

RFID tehnologija u funkciji praćenja i identifikacije tereta u prometu

Babačić, Antonella

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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:187:603015>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-26**



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](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

POMORSKI FAKULTET

ANTONELLA BABAČIĆ

**RFID TEHNOLOGIJA U FUNKCIJI PRAĆENJA I
IDENTIFIKACIJE TERETA U PROMETU**

ZAVRŠNI RAD

Rijeka, 2024.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

POMORSKI FAKULTET

**RFID TEHNOLOGIJA U FUNKCIJI PRAĆENJA I
IDENTIFIKACIJE TERETA U PROMETU**

**RFID TECHNOLOGY IN THE FUNCTION OF
MONITORING AND IDENTIFICATION OF CARGO IN
TRANSPORT**

ZAVRŠNI RAD

BACHELOR THESIS

Kolegij: Tereti u prometu

Mentor: prof. dr. sc. Tanja Poletan Jugović

Komentor: Adrijana Agatić, mag. ing. logist.

Studentica: Antonella Babačić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112086207

Rijeka, rujan 2024.

Studentica: Antonella Babačić

Studijski program: Logistika i menadžment u prometu i pomorstvu

JMBAG: 0112086207

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom RFID tehnologija u funkciji praćenja i identifikacije tereta u prometu izradila samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Tanja Poletan Jugović te komentorstvom Adrijana Agatić mag. ing. logist.

U radu sam primijenila metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio/la literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući navela u završnom 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.

Studentica



(potpis)

Ime i prezime studentice Antonella Babačić

Studentica: Antonella Babačić

Studijski program: Logistika i menadžment u pomorstvu i prometu

JMBAG: 0112086207

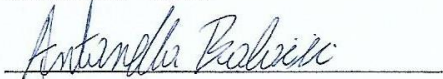
IZJAVA STUDENTA – AUTORA

O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima Creative Commons licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Studentica – autor



(potpis)

SAŽETAK

Suvremeno poslovanje logističkih i dobavnih lanaca nezamislivo je bez primjene informacijske i komunikacijske tehnologije. Među različitim tehnologijama za analizu i komunikaciju, jedna se posebno ističe u označavanju proizvoda i prikupljanju podataka o njihovim tokovima. Riječ je o tehnologiji koja koristi radio-frekvencijsku identifikaciju, poznata kao RFID (engl. *Radio Frequency Identification*) tehnologija. RFID tehnologija koristi bežičnu mrežu bez kontaktnog sustava koji upotrebljava radio-frekvencijska elektromagnetska polja za prijenos podataka, omogućujući automatsku identifikaciju i praćenje proizvoda. RFID tehnologija ima široku primjenu u upravljanju skladištem, zalihama, prijevozu tereta, proizvodnji i maloprodaji. Implementacija RFID tehnologije u proizvodnom procesu, transportu, skladištu i maloprodaji ima značajnu ulogu u brzini prenošenju informacija i podataka, ali kao kod svake tehnologije postoji mogućnost njena razvoja i unaprjeđenja u svim navedenim segmentima primjene. Tvrtka DHL je prepoznala prednosti RFID tehnologije koje pomažu u organiziranju i konkurentnom poslovanju same tvrtke.

KLJUČNE RIJEČI: RFID tehnologija, tereti u prometu, praćenje, identifikacija, kontrola, dobavni lanac.

SUMMARY

Modern operation of logistics and supply chains is unthinkable without the application of information and communication technology. Among the various technologies for analysis and communication, one stands out in particular in the labelling of products and the collection of data about their flows. It is a technology that uses radio-frequency identification, known as RFID (Radio Frequency Identification) technology. RFID technology uses a wireless network of a contactless system that uses radio frequency electromagnetic fields to transmit data, enabling automatic product identification and tracking. RFID technology is widely used in warehouse management, inventory, freight transportation, production and retail. The implementation of RFID technology in the production process, transport, warehouse and retail has a significant role in the speed of

information and data transfer, but as with any technology, there is a possibility of its development and improvement in all mentioned application segments. The DHL company has recognized the advantages of RFID technology, which help in organizing and competitive business of the company itself.

KEY WORDS: RFID technology, loads in traffic, transmission, identification, control, supply chain.

SADRŽAJ

SAŽETAK	V
SUMMARY	V
SADRŽAJ	VII
1. UVOD	1
2. POJAM, RAZVITAK I KOMPONENTE RFID TEHNOLOGIJE	3
2.1. POJAM I RAZVITAK RFID TEHNOLOGIJE	3
2.2. KOMPONENTE RFID TEHNOLOGIJE.....	6
2.2.1. RFID oznaka	6
2.2.2. RFID antena	8
2.2.3. RFID čitač	9
2.2.4. RFID računalni sustav	10
2.3. PREDNOSTI PRIMJENE RFID TEHNOLOGIJE	10
2.4. NEDOSTACI PRIMJENE RFID TEHNOLOGIJE	12
3. SPECIFIČNOST PRIMJENE RFID TEHNOLOGIJE UNUTAR POJEDINI ELEMENATA DOBAVNOG LANCA	14
3.1. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U PROIZVODNJI.....	14
3.2. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U TRANSPORTU	17
3.3. IMPLEMENTACIJA RFID TEHNOLOGIJE U SKLADIŠTU	21
3.4. IMPLEMENTACIJA RFID TEHNOLOGIJE U MALOPRODAJI	24
4. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U PRAKSI POSLOVANJA TVRTKE DHL	26
4.1. OSNOVNA OBILJEŽJA POSLOVANJA TVRTKE DHL.....	26
4.2. SPECIFIČNOST I PREDNOST PRIMJENE RFID TEHNOLOGIJE U SEGMENTIMA POSLOVANJA TVRTKE DHL.....	27
5. ZAKLJUČAK	30
LITERATURA.....	32

Knjige	32
Elektronički izvori	32
POPIS SLIKA	34

1. UVOD

Neprekidno se proučava kako poboljšati uspješnost organizacija i pružiti bolju uslugu kupcima. Tehnologija omogućuje tvrtkama da postanu brže i učinkovitije u svim dijelovima lanca opskrbe, od proizvođača do krajnjeg potrošača. Cilj ovog rada je istražiti tehnologiju koja je značajno utjecala na logistiku i lanac opskrbe te koja postaje sve popularnija. Identifikacija proizvoda od ključne je važnosti za logistički sektor, jer omogućuje učinkovito praćenje i lociranje robe kroz cijeli opskrbni lanac. RFID tehnologije postaju neizostavan dio informacijske infrastrukture i poslovnih rješenja za sve sudionike u opskrbnim lancima.

RFID tehnologija predstavlja napredniji način praćenja pošiljki, vremena isporuke i upravljanja zalihama, to ubrzava procese, čini ih učinkovitijima i smanjuje broj pogrešaka. RFID tehnologija nadmašuje druge sustave jer pruža više informacija od prethodnih tehnologija, čime postaje ključni alat za suvremenu logistiku.

U ovom radu detaljno se prikazuje što je RFID tehnologija, njen način rada i primjena u proizvodnji, transportu, skladištu i maloprodaji. Posebno se istražuje brojne prednosti i nedostatke implementacije RFID tehnologije unutar cijelog proizvodnog procesa koji započinje s proizvodnjom proizvoda od prodaje i transporta kupcima, te se istražuju mogućnosti za njen daljnji razvoj i proširenje implementacije u budućnosti. Namjera je jasno predstaviti sve poznate aspekte RFID tehnologije koji su ključni za donošenje odluka o njenoj implementaciji u poslovanje.

Nakon iznošenja predmeta istraživanja, jasno je da RFID tehnologija nudi rješenja koja mogu značajno doprinijeti uspješnom prihvaćanju ove napredne tehnologije u svim organizacijama i tvrtkama, ne samo kod velikih i uspješnih poduzeća.

Rad je strukturiran u pet dijelova. U prvom dijelu „Uvod“ opisan je problem, cilj istraživanja i struktura rada. U drugom dijelu s naslovom „Pojam, razvitak i komponente RFID tehnologije“ analizira se RFID tehnologija, uključujući povijest razvoja, komponente sustava i specifičnost povezivanja i prenošenja informacija. U trećem dijelu s naslovom „Specifičnosti primjene RFID tehnologije unutar pojedinih elemenata dobavnog lanca“ elaboriraju se i analiziraju mogućnosti primjene RFID tehnologije u različitim sektorima poput proizvodnje, transporta, skladištenja i maloprodaje. U četvrtom dijelu s naslovom

„Primjer primjene RFID tehnologije u praksi poslovanja tvrtke DHL“ detaljno se razmatra primjer primjene RFID tehnologije u DHL-u. U dijelu „Zaključak“ su iznesena zaključna razmatranja na temu problema istraživanja.

2. POJAM, RAZVITAK I KOMPONENTE RFID TEHNOLOGIJE

RFID tehnologija postaje sve važnija u razvijanju i poboljšanju operativne učinkovitosti. Pravovremeni i precizni podaci danas čine ključnu razliku između uspješnog i neuspješnog poslovanja, omogućujući tvrtkama da izbjegnu kašnjenja u isporuci, gubitke zbog oštećenja robe ili čak ozbiljne poslovne neuspjehe. U nastavku rada biti će opisane njezine karakteristike i od kojih se komponenti sastoji RFID tehnologija, razvoj same tehnologije, te su detaljno obrađene prednosti i nedostaci iz kojih se vidi jednostavnost i značajnost korištenja RFID tehnologije.

2.1. POJAM I RAZVITAK RFID TEHNOLOGIJE

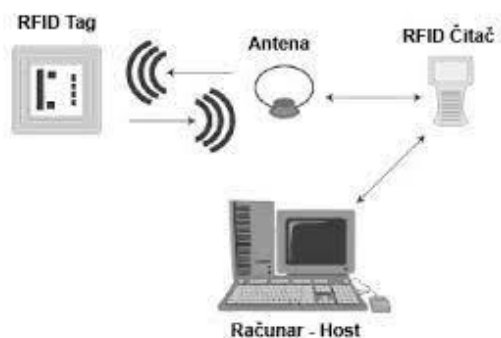
Tehnologija radio-frekvencijske identifikacije (RFID - engl. *Radio Frequency Identification*) je tehnologija koja se koristi za automatsku identifikaciju objekata pomoću radio valova.

RFID uređaji služe isto kao i bar kod ili magnetska traka na kreditnim karticama za jedinstvenu identifikaciju, ali za RFID tehnologiju se smatra da je jedna od najiskoristivijih tehnologija koje se koriste u opskrbnom lancu. RFID tehnologija omogućuje da se prate svi proizvodi ili poluproizvodi na koje je moguće zalijepiti RFID naljepnicu. Za dobivanje identifikacijskih informacija o proizvodu potrebno je skenirati naljepnicu kao i kod sličnih tehnologija, ali njegova prednost u odnosu na druge tehnologije je da nije potrebno biti u neposrednoj blizini, već je moguće očitavanje s udaljenosti od nekoliko metara. Radi vrlo velike preciznosti i jednostavnosti korištenja, RFID tehnologija se primjenjuje u opskrbnom lancu od proizvodnje, skladištenja, distribucija pa sve do trgovine.¹

RFID tehnologija stvara mogućnosti smanjenja troškova poslovanja putem ubrzavanja i olakšavanja praćenja pošiljki u transportnom procesu, što direktno smanjuje cijene logističkih usluga.

¹ <https://www.unirepository.svkri.uniri.hr/islandora/object/pfri:1815/datastream/PDF> (3.6.2024.)

Slika 1: Sustav RFID tehnologije



Izvor: Primjena RFID tehnologije u distributivnim kompanijama

<https://www.cqm.rs/2013/cd1/pdf/40/10.pdf> (26.05.2024.)

Korijeni tehnologije radio-frekvencijske identifikacije prate se od Drugog svjetskog rata, a upotreba je sve do danas.

Pod vodstvom Watson-Watta u Velikoj Britaniji su razvili prvi sustav aktivne identifikacije prijatelja ili neprijatelja. Stavili su odašiljač na svaki britanski avion. Kada je odašiljač primio signale s radarskih stanica na zemlju, počeo je emitirati signal koji je identificirao letjelicu kao prijateljsku. RFID tehnologija danas radi na istom osnovnom konceptu. Signal se šalje transponderu, koji se budi, te prihvaća i nastavlja emitirati ili odbija signal.²

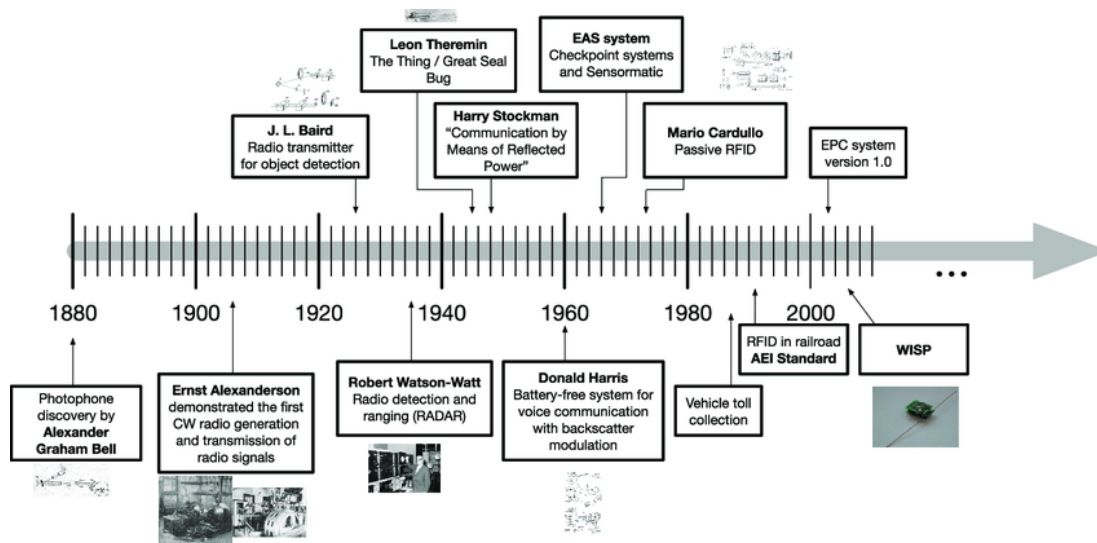
Mario W. Cardullo tvrdi da je primio prvi američki patent za aktivnu RFID oznaku s memorijom koja se može prepisivati 23. siječnja 1973. Iste godine Charles Walton, dobio je patent za pasivni transponder koji se koristi za otključavanje vrata bez ključa. Kartica s ugrađenim transponderom pošilja signal čitaču koji se nalazi u blizini vrata. Kada bi čitač očitao važeći identifikacijski broj pohranjen unutar RFID oznake, čitač je otključao vrata.³

Vlada Sjedinjenih Država također je radila na RFID sustavima. U 1970-ima je Ministarstvo energetike zatražilo od Nacionalnog laboratorija Los Alamos da razvije sustav za praćenje nuklearnih materijala.

² <https://www.paragon-id.com/en/inspiration/history-radio-frequency-identification-technology> (5.6.2024.)

³ <https://www.rfidjournal.com/expert-views/the-history-of-rfid-technology/76202/> (5.6.2024.)

Slika 2: Vremenska crta razvoja RFID tehnologije



Izvor: https://www.researchgate.net/figure/History-of-RFID-and-backscatter-communication_fig1_354947698 (26.5.2024.)

Početak 1990-ih IBM-ovi inženjeri razvili su i patentirali RFID sustav jako visoke frekvencije.⁴

David Brock i Sanjay Sarma istražili su mogućnost stavljanja jeftinih RFID oznaka na sve proizvode koji su napravljeni da ih prate kroz opskrbni lanac. Kako bi se smanjila cijena, njihova ideja je bila stavljati samo serijske brojeve na oznaku. Podaci povezani sa serijskim brojem na oznaci bili bi pohranjeni u bazi podataka koja bi bila dostupna putem interneta.⁵ Uvođenjem takvih RFID oznaka promijenili su razmišljanje ljudi o primjeni RFID tehnologije u opskrbnom lancu. Poduzećima je to omogućilo da mogu pratiti kada pošiljka napušta skladište i odmah obavijestiti partnera o pošiljci.

U razdoblju od 1999. do 2003. godine *Auto-ID Center* dobio je podršku više od 100 velikih tvrtki za krajnje korisnike. Neki od najvećih trgovaca na malo u svijetu kao što su Albertsons, Metro, Target, Tesco, Wal-Mart i Ministarstvo obrane SAD-a počinju koristiti EPC (engl. *Engineering, Procurement and Construction*) tehnologiju⁶ za praćenje robe u svom opskrbnom lancu. RFID tehnologija se počinje širiti i na druge gospodarske grane kao što su farmaceutska industrija, industrija guma, obrana i druge.

⁴ <https://www.peaktech.com/blog/history-of-rfid/> (5.6.2024.)

⁵ <https://www.rfidjournal.com/the-history-of-rfid-technology> (5.6.2024.)

⁶ <https://blog.labtag.com/the-history-of-rfid/> (5.6.2024.)

2.2. KOMPONENTE RFID TEHNOLOGIJE

RFID tehnologija koristi tehniku frekvencijskih radiovalova za razmjenjivanje podataka, sastoji se od četiri osnovne komponente koje se dijele na: oznaku koju treba pratiti i koja sadrži jedinstvene podatke o objektu, čitač koji generira signal za obradu radio komunikacije putem antene koja prenosi podatke, antenu s pomoću koje se omogućuje komunikacija između oznake, čitača i računalnog sustava koji uključuje srednji softver i bazu podataka.⁷

2.2.1. RFID oznaka

RFID oznake su uobičajeni oblik RFID transpondera, uređaj koji emitira radio valove za prijenos informacija o objektu na koji je pričvršćen. RFID oznake sadrže mikročip koji pohranjuje i obrađuje podatke, poput jedinstvenog identifikatora oznake, te antenu koja omogućuje primanje i odašiljanje radio signala.⁸

Postoje dvije primarne vrste RFID oznake koje se dijele na aktivne i pasivne. Aktivne oznake imaju vlastiti izvor napajanja, što im omogućuje prijenos podataka na velike udaljenosti. Pasivne oznake oslanjaju se na snagu čitača za prijenos podataka i imaju kraći domet.

Ključna prednost RFID oznake je da oznaka ne mora biti vidljiva čitaču koji skenira oznake da bi bile pročitane, to ih čini idealnima za praćenje predmeta koji se kreću ili ih je teško pratiti na drugi način. Osim toga, RFID oznake su male i mogu se lako pričvrstiti na gotovo svaki predmet. Kao rezultat toga, one nude praktično i troškovno učinkovito rješenje za praćenje imovine i zaliha.⁹

⁸ file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/lazar_klement_unin_2018_zavrs_struc.pdf(5.6.2024.)

⁹ [https://radiantrfid.com/blog/rfid-system-components-rfid-solution/\(5.6.2024.\)](https://radiantrfid.com/blog/rfid-system-components-rfid-solution/(5.6.2024.))

Slika 3: RFID oznaka



Izvor: <https://www.stylus.co.za/rfid/> (5.6.2024.)

RFID oznake se najčešće dijele prema vrsti napajanja, jer upravo ta karakteristika najviše utječe na njihovu primjenu na različitim proizvodima i u različitim uvjetima. Postoje tri osnovne vrste oznaka prema vrsti napajanja:¹⁰

- pasivne oznake imaju interno napajanje, energiju dobivaju od elektronskog impulsa u anteni, koji dolazi od ulaznog signala poslanog od čitača; one su manje, lakše i jeftinije od aktivnih oznaka, te imaju neograničen vijek trajanja, domet im varira od nekoliko milimetara do 5 metara; zbog relativno niske cijene, kao kod bar kodova, mogu se baciti zajedno s ambalažom nakon upotrebe;
- polupasivne oznake imaju bateriju koja napaja mikročip, ali za odašiljanje i primanje radio valova koriste energiju koju šalje čitač;
- aktivne oznake imaju bateriju za vlastito napajanje, što ograničava njihovu uporabu i daje im rok trajanja od nekoliko godina, ali to ima pozitivan učinak na domet koji doseže i do nekoliko kilometara. Memorijski kapacitet im je puno veći, kao i jačina radio frekvencijskog signala, što poboljšava njihovu

¹⁰ Ibidem: <https://radiantrfid.com/blog/rfid-system-components-rfid-solution/> (5.6.2024.)

učinkovitost kada nastanu smetnje sa signalom i druga ometanja poput vlage i metala. Nedostaci uključuju znatno višu cijenu u odnosu na pasivne i polupasivne oznake.

Povećanjem učinkovitosti RFID oznake se mogu brže i točnije čitati, što dovodi do bržeg i učinkovitijeg praćenja stvari. Također utječe na smanjenje troškova jer se RFID oznake čitaju automatski, eliminirajući potrebu za ručnim skeniranjem.

2.2.2. RFID antena

RFID antene su uređaji koji povezuju oznake i čitače, tako što emitiraju radio valove i primaju signal od RFID oznaka. Može se reći da je antena najvažnija komponenta RFID sustava jer određuje domet, brzinu i točnost očitavanja RFID oznake.¹¹

RFID antene se dijele na linearne i kružne. Linearne antene emitiraju linearno polarizirani signal, dok kružne antene emitiraju cirkularno polarizirani signal. Vrstu antene se odabire ovisno o vrsti primjene. Prilikom odabira RFID antene važno je uzeti u obzir radno okruženje i željeni domet. Linearne antene su prihvatljivije za aplikacije dugog dometa, dok su kružne antene učinkovitije za aplikacije kratkog dometa. *ibidem*:¹²

Slika 4: RFID antena



Izvor: <https://www.zebra.com/us/en/products/rfid/rfid-reader-antennas/an4x-series.html> (5.6.2024.)

¹¹ <https://radiantrfid.com/blog/rfid-system-components-rfid-solution/> (9.6.2024.)

¹² *Ibidem*: <https://www.unirepository.svkri.uniri.hr/islandora/object/pfri:1815/datastream/PDF> (9.6.2024.)

U konačnici, za odabir najučinkovitije antene treba u obzir uzeti niz čimbenika, uključujući veličinu i mjesto oznake koju treba očitati, željeni domet i ukupni proračun.

2.2.3. RFID čitač

RFID čitači su uređaji koji koriste antenu za hvatanje i čitanje radio valova koje emitiraju RFID oznake. Antena šalje signal oznaci, dopuštajući oznaci da reflektira svoj jedinstveni ID kod. Čitač dobiva signal od antene koji se dekodira i koristi za identifikaciju određene oznake. Ovisno o specifičnoj primjeni, RFID čitač može čitati jednu po jednu oznaku ili više oznaka istovremeno.¹³

Slika 5: RFID čitač



Izvor: [https://www.ronis.hr/pos-rfid-usb-rfr2-125-rfid-citac-kartica/776544/product/\(5.6.2024.\)](https://www.ronis.hr/pos-rfid-usb-rfr2-125-rfid-citac-kartica/776544/product/(5.6.2024.))

Razlikuju se dvije glavne vrste RFID čitača, a to su visokofrekventni i niskofrekventni čitači. Visokofrekventni čitači se koriste za aplikacije kratkog dometa i robu koju ne pomičemo. Niskofrekventni RFID čitači bolji su za veće domete i praćenje robe koja se kreće.¹⁴

¹³[https://idoc.tips/rfid-u-logistici-pdf-free.html\(5.6.2024.\)](https://idoc.tips/rfid-u-logistici-pdf-free.html(5.6.2024.))

¹⁴[https://www.unirepository.svkri.uniri.hr/islandora/object/rith:4292/datastream/PDF\(5.6.2024\)](https://www.unirepository.svkri.uniri.hr/islandora/object/rith:4292/datastream/PDF(5.6.2024))

RFID čitači dolaze u različitim oblicima i veličinama, a mogu biti ručni, stolni ili montirani, neki RFID čitači imaju integrirane pisane koji mogu ispisati informacije s oznaka, dok drugi imaju zaslone koji prikazuju podatke o oznakama u stvarnom vremenu.¹⁵

2.2.4. RFID računalni sustav

RFID softver ključni je dio svakog RFID rješenja. Omogućuje upravljanje i obradu podataka prikupljenih od drugih komponenti RFID sustava. Pruža pregled podataka kroz cijeli proces praćenja označenih proizvoda i generira korisne uvide za tvrtke putem filtriranja podataka, automatizacije zadataka, upravljanja događajima i naprednog izvješćivanja.

RFID softver uključuje bazu podataka, aplikacijski poslužitelj i korisničko sučelje. Baza podataka pohranjuje informacije o praćenim objektima, dok aplikacijski poslužitelj obrađuje te podatke i ažurira bazu. Korisničko sučelje omogućuje korisnicima pregled informacija i upravljanje raznim operacijama.

Postoji nekoliko vrsta RFID softvera, uključujući poslovni softver, specifične aplikacije i softver za upravljanje opremom. Poslovni softver upravlja prikupljanjem, pohranom i analizom podataka, dok specifične aplikacije omogućuju funkcije poput upravljanja inventarom ili praćenja imovine. Sve vrste RFID softvera zajedno djeluju kako bi pružile cjelovito rješenje.¹⁶

2.3. PREDNOSTI PRIMJENE RFID TEHNOLOGIJE

Najveća prednost RFID tehnologije je vidljiva u obavljanju operacija u svezi s pouzdanim i točnim praćenjem materijala koji ulaze i izlaze iz skladišta. Glavni razlozi zbog kojih kupci odabiru RFID tehnologiju su:¹⁷

¹⁵ Ibidem: <https://radiantrfid.com/blog/rfid-system-components-rfid-solution/> (5.6.2024.)

¹⁶ Ibidem: <https://radiantrfid.com/blog/rfid-system-components-rfid-solution/> (5.6.2024.)

¹⁷ <https://taylordata.com/rfid-advantages-and-disadvantages/> (13.6.2024.)

- sigurnost - za čitanje podataka koriste se specijalizirani uređaji te se stoga RFID tehnologija pokazala sigurnom u primjeni;
- veličina - veličina RFID kartice je praktična i jednaka je običnoj bankovnoj kartici. Stoga se lako skladišti. Korisnici imaju manje šanse da zaborave ove kartice kada idu na mjesto gdje im je potreban pristup. RFID kartice su praktične i jednostavne za pohranu;
- raznolikost - RFID brave dolaze s različitim rasponima i duljinama kojima mogu odgovarati širokom rasponu vrata i namještaja, što ih čini prikladnima za bilo koji posao ili primjenu;
- automatizacija kontrole inventara - podaci u stvarnom vremenu se automatski i točno bilježe. Zabilježeno je da RFID tehnologija može poboljšati točnost inventara do gotovo 95 %;
- uklanjanje pogrešaka - pogreške su gotovo eliminirane jer čitač obavlja sav posao. Sve što je potrebno je proći s dostavnim kamionom kroz RFID portal s označenom robom, a čitač će pratiti lokaciju materijala;
- smanjenje troškova rada - vrijeme potrošeno na traženje inventara značajno se smanjuje s implementacijom RFID rješenja u skladište. To također znači da su ciklusi brojanja rjeđi i brži s većom točnošću;
- kontrola krađe - RFID dodaje novu razinu vidljivosti opskrbnom lancu, omogućujući precizno identificiranje kada roba napušta jednu lokaciju i ulazi na drugu.

Slika 6: Praćenje i kontrola robe inventara



Izvor: <https://www.iienstitu.com/en/blog/the-evolution-and-impact-of-rfid-technology> (13.6.2024)

Honeywell RFID Smart naljepnice nude širok izbor proizvoda prilagođenih za razne primjene. Terminali za prijenos, ispis i kodiranje čipom omogućuju izradu trajnih RFID naljepnica i oznaka na zahtjev.

2.4. NEDOSTACI PRIMJENE RFID TEHNOLOGIJE

Primjena RFID tehnologije u području praćenja tereta u prometu ima brojne pozitivne učinke, ali nije univerzalno rješenje za sve situacije. Za primjenu u području aplikacija, ponekad je prikladnije rješenje crtični kodovi u odnosu na RFID tehnologiju, te se može izdvojiti:¹⁸

- naljepnice s crtičnim kodom – vrlo su jeftine, vrijede samo nekoliko centi po naljepnici, dok RFID oznake mogu vrijediti od 1 dolara do preko 30 dolara po oznaci, ovisno o vrsti. RFID čitači su također skuplji od skenera crtičnih kodova;
- ovisno o materijalima s kojima RFID oznake dolaze u kontakt, poput metala ili tekućina, mogu ih deaktivirati i onemogućiti prijenos podataka;
- implementacija RFID-a može biti složena i skupa, razumijevanje svih aspekata implementacije pomaže u procjeni izvedivosti, očekivani povrat ulaganja trebao bi biti manji od pet godina;
- postoji mogućnost hakiranja RFID sustava;
- visoka početna ulaganja - postavljanje RFID-a je skupo i složeno. Postavljanje zahtjeva da su brave povezane sa sigurnim sustavom kojem se može pristupiti, kontrolirati i prijaviti putem računalnog sustava.

Troškovi RFID tehnologije postupno se smanjuju, što privlači sve više korisnika koji koriste njezine prednosti za lociranje inventara, sprječavanje krađe, smanjenje režijskih troškova i praćenje zaliha. Prije donošenja odluke treba pronaći dobavljača koji je stručnjak

¹⁸ <https://blog.se.com/industry/machine-and-process-management/2021/06/20/rifd-what-are-its-advantages-and-disadvantages/> (13.6.2024)

za RFID tehnologiju i može ponuditi različite opcije kako bi se moglo odabrati najprihvatljiviju vrstu RFID tehnologije za određenu vrstu poslova.

3. SPECIFIČNOST PRIMJENE RFID TEHNOLOGIJE UNUTAR POJEDINIH ELEMENATA DOBAVNOG LANCA

Tvrtke u današnje vrijeme traže kreativne načine za poboljšanje poslovanja u segmentima proizvodnje, transporta, skladištenja i maloprodaje, tehnologija poput RFID tehnologije ima ključnu ulogu u ostvarivanju željenih ciljeva. RFID tehnologija omogućuje povećanu kontrolu nad podacima i informacijama koje se prikupljaju u stvarnom vremenu, to može činiti veliku razliku u odnosu na druge tehnologije, smanjenju oštećenja robe i sprječavanju grešaka u procesu proizvodnje i prodaje robe.

Slika 7: Implementacija RFID tagova



Izvor:https://leoss.si/novice/196/optimizacija_upravljanja_s_sredstvi_prehod_iz_crtnih_kod_v_rfid_tehnologijo/(20.6.2024.)

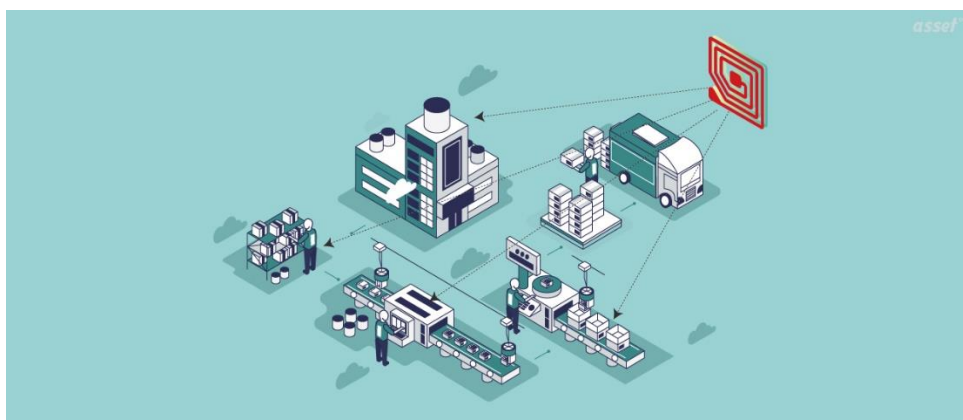
U nastavku ovoga rada detaljno će se analizirati implementacija RFID tehnologije u proizvodnji, skladištenju, transportu i maloprodaji, te se izdvojiti koraci koji su potrebni u implementaciji RFID tehnologije u poslovanju.

3.1. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U PROIZVODNJI

Govoreći o primjeni RFID tehnologiji, treba istaknuti njenu primjenu u raznim područjima uključujući opskrbni lanac i upravljanje zalihama, ali su vrlo važni i njeni benefiti od primjene u procesu proizvodnje tj. u procesu izrade proizvoda. RFID oznake

moгу pohraniti širok spektar podataka koji se koriste na više načina, što pomaže u pojednostavljenju i optimizaciji cijelog proizvodnog procesa. Proizvodnja postaje fleksibilnija, a automobilska industrija je poznata po širokoj primjeni RFID-a za poboljšanje operativnih aspekata.

Slika 8: RFID tehnologija u proizvodnji



Izvor:<https://www.assetinfinity.com/blog/reasons-to-use-rfid-in-manufacturing-industry> (20.6.2024.)

RFID tehnologija se može koristiti za poboljšanje sigurnosti u proizvodnji. Pritom se nužno ne misli samo na kontrolu pristupa postupku proizvodnje, već i na mogućnost korištenja u funkciji identifikacije djelatnika. Osim toga, RFID omogućuje praćenje i identifikaciju izvora problema u slučaju pogreške u postupku proizvodnje, čime se olakšava utvrđivanje odgovornosti i rješavanje problema.

Primjena RFID tehnologije osigurava održavanje kvalitete čak i u teškim uvjetima. Specifične RFID oznake prate promjene i oštećenja na proizvodima. Tijekom proizvodnog procesa, podaci se vraćaju u sustav kako bi se identificirali nedostaci i osigurala visoka razina kvalitete. RFID tehnologija omogućuje tvornicama pristup informacijama u stvarnom vremenu, ubrzava procese i smanjuje zastoje. Oznake omogućuju precizno praćenje i prilagodbu svakog koraka u proizvodnji. Za tvrtke s prilagođenim proizvodnim zadacima, RFID tehnologija pruža strojevima i radnicima točne i pravovremene informacije, povećavajući učinkovitost i produktivnost.

RFID tehnologija može značajno poboljšati učinkovitost opreme u proizvodnji. Praćenjem stanja i performansi strojeva, RFID tehnologija omogućuje pravovremeno

održavanje i popravke, sprječavajući neočekivane kvarove. RFID oznake prikupljaju podatke o stanju opreme, smanjujući zastoje i optimizirajući radne procese. Na kraju proizvodnje, transporta i distribucije, RFID tehnologija tako igra ključnu ulogu. Oznake omogućuju praćenje imovine i pružaju detaljne informacije o logistici, poboljšavajući učinkovitost i transparentnost opskrbnog lanca. Uspješna implementacija RFID kontrola u proizvodnom okruženju zahtijeva pažljivo planiranje i razmatranje. Tako primjerice, stručnjaci u skladištu trebali bi slijediti ove korake kako bi osigurali nesmetan prijelaz na rad s omogućenom RFID tehnologijom:¹⁹

- ocijeniti trenutne procese i identificirati područja za poboljšanje;
- odabrati odgovarajuću RFID tehnologiju na temelju specifičnih potreba;
- razviti sveobuhvatan plan implementacije RFID-a, uključujući rokove, resurse i proračun;
- obučiti zaposlenike kako koristiti RFID sustave i osigurati da razumiju prednosti tehnologije;
- testirati RFID sustav u kontroliranom okruženju kako bi identificirali i riješili sve probleme prije potpune implementacije;
- kontinuirano nadzirati i procijeniti performanse RFID sustava, po potrebi prilagođavajući njegovu učinkovitost.

Budućnost RFID tehnologije u proizvodnji izgleda vrlo obećavajuće, jer tehnološki napredak donosi veću učinkovitost, točnost i isplativost. Ključni trendovi uključuju integraciju s tehnologijama poput interneta stvari i umjetne inteligencije, što će stvoriti pametnija i povezana proizvodna okruženja. Očekuje se da će buduće RFID oznake postati manje i naprednije, omogućujući širu primjenu i bolje performanse. Sigurnost će se poboljšati kroz značajke poput enkripcije i zaštite od neovlaštenog pristupa, osiguravajući privatnost i sigurnost podataka. Širenje RFID tehnologije predviđa se u industrijama poput zdravstva, maloprodaje i logistike, što će potaknuti daljnje inovacije i rast.²⁰

¹⁹ <https://ascsoftware.com/blog/rfid-in-manufacturing-the-ultimate-guide/> (15.6.2024.)

²⁰ <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unipu:3201/datastream/PDF> (15.6.2024.)

3.2. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U TRANSPORTU

Upotreba RFID tehnologije omogućava tvrtkama da svojim opskrbnim lancima upravljaju s neviđenim razinama automatizacije i znatno poboljšanom kontrolom. RFID se koristi za identifikaciju vozila prilikom ulaska u skladište, kao i za potvrdu utovara. Razne prijevozničke tvrtke postavljaju RFID oznake na vozila kako bi ih identificirale pri dolasku u skladište. Informacije se unose u IT sustave, uključujući sustave za upravljanje dvorištima i sustave za upravljanje skladištem, čime se olakšava brže planiranje, dodjela utovarnog prostora i kasniji istovar putem optimiziranog planiranja resursa.²¹

Slika 9: RFID tehnologija u transportu



Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Possible-solution-of-integration-of-RFID-and-sensors_fig2_270917508 (17.6.2024.)

RFID tehnologija osigurava da vozila stignu na pravo mjesto za utovar, poput silosa, gdje se provjerava ispravnost postupka te se omogućuje vozačima vizualne povratne informacije povećavajući preciznost u određivanju potrebnog odredišta.

Kod identifikacije i povezivanja traktora i prikolica, RFID provjerava ispravnu vezu između njih. Oznaka na prikolici identificira vozača i osigurava pravilno spajanje. Informacije se putem GPRS-a (engl. *General Packet Radio Service*) prenose u sustav vozila, osiguravajući ispravno preuzimanje prikolice.

Kada vozila s ceradama dolaze na ulazna vrata, RFID omogućuje očitavanje UHF (engl. *Ultra High Frequency*) oznaka na paletama bez otvaranja cerada. UHF oznake su oznake koje se mogu pridržavati na metalnim površinama i neometano raditi. Sadržaj

²¹ <https://repozitorij.svkst.unist.hr/islandora/object/ossst%3A1537/datastream/PDF/view> (20.6.2024.)

prikolice brzo se provjerava dok vozilo prolazi, a podaci se automatski šalju u sustav za izradu otpremnih obavijesti ili provjeru manifesta.

RFID tehnologija se već koristi za identifikaciju kanti za otpad, što je zakonski propisano u mnogim područjima. Integracija sa sustavom vozila, uključujući RFID čitač i mjernu ćeliju, omogućava precizno bilježenje težine svake kante i identifikaciju korisnika, olakšavajući obračun ekoloških naknada i poboljšavajući upravljanje otpadom.

Intermodalne transportne jedinice imaju jedinstvene identifikacijske brojeve, a tradicionalno ručno ispisivanje i provjera tih brojeva tijekom transporta često su podložni greškama. Uvođenjem RFID tehnologije, identifikacijski broj kontejnera, koji je glavna teretna jedinica u intermodalnom transportu, pohranjuje se na RFID oznaku, eliminirajući mogućnost pogrešaka. Oznaka sadrži jedinstvene identifikacijske brojeve nazvane elektronički kodovi proizvoda, koji su specifični za svaki proizvod. Ovi kodovi sadrže informacije o proizvođaču, proizvodu i individualizirani serijski. Implementacija RFID tehnologije u svakom segmentu intermodalnog transporta zahtijeva opremanje svih manipulativnih uređaja RFID čitačima, omogućujući automatsku identifikaciju kontejnera i svih povezanih manipulativnih radnji. RFID čitači mogu se postaviti na dizalice, vozila i druge manipulativne strojeve.

Primjenom aktivnih transpondera sa senzorima i GPS-om (engl. *Global Positioning System*) omogućuje se kontinuirani nadzor ključnih informacija tijekom transporta. Sensori prate podatke unutar zadanih granica, a svaka odstupanja automatski se prijavljuju ovlaštenim organizacijama, što omogućuje pravovremenu reakciju na moguće probleme.

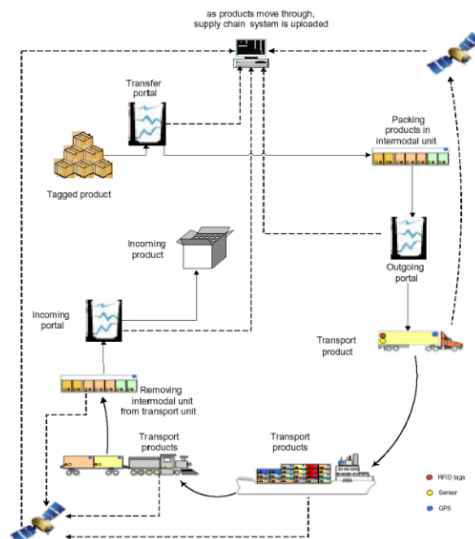
Neki od osnovnih veličina čije se vrijednosti mjere pri implementiranju senzora u RFID tehnologiji su:²²

- položaj - korištenjem GPS sustava moguće je odrediti trenutni položaj spremnika;
- temperatura - ako se mjeri, može se otkriti je li kontejner bio otvoren, prisutnost vatre, elektronički uređaji, osoba;
- kemikalije - prisutnost otrova, eksploziva i testira se radioaktivni materijal;
- tlak zraka - u slučaju da je spremnik hermetički zatvoren, njegovo oštećeno stanje ili otvori su automatski otkriveni;

²² https://www.iiis.org/CDs2011/CD2011SCI/MEI_2011/PapersPdf/MA234XX.pdf (17.6.2024.)

- zvuk – mjerenjem zvuka može se otkriti koristi li se uređaj unutra i postoje li osobe koje razgovaraju.

Slika 10: Praćenje pošiljke pomoću RFID tehnologije u intermodalnom transportu



Izvor: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Use-of-RFID-technology-in-Intermodal-Transport-Mitrovic-Sumic/3c60324ded2bc1df438b28d1a6ac1d74545434f5> (20.6.2024.)

Integracija različitih senzora u kontejnere ili transportne jedinice je moguća, ali ekonomska isplativost često nije opravdana. Takva rješenja imaju smisla samo za prijevoz robe visoke vrijednosti, poput vojne ili specijalizirane industrijske opreme, gdje je ključno praćenje stanja i sigurnosti.

Implementacija RFID tehnologije u intermodalnom transportu, u kombinaciji s GPS-om i sensorima, omogućuje praćenje proizvoda kroz cijeli transportni lanac. RFID tehnologija prati robu od pakiranja do dolaska intermodalne jedinice na odredište. U slučaju oštećenja, probijanja kontejnera ili bilo kakvog otvaranja, baza podataka automatski se ažurira, a svaka nepravilnost odmah se ističe. Iako početna investicija može biti visoka, a gomilanje podataka izazov, to je problem koji se može riješiti adekvatnim sustavima za upravljanje podacima.²³

²³ <https://www.transportbusiness.net/features/rfid-transportation> (17.6.2024.)

3.3. IMPLEMENTACIJA RFID TEHNOLOGIJE U SKLADIŠTU

Poduzeće se suočava s mnogim pitanjima u vezi uvođenja RFID sustava, kao što su utjecaj na postojeći sustav upravljanja zaliha i operativne procese, planiranje povrata ulaganja u RFID sustav, vrsta implementacije RFID tagova na paletama, pakiranjima ili u obliku naljepnica, očekivana brzina očitavanja i prijenosa podataka, te ostala relevantna pitanja.

U okruženju skladišta, RFID sustav praćenja predstavlja neprocjenjiv alat za optimizaciju operacija. RFID praćenje obuhvaća nekoliko ključnih faza koje osiguravaju učinkovitu kontrolu zaliha:²⁴

- pošiljka stiže na skladišno pristanište i istovaruje se iz kamiona;
- RFID oznake se pričvršćuju na pojedinačne stavke ili cijele palete;
- svaka oznaka sadrži unutarnju memoriju s podacima o stavci, koji se ažuriraju kako stavka prolazi kroz različite procese u skladištu;
- RFID oznake prenose podatke o pošiljci ili predmetu u središnju bazu podataka putem elektromagnetskih signala;
- sustav upravljanja skladištem analizira i ažurira podatke o stavci dok se kreće kroz skladište.

Za razliku od tradicionalnih crtičnih kodova, koji zahtijevaju ručno skeniranje iz blizine, RFID oznake omogućuju daljinsko skeniranje i katalogizaciju čak i kada su stavke skrivene iza kutija ili paleta. RFID oznake mogu se čitati na daljinu i istovremeno, što omogućuje brže i učinkovitije upravljanje skladištem.

Korištenje RFID tehnologije u skladištima donosi brojne prednosti. RFID nudi visoku preciznost, smanjujući rizik od ljudskih pogrešaka. Automatizirani procesi, povezani sa softverom za upravljanje skladištem, štede vrijeme bilježeći dolazak i odlazak artikala automatski.²⁵

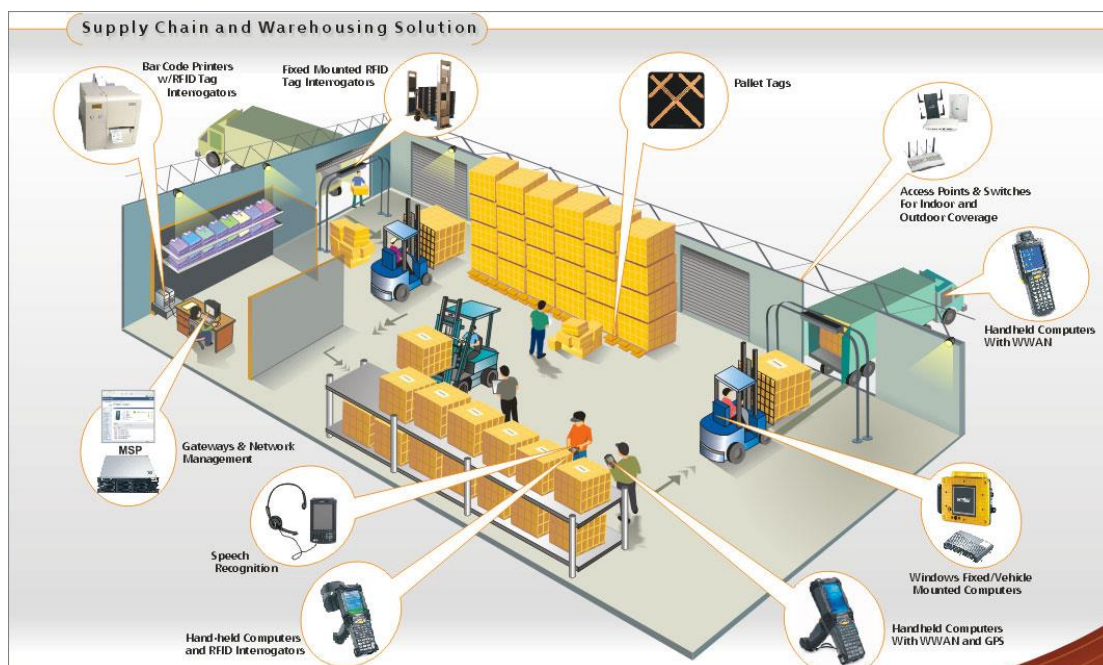
Također, RFID olakšava radnicima zadatke poput odabira i pakiranja, smanjujući vrijeme potrebno za pronalaženje predmeta i povećavajući produktivnost. Integracijom

²⁴ <https://www.prologis.com/what-we-do/resources/how-rfid-is-revamping-warehousing> (20.6.2024.)

²⁵ <https://repository.pfri.uniri.hr/islandora/object/pfri:3127/datastream/PDF> (20.6.2024.)

RFID-a u sustav upravljanja skladištem, smanjuju se operativni troškovi, povećava točnost i ubrzava rad, što rezultira učinkovitijim skladištem i zadovoljnijim kupcima.

Slika 11: RFID tehnologija u skladištu



Izvor: <https://hiphensolutions.com/rfid-warehouse-management-system/> (20.6.2024.)

Na slici se može vidjeti kako se RFID tehnologija primjenjuje u skladištu, te gdje se sve postavljaju RFID oznake kao što su kutije, palete i na pakiranjima proizvoda u trgovini, također se vidi da se RFID čitači koriste kao mali prenosivi uređaji, neki se nalaze se na izlaznim vratima i viličarima kako bi se moglo pratiti kretanje robe. Za učinkovitu implementaciju RFID tehnologije u skladištu potrebno je slijediti nekoliko ključnih koraka:²⁶

- analiza skladišta i njegovog upravljanja - potrebno je detaljno razumjeti fizičke karakteristike skladišta i postojeće procese; ovo uključuje identifikaciju područja gdje su poboljšanja najpotrebnija, bilo da se radi o boljoj kontroli zaliha, praćenju proizvoda ili općenitom povećanju učinkovitosti;

²⁶ <https://www.ar-racking.com/en/blog/rfid-technology-applied-in-a-warehouse-and-logistics/> (20.6.2024.)

- poznavanje robe i specifičnih potreba - potrebno je analizirati koje procese treba optimizirati; primjerice, upravljanje zalihama kako bi se izbjegao manjak ili višak robe, poboljšanje proizvoda ili povećanje opće učinkovitosti skladišta. Nakon identifikacije ovih potreba, postavljaju se jasni ciljevi koje treba ostvariti. Stručnjaci za RFID tehnologiju mogu pomoći u odabiru najboljih opcija za specifične potrebe skladišta;
- dizajn rješenja - u ovoj fazi odlučuje se o vrsti RFID rješenja koje će se implementirati; to uključuje odabir odgovarajuće vrste RFID oznaka, čitača, pisača, antena, RFID portala i pristupnika; također, potrebno je izraditi proračun i prilagoditi ga financijskim mogućnostima poduzeća;
- implementacija - nakon detaljnog planiranja, slijedi instalacija sustava, koja je obično brza i jednostavna; ključno je osigurati stabilne mrežne veze jer cijela tehnologija ovisi o njima za čitanje i prijenos informacija; nakon instalacije, potrebno je testirati sustav kako bi se osiguralo da sve radi ispravno, te obučiti operatere za rad s novom tehnologijom.

Sljedeći opisane korake osigurava se organizirana i uspješna implementacija RFID tehnologije u skladištu, što dovodi do značajnih poboljšanja u upravljanju zalihama i općoj učinkovitosti operacija.

Prilikom odabira dobavljača važno je razmotriti kompatibilnost s postojećom infrastrukturom, troškove održavanja, prilagodljivost sustava, podržane frekvencije i protokole, vrste RFID oznaka, pouzdanost opreme te dodatne usluge poput obuke zaposlenika i implementacije softverskih aplikacija. Nakon odabira dobavljača, nužno je testirati sustav prije potpune implementacije kako bi se otkrili i riješili potencijalni problemi. Velike organizacije koje koriste RFID tehnologiju smanjuju operativne troškove kroz učinkovitije praćenje zaliha, prodaje i narudžbi.

Temeljita obuka zaposlenika ključna je za uspješnu primjenu RFID sustava. Zaposlenike treba educirati o pravilnoj upotrebi RFID uređaja, softverskih aplikacija i analizi prikupljenih podataka.

3.4. IMPLEMENTACIJA RFID TEHNOLOGIJE U MALOPRODAJI

RFID tehnologija omogućuje preciznu identifikaciju i praćenje zaliha. Umjesto tradicionalnih crtičnih kodova, RFID koristi male računalne čipove poznate kao oznake koje mogu pohraniti veliku količinu podataka, uključujući broj artikla, datum unosa u inventar, veličinu, lokaciju, boju, vrstu, porijeklo i cijenu.

Kada predmeti s RFID oznakama prolaze kroz čitač, on automatski bilježi i pohranjuje sve informacije. Za razliku od crtičnih kodova, koje je potrebno skenirati pojedinačno, RFID čitač može u sekundi skenirati stotine ili tisuće oznaka na paleti, što značajno povećava efikasnost i točnost upravljanja zalihama.²⁷

Korištenje RFID tehnologije postalo je gotovo sveprisutno među trgovcima na malo. Prema podacima trgovačke tvrtke *Accenturea*, 93 % sjevernoameričkih trgovaca koristi RFID u nekom obliku, a 47 % ih je u potpunosti integriralo ovu tehnologiju. RFID se najčešće koristi za praćenje inventara, što omogućuje precizno lociranje artikala i njihovih specifičnih atributa svaki put kada prođu kroz RFID čitač. To smanjuje vrijeme potrebno za pronalaženje zaliha i pruža trgovcima vrlo precizan popis zaliha u stvarnom vremenu. Također, trgovci koriste RFID čitače u dostavnim kamionima i distribucijskim centrima za praćenje kretanja artikala s RFID oznakom, što smanjuje rizik od gubitka ili krađe predmeta.²⁸

Precizno praćenje inventara pomoću RFID-a omogućuje trgovcima prodaju kroz više kanala, olakšava prijenos zaliha između trgovina i omogućuje usluge poput rezervacija u trgovini, kupnje putem mobilnih aplikacija, slanja iz trgovine i preuzimanja online naručenih artikala. Trgovci poput Amazona koriste RFID za samposlužne trgovine, gdje se kupcima automatski naplaćuju proizvodi bez potrebe za blagajnikom.

RFID također omogućuje brzo praćenje podrijetla proizvoda, pomažući trgovcima u identificiranju proizvoda koji su predmet opoziva. Osim toga, RFID oznake osjetljive na temperaturu mogu se koristiti za kvarljive proizvode, smanjujući kvarenje i sprječavajući bolesti povezane s hranom. Ove primjene značajno poboljšavaju operativnu učinkovitost, preciznost inventara i korisničko iskustvo u maloprodaji.

²⁷ <https://repozitorij.svkst.unist.hr/islandora/object/ossst%3A1537/datastream/PDF/view> (23.6.2024.)

²⁸ <https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/a-com-migration/r3-3/pdf/pdf-155/accenture-rfid-in-retail.pdf> (23.6.2024.)

Slika 12: RFID tehnologija u maloprodaji



Izvor: <https://www.inchz-iot.com/smart-retail-solution-using-rfid-system-in-malaysia/>

RFID tehnologija nudi ključne prednosti, posebno u maloprodaji. Poboljšava kontrolu zaliha, što rezultira boljim korisničkim iskustvom, osobito u trgovinama s više lokacija koje nude više kanala u prodaji. Kupci žele znati točno što je dostupno i gdje mogu preuzeti svoje narudžbe, a RFID povećava točnost inventara i omogućuje učinkovitije ispunjavanje narudžbi kroz više kanala.

RFID pruža veću vidljivost i precizniju kontrolu nad inventarom u odnosu na tradicionalne crtične kodove, koji samo identificiraju proizvode na osnovnoj razini. RFID oznake imaju jedinstvene identifikacijske brojeve i mogu pohraniti više podataka, kao što su veličina, boja, stanje artikla i povijest kretanja unutar trgovine. Ovo je posebno korisno u modnoj industriji, gdje RFID omogućuje detaljno praćenje svakog komada odjeće. Integracijom RFID tehnologije, trgovci mogu bolje upravljati zalihama, spriječiti gubitke i pružiti detaljnije informacije o proizvodima, što dovodi do učinkovitijeg poslovanja i zadovoljnijih kupaca.²⁹

²⁹ [https://repositorij.unizg.hr/islandora/object/efzg%3A6590/datastream/PDF/view\(24.6.2024.\)](https://repositorij.unizg.hr/islandora/object/efzg%3A6590/datastream/PDF/view(24.6.2024.))

4. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U PRAKSI POSLOVANJA TVRTKE DHL

Za potrebe ovog rada provedena je analiza implementacije RFID tehnologije u poslovanju tvrtke DHL. DHL koja je uočila brojne mogućnosti optimizacije poslovanja kroz implementaciju RFID tehnologije, a time i mogućnost intenzivnije povezivanja s kupcima koji zahtijevaju određene uvijete za vrijeme transporta.

Iako je RFID tehnologija poznata dugi niz godina, njezin ubrzani razvoj u posljednje vrijeme, posebno u trgovini i logistici, može se pripisati promjenama u opskrbnom lancu. DHL je prepoznao mogućnosti RFID tehnologije i odlučio je iskoristiti u naređenju svog poslovanja tako što je pomoću same tehnologije počeo pratiti temperaturu za vrijeme transporta robe kojoj je potrebna određena temperatura radi održavanja svježine ili kvarenja.

4.1. OSNOVNA OBILJEŽJA POSLOVANJA TVRTKE DHL

DHL je vodeća svjetska logistička tvrtka koju su osnovali Adrian Dalesy, Larry Hillblom i Robert Lynn. Tvrtka se sastoji od 600 000 zaposlenika u preko 220 država i teritorija kako bi olakšali u slanju i primanju paketa iz različitih zemalja, dospijea na nova tržišta, te tako razvijaju svoje poslovanje. DHL je vodeći globalni brend u logistici, nudi širok raspon usluga uključujući dostavu paketa, ekspresnu dostavu, cestovni, zračni i pomorski prijevoz, te upravljanje dostavnim lancem.

DHL grupa posjeduje DHL i *Deutsche Post*. Glavni cilj tih tvrtki je pružanje međunarodnih usluga uključujući rješenja za poštu i pakete, ekspresne pošiljke, prijevoz tereta, upravljanje opskrbim lancima i logistička rješenja za e-trgovinu.³⁰

DHL *Express* je stručnjak za međunarodnu ekspresnu dostavu i kurirske usluge. Njihova snažna globalna mreža jamči vrhunsku uslugu na svim tržištima, posebno za online trgovce koji se bave prekograničnom e-trgovinom. Uz standardnu dostavu, potrošači sada zahtijevaju brzu dostavu, a DHL odgovara na te potrebe s uslugama koje omogućuju brzu isporuku i jednostavne povrate. Niz rješenja, uključujući međunarodnu dostavu s unaprijed

³⁰ <https://www.dhl.com/hr-hr/home/o-nama.html> (25.6.2024.)

određenim vremenom isporuke, pomaže online trgovcima da brže dođu do kupaca širom svijeta.³¹

DHL *Express* nudi svojim poslovnim subjektima preferencirane cijene, unaprijed vidljive cijene ekspresne otpreme od vrata do vrata, temelje se na količini i troškove čine predvidljivima i lakima za upravljanje, prilagođena rješenja; od centraliziranog upravljanja do integracije s API-ima (engl. *Application Programming Interface*) i izlogom trgovine, nude rješenja za stvaranje, nadzor i naplatu hitnih pošiljki koja su u skladu s potrebama kupaca. Također nude isporuku na zahtjev za otpremnika zahvaljujući DHL-ovoj globalnoj platformi za ponovnu isporuku, otpremnici mogu smanjiti broj neuspješnih pokušaja isporuke, te primateljima pružiti izvanredno i prilagodljivo iskustvo.

DHL svim partnerima omogućuje najbolju svjetsku uslugu ekspresne međunarodne isporuke pošiljki, partneri mogu računati i na tim stručnjaka za poslovanje, e-trgovinu i logistiku koji će biti pouzdani savjetnici. Pomoći će u otkrivanju novih tržišta, prepoznati nove prilike te u potpunosti realizirati prekogranični potencijal.

4.2. SPECIFIČNOST I PREDNOST PRIMJENE RFID TEHNOLOGIJE U SEGMENTIMA POSLOVANJA TVRTKE DHL

DHL tim je, zajedno s internom poslovnom jedinicom, identificirao nemogućnost pravovremenog praćenja temperaturno osjetljivih pošiljaka kao ključnu priliku za DHL-ovu inovativnu inicijativu. Pod vodstvom dr. Keitha Ulricha, tim je formulirao plan za upotrebu RFID tehnologije za praćenje temperature pošiljaka na različitim točkama od polaska do dolaska. IBM (engl. *International Business Machines*), član DHL-a angažiran je za dizajniranje rješenja i prevođenje funkcionalnih zahtjeva u tehnički izvediv dizajn.

³¹ <https://ecommerce.hr/nuditelji-usluga/dhl/> (27.6.2024.)

Slika 13: RFID oznaka u poslovanju tvrtke DHL



Izvor: [https://dataloggerinc.com/resource-article/cold-chain-validation/\(20.6.2024.\)](https://dataloggerinc.com/resource-article/cold-chain-validation/(20.6.2024.))

Projekt je uključivao blisku suradnju između IBM-a, DPWN-a (engl. *Discharge Planning of Ward Nurses*) i velike farmaceutske tvrtke koja je pristala sudjelovati u pilot projektu. IBM u suradnji s pilot tvrtkom, zacrtao je okvir procesa, definirajući ključne funkcionalne parametre usluge, uključujući gdje i kada treba provesti očitavanja. Za RFID stručnost, tim se oslonio na IBM-ovu organizaciju za senzore i aktivator rješenja, te IBM-ovih poslovnih partnera koji RFID tehnologiju koriste za praćenje svježine i temperaturnog integriteta robe.

Cilj pilota bio je stvoriti rješenje koje bi omogućilo DHL-u i njegovim korisnicima praćenje uvjeta isporuke u gotovo stvarnom vremenu, koristeći RFID oznake unutar transportnih kontejnera i čitače postavljene na kritičnim točkama tijekom transporta.

Rezultati su bili izvanredni. S novim rješenjem spremnim za komercijalno uvođenje, DHL očekuje pružiti neviđenu razinu učinkovitosti opskrbnog lanca za farmaceutske tvrtke koje ga usvoje. Najbolje je to prikazati kroz usporedbu farmaceutske pošiljke kao liniju koja vodi od kupčeve tvornice do krajnjeg odredišta proizvoda. Na toj liniji nalaze se kontrolne točke opskrbnog lanca, gdje pošiljka može promijeniti način transporta (npr. s ceste na zrak), ući u skladište ili proći kroz neku drugu statusnu promjenu. Tijekom putovanja pošiljke očekuju se određene fluktuacije u uvjetima, ali one moraju biti unutar prihvatljivog raspona.

RFID sustav provjerava i javlja temperaturu pošiljke na svakoj kontrolnoj točki opskrbnog lanca. DHL može otkriti problem prije nego što pošiljka uopće stigne do zračne

luke, omogućujući im zaustavljanje isporuke i pokretanje nove. Time se minimalizira utjecaj na kupca i osigurava pravovremena dostava proizvoda u optimalnim uvjetima.

Industrija prijevoznih usluga sve više naglašava transparentnost informacija o otpremi, a novo RFID rješenje za praćenje temperature koje je uveo DHL podiže ovu transparentnost na potpuno novu razinu. S očekivanim porastom pošiljaka biotehnoloških i farmaceutskih proizvoda u nadolazećim godinama, praćenje temperature u stvarnom vremenu proizvođačima pruža veću kontrolu i fleksibilnost u njihovim distribucijskim procesima. Rješenje je također prilagodljivo za druge senzorske potrebe, poput otkrivanja vlage u industriji odjeće i tekstila ili praćenja razina šoka u transportu mikroelektronike.

5. ZAKLJUČAK

RFID predstavlja naprednu metodu automatske identifikacije koju mnogi smatraju jednom od ključnih tehnologija u računalnoj povijesti. Ova tehnologija se temelji na pohrani i bežičnom prijenosu podataka putem uređaja poznatih kao RFID oznake ili transporter. Primarno, RFID omogućuje visoku razinu vidljivosti, što omogućuje precizno upravljanje zalihama uklanjanjem razlika između digitalnog i stvarnog inventara. Nadalje, RFID tehnologija može spriječiti ili smanjiti greške, što je ključno za efikasnost i točnost poslovnih procesa. Prednosti uključuju smanjenje troškova rada, pojednostavljenje operacija i minimiziranje pogrešaka u inventarizaciji.

Tehnologija radio-frekvencijske identifikacije obiluje potencijalom za različite primjene u području prometa i transporta. Budući da je RFID tehnologija u razvoju, još uvijek nije moguće u potpunosti predvidjeti sve posljedice njezinog korištenja. S povećanjem upotrebe RFID-a bit će moguće bolje razumjeti prednosti i nedostatke te tehnologije, te će se pojasniti područja primjene koje će najbolje iskoristiti njezine potencijale.

Da bi se uspješno primijenila RFID tehnologija, ključno je da svi sudionici opskrbnog lanca razumiju njezine koristi. Samo pravilnom implementacijom moguće je ostvariti željeni uspjeh. Kada su svi sudionici u lancu spremni za suradnju, RFID tehnologija može omogućiti dobavljačima i maloprodaji simultani pristup informacijama o potrošačkoj potražnji, čime se osigurava transparentnost i usklađenost između ponude i potražnje.

RFID tehnologija je još uvijek u fazi razvoja, no ubrzano napreduje. Njena implementacija predstavlja logičan korak za sve tvrtke koje teže poslovnom uspjehu i optimizaciji troškova.

U posljednjim godinama, s porastom druge generacije interneta, integracija RFID tehnologije s IoT-om (engl. *Internet of Things*) za praćenje i suzbijanje krivotvorenih proizvoda u lancu opskrbe predstavlja izvanrednu priliku za primjenu RFID tehnologije. To omogućuje poduzećima da postignu stvarno vrijedno upravljanje vizualizacijom proizvoda. Stoga je važno da poduzeća u našoj zemlji aktivno potiču razvoj RFID tehnologije i interneta stvari te ih iskoriste kao pokretače inovacija u upravljanju lancima opskrbe.

Konačno, iako je RFID tehnologija već dobro uspostavljena i prisutna u mnogim aspektima našeg svakodnevnog života, ona se i dalje neprestano razvija i unapređuje. RFID ostaje ključna tehnologija zbog svojeg potencijala za sofisticirane aplikacije, uključujući paradigmu Interneta stvari i širok spektar primjena koje doprinose boljitku čovječanstva.

Funkcionalne karakteristike RFID tehnologije pridonose upravljanju reciklažom otpada, smanjenju emisija električne energije i elektromagnetskog zagađenja, što je ključno za promicanje održivosti i zaštite okoliša.

Razvoj RFID tehnologije raste iz godine u godinu i postaje sve rasprostranjeniji. Ova tehnologija predstavlja budućnost za svaku tvrtku koja želi poslovati učinkovito i ostvariti uštede. Potencijal RFID-a omogućit će razvoj novih aplikacija u različitim sektorima poput maloprodaje, zdravstva, proizvodnje i drugih industrija.

Analizom primjera RFID tehnologije u praksi poslovanja tvrtke DHL vidljivo je kako je DHL prepoznao mogućnosti primjene RFID tehnologije u području transporta za terete koji zahtijevaju praćenje temperature kao što su primjerice svježa hrana, smrznuta hrana, lijekovi i slično, time može pružiti svojim klijentima unapređenje usluge i samim time se DHL istaknuo na tržištu i postao konkurentniji u odnosu na druga dostavna poduzeća.

LITERATURA

Knjige

1. Baričević, H., Poletan Jugović, T., Vilke, S.: Tereti u prometu, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2010.
2. Štrumberger, N., Rukovanje materijalima u prometu, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2000.

Elektronički izvori

1. <https://dir.hr/sto-je-rfid-tehnologija/> (28.5.2024)
2. <https://www.britannica.com/technology/RFID>, Radio-frequency identification (RFID) | Technology, History, & Applications | Britannica (29.5.2024)
3. <https://www.spiceworks.com/tech/tech-general/articles/what-is-rfid/> (29.5.2024)
4. <https://www.unirepository.svkri.uniri.hr/islandora/object/pfri:1815/datastream/PDF> (3.6.2024.)
5. <https://idoc.tips/rfid-u-logistici-pdf-free.html> (5.6.2024.)
6. <https://www.unirepository.svkri.uniri.hr/islandora/object/riteh:4292/datastream/PDF> (5.6.2024)
7. <https://www.paragon-id.com/en/inspiration/history-radio-frequency-identification-technology> (5.6.2024.)
8. <https://www.rfidjournal.com/the-history-of-rfid-technology> (5.6.2024.)
9. <https://www.peaktech.com/blog/history-of-rfid/> (5.6.2024.)
10. <https://blog.labtag.com/the-history-of-rfid/> (5.6.2024.)
11. file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/lazar_klement_unin_2018_zavrs_struc.pdf (5.6.2024.)
12. <https://radiantrfid.com/blog/rfid-system-components-rfid-solution/> (5.6.2024.)
13. <https://taylordata.com/rfid-advantages-and-disadvantages/> (13.6.2024.)
14. <https://blog.se.com/industry/machine-and-process-management/2021/06/20/rifd-what-are-its-advantages-and-disadvantages/> (13.6.2024.)
15. <https://zir.nsk.hr/islandora/object/unipu:3201/datastream/PDF> (15.6.2024.)
16. <https://ascsoftware.com/blog/rfid-in-manufacturing-the-ultimate-guide/> (15.6.2024.)

17. https://www.iiis.org/CDs2011/CD2011SCI/MEI_2011/PapersPdf/MA234XX.pdf
The Use of RFID Technology in Intermodal Transport (17.6.2024.)
18. <https://www.transportbusiness.net/features/rfid-transportation> (17.6.2024.)
19. <https://repositorij.svkst.unist.hr/islandora/object/ossst%3A1537/datastream/PDF/view> (20.6.2024.)
20. <https://www.spica.hr/blog/rfid-tehnologija-u-skladistima> (20.6.2024.)
21. <https://www.prologis.com/what-we-do/resources/how-rfid-is-revamping-warehousing> (20.6.2024.)
22. <https://repository.pfri.uniri.hr/islandora/object/pfri:3127/datastream/PDF> (20.6.2024.)
23. <https://www.ar-racking.com/en/blog/rfid-technology-applied-in-a-warehouse-and-logistics/> (20.6.2024.)
24. <https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/a-com-migration/r3-3/pdf/pdf-155/accenture-rfid-in-retail.pdf> (23.6.2024.)
25. <https://repositorij.unizg.hr/islandora/object/efzg%3A6590/datastream/PDF/view>
(24.6.2024.)
26. <https://www.dhl.com/hr-hr/home/o-nama.html> (25.6.2024.)
27. <https://public.dhe.ibm.com/software/solutions/pdfs/ODC00298-USEN-00.pdf>
(25.6.2024.)
28. <https://ecommerce.hr/nuditelji-usluga/dhl/> (27.6.2024.)

POPIS SLIKA

Slika 1: Sustav RFID tehnologije.....	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
Slika 2: Vremenska crta razvoja RFID tehnologije	5
Slika 3: RFID oznaka	7
Slika 4: RFID antena.....	8
Slika 5: RFID čitač.....	9
Slika 6: Praćenje i kontrola robe inventara	11
Slika 7: Implementacija RFID tagova.....	14
Slika 8: RFID tehnologija u proizvodnji.....	15
Slika 9: RFID tehnologija u transportu	17
Slika 10: Praćenje pošiljke pomoću RFID tehnologije u intermodalnom transportu	19
Slika 11: RFID tehnologija u skladištu	22
Slika 12: RFID tehnologija u maloprodaji	25
Slika 13: RFID oznaka u poslovanju tvrtke DHL.....	28