

## PRIMENA RFID TEHNOLOGIJE U POSLOVNIM PROCESIMA APPLICATION OF RFID TECHNOLOGY IN BUSINESS PROCESSES

Jelena Obradović, *Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu*  
Bojana Obradović, *Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu*

**Sadržaj** - U stalnom razvoju društva i odnosa u njemu težnja za većom produktivnošću dobija sve veći značaj. U cilju poboljšanja prodaje, u preduzećima je kao zamena bar koda počela da se koristi RFID tehnologija. U radu je opisan način funkcionisanja RFID sistema. Navedene su i opisane njegove osnovne hardverske celine. Opisani su osnovni modeli primene, pri čemu je akcenat stavljen na primenu u poslovnim procesima.

**Abstract** - With constant development of society and relations within it, a tendency for increased productivity is gaining greater importance. In order to improve sales, companies began to use RFID technology as a substitute for bar code. The paper describes the functioning of RFID systems. It's basic hardware components are listed and described. The basic models of implementation are described, with emphasis on the application in business processes.

### 1. UVOD

U stalnom razvoju društva i odnosa u njemu težnja za većom produktivnošću dobija sve veći značaj. Produktivnost kao jedno od najvažnijih merila efikasnosti rada i humanizacija rada kao drugi, u osnovi različit ali ravnopravan i neodvojiv cilj društva, zavise ne samo od uspostavljenih društvenih odnosa, već i od načina upravljanja procesom rada, i načina postavljanja ovog procesa.

U cilju poboljšanja prodaje, kao zamena za bar kodove, u širu primenu ulazi nova tehnologija za identifikaciju proizvoda - radio frekvencijska identifikacija (RFID). RFID menja način na koji preduzeća prate kretanje svojih proizvoda. Iako je primena RFIDa u osnovi vezana za identifikaciju proizvoda i uravnoteženje lanaca snabdevanja, njegov dosadašnji opseg primene znatno prevazilazi poslovne okvire. RFID se koristi u školama, bolnicama, privatnim domovima i javnim institucijama, za praćenje predmeta, životinja i ljudi, kontrolu pristupa pojedinim institucijama ili prostorijama u okviru njih. Varijacije primene ove tehnologije zavise od sistema u koji je tehnologija integrisana.

### 2. RADIO FREKVENCIJSKA IDENTIFIKACIJA

**Radio frekvencijska identifikacija (RFID)** je tehnologija bežičnog prenosa informacija koja se koristi za identifikaciju pojedinačnih predmeta putem radio talasa. Hardverski deo RFID sistema sastoji se od tagova i čitača koji služe za slanje i prijem radio signala sa objekata koji se identifikuju. RFID tehnologija ne zahteva da tag i čitač budu u neposrednom kontaktu, već je neophodno da tag bude u oblasti delovanja magnetnog ili mikrotalasnog polja koje formira čitač. Na ovaj način se istovremeno mogu automatski očitati stotine tagova u sekundi.

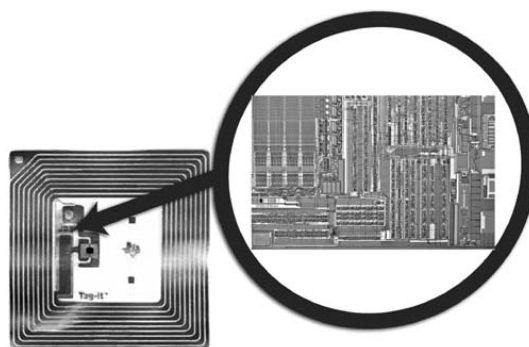
**Tag** je elektronska komponenta RFID sistema koja se postavlja na objekat koji je potrebno identifikovati i pratiti. Osnovne digitalne informacije o proizvodu koje tag sadrži

čini jedinstveni serijski broj datog proizvoda. Najčešće se radi o EPC (Electronic Product Code) identifikatoru koji je definisan od strane MIT instituta, i kasnije prihvaćen od strane EPCglobal organizacije za standardizaciju. Međutim, tag može sadržati i druge informacije. Sa razvojem RFID tehnologije na tržištu se pojavio veliki broj različitih vrsta tagova. Klasifikacija tagova može biti izvršena na osnovu nekoliko kriterijuma (izvor energije za rad i iniciranje kontakta sa čitačem, dimenzije, domet očitavanja, tip i kapacitet memorije).

Najznačajnija podela tagova napravljena je sa aspekta izvora energije za rad i iniciranja kontakta sa čitačem, i to na aktivne, pasivne i polupasivne. **Aktivni tagovi** poseduju sopstveni izvor energije u vidu baterije, i mogu da iniciraju kontakt sa čitačem, tako što šalju sopstveni signal. Posebna pogodnost korišćenja ovih tagova je mogućnost povezivanja sa sistemom za globalno pozicioniranje (GPS), što ih čini povoljnim za primenu u praćenju kretanja vozila i transportnim sistemima. **Pasivni tagovi** nemaju sopstveni izvor energije i ne poseduju sposobnost da iniciraju kontakt sa čitačem. Energiju za rad dobijaju putem signala koje im šalje čitač. Ovi tagovi mogu imati domet očitavanja od 2 mm do 5 m. Najčešće se koriste u modelima elektronskog plaćanja (Slika 1). **Polupasivni (semi pasivni) tagovi** imaju sopstveni izvor napajanja, ali ne iniciraju kontakt sa čitačem, već samo odgovaraju na njegove signale. Funkcionisanje ovih tagova slično je funkcionisanju pasivnih tagova, ali obzirom da poseduju bateriju, snaga njihovih signala i domet očitavanja znatno su veći od snage signala i dometa pasivnih tagova.

Sa aspekta tipa memorije razlikuju se Read-only, Read-Write i kombinovani tagovi. **Read-Only (RO) tagovi** mogu samo jednom biti programirani, uglavnom od strane proizvođača. Od trenutka programiranja pa na dalje, podaci smešteni u memoriji taga ne mogu se više menjati. Prednost ovog tipa tagova je lako inkorporiranje u bar kod sisteme prodajnih objekata. Mana je ograničena fleksibilnost u primeni. Poseban vid Read-Only tagova je **Write-Once-Read-Many (WORM) tag**. Prilikom nabavke ovakve vrste taga, korisnik dobija mogućnost da na njega samo jednom

upiše podatke. Nakon toga sa tagom se može samo komunicirati radi preuzimanja podataka. **Read-Write (RW) tagovi** poseduju memoriju koja je izmenljivog tipa. Na njih se mogu smeštati velike količine raznovrsnih podataka. Podaci se mogu menjati po potrebi. Ovaj tip tagova je veoma povoljan za primenu, te rasprostranjen u poslovnim sistemima. **Kombinovani (RO-RW) tagovi** sadrže Read-Only (RO) i Read-Write (RW) tip memorije. U RO memoriju smeštaju se neizmenljivi podaci (jedinствeni identifikatori, serijski brojevi i sl.), a u RW memoriju podaci koji se po potrebi mogu menjati.



Slika 1. Tipični pasivni tag i čip, [5]

Obzirom da se kao primarna navodi podela tagova na aktivne, pasivne i polupasivne, u tabeli 1 dat je pregled njihovih karakteristika u odnosu na prethodno definisane kriterijume.

Tabela 1. Karakteristike osnovnih tipova tagova

Kriterijumi	Tip tagova		
	Pasivni	Polupasivni	Aktivni
Izvor napajanja	Ne poseduje sopstveni izvor napajanja	Poseduje sopstveni izvor napajanja (baterija)	Poseduje sopstveni izvor napajanja (baterija)
Komunikacija	Inicirana čitačem	Inicirana čitačem	Može samostalno da je inicira
Veličina	Veoma mali, najmanje dimenzije (V×Š×D) 5μm×0,15mm×0,15mm	Srednja	Velika, najčešće dimenzije (V×Š×D) 1,5cm×4,5cm×9cm
Dometa očitavanja	Kratak, od 2 mm do nekoliko metara	Do 100 metara	Širok, do 1 km
Tip memorije	RO, WORM, RW	RO, WORM, RW	RO, WORM, RW
Kapacitet memorije	Od 16 B do 64 KB	Do 8 MB	Do 8 MB

Najčešće korišćeni RFID tagovi su „pametne nalepnice“ (**Smart Labels**). To je specijalna vrsta tagova malih dimenzija koja je utisnuta u papirni omot, i može se nalepiti na proizvod. Ovo je najjeftinija vrsta tagova, poznata pod nazivom *RFID niskih troškova*. Najvažnija prednost „pametnih nalepnica“ je što se na njihovu površinu može odštampati bar kod, i tako obezbediti upotreba ovih tagova u sistemima koji ne podržavaju RFID tehnologiju.

U decembru 2004. godine prihvaćena je druga generacija EPCglobal standarda tagova popularno nazvana **Gen2**. EPC UHF Gen2 tagovi su dizajnirani tako da se mogu koristiti u svim regionima sveta i to na frekvencijama od 860 MHz do 930 MHz. Ovaj standard omogućava da više čitača bude u neposrednoj blizini jedan sa drugim, poboljšavajući sigurnost, i selektivno očitavanje tagova putem upoređivanja informacija sa taga sa vrednostima koje zahteva čitač. EPC UHF Gen2 tagovi su ušli u masovnu proizvodnju početkom januara 2006. godine i imaju podršku velikih svetskih distribucionih lanaca.

**Čitač** je komponenta RFID sistema koja se postavlja na određenoj lokaciji u sistemu, i ima ulogu prikupljanja podataka o praćenom objektu sa taga. Prilikom kretanja

objekta u njegovoj okolini, čitač „komunicira“ sa tagom posredstvom radiotalasa, i sa njega prikuplja potrebne podatke. Zatim te podatke prosleđuje centralnom računaru gde se vrši njihovo filtriranje i obrada uglavnom posredstvom ERP (Enterprise Resource Planning) softvera posebno prilagođenih RFID sistemima.

### 3. PRIMENA RFID U POSLOVNIM PROCESIMA

RFID tehnologija omogućava automatsko prikupljanje podataka u realnom vremenu, odgovarajuću manipulaciju podacima i upravljanje informacijama na nivou jednog poslovnog sistema, radi poboljšanja kvaliteta poslovnog odlučivanja. Ona takođe omogućava efikasnu razmenu podataka između više poslovnih sistema.

Identifikovano je šest osnovnih prednosti primene RFID tehnologije:

1. Automatsko prikupljanje podataka u realnom vremenu,
2. Ekonomičnost u primeni sa aspekta vremena,
3. Velika količina raznih vrsta podataka,
4. Uvid u stanje objekata,
5. Efikasno prostorno lociranje objekata,
6. Velika tačnost prikupljanja podataka.

S obzirom da omogućava automatsko prikupljanje podataka u realnom vremenu, efikasno prostorno lociranje elemenata, i uvid u stanje određenog elementa, RFID može biti jako koristan za preduzeća. Prikupljanjem i analizom podataka primenom RFID tehnologije operacioni menadžment kompanije može steći bolji uvid u stanje proizvoda i izvršiti bolju analizu kretanja i brzina kretanja materijala i proizvoda kroz preduzeće, prijema u skladište, stanja zaliha materijala i gotovih proizvoda (u određenom trenutku), transporta gotovih proizvoda, trenda (prilikom prodaje), i nastanka grešaka. Informacije dobijene analizom RFID podataka mogu se koristiti u važnim aktivnostima preduzeća u oblasti integracije lanaca snabdevanja, poboljšanja operacija, proaktivnog planiranja, predviđanja, sistemima za podršku odlučivanju...

RFID se najčešće koristi za:

1. Praćenje toka materijala, poluproizvoda i konačnih proizvoda unutar preduzeća,
2. Praćenje uskladištenja i iskladištenja proizvoda,
3. Praćenje prodaje,
4. Omogućavanje plaćanja proizvoda u supermarketima karticama koje ne moraju da stupe u fizički kontakt sa čitačima,
5. Omogućavanje pristupa pojedinim delovima preduzeća,
6. Potvrdu vlasništva nad pojedinim predmetima,
7. Proveru autentičnosti i otkrivanje falsifikata,
8. Smanjivanje vremena prolaska proizvoda kroz lanac snabdevanja zbog boljeg protoka informacija,
9. Automatizaciju otkrivanja grešaka (u ranim aktivnostima),
10. Bolju zaštitu proizvoda od krađe.

Najznačajniji vid primene RFID tehnologije u poslovnim sistemima je u oblasti upravljanja lancima snabdevanja, i integracije lanaca snabdevanja. Upravljanje lancem snabdevanja je koncept upravljanja tokom proizvoda od početnog snabdevača do krajnjeg korisnika [2]. Zasnovan je na ideji širenja informacija između snabdevača, proizvođača, distributera, prevoznika i prodavaca, pri čemu je uloga Interneta ključna. Stoga se mora planirati razmena RFID podataka među poslovnim partnerima u realnom vremenu, što današnje RFID tehnologije i standardi (ALE, EPC-IS) omogućavaju.

#### 4. MODELI PRIMENE RFID U POSLOVNIM PROCESIMA I LANCIMA SNABDEVANJA

Varijacije primene RFID tehnologije zavise od poslovnog sistema u okviru kog je tehnologija implementirana, i od potreba za njenim korišćenjem. U opštem slučaju, spektar primene RFID tehnologije na nivou preduzeća može se razložiti na sedam aplikacija (modela).

**Kontrola pristupa** je aplikacija RFID sistema koja selektivno omogućava pristup pojedinim lokacijama. Odnosi se na ljude ili predmete koji na sebi imaju tagove određene vrste. Karakteriše je sledeće:

1. Osoba kojoj treba obezbediti pristup nekoj lokaciji poseduje tag koji sadrži jedinstveni identifikator. Ukoliko se pristup odobrava predmetima, tada su tagovi

sa jedinstvenim identifikatorima smešteni na odgovarajuće predmete;

2. Tagovi se registruju i vrši se provera na njima smeštenih identifikatora, na ulazima i izlazima lokacija koje zahtevaju kontrolu pristupa. Proveru identifikatora vrši bezbednosni sistem, nakon čega se pristup određenoj lokaciji odobrava, ili odbija.

Primarni vidovi upotrebe ove aplikacije su:

1. Otkrivanje falsifikata predmeta i tagova i adekvatno reagovanje na iste,
2. Registrovanje nelegalnog pristupa pojedinim lokacijama neposredno nakon legalnog i reagovanje na isti,
3. Praćenje legalnih pristupa lokacijama ili napuštanja istih, odbijanje nedozvoljenih prolazaka, i odobravanje prolazaka u slučajevima vanrednih i urgentnih situacija.

**Sprečavanje krađe** je model RFID sistema koji obezbeđuje efikasnu zaštitu od krađe u maloprodajnim i veleprodajnim objektima. Model je okarakterisan sledećim koracima:

1. Postavljanje taga na objekat koji se želi zaštititi od krađe,
2. Postavljanje čitača na osetljivim pozicijama u preduzeću (izlazi),
3. Uklanjanje taga sa objekta u slučaju potvrde o prodaji, te bezbednosti izlaska iz sistema.

RFID sistem se u okviru ove aplikacije može povezati sa alarmnim sistemom, ili sa sistemom automatskog zaključavanja prodajnog objekta. RFID tagovi se koriste simultano sa tagovima sistema za elektronsko nadgledanje artikala (EAS-Electronic Article Surveillance). RFID tagovi koji se u okviru prodaje koriste su pasivnog tipa, najčešće visoke frekvencije. Pri prodaji RFID-om zaštićenih objekata, tagovi se sa njih uklanjaju, i dekodiraju se, pa se mogu dalje upotrebiti postavljanjem na neke druge objekte.

**„Obeleži i šalji“ (Tag and Ship)** je minimalni RFID sistem koji omogućava fizičko obeležavanje proizvoda tagom, i proveru funkcionisanja taga. Proizvodi se obeležavaju na samom kraju procesa proizvodnje, neposredno pred isporuku. Ovaj sistem je obeležio početak primene RFID tehnologije u industriji. Ovaj tip aplikacije povezan je najčešće sa zadovoljavanjem zahteva za korišćenjem RFID tehnologije nekog drugog preduzeća, poslovnog partnera. Uvođenje ovakve aplikacije ne redukuje troškove preduzeća koje je uvodi, već troškovi rastu usled nabavke potrebnog hardvera (i softvera) i odsustva prednosti primene zbog kasnog obeležavanja proizvoda, odnosno upotrebe u završnoj fazi proizvodnog ciklusa. Preduzeće ne ostvaruje poboljšanja u procesu nabavke sirovina i materijala, proizvodnje, unutrašnjeg transporta i skladištenja gotovih proizvoda, niti u domenu protoka i kontrole informacija i pružanja usluga.

**Potruga i praćenje (Track and Trace)** je aplikacija RFID sistema čija je osnovna primena praćenje kretanja vozila u toku transporta i distribucije. Aplikaciju potrage i praćenja objekata karakteriše sledeće:

1. Postavljanje taga koji sadrži jedinstveni identifikator na objekat koji se prati,

2. Očitavanje identifikatora sa taga na određenoj lokaciji dok se objekat kreće.

Trenutno postoje dva tehnička rešenja koja se primenjuju u ovom modelu. Prvo je satelitsko praćenje, koje omogućava geografsko lociranje taga kad god je to potrebno. RFID tag koji može da komunicira sa čitačem direktno putem satelita spada u tehnologiju budućnosti i primenjivaće se najčešće u transportnim i rent-a-kar sistemima. Drugo je praćenje aktivnih ili pasivnih tagova u ograničenom dometu, koje zahteva da se tag kreće kroz jasno definisani prostor da bi mogao da bude registrovan. Ovakav se način može primenjivati na naplatnim rampama, skladištima, proizvodnim procesima i prodajnim objektima ili parking servisima. Najznačajniji vidovi primene aplikacije potrage i praćenja mogu se naći u okviru upravljanja lancima snabdevanja, praćenja bioloških, hemijskih ili hazardnih materijala, i praćenja prtljaga na aerodromima.

**Praćenje paleta i kutija** je najčešće pominjana i najšire primenjivana aplikacija RFID sistema. Ovaj model podrazumeva da se tagovima obeležavaju palete i kutije koje u sebi sadrže više objekata. Model je najefikasnije primenjivan u slučaju praćenja tovara koji sadrže objekte istog tipa. Ređe se primenjuje u praćenju tovara koji sadrže različite tipove objekata. Najčešće se koristi u skladištenju i unutrašnjem transportu, mada je moguća integracija sa modelom *potraga i praćenje* u kom slučaju se primenjuje i u distribuciji.

**„Pametna polica“ (Smart Shelf)** je sistem polica i kontejnera koji konstantno prate broj i stanje pojedinačnih predmeta koji su na njih smešteni. To je najsavršeniji vid RFID sistema, koji u slučaju uklanjanja ili dodavanja objekta momentalno obnavlja informacije o stanju zaliha. Primarna svrha ovog sistema je precizno pozicioniranje objekata u prostoru. Najčešće se koristi u sistemima za skladištenje. Na tagove RFID sistema moguće je upisati razne vrste podataka, npr. podatke o roku trajanja ili minimalnoj količini zaliha određenog proizvoda.

**Elektronsko plaćanje** je RFID aplikacija čija je uloga olakšavanje i ubrzavanje plaćanja proizvoda i usluga. Opštu primenu ove aplikacije karakteriše sledeće:

1. tag koji sadrži jedinstveni matični broj ili neki drugi identifikator korisnika (klijenta), i
2. preuzimanje (očitanje) identifikatora sa taga na prodajnom mestu.

U trenutku transakcije, matični broj korisnika povezuje se sa brojem bankovnog računa korisnika, i odgovarajući novčani iznos se prenosi sa računa korisnika na račun preduzeća. Povoljnija opcija primene je da se u okviru određenog platnog sistema izvrši dodeljivanje jedinstvenog identifikacionog broja korisniku, te da se otvori i sa njim poveže novi bankovni račun sa ograničenom svotom novca. Na taj način, ako tag bude izgubljen ili ukraden novčana šteta koju će korisnik pretrpeti bila bi minimalna. Model se može primenjivati u svim maloprodajnim i veleprodajnim objektima, na naplatnim rampama, benzinskom pumpama i sl. Prednost ovog modela je što se novčana transakcija vrši brzo, jednostavno i bezbedno za korisnika. Pogodnost modela

elektronskog plaćanja je u tome što se RFID sistem može povezati sa nekim drugim platnim sistemima. Na primer, ovaj sistem se može povezati sa sistemom kreditnih kartica na taj način što se u slučaju nedostatka novca na računu nedostajući iznos može pokriti sa kreditne kartice korisnika.

## 5. ZAKLJUČAK

RFID je tehnologija koja se koristi u raznim oblastima ljudskog delovanja. U preduzećima je počela da se koristi kao zamena bar koda, ali njena primena daleko prevazilazi ovu osnovnu namenu, pa i okvire samog preduzeća.

U radu je opisan način funkcionisanja RFID sistema, i navedeni su osnovni tipovi RFID tagova. Naveden je značaj primene ove tehnologije u preduzećima, opisani su osnovni modeli primene i navedene su njihove prednosti i mane.

## LITERATURA

- [1] O. Ilić, *Računarski integrisana proizvodnja*, FON, Beograd, 2003
- [2] D. Vasiljević, *Računarski integrisana logistika: modeli i trendovi*, FON, Beograd, 2001
- [3] Skup privrednika i naučnika V, zbornik radova, FON, Beograd, 2007
- [4] H. Bhatt, B. Glover, *RFID Essentials*, O'Reilly, elektronski format, 2006
- [5] B. Manish, M. Shahram, *RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems*, Prentice Hall PTR, elektronski format, 2005
- [6] S. Lahiri, *RFID Sourcebook*, Prentice Hall PTR, elektronski format, 2005
- [7] V. D. Hunt, A. Puglia, M. Puglia, *RFID - A Guide to Radio Frequency Identification*, Wiley and Sons, elektronski format, 2007
- [8] P. Sanghera, *RFID+ Study Guide and Practice Exam*, Syngress Publishing, elektronski format, 2007
- [9] [www.rfidjournal.com](http://www.rfidjournal.com), 2007
- [10] IEEE, [www.computer.org/pervasive](http://www.computer.org/pervasive), 2006
- [11] [www.idtechex.com/knowledgebase](http://www.idtechex.com/knowledgebase), 2006
- [12] [www.superrfid.net](http://www.superrfid.net), 2007
- [13] [www.aimglobal.org](http://www.aimglobal.org), 2006
- [14] [www.zebra.com](http://www.zebra.com), 2004-2006
- [15] [www.progress.com/realtime/rfid\\_resources](http://www.progress.com/realtime/rfid_resources), 2006
- [16] [www.industryweek.com](http://www.industryweek.com), 2007
- [17] [www.esj.com/enterprise](http://www.esj.com/enterprise), 2006
- [18] [www.computerweekly.com](http://www.computerweekly.com), 2007
- [19] [www.ebizq.net](http://www.ebizq.net), 2006
- [20] [www.howstuffworks.com](http://www.howstuffworks.com), 2006
- [21] [info.ems-rfid.com](http://info.ems-rfid.com), 2007
- [22] [www.righttag.com](http://www.righttag.com), 2007
- [23] [www.cardposeurope.com](http://www.cardposeurope.com), 2007
- [24] [www.rfid-weblog.com](http://www.rfid-weblog.com), 2007