

PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTICI TRGOVINE

Lovrić, Magdalena

Master's thesis / Specijalistički diplomski stručni

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:228:872399>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-01**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department of Professional Studies](#)



SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STRUČNE STUDIJE

Specijalistički diplomski stručni studij

Menadžment trgovine i turizma

MAGDALENA LOVRIĆ

ZAVRŠNI RAD

**PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTICI
TRGOVINE**

Split, lipanj 2022.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STRUČNE STUDIJE

Specijalistički diplomski stručni studij

Menadžment trgovine i turizma

Predmet: Upravljanje logistikom trgovine

ZAVRŠNI RAD

Kandidat: Magdalena Lovrić

Naslov rada: Primjena RFID tehnologije u logistici trgovine

Mentor: dr.sc. Ivana Plazibat, prof. v. š.

Split, lipanj 2022.

SADRŽAJ

SAŽETAK	1
SUMMARY	2
1. UVOD	3
2. RFID TEHNOLOGIJA	4
2.1. Povijest RFID tehnologije.....	5
2.2. Komponente RFID sustava	7
2.2.1. RFID oznaka (tag).....	8
2.2.2. RFID čitač	11
2.2.3. RFID antena	13
2.2.4. RFID računalo.....	13
3. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTICI TRGOVINE	15
3.1. Implementacija RFID tehnologije u proizvodnji	17
3.2. Implementacija RFID tehnologije u transportu i distribuciji robe.....	19
3.3. Implementacija RFID tehnologije u skladište i zalihe.....	19
3.4. Implementacija RFID tehnologije u maloprodaji.....	22
4. PREDNOSTI I NEDOSTATCI RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTICI	25
4.1. Budućnost RFID tehnologije.....	32
5. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE NA PRIMJERU WALMART	36
5.1. Prednosti i nedostaci implementacije RFID tehnologije u Walmartu.....	41
6. ZAKLJUČAK	44
POPIS LITERATURE	45
POPIS SLIKA	48
POPIS TABLICA	48
POPIS GRAFIKONA	48

SAŽETAK

Primjena RFID tehnologije u logistici trgovine

U današnje vrijeme konstantno se proučava što će poduzeće učiniti uspješnijim, te kako će poduzeća pružati bolje usluge svojim kupcima. Nove tehnologije poduzećima pomažu da budu uspješnija i brža u lancima opskrbe, od samih dijelova, sirovina i opreme koje koriste proizvođači pa sve do krajnjeg kupca. Također, one bi trebale omogućiti informatičku povezanost koja će u stvarnom vremenu osigurati zaposlenicima da istraže nove mogućnosti, izmjenjuju zajedničke informacije, dobivaju specijalizirano znanje i prijeđu preko funkcionalnih prepreka. RFID tehnologija je nova tehnologija u području radio frekvencijske identifikacije koja uz pomoć radio valova omogućuje nadziranje i identifikaciju proizvoda. Poduzećima je jako bitno prikupljanje podataka o proizvodima u stalnom vremenu, što RFID tehnologiju u maloprodaji čini naprednom ne samo u kontroli zaliha već u cijelom procesu nabave.

U ovom radu će se prikazati kako RFID tehnologija funkcionira u logistici, te koja je njena primjena u maloprodaji. Cilj rada je prikazati RFID tehnologiju koja je jako utjecala na logistički lanac, njena osnovna obilježja, načine primjene u opskrbnom lancu, te njene prednosti i nedostatke, dok će se na kraju rada prikazati njena primjena na primjeru Walmart-a.

Ključne riječi: RFID tehnologija, lanac opskrbe, logistika, nove tehnologije

SUMMARY

Application of the RFID technology in trade logistics

Nowadays, we are constantly studying what will make a company more successful, and how a company will provide better services to its customers. New technologies help companies to be more successful and faster in supply chains, from the parts, raw materials and equipment used by manufactures to the end customer. Also, they should provide IT connectivity that will in real time, allow employees to explore new opportunities, share common information, gain specialized knowledge, and overcome functional barriers. RFID technology is a new technology in the field of radio frequency identification that uses radio waves to monitor and identify products. It is very important for companies to collect data on products on a regular basis, which makes RFID technology in retail advanced not only in inventory control but in the entire procurement process.

This paper will show how RFID technology works in logistics, which is its application in retail. The aim of this paper is to present RFID technology, which has strongly influenced the logistics chain, its basic features, methods of application in the supply chain, and its advantages and disadvantages, while at the end of the paper will show its application on the example of Walmart.

Keywords: RFID technology, supply chain, logistics, new technologies

1. UVOD

Poslovanje na maloprodajnom tržištu u suvremenim uvjetima vrlo je dinamično. U namjeri da uspiju na tržištu, tvrtke nastoje smanjiti troškove uz istovremeno zadržavanje i ako je moguće povećanje razine usluga. Kako bi to postigle, oslanjaju se na dio poslovanja koji je zadužen za optimizaciju svih vrsta procesa, odnosno logistiku. Nadalje, ni to često nije dovoljno za postizanje konkurentske prednosti na tržištu, te tvrtke shvaćaju da je jedini način za sigurno napredovanje poboljšanje suradnje s partnerima u lancu opskrbe, što je ključ za dodatne uštede i poboljšanu razinu usluge.

Tu sve više dolazi do izražaja implementacija informacijske i komunikacijske tehnologije. Pored primjene različitih softvera za analizu i komunikaciju, posebno se ističe RFID tehnologija. Radi se o tehnologiji radio frekvencijske identifikacije koja omogućuje praćenje proizvoda dužinom cijelog opskrbnog lanca.

U ovom radu će se opširnije prikazivati što je RFID tehnologija, njezin način rada i kako se ona primjenjuje u logistici trgovine na malo.

Svrha rada je prikazati sve koristi, ali i nedostatke implementacije RFID tehnologije unutar lanca opskrbe, ali i samog poduzeća, te mogućnosti za njen daljnji razvoj i proširenje implementacije u budućnosti.

Cilj ovog rada je na jasan način predstaviti sve poznate aspekte RFID tehnologije koji su od visoke važnosti za donošenje odluke o implementaciji ove tehnologije u poslovanje.

Još detaljnije objašnjenje ove tehnologije i prikaz kako ona funkcionira obrazložit će se na primjeru Walmart-a.

Rad je podijeljen na šest dijelova kojima je osnovni cilj bolje opisati i prikazati tematiku. U drugom poglavlju opisana je sama RFID tehnologija, njena povijest i komponente. Nadalje, treće poglavlje prikazuje implementaciju RFID-a u logistici i u opskrbnom lancu. Četvrto poglavlje prikazuje prednosti i nedostatke RFID tehnologije, te njenu budućnost. U petom dijelu prikazana je implementacija RFID tehnologije na primjeru Walmart-a, te prednosti i nedostaci proizišli iz njene primjene. Na kraju rada, temeljem navedenih informacija, donesen je zaključak.

2. RFID TEHNOLOGIJA

RFID je bežična tehnologija za prikupljanje podataka koja koristi elektroničke naljepnice za pohranjivanje podataka.¹

Ova tehnologija glasi za jednu od najkorištenijih tehnologija kada je u pitanju upravljanje lancem opskrbe. Iako se u zadnje vrijeme počeo percipirati kao *Radio Frequency Identification Devices*, akronim RFID u izvorniku, na engleskom jeziku, je naziv za *Radio Frequency Identification*, tj. radijsko frekvencijsku identifikaciju.

Radio frekvencijska identifikacija može se koristiti za identifikaciju i praćenje proizvoda, poluproizvoda ili bilo kojeg dijela na koji je moguće staviti RFID naljepnicu. Drugim riječima, moguće je točno pratiti kretanje pojedinih dijelova u proizvodnom ciklusu, ali i nakon njega. Primjena RFID-a zbog toga nije ograničena samo na proizvodnju, već su pozitivne strane vidljive i u drugim aktivnostima gdje se događa migracija proizvoda (ili dijelova) s jednog mjesta na drugo. Logistički lanac odličan je primjer gdje RFID može biti brzo isplativa investicija.² Njegova implementacija u logistici, tj. opskrbnom lancu od proizvodnje, skladištenja, distribucije pa sve do trgovine, prikazana je na slici 1.

Slika 1. Primjena RFID tehnologije u logistici



Izvor: <https://www.zetes.com/sites/default/files/inline-images/graph-01.jpg> (20.02.2022)

¹ TechTarget, <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/RFID-radio-frequency-identification> (20.02.2022)

² Jones, E., Chung, C. (2007) *RFID in Logistics: A Practical Introduction*. 1. izd., Boca Raton: CRC Press, str. 111.

Između svih postojećih informacijskih i auto identifikacijskih tehnologija, najveći potencijal za razvoj ima upravo RFID. Isto važi i za širinu primjene.

Ova tehnologija otvara nove mogućnosti za ostvarenje profita tako što smanjuje troškove poslovanja putem ubrzavanja i olakšavanja praćenja direktno transportiranih pošiljki, što dovodi do direktnog smanjivanja cijena logističkih usluga.

Smanjenje troškova najviše se očituje u poduzećima koja se bave logistikom. Istovremeno, značajne uštede zabilježene su i kod kupaca njihovih usluga.

2.1. Povijest RFID tehnologije

Temelji rada na RFID tehnologiji postavljeni su 1948. godine, kada je Harry Stockman objavio članak „*Communication by Means of Reflected Power*“ gdje je izjavio: “Potrebno je proći još mnogo vremena i istraživanja prije nego komunikacija pomoću reflektirane snage bude moguća”.³ Prošlo je 30 godina dok se njegova vizija nije ispunila.

Izum radara i komunikacije pomoću radio valova ostvarili su preduvjete za eru istraživanja RFID tehnologije u 1950-im godinama. 1960-e godine su obilježile prve komercijalne primjene ove tehnologije. Iako su tada RFID sustavi za pohranjivanje velike količine informacija bili puno većih dimenzija od sustava koji se danas koriste, može se reći da su ipak bili dobar temelj za daljnji razvoj ove tehnologije u 1970-im godinama.

Patent Marca Cardulla iz 1973. godine predstavlja prvi moderni RFID sustav. Radi se o pasivnom radio transponderu s memorijom. Prvotni uređaj demonstriran je 1971. godine New York Port Authority lučkoj kapetaniji. Imao je 16 bita memorije i namjena mu je bila naplaćivanje pristojbi. Izvorni poslovni plan iznesen ulagačima 1969. godine najavljavao je uporabu uređaja u transportu (identifikacija vozila, naplata pristojbi, usmjeravanje i nadgledanje vozila), bankarstvu

³ Landt, J. (2005) The history of RFID, *Ieee potentials*, str. 8-11.

(elektronička čekovna knjižica i kreditna kartica), osiguranju (identifikacija osoba, automatizirana vrata, nadgledanje) i medicini (identifikacija, povijest pacijenata).⁴

Sljedeće desetljeće, tj. 1980-e predstavljale su desetljeće potpune implementacije RFID tehnologije. Razvoj osobnih računala dao je veliki doprinos ukupnom razvoju ove tehnologije doprinoseći većoj ekonomskoj isplativosti prikupljanja i obrade podataka unutar RFID-a.

RFID je, međutim, službeno izumljen tek 1983., od strane Charles-a Walton-a, kad je podnio prvi patent s riječju „RFID“.⁵

1980-ih godina pojavili su se prvi komercijalni sustavi u Europi, točnije u Norveškoj 1987. godine u obliku sustava elektronske naplate cestarina.⁶ Nakon što su se spoznale prednosti njene uporabe za naplatu cestarina, 1990-e godine su postale značajne za RFID tehnologiju.

2002. godine, kada je Philips uspostavio novi standard koji je rezultirao NFC tehnologijom (eng. *Near-Field Communication*), dolazi do važnog napretka za široku uporabu RFID tehnologije.

Takva tehnologija predstavlja spajanje aktivnog signaliziranja između mobilnih uređaja koji koriste blisko povezivanje uz primjenu pristupa koji je kompatibilan s čitanjem postojećih pasivnih RFID proizvoda. Cilj novog NFC standarda bio je osigurati mehanizam pomoću kojeg bežični mobilni uređaji mogu komunicirati s uparenim uređajima u neposrednoj blizini (do 20 cm) umjesto da se oslanjaju na mehanizme otkrivanja radio-standarda kratkog dometa kao što su Bluetooth i Wi-Fi.⁷

Tempo razvoja RFID sustava i u današnje vrijeme još uvijek raste, a RFID tagovi postali su toliko malih dimenzija da ih je moguće ugraditi čak u samoljepljive naljepnice.

Međutim, iako ova tehnologija postoji već dugi niz godina, za potrebe u logistici i opskrbnim lancima nije usvojena tako brzo. Razlog tome je taj što dosta poduzeća nije uvidjelo korist i vrijednost investicije u ovu tehnologiju s obzirom na troškove. Isto tako, nedostatak podataka koji bi u početku dokazali prednosti RFID implementacije usporio je proces njenog uvođenja.

⁴ Cert.hr, <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/CCERT-PUBDOC-2007-01-179.pdf> (20.02.2022)

⁵ ParagonID, <https://www.paragon-id.com/en/inspiration/history-radio-frequency-identification-technology> (20.02.2022)

⁶ Landt, J. (2005). The history of RFID. *Ieee potentials*, str. 8-11.

⁷ Want, R. (2006) An Introduction to RFID technology, *Ieee Pervasive Comput*, 5(1), str. 30.

Nadalje, tu su bili prisutni i argumenti dodatnih komplikacija u poslovanju koje bi neupitno izazvala implementacija nove tehnologije, a u mnogim slučajevima prelazak na ovaj sustav zahtijevao je i promjenu poslovne kulture poduzeća.

Suvremeni uvjeti na tržištu današnjice, koji uključuju iznimno brz razvoj tehnologije, dovode do usložnjavanja zahtjeva i potreba kako na strani kupaca tako i na strani dobavljača.

Efikasno upravljanje zalihama i optimiziranje transportnih troškova preduvjeti su za opstanak i uspješno poslovanje poduzeća koja posluju u logistici. S obzirom na to da RFID tehnologija rješava veliki broj problema, a nema velikih dokazanih zapreka, može se zaključiti da će ova tehnologija u budućnosti imati sve širu primjenu, a time i brojne mogućnosti za daljnja unapređenja.

2.2. Komponente RFID sustava

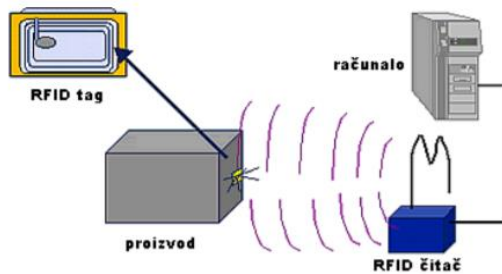
RFID tehnologija kakvu danas poznajemo je relativno nova tehnologija radio frekvencijske identifikacije. Ona korištenjem radio valova omogućava identifikaciju, te praćenje proizvoda.

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 upravljanja marketinškim kanalima, osnovne aplikacije odnose se na praćenje zaliha, lanac nabave, upravljanje i povećanje učinkovitosti procesa kupovine u maloprodaji. RFID tehnologija uistinu revolucionira, ne samo kontrolu zaliha u kanalima opskrbe, već i kompletan proces nabave u maloprodaji.⁸

Slika broj 2 prikazuje osnovne RFID komponente, a to su: RFID oznaka (tag), RFID antena, RFID čitač i računalo.

⁸ Rosenbloom, B. (2008) *Marketing Channels: A Management View*, 8. izd., SAD: South Western Cengage Learning, str. 93-94.

Slika 2. RFID sustav



Izvor: [file:///C:/Users/Ivana/Downloads/578624.KZubrinic-Koristenje_RFID_sustava%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Ivana/Downloads/578624.KZubrinic-Koristenje_RFID_sustava%20(2).pdf) (20.02.2022.)

2.2.1. RFID oznaka (tag)

RFID tag u sebi sadrži memorijski čip, te odašiljač koji komunicira s RFID čitačem. Postoji aktivan, djelomično aktivan i pasivan tag. Tag može sadržavati razne i brojne podatke o proizvodima.

Pasivni RFID tagovi nemaju interno napajanje, već crpe energiju iz elektromagnetskog polja kojeg emitira RFID čitač. Kako nemaju unutrašnji izvor napajanja pasivni tagovi moraju imati mogućnost skladištenja energije tijekom primanja signala, na primjer kondenzator, kako bi se omogućilo slanje odgovora kada čitač prestane odašiljati ili čitač odašilje tijekom cijele komunikacije što znači da tag odgovara na različitoj frekvenciji.⁹

Pasivni tagovi su vrlo učinkoviti, male veličine i vrlo jeftini. To ih čini najpopularnijima za masovno usvajanje od strane trgovačkih lanaca.

Razlikujemo tri tehnike energetske uparivanja čitača i pasivnih transpondera:¹⁰

- elektromagnetska indukcija - koristi se na malim udaljenostima,
- reflektiranje (eng. *backscatter*) - koristi se kod očitavanja tagova na većim udaljenostima,
- elektrostatičko uparivanje - najrjeđe korištena metoda energetske uparivanja.

⁹ Cert.hr, <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/CCERT-PUBDOC-2007-01-179.pdf> (20.02.2022)

¹⁰ Ibidem

Postoje i djelomično aktivni tagovi. Oni se napajaju kao aktivni tagovi, a za prenošenje informacija antenom crpe energiju iz čitača.¹¹ Djelomično aktivni tagovi se po karakteristikama kao što su funkcija napajanja, te mnogim drugim značajkama nalaze između pasivnih i aktivnih tagova i mogu sadržavati prednosti i nedostatke od obje skupine.

Aktivni RFID tagovi imaju interno napajanje. Njihove osnovne karakteristike koje im daju prednost nad pasivnim tagovima su da zbog veze koju mogu uspostaviti s čitačem, te veće snage odašiljanja radio signala koja se postiže internim napajanjem, glase kao pouzdanija vrsta tagova od ostalih. Također, često se promatraju i kao učinkovitiji od ostalih tagova kada su u pitanju zahtjevna radna okruženja jer im vlastiti izvor napajanja daje mnoge prednosti u odnosu na ostale. On im prvenstveno daje prednost u situacijama kada se tag suočava s raznim vanjskim utjecajima kao što je vlaga koja se često javlja u kontejnerima ili vozilima u kojima se proizvodi s RFID tagovima prenose ili kada su u pitanju velike udaljenosti koje se moraju prijeći kako bi se proizvod dostavio na vrijeme.

Aktivni RFID tagovi imaju mogućnost ugradnje različitih senzora. Stoga se tagovi s na primjer temperaturnim sensorima koriste za praćenje temperature kvarljive robe. Uz senzore temperature, aktivni RFID tagovi su do sada integrirali senzore vlage, vibracija, svjetlosti i zračenja.

Glavni nedostatak aktivnih RFID tagova je taj da su skuplji od ostalih tagova, stoga se često i koriste rjeđe. Međutim, ako se uzme u obzir da je vijek trajanja jednog aktivnog taga do 10 godina i taj se nedostatak može opravdati s obzirom na prednosti koje za to vrijeme mogu postići.

RFID oznake je u skupine moguće podijeliti prema:¹²

- Načinu napajanja:
 1. pasivni,
 2. djelomično aktivni,
 3. aktivni,

- Mogućnosti programiranja:

¹¹ Roberts C., M. (2006) *Radio frequency identification (RFID)*. New Zealand: Elsevier Ltd., str. 18-26.

¹² Cert.hr, <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/CCERT-PUBDOC-2007-01-179.pdf> (20.02.2022)

1. transponderi koje je moguće samo čitati – u procesu proizvodnje dobivaju jedinstven serijski broj koji nije moguće promijeniti,
2. transponderi koji omogućuju jednostruko programiranje – prvi puta zapisani podaci trajno ostaju na transponderu,
3. transponderi s mogućnošću višestrukog programiranja – obično imaju jedinstven i trajan serijski broj kojemu se nadodaju zapisivani podaci, a koriste se u zahtjevnijim primjenama,

- Korištenim frekvencijama:

1. niske frekvencije (oko 125 kHz),
2. visoke frekvencije (13.56 MHz),
3. ultra visoke frekvencije (UHF – 860 do 960 MHz),
4. mikrovalne frekvencije (2.45 GHz),

- Fizičkoj izvedbi:

1. RFID etikete (eng. tag),
2. RFID naljepnice,
3. RFID tiskane pločice.

Temeljna svrha tag-a je da bude nosilac informacija. Tag-ovi mogu nositi cijeli niz informacija o proizvodu (npr. vezanih uz porijeklo, sastav, količinu proizvoda i sl.) koje taj isti proizvod jedinstveno identificiraju i razlikuju od ostalih. Tagovi se koriste pri označavanju određenih objekata i tada se javljaju u obliku naljepnica (vrlo često na tim naljepnicama se ujedno nalazi i barkod oznaka), identifikacijskih kartica ili čvršćih i izdržljivijih kućišta koja se pričvršćuju na proizvode, kutije, palete, kontejnere, vozila ili alate.¹³

¹³ Dujak D., ur. (2011) *Implementacija RFID tehnologije u logističke i supply chain aktivnosti maloprodaje*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, str. 263.

Slika 3. Vrste RFID tagova



Izvor: <https://www.ruddersoft.com/rfid/passive-uhf-rfid-tags> (20.02.2022.)

Kao što je vidljivo na slici 3, postoje razne vrste RFID tagova koje se mogu prilagoditi ovisno o vrsti artikla koju je potrebno označiti. Tako postoje i metalni tagovi, solarni tagovi, tagovi koji su prilagođeni za označavanje nakita, odjeće i sl.

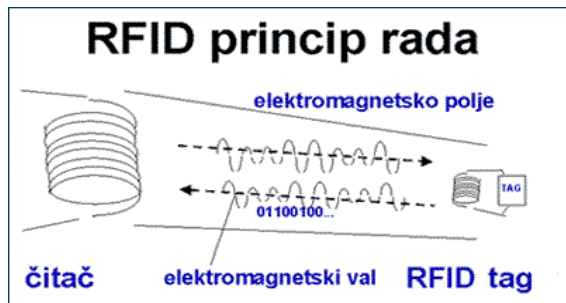
2.2.2. RFID čitač

RFID čitač se sastoji od antene i upravljačkog uređaja. Antena RFID čitača putem elektromagnetskih valova razmjenjuje podatke s RFID tagovima, dok je upravljački uređaj u komunikaciji s računalom i obrađuje te podatke. Čitač je u mogućnosti očitati u isto vrijeme jako veliki broj tagova. Međutim, brzina čitača i količina očitavanja većinom ovise o specifičnostima čitača, kao i o vrstama RFID tagova, ali i o veličini područja koju čitač obuhvaća.

Čitači često služe i u svrhu ispisivanja raznih informacija na tagove. Takvi čitači se većinom koriste u tvornici na kraju pokretne trake i u distributivnom centru za zapisivanje početnih ili dodatnih informacija o proizvodima. Funkcije kao i tehnike čitača svakodnevno se razvijaju u smjeru brže i jednostavnije obrade i prijenosa podataka.¹⁴

¹⁴ Dujak D., ur. (2006) *RFID tehnologija u logistici s posebnim osvrtom na upotrebu u maloprodaji*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, str. 2.

Slika 4. RFID princip rada i razmjene podataka između čitača i taga



Izvor: <https://www.gs1hr.org/hr/gsl-standardi/prikupljanje/rfid> (20.02.2022.)

Slika 4 slikovito prikazuje na kojem principu funkcionira veza između RFID taga i čitača. Vidljivo je da RFID čitač može slati, ali i primati podatke od RFID taga putem elektromagnetskih valova, no jako je bitno da oni budu na istoj frekvenciji kako bi se to desilo.

Najčešće korištene frekvencije su niske (oko 125kHz), visoke (13.56 MHz), ultra visoke (UHF, 860 – 960 MHz), te mikrovalne (2.45 GHz). Tipične podržane udaljenosti su do 30 cm za nisko frekvencijske, do 1m za visoko frekvencijske, te do oko 6m za UHF čitače. Domet čitača može se povećati upotrebom aktivnih, baterijski napajanih izvedbi. Upotreba pojedinih frekvencija ovisi o potrebi korištenja RFID sustava, i svaka ima svojih prednosti i mana.¹⁵

Na primjer, nisko frekventni čitač glasi kao sposobniji od ostalih kada je u pitanju prijenos signala kroz različite materijale, također kao velika prednost ovog čitača se ističe i to da troši manje energije, te da je jeftiniji od UHF čitača (eng. *Ultra High Frequency*).

Glavni nedostaci UHF čitača su ti da troši više energije od nisko frekventnog čitača, te da ima manji prijenos materijala, ali mu se prednosti ogledaju u većem dometu i bržem protoku podataka.

Čitači mogu biti ručni (prijenosni) ili u obliku RFID vrata. Kroz RFID vrata može prolaziti pokretna traka na kojoj su proizvodi s tag-ovima ili se proizvodi provlače kroz ista na transportnim sredstvima.¹⁶

¹⁵ Livun, N. (2005) *Radio – Frequency – IDentification*. Seminarski rad. Zagreb: Laboratorij za sustave i signale, str. 4.

¹⁶ Dujak D., ur. (2006) *RFID tehnologija u logistici s posebnim osvrtom na upotrebu u maloprodaji*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, str. 5.

2.2.3. RFID antena

Antena je jako bitan dio RFID sustava. Posebno na relaciji između RFID tag-a i RFID čitača. I jedan i drugi od njih imaju vlastite antene.

Antena RFID čitača, veličine tableta, služi za slanje ili primanje signala. Čitač putem elektromagnetskih valova šalje radijski signal za aktiviranje taga, a zatim antena čita i obrađuje informacije koje je poslao tag ili eventualno upisuje podatke na njega.

Često najsloženiji dio RFID tehnologije su upravo antene čitača i one se uglavnom smještaju na vanjski dio uređaja.

U tagu je antena pričvršćena na čip i također služi za slanje ili primanje signala koji dolaze od RFID čitača.

Kod postavljanja antene pri implementaciji RFID sustava u poslovanje, prvenstveno je bitno da se antena postavi na odgovarajuće mjesto i u odgovarajući položaj kako ne bi došlo do pada cijelog sustava.

2.2.4. RFID računalo

Neizostavan dio svakog RFID-sustava je i RFID računalo ili točnije računalni sustav. Sastoji se od kompjuterskog hardware-a i od software-a za procesiranje podataka koji povezuje čitač s računalnim sustavom.¹⁷

Software se još naziva i *RFID-middleware*, što prevedeno s engleskog jezika znači među-program ili program koji djeluje između aplikacije i mreže. Software koji je najčešće u upotrebi u RFID-sustavima naziva se „Savant“. Savant je software kojeg je razvio Tehnološki institut Massachusetts, sa svojim Auto-ID laboratorijem i pokriva mnoga područja primjene RFID-tehnologije, uglavnom u djelatnostima vezanim s upravljanjem opskrbnim lancima (*Supply Chain Management – SCM*).¹⁸

¹⁷ Dujak D., ur. (2006) *RFID tehnologija u logistici s posebnim osvrtom na upotrebu u maloprodaji*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, str. 2.

¹⁸ Ibidem, str. 3.

Računalo je bitan faktor RFID sustava jer ono potiče i koordinira cijeli proces.

Putem računala se RFID čitaču daje naredba da odašilje radio signal preko antene koji će zatim aktivirati tag. Nakon što se aktivira tag, ovisno o tome je li primao ili slao podatke, arhivira ih u svoju memoriju, gdje se oni obrađuju i prilagođavaju prema potrebama gospodarskih subjekata.

Osnovne funkcije računala se iskazuju kroz prikupljanje, pohranjivanje i obradu informacija, te komunikaciju s drugim softverima. Također, računalo ispravlja greške, eliminira duple kodove između dva čitača i određuje čije informacije imaju prednost.

Računalo se može programirati i za obavljanje specifičnih, te prilagođenih zadataka za posebne situacije. Kao primjer, može se navesti automatsko obavještanje skladišta u slučaju kad se zalihe proizvoda na policama u trgovini smanje i izgledno je da će uskoro doći na minimum. Tada se izdaje automatsko upozorenje skladištu putem računalnog programa da je vrijeme da se te police ponovno napune.

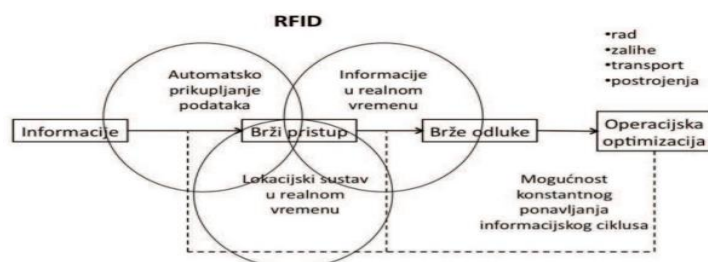
3. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTICI TRGOVINE

Bez obzira na to što je već 50-ak godina RFID tehnologija poznata, ona se širi i jača u zadnjih nekoliko godina sa svrhom primjene u logistici i trgovini. Ova tehnologija se može pravdati izmjenama koje se pojavljuju u lancu opskrbe primarno značajnom funkcijom trgovaca u odnosu na proizvođače.

Tri su ključne karakteristike RFID tehnologije koje su joj osigurale široku primjenu u opskrbnom lancu:¹⁹

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

Slika 5. Mogućnosti RFID tehnologije u opskrbnom lancu



Izvor: Dujak D., ur. (2011) *Implementacija RFID tehnologije u logističke i supply chain aktivnosti maloprodaje*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, str. 263.

Kao što je vidljivo na slici 5, ključne karakteristike ove tehnologije znatno utječu i na sami rad, zalihe, transport, te postrojenja unutar lanca opskrbe. Brzina dostupnosti informacija izravno utječe na brzinu pristupa i brzinu donošenja odluka, te tako pridonosi optimiziranju poslovnih procesa.

Jedna od osnovnih prednosti RFID tehnologije je automatizirano prikupljanje podataka, te njihova implementacija kroz razne dijelove opskrbnog lanca, gdje god su podatci potrebni. Kada se podatci unutar RFID sustava obrade i prebace u digitalni oblik, postaju dostupni širokom spektru korisnika,

¹⁹ Jones E. C., Chung C. A. (2008) *RFID and auto-ID in planning and logistics*. 1.izd. SAD: Taylor & Francis Group, str. 243.

te im u realnom vremenu omogućuju uvid u kretanje proizvoda i tijekom transporta bez obzira na njihovu lokaciju.

RFID tehnologija se prožima kroz razne točke u opskrbnom lancu i unosi velike promjene u način poslovanja gospodarskih subjekata, te najveće uštede ostvaruje upravo u logističkim troškovima, koji u prosjeku čine između 20% i 25% ukupnih troškova trgovinskog poduzeća.²⁰

Detaljan razvoj projekta, odnosno plana implementacije, ključan je za uspjeh implementacije RFID sustava u poduzećima. Poduzeće koje se odluči uvesti RFID sustav mora izabrati stručni tim iz raznih odjela unutar poduzeća, kao što su odjel logistike, odjel IT-a i sl., koji će sudjelovati u planiranju i uvođenju RFID sustava u poduzeće. Ako unutar poduzeća nema stručnjaka koji su kompetentni za provedbu takvog projekta, potrebno je angažirati vanjske savjetnike koji će se pobrinuti za kvalitetnu provedbu ovakvog sustava.

Prva faza procesa uvođenja RFID sustava za identifikaciju i praćenje željenog objekta obuhvaća analiziranje i utvrđivanje postojećeg stanja. Ona podrazumijeva analizu opreme koju poduzeće već posjeduje, analizu protoka robe kroz skladište, analizu upravljanja zalihama, proračun kapaciteta za svako područje i sl.

Sljedeći korak je izrada funkcionalne specifikacije i definiranje plana projekta. U ovoj fazi pitanja i zahtjevi koje treba razmotriti uključuju pitanje sustava identifikacije artikla. Kako bi se spriječilo dodatno povećanje troškova i izbjegla sinkronizacija podataka unutar cijelog RFID sustava, bitno je da svi objekti koji su podložni praćenju unutar opskrbnog lanca za sve partnere imaju jedinstvenu identifikaciju.

Sljedeće pitanje koje se postavlja je koje podatke o proizvodima je potrebno kodirati na RFID tag (npr. datum proizvodnje, rok trajanja proizvoda, količinu...itd.).

Poduzeće mora odgovoriti i na razna pitanja vezana za to kako RFID sustav utječe na postojeći sustav upravljanja zalihama i na dosadašnje procese rada, kako će se mjeriti povrat ulaganja sredstava u RFID sustav, hoće li se RFID tagovi ugrađivati u palete, pakiranja ili će biti u obliku naljepnica, koja će biti brzina očitavanja i prijenosa podataka i sl.

²⁰ Segetija Z. (2005.) Značaj logističkih troškova u trgovini, *Suvremena trgovina*, 30(2), str. 70.

Detaljna analiza početne situacije, provođenje precizno definiranih potreba i očekivanja u specifikacije i planove, te razumijevanje mogućnosti i funkcioniranja RFID tehnologije ključni su za uspjeh projekta. Nabava odgovarajuće hardverske i softverske opreme se također vrši prema definiranim specifikacijama.

Prilikom procjene i odabira dobavljača bitna pitanja su prikladnost postojećih hardvera i softvera, jamstvo, troškovi održavanja opreme i mogućnost prilagodbe sustava potrebama poduzeća, frekvencija RFID prijenosa, protokoli i standardi koje podržava proizvođač, vrste RFID oznaka (samo za čitanje/čitanje i pisanje), pouzdanost opreme i dodatne usluge (npr. obuka zaposlenika, implementacija softverskih aplikacija...itd.).

Nakon što se odabere dobavljač ugradnje RFID sustava s postojećom opremom i informacijskim sustavima, potrebno je izvršiti testiranje sustava.

Testiranje bi se trebalo provesti prije potpune implementacije RFID sustava jer se tako mogu otkriti i eliminirati potencijalni problemi i osigurati pouzdanost sustava.

Osim internog testiranja, preporučljivo je organizirati programe provjere koji uključuju dobavljače i kupce u proces. Kao primjer može se navesti vrlo važna provjera funkcioniranja RFID-a prilikom procesa povlačenja robe od kupaca, te povrata robe dobavljačima.

Za uspješnu implementaciju i rad RFID sustava ključna je i obuka zaposlenika. Njih treba educirati i informirati o tome kako se pravilno koriste RFID uređaji, softverske aplikacije, kako uspješno analizirati prikupljene podatke i sl.

3.1. Implementacija RFID tehnologije u proizvodnji

Od pojave masovne proizvodnje, metode brze identifikacije pomažu u ubrzanju obrade robe i materijala. Povijesno gledajući, jeftine i jednostavne tiskane naljepnice su bile glavna osobina prerađivačke tehnologije. Sedamdesetih godina prošlog stoljeća, veliki korak naprijed u etiketiranju proizvoda napravila je pojava barkodova koji su omogućili automatizaciju i

standardizaciju procesa identifikacije. Iako su jeftini u proizvodnji, barkodovi imaju veliki broj ograničenja zbog kojih se razvila alternativna tehnologija označavanja proizvoda, RFID.²¹

Glavne prednosti RFID tehnologije u proizvodnji odnose se na ugradnju RFID tagova s jedinstvenim identifikacijskim kodom u buduće proizvode, pri samom procesu proizvodnje na jednom dijelu proizvodne linije. Tako se omogućava povezivanje proizvoda s određenim narudžbama i njihovo razvrstavanje i praćenje kroz cijeli lanac opskrbe sve do krajnjeg potrošača.

Ugrađeni tag-ovi mogu sadržavati informacije širokog raspona – informacije koje su potrebne proizvođaču ili informacije koje je zatražio kupac (ili bilo koji drugi član opskrbnog lanca), a čiji izvor je upravo u ovom dijelu opskrbnog lanca. S proizvoda s tag-om može biti čitano i po njemu pisano tijekom proizvodnog procesa kako bi se prikupilo i razmijenilo podatke o aktivnostima u procesu (eng. *Work in Process*). Na taj način olakšava se kvantitativna i kvalitativna kontrola tijekom proizvodnje; ostvaruje se prvi korak koji omogućuje dostupnost informacija o porijeklu proizvoda (eng. *product sourcing*) i ostvaruje se pretpostavka za daljnje praćenje proizvoda kroz SCM.²²

Na tag se za vrijeme proizvodnje mogu upisati brojni podatci i tim podacima se zatim može pristupiti na više mjesta u opskrbnom lancu.

Kutije, palete i druge logističke jedinice za pakovanje se opremaju dodatnim tagovima.

Krajnji cilj RFID tehnologije je osigurati mogućnost jedinstvenog identificiranja, kako svake pošiljke, tako i svake zasebne komponente nekog proizvoda i tako omogućiti praćenje od procesa proizvodnje pa sve do zbrinjavanja otpada, tijekom cijelog vrijednosnog lanca bez obzira na promjene lokacije ili protok vremena.

²¹ Katić, T. (2018) *Identifikacija i pristup primjenom RFID tehnologije*. Diplomski rad. Split: Prirodoslovno matematički fakultet, str. 19.

²² Dujak D., ur. (2006) *RFID tehnologija u logistici s posebnim osvrtom na upotrebu u maloprodaji*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, str. 5.

3.2. Implementacija RFID tehnologije u transportu i distribuciji robe

RFID sustav omogućava izvršenje kvantitativne i kvalitativne kontrole prijevoznog sredstva, kao i tereta koje se tim sredstvom prevozi, prilikom utovara ili napuštanja tvornice prijevoznim sredstvom radi ostvarenja transporta.

RFID tehnologija ima još jednu bitnu prednost kada je u pitanju transport, a to je pogodnost praćenja temperature unutar transportnog sredstva. Ova prednost je posebno važna kod prijevoza lako pokvarljive robe koja je iznimno osjetljiva na promjene u temperaturi i bitno je da dođe u ispravnom stanju do krajnjeg odredišta. Pomoću RFID tehnologije, promjene u temperaturi unutar prijevoznog sredstva se mogu pratiti u svakom trenutku i omogućava se brza reakcija kada temperatura prijeđe optimalnu razinu koja je određena za različitu vrstu proizvoda.

Što se tiče distributivnog centra, glavne prednosti su te što RFID čitač i računalo omogućavaju prepoznavanje palete koja dolazi i ubrzavaju proces kontroliranja pošiljki koje su spremne za utovar i otpremu.

Pojednostavljivanje i olakšavanje procesa kvantitativne i kvalitativne kontrole kod otpreme i zaprimanja robe iziskuje znatno manje količine ljudskog rada i utrošenog vremena. Kamioni opremljeni RFID-tag-ovima i GPS uređajima omogućuju stalni nadzor nad njihovom lokacijom i proizvodima koje prenose – praćenje u realnom vremenu. To osigurava bolju pripremu za njihov prijem, lakšu organizaciju rada djelatnika i manju mogućnost zlouporabe (krađe proizvoda, vožnja izvan propisanih relacija za privatne interese, i sl.).²³

3.3. Implementacija RFID tehnologije u skladište i zalihe

Implementacija RFID tehnologije u skladište temelji se na kontroli kretanja robe u skladištu i izvan skladišta, te označavanju transportnih jedinica (najčešće paleta). Označavanje transportnih jedinica je posebno bitno kada roba tek dođe u skladište i kada napušta skladište, tj. tijekom otpreme. Bitno

²³ Ibidem, str. 7.

je da se u svakom trenutku zna gdje se nalazi roba, bilo da je smještena u skladište već duže vrijeme ili je tek dopremljena.

Unutar RFID softverske aplikacije koja se temelji na dokumentima poput primke ili otpremnice koje su pristigle u skladište, kreira se dokument koji nalaže primanje paleta, odnosno artikala na njima. Svakom artiklu, paketu za otpremu ili paleti dodjeljuje se jedinstvena oznaka za ispis na odgovarajućoj naljepnici. Korištenjem RFID pisača svi potrebni podatci se kodiraju u RFID oznaku na naljepnici. Zatim se pomoću bežične mreže ili softvera vrši prijenos informacija prema pisaču.

Unutar RFID oznaka i naljepnica koje se lijepe na površinu paketa ili palete, nalazi se jedinstveni identifikacijski broj kao i brojne druge važne informacije o paleti ili o paketu koji se otprema. Koristeći ručni RFID čitač za skeniranje naljepnice, koja je prethodno zalijepljena na paletu, paleta postaje jedinstvena identifikacija u računskom sustavu.

Uz pomoć čitača, točno, brzo i direktno se doznaje stanje zaliha. To je primarni preduvjet za dobro upravljanje zalihama pri modelu poslovanja gdje se vrši istovar direktno u maloprodajni objekt ili u skladište prodavaonice.

Lokacije paleta također su označene RFID oznakama. RFID softverska aplikacija određuje na koju lokaciju spada određena paleta. Čitanjem oznaka na paletama, ta aplikacija dodjeljuje odgovarajuće mjesto u skladištu na temelju vrste artikala koja se skladišti.

Nakon smještanja artikala na odgovarajuće mjesto skladištar potvrđuje završetak prijema, zatim se automatski u RFID sustavu potvrđuje zaprimanje robe, kao i to da je roba smještena na odgovarajuće mjesto unutar skladišta.

Kada zaliha određene robe na mjestu otpreme padne na određenu minimalnu količinu, unutar RFID sustava se generira nalog kako bi se određena količina robe prenijela iz rezerve na točku, tj. mjesto pošiljke.

Kada se kupčev nalog zaprimi i potvrdi, on se unosi u RFID aplikaciju i sukladno tome se kreira nalog za otpremu. Administratori skladišta zatim mogu birati koje naloge žele kreirati i kojim skladišnim službenicima žele proslijediti nalog za izvršenje. Nakon što se određenom administratoru u skladištu dodjeli nalog za izvršenje, on preuzima narudžbu prema definiranom prioritetu, premješta robu na odgovarajuće područje u skladištu, tj. prema smjeru distribucije

(dostave), da bi se roba što lakše pronašla, provjerila i pripremila kasnije kada dođe na red za utovar i otpremanje iz skladišta, te potvrđuje završetak narudžbe putem ručnog terminala.

Često se u skladištima koristi i drugi, jednostavniji način i to postavljanjem RFID čitača iznad ulaznih vrata u skladište, kao što je prikazano na slici 1.

Slika 6. RFID tehnologija u skladištu



Izvor: file:///C:/Users/Ivana/Downloads/578624.KZubrinic-Koristenje_RFID_sustava.pdf (23.02.2022.)

Pomoću RFID čitača se vrši automatsko očitavanje i provjera RFID tagova unutar sustava, pri ulazu i izlazu transportnih sredstava ili viljuškara natovarenih paletama iz skladišta.

Distribucijski centri automatiziraju procese reorganizacije narudžbi i otpreme putem raznih vrsta transportnih traka s RFID čitačima. Prednost RFID tehnologije kod skladištenja nije samo u tome što je brojenje i kontrola robe koja ulazi i izlazi znatno brža i jednostavnija, već se mogu dobiti podaci kao što su starost, temperatura i vlažnost proizvoda.

Podaci napisani na RFID oznakama također olakšavaju reverzibilne logističke aktivnosti. Tako kupci ne moraju nositi račun pri povratku ili reklamaciji proizvoda jer su svi podaci o tome kada i gdje je izvršena kupnja zabilježeni unutar oznaka. Ako se na RFID oznakama bilježe i informacije o procesu proizvodnje, te informacije o distribuciji proizvoda, to će olakšati uočavanje moguće greške u proizvodnji ili otpremi koje dovode do reklamacija.

3.4. Implementacija RFID tehnologije u maloprodaji

Danas je trgovina pod snažnim utjecajem računalne tehnologije, bežičnog umrežavanja, interneta i sličnih tehnologija. Primjena takvih tehnologija smanjuje troškove komunikacija i olakšava koordinaciju resursa i aktivnosti. Stoga se početkom 1980-ih godina javila potreba za analiziranjem utjecaja IT-a na trgovinu, te njihovo neprestano razvijanje i primjena u maloprodaji. Jedna od vodećih i važnijih tehnologija za prodavaonice je RFID.²⁴

U maloprodaji se primjena RFID tehnologije dijeli na primjenu u samom prodajnom prostoru prodavaonice i primjenu u pozadinskom skladištu.

U budućnosti se, što se tiče korištenja RFID tehnologije u maloprodaji, očekuje potpuni prijelaz na „Just in time“ oblik poslovanja. Pretpostavlja se da će se obilježavanjem proizvoda RFID tagovima smanjiti ili čak u potpunosti nestati potreba za skladišnim prostorom u maloprodajnom objektu, te da će tako profitirati i maloprodaje i dobavljači, jer bi se u tom slučaju povećala i prodajna površina koju je do tada obuhvaćao skladišni prostor.

Iz marketinške perspektive RFID tehnologija može utjecati na poboljšanje zadovoljstva potrošača u maloprodaji.

Uz pomoć RFID tehnologije kupcima se olakšava pretraga policama u trgovinama. Uz sve prednosti ove tehnologije za sudionike lanca opskrbe, jedna od potencijalno vrlo važnih pogodnosti za zaposlenike maloprodajnih objekata je korištenje „pametnih policama“.

Budućnost maloprodaje uključuje upravljanje policama od strane dobavljača (eng. *Vendor Managed Shelves*) u kojoj će dobavljači moći otkupiti police te ih puniti po potrebi i vlastitom nahođenju.²⁵ Evidentiranje zaliha na policama značajno se može unaprijediti uvođenjem tzv. „pametnih policama“ (eng. *smart shelves*) čiji su osnovni elementi RFID čitači, te obilježavanje robe RFID naljepnicama.

²⁴ Pleša Puljić, N., Celić M., Puljić, M. (2017) Povijest i budućnost prodavaonica. *Praktični menadžment*, 8(1), str. 44.

²⁵ Dujak D., ur. (2006) *RFID tehnologija u logistici s posebnim osvrtom na upotrebu u maloprodaji*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, str. 8.

Korištenjem ove tehnologije „pametne police“ nikada nisu prazne jer su opremljene RFID čitačima i povezane na centralni sustav upravljanja robom. Uz pomoć RFID tehnologije, prodajne police automatski registriraju i bilježe koji su proizvodi uzeti s police, a koji su npr. pogrešno smješteni.

Poseban čitač nalazi se na dnu police i očitava odgovarajući čip iz pakiranja proizvoda. Ako dođe do nestanka proizvoda s police i potrebno je ponovno nadopuniti policu ili izvršiti novu narudžbu, informacije upozorenja se signaliziraju slanjem izravno u središnji računalni sustav. Zbog toga zaposlenici primjenom RFID tehnologije imaju stalan uvid u situaciju kako bi izbjegli prazne police. Također, na ovakav se način može uspješno pratiti i rok trajanja prehrambenih proizvoda i uvelike olakšati njihovu kontrolu.

Još jedna zanimljiva mogućnost koju pruža RFID tehnologija prikazana je na slici broj 7. Radi se o beskontaktnom plaćanju unutar trgovina na malo. U ovom slučaju, primjena RFID sustava se odvija tako da kupac prolazi s proizvodima označenim RFID tagovima kroz zamišljene zone očitavanja RFID-čitača. Podatke s proizvoda sustav učitava i obrađuje, te ukupni iznos računa zaračunava kupcu preko kartice vezane za program lojalnosti, a koju kupac ima kod sebe u trenutku kupnje.

Slika 7. RFID tehnologija u maloprodaji



Izvor: file:///C:/Users/Ivana/Downloads/578624.KZubrinic-Koristenje_RFID_sustava.pdf (23.02.2022.)

Na maloprodajnom nivou moguće je i čitati i pisati po RFID tag-u informacije o cijenama, stanju na zalihama, datumima roka trajanja i sl.

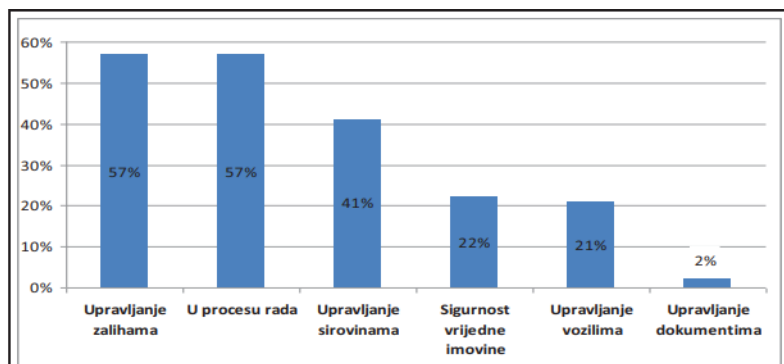
Do danas, korištenje RFID tehnologije unutar prodajnog prostora je još uvijek u eksperimentalnoj fazi i koristi se većinom kod označavanja tehnološko razvijenih proizvoda visoke vrijednosti, te kod označavanja odjeće.

4. PREDNOSTI I NEDOSTATCI RFID TEHNOLOGIJE U LOGISTICI

RFID tehnologija, kao i svaka druga tehnologija, ima mnoge prednosti koje se ogledaju dužinom cijelog opskrbnog lanca, kao i kod pouzeca koja ju implementiraju. No, RFID tehnologija se još uvijek suočava i s raznim pitanjima i preprekama vezanim za njenu širu upotrebu koje je potrebno prevladati.

Najvažnija prednost RFID-a u kontekstu logistike i upravljanja opskrbnim lancem je činjenica kako je RFID prva tehnologija pomoću koje računalni sustav može razmjenjivati informacije s proizvedenom robom, strojevima, alatom, kontejnerima i transportnim vozilima bez ikakve ljudske intervencije i bez potrebe da čitač i označeni proizvod budu u optičkoj vidljivosti (eng. *in the line of sight*) radi očitavanja.²⁶

Grafikon 1. Koristi primjene RFID tehnologije



Izvor: Klein, R. (2007) *Where is My Staff?! Managing Work-in-Process with RFID*, Boston: Aberdeen Group (23.02.2022)

RFID sustav osigurava praćenje i upravljanje zalihama do kraja opskrbnog lanca, te kao što je vidljivo iz grafikona 1, utječe na poboljšanje upravljanja zalihama za 57%. Također, putem RFID sustava osigurava se automatizacija istoga, sinkroniziranjem informacija i fizičkim protokom robe kroz opskrbni lanac. Uz pomoć ove tehnologije može se doskočiti krivotvorenju dokumenata o stvarnom stanju zaliha, te se može pratiti vraćenu robu kroz cijeli lanac opskrbe. Na ovaj način značajno se povećava sigurnost praćenja vrijedne imovine, i to za čak 21%.

²⁶ Jones, P., (2005) The benefits, challenges and impacts of radio frequency identification technology (RFID) for retailers in the UK, *Marketing Intelligence i Planning*, 23(4), str. 396.

U području upravljanja materijalima, najznačajnije je navesti primjer upravljanja sirovinama gdje primjena RFID tehnologije dovodi do poboljšanja efikasnosti od 41%. RFID daje informacije o kretanju i skladištenju robe, te omogućuje automatsko ažuriranje stanja na zalihama postavljanjem fiksnog čitača, koji očitava predmete koji će biti isporučeni na ulaz.

Kada je u pitanju proizvodnja, najveća prednost i novina je ta što se pomoću RFID tehnologije na same proizvode mogu dodati i specifikacije kupca, kao što su posebna svojstva, zahtjevi ili upute vezane za proizvod ili kupca. Ova mogućnost iznimno je važna u proizvodnim procesima u kojima se krajnji proizvodi prilagođavaju posebnim zahtjevima kupaca.

Distributivni centar ima brojne prednosti od implementacije RFID tehnologije. Jedna od njih je i postavljanje fiksnih RFID čitača unutar transportnih sredstava. Uz pomoć RFID fiksnih čitača moguće je provjeriti je li roba za utovar preuzeta iz skladišta smještena u ispravnom vozilu, a vozilo u koje je utovarena roba, pomoću fiksnih čitača samo može pohraniti informacije i ažurirati ih.

Velika prednost je i što se uz pomoć RFID fiksnih čitača može pratiti kretanje vozila u realnom vremenu. To automatski utječe na povećanje produktivnosti vozača jer se njihovo kretanje u svakom trenutku može provjeriti i kontrolirati. Također, vrlo je moguće da će doći i do smanjenja troškova puta ako vozači koriste vozilo izričito u poslovne svrhe.

Implementacija RFID tehnologije u skladište donosi mnoge prednosti. Te prednosti proizlaze iz informatičke podrške u zapremanju, skladištenju, kontroli kvalitete, sortiranju narudžbi, kontroli grešaka, pakiranju i otpremanju. Potpuna automatizacija skladišnog poslovanja drastično smanjuje potrebu za ljudskim radom, a preduvjeti za ostvarenje iste su jaka informatička podrška i iznimna logistička povezanost s dobavljačima robe.²⁷

Maloprodajne trgovine bi mogle u budućnosti imati najviše prednosti korištenjem RFID tehnologije jer RFID tehnologija omogućava automatsko ažuriranje stanja na zalihama i praćenje proizvoda od kada se smjesti na policu unutar maloprodajnog objekta pa sve do prodaje krajnjem kupcu. Vjeruje se da će ova tehnologija u budućnosti potpuno istisnuti blagajne iz maloprodajnog objekta jer će se, smještanjem fiksnog čitača koji skenira proizvode na vrata, kupcima automatizmom naplaćivati proizvodi putem kreditne kartice ili bankovnog računa, unaprijediti

²⁷ Renko, S., Fičko, D., Petljak, K., (2009.) Novi logistički trendovi kao potpora maloprodaji, ur. *Zbornik radova 9. međunarodnog skupa, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, str. 9.

upravljanje policom i smanjiti „out of stock“ situacije, smanjiti krađe od strane zaposlenika i kupaca, smanjiti greške i prevare u dokumentima i sl.

Tablica 1. Koristi korištenja RFID tehnologije u prodaji i proizvodnji

<p>Koristi od RFID tehnologije za prodavače:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 do 8 % poboljšanje u organizaciji polica u trgovini, • 5 do 10 % smanjenja potrebnog skladišta, • 3 do 4 % manji troškovi logistike, • 2 do 10 % veća prodaja obzirom na smanjenje mogućnosti da roba za prodaju nije dostupna na skladištu
<p>Koristi od RFID tehnologije za proizvođače:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 do 30 % smanjenje potrebnog skladišta, • 2 do 13 % niži troškovi skladištenja, • 10 do 50 % smanjenje vremena proizvodnje, što daje dobru osnovu za JIT (eng. Just In Time Production), • 1 do 5 % veća prodaja, obzirom na smanjenje mogućnosti da roba za prodaju nije dostupna na skladištu.

Izrada autora prema: Siva, A., Erik, T. (2007) *Keeping Pace with RFID*. Grenoble: Grenoble graduate School Of Business, str. 10.

Iz prethodne tablice vidljivo je da RFID tehnologija donosi višestruke koristi za proizvođače i prodavače koji ju implementiraju. Koristi koje stječu prodavači implementirajući ovu tehnologiju ogledaju se u poboljšanju organizacije polica u trgovini između 5 i 8%, smanjenju potrebnog skladišta za 5 do 10%, smanjenju troškova logistike u rasponu od 3 do 4 %, te povećanju prodaje u rasponu od 1 do 10% s obzirom na smanjenje mogućnosti da roba za prodaju nije dostupna na skladištu.

Dok su koristi koje RFID tehnologija donosi proizvođačima vidljive u smanjenju potrebnog skladišta za 5 do 30%, nižim troškovima skladištenja za 2 do 13%, smanjenju vremena proizvodnje za 10 do 50%, što je dobra osnova za prelazak na JIT (eng. *Just in time Production*) način poslovanja, te povećanje prodaje za 1 do 5% obzirom na smanjenje mogućnosti da roba koja se prodaje nije dostupna na skladištu.

RFID tehnologija može značajno utjecati i na poboljšanje partnerstva i komunikacije u opskrbnom lancu jer integracija lanca opskrbe zahtjeva zajednički napor svih strana i njeno odvijanje je nemoguće bez partnerstva, povjerenja i komunikacije. Svi partneri moraju biti spremni i voljni dijeliti informacije, jer će im to pružiti znanje o zalihama robe i potražnji. Također, svi partneri

moraju raditi zajedno na stalnom unaprjeđenju ovoga procesa. Uz pomoć RFID tehnologije može se unaprijediti vidljivost lanca opskrbe zbog sinkronizacije dijeljenja informacija između partnera.

Upotreba ove tehnologije može utjecati i na smanjenje ukupnih troškova zbog automatizacije, ali i na pružanje kvalitetnije usluge. Kako RFID tehnologija sa sobom nosi automatiziranje cijelog sustava lanca opskrbe, to u konačnici utječe na smanjenje ljudskih pogrešaka i smanjenje troškova rada uslijed smanjenja broja zaposlenih osoba koje su zadužene za unos informacija o zalihama.

Bez obzira na to što je implementacija ovakve tehnologije dosta skupa, tj. iziskuje visoke troškove, ona ipak u konačnici može utjecati na povećanje uštede poduzeća ako se ispravno implementira.

Prednosti RFID-a mogu se ukratko objasniti i na sljedeći način:²⁸

- Čitač može čitati i pisati podatke na RFID oznake bez izravnog kontakta.
- Moguć je pristup podacima od strane više čitatelja RFID oznaka.
- Nema troškova održavanja.
- RFID može raditi u različitim okruženjima i može se učinkovito koristiti preko 10 godina.
- Brzo čitanje i pisanje (u svega nekoliko sekundi).
- Moderne RFID oznake izrađene su s vrlo dobrom memorijom, kapaciteta u rasponu od 16-24 Kbyte.
- RFID oznake mogu raditi s GPRS-om i korištene su za praćenje.
- RFID oznake se također mogu integrirati s drugim tehnologijama. Na primjer, koriste se s bežičnim senzorskim mrežama za bolju povezanost.

Zbog jednostavnosti i brzine praćenja proizvoda, te posebice bežične tehnologije koja ne traži optičku vidljivost između RFID čitača i proizvoda na kojemu se RFID etiketa nalazi, moguće je ostvariti i veću efikasnost poslovanja.²⁹ Pod većom efikasnosti podrazumijeva se smanjenje potrebe za ljudskim radom pri ručnom pregledu i popisu proizvoda, kao i čitanju barcode naljepnica. Prednost RFID tehnologije nad drugim auto identifikacijskim tehnologijama se ogleda i u brzini i

²⁸ Ahuja, S., Potti P. (2010), An Introduction to RFID Technology, *Journal of Communications and Network*, 2(3), str. 2.

²⁹ Miles, S., Sarma, S., Williams, J. (2008) *RFID Technology and Applications*. 1. izdanje. Cambridge: Cambridge University Press. Str. 186.

u količini očitavanja podataka. Ova tehnologija može u isto vrijeme pročitati i do tisuću RFID etiketa koje mogu biti udaljene i do 100 metara od čitača.

U različitim poslovnim primjenama do izražaja dolaze pozitivni učinci identifikacije proizvoda na daljinu. Najviše se ističe pomoć pri postupku inventure.

Inventura se pomoću RFID-a može svesti na posao jednog čovjeka i trajanje od nekoliko minuta. Pri tome, nestaje posao klasične inventure i zatvaranja trgovina do kraja obrade. Ako se inventura radi jednom mjesečno, to označi da će poduzeće moći raditi 12 dana u godini više nego je to slučaj.³⁰

Pozitivne karakteristike primjene navedene RFID tehnologije mogu se vidjeti u sljedećem:³¹

- Čitač je u mogućnosti istovremeno pročitati i do 1000 etiketa.
- Nije potrebno ručno okretanje proizvoda prema čitaču kako bi se omogućilo ispravno čitanje etikete.
- Radio valovi su u mogućnosti proći kroz plastični, papirni ili drugi oblik ambalaže bez potrebe za otvaranjem kutija kako bi se proizvodi ispravno očitali.
- RFID etikete se ne mogu jednostavno skinuti, pogrebati ili pokvariti.
- RFID etiketa ima sposobnost zapisivanja novih i mijenjanja postojećih podataka.

Problemi s kojima se susreću tvrtke prilikom usvajanja RFID tehnologije obuhvaćaju manjak predanosti partnera u upravljanju i lancu opskrbe, troškove, pravne probleme i probleme s patentima, automatizaciju rada, odabir hardvera i softvera, te tehnološku podršku pri implementaciji.³²

Cijena implementacije ovakve tehnologije u lanac opskrbe je prilično visoka, te iziskuje visoke troškove obuke zaposlenika koja je jako važna jer je riječ o relativno novoj tehnologiji i znanje o njoj je još uvijek dosta ograničeno.

³⁰ Idlbek, R., Župan, M. (2009) Tehnologija RFID u sustavu označavanja i praćenja proizvoda. ur. *Zbornik radova 9. međunarodnog skupa, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu*. Požega: Veleučilište u Požegi, str. 247.

³¹ Poirier, C., McCollum, D. (2005) *RFID - Strategic Implementation and ROI: A Practical Roadmap to Success*. 1. izdanje, Florida: J.Ross Publishing, str. 13.

³² Nash., T., (2010) *RFID Technology and Its Impact on the Supply Chain*, Michigan: Eastern Michigan University, str 41.

Inicijalni troškovi implementacije RFID tehnologije predstavljaju fiksne troškove za koje se pretpostavlja da se događaju prve i druge godine investiranja. Prve godine dominira trošak integracije u postojeći sustav, prilagodba postojećih aplikacija, prihvata i skladištenje podataka, dok se za drugu godinu pretpostavljaju troškovi hardvera (čitači, antene, početna količina etiketa i sl.).³³

Kroz implementaciju RFID tehnologije u svoje poslovanje, poduzeća se mogu susresti i s raznim drugim poteškoćama, kao što su pitanje sigurnosti i privatnosti, okoline, stopa neuspjeha oznaka, osiguranje kvalitete i sl.

Okolina može negativno utjecati na RFID prijenos ako se podatci šalju elektronskim putem. Ukoliko se dogodi dodir s vodom ili tekućinom, one mogu dovesti do problema s očitavanjem tagova i to može dovesti do završetka prijenosa. Tekućina može potjecati od ljepila za naljepnice ili se tekućine mogu apsorbirati radiovalovima i stvoriti kvar oznake.³⁴

Također, može se dogoditi da neki drugi sustav preuzme frekvenciju, a to može uzrokovati zaustavljanje procesa prijenosa.

Pitanje privatnosti podataka u današnjem svijetu izuzetno je osjetljiva i vrlo bitna tema.

Mnogi potrošači su zabrinuti zbog mogućnosti narušavanja njihove privatnosti i sigurnosti njihovih osobnih podataka. Zabrinutost se javlja zbog označavanja proizvoda RFID tagovima, tj. oznakama koje kada se ugrade u proizvod i nakon što artikli dospiju u ruke potrošača, mogu otkriti njihovu lokaciju, te tako potencijalno uzrokovati gubitak osobnog integriteta i privatnosti.

Također, postavljaju se i pitanja zaštite od mogućih zlouporaba tako stečenih informacija.

Dok se ne razviju i ne dogovore odgovarajuća rješenja, neprihvatljivo je izlagati potrošače opasnostima RFID tehnologije putem označavanja potrošačkih proizvoda na razini artikla.³⁵

Za upotrebu oznaka na razini robe široke potrošnje grupa aktivista je predložila četiri smjernice poduzećima koje označavaju pojedinačne artikle:³⁶

³³ Al Kattan, I., Al-Tamimi, A. and Zaabi, A. (2009) Cost Analysis of Inventory Management of Multiple Projects Using RFID, *The Built & Human Environment Review*, 2(1), str. 45.

³⁴ Ibidem

³⁵ EFF, <https://www.eff.org/document/position-statement-use-rfid-consumer-products> (24.02.2022)

³⁶ Johansson, B. (2004) *An Introduction to RFID – Information Security and Privacy Concerns*. Linköping: Linköping Institute of Technology, str. 12.

- obavijestite kupca,
- onemogućite oznake prema zadanim postavkama na prodajnom mjestu,
- stavite RFID oznake na ambalažu umjesto na stvarni predmet kada je to moguće,
- ne skrivajte oznake – one bi trebale biti vidljive i lako uklonjive.

Vezano za pitanje privatnosti podataka bitno je naglasiti i zakonski aspekt. Neophodno je poštivati važeće zakonske odredbe po pitanju zaštite privatnosti podataka u svim zemljama gdje se RFID tehnologija primjenjuje.

Također, još jedan veliki nedostatak ove tehnologije je i to da se fokusira na pojedinačne proizvode, što dovodi do velikog priljeva podataka. To znači da bi svako poduzeće koje implementira ovakav sustav moralo napraviti određene filtere za prevođenje podataka u relevantne informacije, a ako poželi naknadno upisivati informacije u sustav potrebno je postavljenjem određenih mehanizama sigurnosti da bi se spriječila zlouporaba informacija, odnosno upisivanje ili korištenje informacija od strane osoba koje nisu za to ovlaštene.

Nedostatci RFID-a mogu se ukratko objasniti i na sljedeći način:³⁷

- Oštećenja oznake – RFID oznake mogu biti oštećene od strane napadača koji može spriječiti komunikaciju podataka s čitačem ili uslijed nepravilnog rukovanja.
- Lažne oznake – Napadači mogu zamijeniti originalne oznake lažnim, te prenijeti lažne informacije čitatelju.
- Sigurnosni napadi – Napadači mogu razbiti sigurnosni algoritam koji se koristi u RFID sustavu ili modificirati poruke u čitaču.

Može se zaključiti da RFID tehnologija ima potencijalno veliki broj primjena, ali kako se još uvijek radi o relativno novoj tehnologiji u logistici, sve posljedice njezine implementacije još uvijek je nemoguće predvidjeti. Rast primjene ove tehnologije utjecat će na bolju i kvalitetniju procjenu njene implementacije, te iskristalizirati sve njene prednosti ali i nedostatke.

³⁷ Rajkishore, N. (2015) RFID in textile and clothing manufacturing: technology and challenges. *a Springer open Journal*. 2(9), str. 10 - 11.

4.1. Budućnost RFID tehnologije

Logistički sustavi i procesi su pod sve većim utjecajem tehnološkog razvoja i nerijetko se oslanjaju na razne informacijsko identifikacijske tehnologije da bi ostvarili osnovni cilj i zadaću logistike, odnosno poboljšavanje protoka informacija i proizvoda unutar poduzeća i unutar cijelog lanca opskrbe.

Logistički sustavi i procesi se mijenjaju svakim danom razvojem informacijsko identifikacijske tehnologije, a njenim razvojem javljaju se i brojne ideje za nove primjene u logistici. Vidljivo je da će RFID tehnologija i u budućnosti nastaviti donositi promjene u području logistike i upravljanja lancem opskrbe.

RFID sustav je obećavajuća tehnologija, koja će u budućnosti postati sveprisutna organizacija za rješavanje problema u upravljanju opskrbnim lancem, sigurnosti, osobnoj identifikaciji i praćenju objekata.³⁸

Očekuje se da će globalno tržište radio frekvencijske identifikacije dostići 31,06 milijardi američkih dolara do 2026. godine, što predstavlja povećanje u 2026. godini od 10,3% u odnosu na 2019. godinu s obzirom na utjecaj COVID-19.³⁹ Također vjeruje se da će RFID u budućnosti ostvariti 5% rasta zahvaljujući boljem upravljanju zalihama i postići 10 do 15% smanjenja radnih sati povezanim s upravljanjem zalihama.⁴⁰

U usporedbi s tradicionalnom tehnologijom barkod sustava, RFID ima prednost u brzini, točnosti i primjenjivosti, stoga se smatra da će RFID oznake u budućnosti postupno zamijeniti tradicionalni sustav barkoda, kako bi se olakšalo upravljanje lancem opskrbe i zalihama.

U bliskoj budućnosti se očekuju razne promjene i poboljšanja RFID tehnologije u skladu s visokim očekivanjima koja su se nametnula, s obzirom na dosadašnji razvoj i napredak ove tehnologije kroz godine.

³⁸ Rajkishore, N. (2015) RFID in textile and clothing manufacturing: technology and challenges. *a Springer open Journal*. 2(9), str. 12.

³⁹ Businesswire: <https://www.businesswire.com/news/home/20200518005465/en/Global-Radio-Frequency-Identification-RFID-Market-Outlook> (24.02.2022)

⁴⁰ McKinsey&Company, <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/rfids-renaissance-in-retail> (24.02.2022)

Neke od tih promjena su pametna RFID rješenja koja će donijeti najbolja svojstva interneta u moderno skladište, kao što su omogućavanje sustavima da prate temperature i mnoge druge čimbenike koji utječu na funkcioniranje lanca opskrbe.⁴¹

Još jedan važan pomak koji se očekuje u budućnosti je i sve veća upotreba aktivnog umjesto pasivnog RFID-a. Neka poduzeća su ranije izbjegavala aktivna rješenja zbog većih troškova i često ograničenog roka trajanja. Međutim, zbog nedavnih poboljšanja baterija, aktivni RFID može pružiti veću točnost u praćenju na daljinu.⁴²

Mobilnost je dugo bila jedna od glavnih prednosti RFID tehnologije. Ova prednost će poprimiti potpuno novu dimenziju jer pohrana u Cloud-u, tj. „oblaku“ postaje sastavni dio budućih RFID sustava. Kada su pohranjeni u oblaku, podaci u stvarnom vremenu postaju dostupniji, poboljšavajući točnost zaliha, dostupnost proizvoda i ažuriranja. Cloud sustavi mogu pojednostaviti procese u svim područjima opskrbnog lanca, povećavajući produktivnost i točnost skladišnih zaposlenika, IT stručnjaka i mnogih drugih ključnih članova tima.

Jedna od inovacija iz svijeta RFID tehnologije koja obećava dosta, a odnosi se upravo na prethodno navedene čimbenike je RAIN RFID.

RAIN RFID je bežična tehnologija koja spaja na internet milijarde artikala iz svakodnevne upotrebe, omogućujući poduzećima i potrošačima da identificiraju, lociraju, provjere autentičnost i angažiraju svaku stavku.⁴³

Iako ova tehnologija datira iz 2014. godine, njena primjena u zadnjih nekoliko godina je drastično porasla kroz ključne promjene koje su uvedene u njeno funkcioniranje, kao što su postavljanje UHF (eng. *Ultra High Frequency*) RFID čitača kao standarda poslovanja i ključna industrijska partnerstva s više od stotinu partnera diljem svijeta.

Temeljni elementi RAIN RFID tehnologije su RAIN oznake, čitač i softver.⁴⁴

- RAIN oznake koje sadrže čip su pričvršćene ili ugrađene u predmet, kutiju ili paletu.

⁴¹ Peak Technologies, <https://www.peaktech.com/blog/future-of-rfid/> (24.02.2022)

⁴² Peak Technologies, <https://www.peaktech.com/blog/future-of-rfid/> (24.02.2022)

⁴³ RainAlliance, <https://rainrfid.org/about-rain/what-is-rain/> (24.02.2022)

⁴⁴ RainAlliance, https://rainrfid.org/wp-content/uploads/2017/02/RAIN_Brochure_IndivPages_Final.pdf (24.02.2022)

- RAIN čitači šalju bežični signal za identifikaciju, lokaciju, provjeru autentičnosti ili uključenje oznake. Čitač može biti ugrađen u uređaje, vrata ili na stropove.
- RAIN softver prikuplja podatke o oznakama i može povezati informacije s mrežama ili oblacima kako bi se omogućilo upravljanje zalihama, praćenje imovine i sl.

Slika 9. RAIN RFID princip rada



Izvor: RainAlliance, <https://rainrfid.org/about-rain/what-is-rain/> (24.02.2022)

Na slici 9 prikazane su temeljne komponente RAIN RFID sustava, tj. artikli, RFID oznake, RFID čitač, Softver i mreža.

Industrija RFID-a uskoro će ući u dinamično razdoblje tijekom kojeg će povećano usvajanje pružateljima tehnologije omogućiti sredstva za ulaganje u nove i uzbudljive inovacije.

Zajedno s ovim novim razvojem, napredak u materijalima, organskim polimerima, nanotehnologiji i drugim područjima promijenit će način na koji je RFID ugrađen u proizvode. Umjesto oznake pričvršćene na odjevni predmet, na primjer RFID tag bi se mogao otisnuti izravno na tkaninu ili pakiranje pomoću biorazgradivih vodljivih tinti.⁴⁵

Iako se RFID industrija nastavlja širiti, još uvijek postoje i prepreke koje treba prevladati.

Kao jedna od glavnih prepreka s kojom će se RFID morati suočiti u budućnosti navodi se nedostatak čipova koji se ugrađuju u RFID tagove, što utječe na porast cijene. Također, nameću se i pitanja obrazovanja i standardizacije koja treba riješiti kako bi se postiglo široko prihvaćanje RFID-a u srednjoročnom i dugoročnom razdoblju. Važno je educirati poduzeća o mogućnostima RFID-a (uključujući njegove prednosti i nedostatke) i kako poduzeće može implementirati ovu tehnologiju kako bi poboljšalo svoju korporativnu učinkovitost.⁴⁶

⁴⁵ Lowry Solutions, <https://lowryolutions.com/blog/what-is-the-future-of-rfid-technology/> (24.02.2022)

⁴⁶ IDTechEx, <https://www.idtechex.com/en/research-article/rfid-in-2021-and-what-to-expect-for-the-future/25430> (24.02.2022)

Današnji potrošači su zahtjevniji no ikad i često samo napredna RFID rješenja omogućuju poduzećima da ispune sve veća očekivanja. Zabrinutost oko beskontaktna dostave, nedostatka radne snage i strogog higijenskog protokola također će imati ogroman utjecaj na razvoj RFID sustava u svijetu, nakon pandemije virusa Covid-19.⁴⁷

Covid-19 brzo je natjerao mnoge kupce da kupuju online uz dostavu na kućnu adresu ili uz preuzimanje narudžbe u lokalnoj trgovini. To je stavilo veliki pritisak na opskrbeni lanac jer se većina trgovaca bori s ispunjavanjem online narudžbi. Usvajanjem RFID-a poduzeća mogu povećati vidljivost lanca opskrbe i biti bolje opremljena za odgovor na poremećaje, poput onih uzrokovanih pandemijom. S druge strane, u budućnosti će zasigurno dosta trgovaca i prestati s korištenjem RFID tehnologije upravo zbog pandemije koja je nesumnjivo dosta njih gurnula na rub bankrota.

Bitno je istaknuti da razina prihvaćenosti i brzina razvoja RFID tehnologije ne ovisi samo o troškovima njene implementacije već i o nužnosti spoznaje njene učinkovitosti za sve članove opskrbenog lanca.

Može se zaključiti da RFID tehnologija zasigurno ima budućnost, no vrlo je bitno da se ulože dodatni naponi ka standardizaciji ove tehnologije, odnosno da se pokuša učiniti ovu tehnologiju cjenovno pristupačnijom širem krugu krajnjih korisnika, kroz objedinjenje industrije standardima ove tehnologije. Tako bi se omogućilo i marketinškim aktivnostima da uvjere krajnje korisnike u prednosti i primjenu ove tehnologije.

⁴⁷ Peak Technologies, <https://www.peaktech.com/blog/future-of-rfid/> (24.02.2022)

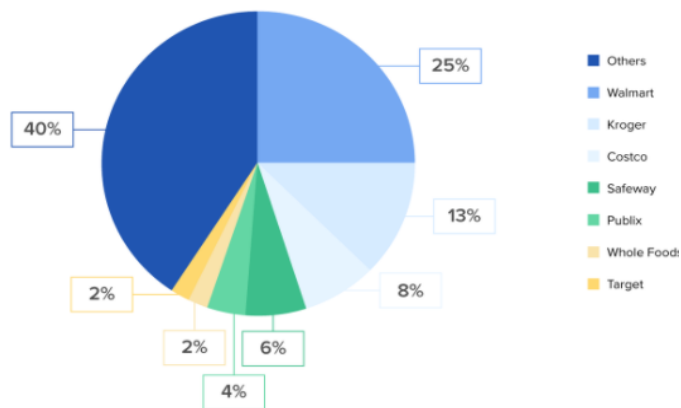
5. PRIMJENA RFID TEHNOLOGIJE NA PRIMJERU WALMART

Walmart je vodeći maloprodajni lanac u svijetu, prisutan s više od 4000 prodavaonica u svih 50 država SAD-a, te s više od 3600 prodavaonica izvan teritorija SAD-a, na svim kontinentima svijeta. Zapošljava oko 1.3 milijuna zaposlenih (tzv. suradnika) i godinama ostvaruje najviše vrijednosti prodaje, kako na domaćem tako i na transnacionalnom tržištu.⁴⁸

Walmartov lanac opskrbe glasi kao „jedan od najučinkovitijih lanaca opskrbe na svijetu“ koji je postavio standarde na području maloprodaje, ali i drugih djelatnost.⁴⁹

Postajući majstorom upravljanja opskrbnim lancem, Walmart je postao i jedan od najvećih svjetskih trgovaca na malo, kao i vodeće poduzeće u implementaciji tehnologija unutar lanca opskrbe, što mu omogućuje uštedu troškova kao i to da kupcima ponudi nižu cijenu od konkurencije.

Grafikon 2. Prikaz udjela trgovina na Američkom tržištu prehrambenih proizvoda



Izvor: <https://hr.portaldacalheta.pt/amazon-vs-walmart-bezos-lanza-matar-con-la-adquisici-n-de-whole-foods>
(24.02.2022)

Na grafikonu 2 prikazani su udjeli trgovina na Američkom tržištu prehrambenih proizvoda. Iz njega se može iščitati da Walmart zauzima udio od 25%, te da prednjači nad ostalim konkurentima. Iza Walmarta, najveći udio zauzima Kroger i to 13%, zatim slijedi Costco koji

⁴⁸ Slabinac, M. (2005) Upravljanje opskrbnim lancem s primjerom Wal-marta. ur., *Zbornik radova 9. međunarodnog skupa, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku, str. 195.

⁴⁹ Hugos, M. (2003) *Essentials of supply chain management*. 3.izdanje. New Jersey: J. Wiley & Sons, Inc., str. 36.

zauzima 8%, Safeway koji bilježi 6% udjela, Publix zauzima 4%, Whole Foods ima udio od 2%, kao i Target, dok ostale trgovine na Američkom tržištu zajedno imaju udio od 40%.

Od samih početaka, Wal-Mart je predan ulaganju u informacijsku i komunikacijsku tehnologiju što mu je osiguralo i veću učinkovitost na području praćenja zaliha, logistike i distribucije, snižavajući trošak upravljanja tako velikog lanca nabave.⁵⁰

Već na početku 70-ih godina Walmart počinje s upotrebom računala s namjenom da kontrolira zalihe, a do kraja 70-ih svi maloprodajni objekti ovog trgovačkog lanca bili su umreženi s distributivnim centrom, te sjedištem Walmarta putem računala.⁵¹ Nadalje, do 1980-ih u svim su trgovinama bili postavljeni čitači na blagajnama te su svi podaci s mjesta prodaje bili slani u središnji IT odjel u Bentonville, a do kraja 80-ih svi distributivni centri imali su uvedene barkod čitače što je uvelike smanjilo troškove rada u obradi primljenih pošiljki.⁵²

U isto vrijeme Walmart uvodi i EDI sustav, te počinje primjenjivati isti sa svojim dobavljačima. Ovaj sustav je uveden sa svrhom izdavanja narudžbi i ispostavljanja računa. Njegov cilj je bio da se poveća učinkovitost standardnih procesa, ostvari kvalitetnija kontrola, te koordinacija toka isporuka. Paralelno tome, Walmart krajem 80-ih dovršava izgradnju svoga osobnog satelitskog sustava komunikacije. Danas on glasi za najveću privatnu komunikacijsku mrežu na svijetu.⁵³ Ta komunikacijska mreža omogućila je Walmartu da šalje podatke o prodaji automatski u svoje sjedište, te da se ti podatci ažuriraju u realnom vremenu.⁵⁴

U 90-ima Walmart je bio jedan od prvih maloprodajnih lanaca koji je uložio novac za izradu vlastitog softvera. Softver je imao naziv „Retail Link“ i njegova svrha je bila spojiti dobavljače s Walmartovom bazom podataka preko povezivanja EDI sustava s ektranetom. Putem pristupa Walmartovoj bazi podataka dobavljači su mogli vidjeti sve detalje vezane za prodaju i zalihe u svakom od njihovih maloprodajnih objekata.⁵⁵

⁵⁰ Basker, E. (2007) *The Causes and Consequences of Wal-Mart's Growth*. Missouri: University of Missouri, str. 4.

⁵¹ Basker, E. (2007) *The Causes and Consequences of Wal-Mart's Growth*. Missouri: University of Missouri, str. 5.

⁵² Walmart, <https://corporate.walmart.com/> (24.02.2022)

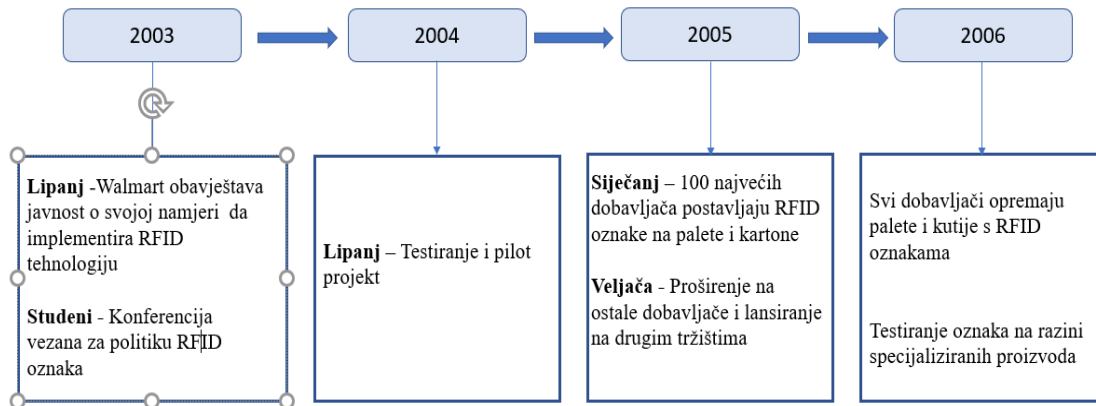
⁵³ Walmart, <https://corporate.walmart.com/> (24.02.2022)

⁵⁴ Blanchard, C. (2008): Adding value to service providers: benchmarking Wal-Mart, *Benchmarking: An International Journal*, str. 167.

⁵⁵ Walmart, <https://corporate.walmart.com/> (24.02.2022)

Razdoblje od 2000-te godine u Walmartu, obilježeno je uvođenjem on-line kupovine i RFID tehnologije. Tada je RFID tehnologija bila korištena kako bi povećala preglednost, te smanjila troškove i neučinkovitost unutar lanca opskrbe.

Tablica 2. RFID implementacija Walmarta kroz godine



Izrada autora prema: Omar, A., Hingst, R. (2018) Improving the retailer industry performance through RFID technology: a case study of Walmart and Metro Group. ur. *Cases on quality initiatives for organizational longevity: Advances in Logistics, Operations and Management Science*. USA: IGI Publishing, str. 10.

Kao što se može iščitati iz tablice 2, značajan val implementacije RFID tehnologije u maloprodaji započeo je upravo Walmart svojim "zahtjevom prema najvećih 100 dobavljača" još 2003. godine prvom velikom implementacijom RFID-a u svijetu maloprodaje.⁵⁶

Walmart je zahtijevao od svojih dobavljača da implementiraju RFID oznake u sve svoje palete i kartone do siječnja 2005-e godine.

2004. godine proveden je pilot projekt primjene ove tehnologije u Walmartu, a zbog uspješne provedbe testiranja i pilot projekta Walmart do 2006-e godine u potpunosti implementira RFID tehnologiju, te osim 100 najvećih dobavljača širi primjenu ove tehnologije i na svoje ostale dobavljače, te ju lansira i na druga tržišta.

U to vrijeme, Walmart je imao jako optimistične planove u pogledu širenja RFID tehnologije. No, ti planovi su korigirani na temelju povratnih informacija od dobavljača.

⁵⁶ Supplychaindive, <https://www.supplychaindive.com/news/RFID-rise-fall-and-return-retail/530608/> (24.02.2022)

Naime, unatoč iznimnoj snazi Walmarta na američkom tržištu, on ipak nije uspio unaprijediti ideju označavanja pojedinačnih proizvoda RFID oznakama. No, posljednjih godina inicijative upućene dobavljačima od strane velikih subjekata poput Walmarta ili drugih globalnih trgovaca itekako utječu na cijenu, proširenje korištenja i sami razvoj RFID tehnologije.

U današnje vrijeme, mnoga poduzeća strahuju od prestanka poslovanja tradicionalnih maloprodajnih objekata zbog naglog porasta online trgovine, ali RFID tehnologija dokazuje da svojom adekvatnom primjenom može doskočiti i ovom problemu. Pravi primjer kako poduzeća uvođenjem ove tehnologije mogu produžiti svoj životni vijek i opstati na tržištu, usprkos pojavi online trgovine je upravo Walmart.

RFID tehnologija Walmartu omogućuje vidljivost zaliha. Upravljanje zalihama pomoću ove tehnologije čini kupnju kod fizičkog trgovca mnogo učinkovitijom.

Digitalizacijom informacija o inventaru, te točnim informacijama o zalihama koje su dostupne, kupci mogu vidjeti koji su artikli dostupni na zalihama u svakoj njihovoj trgovini i naručiti artikle koji se ne nalaze na zalihama. Također, pomoću RFID tehnologije Walmart uvodi sustav preuzimanja namirnica, tj. nudi kupcima mogućnost da kupe robu na mreži i da je preuzmu iz trgovine kada budu spremni, a na nekim lokacijama nude i dostavu namirnica.

Fokus Walmarta je na korištenju RFID-a za poboljšanje zaliha za kupce, što znači eliminiranje dodatnih putovanja koje bi kupci mogli napraviti do njihove ili do drugih trgovina. Na dnevnoj bazi više od 24 milijuna ljudi kupuje u Walmart trgovinama, ako se 100.000 dodatnih putovanja izbjegne, tj. ako imaju artikle na zalihama, uštedjeli bi kupcima 22,8 milijuna dolara godišnje i smanjili bi sintetičke plinove za 80 209 metričkih tona.⁵⁷

Tvrtka Walmart danas postavlja čitače RFID oznaka u nekoliko dijelova trgovine:⁵⁸

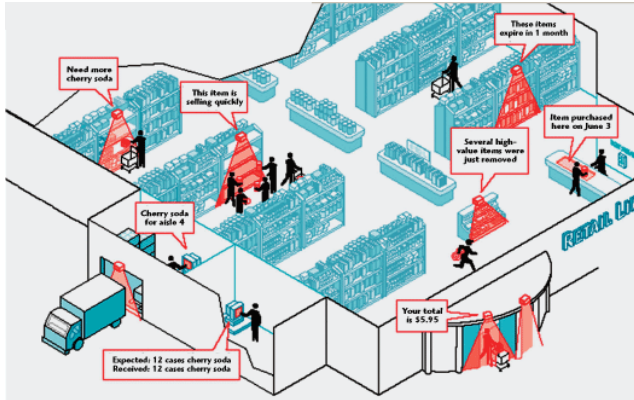
- na doku gdje ulazi roba,
- u cijeloj stražnjoj prostoriji,

⁵⁷ Walmart, <https://corporate.walmart.com/newsroom/2007/04/30/wal-mart-continues-rfid-technology-expansion> (24.02.2022)

⁵⁸ Omar, A., Hingst, R. (2018) Improving the retailer industry performance through RFID technology: a case study of Walmart and Metro Group. ur. *Cases on quality initiatives for organizational longevity: Advances in Logistics, Operations and Management Science*. USA: IGI Publishing, str. 10.

- na vratima od skladišta do prodajnog prostora,
- u području za drobljenje kutija, gdje na kraju završe sve prazne kutije.

Slika 8. Primjena RFID sustava na primjeru Walmart-a



Izvor: <https://walmartsupplychain.weebly.com/rfid-technology.html> (24.02.2022.)

Na slici 8 je i slikovito prikazana primjena RFID tehnologije unutar Walmartovog maloprodajnog prostora.

Da bi zadovoljio potrebe svojih potrošača i pružio bolje iskustvo kupovine, Walmart konstantno dopunjava i prilagođava politike i poslovne procese. Mnoge od tih promjena zahtijevaju od Walmartovih dobavljača da ažuriraju prakse opskrbnog lanca od isporuke do pakiranja.

Uvođenje RFID tehnologije u poslovanje je velika investicija i velik poslovni zahvat, ali s obzirom na dugoročne koristi i sve uštede u lancu opskrbe itekako je isplativ promatrajući period od više godina.

Što se tiče budućnosti primjene RFID tehnologije u Walmartu predsjednik i CEO Rollin Ford rekao je: "U bliskoj budućnosti, kupci bi mogli uživati u prednostima kao što su automatsko aktiviranje jamstva na elektroniku, osiguranje svježine hrane zahvaljujući praćenju hladnog lanca i poboljšanoj sigurnosti proizvoda kao rezultat bržeg, točnijeg povlačenja i boljeg praćenja svježine." ⁵⁹

Najnovija inovacija koju je Walmart usvojio unutar korištenja RFID tehnologije je projekt uvođenja RAIN RFID-a u maloprodaji.

⁵⁹ Walmart, <https://corporate.walmart.com/newsroom/2007/04/30/wal-mart-continues-rfid-technology-expansion> (24.02.2022)

Implementacijom RAIN RFID tehnologije Walmart ostvaruje sljedeće prednosti:⁶⁰

- jedinstvena identifikacija artikala,
- niska cijena,
- nisu potrebne baterije,
- nije potrebna linija vidljivosti,
- omogućuje dugi ili kratki domet,
- sigurnosna dostupnost,
- povezuje se na senzore.

Walmart je svojim dobavljačima postavio uvjet da zaključno s 22.02.2022. na sve artikle izuzev odjeće moraju postaviti RAIN RFID oznake da bi ih mogli pustiti u promet u Walmart trgovinama.

5.1. Prednosti i nedostaci implementacije RFID tehnologije u Walmartu

Iako se Walmart danas može pohvaliti brojnim prednostima i koristima RFID tehnologije koju je implementirao u svoje poslovanje, na samom početku uvođenja ove tehnologije, susreo se brojnim izazovima, kao što su:⁶¹

- Kupnja RFID oznaka - budući da je sustav bio novi proces za dobavljače kao i za Walmart, nije bilo jasno tko je bio odgovoran za kupnju oznaka, što je bila velika prepreka. Sada se podrazumijeva da će bez obzira tko kupuje RFID oznake, trošak biti uključen u ukupnu cijenu artikala nakon što stignu na police.
- Prihvatljive stope čitanja - neke Walmart lokacije su se borile za postizanje prihvatljivih stopa čitanja sa značajnim dijelovima oznaka koje se nisu mogle pročitati. Mnogi od ovih problema nastali su zbog kućišta koji su sastavljeni od materijala koji ometaju RF valove, poput metala i tekućina. Danas se ovaj problem

⁶⁰ RainAlliance, https://rainrfid.org/wp-content/uploads/2017/02/RAIN_Brochure_IndivPages_Final.pdf (24.02.2022)

⁶¹ AtlasRFIDstore, <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/walmart-and-rfid-the-relationship-that-put-rfid-on-the-map> (24.02.2022)

može riješiti posebno izrađenim oznakama napravljenim za posebno korištenje s vodom ili metalom.

- Neučinkovitost ljepljivosti - neke oznake su imale neučinkovita ljepljivosti, zbog čega je došlo do odvajanja od paleta pošiljki, a neke su čak bile nečitljive. Ljepljivosti koja se koriste sad na RFID oznakama su mnogo otpornija.
- Trošak oznaka - oznake koje su se koristile za praćenje Walmartovih pošiljki nisu bile toliko isplative kao danas, kada je u prosjeku 0,08 USD svaka, dok je početkom 2000-tih prosječna cijena bila 0,50-0,75 USD, budući da RFID nije bio toliko široko korišten u to vrijeme i tehnologija je općenito koštala više.

Unatoč problemima na početku implementacije RFID tehnologije u svoje poslovanje Walmart je ipak na kraju izvukao mnogo više koristi nego nedostataka. Poduzeće je objavilo da upotrebom ove tehnologije ima 18% manje pogrešaka u predviđanju zaliha, 20% manje ciklusa popunjavanja zaliha, 32% porasta u prodaji i 40% točnih predočenja zaliha.⁶² Također, studija koju je proveo RFID istraživački centar Sveučilišta u Arkansasu o Walmartovoj upotrebi RFID-a, otkrila je da su trgovine koje su uključivale RFID smanjile zalihe na razini trgovina za 16% u odnosu na lokacije bez RFID-a.⁶³

Poboljšanja koja proizilaze iz Walmartove RFID implementacije su:⁶⁴

- Walmart je eliminirao mnoge ljudske postupke, uključujući i one u primanju robe, upravljanju zalihama i otpreme.
- Walmart je uspio svesti na minimum smanjenje zaliha i situacije kada nema zaliha, automatskim praćenjem kretanja proizvoda.
- Smanjen je broj pogrešaka u unosu podataka.
- Kupci su dobili bolju ponudu kako je sustav postao učinkovit.

⁶² Pantalon D., Čovo, P. (2011) Suvremeni utjecaj logistike u maloprodaji. U: S., Ekinović, ur., *7. Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "Kvalitet 2011"*, Zenica: Fakultet mehaničkog inženjstva Zenica, str. 221.

⁶³ AtlasRFIDstore, <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/walmart-and-rfid-the-relationship-that-put-rfid-on-the-map> (24.02.2022.)

⁶⁴ Omar, A., Hingst, R. (2018) Improving the retailer industry performance through RFID technology: a case study of Walmart and Metro Group. ur. *Cases on quality initiatives for organizational longevity: Advances in Logistics, Operations and Management Science*. USA: IGI Publishing, str. 206.

- Pravi proizvodi bili su dostupni u pravim trgovinama u pravo vrijeme.
- Predviđanje potražnje proizvoda postalo je jednostavno.
- Kupci su uštedjeli vrijeme.

Zaključno, postoji jaka veza između Walmarta i RFID tehnologije. Radeći s RFID tehnologijom, Walmart je od početka poboljšao funkcionalnu učinkovitost. A sada, rade rame uz rame, kako bi doveli do stalnog napretka u industrijama opskrbnog lanca i upravljanja zalihama, odnos između Walmarta i RFID-a stvara puteve za druge maloprodajne tvrtke da ugrade svoje artikle na prodajnom mjestu ili prate pošiljke.⁶⁵

⁶⁵ Walmart, <https://corporate.walmart.com/search?q=RFID+future> (24.02.2022)

6. ZAKLJUČAK

U današnjem vremenu vođenje logističkih i nabavnih procesa bi bilo nezamislivo bez uvođenja informacijske i komunikacijske tehnologije.

Tehnologija koja se posljednjih godina posebno istakla i koju mnogi smatraju za jednu od najvažnijih računalnih tehnologija u povijesti je RFID tehnologija tj. tehnologija radio frekvencijske identifikacije. Ova tehnologija se pokazala kao tehnologija uz koju lanac opskrbe može postići vrlo visoke performanse, koristeći automatsko prikupljanje podataka, utječući na povećavanje brzine reakcije maloprodaja, povećanjem produktivnosti i pružajući točne informacije u stvarnom vremenu. Može utjecati na smanjenje troškova, pojednostaviti poslovne procese, te spriječiti ili smanjiti pogreške na zalihama. Sve navedeno u konačnici dovodi i do kvalitetnije i više razine usluge za krajnjeg potrošača.

Kada je u pitanju implementacija ove tehnologije, nužno je da svi članovi opskrbnog lanca shvate njene prednosti, jer će samo adekvatnim implementiranjem postići očekivani uspjeh. Ako su svi članovi opskrbnog lanca spremni na suradnju, RFID tehnologija može istovremeno omogućiti i dobavljaču kao i maloprodaji informacije o potražnji potrošača, te će svi članovi u lancu imati jasan pregled i zatvorit će se krug od ponude do potražnje.

RFID tehnologija je i dalje u razvoju i to s tendencijom ubrzanog rasta. Implementacija ove tehnologije je vrlo logičan izbor svim poduzećima koja žele uspješno poslovati, te optimizirati troškove.

Pravi primjer uspješne implementacije ove tehnologije u logistici je Walmart. Bez obzira na mnoge probleme s kojima se susreo na početku, Walmart je iskoristio prednosti ovog sustava, što je vidljivo iz njihovih povećanja u prodaji, smanjenja pogrešaka u predviđanju zaliha, te smanjenja zaliha na razini trgovina. S obzirom na sve prednosti koje je ovaj sustav donio Walmartu, ovo poduzeće ga planira nastaviti koristiti i u budućnosti.

POPIS LITERATURE

Knjige i stručni radovi:

1. Ahuja, S., Potti P. (2010), An Introduction to RFID Technology, *Journal of Communications and Network*, 2(3).
2. Al Kattan, I., Al-Tamimi, A. and Zaabi, A. (2009) Cost Analysis of Inventory Management of Multiple Projects Using RFID, *The Built & Human Environment Review*, 2(1).
3. Basker, E. (2007) *The Causes and Consequences of Wal-Mart's Growth*. Missouri: University of Missouri
4. Blanchard, C. (2008): Adding value to service providers: benchmarking Wal-Mart, *Benchmarking: An International Journal*
5. Dujak D., ur. (2011) *Implementacija RFID tehnologije u logističke i supply chain aktivnosti maloprodaje*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku
6. Dujak D., ur. (2006) *RFID tehnologija u logistici s posebnim osvrtom na upotrebu u maloprodaji*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku
7. Hugos, M. (2003) *Essentials of supply chain management*. 3.izdanje. New Jersey: J. Wiley & Sons, Inc.
8. Idbek, R., Župan, M. (2009) Tehnologija RFID u sustavu označavanja i praćenja proizvoda. ur. *Zbornik radova 9. međunarodnog skupa, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu*. Požega: Veleučilište u Požegi
9. Jones, E., Chung, C. (2007) *RFID in Logistics: A Practical Introduction*. 1. izd., Boca Raton: CRC Press
10. Jones E. C., Chung C. A. (2008) *RFID and auto-ID in planning and logistics*. 1.izd. SAD: Taylor & Francis Group
11. Jones, P., (2005) The benefits, challenges and impacts of radio frequency identification technology (RFID) for retailers in the UK, *Marketing Intelligence i Planning*, 23(4).
12. Johansson, B. (2004) *An Introduction to RFID – Information Security and Privacy Concerns*. Linkoping: Linkoping Institute of Technology
13. Katić, T. (2018) *Identifikacija i pristup primjenom RFID tehnologije*. Diplomski rad. Split: Prirodoslovno matematički fakultet

14. Landt, J. (2005) The history of RFID, *Ieee potentials*
15. Livun, N. (2005) *Radio – Frequency – IDentification*. Seminarski rad. Zagreb: Laboratorij za sustave i signale
16. Miles, S., Sarma, S., Williams, J. (2008) *RFID Technology and Applications*. 1. izdanje. Cambridge: Cambridge University Press
17. Nash., T., (2010) *RFID Technology and Its Impact on the Supply Chain*, Michigan: Eastern Michigan University
18. Omar, A., Hingst, R. (2018) Improving the retailer industry performacne through RFID tehnology: a case study of Walmart and Metro Group. ur. *Cases on quality initiatives for ogranizational longevity: Advances in Logistics, Operations and Management Science*. USA: IGI Publishing
19. Pantalon D., Čovo, P. (2011) Suvremeni utjeecaj logistike u maloprodaji. U: S., Ekinović, ur., 7. *Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "Kvalitet 2011"*, Zenica: Fakultet mehaničkog inženjerstva Zenica
20. Pleša Puljić, N., Celić M., Puljić, M. (2017) Povijest i budućnost prodavaonica. *Praktični menadžment*, 8(1)
21. Poirier, C., McCollum, D. (2005) *RFID - Strategic Implementation and ROI: A Practical Roadmap to Success*. 1. izdanje, Florida: J.Ross Publishing
22. Rajkishore, N. (2015) RFID in textile and clothing manufacturing: technology and challenges. *a Springer open Journal*. 2(9).
23. Renko, S., Fičko, D., Petljak, K., (2009.) Novi logistički trendovi kao potpora maloprodaji, ur. *Zbornik radova 9. međunarodnog skupa, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku
24. Roberts C., M. (2006) *Radio frequency identification (RFID)*. New Zealand: Elsevier Ltd.
25. Rosenbloom, B. (2008) *Marketing Channels: A Management View*, 8. izd., SAD: South Western Cengage Learning
26. Segetija Z. (2005.) Značaj logističkih troškova u trgovini, *Suvremena trgovina*, 30(2).
27. Slabinac, M. (2005) Upravljanje opskrbnim lancem s primjerom Wal-marta. ur., *Zbornik radova 9. međunarodnog skupa, Poslovna logistika u suvremenom menadžmentu*. Osijek: Ekonomski fakultet u Osijeku
28. Want, R. (2006) An Introduction to RFID technology, *Ieee Pervasive Comput*, 5(1).

Internet stranice:

1. TechTarget, <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/RFID-radio-frequency-identification> (20.02.2022)
2. Cert.hr, <https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/CCERT-PUBDOC-2007-01-179.pdf> (20.02.2022.)
3. ParagonID, <https://www.paragon-id.com/en/inspiration/history-radio-frequency-identification-technology> (20.02.2022)
4. EFF, <https://www.eff.org/document/position-statement-use-rfid-consumer-products> (24.02.2022)
5. Businesswire: <https://www.businesswire.com/news/home/20200518005465/en/Global-Radio-Frequency-Identification-RFID-Market-Outlook> (24.02.2022)
6. McKinsey&Company, <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/rfids-renaissance-in-retail> (24.02.2022)
7. Peak Tehnologies, <https://www.peaktech.com/blog/future-of-rfid/> (24.02.2022)
8. RainAlliance, <https://rainrfid.org/about-rain/what-is-rain/> (24.02.2022)
9. Lowry Solutions, <https://lowrysolutions.com/blog/what-is-the-future-of-rfid-technology/> (24.02.2022)
10. IDTechEx, <https://www.idtechex.com/en/research-article/rfid-in-2021-and-what-to-expect-for-the-future/25430> (24.02.2022)
11. Walmart, <https://corporate.walmart.com/> (24.02.2022)
12. Supplychaindive, <https://www.supplychaindive.com/news/RFID-rise-fall-and-return-retail/530608/> (24.02.2022)
13. AtlasRFIDstore, <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/walmart-and-rfid-the-relationship-that-put-rfid-on-the-map> (24.02.2022)

POPIS SLIKA

Slika 1. Primjena RFID tehnologije u logistici	4
Slika 2. RFID sustav.....	8
Slika 3. Vrste RFID tagova	11
Slika 4. RFID princip rada i razmjene podataka između čitača i taga	12
Slika 5. Mogućnosti RFID tehnologije u opskrbnom lancu.....	15
Slika 6. RFID tehnologija u skladištu	Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.
Slika 7. RFID tehnologija u maloprodaji	23
Slika 8. Primjena RFID sustava na primjeru Walmart-a.....	40

POPIS TABLICA

Tablica 1. Koristi korištenja RFID tehnologije u prodaji i proizvodnji	27
Tablica 2. RFID implementacija Walmarta kroz godine	38

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Koristi primjene RFID tehnologije	25
Grafikon 2. Prikaz udjela trgovina na Američkom tržištu prehrambenih proizvoda	36

