

Davor Dujak, dipl.oec.
Ekonomski fakultet u Osijeku

RFID-TEHNOLOGIJA U LOGISTICI – S POSEBNIM OSVRTOM NA UPOTREBU U MALOPRODAJI

**RFID – TECHNOLOGY IN LOGISTICS – WITH SPECIAL OVERVIEW ON APPLINACE
IN RETAILING**

Sažetak

Razvoj logističkih procesa u velikoj je mjeri ovisan o razvoju tehnologije, dok se najveći napredak može primijetiti u SCM-u (Supply Chain Managementu) koji postaje ogledalo uporabe novih komunikacijsko-informacijskih tehnologija u logistici. U stalnoj težnji za ubrzanjem i olakšanjem protoka informacija i proizvoda u opskrbnom lancu, logistika je prepoznala mogućnosti uporabe i RFID (Radio Frequency Identification) tehnologije. RFID-tehnologija temeljena na radio frekvencijskoj razmjeni podataka uvelike pojednostavljuje i ubrzava procese vođenja evidencije o proizvodima na skladištu, prijevoznom sredstvu ili potrošačkim kolicima/košari, te omogućuje njihovo praćenje u realnom vremenu. Ovim radom prikazuju se osnove funkcioniranja RFID-tehnologije, njezina primjena u praksi s posebnim naglaskom na primjeni u logistici maloprodaje, te mogućnosti i ograničenja daljnjeg razvoja.

Ključne riječi: RFID-tehnologija, logistički procesi, SCM, traceability, RFID-tehnologija u maloprodaji

Summary

Development of logistical processes is highly dependant on techological development, while the biggest progress can be noticed in SCM (Supply Chain Mnagement) which is becoming the pattern of communication- and information technology usage in logistics. In permanent striving for acceleration and facilitation of information- and product flow in supply chain, logistics has recognized the possibilities of the RFID (Radio Frequency Identification) technology usage. RFID-technology, based on radio-frequency data interchange, grately facilitates and accelerates processes of product registration in the warehouse, transport vehicle or in the shopping trolley/basket and enables their real-time tracking. This paper presents the basics of RFID-technology functioning, its practical usage with special emphasis on appliance in retailing logistics and the possibilities, as well as limitations of its further development.

Key words: RFID-technology, logistical processes, SCM, traceability, RFID-technology in retail trade

1. UVOD

Razvoj tehnologije svakim danom sve više utječe na svjetsko gospodarstvo. Kako bi ostali ili postali tržišni lideri, najveće tvrtke si ne mogu dopustiti samo praćenje tehnoloških trendova. Sve jača konkurencija i pritisak tržišnih izazivača i sljedbenika tjera lidere na stalne inovacije i u tehničko-tehnološkom segmentu poslovanja. Uz proizvodnju, logistika je poslovna funkcija koju najviše zahvaćaju tehnološke inovacije i unapređenja. U ovom radu biti će analizirana pojava nove tehnologije koja najveći pozitivan utjecaj na poslovanje ostvaruje upravo u logističkim aktivnostima, s posebnim naglaskom na logističke aktivnosti trgovinskih maloprodajnih tvrtki.

Prema američkom logističkom društvu logistika je „...proces planiranja, ostvarivanja i kontrole učinkovitih, troškovno efektivnih tokova i skladištenja sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda i time povezanih informacija od točke isporuke do točke primitka, primjereno zahtjevima kupaca.“ (Zelenika, 2005: str. 20). Temelj za odvijanje logistike kao poslovne funkcije i aktivnosti su logistički sustavi i logistički procesi. Jasna i jednostavna definicija kaže kako su logistički sustavi *zapravo sustavi prostorno vremenske preobrazbe dobara, a procesi koji u njima teku nazivaju se logistički procesi* (Segetlija, 2002: str. 22). Razvojem logističkih procesa često se posezalo za različitim tehnologijama automatske identifikacije (*AutoID – Auto Identification technology*), kako bi se što uspješnije ostvarila osnovna svrha logistike - poboljšanje protoka dobara i informacija kroz tvrtku ali i kroz cjelokupni opskrbni lanac. Automatska identifikacija je širok pojam koji se odnosi na metode prikupljanja podataka i njihovog izravnog unošenja u računalni sustav bez ljudskog sudjelovanja¹. U automatsku identifikaciju ubrajaju se sljedeće tehnologije: barkod, OCR (*Optical Character Recognition* ili tehnologija optičkog prepoznavanja znakova), čip kartice, biometrijske tehnologije (otisci prstiju i ruke, prepoznavanje glasa i očna identifikacija) i RFID-tehnologija (*Radio Frequency Identification* – tehnologija radijsko frekvencijske identifikacije). Od svih AutoID tehnologija upravo RFID-tehnologija ima najveći razvojni potencijal i najširu moguću primjenu, ne samo u logistici nego i u brojnim drugim ljudskim djelatnostima.

Iako je RFID-tehnologija poznata već više od pedesetak godina njezin pojačan razvoj posljednjih godina, s ciljem primjene u trgovini i logistici, može se opravdati promjenama koje se javljaju u opskrbnom lancu – prvenstveno znatno pojačanom ulogom trgovaca u odnosu na proizvođače. Naime, veliki trgovački lanci koji se okrupnjavaju na globalnoj razini, preuzimaju primat u SCM-u (*Supply Chain Management*). Trgovački lanci traže i diktiraju različite načine smanjenja troškova kako bi uz istu ili smanjenu razinu cijena zadržali i povećali vlastitu konkurentsku sposobnost. Jedan od načina smanjivanja troškova jest i uvođenje nove (ili barem poboljšane) tehnologije kao što je RFID-tehnologija. RFID-tehnologija najveće uštede ostvaruje upravo u logističkim troškovima, a koji u prosjeku čine između 20 i 25% ukupnih troškova trgovinskoga poduzeća (Segetlija, 2005.: str. 70.), a prema nekim autorima iz SAD-a i do 50% od cijene koštanja gotovog proizvoda (Segetlija, 2002.:str. 17.)

2. OSNOVE RFID-TEHNOLOGIJE

Kako ustvari funkcionira RFID-tehnologija? Ova tehnologija bazirana je na prijenosu podataka putem radijske frekvencije, odnosno radijskih valova. RFID-tehnologija može se definirati kao *tehnologija koja objedinjuje upotrebu elektromagnetskih ili elektrostatičkih sprega u radijsko frekvencijskom dijelu elektromagnetskog spektra kako bi jedinstveno identificirala predmet, životinju ili osobu*.² Sljedeća definicija kaže kako je RFID *bežična tehnologija za prikupljanje podataka koja koristi elektroničke naljepnice za pohranjivanje podataka*.³ RFID-tehnologija temelji se na sustavu čije su tri glavne komponente: RFID-tag, čitač i RFID-računalo.

2.1. ELEMENTI RFID-SUSTAVA

Osnovni element sustava predstavlja **RFID tag** (engl. *tag* – etiketa, oznaka; privjesak; metalni vršak) koji se može pojaviti u obliku naljepnice (čija veličina varira od veličine minijature poštanske markice do velike razglednice) ili nekog drugog predmeta koji se ugrađuje u proizvod ili pričvršćuje uz njega (veličina im također varira, a najmanji mogu biti veličine zrna riže). U praksi je za ovaj uređaj zadržan engleski naziv *tag* pa će isti biti korišten i u ovom radu. *Tag* se sastoji od silikonskog **mikročipa** (u čiju se memoriju zapisuju podaci) i **antene** (koja prima i odašilje radijske valove). Ova dva osnovna elementa su obično zaliveni u kućište otporno na utjecaj okoline. *Tag* predstavlja tehnološku novost (za razliku od čitača i računalnog sustava koji su već prije

¹ prema <http://www.rfidjournal.com/> od 30.09.2006. godine

² http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,,sid7_gci805987.00.html od 29.09.2006. godine

³ http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t=RFID&i=50512.00.asp od 29.09.2006. godine

bili u upotrebi u drugim tehnologijama – npr. barkod, OCR, i sl.) što ga čini najvažnijim elementom RFID-sustava.

2.1.1. RFID-tag

Svaki *tag* prvenstveno predstavlja nositelja informacija na kojemu može biti zapisan cijeli niz informacija (vezanih uz porijeklo, sastav, količinu proizvoda i sl.) koje taj isti proizvod **jedinstveno identificiraju i razlikuju** od ostalih. RFID *tag*-ovi ili transponderi⁴ omogućuju „čitanje“ odnosno „zapisivanje“ podataka pa se tako javljaju tri vrste⁵:

- *Read Only* (R) – omogućuju samo čitanje podataka s *tag*-a koji u procesu proizvodnje dobiva svoj jedinstveni serijski broj. Jednom pohranjena informacija ne može se mijenjati;
- *Write Once Read Many* (WORM) – korisnik sam programira memoriju transpondera prema svojim potrebama. Podatak se može zapisati samo prvi puta, nakon čega on ostaje pohranjen za stalno i može se neograničeno iščitavati;
- *Read/Write* (R/W) – korisnik može mnogo puta upisati informaciju na tag i isto tako ih čitati. R/W tag-ovi su zasad još uvijek znatno skuplji od R tag-ova.

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

- Pasivni *tag* – ne sadrže interno napajanje energijom, nego energiju dobivaju trenutnim elektronskim podražajem u anteni koji stiže ulaznim radijsko frekvencijskim signalom poslanim od strane čitača. Manji su, laganiji, jeftiniji od aktivnog *tag*-a i imaju praktički neograničen životni vijek. Domet njihove komunikacije varira od nekoliko milimetara pa do 5 metara. S obzirom na relativno nisku cijenu, mogu se odbaciti zajedno s ambalažom nakon korištenja (poput bar kodova). Relativno mali domet i mogućnost pohrane manje količine podataka osnovni su nedostaci, a u njih se još ubraja i slabija otpornost na elektromagnetsku buku u okruženju.
- Polupasivni *tag* – sadrže bateriju kojom napajaju mikročip, ali za odašiljanje i primanje radijskih valova koriste energiju koju šalje čitač
- Aktivni *tag* – sadrže bateriju koja služi za vlastito napajanje (to rezultira ograničenim vijekom trajanja od najviše nekoliko godina), koja im omogućuje domet i do više kilometara. Kapacitet memorije višestruko je veći, kao i jačina radijsko frekvencijskog signala što omogućuje poboljšanu iskoristivost u okruženju elektromagnetske buke ili drugih ometajućih faktora (vlažnost, metal). Nedostaci su prvenstveno vezani uz puno višu cijenu u odnosu na pasivne i polupasivne *tag*-ove (zbog te činjenice, zasad se većinom koriste u obilježavanju i praćenju skupih proizvoda – npr. Ministarstvo obrane Sjedinjenih Američkih Država ih koristi u obilježavanju i praćenju vojne opreme, a automobilska industrija u praćenju skupocjenih dijelova za automobile kroz proizvodni proces)

2.1.2. RFID-čitač

Uređaj koji je u RFID-sustavu zadužen za komunikaciju s *tag*-om ili transponderom naziva se **RFID-čitač** (*reader* ili *interrogator*). Nakon što prikupi podatke s jednog ili više *tag*-ova on ih šalje računalu, te zapravo predstavlja vezu između *tag*-a i informacijskog sustava. Čitači sadrže antenu za čitanje (ali drugačijeg oblika i funkcija nego *tag*-ovi) i priključak na sustav za obradu podataka ili računalu. Također, čitači mogu služiti i za zapisivanje podataka na *tag*-ove. Takva vrsta čitača najčešće se koristi na kraju pokretne trake u tvornici ili unutar distributivnog centra gdje se zapisuju inicijalni ili dodatni podaci o proizvodu. Funkcije kao i tehnike čitača svakodnevno se razvijaju u smjeru brže i jednostavnije obrade i prijenosa podataka.

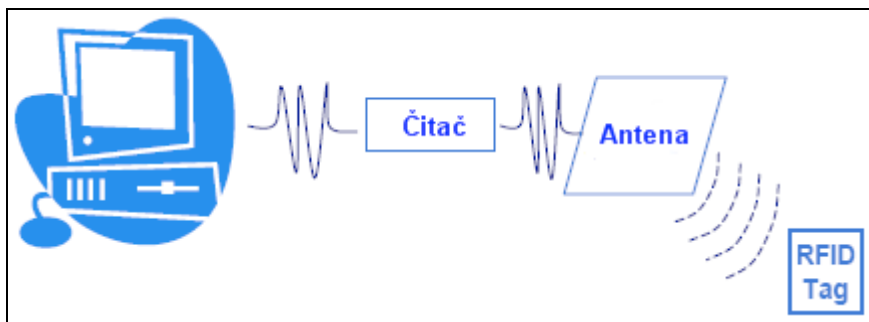
2.1.3. RFID-računalno

Neophodan dio svakog RFID-sustava je i **RFID-računalno** ili točnije **računalni sustav**. Sastoji se od kompjuterskog *hardware*-a, i od *software*-a za procesiranje podataka koji povezuje čitač s računalnim sustavom. Ovaj software se još naziva i **RFID-middleware**, što prevedeno s engleskog jezika znači međuprogram ili

⁴ Složenica nastala od engleskih riječi *transmitter* i *responder* - uređaj koji na transmisiju (*transmit*) čitača odgovara podatkom (*respond*)

⁵ Razrađeno prema <http://www.marco.hr/tehnologije-RFID.htm> od 27.09.2006. godine

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 Massachusetts Institute of Technology (MIT), sa svojim Auto-ID laboratorijem,⁶ pokriva mnoga područja primjene RFID-tehnologije, poglavito u djelatnostima vezanim uz SCM. Osnovne funkcije su prikupljanje, skladištenje i obrada informacija, te komuniciranje s ostalima Savantima. On također ispravlja greške, eliminira dvostruke kodove od strane dva čitača, te određuje čija informacija ima prednost. Isto tako, moguće ga je programirati da ostvari prilagođene zadatke za posebne situacije - npr. da se automatski obavijesti skladište da je ostao minimalan broj proizvoda na polici u trgovini kao alarm za nadopunu police novim proizvodima (Hofmayr, 2005.: str. 13).



Slika 1. Pojednostavljeni model funkcioniranja RFID-sustava

Izvor: <http://www.rfidconsultation.eu/> od 30.09.2006. godine

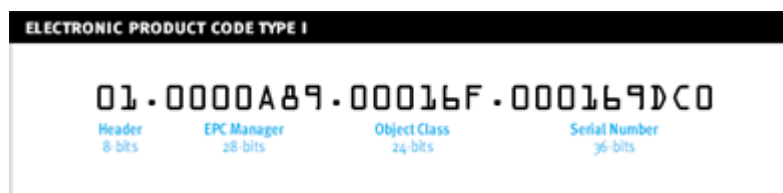
Cilj svakog RFID-sustava je što jednostavnije i brže prevesti informacije o pojedinom jedinstvenom proizvodu u digitalni oblik koji omogućuje najbržu daljnju obradu istih. Na slici 1. prikazan je pojednostavljeni model funkcioniranja RFID-sustava – njegovi elementi i odnosi među njima. RFID-tag, koji se nalazi na ili u proizvodu, biva ozračen radio valovima koje emitira čitač i njegova antena. Pomoću vlastite antene, tag primljeni signal pretvara u električnu energiju koja mu omogućava funkcioniranje. Istovremeno šalje prema čitaču sadržaj svoje memorije (informacije o proizvodu). Čitač može istovremeno očitati veliki broj tag-ova, a broj i brzina očitavanja (*reader rate*) ovise o mogućnostima čitača i vrsti tag-ova, te naravno o veličini polja obuhvata čitača (*reader field*) – tag-ovi izvan polja obuhvata čitača ne primaju radio valove i ne mogu biti pročitani. Primljene informacije čitač konvertira u digitalni oblik i proslijeđuje ih prema računalu, tj. računalnom sustavu.

2.2. STANDARDIZACIJA I POVEZIVANJE

Organizacija koja prednjači u razvoju industrijski podržanih standarda za RFID-tehnologiju naziva se **EPCglobal**. Standardi se temelje na označavanju RFID-tag-ova pomoću **EPC-a** (*Electronic Product Code*), odnosno elektroničke šifre proizvoda koja omogućuje jedinstveno razlikovanje (šifriranje) proizvoda. Svaki EPC na proizvodu sastoji se od četiri skupine brojeva koje mu omogućuju razlikovanje od drugih EPC-a odnosno od drugih proizvoda s EPC-om (Slika 2.):

- *Header* – ukazuje na verziju EPC-a koja se koristi (npr. 8-bitni kod),
- *EPC Manager* – predstavlja proizvođača ili neku drugu organizaciju koja je odgovorna za upravljanje ili stvaranje iduća dva elementa EPC-a (npr. The Coca-Cola Company),
- *Object Class* – identificira vrstu proizvoda (limenka Fante od 330 ml, za hrvatsko tržište),
- *Serial Number* – odnosi se na određeni jedinstveni proizvod ove vrste proizvoda (npr. jedna određene limenka Fante od 330 ml, za hrvatsko tržište) i predstavlja jedinstveni broj koji se pojavljuje samo jednom - jedinstveni EPC.

Slika 2. EPC (Electronic Product Code)



⁶ Vidi o tome <http://autoid.mit.edu/cs/> od 1.10.2006. godine

Ovu skupinu standarda predložio je Auto-ID centar sa MIT-a i danas je najrašireniji oblik označavanja i standardizacije. EPCglobal prati razvoj novih generacija RFID-tag-ova te kreira standarde za njihovu proizvodnju i upotrebu. Trenutno je organizacija usredotočena na razvoj globalnih standarda za **EPCglobal Network**. EPCglobal Network je mreža koja koristi prednosti internetske infrastrukture da bi kreirala jeftine usluge bazirane na standardima, koje služe partnerima u trgovinskoj razmjeni (sudionicima SCM-a) kako bi imali pristup informacijama povezanim sa svakom EPC šifrom. Stvaranjem EPCglobalne mreže stvoren je novi sustav koji omogućava globalno prikupljanje, obrađivanje i razmjenjivanje informacija o materijalnim objektima u lancima odnosno mrežama snabdijevanja, proizvodnje, transporta i distribucije i to bez obzira na vrstu proizvoda. Cilj je omogućiti sigurno pronalaženje i razmjenu detaljnih informacija o proizvodima u realnom vremenu, putem stvaranja globalnog standarda za trenutnu, automatsku i točnu identifikaciju bilo kojeg proizvoda, bilo kojeg proizvođača, bilo gdje u svijetu, bilo kada (Brand, 2006). Ovakav način automatskog praćenja i razmjene podataka o proizvodima (ili šire objektima) naziva se još i **Internet of Things**⁷ ili Internet materijalnih stvari.

2.3. PODRUČJA PRIMJENE RFID-TEHNOLOGIJE

Počevši od Drugog Svjetskog rata RFID-tehnologija je stidljivo tražila svoj put ka širokoj primjeni u svakodnevnom životu. Još uvijek se ne može reći da ga je u potpunosti i našla, ali zadnjih nekoliko godina svakako je ostvarila najveći napredak. Kumulativno, od početka komercijalne uporabe, u svijetu je prodano 2,4 milijarde tag-ova, dok je samo u prošloj 2005. godini prodano čak 600 milijuna, a u 2006. godini se očekuje prodaja čak 1,3 milijarde istih. Tržište RFID-a (koje obuhvaća proizvode, sustav i usluge), raste stopom od 30 posto godišnje i prema predviđanjima Europske unije očekuje se da će se u razdoblju od 2006. do 2016. godine udeseterostručiti.⁸

Danas su potencijalna područja primjene gotovo neograničena, a u nastavku slijede samo neka od najčešće korištenih:

- e-putovnice,
- naplata transporta – cestarina, javni prijevoz, skijališne žičare,
- knjižnice,
- automobilska industrija – u ključevima (kao zaštita od krađe), za pokretanje motora, u gumama, za praćenje različitih auto dijelova,
- identifikacija i/ili praćenje životinja,
- implantacija u ljude – zbog praćenja kriminalaca, omogućavanja V.I.P. ulaska u ugostiteljske objekte, u medicinske svrhe, itd.
- bezkontaktno plaćanje putem „pametnih kartica“ (*smat card payment*),
- kontrola u sustavu zaliha,
- praćenje proizvoda (*product tracking*),
- supply chain management,
- zamjena ili nadopuna za linijski kod (*bar code*),
- farmaceutska industrija,
- aerodromi – praćenje prtljage i zrakoplova,
- poštanske usluge – poboljšava proces isporuke i olakšava sortiranje pošiljaka,
- u procesu proizvodnje,
- u vojnoj industriji,
- itd.

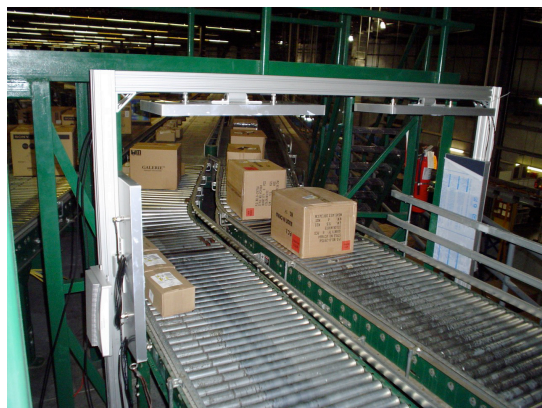
Ipak, od svih ovih područja najčešća primjena RFID-tehnologije ostvarena je upravo u djelatnostima upravljanja opskrbnim lancem ili supply chain managementu (SCM-u).

3. RFID-TEHNOLOGIJA U SCM-u

⁷ Fraza koju je prvi puta koristio Kevin Ashton, bivši brand menadžer tvrtke Procter & Gamble i član AutoID-a: „...Ovo je veće od Interneta!... To će revolucionirati način na koji pratimo robu od proizvođača do potrošača čak i kroz recikliranje. Mi, zapravo, stvaramo Internet materijalnih stvari! (Internet of Things)...“ prema <http://magazine.digitalidworld.com/Nov03/Page66.pdf> od 1.10.2006. godine

⁸ Vidi o tome http://europa.eu.int/information_society/policy/rfid/index_en.htm od 30.09.2006 godine

Prema *Council of Supply Chain Management Professionals* (udruženje profesionalaca koji se bave upravljanjem opskrbnim lancem) definicija SCM glasi: „planiranje i upravljanje svim aktivnostima uključenim u traženje i nabavu, preobrazbu, i sve aktivnosti logističkog menadžmenta... također uključuje koordinaciju i suradnju s partnerima u kanalu, koji mogu biti dobavljači, posrednici, vanjski pružatelji usluga i kupci. U biti SCM integrira upravljanje opskrbom i potražnjom unutar i između tvrtki.“⁹ Uvođenje RFID-tehnologije predstavlja značajan utjecaj na opskrbni lanac u svim njegovim komponentama. Proizvođač već u procesu proizvodnje ugrađuje *tag*-ove u komponente proizvoda. 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 (*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 (*product sourcing*); ostvaruje se pretpostavka za daljnje praćenje proizvoda kroz SCM. Pri izlasku iz tvornice i/ili utovaru na prijevozno sredstvo (za ovaj pristup svako prijevozno sredstvo mora biti opremljeno RFID tehnologijom) proizvodi bivaju skenirani pomoću čitača. Čitači mogu biti ručni (prijenosni) ili u obliku RFID-gate-a (RFID-vrata). Kroz RFID-vrata može prolaziti pokretna traka na kojoj su proizvodi s *tag*-ovima (slika 3.) ili se proizvodi provlače kroz ista na transportnim sredstvima (slika 4.).



Slika 3. RFID-gate s pokretnom trakom
Izvor: <http://www.walmartfacts.com/>



Slika 4. RFID-gate bez pokretne trake
Izvor: <http://www.future-store.org/>

Nakon izlaska iz tvornice, proizvodi se mogu kretati prema sljedećoj „karici“ opskrbnog lanca, npr. distributivnom centru. Po *tag*-ovima je moguće ponovno pisati ili čitati iz proizvođačevog distributivnog centra šaljući naredbu da se originalni proizvođačev proizvod dopremi sa zaliha. Informacije o isporuci (npr. vrijeme isporuke, način isporuke, prijevozno sredstvo) također mogu biti zapisane na *tag* i to ih može zapisati čak i prijevoznik dok ih prijevozi iz proizvodne hale ili skladišta. Taj proizvod nakon toga može biti na putu prema krajnjem korisniku, prema sljedećem proizvodnom koraku (ako je poluproizvod) ili prema idućem distributivnom centru – s uključenim potpunim informacijama o proizvodu, izvoru, procesu i konačnom odredištu kojima se nadopunjava memorija *tag*-a. Nakon dolaska na bilo koju od ovih lokacija svi podaci mogu biti iščitani pomoću prijenosnog ili fiksnog RFID-čitača. Napokon po tome istom *tag*-u moguće je pisati i čitati i na maloprodajnom nivou, u prodavaonici za krajnjeg kupca. Informacije poput cijene, datuma isteka roka trajanja, stanja zaliha ili informacija koje onemogućuju krađu uvelike doprinose uspješnijem poslovanju maloprodajnih trgovaca.

Današnji uvjeti poslovanja na tržištu zahtijevaju promptnu reakciju temeljenu na točnoj i potpunoj informaciji u svakom trenutku. Kupci proizvode žele i trebaju “odmah” i zbog toga se teži skraćivanju vremena isporuke. Istovremeno, s druge strane, uprava vrši stalan pritisak na smanjenje troškova kako bi se ostalo konkurentno. Najvažnije prednosti u ostvarivanju ovih ciljeva koje mogu ponuditi RFID-tehnologija i *Internet of things* (kako u SCM tako i u logistici općenito) mogu se predstaviti u dva nova termina: *visibility* i *traceability*. Termin *visibility* označava vidljivost proizvoda kroz opskrbni lanac koja je omogućena označavanjem proizvoda ili većih pakiranja proizvoda RFID-tag-ovima. Odnosi se na mogućnost dobivanja permanentne informacije o stanju i mjestu proizvoda u opskrbnom lancu – to znači kako RFID-tehnologija omogućuje da u svakom trenutku možemo znati gdje se nalazi naš proizvod te bilo koje druge parametre koje odredimo da on mora sadržavati

⁹ Prema <http://www.cscmp.org/> od 2.10.2006. godine

(npr. vanjska temperatura, vlažnost, sastojci i sl.). *Visibility* u opskrbnom lancu zapravo omogućuje tvrtki da ispravno reagira na moguće probleme u ponudi i potražnji (npr. proizvodna uska grla, kašnjenja u realizaciji proizvodnje ili dobavljačkim aktivnostima, veće narudžbe kupaca od prognoziranih ili promjene u narudžbama koje su već izvršene¹⁰). Ova mogućnost koju nudi RFID-tehnologija prvenstveno ubrzava protok informacija u SCM-u ali isto tako i omogućuje brži tok samih dobara – npr. izbjegava se kvantitativno i kvalitativno pregledavanje robe pri utovaru, istovaru ili inventuri.

Sličnog je značenja i *traceability* kojeg se u hrvatskom jeziku prevodi sa sljedivost, tj. mogućnost praćenja proizvoda kroz opskrbni lanac. No, za razliku od *visibility*, termin *traceability* najviše se koristi kada govorimo o informacijama o porijeklu proizvoda. Značenje sljedivosti koju omogućuje RFID-tehnologija najbolje se vidi u slijedećem primjeru. U svijetlu nemilih pojava koje su se javljale u svijetu u posljednjem desetljeću (kao što je kravlje ludilo, ptičja gripa ili nekontrolirano eksperimentiranje s genetski modificiranom hranom), u Europskoj uniji je od 1. siječnja, 2005. godine na snagu stupio Opći zakon o hrani (General Food Law). Ovaj zakon u svom Članku 18., nalaže proizvođačima prehrambenih proizvoda, ali i svim učesnicima u opskrbnom lancu hrane da moraju ostvariti sljedivost (*traceability*) hrane i prehrambenih proizvoda: „... **Sljedivost hrane, prehrane, životinja koje služe za prehranu, i bilo koje druge supstance namijenjene, ili očekivane za ugradnju u hranu ili prehranu biti će utvrđena u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije.**“ Također u nastavku ovog članka se kaže: „... *Hrana ili ishrana koja se nalazi na tržištu* (misli se na tržište Europske unije¹¹) *ili će vjerojatno doći na tržište Zajednice*¹² **biti će odgovarajuće obilježena ili identificirana kako bi omogućila svoju sljedivost, kroz relevantnu dokumentaciju ili informacije u skladu s relevantnim zahtjevima konkretnijih odredaba...**“ Upravo označavanjem hranidbenih sastojaka, poluproizvoda i proizvoda (bilo životinjskog bilo biljnog porijekla) RFID-tag-ovima olakšavaju se ovi zahtjevi. Iako ne predstavlja jedini način kako ostvariti upute i zahtjeve Europske unije, RFID-tehnologija je svakako najučinkovitiji način. Zbog toga i Europska unija vidi RFID-tehnologiju kao pretpostavku ostvarivanja sljedivosti u budućnosti, a samim time sve više proizvođača hrane u Europskoj uniji razmatra i odlučuje se na primjenu RFID-tehnologije.

4. MALOPRODAJNI OPSKRBNI LANAC I RFID

I u budućnosti se očekuje najmasovnija upotreba RFID-tehnologije u SCM-u. S obzirom na trenutnu konstelaciju snaga unutar opskrbnog lanca u kojoj dominantnu ulogu imaju regionalni i globalni maloprodavači, uputno je najviše pažnje posvetiti upravo maloprodajnom opskrbnom lancu (*Retail Supply Chain*) i upotrebi RFID-tehnologije u maloprodajnom SCM-u (*Retail Supply Chain Management*). Razlozi široke upotrebe RFID-tehnologije u maloprodajnom SCM-u ponajprije proistječu iz zahtjeva kojeg je najveći američki i svjetski maloprodajni lanac Wal-Mart uputio svojim dobavljačima 2003. godine. Naime, do prvog siječnja, 2005. godine 100 najvećih Wal-Mart-ovih dobavljača moralo je uvesti označavanje pomoću RFID-tag-ova svih isporuka proizvoda koje isporučuju Wal-Mart-ovim prodavaonicama. Za početak se zahtjeva označavanje pakiranja proizvoda i paleta na kojima se transportiraju, dok je označavanje pojedinačnih proizvoda još u eksperimentalnoj fazi koja se provodi u suradnji s tek nekoliko velikih dobavljača. Do kraja tekuće 2006. isto moraju učiniti narednih 200 dobavljača, a za 2007. godinu Wal-Mart planira novi val od 300 dobavljača koji će morati svoje pošiljke uskladiti sa RFID standardima. Kumulativno, to će značiti preko 600 dobavljača u 2007. godini koji redovito isporučuju koristeći RFID-tehnologiju. Također, Wal-Mart planira do kraja ove godine uključiti još 500 svojih prodavaonica u RFID-sustav, što će uz sadašnjih 500 značiti preko 1000 prodavaonica koje su povezane on-line putem RFID-tehnologije. Kako bi lakše dobili sliku o snazi i utjecaju Wal-Mart-a na trendove u svjetskoj logistici i trgovini dovoljno je pogledati podatke o broju prodavaonica i zaposlenih: Wal-Mart zapošljava 1,8 milijuna ljudi širom svijeta (od čega čak 1,3 milijuna samo u Sjedinjenim Američkim Državama), te posjeduje 6500 prodavaonica u 15 zemalja.¹³ Također je signifikantan podatak kako se štapićasti ili barkod sustav (koji je odobren 1973. godine) značajno proširio kao tehnika za označavanje proizvoda u svjetskom gospodarstvu, tek kada je 1984. upravo Wal-Mart zatražio od svojih dobavljača da sve pošiljke budu označene barkod šiframa. Povijest se ponovila i 2003. godine kada Wal-Mart upućuje zahtjev, ali ovaj put vezan uz RFID-tehnologiju, čime je još jednom pokazao svoju nadmoć i vizionarsku ulogu.

Nekako u isto vrijeme, ali s druge strane Atlantskog oceana (u Europi), još jedan veliki maloprodajni lanac počinje značajna eksperimentiranja s implementacijom RFID-tehnologije u maloprodajni SCM. Nakon niza godina istraživanja u suradnji s IT tvrtkama kao što su SAP, Intel, IBM i dr., njemački Metro (član Metro Grupe) u travnju 2003. godine otvara prodavaonicu u Rheinbergu, u Njemačkoj. Budući da je u potpunosti

¹⁰ Prema http://www.i2.com/solution_library/ng_v_Supply_Chain_Visibility.cfm od 2.10.2006 godine

¹¹ Opaska autora

¹² Znači da ovaj Zakon vrijedi i za trgovinske partnere izvan Europske unije a koji proizvode hranu i prehrambene proizvode za tržište Europske unije

¹³ <http://www.walmartfacts.com> od 2.10.2006. godine

opremljena najnovijom sofisticiranom tehnologijom (u kojoj prednjači upotreba RFID-tehnologije) nazvana je Extra Future Store (ACNielsen Company, 2006.: str. 39).

Iako su i drugi maloprodajni lanci ispitivali mogućnosti RFID-tehnologije¹⁴ Metro i Wal-Mart su najviše napredovali, te u najvećoj mjeri primjenjuju istu u aktivnostima vlastitog SCM-a.

Potrebno je razlikovati tri dosadašnje faze uvođenja RFID-tehnologije u maloprodajni SCM :

- 1) označavanje kontejnera i/ili paleta - *Pallet Tagging*
- 2) označavanje kutija (odnosno manjih pakiranja koje se nalaze na paletama) – *Case Tagging*, i
- 3) označavanje pojedinačnih proizvoda (primjena za 5 do 20 godina) – *Item Tagging*.

Iako je danas ponegdje prisutna i kombinacija oblika iz sve tri faze (npr. Metro koristi različite oblike s obzirom na vrstu proizvoda, s obzirom na različite oblike suradnje s dobavljačima ili s obzirom na različite dijelove opskrbnog lanca), može se reći da je razvoj, u načelu, tekao gore navedenim kronološkim redom. Uvjetovano prvenstvenom cijenom *tag*-ova (ali i tadašnjim stupnjem razvoja tehnologije) primjena RFID-tehnologije u maloprodajnom SCM-u započela je označavanjem velikih pakiranja proizvoda. Nakon pozitivnih učinaka (smanjenje troškova i pojednostavljivanje mnogih aktivnosti) započelo se i s označavanjem manjih pakiranja poput kutija ili drugih paketa proizvoda. Danas je ovo najrašireniji oblik upotrebe RFID-tehnologije u maloprodajnom SCM-u. Treća faza, tj. označavanje pojedinačnih proizvoda (*item-level tagging*) je zasada još uvijek u eksperimentalnom stadiju.

Prednosti upotrebe RFID-a kroz SCM su brojne. Pojednostavljivanje i olakšavanje procesa kvantitativne i kvalitativne kontrole kod otprema 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.). U distributivnom centru omogućeno su automatizirani tokovi pregrupiranja i komisioniranja narudžbi putem različitih vrsta pokretnih traka s RFID čitačima. Prednosti za skladišno poslovanje su ne samo znatno brže i jednostavnije prebrojavanje i vođenje kontrole ulaza i izlaza robe, nego se mogu dobiti i podaci o starosti, temperaturi i vlažnosti proizvoda. Podaci zapisani na RFID-*tag*-u mogu pomoći i u aktivnostima reverzibilne logistike. Na taj način kupci pri povratu ili reklamaciji proizvoda ne moraju donositi račun jer su svi podaci o vremenu i lokaciji kupnje zapisani na *tag*-u. Ako su zapisani i podaci o proizvodnom i distributivnom toku proizvoda to će omogućiti lakše otkrivanje eventualnih pogrešaka u izradi ili transportu koje su dovele do reklamacije.

Specifičnost maloprodajnog SCM-a su aktivnosti u samoj prodavaonici. Primjena RFID-tehnologije u prodavaonici može se podijeliti na primjenu u pozadinskom skladištu i u samom prodajnom prostoru prodavaonice. Prijelazom na označavanje pojedinačnih proizvoda RFID-tag-ovima u budućnosti se očekuje smanjivanje i postupno nestajanje skladišnog prostora u prodavaonicama, te prelazak na potpuni oblik JIT (*Just-in-Time*) poslovanja. Osim smanjivanja troškova skladištenja, i maloprodavači i dobavljači profitirati će od povećanja prodajne površine koju je do sada zauzimalo skladište. U samom prodajnom prostoru promjene su još uvijek u eksperimentalnoj fazi jer označavanje pojedinačnih proizvoda s RFID-tag-ovima gotov s i na provodi. Iskustva o prednostima koje ovaj nivo implementacije donosi možemo uočiti tek iz Extra Future Store-a i nekih modernih prodavaonica elektroničkom robom (označavanje pojedinačnih proizvoda potrošačke elektronike isplativije je zbog relativno malog udjela RFID-tag-a u visokoj cijeni koštanja proizvoda). Tako u Metro-ovoj trgovini budućnosti nailazimo na brojna tehnološka rješenja koja se testiraju kako bi donijela što više prednosti u prvom redu za kupca, ali isto tako i za maloprodavača i dobavljača.

Različiti elektronski uređaji omogućuju veću informiranost kupca tijekom kupovnog procesa. Uređaj koji služi kao pomoć pri kupnji (Personal Shopping Assistant – PSA) nalazi se pričvršćen na kolicima kojima se kupac služi prilikom procesa kupnje u prodavaonici. Svi proizvodi koje kupac odabere i stavi u kolica bivaju skenirani (barkod- ili RFID-tehnologijom) te se na ekranu PSA uređaja pojavi njihov popis s cijenama i dodatnim informacijama koje maloprodavač želi ponuditi kupcu (podaci o proizvodima koji su na akciji, opisi proizvoda, tlocrt prodavaonice s rasporedom proizvoda i sl.). Slične informacije mogu ponuditi i brojni info terminali i elektronički oglasni panoi koji imaju mogućnost očitavanja kupčeve kartice (*loyalty card*) i prepoznavanja kupca, nakon čega uz pomoć podataka o kupcu iz centralnog servera (podaci o prijašnjim kupovinama ili inicijalni podaci prikupljeni kod ispunjavanja pristupnice za karticu) odabiru specifičnu poruku koja se prikazuje na zaslonu. RFID-tehnologija omogućuje i bezkontaktno plaćanje.

Kupac prolazi s kolicima punim proizvoda označenim RFID-tag-ovima. Kroz zamišljeno polje očitavanja RFID-čitača, podaci bivaju očitani i poslani u POS (*Point of Sale*) uređaj, te ukupni iznos također na daljinu biva zaračunat na kupčev račun preko *loyalty* kartice koja se nalazi u džepu kupca. Tzv. Pamentne police (Smart Shelves) imaju u sebi integrirane čitače pomoću kojih se očitava količina i vrsta proizvoda i signalizira da li je

¹⁴ O slučaju britanskog maloprodavača Sainsbury's vidi kod Karkkainen, M.: Increasing efficiency in the supply chain for short shelf life goods using RFID tagging, International Journal of Retail & Distribution Management, Volume 31, br. 10, 2003., str.: 529-536

proizvod na pravom mjestu na polici. Također mogu imati alarmnu funkciju – javljaju centralnom serveru da se količina proizvoda spustila na sigurnosnu razinu i da je potrebno izvršiti novu narudžbu ili jednostavno nadopuniti policu. Za uspješno funkcioniranje svih ovih uređaja i njihovo povezivanje potrebna je sofisticirana hardware-ska i software-ska infrastruktura koju posjeduje Extra Future Store.¹⁵

RFID omogućuje razvoj partnerstva između maloprodavača i dobavljača na do sada najvišoj razini. Prednosti koje se ovakvim oblikom partnerstva mogu ostvariti ujedno su i imperativ za njegovo sklapanje. Neophodna je visoka razina međusobnog povjerenja kako bi se moglo provoditi upravljanje zalihama od strane dobavljača – *Vendor Managed Inventory*. Za očekivati je da će se ovaj visoki stupanj razvoja međusobnih odnosa u kojem dobavljač sam odlučuje o odgovarajućem stupnju zaliha u maloprodajnoj prodavaonici, podići na još viši nivo kada započne označavanje pojedinačnih proizvoda RFID-tag-ovima. Upravljanje policama od strane dobavljača ili *Vendor Managed Shelves* predstavlja budućnost maloprodaje u kojoj će dobavljači otkupljivati police u prodavaonici i puniti ih po vlastitom nahođenju, a sve na osnovu brojnih podataka koje će im pribavljati RFID-tehnologija (vidi Hofmayr, 2003.:str.55).

5. RFID vs. LINIJSKI KOD (barkod)

RFID-tehnologija je, između ostalog, prepoznata i kao zamjena za barkod (linijski kod) tehnologiju šifriranja i označavanja proizvoda. Barkod (linijski ili štapičasti) sustav šifriranja je danas najrašireniji oblik označavanja materijala i robe u svijetu. Najčešće korišteni sustavi su UPC (*Universal Product Code*) - koji se pretežno koristi u SAD-u, i EAN (*European Article Numbering*) – sličan UPC-u i kompatibilan s njime, ali koristi se u Europi. Stvaranjem EAN sustava sredinom sedamdesetih godina prošlog stoljeća stvorene su pretpostavke za veću automatizaciju mnogih procesa u trgovini i logistici. Prednosti koje je donijela ova tehnologija kao što su brzina laserskog očitavanja šifre koja je barem tri puta veća od brzine unosa putem tipkovnice ili mogućnost digitalne obrade određenih podataka o proizvodima stvorile su novu vrijednost ne samo za tvrtke nego i za kupce (vidi Segetlija, Lamza-Maronić, 2000). O značaju barkoda govori i podatak da se u svijetu odvija preko 5 milijardi skeniranja svakog dana! (Mroz Consulting, 2005) Pojavom RFID-tehnologije uočene su mnoge potencijalne prednosti nad barkodom. Ipak, tek zadnjih nekoliko godina dolazi do ozbiljnijeg implementiranja RFID-tehnologije kao zamjene za barkod, kada ju prihvaćaju neki od najvećih svjetskih maloprodajnih lanaca.

Uz brojne prednosti koje ova tehnologija nudi (najvažnije su čitljivost s udaljenosti, puno veća brzina očitavanja podataka s velikog broja proizvoda i mogućnost zapisivanja znatno veće količine podataka na proizvod), postoji i nekoliko nedostataka u odnosu na barkod (vidi Tablicu 1.). Osnovni problem je još uvijek znatno veća cijena naljepnice s RFID-tag-om u odnosu na barkod naljepnice, a tu je i nemogućnost 100 postotnog očitavanja u različitim uvjetima.

Tablica 1. Prednosti i nedostaci RFID-tehnologije u odnosu na bar code tehnologiju

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

¹⁵ Više o ovim novitetima vidi na <http://www.future-store.org/> i u Hofmayr, 2005.

Tehnologija	Uhodana, dokazana i prihvaćena diljem industrije	Neki tehnološki problemi još postoje kao upotreba RFID-a s metalom ili tekućinama
Standardi	Postavljeni industrijski standardi	Postavljanje standarda još uvijek u tijeku

Izvor: *razrađeno prema Hofmayr, S.: Analysis and Comparison of the Potential of RFID-technology in US and European supply chains, Institut für Transportwirtschaft und Logistik, 2005. prema <http://www.wu-wien.ac.at/itl/Forschung/PDF/LOG/Hofmayr.pdf> od 27.09.2006. godine*

Dok barkod ima ograničenu memoriju podataka na zemlju proizvodnje, proizvođača i proizvod, RFID-tag jedinstveno razlikuje svaki pojedini proizvod. To znači da ako na polici ili u kutiji imamo 100 komada proizvoda (npr. čokolade od lješnjaka) određenog proizvođača, svi ti proizvodi (čokolade) imati će identičan barkod, tj. identičnu EAN šifru. Ako se pak, te čokolade označavaju RFID-tag-ovima, onda će svaka pojedina čokolada u kutiji imati svoj jedinstveni EPC koji će ju razlikovati od svih ostalih čokolada u toj kutiji ili na toj polici (kod označavanja barkod tehnologijom sve bi imale jednaku šifru).

Osim šifre proizvoda sadržane u EPC-u, tag može sadržavati i mnoge druge podatke. Količina ovih podatak ovisi o veličini memorije pojedinog tag-a (danas se koriste tag-ovi do 1 MB memorije).

Očekuje se da će ove dvije tehnologije još dugu niz godina koegzistirati, te će u početku RFID-tehnologija tek u nekim sektorima postupno zamjenjivati barkod tehnologiju. Jedan od primjera istovremene uporabe obje tehnologije su tzv. „pametne“ naljepnice (*smart labels*) koje u sebi sadrže i RFID-tag s antenom, ali na naličju imaju otisnutu i barkod oznaku.

6. ZAKLJUČAK

Iako danas prvenstveno predstavlja veliku konkurentsku prednost, upotreba RFID-tehnologije u maloprodajnom SCM-u uskoro će postati i nužnost za opstanak na globalnom tržištu. Njezin daljnji razvoj i širenje su neosporni ali sigurno neće proći bez određenih zapreka.

Ponajveća zapreka, kao što je već rečeno, je sadašnja još uvijek relativno visoka cijena RFID-tag-ova. Trenutno se kreće oko 15 do 20 centi za jedan pasivni tag, a teži ka opadanju ispod razine od 5 centi po tag-u, što će omogućiti potpunu masovnu upotrebu jer neće znatno utjecati na cijenu koštanja konačnog proizvoda.

Također, neizbježno će doći do još većeg produbljivanja suradnje između maloprodavača i dobavljača kako bi se mogle iskoristiti sve prednosti koje omogućuju ulaganja u RFID-tehnologiju. Ova suradnja, u dosadašnjem tijeku razvoja, nije uvijek bila obostrano dobro prihvaćena. To proizlazi ponajprije iz činjenice da su maloprodavači svojim utjecajem prebacili veliku većinu troškova uvođenja RFID-tehnologije na dobavljače/proizvođače. Naime, upravo su oni dužni ugraditi RFID-tag-ove u proizvod što predstavlja najveće troškove u implementaciji RFID-tehnologije u opskrbni lanac (kupnja tag-ova, strojeva koji služe za ugradnju tag-ova, čitač koji mogu i zapisivati i čitati podatke, i sve ostale prateće RFID-opreme). S druge strane, maloprodavači zapravo samo koriste prednosti tag-ova koje su proizvođači ugradili a za što je potrebna znatno jeftinija infrastruktura. Zsigurno će zbog svih ovih dodatnih troškova jedan dio dobavljača morati odustati od tržišne utakmice (pogotovo se to odnosi na manje dobavljače koji ne mogu smanjiti povećane fiksne troškove proizvodnjom u masi).

Pojavljaju se i druge tehnologije kao alternativa RFID-u koje omogućuju slične prednosti u SCM (kao npr. Visidot tehnologija¹⁶). Iako zasada ne mogu preuzeti primat od RFID-a, zahtijevaju permanentno stremljenje prema usavršavanju i razvoju novih mogućnosti RFID-tehnologije.

Veliki problem javlja se i u ispunjavanju mnogobrojnih zahtijeva različitih udruga za zaštitu potrošača koji, kao uostalom i Europska unija, naglašavaju nužnost pravnog i tehničko-tehnološkog osiguravanja potrošačke privatnosti koja može biti narušena neetičnom upotrebom RFID-tehnologije.

Poboljšana standardizacija, mogućnost korištenja između različitih djelatnosti, daljnja istraživanja na razvoju Interneta materijalnih stvari i sl., samo su neki od izazova za budućnost RFID-a. No već sada je neosporno kako je RFID postala revolucionarna tehnologija koja na brojne načine omogućuje uspješnu optimizaciju logističkih procesa u opskrbnom lancu.

¹⁶ Više o Visidot tehnologiji vidi na http://www.progressivemagazin.com/viewArticle.do?art_no=343# od 2.10.2006

Literatura:

1. ACNielsena, with Karolefski, J., Heller, A.: Consumer-centric category management : How to increase profits by managing categories based on consumer needs, John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey, 2005.
2. Brand, M.: RFID, prema http://info.biz.hr/Typo3/typo3_01/dummy-3.8.0/index.php?id=492 od 28.09.2006. godine
3. Britvič, I.: Koncept lanca vrijednosti - pregled i perspektive razvitka, Magistarski rad, Ekonomski fakultet u Zagrebu, Zagreb, 2003. prema <http://oliver.efzg.hr/gnet/32Britvic.pdf> od 5.10.2006. godine
4. Enhancing the Supply Chain, (white paper), VeriSign, Inc., 2005 prema <http://www.verisign.com/> od 1.10.2006. godine
5. General food law – Implementation Guidelines, prema http://ec.europa.eu/food/food/foodlaw/guidance/index_en.htm od 2.10.2006. godine
6. Hofmayr, S.: Analysis and Comparison of the Potential of RFID-technology in US and European supply chains, Institut für Transportwirtschaft und Logistik, 2005. prema <http://www.wu-wien.ac.at/itl/Forschung/PDF/LOG/Hofmayr.pdf> od 27.09.2006. godine
7. <http://autoid.mit.edu/cs/> od 1.10.2006. godine
8. http://europa.eu.int/information_society/policy/rfid/index_en.htm od 30.09.2006. godine
9. http://europa.eu.int/information_society/policy/rfid/index_en.htm od 30.09.2006. godine
10. <http://magazine.digitalidworld.com/Nov03/Page66.pdf> od 1.10.2006. godine
11. <http://magazine.digitalidworld.com/Nov03/Page66.pdf> od 1.10.2006. godine
12. <http://magazine.digitalidworld.com/Nov03/Page66.pdf> od 1.10.2006. godine
13. http://searchnetworking.techtarget.com/sDefinition/0,,sid7_gci805987_00.html od 29.09.2006. godine
14. <http://www.cscmp.org/> od 2.10.2006. godine
15. http://www.future-store.org/servlet/PB/menu/1007288_12/index.html od 3.10.2006. godine
16. http://www.i2.com/solution_library/ng_v_Supply_Chain_Visibility.cfm od 2.10.2006. godine
17. <http://www.marco.hr/tehnologije-RFID.htm> od 27.09.2006. godine
18. http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t=RFID&i=50512,00.asp od 29.09.2006. godine
19. http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t=RFID&i=50512,00.asp od 29.09.2006. godine
20. http://www.progressivemagazin.com/viewArticle.do?art_no=343# od 2.10.2006. godine
21. http://www.rfidconsultation.eu/index.php?id_categoria=1&id_item=30 od 2.10.2006. godine
22. <http://www.walmartfacts.com> od 2.10.2006. godine
23. J.Muller, J.Singh i dr.: Category management : efikasan odgovor na potrebe kupaca, Internacionalni centar za poslovnu edukaciju, Zagreb, 2006.
24. Karkkainen, M.: Increasing efficiency in the supply chain for short shelf life goods using RFID tagging, International Journal of Retail & Distribution Management, Volume 31, br. 10, 2003., str.: 529-536
25. Mroz Consulting, 2005: RFID: A Primer on the Imminent Revolution in Supply Chain Management, prema www.mrozconsulting.com/rfid%20primer.html od 2.10.2006. godine
26. Segetlija, Z.: Uvod u poslovnu logistiku, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2002.
27. Segetlija, Z.: Značaj logističkih troškova u trgovini, Suвременa trgovina, Br. 2, Vol. 30, 2005.
28. Segetlija, Z., Lamza-Maronić, M.: Distribucijski sustav trgovinskoga poduzeća: distribucija, logistika, informatika, II. Izmiњnjeno i dopunjeno izdanje, Ekonomski fakultet u Osijeku, Osijek, 2000.
29. Swedberg, C.: Loggers Use Tags to Track Trucks, Timber, RFID Journal, 2005. prema <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/2007/1/1/> od 2.10.2006. godine
30. Wyld, D.C.: RFID 101: the next big thing for management, Management Research News, Vol. 29 No. 4, 2006, str. 154 – 173
31. Zelenika, R.: Logistički sustavi, Ekonomski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2005.