

# Implementacija RFID tehnologije u logističke i dobavne lance

---

**Matovina, Mateja**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:418102>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-01**



**Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**  
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



**uniri** DIGITALNA  
KNJIŽNICA



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET**

**Mateja Matovina**

**IMPLEMENTACIJA RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTIČKE I  
DOBAVNE LANCE**

**DIPLOMSKI RAD**

Rijeka, 2020.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
POMORSKI FAKULTET U RIJECI**

**IMPLEMENTACIJA RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTIČKE I  
DOBAVNE LANCE**

**IMPLEMENTATION OF RFID TECHNOLOGY IN LOGISTICS  
AND SUPPLY CHAIN  
DIPLOMSKI RAD**

Kolegij: Logistika u kopnenom prometu

Mentor: dr.sc. Siniša Vilke

Studentica: Mateja Matovina

Studijski smjer: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112066380 7

Rijeka, lipanj 2020.

Studentica: Mateja Matovina

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112066380 7

#### IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI DIPLOMSKOG RADA

Kojom izjavljujem da sam diplomski rad s naslovom IMPLEMENTACIJA RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTIČKE I DOBAVNE LANCE izradila samostalno pod mentorstvom dr.sc. Siniša Vilke.

U radu sam primijenio/la metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristila literaturu koja je navedena na kraju diplomskog rada. Tude spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u diplomskom radu na uobičajen, standardan način citirala sam i povezala s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasna sam s trajnom pohranom diplomskog rada u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci te Nacionalnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice.

Za navedeni rad dozvoljavam sljedeće pravo i razinu pristupa mrežnog objavljivanja:  
(zaokružiti jedan ponuđeni odgovor)

- a) rad u otvorenom pristupu
- b) pristup svim korisnicima sustava znanosti i visokog obrazovanja RH
- c) pristup korisnicima matične ustanove
- d) rad nije dostupan

Studentica

Mateja Matovina

Mateja Matovina

## SAŽETAK

Suvremeno poslovanje logističkih i dobavnih lanaca bilo bi nezamislivo bez uvođenja informacijske i komunikacijske tehnologije. Osim značajnog rasta primjene različitih tehnologija za analizu i komunikaciju, jedna od njih se posebno očituje u označavanju proizvoda i prikupljanju različitih podataka o proizvodima, prije svega o njihovim tokovima. Tehnologija o kojoj govorimo je radiofrekvencijska identifikacija ili ukratko RFID. Radiofrekvencijska identifikacija upotreba je bežične mreže beskontaktnog sustava koji koristi radiofrekvencijska elektromagnetska polja za prijenos podatka te za potrebe automatske identifikacije i praćenje. RFID tehnologija može se koristiti u nekoliko aspekata, uključujući upravljanje skladištem, upravljanje zalihama, prijevoz tereta, proizvodnja i maloprodaja. Sa RFID tehnologijom, opskrbni lanac može postići vrlo visoke performanse. U ovom radu predstavljamo osnove RFID tehnologije u logistici kao dio lanca opskrbe navodeći potencijalne prednosti i moguće nedostatke ove tehnologije primjenom iste na primjeru tvrtke.

**KLJUČNE RIJEČI:** dobavni lanac, logistički procesi, RFID tehnologija

## SUMMARY

The modern business of logistics and supply chains would be unthinkable without the introduction of information and communication technology. In addition to the significant growth in the application of various technologies for analysis and communication, one of them is particularly evident in the labeling of products and the collection of various data on products, but primarily on their flow. The technology mentioned is radio frequency identification or RFID. Radio frequency identification is the use of a wireless network of a contactless system that uses radio frequency electromagnetic fields for data transmission and for the purposes of automatic identification and monitoring. RFID technology can be used in several aspects, including warehouse management, inventory management, cargo transportation, manufacturing and retail. With RFID technology, the supply chain can deliver the highest level of performance. In this paper, we present the basics of RFID technology in logistics as part of the supply chain, listing the potential advantages and possible disadvantages of this technology by applying it to the example of the company.

**KEY WORDS:** supply chain, logistics processes, RFID technology

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA .....	1
1.2. RADNA HIPOTEZA .....	2
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	2
1.4. ZNANSTVENE METODE.....	3
1.5. STRUKTURA RADA.....	3
2. OPIS POJMOVA LOGISTIČKI I DOBAVNI LANCI TE PRIMJENA INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U LOGISTICI.....	5
2.1. LOGISTIČKI LANAC.....	5
2.2. DOBAVNI LANAC.....	9
2.3. PRIMJENA INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U LOGISTICI.....	14
2.3.1. Načela i funkcionalnosti informacijske tehnologije .....	15
2.3.2. Informacijske tehnologije kao podrška informatičkih sustava i logistike .....	16
3. OPĆENITO O RFID TEHNOLOGIJI TE IMPLEMETNACIJA RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTIČKE I DOBAVNE LANCE.....	18
3.1. RFID TEHNOLOGIJA .....	18
3.1.1. Povijest RFID tehnologije .....	20
3.1.2. Komponente RFID sustava.....	21
3.1.2.1. RFID oznaka (tag).....	21
3.1.2.2. RFID antena .....	23
3.1.2.3. RFID čitači.....	23
3.1.2.4. RFID računalni sustav.....	24
3.1.3. RFID frekvencije .....	25
3.1.4. RFID standardi .....	26
3.2. IMPLEMENTACIJA RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTIČKE I DOBAVNE LANCE 27	
3.2.1. Prednosti RFID tehnologije.....	29
3.2.2. Nedostatci RFID tehnologije .....	32
3.2.3. Izazovi koje donosi RFID tehnologija .....	32

3.3. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U PROMETU .....	35
4. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE NA PRIMJERU TRGOVAČKOG LANCA.....	40
4.1. PRIMJER PRIMJENE RFID TEHNOLOGIJE - ZARA .....	41
4.2. UČINAK RFID TEHNOLOGIJE NA TRGOVAČKI LANAC ZARA .....	46
5. TENDENCIJA RAZVITKA RFID TEHNOLOGIJE .....	48
5.1. BUDUĆNOST RFID TEHNOLOGIJE .....	50
5.2. RAZVITAK RFID TEHNOLOGIJE OBZIROM NA UTJECAJ COVID-19.....	52
5.2.1. Zdravstvo .....	52
5.2.2. Maloprodaja .....	53
5.2.3. Tranzit .....	54
5.2.4. Obrazovanje .....	54
5.2.5. Očekivanja razvitka RFID tehnologije .....	55
6. ZAKLJUČAK.....	56
LITERATURA .....	58
KAZALO KRATICA .....	62
POPIS SLIKA.....	64
POPIS SHEMA.....	64
POPIS GRAFIKONA .....	64

## **1. UVOD**

Stalno učimo o onome što čini organizacija uspješnijom i kako pružiti bolju uslugu kupcima. Tehnologija pruža tvrtkama načine kako postati brži i učinkovitiji u svim područjima lanca nabave, od izvorne opreme proizvođača sve do krajnjeg potrošača. Svrha ovog rada je istražiti jednu tehnologija koja je snažno utjecala na logistički i dobavni lanac te postaje sve više popularnija. RFID tehnologija pametniji je način praćenja pošiljaka, vremena isporuke i vode zalihe; to zauzvrat čini procese bržim, učinkovitijim i uz manje pogreške. Navedeno nadilazi druge sustave jer obuhvaća više informacija od prethodnih tehnologija.

### **1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA**

Povećan je broj promjena i novih proizvoda; istodobno povećana složenost od lanca opskrbe nastaje kao rezultat globalizacije, širenja tržišta, outsourcinga proizvodnje i usluga itd. Rezultati su povećani zahtjevi za pouzdanošću i fleksibilnošću isporuke. Pritisak na zalihe stoga se značajno povećao, dijelom i zato što je upravljanje zalihama rad intenzivan, težak i sklon greškama pod strujom prakse. Identifikacija proizvoda od najvećeg je značaja za logistički sektor, a to je nužan uvjet praćenje i pronalazak robe u cijelom lancu opskrbe. RFID tehnologije postaju nezamjenjivi dio informatičke infrastrukture i poslovnih rješenja tvrtke svaki sudionik u lancima opskrbe. Temeljem navednog iznosi se problem istraživanja odnosno jasno je da poduzeće ili organizacija koja u svoje poslovanje nije uvela informacijske tehnologije ne može opstati na sve zahtjevnijem modernom tržištu.

Nakon definiranog problema rada odnosno istraživanja možemo odrediti i predmet istraživanja, a to je istraživanje karakteristika logističkih i dobavnih lanaca, istraživanje područja primjene informacijskih tehnologija, i proučavanje karakteristika RFID tehnologije, prednosti i nedostataka te njen utjecaj na primjeru trgovačkog lanca Zara.

Problem i predmet istraživanja odnose se na sam objekt istraživanja odnosno primjenu radiofrekvencijskih tehnologija u logističkim i dobavnim lancima.



## **1.2. RADNA HIPOTEZA**

Nakon predstavljenog problema, predmeta i objekta istraživanja evidentirano je da RFID tehnologija može je ponuditi rješenja koja bi mogla pozitivno i uspješno utjecati na usvajanje ove vrste pametne tehnologije kod svih organizacija i tvrki, a ne samo kod onih velikih i uspješnih.

Temeljem navedenog postavljene su slijedeće radne hipoteze:

H1: Primjena informacijskih tehnologija važan je čimbenik u odvijanju procesa, aktivnosti te poslovanja dobavnih i logističkih lanaca.

H2: Implementacija i primjena RFID tehnologije povećava produktivnost, efikasnost i samu uspješnost logističkih i dobavnih lanaca.

## **1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA**

Svrha i ciljevi istraživanja su u izravnoj vezi sa znanstvenim problemom, predmetom i objektom znanstvenog istraživanja te postavljene znanstvene hipoteze.

RFID tehnologija je neophodna za funkcioniranje određene organizacije i poduzeća. Ona donosi mnogo pozitivnih učinaka. Dakako, postoje i negativni utjecaji, ali njih je znatno manje, što će se i uvidjeti istraživanjem ovog rada. U radu je primjenom znanstvenih metoda potrebno odgovoriti na mnogo pitanja od kojih su neka od važnijih sljedeća:

- 1) Koji je utjecaj informacijskih tehnologija u logističkim i dobavnim lancima?
- 2) Koja su osnovna obilježja RFID tehnologije?
- 3) Koji su načini primjene RFID tehnologije u dobavnim i logističkim lancima?
- 4) Koje su prednosti RFID tehnologije?
- 5) Koji su nedostaci RFID tehnologije?
- 6) Kako je trgovači lanac Zara primijenio RFID tehnologiju?
- 7) Što se može očekivati u budućnosti razvoja RFID tehnologije?

- 8) Donosi li RFID tehnologija pozitivne ili negativne učinke s obzirom na situaciju s COVID-om 19?
- 9) Koja su očekivanja razvitka RFID tehnologije s obzirom na situaciju s COVID-om 19?

#### **1.4. ZNANSTVENE METODE**

Znanstvene metode korištene pri pisanju odnosno istraživanju i formuliranju ovog rada su: metoda analize i sinteze, metoda indukcije i dedukcije radi otkrivanja novih spoznaja, zatim metoda deskripcije kojom su opisivane sve činjenice i predmeti, metoda kompilacije kojom je citirano sve što je od drugih preuzeto, a radi usporedbe pojedinih pokazatelja tu je i metoda komparacije.

#### **1.5. STRUKTURA RADA**

Rad se sastoji od uvoda, koje je ujedno i prvo poglavlje rada, glavnog dijela – rasprave te na kraju zaključka.

U prvom poglavlju "Uvod", objašnjeni su problem, predmet i objekti istraživanja, radna hipoteza te svrha i ciljevi istraživanja, znanstvene metode i na kraju definirana je sama struktura rada.

Drugo poglavlje odnosno "Opis pojmova logističkih i dobavnih lanca te primjena informacijskih tehnologija u logistici", prije svega detaljno objašnjava definicije i važnosti logističkih i dobavnih lanaca te uz to je navedena primjena informacijskih tehnologija u logistici te osnovna načela i funkcionalnosti informacijske tehnologije kao i opis informacijskih tehnologija koji su podrška informatičkih sustava i logistike.

Treće poglavlje koje se naziva „Općenito o RFID tehnologiji te implemetnacija RFID tehnologije u logističke i dobavne lance“, obuhvaća osnovna obilježja i komponente ove vrste tehnologije koji su detaljno objašnjeni kako bi se tematika ovog rada bolje razumijela.

Nadalje, opisana je bitnost ove tehnologije u logističkim i dobavnim lancima te implementacija RFID tehnologije u iste. Definirano je pregršt prednosti navedene vrste tehnologije te nedostaci kojih je znatno manje u odnosu na prednosti.

Četvrto poglavlje pod imenom „Primjena RFID tehnologije na primjeru trgovačkog lanca“ jasno definira i objašnjava kako trgovački lanac Zara koristi RFID tehnologiju u svom poslovanju te koje pogodnosti joj je ova vrsta tehnologije donijela. Iznešena je i dobit trgovačkog lanca koju je ostvarila korištenjem RFID tehnologije.

Peto poglavlje odnosno „Tendencija razvitka RFID tehnologije“ proučava dobit RFID tehnologije iz 2019. godine uspoređujući ju sa prehodnim godinama te navodeći očekivanja za buduće godine. U ovom poglavlju se može vidjeti i što se očekuje u budućnosti od RFID tehnologije te sam razvitak ove vrste tehnologije s obzirom na novonastalu situaciju sa virusom COVID-19. Opisano je korištenje navedene tehnologije u zdravstvu, maloprodaji, tranzitu i obrazovanju. Na kraju samog poglavlja iznesena su očekivanja razvitka RFID tehnologije obzirom na nastalu situaciju.

U posljednjem, šestom "Zaključak", vidljivo je zaključno obrazloženje, sinteza rezultata istraživanja kojima je dokazivana postavljena radna hipoteza. U njemu su također sumirane i objašnjene sve bitne činjenice te mišljenja autora ovog rada koja su oblikovana proučavanjem razne literature kako bi se što bolje dobio uvid u samu tematiku ovog diplomskog rada.

## **2. OPIS POJMOVA LOGISTIČKI I DOBAVNI LANCI TE PRIMJENA INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U LOGISTICI**

Upravljanje lancima opskrbe je proces upravljanja kretanjem sirovina i dijelova od početka proizvodnje do isporuke potrošaču. U mnogim se organizacijama svakodnevno donose stotine puta operativne odluke o lancu nabave koje utječu na razvoj, proizvodnju, premještanje i prodaju proizvoda. Složenost lanca opskrbe varira o veličini posla, složenosti i količini proizvedenih predmeta, ali većina lanaca opskrbe ima zajedničke elemente.

Kada se koristi u poslovnom smislu, logistika je upravljanje protokom stvari između točke podrijetla i točke potrošnje kako bi se zadovoljili zahtjevi kupaca ili korporacije. Resursi kojima se upravlja u logistici mogu obuhvaćati fizičke predmete kao što su hrana, materijali, životinje, opremu i tekućine kao i apstraktne predmete, kao što su vrijeme i informacije. Logistika fizičkih predmeta obično uključuje integraciju protoka informacija, rukovanje materijalom, proizvodnju, pakiranje, zalihe, transport i skladištenje.

Često postoji zabuna u pogledu razlike između logističkih i dobavnih lanaca. Sada je općeprihvaćeno da se logistika odnosi na aktivnosti unutar jedne tvrtke / organizacije vezane za distribuciju proizvoda, dok opskrbni lanac također obuhvaća proizvodnju i nabavu te stoga ima puno širi fokus jer uključuje više poduzeća, uključujući dobavljače, proizvođače i trgovce, radeći zajedno kako bi zadovoljili potrebe kupca za proizvodom ili uslugom. [1]

### **2.1.LOGISTIČKI LANAC**

Logistički lanac, definiran kao put robe i informacija od tvorca do krajnjeg korisnika, omogućuje bilo kojoj tvrtci da proizvod pretvori u prodaju. Uključivanje bilo materijalne, bilo nematerijalne robe ili usluge je cijeli put koji dovodi do prihoda tvrtke. Zbog ove činjenice tvrtka se mora pobrinuti za održavanje logističkog lanca koji učinkovito premješta važne materijale s jednog mjesta na drugo.

Logistički lanac, koji neki objašnjavaju jednostavnom funkcijom modernog softvera za logistiku, daleko je dublji koncept. Njegovo upravljanje uključuje brojne bitne

strane poslovanja : računovodstvo, skladištenje, pakiranje, rukovanje, distribuciju, pa čak i sigurnost. Zbog činjenice da se mnogim poslovnim subjektima cjelokupno poslovanje može sažeti u dio ili cijeli logistički lanac, stvorena je profesija koja zadovoljava potrebe tih poduzeća. Zove se upravljanje logistikom ili lancem opskrbe.

Bitna stvar u procesu logističkog lanca upravljanja je razumijevanje plana, materijala i radnika potrebnih da bi se logistički proces odvio od početka do kraja. Ovaj plan mora biti dio svih zaposlenika tvrtke: od izvršnog direktora, računovođe, osoblja pošte, pa čak i stručnjaka za IT sigurnost. Svaki od ovih igrača mora razumjeti plan, svoje mjesto u njemu i jedini cilj bilo kojeg logističkog lanca, a to je pretvaranje materijala u proizvode koji se na kraju prodaju kupcu.

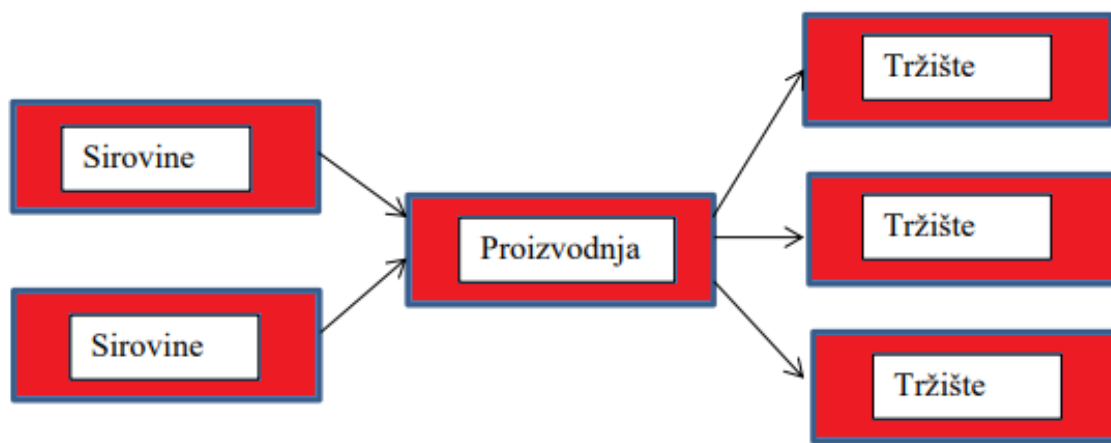
Kompletno poduzeće ima 2 glavna odjela: marketing ili prodaja i operacije. Sve u svemu, operacije su još jedan način logistike. Dakle, logistički lanac čini oko 50% gotovo svih poslova. [2]

Upravljanje logističkim lancem, predstavlja skup aktivnosti, potrebnih da se uspješno integriraju nabava, proizvodnja, skladištenje i trgovačka mreža, tako da se proizvodi i distribuiraju potrebna količina robe, do traženih lokacija, u pravo vrijeme, u cilju postizanja minimalnih troškova unutar cijelog sustava, a uz zadržavanje zadovoljavajuće razine raspoloživosti proizvoda. Na temelju definicije, upravljanje logističkim lancem sadrži sljedeće potencijale:

- poboljšanje servisa dobavljača,
- smanjenje zaliha unutar mreže,
- skraćanje cjelokupnog ciklusa proizvodnje,
- povećanje točnosti prognoziranja,
- povećanje produktivnosti,
- smanjenje troškova nabave, proizvodnje i distribucije unutar lanca.

Prema prostornom djelovanju razlikujemo nacionalne, međunarodne i globalne logističke lance dok prema složenosti se dijele na jednostavne, složene i komplekse logistički lanci.

U jednostavnom logističkom lancu proizvođač stupa direktno u vezu s krajnjim potrošačem što olakšava kontrolu toka. [3]



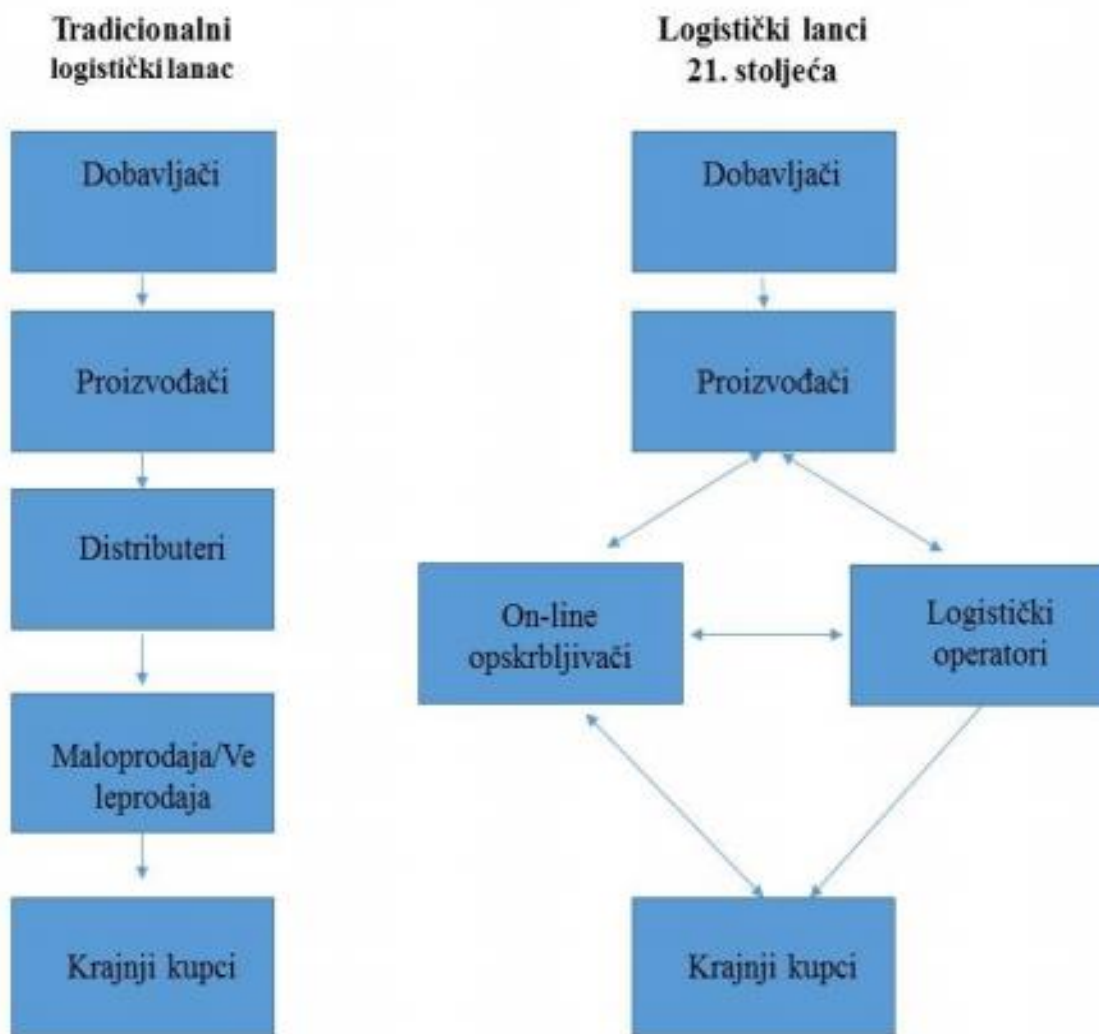
**Shema 1. Jednostavni logistički lanci**

Izvor: izradila studentica prema: Zelenika, R.: *Logistički sustavi*, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2005., str.142. [4]

Karakteristike složenih logističkih lanaca su: pojava posrednika i veći broj veza ili tokova proizvoda ili usluga što je suprotno nego u jednostavnim logističkim lancima. U ovom slučaju potrebno je posvetiti veću pažnju kontroli toka.

Kompleksni logistički lanci, zbog utjecaja globalizacije, danas su postali uobičajena pojava. Karakteristike kompleksnih logističkih lanaca su: velik broj sudionika, proizvodnih pogona, prostorna i vremenska raspršenost, velik broj posrednika, skladišta, velika potreba za kontrolom i koordinacijom svih segmenata. Pojavom kompleksnih logističkih lanaca koji djeluju na globalnom tržištu i suradnjom mnogih proizvođača, agenata i dobavljača omogućena je proizvodnja na svim dijelovima te relativno jednostavna nabavka gotovo svih željenih proizvoda.

U zadnje vrijeme pojavila se posebna vrsta logističkog lanca kojeg mnogi nazivaju lanac 21. stoljeća. Stoga, razlikujemo tradicionalni logistički lanac i lanac 21. stoljeća. [3]



**Shema 2. Usporedba tradicionalnog logističkog lanca i logističkog lanca 21. stoljeća**

Izvor: izradila studentica prema: Pupavac, D.: *Optimizacija proizvodnje unutar logističkoga lanca za 21. stoljeće*, Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci, 2006 ,vol. 24. sv. 2. str. 293. [3]

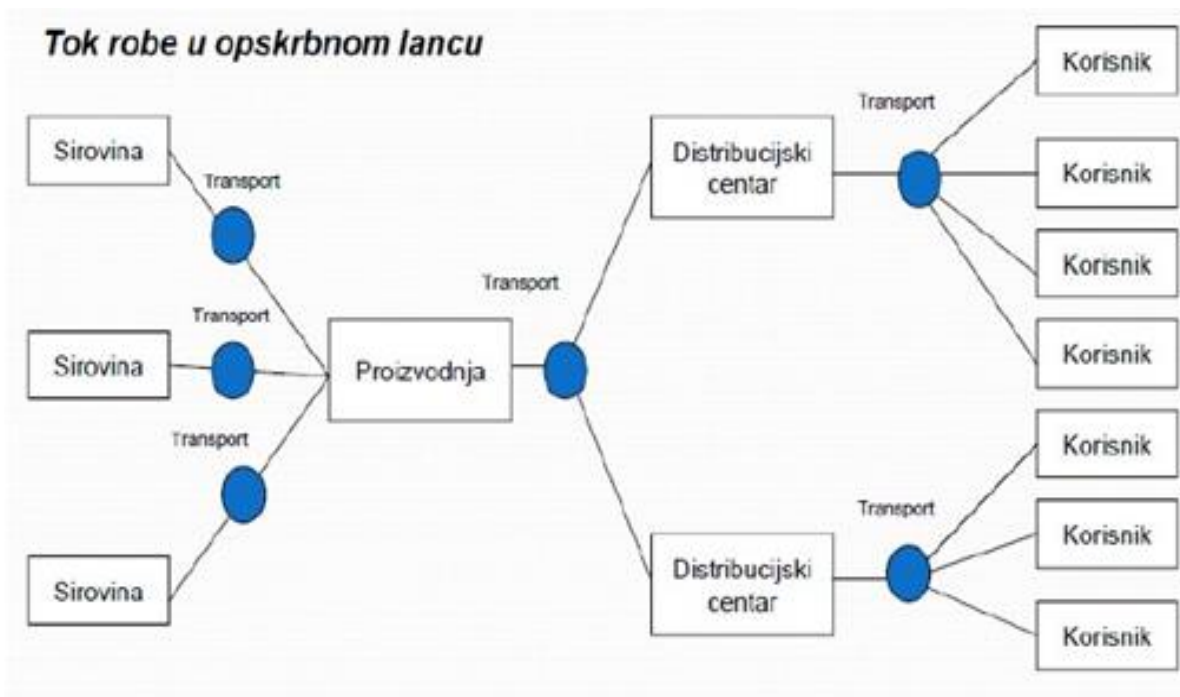
Kako bi funkcionirala infrastruktura logističkih lanaca potrebni su logistički operatori čija je uloga upravljanje logističkim uslugama, upravljanje dobavnim lancem, osiguranje vidljivosti i mnoge druge. U novije vrijeme se sve više razvija tehnologija te je spektar usluga koje pružaju logistički operatori sve veći. [3]

## **2.2.DOBAVNI LANAC**

Dobavni lanac možemo definirati kao cijeli sustav proizvodnje i isporuke proizvoda ili usluge, od samog početka isporuke sirovina do konačne isporuke proizvoda ili usluge krajnjim korisnicima. Dobavni lanac sadrži sve aspekte proizvodnog procesa, uključujući aktivnosti uključene u svakoj fazi, informacije koje se komuniciraju, prirodne resurse koji se pretvaraju u korisne materijale, ljudske resurse i druge komponente koje ulaze u gotov proizvod ili uslugu.

Simuliranje dobavnog lanca jedan je od ključnih koraka u provođenju vanjske analize u procesu strateškog planiranja. Važnost jasnog postavljanja lanca opskrbe je u tome što pomaže poduzeću da definira vlastito tržište i odluči gdje želi biti u budućnosti. Razvijajući strategije na korporativnoj razini, tvrtka često mora donositi odluke hoće li voditi jednu djelatnost ili ulaziti u druge srodne ili nepovezane industrije. Svaka faza ovog lanca je u osnovi različita industrija, na primjer, vađenje i proizvodnja sirovina. Logistički lanac omogućava tvrtci da razumije druge koji su uključeni u svaku od faza pa stoga pruža uvid u atraktivnost ili konkurentnost u tim industrijama u koje bi tvrtka mogla ući u budućnosti. [5]





**Shema 3. Tok robe u opskrbnom lancu**

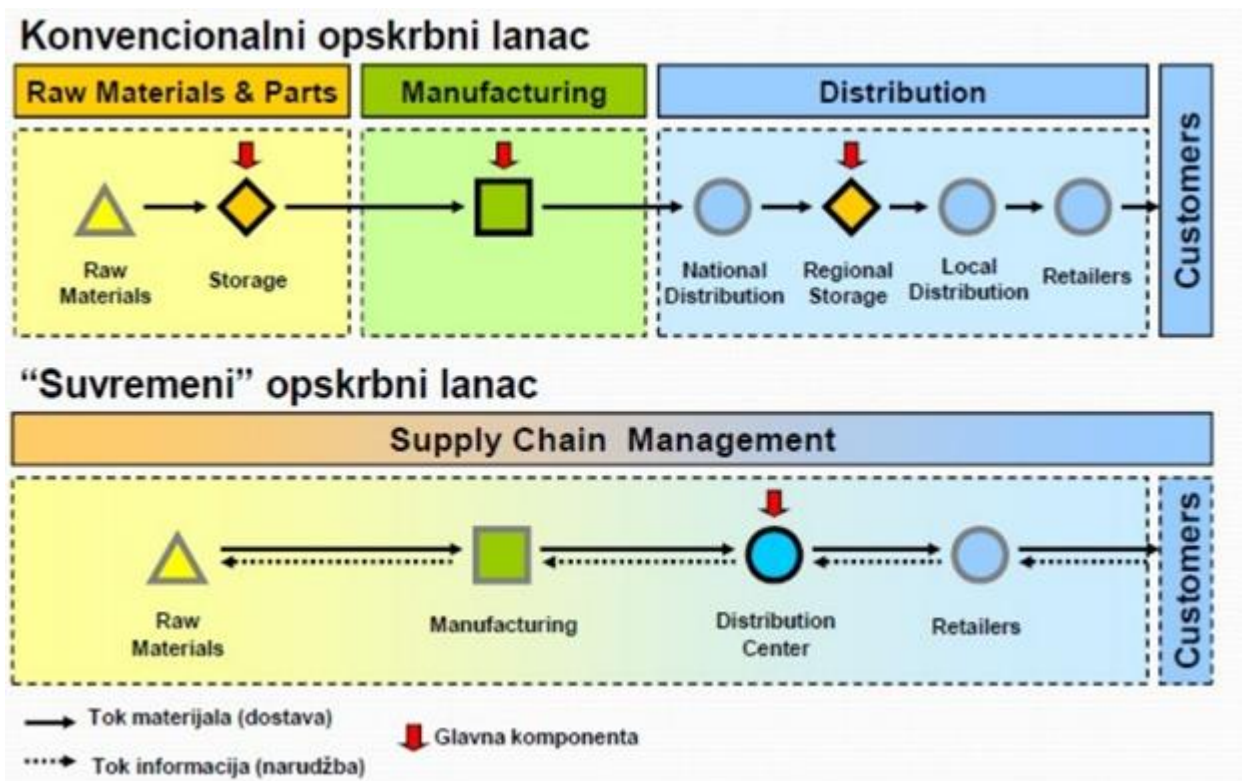
Izvor: [6]

Šest je komponenti tradicionalnog upravljanja dobavnim lancem:

- **Planiranje** – Planiranje i upravljanje svim resursima potrebnim da se zadovolji potražnja kupaca za proizvodom ili uslugom tvrtke. Kad se dobavni lanac uspostavi, određuju se metrike za mjerenje kako bi se utvrdila učinkovitost i djelotvornost dobavnim lancem te donosi li vrijednost kupcima i ispunjava li ciljeve tvrtke.
- **Sourcing** - odabir dobavljača koji će pružiti robu i usluge potrebne za stvaranje proizvoda. Zatim uspostavljanje procesa za nadgledanje i upravljanje odnosima s dobavljačima. Ključni procesi uključuju naručivanje, primanje, upravljanje zalihama i odobravanje plaćanja dobavljača.
- **Izrada** - Organiziranje aktivnosti potrebne za prihvaćanje sirovina, proizvodnju proizvoda, testiranje kvalitete, paket za otpremu i raspored isporuke.

- **Isporuka (ili logistika)** - Koordiniranje narudžbi kupaca, zakazivanje isporuke, otprema tereta, fakturiranje kupaca i primanje plaćanja.
- **Povratak** - Stvaranje mreže ili postupak za vraćanje neispravnih, viška ili neželjenih proizvoda.
- **Omogućavanje** - Uspostavljanje procesa podrške za nadgledanje informacija kroz dobavni lanac i osiguravanje poštivanja svih propisa. Programi za omogućavanje uključuju: financije, ljudske resurse, informatiku, upravljanje objektima, upravljanje portfeljem, dizajn proizvoda, prodaju i osiguranje kvalitete.

Slika 1. Razlike između konvencionalnog i suvremenog opskrbnog lanca



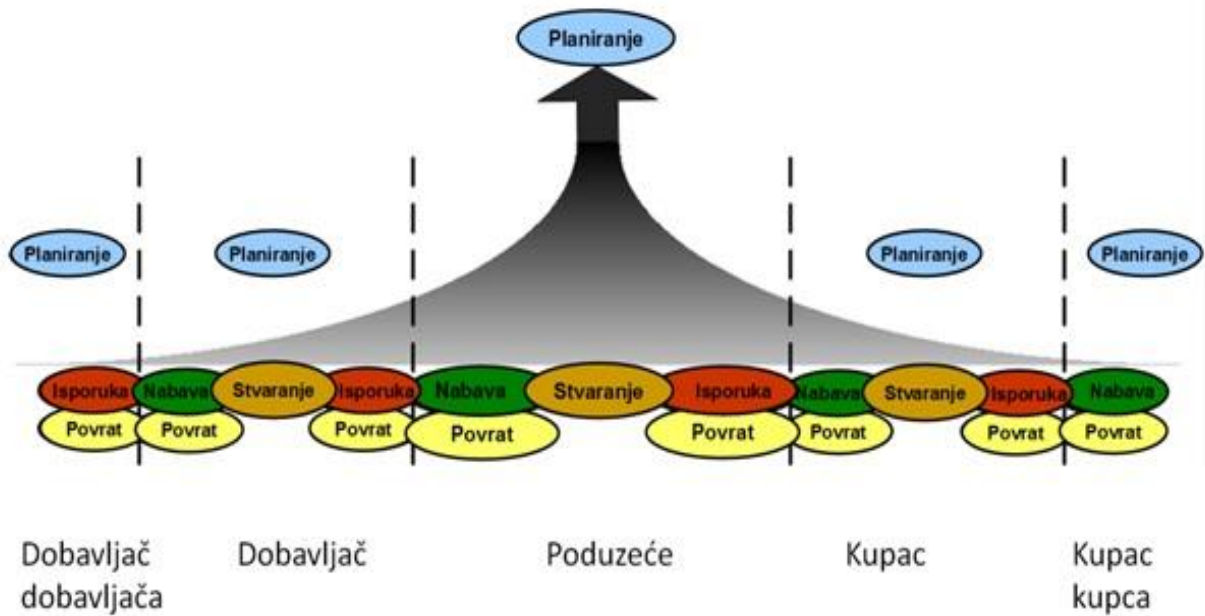
Izvor:[6]

Učinkovito upravljanje opskrbnim lancem minimizira troškove, otpad i vrijeme u proizvodnom ciklusu. Industrijski standard postao je upravo pravodobni lanac opskrbe gdje maloprodajna prodaja proizvođačima automatski signalizira naloge za nadoplatu. Maloprodajne police tada se mogu obnoviti gotovo jednako brzo koliko se proizvod prodaje. Jedan od načina za daljnje poboljšanje u ovom procesu je analiza podataka od partnera u lancu opskrbe kako bi se vidjelo gdje se mogu postići daljnja poboljšanja.

Postoje 3 scenarija u kojima učinkovito upravljanje dobavnim lancem povećava vrijednost ciklusa ciklusa cijelog lanca:

- **Identificiranje potencijalnih problema** → Kada kupac naruči više proizvoda nego što proizvođač može isporučiti, kupac se može žaliti na lošu uslugu. Analizom podataka proizvođači će moći predvidjeti nestašicu prije nego što kupac bude razočaran.
- **Dinamično optimiziranje cijene** → Sezonski proizvodi imaju ograničen rok trajanja. Na kraju sezone ti se proizvodi obično bacaju ili prodaju uz velike popuste. Zrakoplovne tvrtke, hoteli i drugi sa pokvarljivim „proizvodima“ obično dinamički prilagođavaju cijene kako bi zadovoljili potražnju. Korištenjem analitičkog softvera, slične tehnike predviđanja mogu poboljšati marže, čak i za tvrdu robu.
- **Poboljšavanje raspodjele zaliha "dostupnih za obećanje"** → Analitički softverski alati pomažu dinamički rasporediti resurse i zakazati rad na temelju prognoze prodaje, stvarnih narudžbi i obećane isporuke sirovina. Proizvođači mogu potvrditi datum isporuke proizvod - značajno smanjujući pogrešno ispunjene narudžbe. [7]

Slika 2. Slikovni prikaz SCOR modela



Izvor: [8]

Da bi poduzeće lakše kreiralo svoju strategiju pozicioniranja na kontinuumu između efikasnosti i responzivnosti, koristi se SCOR model (*Supply chain operations reference model*). SCOR model je okvir koji potiče poduzeće da precizno definira svoje suradnike, sebe kao i procese koji se odvijaju u lancu. Ne mora svaki element lanca imati sve nabrojane procese. Ovo je opći i sveobuhvatni model koji se na razini određenog poduzeća razlikuje u skladu s njegovom djelatnostima. Uz definiranje okvira u kojem djeluje, lanac opskrbe suočava se zadnjih godina s dodatnim izazovima kao što su globalizacija, regulativa, održivost, inovacije, integracija, suradnja, transparentnost i razmjena informacija među sudionicima u lancu.

Kako bi dobani lanac bio efikasan, treba sagledati koji su pokretači (*drivers*), pa onda izvidjeti kako se može djelovati u okviru istih. U stručnoj se literaturi razlikuju dvije grupe pokretača, logistički i krosfunkcionalni. Logistički su objekti, zalihe i transport, a krosfunkcionalni informacije, nabava i definiranje cijena. Da bi se lanac pozicionirao na

kontinuumu između efikasnosti i responzivnosti, on strukturira svoje pokretače i strategije kako djelovati unutar istih. [8]

### **2.3.PRIMJENA INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U LOGISTICI**

Globalizacija i tehnološki razvoj IT danas su dva glavna stupa u osnovi modernog poslovnog poduzeća. Eksplozivni razvoj međunarodnih trgovina, usklađivanje uvjeta poslovanja u svijetu, turbulencije poslovanja okoliša, rastući broj sudionika na tržištima samo su neki od aspektata koji nas poslovno okružuju danas. U takvim uvjetima donošenje odluka uopće nije jednostavno i više nije stvar rutine. Za utvrđivanje se donose različite poslovne odluke, ravnoteža između potencijala tvrtke i potražnje za njihovim proizvodima ili uslugama. Donošenje takvih odluka zahtijeva pravodobne i točne informacije dobivene od upravljačkih informacijskih sustava.

Logistički informacijski sustavi mogu se definirati kao: „Pretvaranje ljudi, opreme i postupaka potrebnih za prikupljanje, sortiranje, analizu, procijenu i distribuiranje potrebne informacije odgovarajućim ljudima koji donose odluke pravodobno i točno kako bi mogli nastaviti donositi kvalitetne logističke odluke. ”

Definicija jasno pokazuje da je glavni problem s kojim se suočavaju menadžeri tvrtke integrirana logistika te pravovremeno pružanje informacija za odlučivanje. Inače, logistički informacijski sustav pomaže prikupljanju informacija iz različitih izvora, povezan je s proizvodnim, marketinškim i financijskim informacijskim sustavima. Informacije moraju biti točne, prikupljene, sortirane i dostavljaju se pravim ljudima u pravo vrijeme i u odgovarajućem obliku. Informacijski sustavi su oblikovani te nužni za ispunjavanja potreba menadžera kako bi donio ispravne i pravovremene, kao i taktičke i operativne odluke. Značaj informacija raste s podizanjem hijerarhijske razine odluka. Na višim razinama informacija o odlučivanju koriste se za donošenje strateških odluka, dok na nižim razinama odlučivanja informacije omogućuju operativnost odluke. Dakle, izgradnja logističkog informacijskog sustava jedan je od ključnih čimbenika za poboljšanje različitih područja upravljanja integriranom logistikom. [9]

### **2.3.1. Načela i funkcionalnosti informacijske tehnologije**

Širenje i širenje tehnologije mijenja način na koji tvrtke posluju i način na koji komuniciraju s kupcima i dobavljačima. Današnja dinamična ekonomija postaje trenutna metoda upravljanja logističkim aktivnostima te su menadžeri prisiljeni na inoviranje postojećih metoda i logističke djelatnosti poput prijevoza, skladištenja, upravljanja materijalom, kupnje, kupovine i obradom naloga te moderniziranjem. Ako kompanije ignoriraju te promjene i ne ispunjavaju ih tada se zahtjevi tržišta mogu suočiti s gubitkom tržišnog udjela i smanjenjem konkurentske prednosti. Stoga se velika važnost pridaje logističkim informacijskim sustavima koji danas predstavlja nit koja povezuje logističke aktivnost. Logistički aspekti strateškog odlučivanja uključuju razvoj poslovanja kapaciteta, stvarajući poslovne saveze te analiziraju profit koja se ostvaruje na temelju potrošača.

Druga razina logistike distribucije informacija odnosi se na odluke što se tiče organizacije prijevoza, određivanja potrebne razine zalihe, utvrđivanje strukture i lokacije objekata i sve odluke poduzeća "napravi ili napravi". Treća razina zahtjeva za informacijama u logistici te je fokusirana na dnevne aktivnosti upravljanja i kontrole kao i financijska analiza troškova i upravljanje tvrtke. Posljednjoj, operativnoj razini, potrebne su logističke informacije o narudži u kojoj je vidljiv cjelokupni proces, od primitka naloga do realizacije.

Fleksibilnost i format sada su potrebni jer su zahtjevi kupaca vrlo specifični pa sam sustav mora biti dizajniran tako da brzo i učinkovito reagira i odgovori takvim zahtjevima. Kupci mogu kupiti robu s bilo koje geografske udaljenosti i u bilo koje doba dana. Fleksibilni sustav treba imati svu potrebnu logistiku za oblikovanje izvještaja i dokumenata u bilo koje vrijeme i za svaku potrebu.

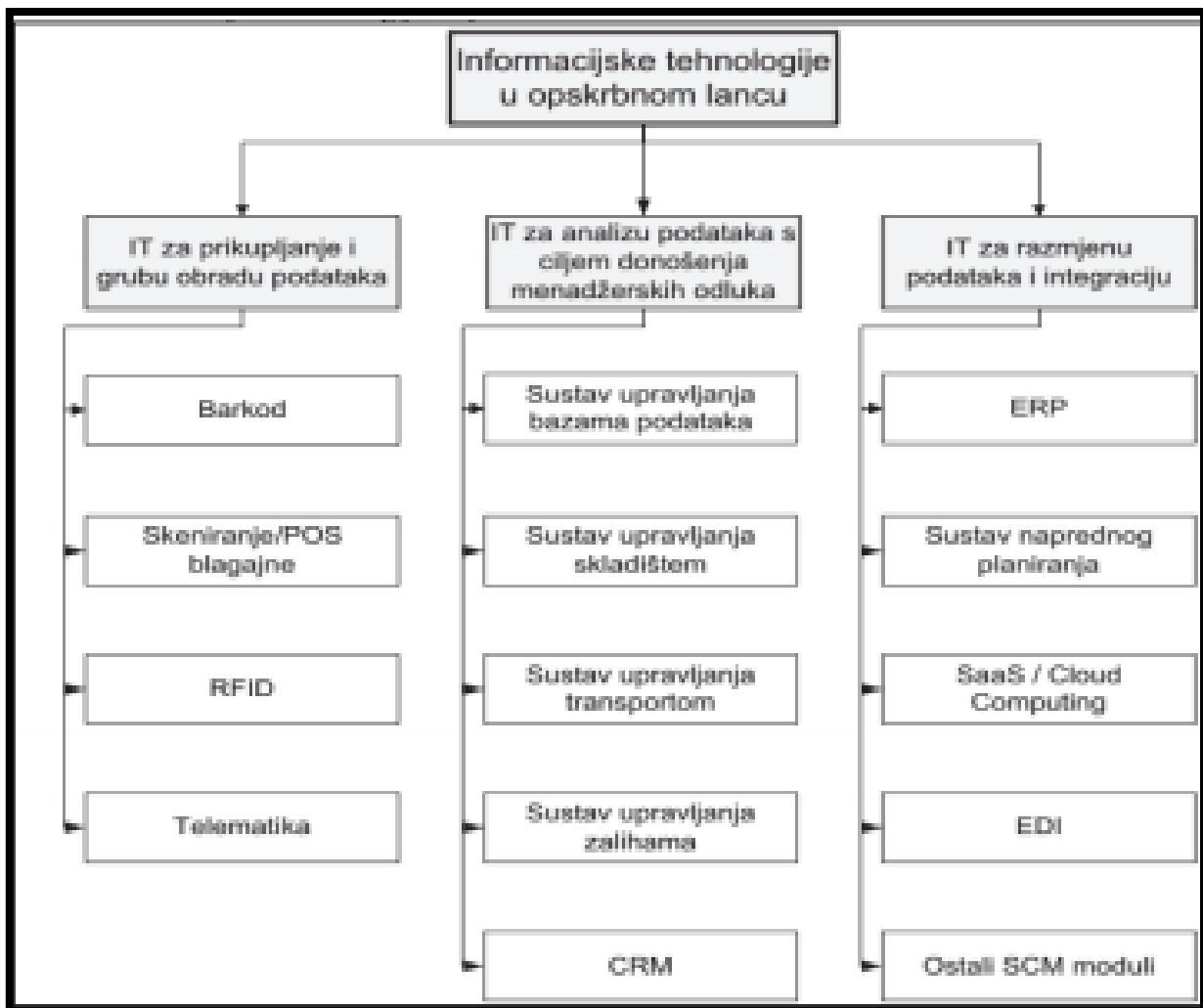
Razviti i organizirati dobar logistički informacijski sustav nije lako jer on mora odgovarati individualnim potrebama poduzeća. Za to nema univerzalnog recepta ali osobna iskustva i potrebe poduzeća presudna su za njegov razvoj. [9]

### 2.3.2. Informacijske tehnologije kao podrška informatičkih sustava i logistike

Informacijske tehnologije prisutne su u svim područjima poslovanja i omogućuju im tranzicija "iz ekonomije papira" u virtualnu stvarnost. Tehnologija, e-poslovanje jest brže, točnije i učinkovitije što se tiče razmjene podataka, lakše i učinkovitije širenje informacija, tj. učinkovita komunikacija između svih sudionika u e-lancu. Vrijeme potrebno za prijenos poruka s jednog kraja svijeta s druge strane sada se mjeri u sekundi. Brze tehnološke promjene utječu na područje integrirane logistike, uključujući upotrebu laserskog skeniranja bar koda, integriranih krugova, elektroničkih podataka, satelitskog prijenosa podataka, umjetne inteligencije, softvera za upravljanje skladištem itd. Moderni menadžeri vide razvoj logističkih informacija tehnologija kao sjajnu priliku za poboljšanje performansi svih logističkih aktivnosti. Sve faze logistike mogu se uključiti u široku primjenu informacija tehnologija koja će skratiti vrijeme razmjene informacija, a time i popunjavanje narudžbi te će to dovesti do ogromnih ušteda u poslovanju.

U sferi logističkih operacija sada se primjenjuju mnoge informacijske tehnologije i neke od njih su:

- sustavi za podršku u odlučivanju (DSS - *Decision Support Systems*);
- elektronička razmjena podataka (EDI - *Electronic Data Interchange*);
- sustav crtičnog koda;
- radiofrekvencijska identifikacija (RFID);
- satelitsko praćenje vozila i ostalo. [9]



**Shema 4. Informacijske tehnologije u opskrbnom lancu**

Izvor: [10]

Partnerstvo u opskrbnom lancu i logistici uvelike ovisi o informacijskoj tehnologiji, budući da ona u opskrbnom lancu (ili kanalu) zamjenjuje zalihe s informacijama (s ciljem smanjenja troškova uz istovremeno poboljšanje produktivnosti), te predstavlja snažnu kralježnicu SCM-a. Informacijske su tehnologije pretpostavka za izgradnju informacijskih sustava, pa tako i informacijskog sustava u opskrbnom lancu, odnosno u distribucijskom ili marketinškom kanalu.

Na slici 4. navedene su i svrstane u tri skupine osnovne i najčešće tehnologije koje se koriste u opskrbnom lancu. Nikako se ne smatra kako su to i jedine tehnologije u opskrbnom



lancu. Suvremene informacijske tehnologije trebale bi biti integrativne informacijske tehnologije, odnosno one bi uz mogućnosti automatizacije i informiranja, morale omogućiti računalnu povezanost koje će u stvarnom vremenu aktivirati mreže ravnopravnih subjekata koje omogućuju ljudima da prebrode funkcionalne barijere i isprepletu zajedničko i specijalizirano znanje, te istraže nove poslovne mogućnosti. [11]

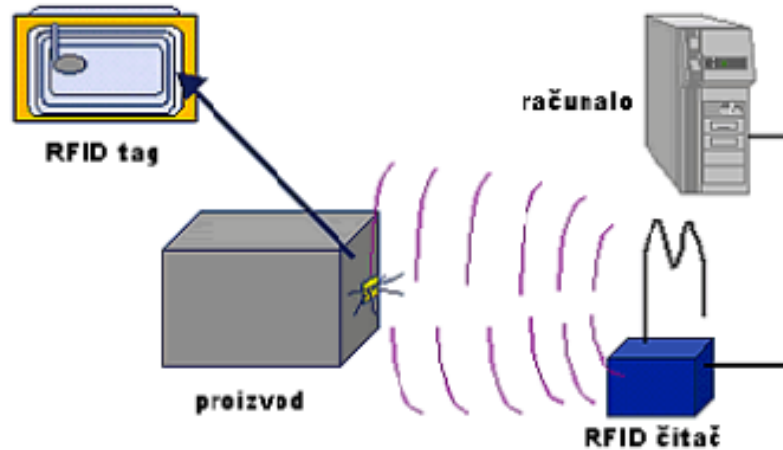
### **3. OPĆENITO O RFID TEHNOLOGIJI TE IMPLEMETNACIJA RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTIČKE I DOBAVNE LANCE**

Dok tvrtke traže kreativne načine poboljšanja svojih lanaca opskrbe, tehnologija poput RFID (*Radio-frequency identification*) igra ključnu ulogu u pooštavanju operacija. Svim tvrkama podaci su ključni i njihovo prikupljanje u stvarnom vremenu može značiti razliku između broskog opterećenja, oštećene robe i sprečavanja katastrofe. RFID, sa svojim mnoštvom namjena, pomaže tvrtkama da održavaju kontrolu u kaotičnom, brzom svijetu. U nastavku ovog rada detaljnije će se prezentirati RFID tehnologija te njene prednosti, nedostaci te utjecaj na logističke i dobavne lance.

#### **3.1. RFID TEHNOLOGIJA**

RFID tehnologija relativno je nova tehnologija radiofrekvencijske identifikacije, što omogućava praćenje proizvoda i njihovu identifikaciju pomoću radio valova. Napravljene RFID oznake ili naljepnice omogućavaju prijenos informacija pomoću radijskih valova u elektronički čitač, stvarajući uvjete za skeniranje proizvoda s ugrađenim čipovima na daljinu. Postoji mnogo aplikacija za RFID tehnologiju, ali u kontekstu upravljanje marketinškim kanalima, osnovne aplikacije odnose se na praćenje zaliha, lanac dobave upravljanje i povećanje učinkovitosti procesa kupovine u maloprodaji. RFID tehnologija uistinu revolucionira ne samo kontrolu zaliha u kanalima opskrbe, već i kompletnim procesom nabave u maloprodaji. [12]

Slika 3. RFID sustav



Izvor: [13]

Radio valovi se koriste kao osnovni medij, a na njima se temelji cijela tehnologija, mikročipska antena, elektronički kod proizvoda i bežično računalo. Elektronički proizvodni kod, EPC, (*Electronic Product Code*) uključuje varijantu RFID tehnologije koja je rezultat univerzalnog proizvodnog koda, UPC-a, (*Universal Product Code*). Uglavnom, tamo su aktivne i pasivne oznake. Pasivne RFID oznake uključuju mali mikročipovi na kojima se čitaju kodirane informacije prilikom skeniranja čipova palete, kutije ili pojedinačnih proizvoda. Čitač pretvara kod u prepoznatljiv informacije (npr. gdje je proizvod, gdje se usmjerava i tako dalje.). Za razliku od pasivnog, aktivni, RFID naljepnici zahtijevaju izvor napajanja, oni su veći i imaju puno duži domet od pasivnog. U aktivnom sustavu baterija koja je u RFID oznaci ukazuje na učinkovit raspon geografskih oznaka i podržava druge značajke koje nisu moguće s pasivnim naljepnicama, poput osjetljivosti na promjene temperature u okolišu. Podaci sa oznakama RFID dolaze do glavnih računala putem komunikacijskih sučelja, što je gotovo identično kao bar kod oznaka i šalje podatke računalnim sustavima na tumačenje, pohranu i u cjelini aktivnosti u vezi s tim. [12]

RFID tehnologiju usvojili su mnogi veliki prodavači (Metro, Tesco i WalMart), jer omogućava uklanjanje nedostatka u nadzoru zaliha, smanjuje kontrolu i dolazi do integracije opskrbnog lanca. Intenzivna globalizacija u maloprodaji zahtijeva poboljšanje učinkovitosti opskrbnog lanca. U maloprodajnim lancima opskrbe postoje četiri područja glavnih prioriteta: upravljanje zalihama, upravljanje skladištem, planiranje potražnje i upravljanje transportom. Prednosti RFID-a u automatiziranom prikupljanju podataka odnose se na eliminiranje radne snage u praćenju zaliha u maloprodaji. Zahvaljujući RFID-u trgovci tehnologija stvaraju uvjete za poboljšano suradničko planiranje, predviđanje i upravljanje zalihama s prednostima i uštedama troškova. To znači smanjenje radne snage u smislu troškova, a također za to se odnose i administrativni troškovi, a koristi od IT-a (*Information Technology*) očituju se u lakšem nadzoru i izrada izvještaja. Na taj način vrijednost informacija raste, informacije se mogu lako prikupljati i pohranjivati kako bi se na njih adekvatno odgovorilo uz brze promjene potražnje i brzo donošenje poslovnih odluka. [14]

### **3.1.1. Povijest RFID tehnologije**

Primjena RFID tehnologije započela je od Drugog svjetskog rata. Bilo je to sustav nazvan "identificirati prijatelja i neprijatelja", koji je koristio elektromagnetske prijelaze da bi razlikovao zrakoplove od neprijatelja. RFID tehnologija postala je stvarnost u 1960-ima, prva reklama bila je elektronička oznake članka o nadzoru. 1970-ih godina RFID oznake korištene su za nadgledanje željezničkih vagona. Danas RFID oznake koriste mnoge organizacije poput NHS-a (*National Health Service*) i velikih trgovačkih lanaca širom svijeta za praćenje imovine, upravljanje zalihama ili kontrolu procesa kvalitete. Zbog tehnološkog napretka ove se oznake mogu koristiti za praćenje gotovo svega, zahvaljujući jednostavnoj ideji koju je Theremin stvorio desetljećima prije.

RFID je, međutim, službeno izumio 1983. Charles Walton, kad je podnio prvi patent s riječju 'RFID'. NFC (*Near Field Communication*) je počeo stvarati naslove 2002. godine i od tada se nastavlja razvijati.

Međutim, tehnologija nije usvojena tako brzo, posebno u maloprodaji. RFID tehnologija postoji već gotovo 20 godina, ali s troškom i nedostatkom vrijednih podataka koji su izvorno dokazali njezine prednosti, mnoge tvrtke nisu vidjele vrijednost ulaganja. Ostali izazovi koji su spriječili upotrebu RFID-a za trgovce na malo uključuju integraciju tehnologije u njihov postojeći sustav upravljanja zalihama i promjenu kulture koja se mora dogoditi da bi se RFID tehnologija podržala. [15]

### **3.1.2. Komponente RFID sustava**

Osnovni RFID sustav uključuje sljedeće četiri temeljne komponente:

- Oznaka (tag) - dodana oznaka, koju treba pratiti, a oznaka sadrži jedinstvenu informacije o ovom objektu.
- Čitač - generira elektromagnetski signal za obradu radio komunikacije putem antene i prenosi podatke sa označene stavke u vanjski svijet.
- Antena - omogućuje komunikaciju oznake i čitača prijenosom i primanjem elektromagnetskog signala između njih.
- Računalo odnosno računalni sustav - uključuje srednji softver (sloj čitačkog sučelja) i bazu podataka softver. [16]

#### **3.1.2.1. RFID oznaka (tag)**

Sva RFID oznaka sadrži dva osnovna dijela, uključujući oznaku antene i integrirani krug (čip). Oznaka može raditi samo kad prima neki oblik napajanja. Moć omogućuje oznaci da putem antene prenese informacije označenog objekta u čitač. 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. [17]

**Slika 4. RFID oznaka**



Izvor: [18]

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

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

drugih ometajućih faktora (vlažnost, metal). Nedostaci su prvenstveno vezani uz puno višu cijenu u odnosu na pasivne i polupasivne tag-ove (zbog te činjenice, zasad se većinom koriste u obilježavanju i praćenju skupih proizvoda). [17]

### **3.1.2.2. RFID antena**

Antena omogućuje oznaci primanje radiofrekvencijskog signala od čitača. Antena bi trebala biti postavljen u odgovarajući položaj kako bi RFID sustav mogao ispravno raditi. I oznake i čitači imaju svoje antene. U oznaci je antena priključena na čip, što pomaže u prijemu i prenošenju signala. Antene čitača veličine računala s ravnim ekranom koriste se za prijem i prijenos radiofrekvencijskog signala. Čitatelj prenosi radio signala za aktiviranje oznake, antene čitača zatim čitaju informacije koje šalje tag i eventualno zapisuju podatke u oznaku. [19]

### **3.1.2.3. RFID čitači**

Čitač radiofrekventne identifikacije uređaj je koji se koristi za prikupljanje informacija iz RFID oznake, a koji se koristi za praćenje pojedinih objekata. Radio valovi se koriste za prijenos podataka s oznake na čitač. Čitači sadrže antenu za čitanje (drugačijeg oblika i funkcija nego tag-ovi) i priključak na sustavu za obradu podataka. Također, čitači mogu služiti i za zapisivanje podataka na tagove. 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. [19]

**Slika 5. RFID čitač**



Izvor: <https://www.info-kod.hr/hr/proizvodi-i-rjesenja/rfid/rfid-mobilni-terminali/zebra-mc3390r-dalekometni-uhf-rfid-rucni-citac> (21.04.2020.)

#### **3.1.2.4. RFID računalni sustav**

Glavna funkcija glavnog računala je komuniciranje s RFID čitačem koji prima ulaznu informaciju od čitatelja te ju obrađuje. RFID *middleware* softver je softver između čitača i glavnog računala kako bi se podržao RFID sustav. Srednji softver ili Sloj čitača sučelja igra važnu ulogu u obradi ogromne količine informacija koje se razmjenjuju između čitača, antene i oznake. *Middleware* tada upravlja, filtrira sa ulaznih podataka s čitača i prenosi ga u matični sustav.

Osnovne funkcije su prikupljanje, skladištenje i obrada informacija, te komuniciranje s ostalima softverima. On također ispravlja greške, eliminira dvostruke kodove od strane dva čitača te određuje čija informacija ima prednost. Isto tako, moguće ga je programirati da ostvari prilagođene zadatke za posebne situacije, npr. da se automatski obavijesti skladište da

je ostao minimalan broj proizvoda na polici u trgovini kao alarm za nadopunu police novim proizvodima. [19]

**Slika 6. RFID principi djelovanja**



Izvor: [20]

Cilj svakog RFID-sustava je što jednostavnije i brže prenijeti informacije o pojedinom jedinstvenom proizvodu u digitalni oblik koji omogućuje najbržu daljnju obradu istih. [19]

### 3.1.3. RFID frekvencije

Postoje četiri frekvencije koje oznake koriste za prijenos podataka na čitač; ovaj uključuje niske frekvencije, visoke frekvencije i ultra visoke frekvencije i mikrovalna pećnica. Niska frekvencija je kad ima manje od 134 kiloherca, visoka je frekvencija veći od 135 kiloherca do donjeg kraja megaherca, ultra visoka frekvencija je viši kraj megaherca i mikrovalna pećnica je iznad jednog gigaherca. Niske se frekvencije koristi za kratke udaljenosti za čitanje, na primjer na ulazu koji je fiksiran. Visoka, ultra visoka i mikrovalna pećnica su za duže



očitavanje udaljenosti s visokom frekvencijom na donjoj udaljenosti od spektra i mikrotala na višem dijelu spektra.

Postoje tri vrste metoda spajanja kako bi se dobila ideja čitanja raspona. Sustav uskog spajanja može očitavati manje od centimetra. Sustav daljinskog spajanja može očitati na više od centimetra, ali na manje od metra. Sustav dugog dosega može očitati više od metra. Jasno je da je u većini slučajeva korisnije za imati čitač više frekvencije za čitanje oznake zajedno s korištenjem sustava dugog dometa, ali to je skuplje za tvrtke. [19]

### **3.1.4. RFID standardi**

Postoje dvije glavne institucije za standardizaciju u RFID tehnologiji, jedna je Međunarodna Organizacija standarda (ISO – *International Standard Organization*), a druga je sustav *Electronic Product Code* (EPC). ISO je poznat u svijetu kao međunarodni programer standarda, u Europi imaju različite standarde RFID-a koje je razvila organizacija. EPCglobal je neprofitna organizacija, također ju je razvio EPC sustav za RFID tehnološke standarde.

Elektronički kod proizvoda (EPC) jedinstveni je identifikacijski broj kojem je dodijeljen objekt ili određeni subjekt u logističkim djelatnostima. Svrha EPC-a je da svaka stavka mora biti pojedinačno identificirana u logističkom sustavu, na primjer, paleta, spremnik, kutija itd. EPCglobal objavio je UHF (*Ultra High Frequency*) klase 2004. godine kao protokol zračnog sučelja, koji pruža zahtjev za komunikacijom između čitača i oznake. UHF generacija 2 postaje globalni standard za UHF implementaciju u raznim sektorima i on igra važnu ulogu u implementaciji RFID-a.

Međunarodna organizacija za normizaciju osigurava ISO / IEC (*International Electrotechnical Commission*) 18000 standarde za standardizaciju zračnog sučelja, koji uključuju različita frekvencijska sučelja za zrak. Ovisno o funkcionalnost RFID sustava, primijenit će se specifično frekvencijsko sučelje zraka. Organizacija također razvija ISO / IEC 15961 standard za naredbe aplikacija i sučelje za odgovaranje na aplikacije, standard ISO / IEC 15962 za kodiranje i dekodiranje podataka u obradi protokola. [19]

### **3.2. IMPLEMENTACIJA RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTIČKE I DOBAVNE LANCE**

Od željezničkog prijevoza do skladištenja i skladištenja u hladnjačama, vođenje prijevoza robe klijenata zahtijeva pravovremenost i odgovornost. Da bi se postigli ovi ključni ciljevi, mnogi su izazovi koje industrija lanca opskrbe i logistike mora prevladati. RFID tehnologija može pomoći u rješavanju ovih problema i kontrolirati ih.

Prema autorima članka, „7 faktora uspjeha u RFID ”, sedam koraka za implementaciju RFID tehnologije u logističke i dobavne lance su sljedeći:

Prvi korak procesa implementacije je da tvrtka razvije jasnu strategiju s podrškom vrhunskog menadžmenta. Dobar način za razvoj, a jasna je strategija izrađivanjem SWOT analize onoga što može učiniti RFID tehnologija lancu opskrbe. SWOT analiza je način na koji tvrtke mogu analizirati svoje trenutne snage, slabosti, prilike i prijetnje. Jasna strategija, bila ona SWOT analiza ili neka druga, treba se izraditi uz podršku top menadžmenta. To može biti vrlo teško jer je viši menadžment naviknut raditi određene stvari. Način uvođenja nove tehnologije, posebno po RFID-u, može biti rizik koji nitko nije voljan preuzeti. Budući da se napredak tehnologije odvijao samo u zadnjem desetljeću to čini viši menadžment nepokolebljivim, jer je to novi način promjene operacije. Nakon što vrhunsko rukovodstvo pruži svoju podršku implementaciji može se dogoditi ulaganje.

Drugi korak procesa koji će tvrtka najvjerojatnije učiniti je „mali projekt s RFID tehnologijom ”. To će biti test za tvrtku da vidi vrijedi li značajno ulagati ili bi trebali potražiti druge opcije. Budući da su troškovi prilično veliki za implementaciju u cijelom lancu opskrbe, tvrtka može to testirati kod jednog od svojih prvih dobavljača, a to su dobavljači sa kojima posluju izravno. Ovo će zahtijevati neka istraživanja kako bi se utvrdilo s kojim od dobavljača prvog reda bi željeli započeti. Jedan od načina za početak je pokazati tom određenom dobavljaču koja je strategija koja je ranije razvijena, što uključuje i kakve ona može imati koristi. Dobavljači su pažljiviji i reagiraju na rizična ulaganja kada vide što bi se moglo dogoditi za njih. Nakon što se u malom projektu odluči, tvrtka i dobavljač trebali bi raditi zajedno kako bi utvrdili nadoknađuju li koristi rizike te kako odlučivati zajedno ako je daljnja

provedba pravi put. Ako se pokaže da projekt vrijedi slijediti, tvrtka će se odlučiti za daljnju implementaciju RFID kroz njihov opskrbni lanac.

Treći korak je "postupno implementirati", što znači proširiti se na drugi nivo dobavljača. Kad postoje neki podaci iz malog projekta, biti će lakše dobiti više dobavljača prvih razina usvajanjem. Nakon ovoga poduzeće može tražiti da uključi dobavljače drugog i trećeg nivoa, koji su dobavljači njihovih dobavljača s kojima su neizravno povezani. Članak iz kojeg su navedeni koraci izvedeni su države koje rade na principu, „započnite s malim, sanjajte veliko“.

Četvrti korak u procesu bio bi "kontinuirano poboljšavati postupke". Neprekidno poboljšavanje važan je dio opskrbnog lanca u današnjim danima poslovne prakse i općenito je poznat kao Toyotin sustav vitke proizvodnje ili upravljanje šestsigma. Potječe iz filozofije Kaizen koja je nazvana u 1930-ih *Masaaki Imai* i fokusira se na neprekidno poboljšavanje procesa i menadžmenta. Filozofija podučava upravljanje te navodi da je uvijek mjesto za napredak na neki način, uvijek postoji prostor za rast i poboljšanje prakse.

Peti korak je „pregovaranje i izgradnja povjerenja među partnerima u lancu opskrbe“, što ide u korak s trećim korakom postupnog širenja RFID-a u lancu opskrbe. Pregovaranje u dogovoru s odabranim dobavljačima te koje stavke će se pokrenuti s RFID-om prvi je korak u tom procesu. Utvrđivanje tko će platiti koje troškove, kako proces će se odvijati, a ostali će uvjeti predstavljati veliki dio pregovora. Ovo će pomoći u određivanju koje bi partnere tvrtka trebala pozvati da sudjeluju u implementaciji i vidjeti koji od partnera nisu spremni za promjenu.

Šesti je korak da suradnički partneri razviju "multifunkcionalnu funkciju" tima ". Višefunkcijski tim je kad rade zaposlenici zajedno s obje strane u planiranju i provedbi tehnoloških procesa.

Posljednji korak implementacije je "širenje tehnologije u cijeli lanac opskrbe ", što se tek treba dogoditi u potpunosti. Količine rizika koje dolaze zajedno s implementacijom dovele su mnoge tvrtke do oklijevanja prema novijoj tehnologiji ali ako se izvede na ispravan način, dodatna vrijednost može biti zapanjujuća. Tvrtke koje su već uvele većinu moderne tehnologije njihov, lanac opskrbe vidio je spektakularne rezultate, ali to svakako nije lak

zadatak. Smanjivanje baza lanca opskrbe može pomoći dobiti više dobavljača ali implementacija sama zahtijeva mnogo ulaganja, vremena i novca. [19]

Upotreba RFID-a omogućava bolju interakciju komponenata, proizvoda, strojeva, pa čak i radnika. Omogućuje veće mogućnosti za individualizaciju jer je proizvod onaj koji komunicira što mu je potrebno u određenoj točki u lancu. Na kraju svake faze proizvodne linije, status proizvoda može se pohraniti i automatski ažurirati na samoj etiketi. Informacijama o oznakama može se pristupiti u stvarnom vremenu pomoću dijagnostičkih ili analitičkih alata. Sigurnosni mehanizam oznake na čipu služi kao test autentičnosti, kvalitete i sigurnosti u bilo kojem trenutku postupka. Oznake su dostupne čak i kada je proizvod u kutiji omogućuju operacije prilagođavanja u posljednjoj minuti (poput promjene jezika, na primjer). Sami strojevi mogu ovjeriti vlastite rezervne dijelove, što osigurava da se koriste ispravne zamjene.

RFID mogućnosti praćenja proizvoda i praćenja zadataka osiguravaju veću vidljivost i poboljšavaju učinkovitost u cijelom lancu opskrbe. Digitalna provjera identiteta pomaže vlasnicima robnih marki da se zaštite od krivotvorenja i olakšava prolazak proizvoda kroz graničnu i carinsku kontrolu.

Korisnici koji se nalaze u trgovačkim prostorijama mogu provjeriti autentičnost i točnost proizvoda zahvaljujući podacima pohranjenim u RFID-u. Nakon kupnje, naljepnica može nastaviti generirati interakcije između kupca i proizvođača, nudeći podatke o rezervnim dijelovima, jamstvu i pravilnom recikliranju. Na ovaj način RFID proširuje industriju 4.0 do mjesta prodaje i priprema je za sljedeću evoluciju e-trgovine, Internet kupovine. Pored toga, zajedno s drugim tehnologijama, bit će moguće RFID oznake za pohranjivanje podataka o kupcu proizvoda, vrijedne informacije u smislu bolje ciljanih reklamnih kampanja i ponavljanja kupaca. [21]

### **3.2.1. Prednosti RFID tehnologije**

Identifikacija radiofrekvencijom može stvoriti značajne koristi za tvrtku i njihov opskrbni lanac. RFID može osigurati praćenje i upravljanje zalihama, opskrbnim lancem

automatizacije, partnerstvo i komunikacija u lancu nabave, bolju vidljivost informacija, kvalitetniju usluga i ukupno smanjenje troškova.

Za početak, RFID od početka može osigurati praćenje i upravljanje zalihama do kraja. Na primjer, poljoprivrednici mogu pratiti živu kravu dok ista ne bude pakirana u trgovini. RFID oznake mogu registrirati temperaturu i osjetiti temperaturni pritisak, koji zauzvrat ubrzava sustav praćenja od peradi do droge. Primjerice, kada bi poljoprivrednici primijenili ovu tehnologiju, bilo bi moguće da potrošač koji je kupio njihov proizvod obavijesti trgovinu da je meso od krave pokvareno. Tada bi trgovina prehrambenim proizvodima mogla obavijestiti određenog dobavljača koji bi kupio meso od poljoprivrednika te koji bi mogao doći do njega. Poljoprivrednik bi tada mogao utvrditi problem pokvarenog ili lošeg mesa. U tom slučaju bi se mogla popraviti problem i spriječiti isti u budućnosti.

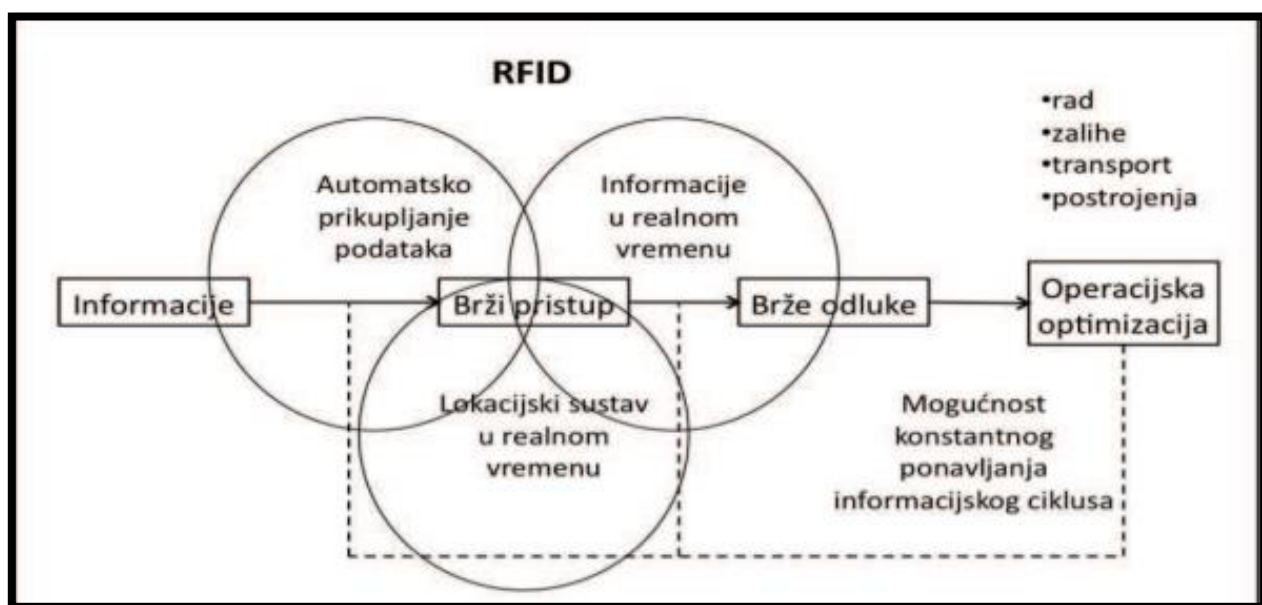
Drugo, RFID tehnologija stvara automatizaciju opskrbnog lanca, jer sustav na mjestu sve može dovršiti elektroničkim putem. Tehnologija automatizira lanac opskrbe sinkronizacijom informacija i fizičkim protokom robe preko opskrbe lanca. Također može pratiti vraćenu robu kroz lanac opskrbe i sprječavati krivotvorenje uz smanjivanje zaliha na stanju. Tehnologija može pomoći u četiri specifična područja lanca opskrbe, uključujući upravljanje materijalima, proizvodnju, distribuciju i maloprodaju. Na području upravljanja materijalima može biti fiksni čitač koji se nalazi na ulazu i RFID čitač može čitati predmete koji se isporučuju. To pruža informacije o rukovanju, usmjeravanju i pohrani dolazne robe i roba na stanju zaliha se zatim automatski ažurira. Proizvodnja može imati koristi, jer oznake se mogu staviti na predmet za pohranjivanje specifikacija kupaca, što je posebno vrijedno za prilagođene narudžbe. Distribucijski centar može imati koristi na nekoliko načina; fiksni čitači mogu potvrditi da je kamion uzimao ili prebacio robu u ispravno vozilo. Utovareno vozilo može pohraniti informacije ostavljajući evidenciju svog kretanja u stvarnom vremenu i informacije se mogu automatski ažurirati. Maloprodajne trgovine mogu imati najviše koristi iz četiri funkcionalna područja jer sustav automatski ažurira stanje zaliha. Ovaj postupak prati popis od police do mjesta rasprodaje, pa čak i kad se predmet vrati. Ako se RFID u potpunosti implementira, na svakoj stavci u trgovini bi se mogla preskočiti blagajna i izaći kroz vrata gdje bi bio smješten fiksni čitač te skenirao predmete. Stavke bi se tada naplaćivale putem kreditne kartice ili bankovnog računa.

Treće, tehnologija može poboljšati partnerstvo u opskrbnom lancu i komunikaciji. Kao što je ranije rečeno, integracija opskrbnog lanca zahtijeva zajedničke napore od strana uključenih u samoj tvrtci. Integracija se jednostavno ne može odvijati bez partnerstva, što zahtijeva povjerenje i komunikaciju. Moguća je poboljšana komunikacija jer su partneri voljni dijeliti informacije što im pruža znanje o zalihama i potražnji. Timovi rade zajedno na stalnom poboljšanju procesa, što je ključni temelj u upravljanju lancem opskrbe.

Četvrto, radiofrekvencijska identifikacija može poboljšati vidljivost opskrbnog lanca zbog sinkronizacije dijeljenja informacija. Ako je vidljivost lanca opskrbe poboljšana, partneri su spremniji dijeliti druge informacije koje su korisnije. Resursi se spremaju jer informacije protječu samo u jedan portal unutar opskrbne mreže.

Peto, integracija opskrbnog lanca s RFID-om može rezultirati kvalitetnijom uslugom i smanjenje ukupnih troškova zbog automatizacije. Kako stvari postaju više automatizirane, bit će manje prostora za ljudske pogreške, što rezultira višom kvalitetom usluga jer kupci neće dobiti pogrešne podatke o zalihama.. Smanjivat će se i troškovi rada jer neće biti potrebno puno zaposlenika za unošenje podataka o zalihama. Iako, trošak implementacije je visok ali su visoke i uštede ako je RFID pravilno implementiran. Mnogo je prednosti koje će donijeti rezultati usvajanja RFID-a, ali postoje i brojni izazovi i pitanja koja je potrebno prevladati.

[19]



**Shema 5. Mogućnosti RFID tehnologije u opskrbnom lancu**

Izvor: [10]

### 3.2.2. Nedostatci RFID tehnologije

RFID tehnologija ima znatno manje nedostataka u tvrkama nego prednosti. Nedostatci koje možemo navesti su nestandardizirani uređaji i nekompatibilnost RFID uređaja kao i visoka početna ulaganja. Međutim razvojem i stalnim napretkom, RFID tehnologija postaje sve pristupačnija. Standardizacijom proizvoda se omogućava još veći rast i globalna upotreba kao što je to slučaj sa svim pametnim informacijskim tehnologijama. [19]

### 3.2.3. Izazovi koje donosi RFID tehnologija

RFID tehnologija ima brojne prednosti za upravljanje lancem opskrbe ali ima i mnoge izazove koji izazivaju oklijevanje kod kompanija koje razmatraju njihovo usvajanje. U ekonomiji današnjice, mnoge tvrtke traže načine kako poboljšati svoj opskrbeni lanac pomoću raznih aktivnosti kako bi smanjili troškove i stvorili bolju učinkovitost, ali mnogi nisu

spremni riskirati u ulaganje jer imaju strah da se implementacija neće dogoditi pravilno. Ovo oklijevanje je dobro obrazloženje, ali ne znači da koristi nisu vrijedne. Izazovi s kojima se kompanije suočavaju u donošenju RFID-a uključuju; manjak predanosti partnera u upravljanju opskrbnim lancem, troškovi, pravni i patentni problemi, operativna automatizacija, odabir hardvera i softvera te tehnološka podrška za posvajanje. Uz izazove usvajanja, prisutna su i druga pitanja u RFID tehnologiji.

Najveći izazov usvajanja je dobivanje obveza s vrha, jer bez njih projekt zasigurno neće uspjeti. Kao što je spomenuto ranije u postupku implementacije, bez podrške vrha, upravljanje resursima za ulaganje jednostavno ne bi bilo moguće, ali neke tvrtke su suočene s troškovima ne implementiranja tehnologije u svoju opskrbu lanac. Najvažnija brojka top menadžmenta je povrat ulaganja; stoga bi tim koji predlaže takav projekt definitivno trebao istražiti ono što rade drugi u industriji. Dobivanje posvećenosti od strane top menadžmenta i opskrbnih partnera izazov je broj jedan za tvrtke danas, zajedno s troškovima.

Troškovi implementacije RFID-a u opskrbni lanac su prilično visoki, što uzrokuje veliku zapreku za uvođenje tehnologije. Ulaganje zahtijeva novi hardver, aplikacijski softver, srednji softver, oznaku i troškove integracije RFID sustava s nasljeđenim sustavom poduzeća. Provedba također ima velike rezultate naknade od savjetnika i obuke zaposlenika. Tvrtke mogu stvoriti analizu troškova i koristi u određivanju je li usvajanje pogodno za njihovu tvrtku. Tvrtke bi trebale biti svjesne da čak i ako su troškovi visoki za implementaciju; trošak za održavanje nije, jer sustav je automatski, tvrtkama neće trebati toliko radne snage da bi zadržale da sustav funkcionira.

Pravni i patentni izazovi nešto su što se lakše može prevladati nego izazovi vezani za opredjeljenje. Tvrtke bi trebale razmotriti pravnu pomoć uz obvezujući sporazum prije usvajanja RFID-a. Tvrtke trebaju surađivati u pogledu svih detalja i briga koje imaju, to je presudno za svakog dobavljača koji dolazi radi dogovora koji bi odgovarao svima. Tvrtke ne mogu prisiliti svoje dobavljače na sudjelovanje u usvajanju jer će to na kraju slomiti njihov odnos. Patenti su također problem jer ih mali dobavljači ne mogu priuštiti te plaćaju visoke naknade za licenciranje dok to velike partnerske korporacije mogu. Budući da opskrbni lanac obuhvaća brojne partnere u mnogim veličinama, to bi i trebalo biti tako da je RFID primjereniji za šire usvajanje.



Drugi izazov s kojim su kompanije suočene je operativna automatizacija, što znači da tvrtke trebaju pregledati svoje potrebe i utvrditi koji procesi mogu imati koristi od automatizacije preko upotrebe RFID. Prilikom ocjenjivanja poslovanja tvrtke mogu proučavati svoje procese i utvrđivati količinu razmjene informacija koja teče kroz njihov lanac opskrbe, kako bi pomogla odluci o usvajanju. Mnoge se tvrtke suočavaju sa strahom da će to biti samo slučajna faza do sljedeće tehnologije i to može biti istina, ali onda treba ponovo pogledati uspjeh barkoda.

Odabir hardvera i softvera veliki je izazov u usvajanju RFID-a jer postoji mnogo različitih vrsta, standarda i sustava za odabir implementirajući tehnologiju u poslovanje tvrtke, kao i njihove partnere. Učinak je još jedan od čimbenika koje kompanije moraju uzeti u obzir jer bi došlo do problema s oznakama zbog faktora kao što su vremenske prilike, pouzdanost itd. Neke tvrtke razmatraju ili koriste RFID zajedno s barkodom za izradu sigurnosnih kopija u slučaju da jedan ne uspije, ali to bi moglo postati prilično skupo. Ako ih tvrtke provode, trebaju surađivati s partnerima u lancu opskrbe i u to surađivati na softveru ili hardveru.

Tehnološka podrška je važan dio u odlučivanju prihvaćanja RFID. Tvrtke shvaćaju da je to novi proces i one trebaju imati obuku za funkcioniranje te rad RFID sustava, posebno u slučaju kada nešto pođe po zlu sa sustavom. Obuka osoblja je važna, jer čak iako rješenja dolaze s inozemnog tržišta, moramo naučiti kako im pružiti tehničku podršku. Obuka može biti prilično teška jer je znanje od tada ograničeno te tehnologija i njezin softver su novi.

Tvrtke se ne suočavaju samo s ovim izazovima radi usvajanja, već su tu i druga pitanja u vezi s RFID tehnologijom. Okoliš, sigurnost i privatnost, podaci upravljanja, stopa neuspjeha oznake, osiguranje kvalitete i stručnost za uporabu postaju sve veća pitanja. Okoliš je problem za RFID prijenos jer se podaci prenose elektroničkim putem i kada voda ili tekućina postaju dio jednadžbe, to može uzrokovati probleme s čitanjem oznaka i prijenosom podatka. Tekućina / voda može doći iz ljepljivosti za naljepnice koje mogu uzrokovati da nastanak pločica ne uspije ili se tekućine mogu apsorbirati radi potpunog ograničavanja ili stvaranja kvara oznake. Pored toga, drugi sustavi šalju frekvencije ili ih podižu, što može izazvati prekid u procesu prijenosa. Osim okoliša, potrošači su zabrinuti zbog pitanja privatnosti i / ili sigurnosti. Potrošači su zabrinuti zbog toga što tehnologija ugrožava njihovu privatnost i

moraju biti svjesni da je ova vrsta tehnologije je u upotrebi. Ovo bi se pitanje moglo prevladati uz odgovarajuću obuku i obrazovanje.

Upravljanje podacima je problem jer se RFID fokusira na pojedinačne proizvode, što rezultira velikim brojem pristiglih podataka. To znači da bi tvrtke trebale osnovati arhitekturu za filtriranje i prevođenje podataka u relevantne podatke. Stopa neuspjeha oznake je problem jer se razlikuje u izvedbi, čak i kada su proizvedeni u istoj seriji. Procjenjuje se da stopa neuspjeha oznake može biti čak deset posto, što čini tvrtki poteškoću da održi životno poslovanje. Softverski sustav morao bi se prilagoditi stopi neuspjeha oznake jer nije potpuno pouzdana. Osiguranje kvalitete čitljivosti je također problem zbog neuspjeha stopa, ali neke tvrtke postavljaju pravila proizvodnje kako bi se osigurala oznaka učinkovitost. RFID stručnost je problem i implementacija se ne može odvijati tamo gdje nije dovoljno profesionalno osoblje koje ima znanje i vještine kako bi uspjeli.

Prema navedenim činjenicama vidi se da ima puno izazova i problema s kojima se kompanije suočavaju implementiranjem i usvajanjem RFID tehnologije, ali dakako postoje i mnoge prednosti. Svaka tvrtka bi trebala uzeti u obzir da uvijek postoje problemi prilikom ulaska na novo tržište i ništa se neće dobiti ako se nikad ništa ne pokuša odnosno ako se ne preuzme određeni rizik. [19]

### **3.3. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U PROMETU**

RFID tehnologija ima brojne primjene u prometnoj industriji, od cestovnog, zračnog pa sve do pomorskog i željezničkog otpremanja robe.

Za prijevoz svake pošiljke, tvrtke često koriste visoko integriranu mrežu opskrbnog lanca koja povezuje više načina prijevoza: avione, brodove, kamione i kombije. Ova mreža je tkanina brodske transportne industrije i to je ono što održava međunarodnu trgovinu u zraku. Međutim, ova se industrija trenutno nalazi pred mnogim preprekama. Na primjer, povećanje cijena nafte izravno utječe na stope i prihod pomorskom prijevozniku. Kao rezultat toga, nedavno je smanjen kapacitet za transpacifičnu trgovinu za 6,7%. Da bi smanjili troškove i pomogli da stope teretnjaka održe višu razinu, oceanski prijevoznici sada

nastavljaju s smanjenjem kapaciteta na glavnim trgovačkim trakama zbog pada količina, usprkos povećanju obujma tereta za 4,6% u 2019. godini.

Drugi problem koji ometa ovu industriju je trenutni nedostatak kamiona, koji raste zbog nedostatka kvalificiranih vozača i rastućih troškova goriva. Zapravo, neki teretni prijevoznici se trude udovoljiti novim zahtjevima za količinom jer mnogi terminali nisu u mogućnosti nositi se s većim brodovima koji se koriste za nove pošiljke. Na nekim terminalima zakazivanje sastanka može potrajati danima; vozači često trebaju preuzeti teret čak i na slobodan dan.

U nadi da će pojednostaviti svoj transportni promet i smanjiti troškove, mnoge tvrtke sada koriste sustave upravljanja transportom (TMS - *Transportation Management System*). Ova vrsta sustava upravlja opskrbnim lancem koji povezuje različite strane uključene u otpremu proizvoda od proizvođača do prodavača do kupca i osigurava da se koordinirana roba učinkovito pomiče iz svakog segmenta mreže lanca opskrbe. Pomoću TMS-a tvrtke mogu brzo analizirati važne mjerne podatke, kao što su klase otpreme i odstupi od težine, gustoća pošiljaka, izvješća o korištenju prijevoznika itd.

Da bi smanjili troškove prijevoza i poboljšali tijek skladištenja, mnogi sustavi za upravljanje transportom koriste tehnologiju radiofrekvencijske identifikacije (RFID) za praćenje pošiljaka kroz mreže opskrbnih lanaca. Ova tehnologija nudi vrlo precizne podatke o praćenju i praćenju lokacije u stvarnom vremenu.

Ispod su navedene neke od prednosti upotrebe RFID u transportu:

- **Precizno prati zalihe:** RFID prati svako kretanje robe u lancu opskrbe, kao i uvid u stvarnom vremenu o mjestu, količini, povijesti i odredištu proizvoda. Također prati mjesto prijevoza za višekratnu uporabu.
- **Automatizira vrata:** Ova tehnologija pomaže radnicima da steknu uvid u obrascu prometa, mjerne podatke o razini usluge i druge analitike na temelju točnih podataka o njihovim pošiljkama. Može prepoznati i snimiti tisuće predmeta u sekundi bez izravne vidljivosti i integrirati podatke izravno u softver za otpremu.

- **Povećava produktivnost:** RFID tragovi tehnologije kada se prikolice kreću, stižu, ukrcavaju i istovaraju radi uštede vremena, što utječe na poboljšanje tijeka rada. Također vozačima pomaže da se uvjere da su spojili pravu prikolicu i traktor prije nego što napuste dvorište.
- **Sprječava promet skladišta:** Praćenje prometnih obrazaca omogućava pojednostavljeno planiranje operacija utovara i istovara, poput križanja ili dvostrukog slaganja tereta viljuškara koji rade u pravilnim krugovima kako bi se odbacili predmeti na različitim mjestima, kao i eliminira sudari s viljuškarima.
- **Omogućuje vidljivost otpreme:** Podaci o sadržaju spremnika mogu se tada upisati u aktivnu oznaku koja identificira određeni spremnik. Oznaka također može imati GPS odašiljač, tako da može komunicirati svoju lokaciju putem satelita ili mobilne mreže, pružajući vidljivost gdje se ta roba putuje u distribucijski centar ili trgovinu.
- **Smanjuje krađu isporuke:** Kada kamion stigne u distribucijsko dvorište ili se kontejner utovari s broda, možda bi mogao biti pogrešno postavljen. Označavanjem slučajeva, kartona, spremnika ili pojedinačnih predmeta, radnik može pročitati oznake jer se roba stavlja u spremnik i točno potvrđuje ono što se nalazi u svakom od njih. RFID povezuje imovinu, bilo da se radi o prikolici ili oceanskom kontejneru, ne samo za teret unutra, već i za elektroničke plombe koje zaključavaju vrata. To može smanjiti krađu, kao i rizik od terorizma.
- **Brzo provjerava pošiljke:** Ova tehnologija omogućuje osoblju čitanje oznaka koje se nalaze na pojedinim predmetima, paletama ili spremnicima kako bi se osiguralo da je prava roba u ispravnoj količini i na pravom putu. Upozorenje se šalje kada je pošiljka nepotpuna, sadrži pogrešne predmete ili je utovarena na pogrešan kamion. [22]

Sektor luka i terminala predstavlja provjereno, rastuće tržište RFID-a. Povijesno gledano, tržište portova bilo je rano prihvaćanje RFID-a. Međutim, ono što je započelo kao tržište usredotočeno na upotrebu pasivnog RFID-a za sigurnost, razvilo se do pretežno aktivnog RFID-a za praćenje dugotrajne imovine i automatizaciju procesa. Trenutačne RFID aplikacije u portovima i terminalima grupirane su u tri glavna područja:

- 1) Vidljivost mrežne imovine: ove aplikacije podržavaju identifikaciju i praćenje imovine koja se obično povezuje s radom unutar objekta, ali u sve većoj mjeri i širom i šire od raširenih logističkih mreža. Derivat vidljivosti, sustavi lociranja u stvarnom vremenu pružaju precizno praćenje imovine unutar terminala.
- 2) Automatizacija procesa: Ovo su aplikacije namijenjene automatizaciji prethodno ručnih procesa s ciljem poboljšanja operativne produktivnosti i / ili korištenja opreme. Oni su gotovo isključivo raspoređeni unutar objekta.
- 3) Sigurnost: Sigurnosne aplikacije koriste RFID kako bi se osigurala sigurnost ljudi i tvrdih sredstava. To postaje vruća točka u RFID-u, jer sigurnost radnika terminala postaje sve važnija. Sigurnosne aplikacije koriste RFID za "osiguranje" imovine ili jedinstvenu identifikaciju pojedinca, općenito u kombinaciji s drugim sigurnosnim tehnologijama, poput biometrije.

Danas cjelokupno tržište RFID-a u lukama predstavlja gotovo 100 milijuna američkih dolara godišnje. Najveći dio toga je unutar lučke zajednice i morskih kontejnerskih terminala za automatizaciju procesa vrata i dvorišta. Međutim, pojava novih aplikacija koja koriste RFID kao 'bežični senzor' može promijeniti način na koji se razvija RFID tržište.

Primjena RFID-a potaknuta je osnovnim koristima, uključujući produktivnost rada, sigurnost i povećanu upotrebu imovine. Međutim, još jedan ključni element rasta lučke zajednice i tržišta terminala je okoliš. Luka i morski terminali su jako vidljivi i imaju tendenciju da borave u velikim naseljenim područjima. RFID je sada sastavni dio praćenja vozila vezanih uz programe emisija, kao i optimiziranog putovanja unutarnjih vozila, čime se također smanjuju emisije štetnih plinova.

Svaki kontejneru dodjeljuje se RFID transponder. Pri pokušaju neovlaštenog otvaranja kontejnera automatski se aktivira alarm ili kratka SMS poruka. Istovremeno, upravljačka kutija izravno šalje podatke kontrolnom sustavu na brodu i satelitu koji prenosi informacije do upravljačkog centra na kopnu. RFID transponder u redovnim intervalima odašilje radio poruke o trenutnom statusu kontejnera npr. je li otvoren ili

zatvoren, kolika je razina kisika, kolika je temperatura i slično. U suvremene RFID transponder (aktivne) može se upisati i više datoteka, kao što je roba unutar kontejnera ukoliko nema vlastitu identifikaciju i sl. Podaci prikupljeni RFID tehnologijom najviše pridonose smanjivanju krijumčarenja i povećanju nacionalne sigurnosti. Vlast u svakom trenutku može locirati sumnjivi kontejner te ga kontrolirati, kako na brodu, tako i na lučkom skladištu. Zahvaljujući GPS sustavu pouzdano se zna lokacija i status svakog kontejnera i broda, a time je moguće izračunati broj prevezenih kontejnera odnosno ekonomičnost poslovanja broda. [23]

#### 4. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE NA PRIMJERU TRGOVAČKOG LANCA

Iako je RFID-tehnologija poznata već više od pedesetak godina njezin pojačan razvoj posljednjih godina, s ciljem primjene u trgovini i logistici, može se opravdati promjenama koje se javljaju u opskrbnom lancu – prvenstveno znatno pojačanom ulogom trgovaca u odnosu na proizvođače. Naime, veliki trgovački lanci koji se okrupnjavaju na globalnoj razini, preuzimaju primat u SCM-u (*Supply Chain Management*). Trgovački lanci traže i diktiraju različite načine smanjenja troškova kako bi uz istu ili smanjenu razinu cijena zadržali i povećali vlastitu konkurentsku sposobnost. Jedan od načina smanjivanja troškova jest i uvođenje nove (ili barem poboljšane) tehnologije kao što je RFID-tehnologija. RFID-tehnologija najveće uštede ostvaruje upravo u logističkim troškovima, a koji u prosjeku čine između 20 i 25% ukupnih troškova trgovinskoga poduzeća. [24]

**Slika 7. Princip djelovanja RFID tehnologije u trgovačkim lancima**



Izvor: [25]

RFID omogućuje razvoj partnerstva između voditelja trgovačkih lanaca i dobavljača na do sada najvišoj razini. Prednosti koje se ovakvim oblikom partnerstva mogu ostvariti ujedno su i imperativ za njegovo sklapanje. Neophodna je visoka razina međusobnog povjerenja kako bi se moglo provoditi upravljanje zalihama od strane dobavljača – *Vendor Managed Inventory*. Za očekivati je da će se ovaj visoki stupanj razvoja međusobnih odnosa u kojem dobavljač

sam odlučuje o odgovarajućem stupnju zaliha u maloprodajnoj prodavaonici, podići na još viši nivo kada započne označavanje pojedinačnih proizvoda RFID-tag-ovima. [24]

Za potrebe ovog rada provedena je analiza implementacije RFID tehnologije u trgovački lanac Zara. Prateći svjetske trendove o logističkim aktivnostima unutar maloprodajne tvrtke, ali i supply chain aktivnosti u sklopu suradnje s ostalim članovima opskrbnog lanca, Zara je uočila određene mogućnosti daljnje optimizacije kroz implementaciju RFID tehnologije prvenstveno u svoje poslovanje, a onda i s željom daljnjeg povezivanja s dobavljačima koji također koriste RFID kako bi se maksimalno iskoristile mogućnosti ove tehnologije.

#### **4.1. PRIMJER PRIMJENE RFID TEHNOLOGIJE - ZARA**

ZARA, lanac marki odjeće u vlasništvu španjolske tvrtke *Inditex Group*, Inditex je španjolski prodavač odjeće broj jedan s više od 2.000 lokacija u 52 zemlje. *Inditex Group* također posjeduje Massimo Dutti, Pull and Bear, Uterque, Stradivarius i Bershka. ZARA je jedan od najuspješnijih te se smatra jednom od europskih najznačajnijih vrijednosti branda. Sa sjedištem u A Coruña u Španjolskoj, ZARA je svoju prvu podružnicu otvorila 1975. Danas je *Inditex Group* vjerojatno najbrže rastući trgovac na svijetu u više od 70 zemalja svijeta sa više od 2213 trgovina su ZARA-ine robne marke i ostvarile više od 15 milijardi prodaje u 2016. širom svijeta.

RFID oznake omogućuju ZARA da prati predmete širom zemalja i upravlja glatkim organiziranim carstvom odjeće. Najveća prednost je proizvodnja u kojoj RFID označavanje omogućava agiln i precizan rad. Kad je u pitanju upravljanje zalihama, RFID je najprecizniji sustav tamo. S RFID tehnologijom, svaki se odjevni predmet šifrira u logističkim centrima, tako da kada ZARA dobije svoje pošiljke dva puta tjedno, sustav odmah utvrđuje koje veličine i modele trebaju dopunjavati, zbog čega cijeli trgovački lanac može mnogo brže prodati proizvode. Upotreba RFID-a će također omogućiti ZARI da maksimizira svoju višenamjensku ponudu koja je ključna za ciljanje potrošača koji je povezan, tako da odmah može otkriti kupcu je li veličina dostupna u trgovini, drugoj trgovini u blizini ili putem interneta. [26]



Sa toliko ogromnih prednosti, RFID je postao najnoviji zvuk maloprodajne industrije. Slijedom koraka mnogih, ZARA je odlučila primijeniti tehnologiju i u 2014. godini je uvela RFID u 1000 trgovina, prema Wall Street Journalu.

RFID čipovi, otprilike dvostruko veći od standardne SIM (*Subscriber Identity/Identification Module*) kartice za mobilne telefone, pomažu najvećem svjetskom modnom trgovcu da bolje prati svoje zalihe i brže puni svoje police odjećom. RFID je implementiran u više od 1.000 od 2.000 Zara prodavaonica u 2014. godini. [26]

**Slika 8. Način skeniranja proizvoda pomoću RFID čitača**



Izvor: [27]

Prije uvođenja RFID čipova, zaposlenici su morali skenirati barkodove jedan po jedan, a ta se zaliha u cijeloj trgovini obavljala jednom u šest mjeseci. Budući da čip štedi vrijeme, ZARA provodi zalihe svakih šest tjedana, dobivajući precizniju sliku o tome koji se modni proizvodi dobro prodaju, a koji ne. I svaki put kada se neki odjevni predmet proda, podaci s njegovog čipa odmah upućuju narudžbu skladištu da pošalje identičan predmet. Prije toga su zaposlenici trgovine nekoliko puta dnevno obnavljali police.

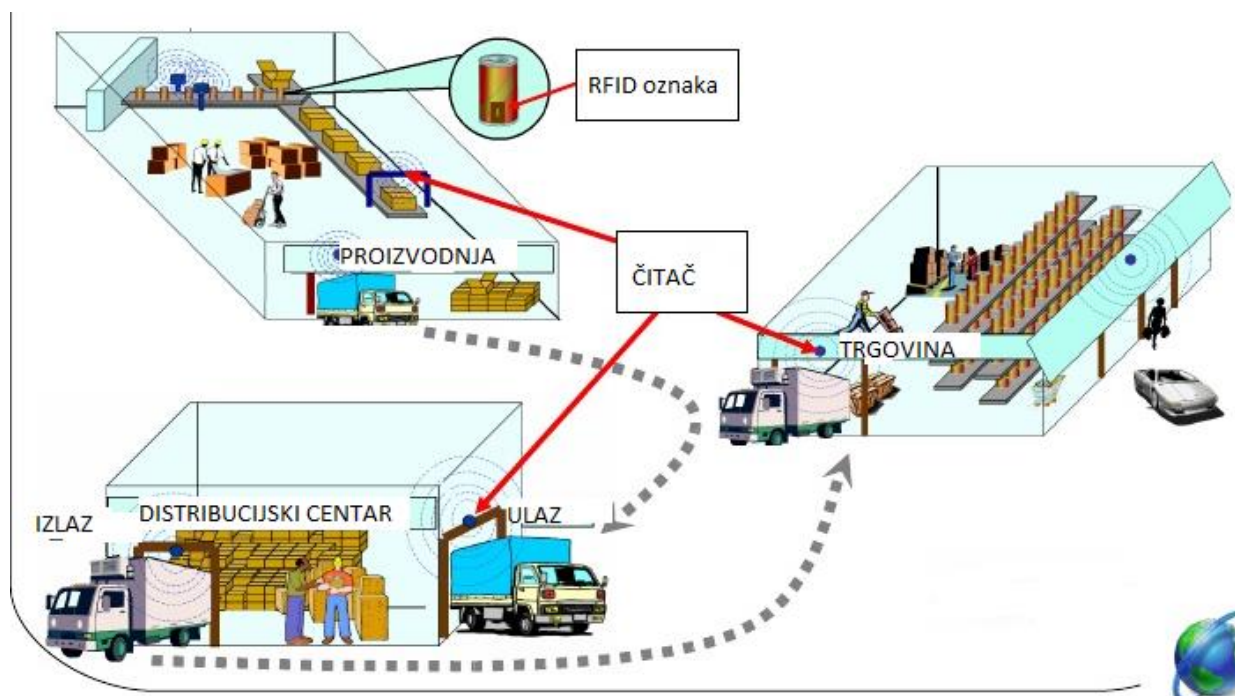
Ako kupac ne može pronaći predmet, recimo ljubičastu majicu srednje veličine, prodavač može usmjeriti iPod kameru na crtični kod sličnog predmeta i pomoću podataka prikupljenih čipovima provjeriti je li dostupan u trgovini, u obližnjoj trgovini ili putem interneta.

Promatrajući to, dokazano je koliko je koristan RFID te olujom preuzima maloprodajnu industriju. RFID čipovi mogu pohraniti informacije o bilo kojem predmetu na koji su pričvršćeni i, kada to zatraži, emitiraju te podatke putem radio signala na skener. Inditex označava čipove unutar plastičnih sigurnosnih oznaka svojih odjevnih predmeta, inovacija koja omogućuje lancu „brze mode“ da ih ponovo upotrebljava nakon uklanjanja oznaka pri kupnji tog proizvoda. Plastična futrola sigurnosne oznake štitila je čip, omogućila ponovnu upotrebu, a bio bi uklonjen prilikom kupnje.

RFID aplikacija starta od logističkog centra do upotrebe RFID oznake kada se sva proizvedena odjeća pošalje u Španjolsku. Oni će označiti i programirati svaki na odjevni predmet staviti RFID oznaku. Počet će se distribuirati u različitim zemljama, a čvorišta se temelje na individualnim zahtjevima i potrebama određenog mjesta. Također može pomoći u praćenju stanja isporuke u cijelom svijetu u stvarnom vremenu.

Čvorišta će podijeliti proizvod na nekoliko maloprodajnih mjesta kojima je potrebna lokacija, a na njih će se izvršiti agilno nadopunjavanje i ispunjavanje zahtjeva kupaca te osigurati da maloprodajne jedinice imaju sve proizvode. Može pružiti kontrolu zaliha podataka u stvarnom vremenu. [28]

**Slika 9. Prikaz funkcioniranja RFID tehnologije u trkovačkim lancima**



Izvor:[29]

ZARA je održala svoje mjesto kao lider u industriji odjeće, a ono što je čini tako profitabilnom je jedinstvena strategija lanca opskrbe. Nakon primjene RFID-a, ZARA koristi sljedeće principe kako bi povećala svoj neto prihod i održala ugled kao robna marka koja je ujedno i modna naprijed i pristupačna.

Brzi odgovor na potražnju - ZARA slijedi novi model u upravljanju svojim zalihama i lancem opskrbe. Oni stvaraju do 1000 dizajna svakog mjeseca na temelju prodaje u trgovini i trenutnih trendova. Oni prate potrošnju kupaca u trgovini kako bi procijenili i razumjeli kakvi se dizajne troše, a u skladu su sa budućim modnim dizajnima

Male serijske proizvodnje - ZARA ima brzi promet, oni proizvode mali broj količina za svaki proizvod. To im daje priliku da brzo shvate koji su dizajni uspješni. To je ujedno i sjajan način za istraživanje novih dizajna i razumijevanje njegove brzine prihvatanja na tržištu. Navedeno ujedno značajno smanjuje rizik od stvaranja velikih količina nečega što kupac ne želi. Iako se

može činiti lošim ulaganjem u različite dizajne, ZARA optimizira koristeći isti materijal samo na različite načine.

Središnji distribucijski centar - ZARA ima vrlo jake IT sustave koji podržavaju njenu distribuciju. Sva odjeća isporučuje se natrag u Španjolsku, centralno mjesto. Odatle se distribuira u različite zemlje, a trgovine se temelje na individualnim potrebama i potrebama određenog mjesta. [28]

Postoji prva prodavaonica Zara koja u Londonu nudi četiri dijela, uključujući dječju, žensku i mušku odjeću.

Radnici u trgovini nosit će mobilne uređaje za pomoć klijentima. Klijenti mogu primiti narudžbe istog dana ako su poslali istu prije 14 sati; narudžbe također mogu primiti sljedeći dan ako su poslane nakon 14 sati. Trgovina se temelji na sustavu proizvoda zrcala za skeniranje podataka. Ovaj sustav može prilagoditi nekoliko stavki odgovarajuće veličine kada klijenti skeniraju proizvode pomoću radiofrekvencijske identifikacije (RFID) tehnologije.

U trgovini su dva kata, prizemlje bez prozora, međutim, u gornjem katu su prozori s RFID senzorima. Kad se kupci zatvore u senzore, senzori će projicirati slike iz trenutne integracije. Postoji optički čitač barkodova koji može skenirati QR (*Quick Response*) kôd ili primiti pin kod kada klijenti naruče putem interneta. Zatim će poslati nalog na e-mail klijenta koji može preuzeti. Iza kulisa robot može istovremeno obraditi 2400 paketa kroz malo spremište. Klijenti mogu plaćati putem aplikacija na pametnom telefonu poput Inditex Grupe i ZARA. Postoji i područje samokontrole za dopunu redovnog plaćanja. [30]

PRETRAGA PROIZVODA  
OD STRANE KUPCA

IDENTIFIKACIJA

DOSTUPNOST

U TRGOVINI

NA WEB STRANICI ZARA.COM

**Slika 10. Prikaz funkcioniranja RFID tehnologije u trgovačkom lancu Zara**



Izvor: [31]

Ciljevi ove inovativne mjere koja djeluje na RFID sustavu su ušteda novca i smanjivanje emisije revolucionarnim korakom ka održivijem razvoju. Pablo Isla, predsjednik i generalni direktor Inditexa kaže: „To znači još jednu prekretnicu u strategiji integriranja naše trgovine i interneta u svijetu. RFID tehnologija i svijet pomoću interneta definiraju nas kao posao”. [30]

#### **4.2. UČINAK RFID TEHNOLOGIJE NA TRGOVAČKI LANAC ZARA**

Španjolski modni trgovac na malo Inditex, vlasnik robne marke Zara, planira pokrenuti uslugu preuzimanja kućnih usluga u Kini za recikliranje odjeće uz to i na putu je da implementira RFID tehnologiju u sve marke do kraja 2020. godine.

Isla je također rekao da su održive sirovine i reciklirani tekstil isključivo oni koji se koriste u ZARI i Massima Dutti's Join Life i Oyshovih kolekcija navodeći "Mi smo promjena" - s više od 73,6 milijuna odjevnih predmeta s ovim oznakama u 2017. godini. Napredak je ostvaren i u koordiniranom istraživanju. MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) *International*

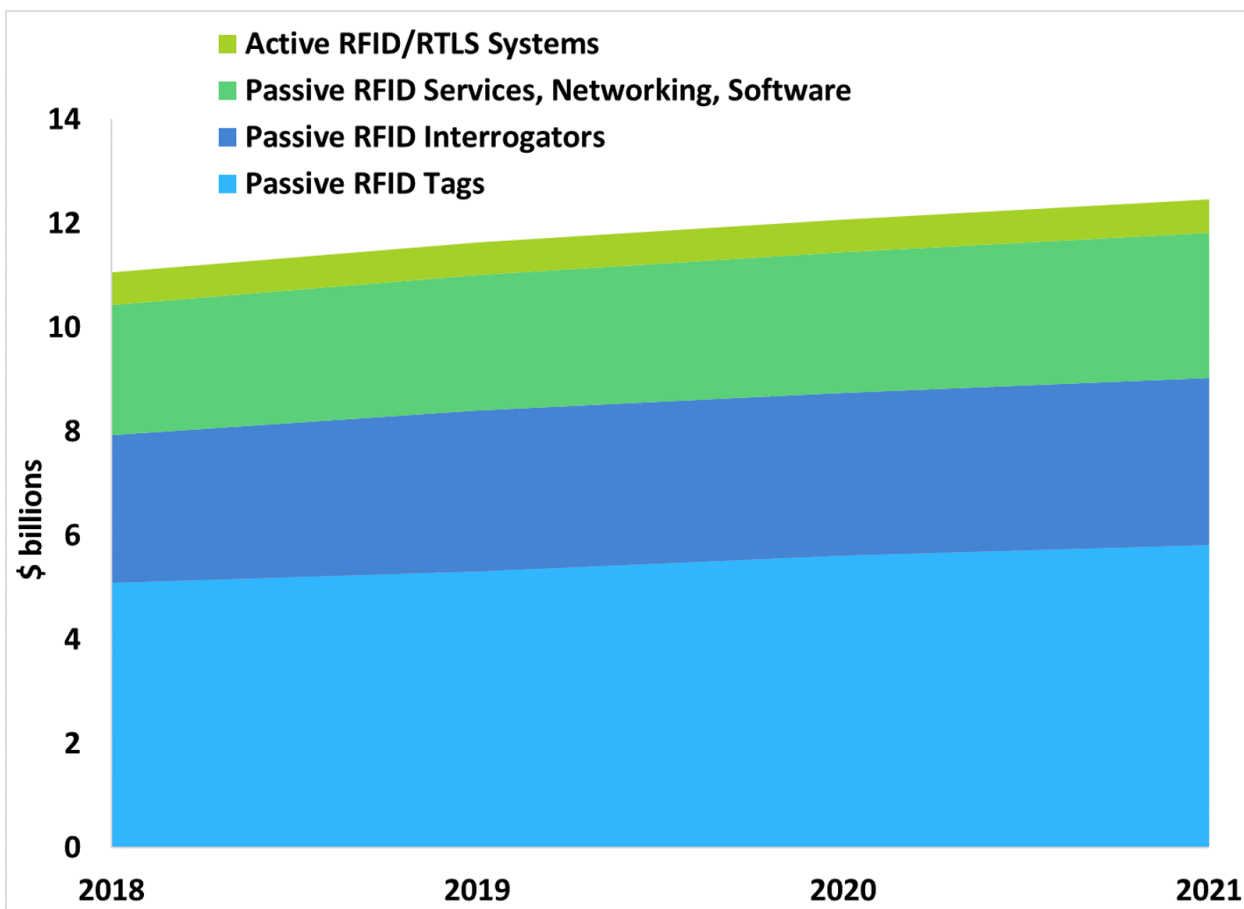
*Science and Technology Initiatives* (MISTI), dio *Massachusetts Institute of Technology* je usmjeren na poboljšanje recikliranja rabljenog tekstila i stvaranje novih vlakana koristeći čistu tehnologiju. Prihodi Inditex grupe u 2017. godini iznosili su 25,34 milijardi eura (29 milijardi američkih dolara), poduprti rastom u svim regijama u kojima posluje, kao i rast internetske prodaje, koja je činila 10% ukupne vrijednosti. Čista dobit iznosila je 3,37 milijardi eura. Isla je postizanje održivog rasta pripisao poslovanje integriranom prodajnom i mrežnom modelu tvrtke. Inditex ima 7.475 prodajnih mjesta na 96 tržišta, a mrežna prodaja je dostigla 47 tržišta. „Svi brendovi Inditexa koriste robusnu integriranu trgovinu i internetsku platformu. U 2017. godini prodaja na mreži već je činila 12% ukupne prodaje na 47 tržišta na kojima su dostupne platforme za e-trgovinu, što predstavlja godišnji rast od 41%”, rekao je Isla. Također je napomenuo kako priroda integriranog modela, zajedno s stalnim ulaganjima, otvara put inovacijama koje su „100% usredotočene na kupca“.

Više od 1,5 milijardi eura uloženo je u nadogradnju tehnologije i logistike tijekom posljednjih pet godina uključujući primjenu RFID tehnologije. Nova tehnologija, uključujući široko uvođenje brzih *multi-shuttlea* i implementaciju šest novih paleta robota, poboljšavaju rokove isporuke. Paralelno se nastavljaju radovi na izgradnji novog distribucijskog čvorišta u Lelystadu u Nizozemskoj, koji će dopuniti Inditex-ovih 10 platformi centraliziranih u Španjolskoj. [30]

## 5. TENDENCIJA RAZVITKA RFID TEHNOLOGIJE

Kupovina se posljednjih godina radikalno promijenila. Kupujemo na potpuno drugačiji način nego prije nekoliko godina kada smo morali posjetiti nekoliko trgovačkih centara kako bismo kupili namirnice i kućne potrepštine. U današnje vrijeme su supermarketi u svakom gradu uz njih imamo većinom i trgovačke centre. Trgovina u svakom mjestu je obavezna. Naime, većinu stvari koje nam trebaju možemo kupiti pod vlastitim krovom jer za one koji ne mogu ili nemaju vremena posjetiti lokalni supermarket tu je internetska kupovina koja je zadnjih nekoliko godina u velikom porastu. Posjet web trgovini je iznimno brz i lak, odaberete što je potrebno, a onda je samo sjedite i čekate isporuku, zaista ne može biti jednostavnije. No, sve je stvar navike, primjerice starija populacija je navikla koristiti usluge samoposluživanja u supermarketima dok mlađa češće naručuje putem tweb rgovina.

Što se tiče ukupnog tržišta RFID tehnologije, možemo reći da je i ono u porastu svake godine sve više, u 2019. godini vrijedi 11,6 milijardi dolara te se procjenjuje da će porasti na 13 milijardi dolara do 2022. godine što je prikazano na grafikonu 1. To uključuje oznake, čitače i softver / usluge za RFID naljepnice, kartice i sve ostale faktore oblika, kako za pasivne tako i za aktivne RFID. [32]



**Grafikon 1. Ukupno tržište RFID tehnologije u milijardama američkih dolara**

Izvor: [33]

RFID se u maloprodaji i dalje prihvaća za označavanje odjeće iznad svih ostalih tehnologija prema količini, samo za ovu vrstu tehnologije u 2019. je bilo potrebno preko 10 milijardi RFID naljepnica. RFID u obliku beskontaktnih kartica u 2019. godini zahtijevao je 2,3 milijarde kartica, vođen aplikacijama za beskontaktno plaćanje, tranzit i siguran pristup. Opet je u potpuno drugom sektoru označavanje životinja (poput svinja, ovaca i kućnih ljubimaca) značajno, jer je to i dalje zakonski uvjet na mnogim drugim teritorijima uz to da svaki teritorij posjeduje svoj zakonik. Za taj sektor u 2019. koristi 5 milijuna oznaka. [32]



## 5.1.BUDUĆNOST RFID TEHNOLOGIJE

RFID tehnologija je napredovala u posljednjih nekoliko godina i sada smo dostigli fazu u kojoj nanotehnički RFID oznake mogu zamijeniti barkodove kako bi ukupni doživljaj kupovine bio lakši i brži. Isporučivi, jeftini odašiljači mogu se ugraditi u ambalažu koja će kupcu omogućiti da prođe pored skenera s kolicima punim robe, a skener će pročitati sve predmete u kolicima, zbrojiti cijene za plaćanje računa kupca i zatim prilagoditi stanje zaliha prodavaonici. Postoji još naprednija verzija koja bi odmah prikupljala podatke o sadržaju koji se nalazi u trgovini kako bi prodavač mogao u svakom trenutku znati lokaciju svakog pojedinog artikla.

RFID tehnologija u pametnoj tvornici ima puno složeniji zadatak od pukog praćenja proizvoda na velikim udaljenostima. Procesi proizvodnje sada mogu prikupljati i iskorištavati informacije pohranjene u RFID oznakama na sve sofisticiranije načine, omogućujući veću fleksibilnost i efikasnost u proizvodnji prilagođenih proizvoda i omogućujući višu razinu automatizacije i standardizacije nego ikad prije. Postoje razne RFID naljepnice koje se mogu prilagoditi različitim proizvodima i površinama i uz to pohranjuju nekoliko kilobajta podataka. Za čitanje i obradu podataka potrebna je samo milisekunda. [34]

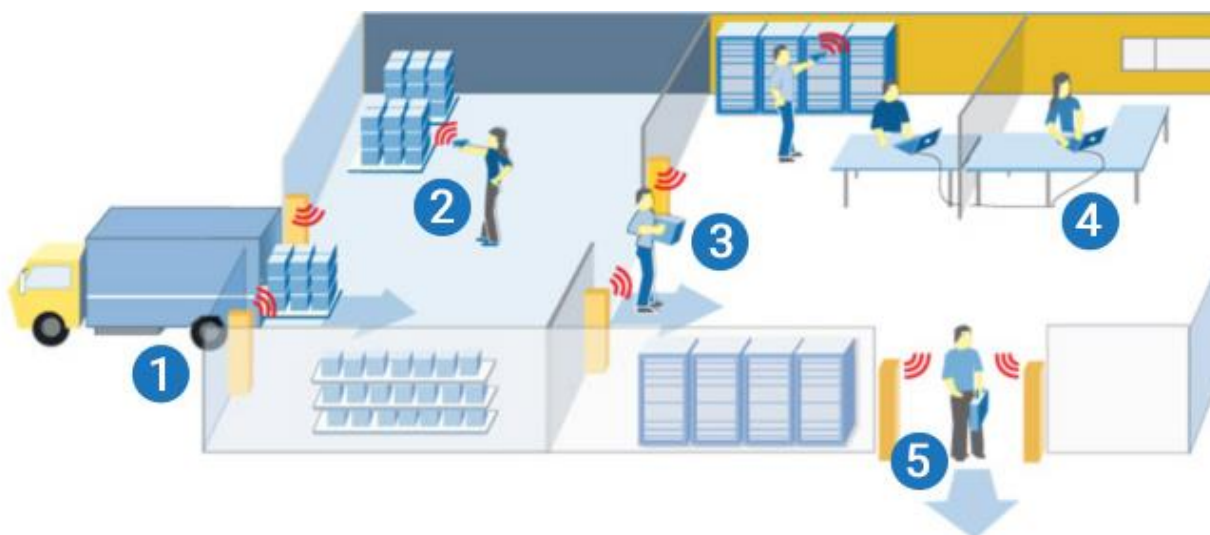
RFID softver već se široko koristi za identifikaciju i praćenje domaćih životinja, proizvoda i vozila. Nalazi se u putovnicama, knjigama i uređajima za naplatu kućica. Najnovija dostignuća u elektroničkom inženjerstvu će smanjiti troškove tiskanja ovih oznaka, osiguravajući da je to isplativa metoda upravljanja i praćenja jeftinijih predmeta kao što su prehrambeni proizvodi. Iako RFID oznake već koriste neki veći trgovci koji prodaju odjeću, elektroniku, kozmetiku itd., trgovci su sada fokusirani na maksimiziranje iskustva u trgovini s mobilnom tehnologijom i glatku transakciju samokontrole u supermarketima.

Kako se troškovi RFID oznaka smanjuju, a tehnologija postaje pouzdanija, poduzetnici će otkriti sve više aplikacija za ovakve sustave. S pametnom tehnologijom u porastu u našim domovima, budućnost maloprodaje se mijenja. Kako sve više i više naših naprava komunicira, pametni sustavi svima olakšavaju život. Krenimo prema onome što se naziva "Internet stvari" - svijetu u kojem su svakodnevni predmeti označeni i mogu komunicirati jedni s drugima. Na primjer, hladnjak u kućanstvu može ažurirati popis za kupovinu namirnica kada je u pitanju

hrana ili će označeni tepih "obavijestiti" usisavač da mu je potrebno čišćenje. RFID tehnologija je na putu i odlučna je u tome da nas sve učini učinkovitijima.

Kako je Internet stvari postao široko prihvaćen, sve veći broj trgovaca će trebati tehnologiju označavanja da bi se mogli natjecati na tržištu sa jednakim uvjetima. Bez obzira odnosi li se to na maloprodajni ili zabavni sektor, RFID označavanje doista je u povojima i postavljeno je da promijeni svijet, promijeni način na koji živimo i promijeni način na koji kupujemo. Proizvođačima, dobavljačima i maloprodaji trebat će sve sofisticiranija logistička softverska rješenja kako bi ostali u ovoj igri jer njihovi kupci postaju pametni kupci budućnosti. [35]

**Slika 11. RFID automatiziranje**



Izvor: [36]

Neki vjeruju da su RFID oznake zapravo znak zvijeri i okupljaju se protiv nje. Njihova argumentacija ima dva glavna argumenta. Prvi argument je da će RFID oznake vjerojatno zamijeniti valute i kreditne kartice kao i sve druge načine plaćanja. Uz to bi služili i kao identifikacija. To zahtijeva da ljudi dobiju oznaku jer nitko ne može nešto kupiti ili prodati bez nje, neovisno o tome je li netko bogat ili siromašan. Drugi argument je, budući da se RFID

oznake koriste i kao identifikacija, treba ih implantirati kako ne bi izgubili ID ili zamijenili ga s nekim. Trenutna istraživanja pokazala su da je idealno mjesto za implantirati RFID tehnologiju doista čelo ili ruka jer su lako dostupni i za razliku od većine ostalih dijelova tijela ne sadrže puno tekućine što ometa čitanje čipa. [37]

RFID potencijalno može omogućiti čitav niz novih aplikacija u maloprodaji, zdravstvu, proizvodnji i drugim sektorima, ali jedan kamen spoticanja oduvijek je bio, a to je upravljanje podacima koji dolaze iz tisuća oznaka. Uz aplikacije i usluge temeljene na internet svijetu, podršku je moguće pružiti daleko od same točke aktivnosti, tvrtke sada mogu implementirati rješenja koja su centralno upravljana i centralno dostupna bez tradicionalnih troškova podrške i implementacije. Budućnost RFID-a je ovdje, tako da i krajnji korisnici i proizvođači RFID trebaju biti spremni iskoristiti te nove tehnologije i biti spremni za širu upotrebu RFID-a.

## **5.2.RAZVITAK RFID TEHNOLOGIJE OBZIROM NA UTJECAJ COVID-19**

Danas se svijet bori protiv bolesti COVID-19 (*Coronavirus disease 2019*), njegov utjecaj otkriva važnost standardizacije i sljedivosti za učinkovito praćenje ljudi i imovine. U nastavku sam navedeni su pozitivni učinci koje donosi RFID tehnologija s obizom na nastalu situaciju u zdravstvu, maloprodaji, tranzitu i obrazovanju. [38]

### **5.2.1. Zdravstvo**

Što se tiče povijesti medicinskih informacija, sustav za praćenje zdravstvenih podataka, uključujući povijest cijepljenja u svijetu je u razvoju. Rješenje uključuje ogrlicu, inspiriranu lokalnim nosiocima, koja komprimira, šifrira te ima lozinku koja štiti medicinske podatke osobe. Ogrlica koristi RFID tehnologiju koja kao takva se koristi za odjeću u maloprodaju ili ona koja o sportašima pruža pristup informacijama zdravstvenim radnicima također, daje informacije o pacijentima poput trudnice ili povijesti rasta djeteta i povijesti cijepljenja, a također može dati prijedloge o tome za što cijepljenje i drugi tretmani mogu biti potrebni.

Također, postoji aplikacija za praćenje napretka pacijenata koji je zaražen COVID-om-19 kroz cijelo njihovo liječenje. Koristi skener za provjeru RFID narukvica, naljepnica i čipova kako bi identificirao ljude i predmete te pratio njihov napredak i liječenje u čitavoj bolnici. Aplikacija može pratiti niz predmeta i informacija, uključujući testne uzorke pacijenata, razne medicinske timove koji su liječili svakog pacijenta, koja je oprema i posteljina korištena po pacijentu i svaki medicinski otpad koji je nastao tijekom njihovog pojedinačnog tretmana.

Aplikacija za praćenje i validaciju pacijenata koja se koristi u objektima za daljinsko testiranje koji koriste mobilnu aplikaciju dizajniranu da pomognu medicinskim radnicima u unosu podataka o pacijentu, prijavi i popunjavanju upitnika za skrining. Omogućuje pružateljima zdravstvenih usluga da skeniraju vozačku dozvolu kroz prozor automobila, minimizirajući kontakt pacijenta i njegovatelja i povećavajući brzinu propusnosti.

Osim registracije pacijenata, aplikacija ima mogućnost praćenja procesa testiranja COVID-19 od primjene i sakupljanja, do prijevoza i rezultata, istovremeno pružajući etikete epruveta za ispis i skenirane barkodove koji se mogu koristiti za pronalaženje i unos podataka. Aplikacija također omogućava zdravstvenim radnicima da ispisuju QR mobilne naljepnice za pacijente, omogućujući im skeniranje i dohvaćanje vlastitih rezultata te pružaju naknadne informacije o tome što učiniti u slučaju pozitivnog ili negativnog rezultata, kao i sve ostale relevantne informacije ili komunikacije iz objekta za probir. [38]

### **5.2.2. Maloprodaja**

Što se tiče maloprodaje, tu je aplikacija koja se u fizičkim trgovinama koristi za skeniranje, spremanje i plaćanje vlastite kupovine pomoću vlastitih uređaja bez potrebe za suradnjom sa prodavačima, a sada ima još više privlačnosti za kupce i zaposlenike u ovom osjetljivom vremenu. Bez obzira na to da li korisnici skeniraju kôd na svom telefonu kako bi potvrdili plaćanje ili koriste bez plaćanja, "*grab and go*" model plaćanja, kupovina putem mobilnih uređaja uistinu je tehnologija za trenutno vrijeme.

Sada je dostupan širok izbor platformi koje omogućuju isporuku za mnoštvo proizvoda na zahtjev, a za one s većim IT proračunima postoji izvedivost pružanja isporuke bez vozača metodama poput samovozećih vozila ili autonomnih bespilotnih letjelica.

Rješenje za e-trgovinu omogućava jačanje distributivnih centara pomoću brzog i učinkovitog ulaznog RFID čitanja kartona i kutija za provjeru prema ciljanom popisu na temelju registriranih kupca.

Dodatna funkcionalnost omogućit će trgovcima da koriste sustav ocjenjivanja kvalitete i prikazati slike proizvoda za učinkovitiju identifikaciju i sortiranje ulaznih povrata. [38]

### **5.2.3. Tranzit**

Vezano za sam tranzit i putovanje, u nekim se zemljama vozači koji će možda morati redovito voziti brzinama, ohrabruju više nego ikad prije, da plaćaju cestarinu putem bezgotovinskih transakcija pomoću RFID-a za eliminaciju ljudskog kontakta. Medicinsko osoblje također ima poseban RFID kako bi im se omogućio besplatan prolazak na svim glavnim autocestama. [38]

### **5.2.4. Obrazovanje**

Obrazovanje u školama, fakultetima, vrtićima itd. se moralo zaustaviti zbog pojave COVID-19. Školski okruzi rješavaju nezapamćen zadatak postavljanja i upravljanja udaljenim školovanjem za sve učenike. Kako bi olakšali praćenje prijenosnih računala, Chromebooka, tableta itd. i upravljali povratom inventara IT sredstava, neke tvrtke besplatno nude svoj softver za praćenje imovine. [38]

### **5.2.5. Očekivanja razvitka RFID tehnologije**

Kako globalna pandemija napreduje i naše potrebe za upravljanjem i kontrolom rastu, kretanje i sljedivost ljudi, biološki svijet i imovina su još kritičniji i moraju biti pod stalnim nadzorom. RFID tehnologija je savršen odgovor na ove rastuće potrebe i postaje sveprisutna u cijelom svijetu. [38]

Očekuje se da će globalno tržište radiofrekvencijske identifikacije dostići 31,06 milijardi američkih dolara do 2026. godine, što predstavlja povećanje u 2026. godini od 10,3% u odnosu na 2019.godnu s obzirom na utjecaj COVID-19. [39]

## 6. ZAKLJUČAK

Tehnologija je vozilo za poboljšanje konkurentnosti i performansi lanca opskrbe povećanjem ukupne djelatnosti i efikasnosti logističkog sustava. Otuda odabir prave tehnologije za razne logističke aktivnosti koji su vrlo važni za bilo koji posao kako bi se postigla konkurentna prednost u današnjem vremenu na ogromnom konkurentnom tržištu.

Tehnologija radiofrekvencijske identifikacije ima potencijalno jako velik broj primjena. Radi se o vrlo novoj tehnologiji tako da se sve posljedice njezinog korištenja još uvijek ne mogu u potpunosti sagledati niti procijeniti. S povećanjem korištenja moći će se bolje sagledati prednosti i nedostaci te se iskristalizirati one primjene koje će u najvećoj mjeri iskoristiti sve njezine prednosti.

RFID je perspektivna metoda automatske identifikacije koju mnogi smatraju jednom od najvažnijih prodrone računalne tehnologije u povijesti. RFID se temelji na pohrani i daljinskom pronalaženju podataka koristeći uređaji koji se nazivaju RFID oznake ili RFID transporteri. Prije svega vidljivost koju pruža ova tehnologija omogućava precizno poznavanje razine zaliha uklanjanjem razlika između evidencije inventara i fizičkog inventara. Drugo, RFID tehnologija može spriječiti ili smanjiti izvore pogrešaka. Prednosti upotrebe RFID tehnologije uključuju smanjenje troškova rada, pojednostavljenje poslovnih procesa i smanjenje pogrešaka na zalihama. Posljednjih godina, s porastom druge generacije Interneta stvari, integrirajući RFID tehnologiju i Internet stvari i njihovo korištenje za praćenje i suzbijanje krivotvorenih proizvoda u sustavu lanca opskrbe može se najbolje iskoristiti prednost RFID tehnologije, a poduzeća to mogu iskoristiti postizanjem stvarnog upravljanja vizualizacijom proizvoda. Stoga bi poduzeća i iz naše zemlje trebala aktivno promovirati razvojni proces RFID tehnologije i Interneta stvari i učiniti ih takvim potisnicima u upravljanju lancima opskrbe.

Konačno, iako je RFID tehnologija već dobro poznata tehnologija i već je prisutna u mnogim primjenama u našem svakodnevnom životu, ona se i dalje razvija i obnavlja. RFID je i dalje jedna deset od glavnih glavnih tehnologija i ostat će kao takva zahvaljujući svom potencijalu za vrlo sofisticirane aplikacije poput paradigme IoT-a (*Internet of Things*) i brojnih eksploatacija, posebno za službu čovječanstva.

Posljednja važna točka odnosi se na doprinos RFID-a u konceptu zelenih tehnologija i tehnologija koja se mogu reciklirati. Zapravo, čak i ako velika većina RFID komponenti nisu „zelene“ ili ekološki kompatibilne, nekoliko je djela pokazalo dizajn oznaka koristeći nekonvencionalne podloge poput tkanina, papira, šuma, drveća, biljaka itd. Štoviše, RFID tehnologija, svojim funkcionalnim karakteristikama, daje pozitivan doprinos u pogledu upravljanja reciklažom otpada, smanjenja emisijskih razina električne energije i elektromagnetskog zagađenja.

Nadalje, što se tiče analiziranog primjera, korištenja RFID tehnologije u trgovačkom lancu ZARA, vidljivo je da uvelike donosi uštede novca i vremena. RFID oznake omogućuju ZARA da prati predmete širom zemalja i upravlja carstvom odjeće koju posjeduje. Najveća prednost je proizvodnja u kojoj RFID označavanje omogućava precizan rad. Korištenjem ove vrste tehnologije ZARA štedi novac te svake godine posluje sa većim dobitkom.

Tendencija razvitka RFID tehnologije je svake godine sve veća i rasprostranjenija. Možemo reći da je ova vrsta tehnologije budućnost svakoj tvrtci koja želi poslovati sa dobitkom i uštediti novac. RFID potencijalno će omogućiti čitav niz novih aplikacija u maloprodaji, zdravstvu, proizvodnji i drugim sektorima.

U konačnici, vidimo da ni situacija sa COVID-19 virusom nije naštetila razvitku RFID tehnologije, dapače, donosi pozitivne učinke u zdravstvu, maloprodaji, tranzitu i obrazovanju. RFID tehnologija je savršena za potrebe koje donosi COVID-19 i postaje sveprisutna u cijelom svijetu te se u budućnosti svakako očekuje njen porast i razvitak.



## LITERATURA

- [1] URL: <https://courses.lumenlearning.com/wmopen-introbusiness/chapter/supply-chain-management-and-logistics-2/>, (pristupljeno: 14.04.2020.)
- [2] URL: <https://strategiccfo.com/logistics-chain/>, (pristupljeno: 14.04.2020.)
- [3] Pupavac, D.: *Optimalizacija proizvodnje unutar logističkoga lanca za 21. Stoljeće*, Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci, 2006, vol. 24. sv. 2.
- [4] Zelenika, R.: *Logistički sustavi*, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2005.
- [5] URL: <https://whatis.techtarget.com/definition/supply-chain>, (pristupljeno: 15.04.2020.)
- [6] URL: <https://dokumen.tips/documents/logisticki-sustavi-i-transportni-lanci-skripta.html>, (pristupljeno: 15.04.2020.)
- [7] URL: <https://www.ibm.com/topics/supply-chain-management>, (pristupljeno: 15.04.2020.)
- [8] URL: <https://profitiraj.hr/lanac-opskrbe-kao-konkurentska-prednost/>, (pristupljeno: 15.04.2020.)
- [9] Prokopović, K., Prokopović, T., Jelić, M., Niška poslovna škola strukovnih studija, Niš, 2016., pristupljeno na: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0350-137X/2016/0350-137X1601175P.pdf>
- [10] Dujak, D., Šantorić, I., & Tomašević, V.: *Implementacija RFID tehnologije u logističke i supply chain aktivnosti maloprodaje*, Ekonomski fakultet u Osijeku, 2011., Dostupno na: <http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement11/bulimm1122.pdf> (20.04.2020.)
- [11] Stojkić, Ž., Gjeldum, N., Bošnjak I. : *Primjena informacijskih sustava u procesu logistike na primjeru inteligentnog montažnog sustava*. Dostupno na: <file:///C:/Users/user/Downloads/883245.Rad-KODIP.pdf> (20.04.2020.)
- [12] Rosenbloom, B. .: *Marketing Channels*, A Management View, 8th edition, South Western Cengage Learning, 2013.

- [13] Žubrinić, K.: *Korištenje sustava za radiofrekvencijsku identifikaciju u poslovanju*, Dubrovnik, 2004., Dostupno na:  
[https://bib.irb.hr/datoteka/578624.KZubrinicKoristenje\\_RFID\\_sustava.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/578624.KZubrinicKoristenje_RFID_sustava.pdf) (21.04.2020.)
- [14] Končar, J., Leković, S.: *Implementation of RFID technology in supply chain management*, Subotica. Dostupno na:  
<http://www.efos.unios.hr/repec/osi/bulimm/PDF/BusinessLogisticsinModernManagement13/bulimm1316.pdf> (21.04.2020.)
- [15] URL: <https://www.paragon-id.com/en/inspiration/history-radio-frequency-identification-technology> (pristupljeno: 21.04.2020.)
- [16] URL:  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/149991/Doan\\_Binh.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/149991/Doan_Binh.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (pristupljeno: 21.04.2020.)
- [17] Seminarski rad: *Primjena RFID-tehnologije u modernim transportnim sustavima*, Sveučilište u Zagrebu, dostupno na <file:///C:/Users/user/Downloads/146522339-Primjena-RFID-Tehnologije-u-Modernim-Transportnim-Sustavima.pdf> (24.04.2020.)
- [18] URL: [https://www.123rf.com/photo\\_52542304\\_rfid-tag-isolated-on-white-background.html](https://www.123rf.com/photo_52542304_rfid-tag-isolated-on-white-background.html) (pristupljeno 24.04.2020.)
- [19] Nash., T.: *RFID Technology and Its Impact on the Supply Chain*, Eastern Michigan University, 2010., dostupno na:  
<https://commons.emich.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1218&context=honors> (25.04.2020.)
- [20] URL: [http://www.rfid.com.pk/solutions\\_services.html](http://www.rfid.com.pk/solutions_services.html) , (pristupljeno: 25.04.2020.)
- [21] URL: <https://msmsolutions.com/rfid-and-the-future-of-manufacturing/>, (pristupljeno: 25.04.2020.)
- [22] URL: <https://www.syrmatech.com/transport/> (pristupljeno: 20.06.2020.)

- [23] Bonaca, J., Černjul, R., Vaclavek S., stručni članak: *Sustavi za upravljanje kontejnerskim terminalima podržani GNSS-om i GIS-om*, Zagreb, 2013., dostupno na [file:///C:/Users/user/Downloads/17\\_sustavi\\_za\\_upravljanje\\_kontejnerskim\\_terminalima\\_podrzani\\_gnssom\\_i\\_gisom.pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/17_sustavi_za_upravljanje_kontejnerskim_terminalima_podrzani_gnssom_i_gisom.pdf) (20.06.2020.)
- [24] Dujak, D.: *RFID-tehnologija u logistici – s posebnim osvrtom na upotrebu u maloprodaji*, Ekonomski fakultet u Osijeku, dostupno na: [https://bib.irb.hr/datoteka/445161.RFID\\_u\\_logistici-2006.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/445161.RFID_u_logistici-2006.pdf) (02.05.2020.)
- [25] URL: <https://www.spectos.com/en/retailer-target-to-use-rfid-technology-improve-inventory-accuracy/> ( pristupljeno: 02.05.2020.)
- [26] URL: <https://sourcingjournal.com/topics/fashion-trends/zara-increases-rfid-implementation-faster-fast-fashion-14774/> (pristupljeno: 05.05.2020.)
- [27] URL: <https://www.america-retail.com/industria-y-mercado/video-como-funciona-la-nueva-tecnologia-rfid-de-las-nuevas-etiquetas-de-zara/> (pristupljena: 05.05.2020.)
- [28] URL: <https://www.greenontheinside.net/analysis-the-rfid-application-use-in-zara-essay-example/> (pristupljeno: 07.05.2020.)
- [29] URL: [https://www.hopelandrfid.com/blog/rfid-in-supply-chain-management\\_b34](https://www.hopelandrfid.com/blog/rfid-in-supply-chain-management_b34) (pristupljeno: 07.05.2020.)
- [30] URL: <https://rfidcard.com/zara-uses-rfid-technology-in-its-first-online-only-store/> (pristupljeno: 07.05.2020.)
- [31] URL: <https://t3n.de/news/wp-content/uploads/2016/02/rfid-e-commerce-sheat-595x418.jpg> (pristupljeno: 07.05.2020.)
- [32] URL: <https://www.idtechex.com/en/research-report/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2019-2029/700> (pristupljeno 20.06.2020.)
- [33] URL: <https://hafenstrom.com/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2019-2029/> (pristupljeno: 22.06.2020.)

[34] URL: <https://msmsolutions.com/rfid-and-the-future-of-manufacturing/> (pristupljeno: 12.05.2020.)

[35] URL: <https://touchpath.com/the-future-of-rfid-tags-and-retail/> (pristupljeno: 12.05.2020.)

[36] URL: <https://trackx.com/itassettracking/> (pristupljeno: 12.05.2020.)

[37] URL: <https://www.cse.wustl.edu/~jain/cse574-06/ftp/rfid/index.html>, (pristupljeno: 15.05.2020.)

[38] URL: <https://www.rfidreadernews.com/2020/04/21/rfid-in-the-world-of-covid-19/> (pristupljeno: 22.06.2020.)

[39] URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20200518005465/en/Global-Radio-Frequency-Identification-RFID-Market-Outlook> (pristupljeno: 22.06.2020.)

## KAZALO KRATICA

- RFID - (*Radio - Frequency Identification*) Radio frekvencijska identifikacija
- COVID-19 - (*Coronavirus disease 2019*) Koronavirus
- SCOR - (*Supply chain operations reference model*) Referentni model operacija lanca nabave
- DSS - (*Decision Support Systems*) Sustavi za podršku u odlučivanju
- EDI - (*Electronic Data Interchange*) Elektronska razmjena podataka
- EPC - (*Electronic Product Code*) Elektronički proizvodni kod
- UPC - (*Universal Product Code*) Univerzalni proizvodni kod
- IT - (*Information technologies*) Informacijske tehnologije
- NHS - (*National Health Service*) Nacionalni zdravstveni sustav
- ISO - (*International Standard Organization*) Međunarodna Organizacija standarda
- UHF - (*Ultra High Frequency*) Ultra visoke frekvencije
- IEC – (*International Electrotechnical Commission*) Međunarodna elektrotehnička komisija
- TMS – (*Transportation Management System*) Sustav za upravljanje transportom
- SCM – (*Supply Chain Management*) Upravljanje lancem opskrbe
- SIM - (*Subscriber Identity/Identification Module*) Identitet / identifikacijski modul pretplatnika
- QR – (*Quick Response*) Brzi odgovor
- MIT - (*Massachusetts Institute of Technology*) Tehnološki institut Massachusetts
- MISTI – (*Massachusetts International Science and Technology Initiatives*) Massachusetts Međunarodne inicijative za znanost i tehnologiju

IoT - (*Internet of Things*) Internet stvari

## **POPIS SLIKA**

Slika 1. Razlike između konvencionalnog i suvremenog opskrbnog lanca .....	11
Slika 2. Slikovni prikaz SCOR modela .....	13
Slika 3. RFID sustav .....	19
Slika 4. RFID oznaka .....	22
Slika 5. RFID čitač .....	24
Slika 6. RFID principi djelovanja.....	25
Slika 7. Princip djelovanja RFID tehnologije u trgovačkim lancima.....	40
Slika 8. Način skeniranja proizvoda pomoću RFID čitača.....	42
Slika 9. Prikaz funkcioniranja RFID tehnologije u trkovačkim lancima .....	44
Slika 10. Prikaz funkcioniranja RFID tehnologije u trgovačkom lancu Zara .....	46
Slika 11. RFID automatiziranje .....	51

## **POPIS SHEMA**

Shema 1. Jednostavni logistički lanci.....	7
Shema 2. Usporedba tradicionalnog logističkog lanca i logističkog lanca 21. stoljeća .....	8
Shema 3. Tok robe u opskrbnom lancu .....	10
Shema 4. Informacijske tehnologije u opskrbnom lancu .....	17
Shema 5. Mogućnosti RFID tehnologije u opskrbnom lancu .....	32

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Ukupno tržište RFID tehnologije u milijardama američkih dolara.....	49
---	----