkodove artikala. U skladištu prilikom izdavanja očitavaju se barkodovi artikala sa sastavnice. U proizvodnji prilikom obavljanja radova po sastavnici ponovno se očitavaju barkodovi čime se provodi dodatna kontrola i smanjuje mogućnost pojave greške.

#### 3.1.1. POVIJEST BARKODA

Povijest barkoda počinje na Harvardskoj poslovnoj školi gdje je 1932. godine student Wallace Flint u svom diplomskom radu razradio prednosti korištenja bušenih kartica u trgovini. Kupac bi u prodavaonici iz kataloga uzeo bušenu karticu odgovarajućeg proizvoda i odnio ju do prodavača. Prodavač bi karticu stavio u čitač i time pokrenuo automatiziranu isporuku izabranog artikla iz skladišta prodavaonice do blagajne. Razvoj barkoda u današnjem obliku započeo je 1948. godine. 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 barkod poznat kao "*bull's eye*" (bikovo oko) jer se sastojao od koncentričnih crnih i bijelih krugova (Slika 9.).



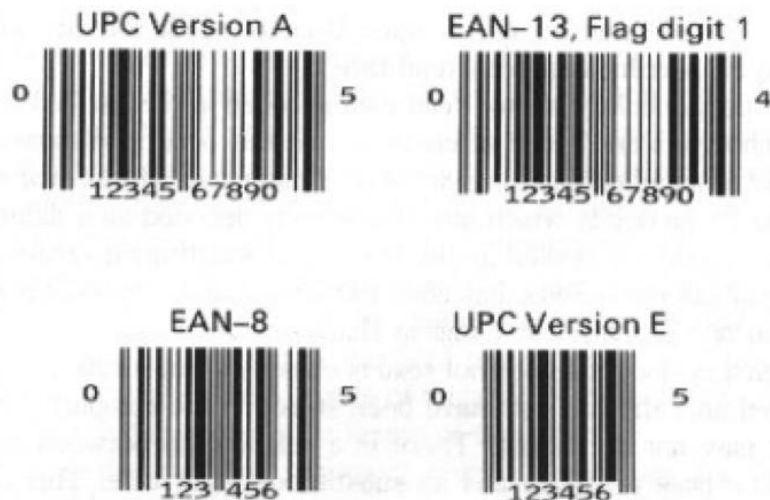
Slika 7. Bull eyes barcode, Izvor: [13]

Osnovni nedostatak njihovog izuma ležao je u uređajima za očitavanje koji su bili nesigurni i vrlo skupi. Woodland se zaposlio u IBM-u (International Business Machines) i pokušao ukazati na potencijal koji leži u razvoju i korištenju barkodova, ali IBM u to vrijeme nije bio zainteresiran. Silver i Woodland svoj patent su prodali korporaciji RCA (Radio Corporation of America) koja ga je implementirala u supermarketima članova nacionalnog udruženja trgovina prehrambenom robom. Krajem 60-tih razvijena je tehnologija laserskog očitavanja koja je omogućavala jeftino i precizno očitavanje podataka barkoda. Nova tehnologija odmah je privukla pozornost IBM-a, koji se sjetio Woodlandovog prijedloga i premjestio ga u odjel razvoja novih barkodova. Pod njegovim vodstvom razvijen je novi, linijski barkod pogodan za očitavanje laserskim čitačima. "Bull's eye" barkod pokazivao je velike poteškoće u radu s novom tehnologijom očitavanja, dok je IBM-ov linijski barkod radio besprijekorno. Pokazao se kao najbolji u primjeni i izabran je za američki standardni barkod u trgovini. Radilo se o univerzalnoj šifri proizvoda (Universal Product Code – UPC).

Masovno korištenje barkodova u trgovini započelo je 3. travnja 1973. godine kada je prodan prvi artikl označen UPC barkodom. To je bilo veliko pakiranje Wrigley's Juicy Fruit žvakaćih guma. Veliku ulogu u uvođenju univerzalnih barkodova u trgovinu imao je Wallace Flint, koji je u to vrijeme bio potpredsjednik nacionalnog udruženja trgovina prehrambenom robom. Uvođenje barkodova u proizvodnju započelo je 1981. godine kada je američko ministarstvo obrane donijelo uredbu da svaki artikl koji nabavlja američka vojska mora biti označen barkodom "3 od 9". U USA-u od samog početka korištenja linijskog barkoda postoji vijeće za jedinstveno kodiranje (Uniform Code Council - UCC) koje se brine o standardizaciji i dodjeljivanju barkodova odgovarajućim proizvodima. Vijeće je nastalo iz udruge distributera i proizvođača koji su zajednički sudjelovali u formiranju UPC standarda. Godine 1974. 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 šifra proizvoda, koji je u USA-u u to vrijeme već postavio Savjet za uniformno kodiranje (UCC). Razvijen je sustav za Europsko označavanje proizvoda brojevima (European Article Numbering – EAN) koji je kompatibilan sa UPC sustavom.

### 3.1.2. PODJELA BARKODOVA

Prema količini i strukturi podataka barkodovi se dijele na jednodimenzionalne i dvodimenzionalne. Jednodimenzionalni barkodovi su "klasični" barkodovi koji u sebi nose samo jedan podatak – obično šifru proizvoda na koji se barkod odnosi. Nakon što čitač očitava barkod, dobiva se šifra s kojom se pristupa svim podacima očitano proizvoda spremljenima u računalu (Slika 7.).



Slika 8. Jednodimenzionalni EAN i UPC bar kodovi, Izvor: [2]

Najpoznatiji jednodimenzionalni barkodovi su *Codabar*, *Code 128*, *Code 39*, EAN barkod, Japansko označavanje proizvoda brojevima (Japanese Article Numbering - JAN), *Interleaved 2 of 5* i UPC barkod. Dvodimenzionalni barkodovi nisu samo nositelji šifre proizvoda, već u sebi nose niz informacija o samom proizvodu. Jednostavnim očitavanjem iz samoga barkoda dobivaju se sve informacije o samom proizvodu (Slika 8.).



Slika 9. Dvodimenzionalni PDF 417 bar kod Izvor: [2]

Najpoznatiji dvodimenzionalni barkodovi su *Aztec*, *Codablock*, *Code 1*, *Code 16K*, *Code 49*, *DataMatrix*, *MaxiCode*, *PDF 417*, *SuperCode* i *UltraCode*. Po vrsti informacija koje mogu kodirati barkodovi se dijele na barkodove koji mogu kodirati samo numeričke informacije (npr. EAN, UPC) i one koje mogu kodirati alfanumeričke podatke (npr. *Code 39*).

### 3.1.3. EAN SUSTAV

Novo razvijeni sustav proširio se i izvan Europe, a Europska udruga za kodiranje proizvoda stekla je međunarodni status i prerasla u Međunarodnu udruhu za kodiranje proizvoda. EAN je danas uvaženi međunarodni sustav kodiranja i identifikacije proizvoda, usluga i lokacija. Udruženje EAN International obuhvaća oko milijun poduzeća iz 103 zemlje koje u udruženju sudjeluju sa svojim nacionalnim organizacijama (Slika 10.).





Slika 10. Logotip organizacije EAN international, Izvor: [2]

Nacionalne organizacije oblikovane su kao udruge na razini države. Članovi nacionalnih organizacija su poduzeća kojima nacionalne organizacije pružaju podršku u primjeni EAN sustava. U nadležnosti svake EAN nacionalne organizacije je dodjeljivanje globalnog prefiksa tvrtke (Global Company Prefix - GCP), obrazovanje o primjeni kodiranja i elektroničke razmjene podataka (Electronic Data Interchange - EDI), pribavljanje informacija o standardima i razvijanje sustava te upravljanje i nadzor nad primjenom EAN sustava u matičnoj zemlji. U Hrvatskoj od 1992. godine djeluje Hrvatsko udruženje za kodiranje EAN CROATIA koje ima oko 3500 poduzeća članica. EAN oznaka jedinstvena je u svijetu i njeno pravilno korištenje onemogućuje dodjelu iste oznake različitim proizvodima, a time i zabunu i probleme koji bi u tom slučaju nastali. Struktura EAN koda je standardna i sastoji se od grupe brojeva koji sadrže podatak o zemlji podrijetla robe, proizvođaču i samom proizvodu.

#### 3.1.4. DODJELJIVANJE EAN BARKODA

Svako poduzeće koje želi svoje proizvode označavati EAN kodom treba ovisno o asortimanu proizvoda koje želi kodirati, od nacionalne organizacije (u Hrvatskoj to je EAN CROATIA) tražiti EAN kod određenog kapaciteta (100, 1.000, 10.000 ili 100.000 različitih vrsti proizvoda). Početni dio barkoda je fiksno dodijeljen od strane nacionalne organizacije i sadrži zemlju podrijetla i šifru proizvođača. Npr. Ako je u Hrvatskoj proizvođaču dodijeljen barkod kapaciteta do 100 vrsti proizvoda - rješenje o dodjeli sadrži EAN-13 kod strukture "3851234567xxK". Dio koda "3851234567" dodjeljuje EAN CROATIA i on se ni u kojem slučaju ne smije mijenjati, jer bi to narušilo EAN sustav. U dodijeljenoj šifri "385" je oznaka Hrvatske, a "1234567" je šifra poduzeća kojem je dodijeljen barkod.

Pozicije u kodu označene s "xx" stoje na raspolaganju poduzeću da pomoću njih kodira svoje proizvode. Poduzeće može slobodno kodirati svoje proizvode unutar zadanog kapaciteta pridržavajući se dvaju uvjeta:

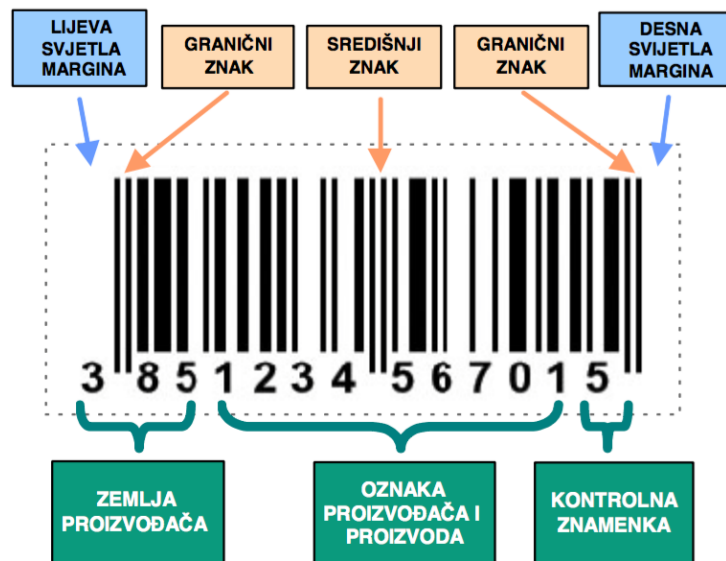
- brojevi na poziciji "xx" moraju biti između 00 i 99;
- poduzeće se mora pridržavati pravila jedan proizvod jedan kod, tj. svaki kodirani proizvod mora imati svoj dodijeljeni kod, koji se ne smije dodijeliti drugom proizvodu.

Posljednji znak EAN-13 barkoda je kontrolni znak koji se računa iz ostalih znamenki po modul 10 algoritmu i bez njega je barkod nevažeći.

#### 3.1.5. EAN-13 BARKOD

EAN-13 barkod (Slika 11.) 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 barkod točno skeniran ili da je broj točno

sastavljen. Svaki EAN barkod sastoji se od graničnih linija na lijevoj i desnoj strani od samog barkoda, te obaveznih “svijetlih margina“, koje predstavljaju bijelu ili svijetlu podlogu oko njega, kako skeniranje koda ne bi nailazilo na teškoće zahvaćajući nevažnu grafiku ili slova izvan koda.



Slika 11. Struktura EAN-13 bar koda, Izvor: [2]

Logički se EAN-13 barkod sastoji od grupe brojeva koji sadrže podatke o zemlji podrijetla robe, proizvođaču i samom proizvodu. Prve tri znamenke barkoda označavaju zemlju proizvođača (npr. 385 je Hrvatska). EAN koristi proizvođačke kodove varijabilne duljine. Svaki proizvođač može imati kodiranih maksimalno 100.000 proizvoda. Mnogi proizvođači imaju daleko manji broj proizvoda i kada bi se svakom dodjeljivali barkodovi za maksimalnih 100.000 proizvoda, mnogi kodovi ostali bi neiskorišteni. Stoga proizvođači od EAN udruge traže EAN kod za određeni broj proizvoda ovisno o svom proizvodnom asortimanu (od 100 do 100.000 proizvoda). Korištenjem dužih šifri proizvođača, a kraćih šifri proizvoda štedi se velik broj kodova koji bi inače ostali neiskorišteni. Kod proizvoda slijedi odmah iza koda proizvođača, a dodjeljuje ga svakom proizvodu sam proizvođač. Ukupna duljina šifre proizvođača i proizvoda je uvijek 9 znamenaka. Posljednja trinaesta znamenka je kontrolna znamenka. To je krajnja desna znamenka barkoda koja se računa pomoću “modul 10“ algoritma na bazi ostalih znamenki barkoda.

### 3.1.6. EAN-8 BARKOD

EAN-8 barkod dodjeljuje se onim proizvodima koji su premali da bi na njih fizički stao EAN-13 barkod. Za njegovu dodjelu potrebno je uputiti poseban zahtjev s idejnim rješenjem ambalaže budućeg proizvoda. EAN-8 barkod ima iste standarde i strukturu kao EAN-13 barkod. Razlika je što ima samo 8 znamenaka i njegov je kapacitet u EAN sustavu ograničen. Prve tri znamenke barkoda označavaju zemlje proizvođača (npr. 385 je Hrvatska). Sljedeće 4 znamenke označavaju kod proizvoda koji EAN organizacija dodjeljuje izravno odgovarajućem proizvodu, bez proizvođačevog prefiksa. Posljednja osma znamenka je kontrolna znamenka.

### 3.1.7. INTERNI EAN BARKODOVI

Ponekad se u trgovini javlja potreba za internim kodiranjem EAN barkodovima. To se može primijeniti kod:

- komadne robe koju proizvođač ili dobavljač nisu označili barkodom;
- robe u rinfuzi koja se pakira u trgovini (šećer, riža);
- robe koja se raspakira i prepakira u trgovini (servis);
- robe od malih proizvođača koja se pakira u trgovini;
- diskontne prodaje koja zahtijeva otvaranje nove šifre (proizvod koji ima crtični kod, ali se iz nekog razloga stavlja u prodaju kao roba druge ili treće klase/kvalitete usporedo s robom prve klase tog istog tipa).

Interni barkodovi određuju se interno na nivou određenog poduzeća. Važno je da unutar poduzeća postoji odgovorna osoba koje se brine o konzistentnosti internog kodiranja i njegovoj pravilnoj primjeni. Pristup mora biti centraliziran kako pojedine trgovine unutar lanca ne bi narušile postavljeni sistem. Osobe koje vode taj segment posla trebale bi imati ne samo informatičko obrazovanje, nego i vrlo dobro poznavanje prodajnog asortimana i svih njegovih specifičnosti. Godine 1996. doneseno je nacionalno rješenje CRO-SCAN koje daje preporuke za interno kodiranje. Tim rješenjem za interno kodiranje u trgovini ostavljena su dva prefiksa "20" i "28". To je učinjeno zato što se u istoj trgovini mogu pojaviti dva tipa roba koje je potrebno interno kodirati: komadna roba i roba za odvagivanje. Ako se za interno kodiranu komadnu robu koristi prefiks "20", za onu interno odvagivanu koristit će se prefiks "28". Oba prefiksa koriste se isključivo za interno kodiranje i ne smiju se koristiti u poslovanju s drugim poduzećima zbog opasnosti od kolizije s internim barkodovima drugog poduzeća. EAN 13 sistem kodiranja uglavnom se koristi u proizvodnim i trgovačkim poduzećima za označavanje artikala koji se prodaju. Njegova osnovna prednost je u standardizaciji na globalnom nivou, pošto je odgovarajući artikl jedinstveno prepoznat bez obzira na mjesto s kojeg dolazi. U slučaju da proizvodno ili trgovačko poduzeće želi kodirati artikle za daljnju prodaju obično će izabrati EAN 13 kod. U slučaju kodiranja podataka za internu namjenu (npr. za označavanje opreme poduzeća internim kodovima) poduzeće može također koristiti EAN 13 kod. U tom slučaju trebalo bi koristiti skup kodova namijenjen internom označavanju artikala (kodovi koji počinju znamenkama "20" i "28"). Nedostatak korištenja internih EAN 13 kodova leži u ograničenosti skupa kodova i u tome što se kod EAN 13 koda za kodiranje moraju koristiti isključivo znamenke, prema propisanoj shemi kodiranja. Kada poduzeće želi za interne potrebe kodirati odgovarajuće artikle, u praksi najčešće koristi kodove "3 od 9" i kod 128. Ti kodovi osim brojeva, za označavanje koriste i slova te specijalne znakove, a mogu biti onolike duljine koliko je potrebno da bi se kodirali svi potrebni podaci.

### 3.1.8. KODOVI "3 OD 9" I 128

Kod 128 (Slika 12.) je alfanumerički kod kojim se može kodirati svih 128 ASCII (American Standard Code for Information Interchange - Američki standardni kod za razmjenu informacija) znakova, i po tome je dobio svoje ime. Kod "3 od 9" je alfanumerički kod koji se u osnovnoj varijanti može koristiti za kodiranje 27 velikih slova međunarodne abecede, 10 znamenaka i 7 specijalnih znakova. U proširenoj varijanti, korištenjem sheme kodiranja s 2 znaka može se koristiti za kodiranje svih 128 ASCII znakova.

Svaki znak koda "3 od 9" (Slika 12.) sastoji se od 5 crtica i 4 praznine što čini ukupno 9 elemenata. Svaki element može biti širok ili uzak, a 3 elementa su uvijek uska. Po tome je kod dobio svoje ime. Osobine navedenih kodova da mogu biti neograničene duljine, te da se

moгу koristiti za kodiranje čitavog skupa ASCII znakova čine ih pogodnima za kodiranje većeg skupa podataka. Odgovarajući podatak može se izravno prikazati barkodom "3 od 9" ili kodom 128 bez evidentiranja barkoda kao dodatnog atributa. Njihovim korištenjem izravno se u barkod može zapisati veći skup podataka (npr. naziv i adresa poslovnog partnera, lokacija, boja proizvoda, osoba zadužena za odgovarajući artikl,...).[2]



Slika 12. Primjer kodiranja podataka poslovnog partnera kodovima 128 i "3 od 9", Izvor: [2]

## 3.2. RFID TEHNOLOGIJE

Barkod je danas još uvijek najzastupljenija tehnologija za označavanje artikala koja omogućuje jednoznačnu identifikaciju artikala i ubrza njihov protok od proizvođača do krajnjeg kupca. Ta tehnologija ima samo jednu ozbiljnu manu, a to je da je potrebno doći u neposrednu blizinu proizvoda kako bismo mogli barkod očitati čitačem. Za današnji način poslovanja koji teži što većoj mobilnosti i što bržem protoku proizvoda i usluga to je ozbiljan nedostatak. Zbog toga se razvijaju razne tehnologije koje teže uklanjanju toga nedostatka i ubrzanju procesa. Radio-frekvencijska identifikacija jedna je od tehnologija budućnosti za koju se smatra da će u sljedećem desetljeću postepeno istisnuti barkod, koji je u prethodnih dvadesetak godina dominantna tehnologija na ovom području.[3]

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.

### 3.2.1. RFID-*tag*

Osnovni element sustava predstavlja RFID *tag* koji se može pojaviti u obliku naljepnice (čija veličina varira od veličine minijaturne 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. 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 transponderi omogućuju „čitanje“ odnosno „zapisivanje“ podataka pa se tako javljaju tri vrste:

- *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 neograničeno iščitavati;
- *Read/Write* (R/W) – korisnik može mnogo puta upisati informaciju na *tag* i isto tako ih čitati. R/W *tag*-ovi su zasad još uvijek znatno skuplji od R *tag*-ova.

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 s ambalažom nakon korištenja (poput barkodova). 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.
- Polu-pasivni *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 polu-pasivne *tag*-ove (zbog te činjenice, zasad se većinom koriste u obilježavanju i praćenju skupih proizvoda)

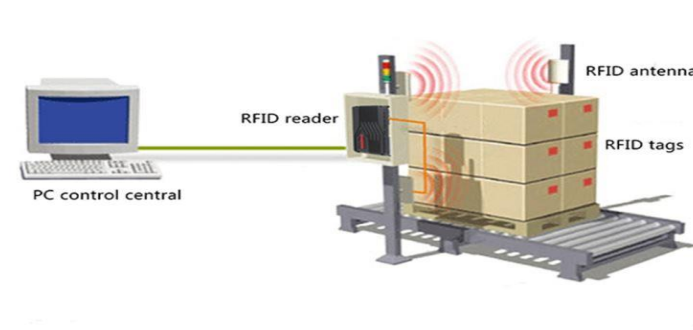
### 3.2.2. RFID-čitač

Uređaj koji je u RFID-sustavu zadužen za komunikaciju s *tag*-om naziva se RFID-čitač (*reader* ili *interrogator*). 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.

### 3.2.3. 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 Tehnološki institut Massachusetts, sa svojim Auto-ID laboratorijem, pokriva mnoga područja primjene RFID-tehnologije, uglavnom u djelatnostima vezanim sa upravljanjem opskrbnim lancima (Supply Chain Management – SCM). Osnovne funkcije su prikupljanje, skladištenje i obrada informacija, te komuniciranje s ostalima *Savant*-ima. 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. automatski obavještava da je ostao minimalan broj proizvoda na polici u trgovini).



Slika 13. RFID sustav, Izvor: [14]

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 13. 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.

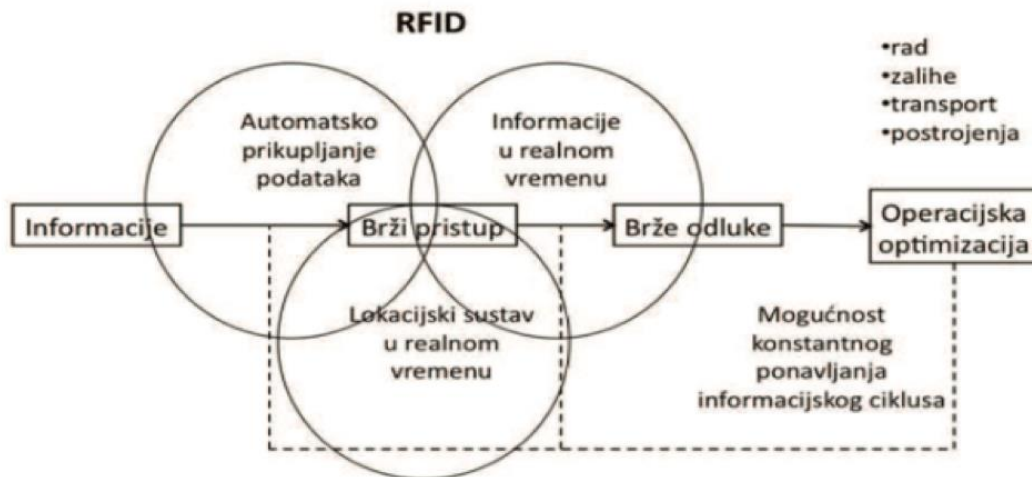
#### 3.2.4. GLAVNA PODRUČJA UPOTREBE RFID TEHNOLOGIJA U OPSKRBNOM LANCU

Tri su ključne karakteristike RFID tehnologije koje su joj osigurale široku primjenu u opskrbnom lancu (Slika 14.):

- automatsko prikupljanje podataka,
- informacija u realnom vremenu,
- lokacijski sustav u realnom vremenu.

Kao što je i vidljivo iz slike 13., primarna korist od RFID tehnologije proizlazi iz omogućenog automatskog prikupljanja podataka s različitih objekata. Nakon prebacivanja informacije u digitalni oblik, te uz njezinu određenu obradu, ona putem interneta može biti gotovo istovremeno dostupna bilo kojem korisniku, bilo gdje. Tako se vrši praćenje proizvoda i prijevoznih sredstava u realnom vremenu, odnosno to je temelj za kreiranje Interneta stvari (The Internet of Things - IOT). Internet materijalnih stvari je koncept u kojem se virtualni svijet informacijske tehnologije neprimjetno integrira sa stvarima iz stvarnog svijeta, čineći stvarni svijet znatno pristupačnijim kroz računala i mrežne uređaje.

Značajna prednost RFID tehnologije ostvaruje se i na području identificiranja lokacije pojedinih objekata unutar nekog postrojenja ili skladišta, ili pak izvan - negdje u opskrbnom lancu (npr. na putu između dva člana opskrbnog lanca). I ovdje se ostvaruje internet materijalnih stvari, te se uz kombinaciju RFID, globalnog sustava za pozicioniranje (Global Positioning System - GPS) i internet tehnologija ostvaruje geografsko lociranje objekta u realnom vremenu. Potrebno je naglasiti kako karakteristika RFID-a koja se odnosi na mogućnost prikupljanja podataka u realnom vremenu predstavlja ne samo korist, već i izazov za tvrtke. Korist zbog mogućnosti donošenja odluka na temelju najnovijih informacija može se tijekom vremena pretvoriti i otežavajuću okolnost s obzirom na problem skladištenja ogromne količine podataka o operativnom sustavu tvrtke. Potrebno je napomenuti kako se uz ove karakteristike RFID tehnologije vežu i pojmovi *visibility* i *traceability*. *Visibility* je pojam koji opisuje svojstvo proizvoda i/ili pakiranja označenih s RFID *tag*-om koje ih čini vidljivim kroz opskrbi lanac, što ponajviše omogućuje tvrtki da ispravno reagira na moguće probleme u ponudi i potražnji (npr. proizvodna uska grla, kašnjenja u realizaciji proizvodnje ili dobavljačkim aktivnostima, veće narudžbe kupaca od prognoziranih ili promjene u narudžbama koje su već izvršene). *Traceability* je gotovo jednaka osobina proizvoda označenih RFID *tag*-om, ali se njezina upotreba najčešće usmjerava na omogućavanje slijedivosti odnosno praćenja porijekla proizvoda u opskrbnom lancu (to se ponajviše odnosi na prehrambene proizvode, kao i na farmaceutske proizvode).



Slika 14. Mogućnosti RFID tehnologije u opskrbnom lancu, Izvor [4]

Tijekom proizvodnje, na određenom dijelu proizvodne linije, u buduću proizvod se ugrađuje i RFID *tag* s jedinstvenim identifikacijskim kodom koji se automatski povezuje s određenom narudžbom kako bi se kasnije mogao razvrstavati i pratiti kroz opskrbni lanac. Brojni podaci koji se mogu upisati na *tag* u proizvodnji (npr. detalji sastava proizvoda, rok trajanja, mjesto sastavljanja, metoda i odgovorna osoba, i sl.) kasnije će biti dostupni za očitavanje na nekoliko mjesta u opskrbnom lancu. Dodatnim *tag*-ovima opremaju se i kutije, palete ili druge logističke jedinice za pakiranje. Pri izlazu iz tvornice ili utovaru na prijevozna sredstva kako bi se ostvario transport, moguće je pomoću RFID čitača izvršiti kvantitativnu i kvalitativnu kontrolu tereta, ali i kontrolu prijevoznog sredstva (da li je ono ovlašteno za transport navedenog tereta). Također, tijekom transporta moguće je npr. pratiti temperaturu u transportnom sredstvu i ukazivati na promjene temperature koje izlaze iz ograničenih za proizvode koji se prevoze u tom transportnom sredstvu. Kao što je već navedeno, moguće je i locirati prijevozno sredstvo i/ili proizvode koje prevozi, i to u realnom vremenu.

Sve ove informacije prosljeđuju se preko EDI sustava ili preko sustava za planiranje resursa poduzeća (Enterprise Resource Planning - ERP) kao temelj za izdavanja računa, otpremnice ili nekog drugog pratećeg dokumenta. Također omogućena je i razmjena ovih informacija s ostalim zainteresiranim stranama. U distribucijskom centru, pomoću čitača i računalnog sustava prepoznaju se dolazne palete, te se ubrzava postupak odabir narudžbe i kontrole pripremljene pošiljke za utovar u vozilo za otpremu. Potvrda svih ovih aktivnosti javlja se u ERP sustavu u realnom vremenu. Pri transportu do maloprodajnog objekta opet se ponavlja postupak. Pri istovaru u skladište prodavaonice ili izravno u samu prodavaonicu malo prodavača, uz pomoć čitača se automatski, brzo i točno saznaje novo stanje zaliha kao glavni preduvjet za uspješno upravljanje zalihama.

Primjena RFID-tehnologije u prodavaonici može se podijeliti na primjenu u pozadinskom skladištu i u samom prodajnom prostoru prodavaonice. Prijelazom na označavanje pojedinačnih proizvoda RFID *tag*-ovima u budućnosti se očekuje smanjivanje i postupno nestajanje skladišnog prostora u prodavaonicama, te prelazak na potpuni oblik točno-na-vrijeme (Just-in-Time - JIT) poslovanja. Osim smanjivanja troškova skladištenja, i maloprodavači i dobavljači profitirat će od povećanja prodajne površine koju je do sada zauzimalo skladište. U samom prodajnom prostoru promjene su još uvijek u eksperimentalnoj fazi. Označavanje pojedinačnih proizvoda s RFID-*tag*-ovima gotovo se i ne provodi u maloprodaji robe široke potrošnje, odnosno prehrambene robe (najčešće se javlja kod označavanja proizvoda tehnološki razvijenih proizvoda visoke vrijednosti i u zadnje vrijeme



kod označavanja odjeće). Iskustva o prednostima koje ova razine implementacije u maloprodaji robe široke potrošnje donosi mogu se uočiti tek iz *Extra Future Storea* i nekih modernih prodavaonica elektroničkom robom (označavanje pojedinačnih proizvoda potrošačke elektronike isplativije je zbog relativno malog udjela RFID-*tag*-a u visokoj cijeni proizvoda). Tako u Metro-ovoj trgovini budućnosti (*Extra Future Store*) nailazimo na brojna tehnološka rješenja koja se testiraju kako bi donijela što više prednosti u prvom redu za kupca, ali isto tako i za maloprodavača i dobavljača.[4]

### 3.2.5. USPOREDBA RFID TEHNOLOGIJE SA BARKOD TEHNOLOGIJOM

RFID-tehnologija je, između ostalog, prepoznata i kao zamjena za barkod tehnologiju šifriranja i označavanja proizvoda. Barkod sustav šifriranja je danas najrašireniji oblik označavanja materijala i robe u svijetu. Stvaranjem EAN sustava sredinom 70-tih godina prošlog stoljeća stvorene su pretpostavke za veću automatizaciju mnogih procesa u trgovini i logistici. Prednosti koje je donijela ova tehnologija kao što su brzina laserskog očitavanja šifre koja je barem tri puta veća od brzine unosa putem tipkovnice ili mogućnost digitalne obrade određenih podataka o proizvodima stvorile su novu vrijednost ne samo za tvrtke nego i za kupce. O značaju barkoda govori i podatak da se u svijetu odvija preko 5 milijardi skeniranja svakog dana. Pojavom RFID-tehnologije uočene su mnoge potencijalne prednosti nad barkodom. Ipak, tek zadnjih nekoliko godina dolazi do ozbiljnijeg implementiranja RFID-tehnologije kao zamjene za barkod, kada ju prihvaćaju neki od najvećih svjetskih maloprodajnih lanaca.

Uz brojne prednosti koje ova tehnologija nudi (najvažnije su čitljivost s udaljenosti, puno veća brzina očitavanja podataka s velikog broja proizvoda i mogućnost zapisivanja znatno veće količine podataka na proizvod), postoji i nekoliko nedostataka u odnosu na barkod (vidi Tablicu 1.). Osnovni problem je još uvijek znatno veća cijena naljepnica s RFID-*tag*-om u odnosu na barkod naljepnice, a tu je i nemogućnost 100 postotnog očitavanja u različitim uvjetima. Dok barkod ima ograničenu memoriju podataka na zemlju proizvodnje, proizvođača i proizvod, RFID- *tag* jedinstveno razlikuje svaki pojedini proizvod. To znači da ako na polici ili u kutiji imamo 100 komada proizvoda određenog proizvođača, svi ti proizvodi imat će identičan barkod, tj. identičnu EAN šifru. Ako se pak, ti proizvodi označavaju RFID-*tag*-ovima, onda će svaki pojedini proizvod u kutiji imati svoj jedinstveni električni kod (Electronic Product Code - EPC) koji će ga razlikovati od svih ostalih proizvoda u toj kutiji ili na toj polici. Osim šifre proizvoda sadržane u EPC-u, *tag* može sadržavati i mnoge druge podatke. Količina ovih podatak ovisi o veličini memorije pojedinog *tag*-a (danas se koriste *tag*-ovi do 1 MB memorije). Očekuje se da će ove dvije tehnologije još dugi niz godina koegzistirati, te će u početku RFID-tehnologija tek u nekim sektorima postupno zamjenjivati barkod tehnologiju. Jedan od primjera istovremene uporabe obje tehnologije su tzv. “pametne“ naljepnice (*smart labels*) koje u sebi sadrže i RFID-*tag* s antenom, ali na naličju imaju otisnutu i barkod oznaku.[1]

Tablica 1. Usporedba barkod i RFID tehnologije

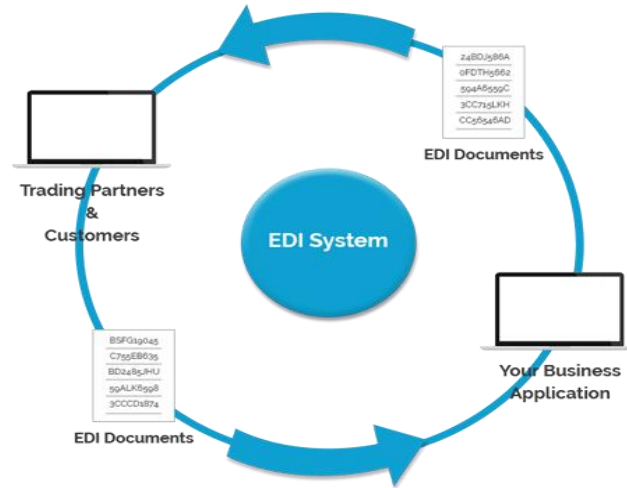
	<b>BARKOD TEHNOLOGIJA</b>	<b>RFID TEHNOLOGIJA</b>
<b>Korištenje</b>	Manualno	Putem radijsko frekvencijskih valova
<b>Očitavanje podataka</b>	Ponekad otežano ili ne moguće, zbog prljavštine, savijanja	Čitljivo i kada je prljavo, mogu biti i spakirani → zaštićeni
<b>Područje čitljivosti</b>	Smjer pogleda (optička vidljivost), vrlo kratko (usko) područje	Nije potrebno da bude u optičkoj vidljivosti, čitljivo s udaljenosti pod bilo kojim kutom
<b>Kapacitet podataka</b>	Ograničen (prema EAN-u, ...)	Ovisi o vrsti tag-a, sposobnost pohranjivanja znatno veće količine podataka
<b>Vrijeme za očitavanje</b>	Jedan po jedan objekt	Moguće gotovo istovremeno očitavanje velikog broja tag-ova
<b>Uporabljivost</b>	Jednokratna upotreba, poslije toga je potrebna zamjena	<i>Read/Write</i> (za čitanje i pisanje) tag-ovi nude mogućnost promjene podataka, čineći ih obnovljivim i pogodnim za ponovno korištenje
<b>Troškovi</b>	Niski troškovi, uporabljivi na svim tržištima	Trošak tag-ova još uvijek previsok za potpunu široku upotrebu, potrebni troškovi investiranja u novu infrastrukturu
<b>Stopa očitavanja</b>	Visoka	Još uvijek nije konzistentno visoka
<b>Tehnologija</b>	Uhodana, dokazana i prihvaćena diljem industrije	Neki tehnološki problemi još postoje kao upotreba RFID-a s metalom ili tekućinama
<b>Standardi</b>	Postavljeni industrijski standardi	Postavljanje standarda još uvijek u tijeku

Izvor: [1]

## 4. RAZVOJ INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U TEHNIČKOJ LOGISTICI

Definirati pojam “informatička tehnologija” nije jednostavno. Iako bi se taj pojam mogao rastaviti na dva bitna pojma: informacije i tehnologija, zasebno ih analizirati te utvrditi njihove sinergijske učinke, još uvijek se ne bi mogla dobiti potpuna definicija. Tehnička definicija odnosi se na fizičke karakteristike informatičke tehnologije, kao što su *hardware*, *software*, osobno računalo, telefon, televizija, kamera, mreže, internet, satelit, multimedija, baza podataka, EDI te drugi pojmovi koji su sastavni dio današnjice. Informatička tehnologija predstavlja svaki oblik tehnologije koji se koristi za prikupljanje, obradu, pohranjivanje, distribuiranje i razmjenu informacija među korisnicima, bez obzira u kojoj se formi nalazile. Obuhvaća, prije svega, informatičku i telekomunikacijsku tehnologiju, ali i svaki drugi oblik tehnologije koji omogućava stvaranje, korištenje i širenje informacija. Danas se, općenito, pod informatičkim tehnologijama podrazumijeva skup tehnologija koje se temelje na mikroelektronici. To su: računalne tehnologije, telekomunikacijske/radio-televizijske tehnologije, tehnologije temeljene na opto-elektronici i tehnologije genetskog inženjerstva. One čine užu tehnološku jezgru informatičkih tehnologija. Ključ razvoja informatičke tehnologije je u stalno dostupnim, novim informacijama, znanju i razvoju novih i/ili inoviranih tehničko-tehnoloških rješenja informatičke i komunikacijske tehnologije. Informacije potiču komunikaciju, a pravodobna informacija je osnovni resurs poslovanja. Može se reći da je bit informatičke tehnologije informacija i njezina vrijednost u poslovanju, a tehnologija je sredstvo za njezino opredmećivanje, odnosno proizvodnju, razmjenu, raspodjelu i potrošnju. Razvojem informatičke tehnologije, odnosno računala, interneta i novih informatičko-komunikacijskih uređaja dolazi do revolucionarnih promjena u poslovanju. Informatičke tehnologije dovele su do nastanka informatičkog društva, društva u kojem su glavni čimbenici života i rada informacije i informatička tehnologija. Informatičke tehnologije tako su utjecale na transformaciju društva iz industrijskog u informatičko društvo. Kako su informatičke tehnologije postupno mijenjale industrijsko društvo u informatičko, tako su se i one mijenjale. Od prvog računala koje se pojavilo 1951. godine, pa do danas prošlo je pola stoljeća za koje se može reći da ga je upravo pojava računala revolucionirala. Prva računala bila su velikih kapaciteta i primjenjivala su se samo u poslovnim sustavima u cilju automatizacije poslovanja kako bi se povećala produktivnost i efikasnost. Trajne memorije poput diskova i magnetskih traka još nisu postojale, pa baze podataka još nisu bile moguće. Pedesetih godina osnovna je funkcija računala bila računanje. Tu fazu karakterizira centralizirano odlučivanje jer je pristup obradi podataka imao menadžer za automatsku obradu podataka (AOP). Šezdesetih godina počinje se na računala gledati kao na neku vrstu umjetne inteligencije, te se javlja ideja o poslovnim informatičkim sustavima. Tako sedamdesetih godina baze podataka, terminali, mreže i trajna memorija (diskovi) postaju praktično upotrebljivi. Razvijanjem tržišta javlja se potreba za osobnim računalima koja se pojavljuju krajem sedamdesetih godina. Osobna računala omogućuju pojedincima samostalno odlučivanje na osnovi pristupa informacijama i informatičkoj tehnologiji, decentralizaciju poslovanja, te AOP gubi na značenju. Spoznaja poslovnih subjekata o prednostima koje se stječu primjenom informatičke tehnologije u svim poslovnim procesima, dovodi do toga da se osamdesetih godina informatičke tehnologije tretiraju kao čimbenik stjecanja konkurentskih sposobnosti i postaju podrška odlučivanju. Pomoću informatičkih tehnologija, poduzeća se povezuju s kupcima i dobavljačima, uključuju se u praćenje kvalitete i standarde poslovanja. Do 1990. godine u cijelom je svijetu instalirano oko 30 000 *mainframe* računala (proizvedenih i instaliranih u razdoblju od oko 40 godina). Te iste godine osobna računala dostižu brojku od 30 milijuna primjeraka, koja su proizvedena i instalirana u razdoblju od oko 10 godina. Devedesetih godina informatička tehnologija dobiva pun zamah. Putem elektroničke obrade podataka (EDI) i interneta sve se više poslovnih

transakcija odvija elektroničkim putem. Tradicionalni način "papirologije" zamijenjen je elektronskim načinom sklapanja poslova. Internet je omogućio raznim korisnicima diljem svijeta 24-tnu prisutnost informacijama. Dolazi do strukturalnih i organizacijskih promjena, preispitivanja postojećih djelatnosti, usmjeravanja na tzv. *core* djelatnosti, sve učestaliji *outsourcing* aktivnosti, pojave virtualnih organizacija.



Slika 15. EDI sustav, Izvor: [15]

Zahvaljujući informacijskoj tehnologiji, prostorne i vremenske udaljenosti između poduzeća nestaju, poslovni svijet postaje "globalno selo" u kojem se u svakom trenutku mogu dobiti sve potrebne informacije. Internet omogućava 24-tno povezivanje proizvođača, dobavljača, kupaca/potrošača neovisno o tome gdje i kada se nalaze na kugli zemaljskoj. Tri su temeljne značajke modernoga poslovanja koje se nastale kao rezultat informatičke revolucije:

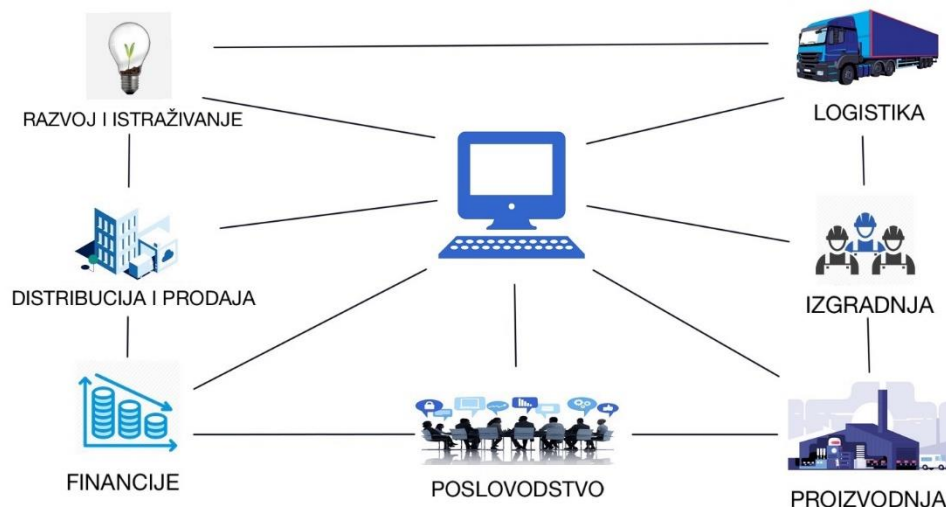
- brzina - svako motrište i segment poslovanja i organizacije poduzeća djeluje i mijenja se u realnom vremenu
- povezanost - sve se elektronički povezuje sa svime (proizvodi, ljudi, tvrtke, države)
- dodatna vrijednost – u svakom proizvodu i usluzi raste važnost tzv. neopipljive dodane vrijednosti (imidž, emocija, informacija, sigurnost)

Brzina dolaženja do kupaca postaje bitan čimbenik poslovnog uspjeha, a informacije tehnologije to omogućavaju. Nove tehnologije dovode do stalnih promjena, što tržište čini dinamičnijim, a kupce sve zahtjevnijim. Tržište je zasuto mnoštvom informacija, na koje treba brzo reagirati. Svi su povezani internetom, informacije kolaju mrežom neprekidno i dostupne su svima, broj i izbor dobavljača se iz dana u dan povećava, čime u prvi plan dolaze oni koji su svjesni činjenice da je informacijska tehnologija čimbenik konkurentnosti i da moraju stalno biti u tijeku s novim tehnološkim dostignućima. Time se postiže troškovna učinkovitost, koja omogućuje konkurentniji položaj. Informacijska tehnologija potiče rast i razvoj poduzeća, te kvalitetne odnose s partnerima diljem svijeta. Svi su uključeni u lanac stvaranja vrijednosti (svaki sudionik dodaje proizvodu ili usluzi informaciju ili znanje). Posljedica informacijskih tehnologija je i reorganizacija poslovanja. Napuštaju se tradicionalne organizacijske strukture (funkcionalne, divizijske..). Postojeće organizacijske strukture se reorganiziraju, jer informacijski sustav i informacijske tehnologije omogućavaju neposredno komuniciranje, koordinaciju i kontrolu poslovnih procesa, aktivnosti, čime se smanjuje hijerarhijska ljestvica, smanjuje se broj upravljačkih razina. Više nema kretanja informacije od "vrha prema dnu" hijerarhijske ljestvice, jer informacije kruže, dostupne su svima i time čine pojedince više uključenim u poslovne aktivnosti, jačajući njihovu odgovornost prema poslu.

Osnovna obilježja virtualnih kompanija:

- Ne postoje granice – razina komunikacije i inter-organizacijske sinergije među konkurentima, partnerima, dobavljačima i kupcima znatno nadilazi granice kompanija
- Primjena informacijske tehnologije – informacijska tehnologija briše zemljopisna i vremenska ograničenja poslovanja, a elektroničko poslovanje među kompanijama postaje standard
- Izvrsnost – partneri unutar virtualne strukture također se pozicioniraju, traže se najbolji dobavljači, proizvođači, koji imaju dovoljnu razinu izvrsnosti kojom mogu pridonijeti zajedničkom cilju
- Neformalan pristup – partnerstva ne moraju biti dugoročna, stalna ona su više neformalna i neobvezujućeg tipa. Partneri se udružuju radi zajedničkoga tržišnog interesa, a rastavljaju se nakon obavljena posla
- Povjerenje – povezanost partnera u virtualnoj strukturi počiva na sinergijskom efektu i međusobnom povjerenju

Virtualne organizacije ne bi mogle ni postojati da nema informacijskih tehnologija. Zahvaljujući informacijskim tehnologijama omogućeno je povezivanje materijalnih, ljudskih financijskih i nematerijalnih kapaciteta, potencijala i resursa više poduzeća koji se nalaze na različitim prostorima i vremenskim lokacijama. Može se reći da je virtualna organizacija mreža poduzeća uključenih u određeni poslovni proces.



Slika 16. Međudnos informacijskih tehnologija i virtualne kompanije, Izvor: [5]

Kao što je vidljivo iz slike 16., svaki sudionik, svako poduzeće doprinosi stvaranju nove vrijednosti proizvoda i/ili usluge. Stoga svaki sudionik im važno mjesto u mreži. Zbog toga je izrazito važno da svi imaju jednaki cilj – maksimalno zadovoljavanje potreba tržišta i postojanje visokog stupnja međusobnog povjerenja. Naime, u toj su mreži svi lančano povezani. Ukoliko samo jedna karika, samo jedan sudionik ne ispuni svoje obveze, može doći do urušavanja cijele mreže.

Informacijska tehnologija dovodi i do postupne promjene pokazatelja uspješnosti. Napuštaju se kvantitativni pokazatelji poslovanja, a afirmiraju kvalitativni – neopipljivi

parametri poslovanja: zadovoljstvo kupaca, povezanost s kupcima, kvaliteta usluge, imidž, ideje, inovacije, intelektualni kapital, znanje, odnosi s dobavljačima, poslovnim partnerima, zadovoljstvo samih zaposlenika. Mogu se izdvojiti šest bitnih utjecaja informacijske tehnologije na poslovanje poduzeća:

- Informacijske se tehnologije ugrađuju u sve veći broj proizvoda i usluga postajući njihovim sastavnim dijelom. Ugradnjom informacijske tehnologije u većinu proizvoda i usluga bit će prevladavajući trend sa znatnim utjecajem na vođenje poslovne politike.
- Trend kreiranja novih proizvoda i usluga utemeljenih na informatici posebno utječe na poslovanje poduzeća. Čipovi i informacijske tehnologije ne transformiraju samo postojeće proizvode i usluge, nego se na temelju njih stvaraju i razvijaju potpuno novi oblici proizvoda i usluga.
- Informacijske tehnologije uzrokuju promjene koje zahtijevaju redefiniranje proizvoda, usluga, djelatnosti i cijelih grana privređivanja.
- Područje u kojemu informacijska tehnologija bitno utječe na djelatnost je smanjenje troškova poslovanja. Tehnologija pruža brojne prednosti: modernizacija smanjuje broj zaposlenih, omogućuje bolje upravljanje financijskim resursima i tokovima, podržava racionalno iskorištenje energije, ubrzava procese, omogućuje donošenje utemeljenih odluka, bržu reakciju na tržište što utječe na jačanje konkurentskih sposobnosti.
- Utjecaj informatike na bolje definiranje poslovnih ciljeva obuhvaća primjenu informacija kao resursa za upravljanje. Uz rad i kapital informacija postaje dominantni resurs poslovanja, a dostavljanje prave informacije pravom čovjeku radi uspješnog djelovanja bit je suvremenog upravljanja na temelju informacijskih resursa.

Sve navedeno jasno ukazuje kako informacijske tehnologije određuju uvjete rada i života. U današnjim uvjetima poslovanja one imaju strateško značenje za poduzeća, te im se tako i treba pristupiti. U njima leži veliki strateški potencijal, koji treba znati prepoznati i iskoristi ga. Kao što je vidljivo iz tablice 2., informacijske tehnologije pokrivaju sva područja poslovanja i u svima njima dovode do bitnih prednosti. Stoga je važno pratiti promjene na tržištu, a još više dostignuća u područjima informacijskih, komunikacijskih, znanstveno-tehnoloških istraživanja. Nova i/ili inovirana dostignuća na navedenim područjima mijenjaju način rada, a time i način života, lančano dovodeći do novih globalizacijskih trendova kojima se treba pokoriti. Osim toga, utvrđeno je da informacijske tehnologije utječu na produktivnost i poslovne cikluse. Prema rezultatima projekta organizacije za gospodarsku suradnju i razvoj (Organization for Economic Cooperation and Development – OECD), kojima su se ispitali razlozi pojave različitih stopa rasta njegovih država članica, utvrđeno je da tehnološki napredak uvelike utječe na gospodarski rast. Iz toga se može zaključiti da su upravo nove tehnologije dovele do neočekivanih promjena u mnogim gospodarstvima svijeta. Definirana su tri kanala preko kojih se taj učinak realizira:

- Prvi je informacijski i komunikacijski tehnolojski (Information and Communications Technology - ICT) proizvođački sektor koji vrijednošću vlastitog outputa direktno doprinosi ukupnom gospodarskom rastu.
- Drugi kanal je investiranje u ICT (informacijsku i komunikacijsku tehnologiju), koje povećava kapitalnu aktivnost proizvodnje, što rezultira boljom kvalitetom i smanjenjem cijena ICT opreme.
- Treći kanal je karakteriziran tzv. učinkom prelijevanja, čiji je najbolji primjer odnos interneta i aplikacija kao npr. e-commerce.

Stoga je potrebno usredotočiti se na provođenje politika koje potiču uporabu informacijsko-komunikacijskih tehnologija u gospodarstvu[5].

Tablica 2. Područja primjene informacijskih tehnologija

PODRUČJE	UTJECAJ INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA
Globalizacija poslovanja	IT jednostavno i jeftino prenosi informacije na velike udaljenosti i ukida prostorna i vremenska ograničenja u poslovanju
Reinženjering poslovnog procesa	IT podržava procesni pristup, timski rad i radikalnu promjenu poslovanja
Brzina reakcije na tržišne uvjete	IT podiže razinu operativne efikasnosti, automatizira i ubrzava procese, utječu na skraćivanje poslovnih ciklusa čime omogućuje praćenje dinamike tržišta i bržu reakciju na strateške prijetnje
Povezanost, integracija, strateška partnerstva	IT povezuje poslovne sustave i sve sudionike procesa koji imaju potrebu komunicirati, čime se pojednostavljuje organizacijska struktura, postiže visoka razina integracije poslovanja i izbjegava uloga posrednika u transakcijama
Upravljanje ljudskim resursima	IT omogućuje pohranjivanje, distribuciju i stvaranje novog znanja, čime utječe na povećanje intelektualnoga kapitala kompanije
Praćenje i kontrola	IT prati status pojedinih aktivnosti ili procesa dok se zbivaju te se korekcije i ispravci mogu provoditi dok proces još traje
Unapređivanje kvalitete	IT omogućuje brzu analizu procesa, a njegova inovativna primjena može znatno unaprijediti kvalitetu usluge prema krajnjima kupcima
Orijentacija na kupca i proizvodnja prema želji pojedinca	IT omogućuje pojedinačnu efikasnu komunikaciju s milijunima kupaca, brzi odgovor na njihove potrebe i proizvodnju proizvoda koji su prilagođeni ukusu pojedinca

Izvor: [5]

## **5. PRAĆENJA KRETANJA REZERVNIH DIJELOVA I RASPOLOŽIVOST**

Pitanje dostupnosti rezervnih dijelova koji osiguravaju kontinuitet proizvodnje rješava se rijetko. Postupak održavanja i dostupnosti rezervnih dijelova, posebno kod robotiziranih i automatiziranih proizvodnih procesa, jedan je od najvažnijih faktora u održavanju kontinuiteta, brzini oporavka i brzini popravka. Organizacija identificira ključnu opremu za pokretanje postupka, osigurava resurse za strojeve i razvija učinkovit planirani sustav održavanja. Potrebno je da sustav održavanja uključuje:

- planirane aktivnosti održavanja,
- pakiranje i zaštitu opreme, instrumenata i mjernih uređaja,
- dostupnost rezervnih dijelova za ključnu proizvodnu opremu,
- dokumentiranje, vrednovanje i poboljšanje ciljeva usluge.

Razvojem znanstveno-tehničkog znanja i složenosti strojeva i opreme, kao i njihova elektronizacija, automatizacija i mehanizacija, bilježi porast neispravne opreme. Klasičan pristup održavanja u proizvodnom okruženju naglašava važnost inspekcija, održavanja i popravka, dok se novi pristup održavanja usredotočuje na sljedeće:

- alati za potporu u odlučivanju: procjena rizika, modeli intenziteta štete i analiza njihovih učinaka,
- nove tehnike održavanja,
- promjene u razmišljanju o organizaciji održavanja koje vode do timskog rada.

Stoga se može reći da je razvoj sustava upravljanja rezervnih dijelova alat za podršku u odlukama o održavanju i u široj perspektivi procesa, utječe na učinkovitost proizvodnje.

### **5.1. OSIGURAVANJE KONTINUITETA MATERIJALNOG TOKA**

Najvažnije karakteristike upravljanja poduzećem uključuju trajno i sveobuhvatno praćenje i poboljšanje učinkovitosti procesa, te su usmjerene na osnovni i najvažniji rezultat, tj. zadovoljan klijent s isporučenim proizvodom. Sustav povezanih klijenata, proizvoda, procesa i resursa poduzeća čini opseg i raspon operativnog upravljanja. Rezultati dugogodišnjeg istraživanja prilagodbe sustava upravljanja poduzećem promjenjivim uvjetima tržišnog okruženja ukazuju na pomak u težini rukovodstva poduzeća prema modelu upravljanja rezultatima (Score-Driven Management - SDM) i modelu upravljanju poslovnim procesima na temelju vrijednosti. (Value-Driven Business Process Management - VDBPM). Upravljanje rezervnim dijelovima je alat koji podržava učinkovito upravljanje poduzeća u uvjetima tržišta koje se dinamično mijenja. Logistički procesi orijentirani na osiguranje kontinuiteta materijalnog toka u lancu opskrbe su ključna područja za primjenu operativnog nadzora u poduzeću. Određivanje metoda procesa upravljanja (nabava, opskrba, skladištenje, prijevoz rezervnih dijelova) odvija se već u fazi planiranja operativnih mjera i materijalnih tokova u lancu opskrbe. Kontinuirana povratna informacija uzimajući u obzir neizvjesnu i promjenjivu potražnju rezervnih dijelova u proizvodnji osnova je za ispravljanje planova, normi, metoda i parametara procesa upravljanja, raspodjele resursa, oblikovanja procedura i organizacijskih



struktura te proračuna (materijalni i financijski planovi ).Iz tog razloga, rade se analize dostupnosti rezervnih dijelova iz upravljačkog aspekta.

## **5.2. UPRAVLJANJE DOSTUPNIM REZERVNIM DIJELOVIMA**

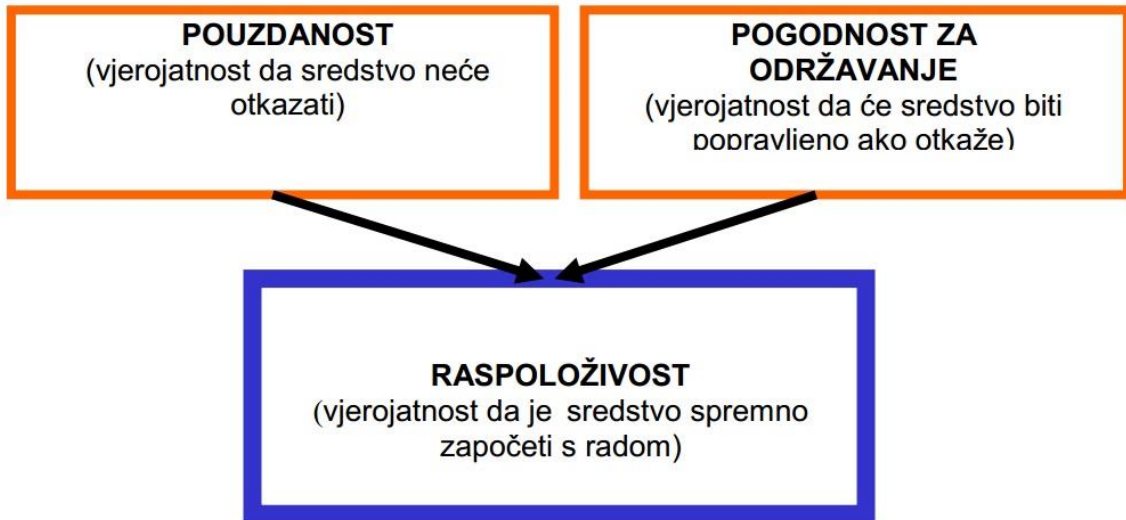
Primarni izvor informacija potrebnih za provođenje analize upravljanja zaliha rezervnih dijelova je povezivanje operativnih podataka povezanih s protokom materijala i pripadajućih podataka o troškovima. Podaci iz financijskog i računovodstvenog sustava omogućuju određivanje ekonomskih pokazatelja i mjera u okviru sustava procjene dostupnosti rezervnih dijelova. Pri organizaciji prijevoza treba se utvrditi skup mjera, koji bi bio osnova za izračun pokazatelja za procjenu upravljanja zalihama rezervnih dijelova. U slučaju organizacije prijevoza od strane dobavljača, taj trošak određuje dobavljač, dok u slučaju organizacije prijevoza od strane poduzeća, taj trošak određuje:

- vanjska tvrtka,
- poduzeće, ako poduzeće obavlja prijevoz vlastitim prijevoznim sredstvima. U takvom slučaju, troškovne komponente uključuju: broj kilometara koji treba prijeći određenim prijevoznim sredstvom, trošak po jednom kilometru za određeno prijevozno sredstvo, trošak uporabe rabljenih prijevoznih sredstava, broj prijevoznih sredstva, broj isporuka.

Neovisan element modela upravljanja raspoloživih rezervnih dijelova je analiza učinkovitosti. Analiza učinkovitosti postaje na temelju odabranih pokazatelja sve popularnije područje analiza koje se odnosi na financijske rezultate kojima se koriste poduzeća. Efektivnost odluka donesenih na temelju analize učinkovitosti opravdava sve veći interes za analizu učinkovitosti logističkih procesa. Kako bismo mogli usporediti dva elementa modela upravljanja dostupnosti rezervnih dijelova, odlučeno je da se podijele mjere učinkovitosti povezane sa osiguravanjem kontinuiteta proizvodnog procesa u smislu procesa koji imaju izravan utjecaj na kontinuitet proizvodnje (transport, skladištenje, upravljanje zalihama, kupovina). Ukupni troškovi osiguranja dostupnosti rezervnih dijelova su zbroj troškova potrošnje zaliha nastalih uslijed provođenja ovog postupka. Ovisno o tijeku ovog postupka, elementi koji čine ukupne troškove osiguranja dostupnosti rezervnih dijelova variraju[6].

## **5.3. RASPOLOŽIVOST**

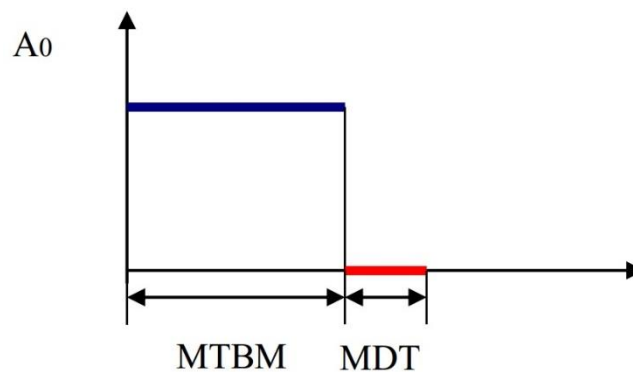
Raspoloživost (*Availability*) je vjerojatnost da sredstvo može započeti s izvršavanjem zadaće u trenutku kad zatreba. Razlikuje se operativna, vlastita i dostignuta raspoloživost. Na slici 17. je prikazana veza pouzdanosti, pogodnosti za održavanje i raspoloživosti.



Slika 17. Odnos pouzdanosti, pogodnosti za održavanje i raspoloživosti, Izvor: [7]

Za vrijeme životnog vijeka, sredstvo je u radu ili je spremno za rad ili se nalazi na održavanju. Vrijeme u radu ili spremnosti za rad je MTBM, a vrijeme na održavanju je MDT. Operativna raspoloživost (*Operational availability*) sustava je vjerojatnost da sustav ima sposobnost početi obavljati zadanu funkciju (funkcija počinje u bilo kojem trenutku vremena, gdje ukupno vrijeme sadrži vrijeme zastoja). Operativna raspoloživost obavlja zadanu funkciju u trenutku vremena kada se za to ukaže potreba. Operativna raspoloživost najčešće se definira kao (Slika 18.),(1):

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT}$$



Slika 18. izračun operativne raspoloživosti, Izvor: [7]

Ukupno vrijeme zastoja definirano je (2):

$$MDT = \bar{M} + ADT + LDT$$

Gdje je:

- $\bar{M}$  – srednje vrijeme održavanja
- ADT – administrativni gubitak vremena

- LDT – logistički gubitak vremena

Kod prometnih sustava izračun operativne raspoloživosti mora se modificirati jer se vrijeme rada sredstva često izražava prijednim kilometrima puta, a vremena održavanja prikazuju se u radnim satima. Za izračun operativne raspoloživosti koristi se izraz (3):

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + K_1 * MDT}$$

Koeficijent  $K_1$  predstavlja odgovarajući odnos broja prijednih kilometara u jedinici vremena (km/h). Operativna raspoloživost u praksi ima široku primjenu jer može poslužiti kao ocjena ponašanja prometnog sredstva tijekom eksploatacije, a lagano i jednostavno se izračunava. Ono je pokazatelj kakvoće i učinkovitosti logističke potpore i služi kod planiranja i upotrebe prometnih sredstava i ustroja logističke potpore. Što je bolja logistička potpora (održavanje, zalihe) planirana za cijeli životni ciklus prometnih sredstava tada će operativna raspoloživost biti veća jer će biti kraća vremena zastoja (LDT i ADT). Također, što je veća pouzdanost cijelog sustava ili dijelova sustava intenzitet otkaza će biti manji, a time i srednje vrijeme u radu veće, a to će se opet izraziti preko operativne raspoloživosti. Sustav s malom pouzdanosti često će dovesti do zastoja što će rezultirati malom operativnom raspoloživosti.

Veća operativna raspoloživost sredstava rezultira kraćim vremenima zastoja što je djelo (rezultat) bolje logističke potpore i bolje organiziranosti. Često, u pojedinim slučajevima, operativna raspoloživost može biti temeljni pokazatelj stanja sustava. Razlika između operativne raspoloživosti i spremnosti je u tome što spremnost uzima u obzir vrijeme skladištenja i slobodno vrijeme sustava. Vlastita ili inherentna raspoloživost (*Inherent availability*) sustava je vjerojatnost da sustav ima sposobnost da počne obavljati zadanu funkciju (funkcije namjena) u bilo kom trenutku vremena, pri čemu ukupno vrijeme sadrži vrijeme korištenja i aktivno vrijeme popravka. Ova raspoloživost je pokazatelj unutarnjih sposobnosti sustava da uspješno funkcionira u specifičnim uvjetima. Izraz za vlastitu raspoloživost poprima slijedeći oblik (4):

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Gdje je:

- MTTR - srednje vrijeme popravka
- MTBF - srednje vrijeme između otkaza

Vlastita raspoloživost, kao što je vidljivo, ne uzima u obzir logističko i administrativno vrijeme i ono je uvijek veće ili jednako operativnoj raspoloživosti sustava. Operativna raspoloživost će biti manja od vlastite raspoloživosti ako je LDT veći, tj. kada nemamo rezervnih dijelova ili potrebnog alata za popravak. U tom slučaju vlastita raspoloživost bit će nepromijenjena. Dostignuta raspoloživost (*Achieved availability*) sustava je vjerojatnost da će sustav ili prometno sredstvo biti spremno da počne obavljati zadanu funkciju u uvjetima korektivnog i preventivnog održavanja u bilo kojem trenutku vremena. Dostignuta

raspoloživost uzima u obzir sve vrste održavanja sustava, bilo to planirano i neplanirano održavanje, te će izraz za dostignutu raspoloživost glasiti (5):

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}}$$

Vidimo da je vrijeme jedna od temeljnih značajki kod definiranja spremnosti i raspoloživosti. Vrijeme korištenja sustava ili vrijeme u radu sustava je vrijeme tijekom kojeg sustav funkcionira na zadovoljavajući način. To je vrijeme u kojem je sustav operativan. Vrijeme zastoja je vremenski interval u kojem je sustav neoperativan. Ono sadrži: aktivno vrijeme popravka, logističko vrijeme (LDT) i administrativno vrijeme (ADT). Aktivno vrijeme korektivnog i preventivnog održavanja je period vremena tijekom kojeg se sprovode aktivnosti u vezi s popravkom sustava. Ovo vrijeme sastoji se od vremena potrebnog za dijagnostiku kvara, pripremnog vremena, vremena popravke i vremena potrebnog za ispitivanje, provjeru sustava poslije otklanjanja kvara. Logističko vrijeme je dio vremena za kojeg se ne vrši popravak zbog čekanja posebne dokumentacije, potrebne opreme i pričuvnih dijelova. Administrativno vrijeme je neoperativno vrijeme. To je vrijeme potrebno za administrativne aktivnosti vezane za izdavanje naloga i sl. Slobodno vrijeme je vrijeme tijekom kojeg se ne zahtijeva upotreba, korištenje sustava. Vrijeme kada se ne koristi sustav, ali je spreman je vrijeme čekanja u kojem sustav čeka zapovijed za početak izvršenja zadatka. Vrijeme skladištenja je vremenski interval tijekom kojega se sustav, prometno sredstvo nalazi u skladištu. Sustav je operativan ali predstavlja rezervu kao rezervni dio [7].

## 6. ANALIZA TROŠKOVA I UŠTEDA UVOĐENJEM INTERNETSKIH SUSTAVA

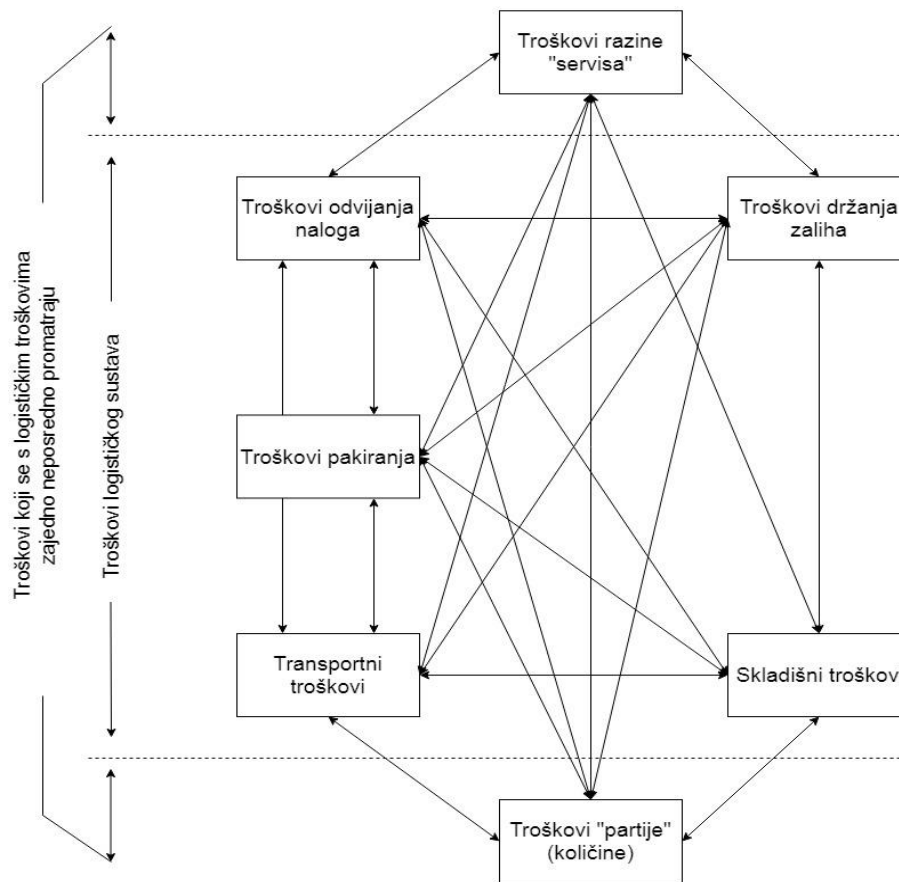
Različiti autori raznoliko definiraju troškove, pa tako postoje različite koncepcije i brojna pojmovna određenja troška. Ipak, može se reći da troškovi predstavljaju novčanu vrijednost utrošenih resursa u proizvodnji novih ili stvaranju određenih učinaka. Trošak je naziv za preoblikovanje jednog pojavnog oblika imovine (tj. resursa), a koji može biti dugotrajan, kratkotrajan ili financijski oblik korisnog učinka, realiziran kao gotov proizvod i/ili obavljena usluga te koji je nastao upotrebom navedene imovine. Kao rezultat pojavljuje se korisni učinak, a može se promatrati s dva stajališta: kao količinski izraz rezultata poslovnog procesa i kao vrijednosni izraz rezultata poslovnog procesa. Ako se korisni učinak promatra kao rezultat funkcioniranja tijekom preoblikovanja nekog poduzeća, tada ga se prezentira kao vrijednosni izraz poslovnog procesa.[8] Troškovi nekoga poduzeća mogu se podijeliti:

- primarno (na proizvodne čimbenike)
- sekundarno (na procese).

Kod podijele troškova nekog poduzeća radi se najprije o prvoj, primarnoj, podijeli koja se odnosi na proizvodne čimbenike (troškovi stalnih sredstava, npr. proizvodne opreme, zatim troškovi tekućih sredstava, npr. zaliha, trošak rada). Troškovi drukčije složenih podsustava poduzeća (npr. logističkih podsustava) odnose se, prema tome, na njihovu sekundarnu podjelu. Ista međuovisnost koja postoji među elementima logističkoga sustava postoji i kod troškova koje uvjetuju ti elementi. Sniženje troškova u jednome logističkom podsustavu može voditi do povišenja troškova u drugim logističkim podsustavima. Zbog toga je važno kretanje ukupnih logističkih troškova koji se relevantni za logističku odluku. Za odluku su relevantni troškovi koji nastaju samo tada kada se izvrši odluka, a otpadaju ako se ne izvrši. Troškovi koji se obuhvaćaju u razmatranju logističkih ukupnih troškova sastoje se od troškova u funkcijskim logističkim podsustavima: izvršavanja narudžbi, zaliha, skladišta, transporta i pakiranja. Oni su uzrokovani ulaganjem proizvodnih čimbenika u ovim logističkim podsustavima. Uz ove troškove logističkog sustava moraju se u obzir uzeti i troškovi koji su s njima neposredno povezani. Tu spadaju:

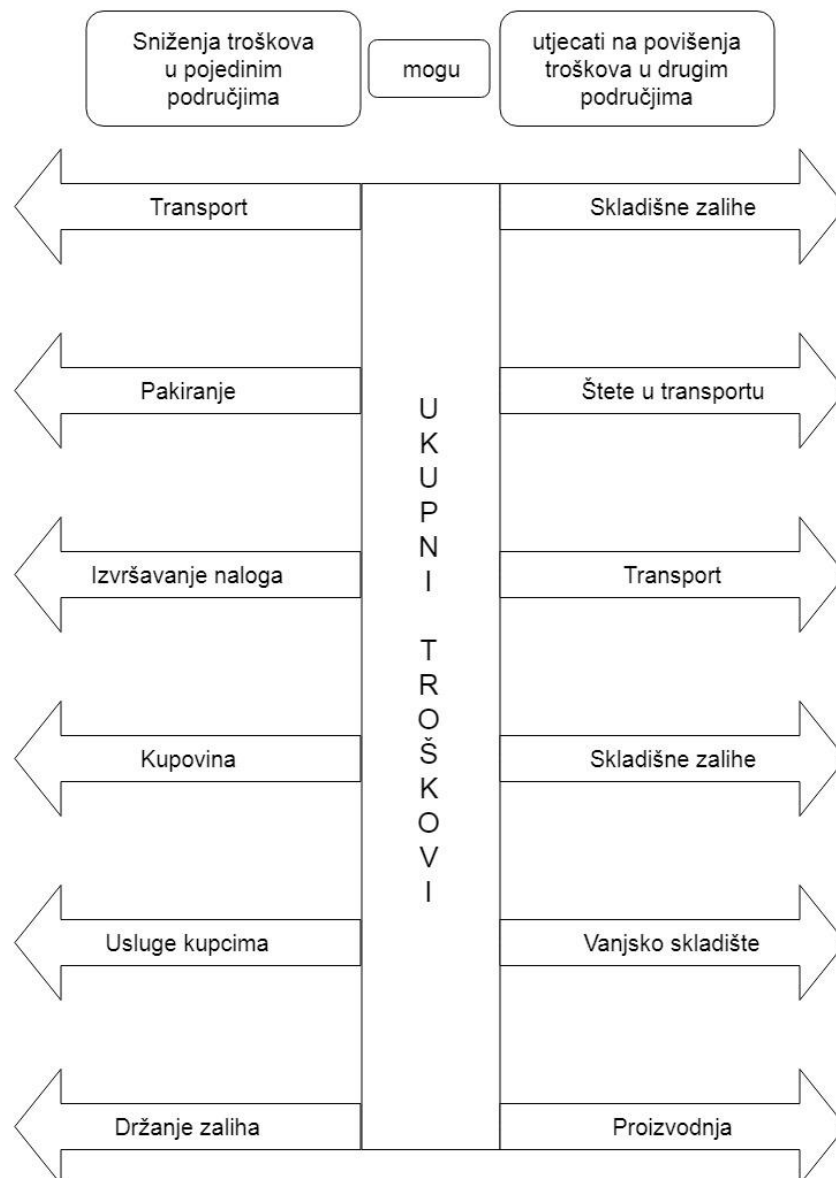
- troškovi uzrokovani razinom usluge (“servisa“ isporuke ili opskrbe)
- troškovi uzrokovani količinom (proizvodnje ili narudžbe).

Na slici 19. prikazani su sveukupni ili totalni troškovi poduzeća, koji se sastoje od spomenute dvije grupe troškova: troškova logističkog sustava i troškova koji su s njima neposredno povezani. Ako razina usluge nije odgovarajuća te se narudžba ne može izvršiti zbog nedostatnih količina proizvoda na zalihi, nastaju troškovi izgubljenih narudžbi i izgubljenih kupaca. Isto tako, ako je razina usluge nedovoljna zbog toga što se isporučio proizvod koji nije naručen ili ako neki od naručenih proizvoda nedostaje, nastaju troškovi reklamacija. U slučaju preniske razine “servisa“ isporuke nastaju troškovi prekida rada ili troškovi preusmjeravanja pogona. Troškovi koji su uzrokovani količinom proizvodnje (“partijom“



Slika 19. Sveukupni troškovi poduzeća, Izvor: [9]

proizvoda) odnose se kako na variranje fiksnih troškova postrojenja koji nastaju u proizvodnji (pojedinci proizvoda), tako i na troškove uzrokovane visinom zaliha. Kada se pak radi o naručenim količinama, variraju troškovi naručivanja, ali isto tako i troškovi uzrokovani visinom zaliha. Razmatranje ukupnih i sveukupnih (totalnih) troškova ima za logističko odlučivanje veliko značenje, jer logističke sustave obilježava mnoštvo troškovnih konflikata. Naime, sniženje troškova u jednome podsustavu često utječe na povišenje troškova u drugome podsustavu.



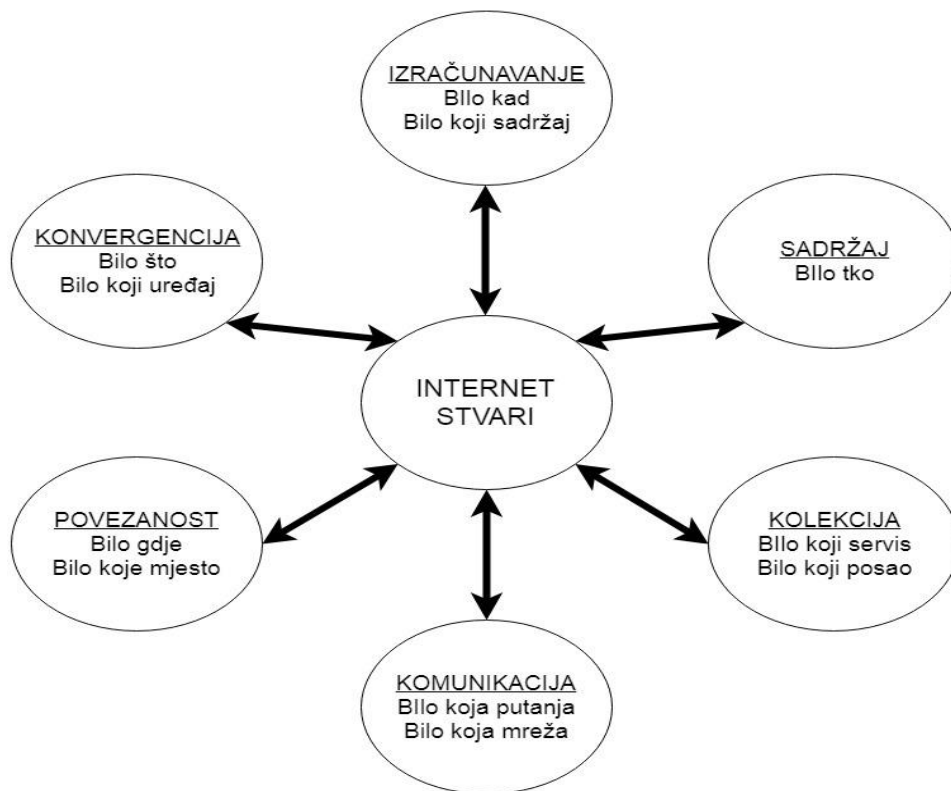
Slika 20. Troškovni konflikti u logističkom sustavu, Izvor: [9]

Na slici 20. prikazani su troškovni konflikti u logističkom sustavu. Logističko mišljenje pretpostavlja poznavanje troškovnih konflikata. Naime, ako se znaju općenite tendencije tokova troškova, tada se može odrediti koje troškove treba razmatrati u konkretnom slučaju. Logističko mišljenje nije nikada samo razmišljanje o troškovima, već uvijek i razmišljanje o učincima. Logistički troškovi uvijek i nastaju zbog logističkih učinaka. Često nastaju i takve situacije kod kojih treba odlučiti je li za poslovni uspjeh povoljnije da se ide na sniženje logističkih troškova ili na povišenje logističkih učinaka.[9] Prema tome, iz svega iznesenog vezano uz konflikte ciljeva možemo uočiti da se konflikti ciljeva u logistici odnose na:

- troškove unutar logističkih podsustava
- troškove logističkih podsustava i drugih podsustava (npr. proizvodnje, prodaje i sl.)
- troškove logističkih podsustava i prihode na temelju logističkih učinaka.

## 6.1. INTERNET STVARI

Internet stvari je predstavljen kao koncept i paradigma, koja razmatra rasprostranjene objekte koji bežičnim ili žičanim vezama uz primjenu jedinstvenih adresnih shema imaju sposobnost komunikacije i suradnje jedni s drugima u cilju stvaranja novih aplikacija i usluga. Dakle, sposobnost umreženih uređaja da prikupe informacije iz okruženja u kome se nalaze i da ih prenesu, podijele putem interneta da bi druge stvari ili ljudi na osnovu tih informacija mogli nešto učiniti nije više ograničena na računala ili mobilne telefone. Internet povezanih računala postaje internet povezanih stvari.



Slika 21. Internet stvari

Osnovne karakteristike sistema baziranih na Internetu stvari su (Slika 21.):

- sve komunicira: pametne stvari imaju mogućnost bežične komunikacije između sebe i između međusobno povezanih objekata unutar *ad-hoc* mreže;
- sve se identificira: pametne stvari se identificiraju preko digitalnog imena;
- sve integrira: pametne stvari mogu integrirati s lokalnim okruženjem kroz očitavanja i aktiviranja postojećih mogućnosti.

Kao i svaki drugi tehnološki fenomen, Internet stvari je sam po sebi neutralan, ni dobar ni loš. To znači da problemi koji iz njega proizlaze zavise prvenstveno od načina na koji se društvo odnosi prema tehnologiji, koje izbore i odluke u ovom pogledu donosi. U tom kontekstu izazovi



za istraživanja i razvoj u svrhu stvaranja „pametnog svijeta“ koji povezuje realno, digitalno i virtualno su ogromni.

## **6.2. TEHNIČKI ASPEKTI PRIMJENE INTERNETA STVARI**

Internet stvari objedinjuje nekoliko trendova razvoja informacijsko-komunikacijskih tehnologija. Prvi je smanjivanje dimenzija povezanih uređaja nekad i ispod granice vidljivosti golim okom. Mogućnost upotrebe bežičnih tehnologija garantiraju mobilnost odnosno prenosivost, kao drugu značajnu karakteristiku. Treći trend je heterogenost uređaja na kojima će se Internet stvari zasnivati. Da bi se realizirala vizija Interneta stvari i pružila podrška tehnologija koja bi omogućila da bilo kad, bilo gdje, s bilo kojim uređajem, servisom, aplikacijom, postoji interakcija, korisnici moraju biti svjesni postojanja uređaja, ali isto tako i uređaji moraju biti svjesni postojanja korisnika. Za realizaciju zahtjeva Interneta stvari potrebne su dramatične promjene sistema, arhitekture i komunikacija koja mora biti fleksibilna, prilagodljiva, sigurna, ali ne i nametljiva. Brojni autori su u svojim publikacijama i istraživanjima koristili pristup Interneta stvarima rješavanje mnogih problema, ali i za definiranje novih paradigmi i pristupa koji pojednostavljuju dosadašnja istraživanja. Dakle, da bi se omogućila integracija Interneta stvari u Internet budućnosti neophodno je odgovoriti na mnogobrojna pitanja. Pored dosadašnjeg i budućeg tehnološkog razvoja Interneta stvari i pored njegove široke rasprostranjenosti i primjene i dalje postoje ozbiljni tehnološki izazovi i prepreke za potpunu realizaciju. Tu je svakako potreba za jeftinim, energetski samoodrživim, inteligentnim uređajima, prelazak na šestu verziju IP adrese (omogućava dodjelu gotovo neograničene količine jedinstvenih identifikacijskih brojeva), dostupnost softvera koji mogu objединiti i analizirati podatke, te privatnost i sigurnost podataka. Tehnološki izazovi leže i u obimu obrade podataka, postizanju interoperabilnosti, standardizaciji i sl. Dakle, može se sumirati da postoji više izazova s kojima se potrebno suočiti u okviru vizije Interneta stvari te da će razvoj Interneta stvari zavisiti od dinamike inovacija u brojnim oblastima tehnike. Primjena koncepta Interneta stvari moguća je u različitim područjima: u fizičkoj distribuciji, u skladišnim procesima, praćenje prometa, praćenje viličara, kao i praćenje mnogih drugih različitih procesa, automatizacije istih, dostave proizvoda i dr. Činjenica da će uređaji masovno biti dio koncepta Interneta stvari, da će se podaci pohranjivati u „oblaku“, a uređaji biti kontrolirani pomoću weba i aplikacija, implicira i da će dolazak Interneta stvari označiti veliku prekretnicu u globalnoj ekonomiji potrošača. Ključne promjene se mogu očekivati u četiri glavna pravca:

- znatno poboljšana efikasnost rada pomoću predviđenog održavanja i daljinskog upravljanja;
- pojava ekonomskih ishoda potaknutih softverski baziranim uslugama, inovacijama u hardveru i povećanoj preglednosti proizvoda i procesa, potrošača i partnera;
- novi povezani ekosistem, baziran na softverskoj platformi koja briše granice tradicionalne industrije;
- suradnja između ljudi i uređaja, što će rezultirati jedinstvenim nivoom produktivnosti i mnogo zanimljivijim radnim iskustvima.

Može se zaključiti da se vremenom mijenjaju od „manjih, bržih, boljih“ jedinica prema mnoštvu inteligentnih uređaja, koji će se koristiti za istovremenu, preko mreže, kontrolu, praćenje i obradu informacija s mnogih fizičkih i virtualnih objekata. Tehnološki napredak će drastično utjecati na internet industriju, geopolitiku, ali i budućnost društva. Dakle, za uspješan i cjelovit razvoj koncepta Interneta stvari potrebno je puno tehničkih inovacija i razvoja u mnogim oblastima (napajanje, inteligencija, integracija, komunikacija, interoperabilnost,

standardizacija...). Time nova realnost, poznata kao Internet stvari, otvara prostor za nove aplikacije i ekonomske modele koji će ponovno snažno utjecati na načine poslovanja, ali i živote zajednica i pojedinaca.

### **6.3. EKONOMSKI ASPKETI PRIMJENE INTERNETA STVARI**

Kao što je već spomenuto, uspješna smjena informatičkih revolucija dovodi do radikalnih transformacija društva, naročito ekonomije. Informaciono-tehnički progres iz osnova modificira vodeće poslovne paradigme u svijetu, koji je izložen dinamičnim promjenama. Naime, tradicionalni ekonomski koncepti počivaju na principima ekonomije obujma putem kojih se masovnom proizvodnjom istih ili sličnih proizvoda osigurava niska cijena, koja služi kao osnovno oruđe u konkurentskom nadmetanju kompanija. Iz tih razloga nametani su trendovi standardizacije i unifikacije proizvoda. U poslovno-strateškom smislu to je nužno pratila tendencija maksimalne vertikalne integracije, kako bi se obuhvatio i kontrolirao kompletan lanac u stvaranju vrijednosti, te iscrpile mogućnosti ekonomije obima. Imajući u vidu da je vertikalna integracija iziskivala ogromna financijska sredstva, nije iznenađenje da je to do pojave interneta bila ekskluzivna privilegija samo velikih kompanija na tržištu. Napredna tehnološka rješenja i njihova aplikativna upotreba izmijenile su percepciju ekonomije obujma eliminirajući fizičke i materijalne barijere s kojima su se male kompanije suočavale u tradicionalnim ekonomskim prilikama. Pomoću Interneta stvari tim kompanijama su otvorena tržišta i mogućnosti distribucije uz radikalno niže dodatne troškove (granične troškove). U spomenutim okolnostima dolazi do permutacije značaja logistike u odnosu na kvalitetu i originalnost ideje u uspješnoj realizaciji poslovnog pothvata. U ranijem periodu uslijed već objašnjenih ograničenja, logistika, transport, energija i ostali tradicionalni faktori proizvodnje imali su opredjeljujući značaj za uspješno poslovanje kompanije. Informacijska revolucija je relativizirala značaj ovih faktora i razmjerno podigla vjerojatnost uspjeha, koji zavisi od kvalitete poslovne ideje i dostupnih informacija. Osim toga doprinijela je uspostavljanju i razvoju koncepta surađujućih zajednica koje u ekonomskom smislu podrazumijevaju racionalizaciju troškova, kao i platformu za razmjenu informacija. To je najjeftiniji i najefikasniji kanal komunikacije između poduzeća, između potrošača, kao i na relaciji poduzeće-potrošač.

### **6.4. EFEKTI SMANJENJA GRANIČNIH TROŠKOVA**

Granični troškovi predstavljaju troškove proizvodnje dodatne jedinice proizvoda, odnosno prirast ukupnih troškova po jedinici prirasta proizvodnje i koriste se kao glavni instrument u objašnjenju kako ekonomski subjekti, u nastojanju da optimiziraju svoj ekonomski položaj, donose individualne odluke. U tradicionalnoj ekonomskoj teoriji granični troškovi zbog fiksiranosti određenih inputa imaju pretežno tendenciju rasta. Optimum proizvodnje postiže se na onom nivou proizvodnje, pri kojem se izjednačavaju granični troškovi i granični prihodi, koji se generiraju prodajom svake dodatne novoprodukovane jedinice nekog proizvoda. Svaka novoprodukovana jedinica čiji je granični prihod veći u odnosu na granični trošak generira profit. U točki u kojoj se izjednačavaju ove dvije veličine poduzeće će povećati profit, što je u uvjetima kapitalističke ekonomije njegov primarni cilj. U tradicionalnim uvjetima, dakle prije informatičke revolucije, velike kompanije, s velikom bazom kapitala i fiksnih kapaciteta bile

su u privilegiji da kroz omasovljenje proizvodnje obaraju marginalne troškove i time dostižu visoke profite. Za razliku od njih manje kompanije nisu bile u stanju da dostignu te nivoe proizvodnje, a samim time i granične troškove na toliko niskom nivou. Tako ove kompanije nisu mogle da izdrže nametnute cijene na tržištu, pa su njihovi profiti bili ili znatno manji ili čak negativni, tj. upadali su u zonu s gubitkom. S razvojem informacijsko-komunikacijskih tehnologija, prije svega inteligentnih sistema i internet platformi došlo je do dramatičnog zaokreta u korist manjih kompanija, koje su dobile moćno oruđe u konkurentskom nadmetanju s velikim igračima na tržištu. Od fleksibilnosti i sposobnosti samih kompanija da preuzmu nove pametne informacijske tehnologije, zavisit će i njihova spremnost da se u konkurentskom smislu nadmeću na tržištu, bez obzira na njihovu veličinu i financijsku moć. Poduzeća koja se uspiju povezati na Internet stvari i koriste podatke i analitiku kako bi razvili predviđajuće algoritme, koji mogu ubrzati efikasnost, dramatično povećaju produktivnost, smanjuju upotrebu energije i drugih resursa, uspjeh će dramatično smanjiti granične troškove proizvodnje i distribucije proizvoda ili usluga. Najveći pritisak na smanjenje graničnih troškova vezuje se za upotrebu i korištenje Interneta stvari u operativnom smislu, tj. pametnog industrijskog interneta. Ovo je moguće promatrati u tri pravca[10]:

1. Konvencionalni pristup u fizičkoj distribuciji i plasmanu proizvoda, koji iziskuje značajne troškove mijenja se suvremenim pristupom, koji se oslanja na korištenje Interneta. Time se ostvaruju značajne uštede resursa i vremena i smanjuju prostorne barijere.
2. Interakcija u komunikaciji poduzeća s postojećim i potencijalnim potrošačima doprinosi u pozitivnom smislu objema stranama. S jedne strane poduzeća opsežna i u troškovnom smislu zahtjevna istraživanja tržišta zamjenjuju kontinuiranom komunikacijom sa svojim klijentima. Proizvođač na bazi povratnih informacija dobiva korisne informacije, koje su u funkciji kreiranja superiornih rješenja i vrijednosti za kupca. Kao nagradu za isporučenu vrijednost, kojom se postiže zadovoljstvo potrošača, poduzeće dobiva odanost svog potrošača. Istraživanja su pokazala da je za firmu puno veća korist zadržati postojećeg kupca, nego privući novog.
3. Ogroman dio svog budžeta kompanije izdvajaju za marketing, oglašavanje i promociju svojih proizvoda i usluga. S pojavom Interneta tradicionalni kanali za emitiranje informativnih i propagandnih poruka potencijalnim potrošačima u većoj mjeri zamijenjeni su internet platformama, društvenim mrežama, beta verzijama, itd. U osnovi ovakvih mreža leži sloboda pristupa proizvodu od strane korisnika u određenom vremenskom periodu, u kojem korisnici oblikuju karakteristike proizvoda, koje su oblikovane i prilagođene njihovim individualnim preferencijama. Ekonomski smisao besplatnog pristupa nekom proizvodu najbolje je objasnio Chris Anderson u svom djelu *Free* [11]. On je ukazao da iako pun proturječnosti taj koncept znači da se „novac može napraviti besplatnim davanjem“ što za rezultat ima „da ponekad dobijete više nego što plaćate“. Naime, ovim putem se dolazi do uvećanja potrošačkog viška (kao razlike vrijednosti dobivenog i uloženog) i uvećanja proizvođačkog viška (kao razlike vrijednosti naplaćenog i uloženog) za svaku jedinicu proizvoda. U ekonomskoj terminologiji ovaj fenomen se definira kao poboljšanje, s obzirom na to da obje zainteresirane strane istovremeno poboljšavaju svoje tržišne ishode. Pored veće

dostupnosti i premošćivanja fizičkih i vremenskih barijera, glavni efekt se ogleda u niskim graničnim i ukupnim troškovima. Postoji stav da će radikalno novi model zamijeniti sadašnji ekonomski sistem odnosno da će sveprisutni napredak na polju energetike, komunikacija i transporta u budućnosti fundamentalno transformirati način života.

## **6.5. PRIMJENA INTERNETSKIH SUSTAVA U SKLADIŠNIM PROCESIMA**

Skladišta su uvijek služila kao vitalno središte u protoku robe unutar opskrbnog lanca. Ali u današnjoj ekonomskoj klimi, služe kao ključni izvor konkurentske prednosti za logističke pružatelje usluga koji mogu isporučiti brzo, ekonomično i sve fleksibilnije skladišne operacije za svoje kupce. S tisućama različitih vrsta i oblika robe koje se danas čuvaju u prosječnom skladištu, svaki kvadratni metar skladišnog prostora mora se optimalno iskoristiti kako bi se roba mogla što brže preuzeti, obraditi i dostaviti. Od paleta i viličara do same građevinske infrastrukture, moderna skladišta sadrže mnogo potencijalnih sredstava koja se mogu povezati i optimizirati kroz IoT.

Ispitajmo nekoliko primjera IoT-a na djelu u skladištu. Bežični čitači bilježe podatke koji se prenose sa svake palete koje ulaze u skladište. Prikupljeni podaci mogu uključivati informacije o proizvodu, kao što su volumen i dimenzije, te se šalju sustavu za upravljanje skladištem (Warehouse Management System - WMS) na obradu. Ova mogućnost eliminira dugotrajan zadatak ručnog brojanja i opsežno skeniranje paleta. Kamere pričvršćene na vrata također mogu biti korištena za otkrivanje oštećenja skeniranjem paleta. Nakon što se palete premjeste na određenu lokaciju, oznake prenose signale WMS-u za pružanje vidljivosti u stvarnom vremenu, čime se sprječava mogućnost nestanka zaliha. Ako se bilo koji predmet nalazi na pogrešnoj lokaciji, senzori mogu upozoriti upravitelja skladišta, koji može pratiti točnu lokaciju predmeta. Za kvalitetno upravljanje, senzori prate stanje predmeta i upozoravaju upravitelje skladišta kada su zadani pragovi temperature ili vlažnosti ugroženi. Tako bi osoblje brže moglo poduzeti određene mjere kako se ne bi narušila kvaliteta usluge. Tijekom odlazne isporuke, palete se skeniraju kroz izlazna vrata kako bi se osigurao ispravan redoslijed isporuke i spriječilo slanje pogrešnih predmeta. Razine zaliha se automatski ažuriraju u WMS-u radi precizne kontrole zaliha. Uz robu koja se skladišti, IoT sustav također može optimalno upravljati korištenjem imovine. Spajanjem strojeva i vozila na središnji sustav, IoT sustav omogućuje upraviteljima skladišta nadzor sve imovine u stvarnom vremenu. Razni senzori mogu se primijeniti za nadgledanje koliko često se u sustavu za razvrstavanje, poput transportnih traka, nalaze sredstva u upotrebi ili u praznom hodu, i u koje doba. Analiza podataka može identificirati optimalne stope kapaciteta za imovinu. Jedna takva inovacija je Swisslog-ova tehnologija "SmartLIFT". Rješenje kombinira senzore viličara s usmjerenim barkodovima postavljenim na stropu skladišta i WMS podatke za stvaranje unutarnjeg GPS sustava koji vozača viličara obavještava o točnoj lokaciji palete. Također stvara nadzornu ploču za upravljače skladišta s ciljem promatranja brzine, lokacija i produktivnosti u stvarnom vremenu svih vozača viličara kao i pregled točnosti inventara. Tvrtka Bobcat je rješenje unijela u svoje skladište i izvijestila 30 postotno povećanje paleta na sat bez pogrešaka u zalihama. Ovakva rješenja mogu u budućnosti identificirati neučinkovitost u već automatiziranim procesima. Na primjer, automatsko vođeno vozilo, kao i automatizirani viličari, izvršavat će i ponavljati zadani zadatak, osim ako mu se ne dodijeli drugi zadatak. Analizirajući njegov kapacitet i uzorke, upravitelj skladišta može otkriti da se takvo automatizirano vozilo najbolje



Slika 22. Swisslog-ova tehnologija SmartLIFT, Izvor: [16]

koristi u drugom dijelu skladišta. Povezana roba u skladištu također omogućavaju predviđanje održavanja za transportne sustave skladišta. Kao jedan primjer, senzori mogu biti postavljeni na stroj za razvrstavanje radi otkrivanja opterećenja mjerenjem propusnosti ili temperature stroja. Kamere se također mogu upotrijebiti za otkrivanje oštećenja ili gomilanja paketa. Svi ovi podaci mogli bi biti prikupljeni i kombinirani za analizu predviđanja održavanja, koja bi određivala termine održavanja i izračune očekivanog vijeka trajanja sustava stroja na njegovoj trenutnoj razini korištenja. Uz pomoć prikupljenih podataka skladišno osoblje bit će pravovremeno obavješteno o gomilanju robe kako bi spriječio nastanak ozbiljne materijalne štete. IoT također može povećati razinu zdravlja i sigurnosti radnika putem povezane radne snage i vozila. Statistika iz udruženja Industrial Truck Association i američke Uprave za zaštitu na radu procjenjuju da postoji oko 855.900 viličara koji rade samo u Sjedinjenim Državama. Procjenjuje se da ti viličari doprinose više od 100.000 nesreća godišnje, što uzrokuje 94.750 ozljeda. Gotovo 80 posto u nesrećama viličara uključen je pješak. Umnoženo na globalnoj razini to pokazuje potencijalnu ljestvicu za poboljšanje sigurnosti unutar skladišta. Senzori u kombinaciji s radarima ili kamerama postavljeni na viličare mogu omogućiti komunikaciju s drugim viličarima i skenirati okolinu te skrivene predmete koji mogu uzrokovati sudar. Viličari se mogu programirati tako da se automatski usporavaju na raskrižjima kada se otkrije drugi viličar ili pješak iza ugla. Mnogo nezgoda proizlazi iz toga što radnici pogrešno utovaruju paletu. Takve se nesreće mogu izbjeći korištenjem senzora tlaka koji otkrivaju kada je opterećenje postalo preveliko, a također i kada je na viličaru postavljeno nejednoliko opterećenje. Tvrtka Ravas razvija pametna vozila koja sadrže vage kao i mjernu tehnologiju težišta. Sigurnost se povećava upozorenjem vozača kada je prekoračeno opterećenje ili kada je središte opterećenja neujednačeno.

IoT tehnologije također mogu spriječiti pad paleta i proizvoda. Kombinacija senzora i kamera mogu se upotrijebiti za otkrivanje rizika neadekvatnog skladištenja i izračunavanja vjerojatnosti pada palete ili predmeta s police. Ove se kamere također mogu koristiti i za nadgledanje robe kako bi se spriječila krađa. U skoroj budućnosti radnici će se uključiti u IoT sustav, povezujući se putem svojih pametnih telefona, skenera i alata koje donosi novo doba interakcije stroja i čovjeka u skladišnim procesima. Pojava povezane radne snage pruža nove mogućnosti za praćenje zdravlja i umora radnika, praćenje fiksnih ruta radnika i analizu kako skladišni upravitelji mogu poboljšati rute radnika. Jedno takvo rješenje se razvija u tvrtki Locoslab, koja omogućuje preciznu lokalizaciju mobilnih uređaja u zatvorenom okruženju koje koristi aktivnu i pasivnu RFID tehnologiju. Prati kretanje radnika i predmeta unutar radnog okruženja i primjenjuje analizu lokacije kako bi se mogli poboljšati skladišni procesi. Senzori se također mogu integrirati u skladišnu infrastrukturu. Sedamdeset posto potrošnje energije u prosječnom skladištu čini rasvjeta. Pametno upravljanje skladišnom energijom povezuje grijanje, ventilaciju i klimatizaciju te komunalne mreže, uključujući povezane LED svjetiljke za optimizaciju potrošnje energije. Uz automatsko zatamnjenje i osvjetljenje prema aktivnostima, takvi sustavi reguliraju potrošnju energije uređaja, grijanja, ventilacije i klimatizacije. Rezultat smanjenja potrošnje energije smanjuje režijske troškove zajedno s utjecajem ugljika na skladište [16].

## 7. ZAKLJUČAK

Razvoj tehnologije svakim danom sve više utječe na logističke sustave i procese. Razvojem logističkih procesa često se posezalo za različitim informacijsko-identifikacijskim tehnologijama, kako bi se što uspješnije ostvarila osnovna svrha logistike - poboljšanje protoka dobara i informacija kroz tvrtku, ali i kroz cjelokupni opskrbeni lanac. Razvijanjem informacijske tehnologije, odnosno računala, interneta i novih informacijsko-komunikacijskih uređaja svakim danom se poboljšavaju logistički i poslovni sustavi. Informacijske tehnologije dovele su do nastanka informacijskog društva, društva u kojem su glavni čimbenici života i rada informacije i informacijska tehnologija. Informacijske tehnologije tako su utjecale na transformaciju društva iz industrijskog u informacijsko društvo. Informacijska tehnologija dovodi i do postupne promjene pokazatelja uspješnosti. Napuštaju se kvantitativni pokazatelji poslovanja, a afirmiraju kvalitativni – neopipljivi parametri poslovanja: zadovoljstvo kupaca, povezanost s kupcima, kvaliteta usluge, imidž, ideje, inovacije, intelektualni kapital, znanje, odnosi s dobavljačima, poslovnim partnerima, zadovoljstvo samih zaposlenika.

Može se zaključiti da se vremenom mijenjaju od „manjih, bržih, boljih” jedinica prema mnoštvu inteligentnih uređaja, koji će se koristiti za istovremenu, preko mreže, kontrolu, praćenje i obradu informacija s mnogih fizičkih i virtualnih objekata. Internet stvari je koncept koji omogućuje takav način rada. Internet stvari izmijenio je percepciju ekonomije obujma eliminirajući fizičke i materijalne barijere s kojima su se male kompanije suočavale u tradicionalnim ekonomskim prilikama. Pomoću Interneta stvari tim kompanijama su otvorena tržišta i mogućnosti distribucije uz radikalno niže dodatne troškove (granične troškove). Internet stvari podigao je vjerojatnost uspjeha te je postavio najjeftiniji i najefikasniji kanal komunikacije između poduzeća, između potrošača i između potrošača i poduzeća. Kao i svaki drugi tehnološki fenomen, Internet stvari je sam po sebi neutralan, ni dobar ni loš. To znači da problemi koji iz njega proizlaze zavise prvenstveno od načina na koji se društvo odnosi prema tehnologiji, koje izbore i odluke u ovom pogledu donosi. U tom kontekstu izazovi za istraživanja i razvoj u svrhu stvaranja „pametnog svijeta“ koji povezuje realno, digitalno i virtualno su ogromni.

## LITERATURA:

- [1] Davor D., RFID – Tehnologija u logistici – s posebnim osvrtom na upotrebu u maloprodaji, Ekonomski fakultet, Osijek.
- [2] Žubrinić K., Primjena bar kodova u poslovanju, LAUS CC. Preuzeto sa: <https://www.bib.irb.hr/578630>
- [3] Žubrinić K., Korištenje sustava za radio-frekvencijsku identifikaciju u poslovanju, LAUS CC. Preuzeto sa: <https://www.bib.irb.hr/578624>
- [4] Dujak D., Šantorić I., Tomašević V., Implementacija RFID tehnologije u logističke i supply chain aktivnosti maloprodaje. Preuzeto sa: <https://www.bib.irb.hr/537300>
- [5] Zelenika, R. Upravljanje logističkim mrežama. Rijeka : Ekonomski fakultet ; Kastav : IQ Plus, 2007
- [6] Kolinska K., Sliwezynski B., Hadas L., Kolinski A., Operational controlling in the management of spare parts availability. Preuzeto sa: <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/plusm/article/view/5933>
- [7] Budimir D., Marvin I., Tehnička logistika, Nastavni materijal, Fakultet Prometnih Znanosti
- [8] Bukljaš Skočibušić, M.; Radačić, Ž.; Jurčević, M.: Ekonomika prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.
- [9] Segetlija, Z., Uvod u poslovnu logistiku, 3. izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, 2013
- [10] Vujović V., Maksimović M., Balotić G., Mlinarević P., Internet stvari – tehnički i ekonomski aspekti primjene, Univerzitet u Istočnom Sarajevu. Preuzeto sa: <https://infoteh.rs.ba/zbornik/2015/radovi/RSS-4/RSS-4-3.pdf>
- [11] Anderson C., Free: How Today's Smartest Businesses Profit by Giving Something for Nothing Paperback – Bargain Price, April 20, 2010
- [12] Popović B., Tehnologija automatskog označavanja, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Istočnom Sarajevu. Preuzeto sa: [http://www.bas.gov.ba/images/upload/glasnik/clanak2\\_3\\_4\\_13.pdf](http://www.bas.gov.ba/images/upload/glasnik/clanak2_3_4_13.pdf)
- [13] <https://medium.com/@wenguannealzhang/the-history-of-barcode-c1c1c2909ceb>
- [14] <http://ba.chafontech.com/rfid-solution/warehouse-management-system.html>
- [15] <https://www.netedi.co.uk/what-is-edi/>
- [16] <https://www.logistics.dhl/global-en/home/insights-and-innovation/thought-leadership/trend-reports/internet-of-things-in-logistics.html>



## POPIS SLIKA:

Slika 1. Sistemi automatske identifikacije, Izvor: [12] .....	3
Slika 2. Decentralno upravljanje .....	4
Slika 3. Centralno upravljanje .....	4
Slika 4. CIM piramida upravljanja .....	5
Slika 5. Uloga identifikacije .....	5
Slika 6. Područja primjene identifikacijskih sustava .....	6
Slika 7. Bull eyes barcode, Izvor: [13] .....	8
Slika 8. Jednodimenzionalni EAN i UPC bar kodovi, Izvor: [2] .....	9
Slika 9. Dvodimenzionalni PDF 417 bar kod Izvor: [2] .....	9
Slika 10. Logotip organizacije EAN international, Izvor: [2] .....	10
Slika 11. Struktura EAN-13 bar koda, Izvor: [2] .....	11
Slika 12. Primjer kodiranja podataka poslovnog partnera kodovima 128 i "3 od 9", Izvor: [2] .....	13
Slika 13. RFID sustav, Izvor: [14] .....	15
Slika 14. Mogućnosti RFID tehnologije u opskrbnom lancu, Izvor [4] .....	17
Slika 15. EDI sustav, Izvor: [15] .....	21
Slika 16. Međuodnos informacijskih tehnologija i virtualne kompanije, Izvor: [5] .....	22
Slika 17. Odnos pouzdanosti, pogodnosti za održavanje i raspoloživosti, Izvor: [7] .....	27
Slika 18. izračun operativne raspoloživosti, Izvor: [7] .....	27
Slika 19. Sveukupni troškovi poduzeća, Izvor: [9] .....	31
Slika 20. Troškovni konflikti u logističkom sustavu, Izvor: [9] .....	32
Slika 21. Internet stvari .....	33
Slika 22. Swisslog-ova tehnologija SmartLIFT, Izvor: [16] .....	38

## **POPIS TABLICA:**

Tablica 1. Usporedba barkod i RFID tehnologije .....	19
Tablica 2. Područja primjene informacijskih tehnologija .....	24

## **POPIS KRATICA:**

USA	(United States of America) Sjedinjene Američke Države
RFID	(Radio-Frequency Identification) radio frekvencijska identifikacija
OCR	(Optical Character Recognition) optičko prepoznavanje znakova
NFC	(Near Field Communication) komunikacija bliskog polja
CIM	(Computer Integrated Manegement) računalno integrirano upravljanje
EAN	(European Article Numbering) Europsko označavanje proizvoda brojevima
JAP	(Japanese Article Numbering) Japansko označavanje proizvoda brojevima
UPC	(Universal Product Code) univerzalna šifra proizvoda
UCC	(Unifrom Code Council) vijeće za jedinstveno kodiranje
GCP	(Global Company Prefix) globalni prefiks tvrtke
EDI	(Electronic Data Interchange) elektronička razmjena podataka
ASCII	(American Standard Code for Information Interchange) Američki standardni kod za razmjenu informacija
SCM	(Supply Chain Management) upravljanje opskrbnim lancima
IOT	(The Internet of Things) Internet materijalnih stvari
GPRS	(Global Positioning System) globalni sustav za pozicioniranje
ERP	(Enterprise Resource Planning) sustav za planiranje resursa poduzeća
JIT	(Just-in-Time) točno-na-vrijeme
EPC	(Electronic Product Code) električni kod proizvoda
AOP	Automatska Obrada Podataka
OECD	(Organization for Economic Cooperation and Development) organizacija za gospodarsku suradnju i razvoj
ICT	(Information and Communications Technology) informacijske i komunikacijske tehnologije
SDM	(Score-Driven Management) model upravljanja rezultatima
VDBPM	(Value-Driven Business Process Management) model upravljanja poslovnim procesima na temelju vrijednosti
WMS	(Warehouse Management System) sustav upravljanja skladištem



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
10000 Zagreb  
Vukelićeva 4

### IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj ZAVRŠNI RAD  
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na  
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

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

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

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu ZAVRŠNOG RADA  
pod naslovom ZNAČAJ INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U TEHNIČKOJ  
LOGISTICI

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

U Zagrebu, 04/09/2019

Student/ica:

(potpis)