



B&B
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Logistično inženirstvo
Modul: Transportna logistika

UPORABA TEHNOLOGIJE RFID V LOGISTIČNIH PROCESIH

Mentor: Mihael Bešter, univ. dipl. inž. tehnol. prom.
Lektorica: Zdenka Likar, učit. slov. j.

Kandidat: Tilen Kutrašnik

Kranj, september 2011

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju Mihaelu Beštru za spodbudo in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi lektorici Zdenki Likar, ki je lektorirala mojo diplomsko nalogo.

Posebna zahvala gre moji družini in dekletu, ki so mi v času študija izkazovali razumevanje in me moralno podpirali. Prav tako bi se rad zahvalil prijatelju Juretu Uraniču za izdelavo ene imed slik v diplomskem delu.

IZJAVA

Študent Tilen Ktrašnik izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom Mihaela Beštra, univ. dipl. inž. tehnol. prom.

Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Opisali bomo tehnologijo RFID in njeno delovanje. Predstavili bomo, kako je sestavljen mikroprocesor, ki je pomemben za splošno delovanje take tehnologije. Za predstavitev mikroprocesorja je izbran šolski primer mikrokontrolerja, in sicer Motorola MC6803, ki so ga razvili v 80-ih letih, vendar ga zaradi svoje preproste uporabe (programiranja) ter cene (ker je samo 8-biten) uporabljajo še danes. Zavedati se moramo, da RFID-nalepka ne uporablja mikrokontrolerja MC 6803, saj je tehnologija že malenkost zastarela in je iz tega naslova mikrokontroler dejansko prevelik za integracijo v samo RFID-nalepko. Ker pa mikroprocesorji delujejo na enak način, bomo za lažjo predstavitev delovanja mikroprocesorja opisali prav Motorola MC 6803. Opisali bomo, kje vse bi taka tehnologija lahko prinesla prednosti. Prav tako pa bomo podrobneje opisali naš primer, kako bi lahko v namišljenem podjetju, ki ima skladišče ter fizično in spletno trgovino, rešili težave inventure oziroma kako bi lahko tako podjetje skupaj s tehnologijo RFID zaužilo obilo prednosti na področju trenutne zaloge (pomembno za spletno trgovino) ter kje točno se določen kos nahaja v skladišču. Ključ diplomske naloge bo podroben opis prehoda namišljenega podjetja, ki deluje klasično v sistem z RFID tehnologijo. Kaj vse mora podjetje storiti, preden se odloči za prehod na tehnologijo RFID, na kaj mora paziti ter kako postopek izpeljati.

KLJUČNE BESEDE

- RFID
- črtna koda
- Motorola MC 6803

ABSTRACT

We are going to describe the RFID technology and present how it works. We will present parts of a microprocessor. For presentation of microprocessor, we will choose a typical example of microprocessors, that is Motorola MC 6803. Motorola MC 6803 was developed in the 80's, but due to its simple way of programming and low price, it can still be found in some technologies. Clearly, nowadays the RFID tag does not include Motorola MC 6803 for its mikroprocesor, because the technology of Motorola MC 6803 is way too old. Besides that, the mikroprocesor Motorola MC 6803 itself is too large for the integration in the RFID tag. But since all mikroprocesors work in the same way, we will fully describe working of a mikroprocesor on the example of Motorola MC 6803. Further more, we will describe where could the benefits of RFID technology be used, like in hotels, libraries, warehouses, etc.

Next part of this reading will be about our imaginary company. We will present what benefits would our imaginary company get, when implementing RFID techology in its warehouse. The key of this thesis will be the chapter talking about transition of our imaginary company, from regular methods of manipulating with its stock items to the RFID technology. How should a company, like our imaginary one, start with that kind of transition, where should they start and what should they be aware of.

KEYWORDS

- RFID
- Bar codes
- Motorola MC 6803

KAZALO

1	Uvod	1
1.1	Predstavitev problema.....	1
1.2	Predstavitev okolja	1
1.3	Predpostavke in omejitve	2
1.4	Metode dela	2
2	Predstavitev tehnologije RFID	2
2.1	Sestava nalepke RFID	3
2.1.1	Mikroprocesor MOTOROLA MC 6803.....	6
2.2	Radiofrekvenčna identifikacija	8
2.2.1	Elektromagnetno valovanje	8
2.3	Tipi RFID-nalepk	9
2.4	Slabosti RFID-tehnologije.....	12
2.5	Delovanje RFID na različnih frekvencah.....	13
3	Logistični procesi in uporaba tehnologije RFID.....	14
3.1	Uporaba tehnologije RFID v knjižnicah.....	14
3.2	Uporaba tehnologije RFID v podjetjih za vodenje in sledenje inventarja opreme	16
3.3	Trgovine, opremljene z RFID-tehnologijo	17
3.4	Hoteli, opremljeni s tehnologijo RFID	18
3.5	Skladišča, opremljena s tehnologijo RFID	20
4	Logistični procesi v podjetju »x«	22
4.1	Predstavitev obravnavanega podjetja »x«	22
4.2	Predstavitev logističnih procesov obravnavanega podjetja »x«, pred uvedbo tehnologije RFID	23
4.3	Težave v logističnih procesih obravnavanega podjetja »x«, pred uvedbo tehnologije RFID	24
4.4	Prehod obravnavanega podjetja »x« na tehnologijo RFID v skladišču.....	26
4.4.1	Prehod na tehnologijo RFID v obravnavanem podjetju	26
4.4.2	Program, izdelan po meri, povezuje celotni sistem RFID v skladišču	36
4.4.3	Kalkulacija prehoda na sistem RFID v obravnavanem podjetju "x"	40
5	Možne izboljšave v obravnavanem podjetju »x« po prehodu na tehnologijo RFID	41
6	Zaključek.....	44
6.1	Ocena učinkov	44
6.2	Pogoji za uvedbo.....	44
6.3	Možnosti nadaljnega razvoja	44
7	Viri in literatura	46

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Artikli in predmeti v lasti različnih podjetij so še vedno označeni s črtno kodo, s pomočjo katere lahko beremo attribute nekega predmeta. Vendar pa črtna koda prinaša nekaj slabosti, ki bi se jim marsikdo z veseljem odpovedal. Črtna koda je samo berljiva, prav tako pa se jo s čitalcem lahko bere le ob skoraj neposrednem stiku. Na vsakem predmetu jo je potrebno najprej najti in jo nato s čitalcem odčitati v neposredni bližini. Če je nek predmet založen, moramo najprej priti do njega, najti črtno kodo in šele nato lahko preberemo njegove lastnosti, ki so zapisane na črtni kodi. Vsak tak postopek nam po nepotrebnem vzame veliko časa, to nepotrebno delo pa plača podjetje. Prav tako se podjetje znajde pred problemom vsako leto, ko je potrebno opraviti popis celotne zaloge. Ponavadi se to opravlja v času, ko podjetje "miruje", ponoči ali med prostimi dnevi delavcev. Takrat deluje celoten kader, saj popis zaloge vzame neprimerno veliko časa in nenazadnje tudi denarja.

1.2 PREDSTAVITEV OKOLJA

V praktičnem primeru prehoda podjetja na tehnologijo RFID smo izbrali namišljeno podjetje, saj bomo le tako lahko opisali postopek prehoda v širšem smislu. Namišljeno podjetje se kvalificira kot mini podjetje, ukvarja pa se s prodajo in uvozom večjih gospodinjskih aparatov, kot so: štedilniki, pečice, pralni stroji, pomivalni stroji, hladilniki in zamrzovalniki. Namišljeno podjetje ima 4 zaposlene (direktor, komercialist in dva skladiščnika), ki opravljajo dela, namenjena več osebam. Direktor skrbi za nabavo, izdajo računov, vodenje podjetja, prav tako pa opravlja delo prodajalca na fizičnem mestu. Komercialist pridobiva nove stranke, tako fizične kot pravne, skrbi za oglaševanje podjetja in prodajnih artiklov, vodi odpremo paketov v spletni trgovini ter ravno tako kot direktor tudi on opravlja delo prodajalca v fizični trgovini. Skladiščnik skrbi za celotno urejenost skladišča, za popolno sestavljenost paketa, za odpremljanje preko pošte (paketu prilaga račune, izpolnjuje garancijske liste, nalepke za dostavo...), pripravlja za odvoz artikla, ki so jih fizične osebe kupile v trgovini. Podjetje je sestavljeno iz treh sklopov, in sicer iz skladišča, pisarne s fizično trgovino, zadnji sklop podjetja pa predstavlja spletna trgovina. V skladišču je na zalogi 300 različnih artiklov (vsak artikel je na zalogi med 5 in 20 kosi), razvrščeni pa so v 3 različne kategorije: »hladni« program (zamrzovalniki, hladilniki), »vroči« program (pečice, štedilniki) in »čisti« program (pomivalni stroji, pralni stroji). Vsak program je razdeljen po različnih modelih. Na vsakem artiklu se nahaja črtna koda, na kateri so zapisani atributi artikla.

1.3 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

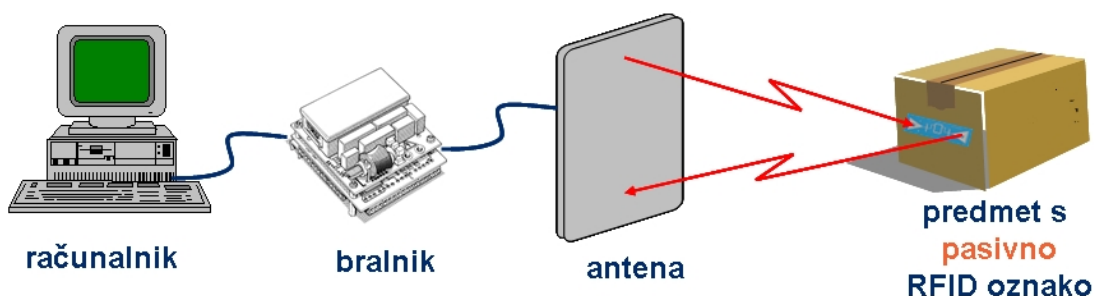
V diplomski nalogi smo predpostavili, da se je podjetje z dobavitelji dogovorilo, da že v zadnji fazi proizvodnje na artikle lepijo nalepke RFID poleg črtne kode.

1.4 METODE DELA

- Induktivno-deduktivna metoda (sklepanje),
- Metoda deskripcije (opisovnje posameznih pojmov),
- Metoda kompilacije (uporaba zapiskov drugih avtorjev).

2 PREDSTAVITEV TEHNOLOGIJE RFID

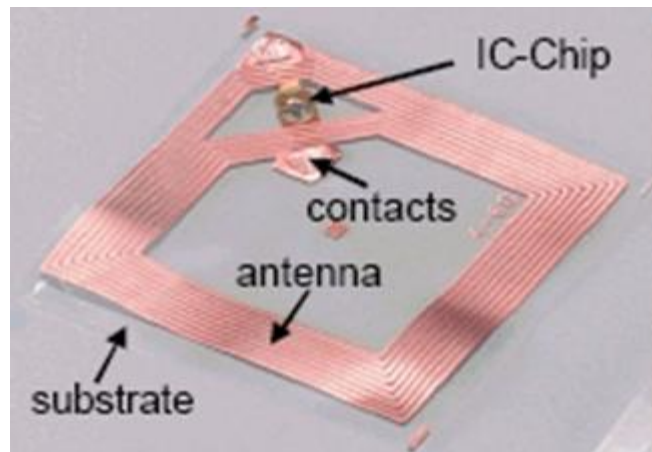
RFID je kratica za radijsko frekvenčno identifikacijo (angleško: Radio Frequency Identification). Na predmetu ali v telesu je majhno elektronsko vezje, ki ga imenujemo RFID-oddajnik ali oznaka. Ta je sestavljen iz integriranega vezja, ki hrani in procesira podatke ter izvaja obdelavo signalov. Drugi del oddajnika je antena, ki skrbi za sprejemanje in oddajanje radijskih signalov. Tretji del je baterija oziroma napajalnik, ki ga bomo imenovali kot pomožni del, saj poznamo dve vrsti oddajnikov - tiste z lastnim napajanjem in tiste ki napajanje črpajo iz radijskih valov čitalnika. Signale RFID-oddajnikov sprejema RFID-čitalnik, kar nam omogoča identifikacijo oziroma branje atributov določenega predmeta. RFID-tehnologija naj bi postopoma izpodrinila črtno kodo, vendar pa bo morala še malenkost napredovati, če jo bo hotela popolnoma izpodriniti. Napredek zadnjih nekaj let je bil velik, vendar pa bo vseeno treba še napredovati pri stroških izdelave oddajnika, saj si je težko predstavljati, da bi podjetje lepilo RFID-nalepke na artikle, ki stanejo ravno toliko kot sama RFID-nalepka. Tako smo zaenkrat omejeni z uporabo RFID-nalepk na nekoliko dražjih artiklih.



Slika 1: Proces branja RFID-nalepke

Vir: <http://www.gs1si.org/Portals/0/Content/241RFID-tehnologija-shema.jpg>.

Z RFID-tehnologijo lahko opravljamo prenos podatkov med oddajnikom in sprejemnikom brez fizičnega kontakta med njima. Za branje in zapisovanje podatkov ne potrebujemo vidnega polja med obema napravama, kar nam omogoča branje večjega števila oznak v enakem času, poleg tega pa nam RFID-sistem omogoča delovanje tudi v zahtevnih pogojih, kot so npr. mraz, umazanija ali tam, kjer ni mogoč direkten dostop. Pri uporabi pasivnih RFID-oznak (mikroprocesor in antena), bralna naprava oziroma sprejemnik s svojim elektromagnetnim poljem vzbudi elektromagnetno polje RFID-oznake. Tako se preko radijskih valov omogoči prenos podatkov, ki so zapisani na RFID-oznaki. Po enakem postopku deluje tudi zapisovanje v RFID-oznako. Ob uporabi RFID-oznake z lastnim napajanjem imenovana aktivna oznaka pa lahko povečamo domet branja in prenos večje količine podatkov.

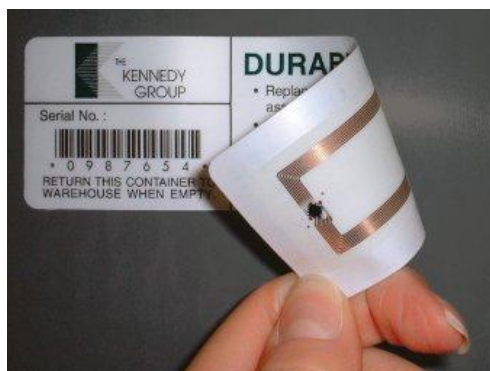


Slika 2: Sestava nalepke RFID

Vir: <http://www.gs1si.org/Portals/0/Content/2411RFID-oznaka-sestava.jpg>.

2.1 SESTAVA NALEPKE RFID

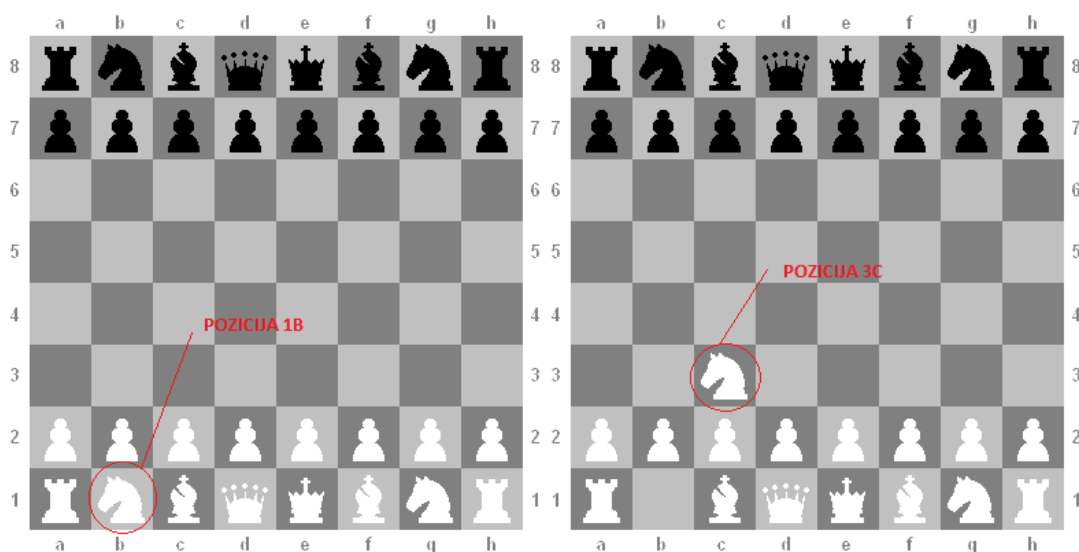
Nalepka RFID je sestavljena iz integriranega vezja, ki hrani in procesira podatke ter izvaja modulacijo in demodulacijo signalov. Drugi del oddajnika je antena, ki sprejema in oddaja radijske signale. Integrirano vezje v nalepki imenujemo mikroprocesor. Eden najpomembnejših mikroprocesorjev je bil razvit v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja, in sicer Motorola M 6800. V slabem desetletju razvoja so iz mikroprocesorja M 6800 razvili 8-bitni čip, imenovan MC 6803, ki se je zaradi lahkega načina programiranja obdržal celo do danes. Seveda so razvili že 64-bitne mikroprocesorje, vendar pa se je zaradi cene do danes obdržal tudi 8-bitni mikroprocesor. Da bomo dobili lažjo predstavo, kako RFID-nalepka deluje, se bomo v podpoglavju поблиže spoznali z mikroprocesorjem Motorola MC 6803.



Slika 3: Nalepka RFID

Vir: <http://image.made-in-china.com/2f0j00lvITzwQdbSbE/RFID-Label-SGS-Approved-P-8-04-.jpg>.

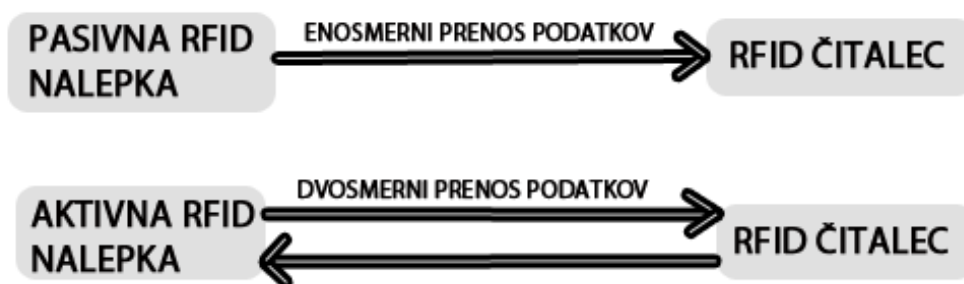
Drugi del RFID-nalepke predstavlja antena, ki skrbi za oddajanje in prejemanje signalov. Antena in mikroprocesor sta na spodnji strani nalepke, to nam daje možnost, da zgornjo (vidno) stran nalepke lahko potiskamo, kakor želimo sami, npr. natisnemo ime izdelka, lastništvo izdelka itd. V nalepki se hranijo podatki, ki so berljivi na daljavo. Podatki se lahko spreminjajo samodejno, kar pomeni, če prestavimo nek artikel, opremljen z RFID-nalepko na drugo lokacijo, se na nalepko samodejno zapiše nova lokacija. Za lažjo predstavo si lahko predstavljamo šahovnico s figurami. Čitalniki so postavljeni na vsakem mestu od »1« do »8« vertikalno in od »a« do »h« horizontalno. Šahovska figura konj ima začetno igralno pozicijo na »1B«, taka lokacija je tudi shranjena na RFID-nalepki pod konjem. Ko premaknemo konja na pozicijo »3C«, RFID-nalepka pod konjem takoj zazna spremembo lokacije iz oddajnih anten, jo preko svoje antene prenese v mikroprocesor, ki nato poskrbi, da se nova lokacija, v tem primeru »3C«, zapiše v svoj hranilni prostor. Na ta način lahko neka tretja oseba, ki ni bila prisotna pri prestavljanju figure, naslednji dan s pomočjo RFID-bralnika »pokliče« belega konja in takoj ugotovi, na katerem mestu se nahaja trenutno, ter prebere ostale možne zapise, kot so: kdaj je bila figura prestavljena, kdo je v tistem času upravljal s figurami in podobno.



Slika 4: Delovanje sistema RFID, za lažje razumevanje predstavljeno kot šahovnica

Vir: <http://vision.middlebury.edu/~kgorekor/cs312/hw01/chessboard.gif> (sprememba avtorska).

Prav tako pa ločimo 2 različni veji RFID-oddajnikov, in sicer jih ločimo na pasivne in aktivne. Pasivni oddajniki dobijo energijo za svoje delovanje iz radijskih valov RFID-čitalnika, kar pa pomeni, da imajo slabši doseg oddajanja. Pri aktivnih oddajnikih pa poleg mikrokontrolerja in antene celoto sestavlja tudi baterija, ki napaja mikroprocesor. Tako bomo postavili tretji sestavni del RFID-nalepke kot dodatek, saj ni nujno, da je baterija sestavni del RFID-nalepke. Prav tako baterija prinese višjo nabavno ceno pa tudi velikost same nalepke dosega večje dimenzije.

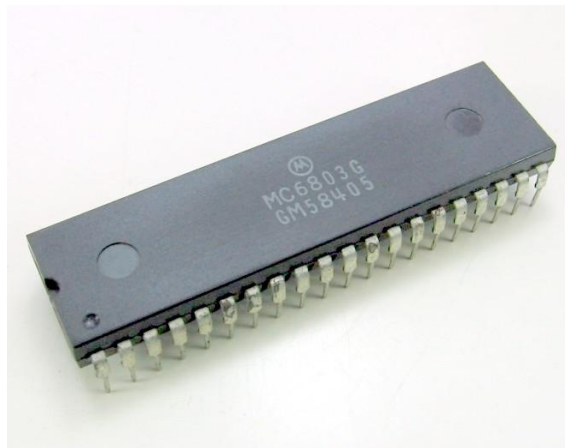


Slika 5: Shematska ponazoritev razlike med aktivno in pasivno RFID nalepko

Vir: avtor

2.1.1 Mikroprocesor MOTOROLA MC 6803

Motorola MC 6803 je mikrokrmilnik, znan predvsem po svoji preprosti naravi programiranja, kot tudi po ceni. Ker je Motorola MC 6803 8-bitni mikroprocesor, je zato eden cenejših na trgu. Motorola MC 6803 ima poleg mikroprocesorja še glavni pomnilnik in periferne enote. Najpomembnejši del mikroprocesorja predstavlja krmilna enota, saj usklajuje delovanje posameznih delov mikroprocesorja po navodilih, zapisanih v programski kodi. Krmilna enota bere ukaze, zapisane v programski kodi, v določenem zaporedju. Prebran ukaz iz programa dekodira in nato krmili njihovo izvajanje. Za izvajanje operacij nad podatki skrbi aritmetičnologična enota. Motorola ima še del za registre, ki omogočajo začasno hranjenje in obdelavo podatkov.



Slika 6: Mikroprocesor Motorola MC 6803

Vir: <http://vintagecomputerbits.com/catalog/images/products/collectable-processors/motorola/MC6803G%20Top.JPG>.

Kot navajajo Mladi za napredek Maribora (2010), delovanje mikroprocesorja obsega 5 različnih korakov:

1. Prezem ukaza

V prvi fazi jedro krmilne enote poskrbi, da se vrednost programskega števca prenese na naslovno vodilo in s podatkovnega vodila prebere vrednost z lokacije, na katero kaže. Prebrana vrednost se prenese v ukazni register. Po opravljenem prenosu se vrednost programskega števca poveča tako, da kaže na naslednji ukaz.

2. Dekodiranje ukaza

- vzorec bitov, ki je zapisan v ukaznem registru se prevede na zaporedje krmilnih signalov;

- bitni vzorec določa, katere enote bodo sodelovale v izvedbi ukaza in v kakšnem vrstnem redu;
- pretvorba kode ukaza v zaporedje signalov je odvisna od izvedbe krmilne enote (ožičena logika ali mikroprogram).

3. Priprava parametrov

Če zahteva ukaz vhodne parametre (podatke), jih je potrebno predhodno pripraviti. Če se podatek nahaja v zunanem pomnilniku, je potrebno na naslovno vodilo pripeljati ustreznemu naslovu in s podatkovnega vodila prebrati njihovo vrednost. Če pa se parameter nahaja v registru, mora krmilna enota samo odpreti vrata med vodilom in enim izmed registrov. Branje zunanjih operandov običajno poteka bistveno dalj časa od branja vrednosti registrov. Ta čas bi bil še daljši, če bi za izvedbo operacije potrebovali dva operanda iz zunanjega pomnilnika. V tem primeru bi potrebovali dodatni zadrževalni register sama priprava parametrov pa bi zahtevala še en dodatni korak.

4. Izvedba ukaza

Z aritmetično-logično enoto (ALE) se kot vhodi in izhodi povežejo tiste komponente (predvsem registri), ki so potrebne za izvedbo zahtevane operacije. To so lahko različna seštevanja, odštevanja, množenja, deljenja, premiki med registri ali logične operacije na posameznih bitih. CPE si v posebnem registru zapomni tudi stanje nazadnje zahtevane operacije (ali je bil rezultat negativen ali nič, ali je prišlo do prekoračitve dolžine rezultata ...).

5. Shranjevanje rezultatov

Vrednost rezultata je potrebno shraniti. Če je cilj operacije zunanji pomnilnik, je potrebno na naslovno vodilo pripeljati ustreznemu naslovu, na podatkovno vodilo pa prenesti izhodno vrednost ALE. Če je cilj operacije register, krmilna enota interno poveže izhod ALE z ustreznim registrom. V našem hipotetičnem modelu predpostavljamo, da je možno rezultat aritmetično-logične operacije shraniti samo v enega izmed registrov.

Fazi priprave parametrov in shranjevanja rezultatov sta odvisni od vrste ukaza in nista zmeraj prisotni. Da bi pospešili njihovo delovanje, so skoraj vsi sodobni mikroprocesorji organizirani tako, da se več ukazov znotraj mikroprocesorja obdeluje sočasno. Ko se npr. izvaja dekodiranje enega ukaza, se sočasno že izvaja branje naslednjega ukaza.

2.2 RADIOFREKVENČNA IDENTIFIKACIJA

Kratice RFID pomeni radiofrekvenčno identifikacijo. Dejansko gre za tehnologijo, s katero ugotavljamo identifikacijo predmetov s pomočjo elektromagnetnega delovanja na področju radijskih frekvenc. Sicer obstaja že kar nekaj let (okoli 50), vendar cenovno še nikoli ni bila tako dostopna in se prav iz tega razloga nikakor ni mogla infiltrirati v širše gospodarske namene. Princip delovanja v širšem pogledu je precej enostaven. Ko oddajnik oziroma RFID-nalepka vstopi v prostor, kjer so nameščeni sprejemniki, odda svoj signal preko antene v sprejemnik, ki ravno tako prebere podatke preko antene. Sprejemnik lahko podatke na oddajniku prebere, prav tako pa lahko podatke vanj tudi zapiše. Gre za zelo hitro obdelavo in branje podatkov, saj lahko sprejemnik prebere več 100 oddajnikov v eni sekundi.

2.2.1 Elektromagnetno valovanje

Elektromagnetno valovanje pomeni valovanje električnega polja in magnetnega polja. Wikipedija navaja (2011), da električno in magnetno polje valujeta v pravokotni smeri eno na drugo. V prostoru se elektromagnetno valovanje širi s hitrostjo svetlobe, 299.792.458 metrov na sekundo. Širi se v smeri, pravokotni na smer električnega in magnetnega polja. Elektromagnetno valovanje prenaša gibalno količino in energijo, pri čemer je polovica te shranjena v električnem polju, druga polovica pa v magnetnem polju. Radijski valovi so tisti del spektra elektromagnetnega valovanja, v katerem je moč elektromagnetno valovanje vzbuditi tako, da skozi anteno teče izmenični električni tok. Glede na frekvenco oziroma valovno dolžino lahko razdelimo radijske valove na naslednja območja:

Ime pasu	Krat.	Pas ITU	Frekvenca	Val. dolžina
			< 3 Hz	> 100,000 km
ekstremno nizke frekvence	ELF	1	3–30 Hz	100,000 km – 10,000 km
super nizke frekvence	SLF	2	30–300 Hz	10,000 km – 1000 km
ultra nizke frekvence	ULF	3	300–3000 Hz	1000 km – 100 km
zelo nizke frekvence	VLF	4	3–30 kHz	100 km – 10 km
nizke frekvence	LF	5	30–300 kHz	10 km – 1 km
srednje frekvence	MF	6	300–3000 kHz	1 km – 100 m
visoke frekvence	HF	7	3–30 MHz	100 m – 10 m
zelo visoke frekvence	VHF	8	30–300 MHz	10 m – 1 m
ultra visoke frekvence	UHF	9	300–3000 MHz	1 m – 100 mm
super visoke frekvence	SHF	10	3–30 GHz	100 mm – 10 mm
ekstremno visoke frekvence	EHF	11	30–300 GHz	10 mm – 1 mm
			nad 300 GHz	< 1 mm

Slika 7: Območja radijskih valov

Vir: http://sl.wikipedia.org/wiki/Radijski_valovi.

2.3 TIPI RFID-NALEPK

RFID-sisteme delimo glede na dve karakteristiki sistema, in sicer glede na način napajanja ter na način prenosa podatkov prek radijskih valov. Vsaka osnovna delitev sistema ima dve možnosti. Pri načinu napajanja imamo dva različna tipa RFID-sistema, in sicer pasivni ter aktivni tip. Način prenosa podatkov pa delimo na induktivni in elektromagnetni tip RFID.

Aktivni RFID

Vsak RFID-oddajnik je sestavljen iz mikroprocesorja in antene, vendar pa poleg teh dveh delov v aktivnem oddajniku najdemo še baterijo, ki služi za napajanje celotnega oddajnika. Slabost takega oddajnika je njegova cena, saj mora izdelovalec vgraditi še baterijo. Prav tako zaradi baterije oddajnik avtomatsko postane večjih dimenzij. Vendar pa oddajniku lastno napajanje prinese kar nekaj dobrodošlih prednosti, ko so daljši domet oddajanja in sprejemanja (do 92 metrov), večja moč oddajanja, bolj zanesljivo delovanje v neprijaznem okolju. Njegova baterija zdrži nekaj 10 let.



Slika 8: Aktivni RFID-oddajnik

Vir: http://www.wikid.eu/images/thumb/9/9f/Active_RFID_tags.jpg/200px-Active_RFID_tags.jpg.

Pasivni RFID

Pasivni oddajniki pa so sestavljeni le iz mikroprocesorja in antene. Lastnega napajanja nimajo, zato pa za svoje delovanje potrebujejo napajanje iz zunanjega vira oziroma iz signala sprejemnika, ki se inducira v anteni. Sprejet izmenični signal se nato usmeri ter steče do mikroprocesorja, ki se vzbudi in prične z delovanjem. Ker pasivni oddajniki nimajo svojega lastnega napajanja, imajo tako nižjo ceno (na trgu stanejo nekaj več kot 0,1 € na kos), prav tako pa so lahko manjših dimenzij kot aktivni oddajniki. Vendar pa ravno zaradi tega, ker nimajo lastnega napajanja, oddajniki nimajo tako velike moči, imajo krajši doomet kot aktivni (do 6 metrov), prav tako nimajo tako močne odpornosti na napake (bližina kovine ali tekočine).

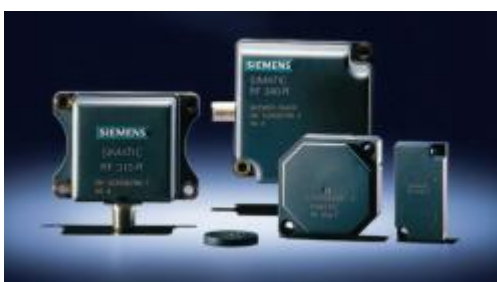


Slika 9: Pasivni RFID oddajnik

Vir: http://img.tootoo.com/mytootoo/upload/52/527574/product/527574_122b70a1fa7dcfc1470e9588bc7298a8.jpg.

Induktivni RFID

Kot navaja Glušič (2008), se pri induktivnem RFID-sistemu za prenos informacije uporablja princip magnetne indukcije. Dve bližnji tuljavi sta induktivno sklopljeni, ko magnetni pretok, ki ga povzroča tok prve tuljave, doseže drugo tuljavo in na njenih priključnih sponkah inducira napetost. Komunikacija deluje v bližnjem polju (približno 0.16 valovne dolžine), zato je domet induktivnih sistemov razreda nekaj deset centimetrov in pada z naraščanjem frekvence (krajšanje valovne dolžine). Oddajnik informacijo prenese čitalniku prek uporabe bremenske modulacije (angl. load modulation), ki v praksi pomeni spreminjanje sklopnega faktorja med tuljavama v ritmu podatkov.



Slika 10: Induktivni RFID oddajnik

Vir: <http://m.automation.com/images/commerce/siemens/RF300.PNG>.

Elektromagnetni RFID

Glušič pravi (2008), da elektromagnetni RFID-sistem komunicira z uporabo elektromagnetnih (EM) valov. Čitalnik oddaja EM valove, ki dosežejo oddajnik in se od njega odbijejo. Ta odboj lahko izkoristimo za prenos informacije od oddajnika do čitalnika. V trenutku, ko se oddajnik vzbudi, začne svojo lastno impedanco spreminjati v ritmu podatkov ter na ta način spreminja svojo oscilacijsko frekvenco. Signal, ki se odbije, je zato moduliran, celoten pojav pa imenujemo modulaijski odboj (angl. modulation backscatter).



Slika 11: Elektromagnetni RFID oddajnik

Vir: <http://cfnewsads.thomasnet.com/images/large/025/25875.jpg>.

2.4 SLABOSTI RFID-TEHNOLOGIJE

Seveda vsaka pridobitev prinaša tudi nekaj slabosti, vendar pa je potrebno razumeti, da moramo pri uveljavitvi neke novosti pravilno pretehtati negativne in pozitivne strani, da lahko ustvarimo mnenje, ali je zadeva primerna za nas oz. naše podjetje ali ne. Pri tehnologiji RFID sicer je nekaj negativnih faktorjev, vendar če ob stran postavimo številne prednosti, lahko ugotovimo, da je prednosti mnogo več, kot tudi to, da nekatere slabosti navsezadnje na samo storilnost tehnologije ne vplivajo tako močno.

Prvo slabost te tehnologije lahko opazimo z vidika globalizacije. V svetu imamo tri večja frekvenčna območja, in sicer: ZDA, Evropa in Azija. Vsako področje uporablja drugo frekvenčno območje, kar pa ni ugodno za tehnologijo RFID, saj tako popolnoma delujoča RFID-nalepka v Evropi ne deluje pravilno v frekvenčnem območju Azije. Vendar pa se bo ta težava v času razvoja zagotovo spremenila tako, da bo RFID avtomatsko zaznala frekvenčno območje, v katerem se nahaja in se tako prilagodila na določeno frekvenco. Drugi pomemben negativni zorni kot RFID-nalepk, ki ga je potrebno omeniti, so tako imenovane elektromagnetne motnje. V kolikor so v bližini bralnih oziroma sprejemnih anten druge naprave, ki prav tako uporabljajo sevanje radiofrekvenčnega signala, lahko pride do bralnih motenj, ko nam čitalnik javi napako ob branju nalepke. Taki motilci radiofrekvenčnega signala so: mobilni telefoni, dušilke, napetostni vodi, transformatorji, neonske svetilke, svetlobne zapore, kovine, ki povečuje interferenco itd.

2.5 DELOVANJE RFID NA RAZLIČNIH FREKVENCAH

Poznamo štiri različna frekvenčna območja katera uporablja RFID tehnologija. Na vsakem frekvenčnem območju deluje posamezna serija RFID in nam tako na vsakem frekvenčnem območju določene stvari prinašajo prednosti in nekatere slabosti. Tako se v svojem poslu za naše namene izberemo določeno frekvenčno območje. Tako poznamo RFID tehnologijo katera uporablja nizke frekvence (pravilno v angleščini: Low Frequency), visoke frekvence (pravilno v angleščini: High Frequency), ultra visoke frekvence (pravilno v angleščini: Ultra High Frequency) in pa mikrovalovne frekvence (pravilno v angleščini: Microwave Frequency).

Kot navaja GS1 Slovenija (2010), se določene frekvence uporabljajo ob naslednjih pogojih:

1. 125–132 kHz – Nizka frekvenca

- pasivne in aktivne oznake različnih formatov;
- uporabno v težkih pogojih – npr. kovina, voda, ...;
- večina sistemov ima določen namen in so lokalno uporabni;
- tipični primeri uporabe: sledenje živalim, dostopna kontrola, ...

2. 13.56MHz – Visoka frekvenca

- prevladujejo pasivne oznake, običajno kot nalepke, etikete, karte ali v industrijsko zaščitenih oblikah;
- uporabno, kjer se zahteva kontrolirano branje na kratke razdalje;
- tipični primeri uporabe: dostopna kontrola, masovni tranzitni sistemi (npr. avtobusne karte), sistemi hrambe (npr. knjižnice), sistemi krmiljenja proizvodnje, ...

3. 860MHz–960MHz – Ultra visoka frekvenca

- frekvenčno območje z največjim razvojnim potencialom;
- pasivne in aktivne oznake različnih formatov;
- omogoča sisteme z globalno uporabo in interoperabilnost;
- uporabno, kjer se zahteva masovno branje na daljše razdalje - do 10 metrov;
- z novimi tehnologijami razvoja RFID-oznak spodriva HF-sisteme;
- tipični primeri uporabe: sledenje izdelkom v preskrbovalni verigi, sistemi hrambe, vhodna/izhodna kontrola, ...

4. 2.4GHz – Mikrovalovna frekvenca

- specifična frekvenca;
- prevladujejo aktivne oznake, omogočajo branje na daljše razdalje in branje pri velikih hitrostih;
- veliko drugih rešitev deluje na istem frekvenčnem območju (npr. WIFI);
- tipični primeri uporabe: prometni tranzitni sistemi (npr. ABC), sistemi spremljanja železniškega prometa , ...

3 LOGISTIČNI PROCESI IN UPORABA TEHNOLOGIJE RFID

Sedaj ko smo se poglobljeje spoznali s tehnologijo RFID, bomo pregledali še, kje vse je tako tehnologijo moč uporabljati. Osredotočili se bomo na praktičnih ter na moralno nespornih primerih, saj se moramo zavedati, da nam zloraba tehnologije RFID lahko prinese nepopravljive posledice. Lahko si predstavljamo, kako bi bilo, če bi prišlo do zlorabe te tehnologije in bi vsaka oseba ob rojstvu dobila RFID-čip, čitalniki pa bi bili nameščeni po celem svetu. Zasebnosti ne bi več poznali, saj bi bil vsak posameznik izpostavljen stalnemu in totalnemu nadzoru. Zato bomo v tem poglavju izpostavili prednosti na različnih področjih, ki nam jih RFID-tehnologija v praksi lahko prinese.

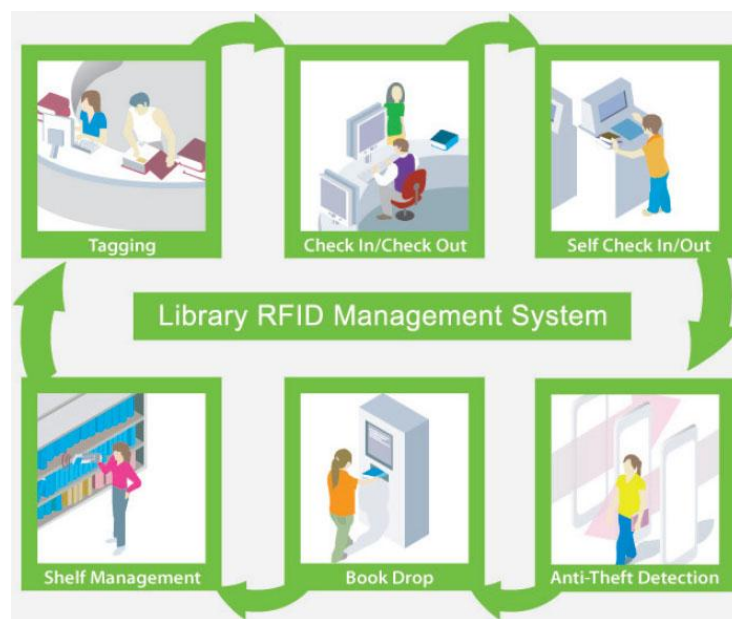
3.1 UPORABA TEHNOLOGIJE RFID V KNJIŽNICAH

Uporaba tehnologije RFID v knjižnicah je lahko nek splošen pogled na tehnologijo RFID v praksi. Prehod s črtnih kod na tehnologijo RFID v knjižnici prinaša ogromen napredek na različnih segmentih. Vsaka malo večja knjižnica ima po več 1000 knjig v svojem repertoarju, vendar pa mora vsaka knjiga najti točno določen prostor na polici (različne kategorije, abecedni vrstni red itd.). Zelo hitro se lahko zgodi, da knjiga zaradi napake kogarkoli zamenja svojo pozicijo . Takrat rečemo, da se je knjiga »založila«. Tudi zaradi tega mora vsaka knjižnica vsaj enkrat letno zapreti svoja vrata, vse knjige postaviti s polic in jih nato zložiti po primarnem vrstnem redu. Pri takem popisu lahko še ugotovijo, katere knjige so jim bile odvzete brez njihove vednosti in podobno. Prav tako mora knjižnično osebje ob izposoji knjige odčitati črtno kodo, da si lahko stranka knjigo nato izposodi. Poleg tega morajo ponekod iz varnostnih razlogov še deaktivirati varnostno elektromagnetno zaščito, da knjiga lahko zapusti knjižnico.

Ker je tehnologija RFID že precej napredovala, je cena in velikost nalepke več kot primerna za opremo knjig v knjižnici. Vsaka knjiga ima na notranji strani platnice RFID-nalepko, ki skrbi za odpravo omenjenih problemov. Problematiki založenih knjig se avtomatsko izognemo, saj ko ugotovimo, da se knjiga ne nahaja na točno določenem mestu, se eden izmed knjižničnega osebja samo sprehodi z RFID-

sprejemnikom med knjižnimi policami in v ekstremno kratkem času zazna, kje se ta knjiga nahaja. Prav tako pri letnem popisu knjig s funkcijo »multi-check« preprosto ter v zelo hitrem času opravimo popis knjig v knjižnici, saj tehnologija RFID lahko bere nekaj 100 različnih nalepk v sekundi. Poleg tega je tehnologija združljiva s starejšimi tehnologijami proti kraji in podobno, tako da je vložek v tak napredek relativno majhen, saj nam določene aktivnosti v knjižnici ostanejo še po starem, če se tako odločimo. V tem primeru, takoj ko je knjiga oddana v izposajo, se avtomatsko prekine varnostna elektromagnetna zaščita in stranka lahko knjigo odnese iz knjižnice. Tudi knjižnično osebje s tehnologijo RFID postane učinkovitejše in predvsem hitrejše. Ko stranka na polico za izposajo prinese 15 ali 20 knjig, knjižničarju ni potrebno odčitavati vsake knjige posebej, iskati, kje na knjigi je črna koda in podobno. Preprosto stranka knjige položi na določeno mesto, kjer RFID-čitalnik odčita vse knjige naenkrat in lahko takoj zapusti knjižnico z izposojenimi knjigami. V knjižnicah ni vrste pred »blagajno«, knjižnično osebje ima več časa za pomoč pri izbiri knjig, ki jih stranke zahtevajo in podobno.

Vsekakor pa gremo lahko še korak naprej. Samopostrežne knjižnice, brez zaposlenega osebja, odprte 24 ur na dan. Vse knjige v knjižnici so opremljene z RFID-nalepkami, prav tako so z njimi opremljene vse članske izkaznice. Vrata knjižnice se avtomatsko odprejo, ko zaznajo osebo, ki je član knjižnice. Osebi, ki vstopa v knjižnico, niti ni potrebno izvreči kartice in jo ima lahko ves čas v denarnici, saj tehnologija RFID deluje na daljše razdalje. Takoj ko oseba vstopi v knjižnico, se v program tudi zabeleži, kdo je kdaj vstopil v knjižnico z namenom izposoje knjig. Nato lahko oseba nabere določeno število knjig, ki jo zanimajo, jih postavi na predvideno mesto za izposajo, kjer čitalnik odčita in zabeleži, kdo si je katere knjige izposodil in kdaj. Prav tako tem knjigam deaktivira varnostno elektromagnetno zaščito in oseba lahko zapusti knjižnico z izposojenimi knjigami. Takih samopostrežnih knjižnic je po Evropi že nekaj, in sicer v Munchnu, celo verigo takšnih knjižnic pa najdemo na Nizozemskem v Amsterdamu.



Slika 12: RFID-tehnologija v knjižnici

Vir: <http://www.jesic-tech.com/images/RFID/iLib/library3.jpg>.

3.2 UPORABA TEHNOLOGIJE RFID V PODJETJIH ZA VODENJE IN SLEDENJE INVENTARJA OPREME

V vseh večjih podjetjih najdemo več 10 lahko tudi več 100 različnih pisarn ali laboratorijev. V vsakem takem delovnem okolju najdemo različne vrste orodij, s katerimi podjetje in zaposleni operirajo. Tako ima lahko neko večje podjetje v skupni rabi več 1000 orodij večje vrednosti, kot so: prenosni računalnik, dlančniki, kabli, strežniki, dizajnerske grafične kartice, ... V takih primerih se pojavijo težave, ker ko neka oseba zaključi z uporabo nekega orodja, ga vrne na čisto drugo mesto, kot pa ga je dobila, oziroma ga da v uporabo naprej tretji osebi. S tehnologijo RFID lahko inventarju v podjetju sledimo na vsakem koraku. Vsa opisana orodja označimo z nalepkami RFID, na vseh vstopnih in izstopnih mestih pisarn ali laboratorijev pa namestimo sprejemnike RFID, ki beležijo vsak vstop in izstop določene opreme v prostor ali iz njega. Sprejemniki so povezani s programskim vmesnikom na strežniku, kamor se zapisuje zadnja lokacija določene opreme. Tako lahko vsak zaposleni, ki ima dostop do te opreme in do strežnika, samo v programsko okolje vpiše želeno orodje in program mu takoj pokaže zadnjo lokacijo oziroma lokacijo, na kateri se nahaja iskano orodje.

Podobno lahko počnemo v podjetjih, kjer želimo da zaposleni brez težav najdejo določen potrošni material, ki je pomemben za opravitev del, za katera so zadolženi. Podjetje lahko poseduje več 100 različnih tiskalnikov, za vsak tiskalnik pa je

predpisana točno določena kartuša ali toner. Na nalepko RFID lahko zapišemo, kdaj nam vrne rezultat »najdeno«. Določen tiskalnik X poimenujemo z njegovim serijskim imenom. Na nalepko RFID, ki jo nalepimo na toner, zapišemo, za kateri tiskalnik je primeren. Ko nam tonerja v našem tiskalniku zmanjka, gremo v skladišče, kjer je lahko več 1000 različnih kartuš. Tam v sprejemnik RFID vpišemo naše ime tiskalnika, ter tako poiščemo pravi toner za naš tiskalnik. Če vzamemo napačnega, nam sprejemnik vrne rezultat na primer: »Toner ni primeren za iskani tiskalnik.«

3.3 TRGOVINE, OPREMLJENE Z RFID-TEHNOLOGIJO

Trgovina, ki želi dobro poslovati, mora skrbeti za več ažurnih procesov. Zadostna zaloga in rok trajanja sta glavni težavi v večji trgovini. Dobro je vedeti, kje se določena zaloga trenutno nahaja, prav tako pa je dobro spremljati novo naročeno zalogo, ki šele potuje do trgovinskega skladišča. Trgovina mora skrbeti tudi za varnost pred tatovi. Večina trgovin je opremljenih z videonadzornim sistemom, postavitve celotnega videonadzornega sistema pa je pretežno draga. Raziskave kažejo, da se videonadzorni sistem oziroma CCTV (Closed Circuit TV), kar pomeni zaprt krog TV, povrne v trgovinah, kjer prodajajo drage artikle, npr. draguljarne, zlatarne, trgovine z urami, ... Tako imenovan pozitiven ROI (Return Of Investment) – povrnjena investicija pa se ne kaže v večini trgovin, kot so: trgovine z živili, oblačili, obutvijo, ... Teh trgovin pa je mnogo več kot tistih z dražjimi produkti.

Z uvedbo tehnologije RFID se takih težav zlahka otresemo, če bi vsak artikel imel RFID-nalepko, ki bi jih enkrat dnevno brali RFID-sprejemniki, nameščeni po celotni trgovini in skladišču. Sprejemniki bi bili povezani s primerno programsko opremo. V programskem okolju bi za določen artikel izbrali minimalno število v skladišču skupaj s polnimi policami v trgovini, ko bi sistem avtomatsko poslal naročilo dobavitelju. Npr. za artikel čokolada smo izbrali minimalno zalogo 500 kosov. Ko bi sprejemnik RFID ob rutinskem branju enkrat dnevno zaznal, da je zaloga 499 kosov, bi avtomatsko poslal naročilo dobavitelju čokolad v višini 5000 kosov. Vsaka pošiljka hitro pokvarljivega blaga (mleko, jajca, predpripravljeni sendviči ...) bi imela na RFID-nalepki zapisan rok trajanja. Ko bi program pri rutinskem branju enkrat dnevno zaznal, da je določen artikel uporaben samo še naslednjih 7 dni, oziroma kolikor bi za vsak artikel posebej vpisali toleranco do preteka roka uporabnosti, bi takoj opozoril trgovke, naj za to blago razpišejo akcijo, saj bo kmalu pokvarjeno. Ob avtomatizirani dobavi zaloge pa bi pooblaščen oseba na vsakem koraku vedela, kje se pošiljka nahaja ter kdaj jo lahko pričakujejo, da bo skladiščnik lahko pripravil vse potrebno za prevzem. Tudi pri problemu tatvin bi RFID-nalepka prinesla določene prednosti. Nalepke RFID so lahko obnovljive oziroma je lahko ena nalepka za večkratno uporabo. Nalepka bi bila na artikel pritrjena s plastično vrvico, ki bi jo trgovka prerezala, ko bi bil artikel, nalepko pa bi lahko pritrjili na nov artikel ki bi prišel na trgovske police. Če bi tat poizkušal artikel odnesti iz trgovine, ne da bi ga

plačal, pa bi bile sprejemne antene RFID postavljene tudi za blagajno in bi ob iznosu artikla brez plačila sprožile alarm.

RFID-nalepke so zaenkrat še nekoliko predrage, da bi bil čisto vsak artikel označen z njimi, vendar pa tehnologija hitro napreduje, cene starejšim in po specifikacijah slabšim RFID-nalepkam prav tako hitro upadajo. Tako da lahko realno pričakujemo, da bodo v bližnji prihodnosti vsi artikli označeni z RFID-nalepko. Na tak način bi nalepke RFID lahko nadomestile delo trgovk, saj bi bile blagajne docela avtomatizirane. Kupec bi z nakupovalnim vozičkom, polnim artiklov, zapeljal čez antene RFID, te bi v sekundi odčitale vse artikle, program pa bi skrbel za izstavitve računa. Ko bi bilo blago plačano, bi se voziček sprostil in blago bi se lahko odpeljalo iz trgovine. Tak pogled na trgovino ima dve plati. Dobra stran tega je, da bi na ta način lahko izkoreninili vrste pred blagajno, po drugi strani pa bi sistem prinesel brezposelnost trgovk.



Slika 13: RFI-tehnologija v trgovini

Vir: <http://rfid.thingmagic.com/Portals/42741/images/C--Documents%20and%20Settings-klynch-Desktop-ThingMagic-Public%20Relations-100%20Uses%20of%20RFID-Blog%20Posts-Sept-Grocery%20Store%20Check%20Out-MediaCart-resized-600.jpg>.

3.4 HOTELI, OPREMLJENI S TEHNOLOGIJO RFID

Večina hotelov po svetu nudi poleg prenočišča in hrane še obilico različnih sprostitev, rekreacijskih in zabavnih programov. Tako lahko v nekaterih hotelih poleg več 100 sob in različnih restavracij najdemo še savne, bazene, kopeli, masaže, bare, zabavišni del s tobogani pri bazenih, tenis igrišča, golf igrišča, fitnes, vodeno aerobika in ostalo. Ko se odpravimo na počitnice v hotel, izberemo sebi

primerno ponudbo, npr. zakupimo enotedensko bivanje s tremi obroki na dan, »all inclusive« bife z alkoholnimi in brezalkoholnimi pijačami, večerni vstop na bazen, enourno masažo in neomejen vstop na tenis igrišče z izposojajo tenis loparja in žogic. Ko ponudbo zakupimo, osebje v hotelu uredi vse potrebne papirje z našimi bonitetami. Tako dobi recepcija podatek, izpisan na papirju, katera soba nam pripada in do kdaj, osebje v restavracijah dobi podatke o številu obrokov, osebje na tenis igrišču dobi obrazec, da imamo neomejen dostop do igrišča ter že plačano izposojajo opreme za celotni teden itn. Vse to potrebuje ogromno organizacije ter sprotne obveščanje osebja, po navadi z natisnjenimi listi, katerim osebam kaj pripada. Četudi veliko ljudi skrbi za organizacijo, pa se pri množici gostov lahko podatki zamešajo, listi izgubijo ipd., kar pa vsekakor ni dobro, saj jim je v interesu, da gostom hotelske usluge ostanejo v dobrem spominu, saj ga bodo le tako priporočali prijateljem, sorodnikom oziroma se vanj sami radi vračali.

Implementacija RFID-sistema prinese ogromno prednosti. Znebijo se težke organizacije, ažurnega obveščanja osebja po celotnem hotelu ter poskrbijo, da v hotelu ne prihaja do izgube podatkov in mešanja oseb (npr. število obrokov). Vsaka oseba, ki bi se javila na recepciji hotela, bi dobila zapestnico z RFID-nalepko, na kateri bi bilo predhodno avtomatsko zapisano, kaj je oseba zakupila (ime in priimek osebe, številka in ključ sobe, bivanje od »datum« do »datum«, trije obroki dnevno, enkrat obrok v mehiški restavraciji, neomejen dostop na tenis igrišče z izposojajo opreme, enourna masaža, neomejen dostop v bifeju do alkoholnih in brezalkoholnih pijač). Antene RFID pa bi bile nameščene pred vsakim vhodom določenega dela v hotelu, npr. pred vstopom na bazen, tenis igrišče, v restavracijo, savno itd. Tako bi se lahko prosto sprehajali po vseh zakupljenih aktivnostih v hotelu. Če bi npr. želeli v mehiško restavracijo že drugič, zakupljen pa je samo enkratni obisk, bi se na zaslonu pred vhodom izpisalo: »Vstop zavržen, obisk je bil že izkoriščen.« Prav tako bi zapestnica z RFID-nalepko služila kot ključ hotelske sobe. Ko bi prišli do vrat, bi antena pred sobo zaznala, da imamo dovoljen vstop in vrata bi se avtomatsko odprla. Osebjem, zaposlenemu v hotelskih barih, bi zapestnice prav tako olajšale nerodne situacije, ko ne vedo, ali je oseba že polnoletna in ali ji lahko postrežejo z alkoholom. Na zapestnici bi bil zapisan rojstni datum, ko bi antene ob baru prebrale našo starost, bi se barmanu na zaslonu izpisalo: »Oseba je polnoletna in se ji lahko strežejo alkoholne pijače.« Enako bi bilo z vstopom v predel hotela, namenjenem kazinoju.

S tehnologijo RFID bi hoteli pridobili ogromno prednosti. Prav tako pa bi na ta način znatno zmanjšali stroške.



Slika 14: RFID-tehnologija v hotelu

Vir: <http://www.pdcorp.com/images/rfid-keyless-hotel-room.gif>.

3.5 SKLADIŠČA, OPREMLJENA S TEHNOLOGIJO RFID

Vsako večje podjetje, ki izdeluje produkte za nadaljnjo prodajo, mora imeti skladišče. Skladišče je za marsikatero podjetje breme in velik strošek. Seveda bi si želeli, da bi produkti, ki nastanejo v tovarni, takoj po zaključni fazi romali direktno na prikolico tovornjaka in pot nadaljevali do kupca naših artiklov, vendar pa v praksi zaradi takšnih in drugačnih faktorjev to nikakor ni izvedljivo. Tako je vsako večje podjetje, ki proizvaja neke produkte primorano imeti svoje skladišče, kamor začasno shranjujejo končne proizvode oziroma material za izdelavo končnih produktov. Nekatera večja podjetja imajo skladišča, velika več tisoč kvadratnih metrov, ter zaposlujejo večje število skladiščnikov in nadzornikov realnega stanja v skladišču. V takih skladiščih se zelo hitro pojavijo problemi. Čeprav imajo strogo zapisane predpise, kako premikati artikle po skladišču, se zelo hitro zgodi, da skladiščnik prestavi nekaj palet artiklov, z namenom, da pride do materiala, ki ga proizvodna linija trenutno potrebuje. Vendar pa pri predstavitvi palet pozabi zapisati novo pozicijo. Ko se izmena zamenja in skladišče prevzame nova skupina, pride do težave, ker ne najdejo več palet, ki jih je prejšnja skupina prestavila in spremembo pozabila vpisati. Podobno se lahko zgodi v skladišču s končnimi produkti. Čeprav je na vsaki paleti zapisano, komu je namenjena ter katero prevozno podjetje bo po te končne proizvode prišlo, se zelo hitro lahko zgodi, da skladiščnik nekaj palet prestavi, da si sprostí pot za naklad na tovornjake, to spremembo lokacije pa pozabi zapisati. Ko pride prevoznik po končne produkte, se zgodi, da 10 palet od 200 ne najdejo. To pomeni, da morajo ročno preiskati skladišče, kar pa ni prijetno za nikogar, saj bi v tem času skladiščnik moral pripraviti že novo pošiljko, prevoznik pa bi ta čas moral biti že na pol poti do naročnika. Pri večjih pošiljkah pa se lahko celo zgodi, da pri več 100 paletah (ki so bile pripravljene za odvoz), prav te »založene« palete pozabijo naložiti. Ko pošiljka prispe do kupca in kupec ugotovi, da ni vseh artiklov, ki jih je naročil in plačal, lahko zavrne celotno pošiljko. Take napake podjetje stanejo ogromne vsote denarja, povzročijo pa lahko celo nepopravljivo škodo v smislu izgube stranke.

Rešitev za vse podobne težave prinaša tehnologija RFID. Če bi imelo skladišče vse palete označene z RFID-nalepkami, bi se zapisovanje nove lokacije palet opravljalo samodejno. Če tudi bi skladiščnik prestavil nekaj palet na čisto drugo lokacijo, ter jih nato pozabil vrniti na prvotno, bi čitalniki nalepk, nameščeni po skladišču, sami odčitali novo lokacijo palete in jo vpisali v register. Ko bi prišla na delo nova skupina skladiščnikov, bi samo s pogledom v sistem imeli ažurno in realno stanje v skladišču. Če bi manjkajoči del pošiljke ugotovili ob natovarjanju, bi v najkrajšem možnem času lahko pridobili novo lokacijo manjkajočih palet. Kupec oziroma naročnik bi s pomočjo tehnologije RFID lahko spremljal stanje pošiljke v realnem času. V tovornjaku bi bil nameščen čitalnik RFID-nalepk, ki bi bil povezan s programom in bi vsako spremembo v tovornjaku zapisoval v svojo bazo podatkov. Baza podatkov bi bila sprogramirana tako, da bi vsako spremembo sporočila GPRS-vmesniku, tai pa bi te podatke preko mobilnega operaterja pošiljal direktno kupcu na njegov GSM ali pa v njegovo bazo. Tako bi skrbnik zaloge v podjetju realno lahko spremljal, katere palete so bile naložene na tovornjak ter katere še vedno manjkajo. Z uvedbo sistema RFID v skladišče, bi velik korak naredili tudi na področju inventure. Ne samo da bi enkrat ali nekajkrat letno imeli realen popis celotne zaloge v skladišču, s to tehnologijo bi imeli inventurno stanje v realnem času kadarkoli oziroma vedno.



Slika 15: Tehnologija RFID v skladišču

Vir: <http://www.patwar.com/assets/images/Technology3.jpg>.

4 LOGISTIČNI PROCESI V PODJETJU »X«

V tem poglavju bomo opisali postopek prehoda podjetja na tehnologijo RFID. Pogledali bomo, s katerimi težavami se lahko ob taki rekonstrukciji podjetja srečamo. Za lažjo predstavbo, kako lahko neko podjetje preide na sistem RFID, bomo predstavili postopek uvedbe tehnologije RFID v podjetju »x«. Da se bomo približali realnemu stanju, bomo v nadaljevanju najprej predstavili obravnavano podjetje »x« ter kako v takem podjetju potekajo logistični procesi in manipulacije z blagom pred uvedbo tehnologije RFID. Težave, ki jih bomo opisali v obravnavanem podjetju so težave marsikaterega podjetja.

4.1 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANEGA PODJETJA »X«

Obravnavano podjetje se kvalificira kot mini podjetje, ukvarja pa se s prodajo in uvozom večjih gospodinjskih aparatov, kot so: štedilniki, pečice, pralni stroji, pomivalni stroji, hladilniki in zamrzovalniki. Podjetje ima 4 zaposlene (direktor, komercialist in dva skladiščnika), ki opravljajo dela, namenjena več osebam. Direktor skrbi za nabavo, izdajo računov, vodenje podjetja, prav tako pa opravlja delo prodajalca na fizičnem mestu. Komercialist pridobiva nove stranke, tako fizične kot pravne, skrbi za oglaševanje podjetja in prodajnih artiklov, vodi odpremo paketov v spletni trgovini ter ravno tako kot direktor opravlja delo prodajalca v fizični trgovini. Skladiščnik skrbi za celotno urejenost skladišča, za popolno sestavljenost paketa, za odpravo preko pošte (paketu prilaga račune, izpolnjuje garancijske liste, izpolnjuje nalepke za dostavo ...), pripravlja kupljene artikle za odvoz. Poslovni prostori so sestavljeni iz treh sklopov, in sicer iz skladišča (veliko 5.000 kvadratnih metrov), pisarne s fizično trgovino, zadnji skop podjetja pa predstavlja spletna trgovina. V skladišču je na zalogi 300 različnih artiklov (vsak artikel je na zalogi med 5 in 20 kosi). V skladišču so postavljeni v 3 različne kategorije: »hladni« program (zamrzovalniki, hladilniki), »vroči« program (pečice, štedilniki) in pa »čisti« program (pomivalni stroji, pralni stroji). Vsak program je nato razvrščen po različnih modelih. Na vsakem artiklu se nahaja črna koda, na kateri so zapisani atributi artikla. Podjetje ves svoj prodajni program dobavlja od treh različnih svetovno znanih dobaviteljev, in sicer artikle za »hladni« program dobavlja od podjetja »Cool« iz Švedske, artikle za »vroči« program od podjetja »Hot« iz Španije, artikle za »čisti« program pa od podjetja »Clean« iz Nemčije.

4.2 PREDSTAVITEV LOGISTIČNIH PROCESOV OBRAVNAVANEGA PODJETJA »X«, PRED UVEDBO TEHNOLOGIJE RFID

Podjetje ima 3 različne sklope (skladišče, trgovina, spletna trgovina), pri katerih morajo biti vsi podatki usklajeni, kar pomeni, da če se v spletni trgovini proda nek artikel, mora biti odpisan na papirjih za skladišče, na papirjih za fizično trgovino in na papirjih zaloge v spletni trgovini. Samo tako se lahko zavarujemo pred možnostjo, da bi kupec opravil nakup v spletni trgovini, nato pa bi ga pri odpremi paketa morali obvestiti, da naročenega artikla na žalost trenutno ni na zalogi. Prav tako je obravnavano podjetje »x« dobavitelj za več različnih trgovin po celi Sloveniji, saj je podjetje generalni uvoznik za Slovenijo pri vseh treh podjetjih: Cool, Hot, Clean. To pomeni, da dnevno prihajajo tovorna vozila v skladišče, kjer skladiščnik natovori blago, ki je bilo predhodno naročeno iz trgovin po Sloveniji, ki v svojo ponudbo uvrščajo tudi artikle, za katere je podjetje generalni uvoznik. Skladiščni delavec en dan pred napovedanim prihodom prevoznika kupca pravilno razvrsti in pripravi blago za naslednji dan. Pregleda naročilnico ter blago iz vseh treh segmentov skladišča pripravi na odpravno mesto. Ob prihodu prevoznika tako lahko hitro in učinkovito odpravi naročeno blago. Dnevno je lahko naročenih tudi do 10 različnih prevoznikov, ki pridejo po blago, zato skladiščnik pripravi blago enega za drugim, glede na urnik naročenih prevoznikov. Vsak od skladiščnih segmentov je še razdeljen na različne podkategorije (npr. štedilniki s keramičnimi ploščami, indukcijski štedilniki, plinski štedilniki). Vsak artikel je opremljen s črtno kodo, s katero si skladiščnik pomaga pri odpravi blaga (laže sledi zalogo), prav tako pa si s črtno kodo pomaga najti skladiščno založen oziroma začasno izgubljen artikel. Skladiščnik prav tako enkrat dnevno zapiše vse odpravljeno blago ter te podatke ob zaključku službe posreduje direktorju v pisarno. Direktor avtomatsko odpiše blago iz baze v skladišču in iz baze v spletni trgovini. Avtomatsko vodenje zaloge v spletni trgovini pomeni, da se vsakemu artiklu ob dodajanju na splet zapiše trenutna zaloga v skladišču. Ko stranka preko spleta naroči želeno blago in potrdi naročilo, zapisana koda v programu avtomatsko odšteje naročen kos iz baze zaloge v spletni trgovini. Ko stranka preko spleta kupi zadnji kos določenega artikla na zalogi, program avtomatično izbriše iz ponudbe ta točno določeni artikel. S tem se zavarujemo, da ne bi stranka naročila artikla ki ga ni na zalogi. Ko nova zaloga ponovno pride v skladišče, mora direktor ročno vnesti v bazo zaloge spletne trgovine novo število kosov in artikel se zopet pojavi v ponudbi na spletni strani. Pri naročanju nove zaloge direktor gleda na stanje trenutne zaloge. Ko zaloga nekega artikla pade na število 5, takoj naroči novo zalogo. Za prevoz artiklov poskrbi podjetje, od katerega se zaloga dobavlja.

4.3 TEŽAVE V LOGISTIČNIH PROCESIH OBRAVNAVANEGA PODJETJA »X«, PRED UVEDBO TEHNOLOGIJE RFID

Obraavnano podjetje »X« za identifikacijo artiklov uporablja črtne kode. S tem sistemom v skladišču prihaja do vsakodnevnih težav. Ob odpremi blaga iz skladišča mora skladiščni delavec vsakič znova najti črtno kodo na izdelku, jo s čitalnikom odčitati in nato ročno zabeležiti v svojih evidencah, da je ta točno določen kos zapustil skladišče. Večkrat se lahko pojavi težava, da je črna koda površno natisnjena in je zato neberljiva. Takrat je črtno kodo potrebno ročno prepisati in preveriti v bazi.



Slika 16: Legenda neberljivih črtnih kod

Vir:

http://saintpaulskidssale.com/yahoo_site_admin/assets/images/Barcodes_Pic.138110544_std.jpg

Naslednja težava se pojavi, ko mora skladiščnik pri pripravi blaga za prevzem v polnem skladišču začasno prestaviti nekatere artikle, z namenom da pride do artiklov, ki jih tisti trenutek potrebuje. Ker so človeške napake prisotne, se lahko zgodi, da artikel, ki je bil začasno prestavljen na neko drugo lokacijo, tam tudi ostane, saj ga je skladiščnik pozabil prestaviti nazaj. Tako se lahko zgodi da artikel iz »hladnega« programa obtiči med »vročim« programom. Ko čez nekaj dni stranka pride prevzet prav ta založeni artikel, ga skladiščnik ne najde. Posebno težko je za skladiščnika iskati določeni artikel, če ni na mestu, kjer bi moral biti, saj so vsi artikli podobnih velikosti ter oblečeni v zaščitni karton, kar pomeni, da so si zelo podobni in tako mora skladiščnik med 6.000 artikli najti prav tega, ki so ga založili. Zaradi take anomalije lahko izgubijo stranko, saj se začasno izgubljen kos lahko najde šele pri letni inventuri. Lahko se zgodi, da nek artikel skladiščnik pozabi odpisati iz zaloge.

Takrat nastane kočljiva situacija, ko stranka pride prevzet naročeni artikel, ki pa ga ni na zalogi. V bazi podatkov je artikel še vedno viden, ker pa so ga pozabili odpisati iz zaloge, ga v realnosti v skladišču že dolgo ni več.

Do težav prihaja tudi, ko v enem dnevu tudi 10 različnih prevoznikov pride po predhodno naročeno blago. Sicer je blago pripravljeno za odpravo, vendar je pripravljeno glede na dani predhodni urnik. Prvo blago je pripravljeno za tovornjak št. 1, drugo blago v vrsti za tovornjak št. 2 itd. Včasih pride do težav, da se prevozniki zaradi takih ali drugačnih razlogov urnikov ne držijo. Tako voznik tovornjaka št. 1 sporoči, da bo po blago lahko prišel šele ob koncu delovnega časa. Tako je potrebno prvo blago v vrsti prestaviti na zadnje mesto. Pri tem se lahko zgodi, ker je pri eni pošiljki pripravljenih več 10 kosov, da se kakšen kos pri prestavljanju pomeša oziroma nastane pošiljka nepopolna. V takem primeru lahko naročnik, ko blago prispe do njega, zavrne celotno pošiljko, saj pošiljka ni bila takšna, kakršno je naročil.

Obravnavano podjetje zakonsko enkrat letno izvaja inventuro. Ob inventuri se trgovina zapre in tako nekaj dni vsi zaposleni opravljajo popis v skladišču. Sama inventura je dokaj zamudna. Vsak kos v skladišču je s pomočjo čitalnika črtne kode potrebno prebrati ter ga v bazi potrditi kot »obstoječi kos«. Ker so v skladišču kosi postavljeni drug na drugega oziroma so postavljeni tako, da pri večini črna koda ni vidna, je potrebno vsak kos prestaviti tako, da se črna koda s čitalnikom uspešno prebere. Po končani inventuri je skladišče v popolnem stanju in sovпада z bazo podatkov skladišča. Do tako ugodnih pogojev prihaja samo enkrat letno ob opravljanju inventure. Seveda bi si podjetje takega stanja v skladišču želelo vedno, kar pa s takim sistemom ni mogoče, saj inventura terja preveč izgubljenega časa, da bi to počeli mesečno.

Ko podjetje prejme novo zalogo, je tudi to potrebno najprej s čitalnikom črtne kode prebrati in nato v skladiščni bazi podatkov le-to tudi zapisati. Prebrati je potrebno vsak kos posebej in ga šele nato prestaviti na njegovo mesto. Njegov točen naslov v skladišču se prav tako vnese v bazo podatkov, ker na ta način lahko skladiščnik skrbno spremlja stanje v skladišču. Seveda pa je tako delo precej zamudno in dopušča človeške napake pri vnašanju v bazo podatkov. Če baza podatkov ni popolna, potem so napačni podatki objavljeni tudi v spletni trgovini, to pa podjetju prinaša težave. Če je nek kos zapisan z enim številom preveč, lahko pride do situacije, ko stranka pride na prevzem artikla, artikla pa v skladišču ni. Lahko pa pride tudi do obratne situacije, če je za nek kos v bazi zapisan z enim številom premalo, kot je na zalogi v realnem stanju. Takrat lahko v skladišču dobimo tako imenovane »spomenike«. Nek artikel bi lahko že zdavnaj prodali, ker pa je bil zapisan z enim številom premalo, je ostal v skladišču celo leto do inventure.

Naslednja težava je v tem, da je direktor odgovoren za celotno nabavo zaloge. Ker pa direktor precej časa preživi v tujini na raznih sejmih, lahko z nabavo nove zaloge podjetje zamudi tudi do 10 dni. Tako se zelo hitro lahko zgodi, da podjetje ostane brez zaloge nekega artikla.

4.4 PREHOD OBRAVNAVANEGA PODJETJA »X« NA TEHNOLOGIJO RFID V SKLADIŠČU

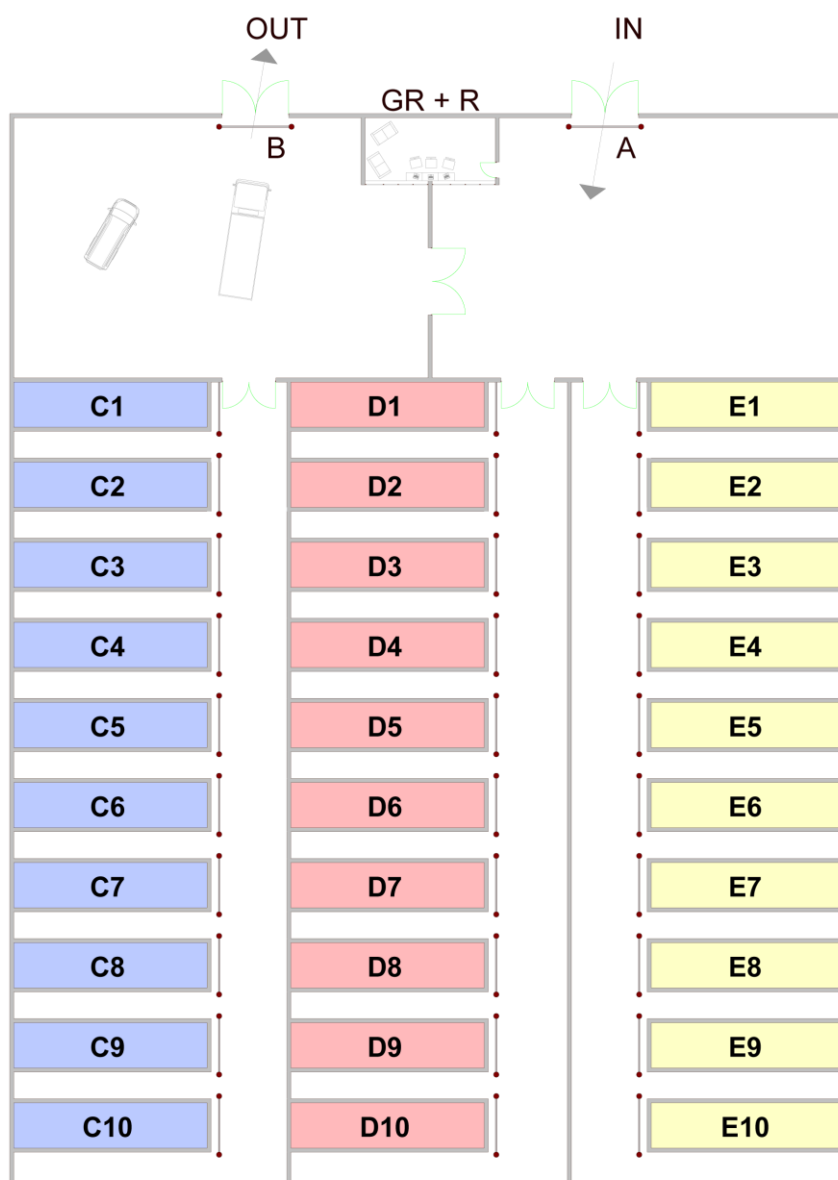
V primeru prehoda podjetja na tehnologijo RFID imamo na začetku dve možnosti. Ker obravnavano podjetje v Sloveniji zastopa tri večja podjetja v svetovnem merilu, vendar je še vedno nekoliko premajhno, da bi postavljalo pogoje tem podjetjem (Cool, Hot, Clean), ki jih predstavlja v naši državi. Predpostavimo, da so vsa tri podjetja, od katerih dobavljamo zalogo, že prešla na tehnologijo RFID in tako že v sami proizvodnji poskrbijo za natis RFID-nalepk na artikle. Torej artikli pridejo v skladišče že opremljeni z RFID-aktivno nalepko. Veliko večja podjetja, kot je obravnavano, pa lahko celo sama dodelijo pogoje podjetjem, od katerih dobavljajo. Tako podjetja, kot npr. Walmart, ki imajo ogromno število svojih trgovin po svetu, lahko od svojih dobaviteljev zahtevajo prehod na RFID-tehnologijo. Tako so podjetja prisiljena v prehod na RFID, saj bi v nasprotnem primeru izgubili svojo največjo stranko. Ker je tako velikih podjetij malo v primerjavi z ostalimi podjetji, se bomo osredotočili samo na dve možnosti. Možnost, pri kateri podjetja, od katerih kupujemo, preidejo na tehnologijo RFID, druga možnost pa je, da nalepke RFID tiskamo sami. To sicer pomeni večji strošek ter nekoliko več dela v obravnavanem podjetju, vendar pa je v praksi še vedno izvedljivo. Tak postopek bi izgledal približno tako, da ko nam dobavitelj pošlje novo zalogo, jo v prostoru pred prihodom v naše skladišče opremimo z nalepkami RFID. Vsak kos posebej označimo z nalepko RFID, nato pa svojo pot lahko nadaljuje v skladišče. Od tu naprej celotna zadeva poteka popolnoma enako kot v primeru, da nam podjetja, od katerih kupujemo, pripeljejo svoje artikle že opremljene s tehnologijo RFID. V našem primeru smo za predstavitev prehoda podjetja na tehnologijo RFID izbrali prvo možnost, in sicer so vsa tri podjetja, od katerih dobavljamo artikle, že prešla na tehnologijo RFID, in nam tako pošiljajo artikle, že opremljene z nalepkami RFID.

4.4.1 Prehod na tehnologijo RFID v obravnavanem podjetju

Skladišče v obravnavanem podjetju je veliko 5.000 kvadratnih metrov. Razdeljeno je na 3 večje sklope, vsak večji sklop pa je še razdeljen na 10 različnih polj oziroma naslovov. To pomeni 30 različnih lokacij v skladišču. Skladišče ima dodeljena vrata za vnos artiklov v skladišče in druga vrata, namenjena iznosu iz skladišča. Med delom za vnos/iznos iz skladišča in dejanskim skladiščnim prostorom je še del skladišča, namenjen razvrščanju artiklov, za pravilno postavitve v skladišče oziroma pravilno pripravo pošiljke, ki bo skladišče zapustila.

Za takšno skladišče bomo potrebovali 32 kosov RFID-statičnih čitalnikov z antenami, 1 kos dinamičnega RFID-čitalnika, glavni računalnik z nameščeno potrebno programsko opremo, enoto RAID, dodatna dva diska, močnejšo različico routerja. Ob pravilni povezavi naštetih opreme bo skladišče delovalo pravilno in sinhrono. Seveda bo v ozadju teklo nekaj določenih programov, ki nam bodo olajšali

delo, saj bo večina zapisovanja, prepisovanja, beleženja različnih podatkov potekala avtomatsko. Naše namišljeno podjetje bo »softwareski« del dalo izdelati skupini programerjev. Programsko okolje, ki je izdelano »po meri«, je veliko bolj prijazno od programov, ki se prodajajo na trgu, saj so izdelani prav za naše potrebe, njihova izdelava pa ni tako draga, da ne bi bila smotrna.



LEGENDA :

- GR - glavni računalnik
- R - router
- A - prostor za uvoz v skladišče z RFID bralnikom
- B - prostor namenjen pripravi artiklov za izvoz z RFID bralnikom
- C - del skladišča, namenjen "mrzlemu programu"
- D - del skladišča, namenjen "vročemu programu"
- E - del skladišča, namenjen "čistemu programu"
- C1 - C10 - različne podkategorije mrzlega programa
- D1 - D10 - različne podkategorije vročega programa
- E1 - E10 - različne podkategorije čistega programa
- — ● - RFID sprejemnik za vsak prostor posebej

Slika 17: Pogled skladišča s sistemom RFID – ptičja perspektiva

Avtor: Jure Uranič

Statični RFID-čitalci z vgrajenimi antenami

Pri statičnih RFID-čitalnikih smo se odločili za model Impinj Speedway Xportal. Primeren je tako za frekvenčno območje Evrope kot ZDA. Čitalnik je visok 0.77 m, dolg 0.22 m in širok 0.05 m. Poleg vseh standardnih funkcij ima tudi wi-fi povezavo, ki nam omogoča brezžično komuniciranje z glavnim računalnikom. Njegov domet branja je 7 foot, oziroma 2,2 metra, kot navaja uporabnik youtube: rfiddrew, ki je opravil preizkus z omenjenim RFID-bralnikom (<http://www.youtube.com/watch?v=JNhsK2iN114>). Tak RFID bralnik stane 1.735,00 USD kar znaša približno 1.200,00 €, glede na cene v spletni trgovini CoreRFID (<http://www.rfidshop.com/impinj-speedway-xportal-3035-p.asp>).



Slika 18: RFID čitalnik Impinj Speedway Xportal

Vir: <http://www.rfidshop.com/ekmps/shops/manningsrfid/images/xportal.png>.

Mobilni RFID-čitalnik

Pri mobilnem RFID-bralniku smo se odločili za model AtiD870 UHF. Mobilni bralnik je namenjen skladiščniku, saj ima tako skladiščnik možnost branja RFID-nalepk po celotnem skladišču, ne da bi dostopal do baznega računalnika. Ta model mobilnega RFID-bralnika ima tudi možnost internetnega dostopa, kar pomeni, da če skladiščnik nekje s pomočjo mobilnega RFID-bralnika popravi podatke na RFID-nalepki, se s pomočjo internetnega dostopa avtomatsko popravijo podatki še v bazi podatkov v glavnem računalniku. S takim bralnikom lahko beremo RFID-nalepke na razdalji do 2 metrov. Cena v spletni trgovini CoreRFID znaša 1.670,00 USD - približno 1.150,00 € (<http://www.rfidshop.com/atid-870-uhf-2606-p.asp>).



Slika 19: Mobilni RFID-čitalnik AtiD870 UHF

Vir: <http://www.rfidshop.com/ekmps/shops/manningsrfid/images/atid870.gif>.

RAID-enota

RAID-kratice stoji za Redundant Array of Independent Disks, kar bi v slovenščini pomenilo skupina posameznih diskov s preobiljem podatkov (<http://slo-tech.com/clanki/03001/03001.shtml>). V našem primeru bi uporabljali sistem RAID1 oziroma zrcaljenje podatkov. To pomeni, ko bi glavni računalnik zapolnjeval svoj primarni disk z različnimi podatki, bi RAID1 poskrbel za zrcaljenje podatkov na še 2 različna diska. Tako bi imeli iste podatke shranjene na treh različnih mestih oziroma diskih. To nam zagotavlja veliko večjo varnost, kot če bi imeli podatke na samo enem disku. V primeru strele ali kakršnekoli okvare na primarnem disku bi vse podatke imeli še vedno zabeležene na dveh ostalih diskih. Ker takšna RAID-enota stane zelo malo, podatki pa so neprecenljivi, smo se odločili za nakup NAS-naprave DLinkDNS-325, ki nam omogoča povezavo dveh diskov v RAID1. Taka enota stane v spletni trgovini Mimovrste 206,54 € (<http://www.mimovrste.com/artikel/1450018019/q=raid/nas-naprava-dlink-dns-325-brez-diska>).



Slika 20: Enota RAID DLinkDNS-325

Vir: http://img1.mimovrste.com/89/15/228915_0.jpg.

Disk za shranjevanje varnostne kopije podatkov

Za zrcaljenje podatkov z RAID1-sistemom potrebujemo dva diska, na katera zrcalimo podatke, shranjene na glavnem disku računalnika. V našem primeru smo izbrali trdi disk WD Caviar Green (500 GB, 7200 rpm). Cena takega diska znaša v spletni trgovini Mimovrste 41,58 €. Ker potrebujemo dva taka diska, bi ta strošek znašal 83,16 € (<http://www.mimovrste.com/artikel/2060058526/g=disk/trdi-disk-wd-caviar-green-500-gb-7200-rpm-32-mb-sataii-wd5000aads>).



Slika 21: Disk za shranjevanje podatkov – WD Caviar Green (500 GB)

Vir: http://img1.mimovrste.com/73/31/97331_0.jpg.

Glavni računalnik z zaslonom, miško in tipkovnico

Pri glavnem računalniku smo se odločili za računalnik »vse v enem«, saj predstavlja boljšo izkoriščenost in večjo zanesljivost. Izbrali smo aio namizni računalnik MSI WIND TOP AE2420 3D 3,2 GHZ.

model	AE2420 3D-014EE
zaslon	23,6" WUXGA Glare 1920 x 1080 FULL HD na dotik (Multi-Touch)
procesor	Intel Core i5 650 (3,2 GHz, 4 MB)
matična plošča	Intel H55
grafična kartica	ATI Mobility Radeon HD5730, 1 GB
pomnilnik (RAM)	4 DDR3
trdi disk	1 TB 7200 rpm
optične enote	DVD RW/ Blu-ray
zvočna kartica	integrirana 7.1 (2 x 5 W speakers zvočniki)
mrežna kartica	Gigabit Ethernet
brezžično omrežje	802.11 b/g/n
USB priključki	2x USB 3.0, 4x USB 2.0
drugi priključki	1x D-Sub (VGA)-out 1x HDMI-in 1x eSATA 1x Mic-in/Headphone-out
operacijski sistem	Microsoft Windows 7 Home Premium 64-bit
napajalnik	180 W adapter
ohišje	461,76 mm x 71,95 mm x 617,28 mm
druge značilnosti	vgrajena spletna kamera 1,3 MP Čitalec Flash Kartic
priloženo	1x Tipkovnica Brezžična 1x Miška brezžična 1x Napajalnik (AC Adapter) 180W 1x TV-tuner DVB-T kartica 1x 3D očala
garancija	2 leti

Slika 22: Specifikacije računalnika AiO

Vir: <http://www.mimovrste.com/artikel/2740142424/tech/aio-namizni-racunalnik-msi-wind-top-ae2420-3d-32-ghz-3d-014ee/slika/227434#tech>.

Računalnik stane v spletni trgovini Mimovrste 1.535,39 € (Vir: <http://www.mimovrste.com/artikel/2740142424/tech/aio-namizni-racunalnik-msi-wind-top-ae2420-3d-32-ghz-3d-014ee/slika/227434#tech>).

Router

Če hočemo imeti celotno 5.000 kvadratnih metrov veliko skladišče pokrito z brezžično internetno povezavo, bomo potrebovali router, ki je dovolj zmogljiv, da pokrije tako velik prostor s svojim signalom. Vseh 32 RFID-bralnikov bo preko Wi-Fi povezave pošiljalo podatke glavnemu računalniku, glavni računalnik pa jih bo nato ustrezno zapisoval v podatkovno bazo. Ker potrebujemo zmogljiv router, smo se odločili za Cisco 1941 W-E/K9. Router lahko brezžično zapolni 4570 kvadratnih metrov površine z internetnim dostopom.

Cisco1941, Cisco1941W	
Serial Console Port (up to 115.2 kbps)	1
Serial Auxiliary Port (up to 115.2 kbps)	1
Power Supply Options	AC, POE
Redundant Power Supply Support	No
Power Specifications	
AC Input Voltage	100-240 V ~
AC Input Frequency	47-63 Hz
AC Input Current range AC Power Supply (Max) (Amps)	1.5-0.6
AC Input Surge Current	<50 A
Typical Power (No Modules)	35 W
Maximum Power capacity with AC power supply	110 W
Maximum Power capacity with PoE power supply (platform only)	110 W
Maximum PoE device power capacity with PoE power supply	80 W
Physical Specifications	
Dimensions (H x W x D)	3.5 in x 13.5 in x 11.5 in
Rack Height	2 RU
Rack-mount 19in. (48.3 cm) EIA	Included
Wall-mount (refer to installation guide for approved orientation)	Yes
Weight—with AC power supply (no modules)	12 lbs
Weight—with POE power supply (no modules)	12.8 lbs
Maximum Weight—Fully Configured	14 lbs
Airflow	Front to Side
Environmental Specifications	
Operating Condition	
Temperature—5906 feet (1800 m) max. altitude	0-40°C (32-104°F)
Temperature—9843 feet (3000 m) max. altitude	0-25°C (32-77°F)
Altitude	3000 m (10000 ft)
Humidity	10 to 85% RH
Acoustic: Sound Pressure (Typ/Max)	26/46 dBA
Acoustic: Sound Power (Typ/Max)	36/55 dBA
Transporation/Storage Condition	
Temperature	-40 - 70 oC (-40 - 158 oF)
Humidity	5 to 95%RH
Altitude	4570m (15000 ft)

Slika 23: Specifikacije Routerja Cisco,

Vir: <http://www.mimovrste.com/artikel/2470040926/q=router/brezzicni-router-cisco-1941-w-e-k9>.

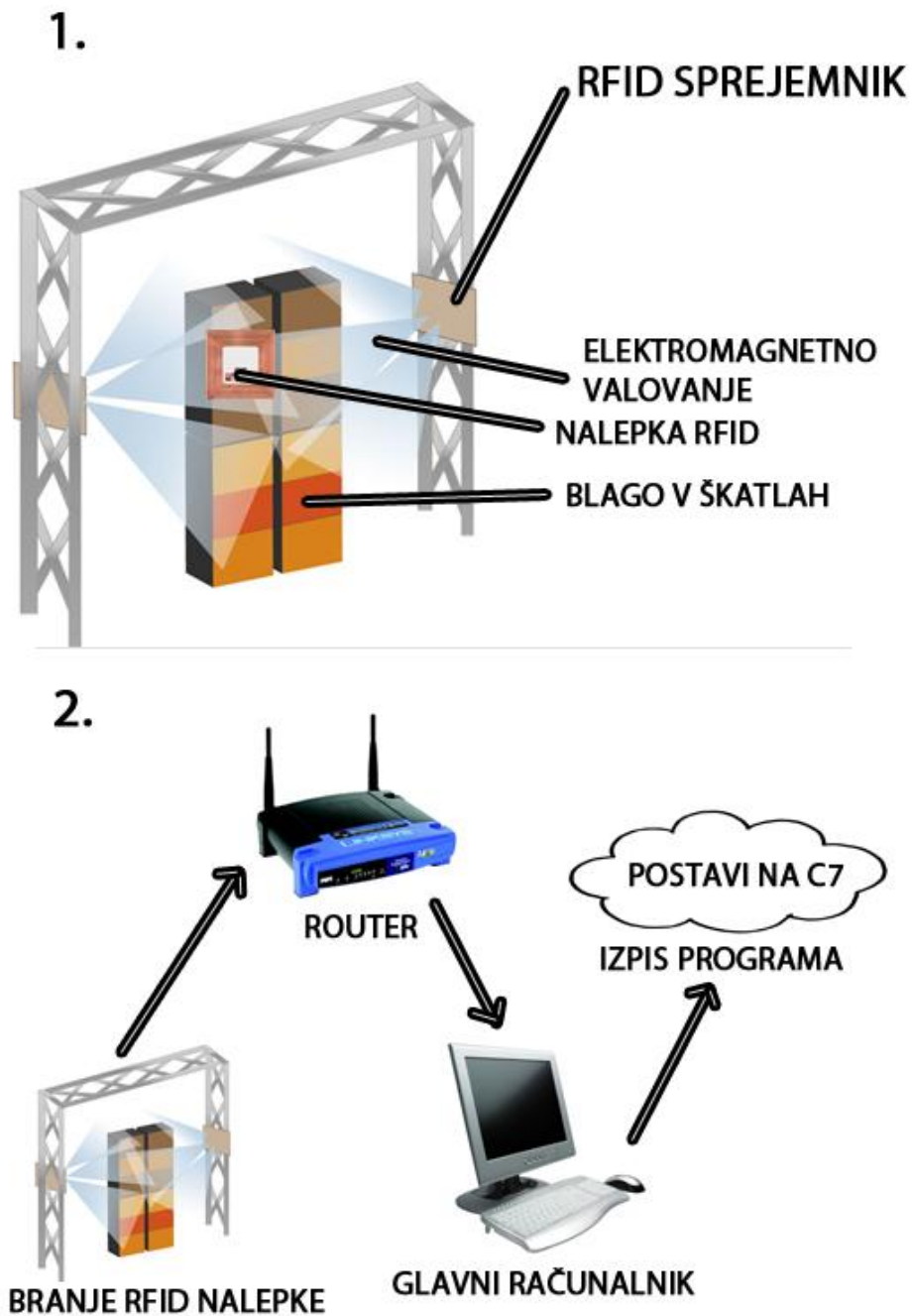
Cena takega routerja je v spletni trgovini Mimovrste 1.057,67 € (<http://www.mimovrste.com/artikel/2470040926/q=router/brezzicni-router-cisco-1941-w-e-k9>).

Po meri narejena programska oprema

Program, ki bo vse ključne dele RFID-sistema v skladišču povezoval v celoto, bomo dali izdelati podjetju, ki se ukvarja s programiranjem. Podjetje, ki bi nam lahko izdelalo potrebni program, zaradi varnosti pred konkurenco želi ostati anonimno. Cena celotnega programa, ki bo potekal v ozadju celotnega harwara je 5.000 €. Več o tem, kaj bo program povezoval in počel v našem skladišču, bomo opisali v nadaljevanju.

4.4.2 Program, izdelan po meri, povezuje celotni sistem RFID v skladišču

V ozadju sistema RFID v skladišču bo potekal računalniški program, ki ga bo izdelalo podjetje, ki se ukvarja s programiranjem. Za lažjo predstavo delovanja nam bo v pomoč slika Pogled skladišča s sistemom RFID -ptičja perspektiva (stran 29). Računalniški program bo v osnovi preko brezžičnega omrežja po skladišču komuniciral z vsemi 32-imi statičnimi RFID-bralniki, kot tudi z dinamičnim RFID-bralnikom. Ko bo blago prišlo v skladišče, bo že takoj ob vhodu prebrano z RFID-bralnikom (na shemi označen s črko A). Ko bo RFID-bralnik »A« prebral vse artikle, ki so bili pripeljani v skladišče, bo prebrane podatke takoj preko brezžičnega omrežja posredoval do glavnega računalnika. Program, ki bo tekel na glavnem računalniku, bo avtomatsko zabeležil, da je te podatke poslal RFID-bralnik »A«. V programu bo zapisano, da vse kar prebere RFID-bralnik »A«, pomeni, da gre za nov vnos artiklov v skladišče. Tako bo program v bazi podatkov takoj zabeležil nove artikle in posodobil zalogo. Istočasno bo obdelal vse podatke, ki mu jih je posredoval RFID-bralnik »A«. Program bo iz prebranih podatkov za vsak artikel posebej vedel, ali gre za »hladnik«, »vroči« ali »čisti« program. Ravno tako bo znal prebrati, med katere modele posameznega programa določeni artikel sodi. Npr. hladilnik model »ta in ta«, sodi v prostor v skladišču med glavni sektor, označen na shemi s črko »E«. Ker pa je model »ta in ta«, bo program sam določil točno pozicijo v skladišču, se pravi pozicija v skladišču označena na shemi »E6«. Tako bo skladiščnik ne da bi prebral attribute na artiklu, vedel, kam ta artikel v skladišču spada. Skladiščnik bo prepeljal blago iz prostora, na RFID-bralniku označenega na shemi s črko »A«, do njegovega naslova, ki mu ga je program ob identifikaciji izpisal na zaslon, to je pozicija »E6«. Tam bo zapeljal čez RFID-anteno (označeno na shemi E6), ki bo ponovno prebrala artikel ter prebrane podatke takoj posredovala glavnemu računalniku preko brezžične internetne povezave. Program na glavnem računalniku bo prepoznal, od katerega RFID-bralnika je dobil podatke, ter v svojo bazo artiklov zapisal da se določeni artikel sedaj nahaja na poziciji, označeni na shemi »E6«.



Slika 24: Skica delovanja sistema RFID v skladišču

Vir: avtor

Ko bo skladiščnik prejel naročilo za omenjeni artikel, bo v glavnem računalniku preko določenih kriterijev poiskal, kje v skladišču se ta artikel nahaja. Program mu bo vrnil rezultat, da se artikel, ki ga je preko svojih parametrov iskal, nahaja na

poziciji »E6«. Ko bo odšel po omenjeni artikel, ga bo peljal mimo RFID-antene »E6«. RFID-bralnik »E6« bo takoj glavnemu računalniku posredoval podatke, da je ta artikel zapustil prvotno pozicijo na polju »E6«. Ko bo skladiščnik artikel pripeljal do prostora za pripravo blaga za natovor ter ga nato natovoril končnemu kupcu, bo artikel zapeljal še mimo RFID-antene, označene na shemi s črko »B«. Ko bo RFID-bralnik, označen s črko »B«, prebral artikel, bo njegove podatke posredoval glavnemu računalniku, kjer bo zapisano, da kar prebere RFID-antena »B«, je ravnokar zapustilo skladišče. Tako bo program iz svoje baze podatkov izbrisal 1 kos tega artikla oziroma označil, da je točno ta artikel zapustil skladišče. Obenem bo program tudi zabeležil, kdaj je artikel zapustil skladišče ter kdo je v tistem času opravljal delo skladiščnika oziroma je bil z uporabniškim imenom in geslom vpisan v naš program.

Naslednja faza našega programa je tematika varnostne zaloge. V programu bo zapisano, da je lahko na zalogi najmanj 5 kosov enakega artikla. Ko bo skladiščnik odpremil peti kos določenega artikla in ko ga bo program odštel iz zaloge, bo ugotovil, da so na zalogi le še štirje kosi. Takrat se bo sprožil »alarm« in na zaslonu glavnega računalnika se bo izpisalo, da so na zalogi le še štirje kosi takega artikla. Prav tako bo tak »alarm« viden pri vseh ostalih uporabnikih tega programa. Tako bo direktor v pisarni lahko takoj opazil, da določenega artikla v skladišču zmanjkuje in da bo potrebno naročiti novo pošiljko.

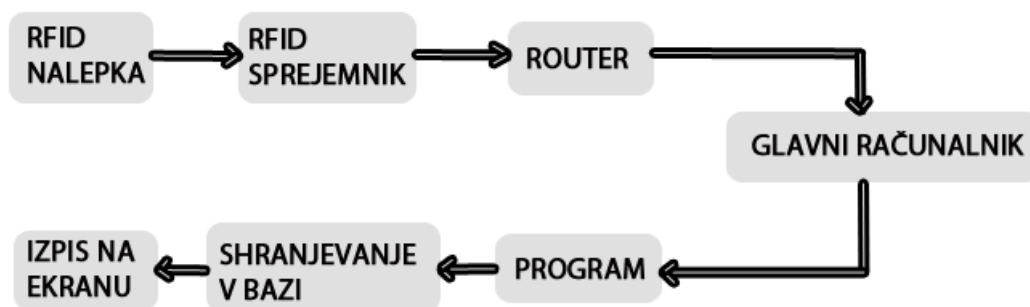
Kot zadnji segment programa moramo omeniti tudi vodenje zaloge v realnem času. Inventura se bo s tehnologijo RFID lahko opravljala dnevno s pritiskom enega samega gumba. Program bo imel določen ukaz »popis zaloge«, s katerim bomo lahko v trenutku prejeli na zaslon izpisano celotno zalogo v skladišču v točno določenem trenutku. Program bo imel tudi možnost tiskanja dobljenega izpisa.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	TRENTNO STANJE V SKLADIŠČU								
2		OPIS	TRENTNO ŠTEVILO NA ZALOGI	OPOMBE		DATUM IN URA POPISA:			
3	SEKTOR "C"	Hladen program	SKUPNO ŠT.: 100			11.8.2011 ob 13.45			
4	C1	hladilnik 1	18	BREZ OPOMB					
5	C2	hladilnik 2	11	BREZ OPOMB					
6	C3	hladilnik 3	6	BREZ OPOMB					
7	C4	zamrzovalnik 1	9	BREZ OPOMB					
8	C5	zamrzovalnik 2	9	BREZ OPOMB					
9	C6	zamrzovalnik 3	9	BREZ OPOMB					
10	C7	hladil.-zamrz. 1	19	BREZ OPOMB					
11	C8	hladil.-zamrz. 2	4	DOBAVI ZALOGO!!!					
12	C9	hladil.-zamrz. 3	8	BREZ OPOMB					
13	C10	hladil.-zamrz. 4	7	BREZ OPOMB					
14				BREZ OPOMB					
15	SEKTOR "D"	Topel program	SKUPNO ŠT.: 134						
16	D1	Keramični šted. 1	16	BREZ OPOMB					
17	D2	Keramični šted. 2	13	BREZ OPOMB					
18	D3	Keramični šted. 3	16	BREZ OPOMB					
19	D4	Indukcijski šted. 1	14	BREZ OPOMB					
20	D5	Indukcijski šted. 2	17	BREZ OPOMB					
21	D6	Indukcijski šted. 3	12	BREZ OPOMB					
22	D7	Plinski šted. 1	11	BREZ OPOMB					
23	D8	Pečica	9	BREZ OPOMB					
24	D9	Pečica	11	BREZ OPOMB					
25	D10	Pečica	15	BREZ OPOMB					
26				BREZ OPOMB					
27	SEKTOR "E"	Čisti program	SKUPNO ŠT.: 112						
28	E1	Pomivalni stroj 1	16	BREZ OPOMB					
29	E2	Pomivalni stroj 2	13	BREZ OPOMB					
30	E3	Pomivalni stroj 3	17	BREZ OPOMB					
31	E4	Pomivalni stroj 4	6	BREZ OPOMB					
32	E5	Pomivalni stroj 5	15	BREZ OPOMB					
33	E6	Pomivalni stroj 6	10	BREZ OPOMB					
34	E7	Pralni stroj 1	9	BREZ OPOMB					
35	E8	Pralni stroj 2	6	BREZ OPOMB					
36	E9	Pralni stroj 3	8	BREZ OPOMB					
37	E10	Pralni stroj 4	12	BREZ OPOMB					
38									

Slika 25: Izgled popisa zaloge v realnem času s pomočjo programa, izdelanega po meri

Vir: avtor

Celoten sistem bo tako potekal v sedmih korakih, kot nam prikazuje spodnji diagram. RFID-nalepko bo prebral RFID-sprejemnik. Dobljene podatke bo preko brezžičnega internetnega omrežja, ki ga nam bo zagotavljal Router, poslal do glavnega računalnika. Nameščeni program, ki je bil izdelan po meri, bo dobljene podatke ustrezno razvrstil ter jih zabeležil v bazo. Rezultat nam bo zapisal še na zaslon, npr. artikel 1234567 postavi na naslov C6.



Slika 26: Diagram poteka sistema RFID v skladišču

Vir: avtor

4.4.3 Kalkulacija prehoda na sistem RFID v obravnavanem podjetju "x"

IME	CENA ZA KOS	POTREBOVANO ŠTEVILO	SKUPNA CENA
RFID bralna enota (statična): Impinj Speedway Xportal	1.200,00 €	32	38.400,00 €
RFID bralna enota (mobilna): AtiD870 UHF	1.150,00 €	1	1.150,00 €
Glavni računalnik: MSI WIND TOP AE2420 3D 3,2 GHZ	1.535,39 €	1	1.535,39 €
Raid enota: DLinkDNS-325	206,54 €	1	206,54 €
Disk: WD Caviar Green (500 GB, 7200 rpm)	41,58 €	2	83,16 €
Router: Cisco 1941 W-E/K9	1.057,67 €	1	1.057,67 €
Program izdelan po meri	5.000,00 €	1	5.000,00 €
SKUPNI ZNESEK:			47.432,76 €

Tabela 1: Izračun stroškov

Vir: avtor

Skupni znesek za prehod našega namišljenega podjetja na tehnologijo RFID s skladiščem, velikim 5000 kvadratnih metrov in tridesetimi različnimi naslovi, bi znašal 47.432,76 EUR. Res da na prvi pogled znesek ni majhen, vendar pa bi se

nam vsekakor investicija v nekaj letih izplačala, vsaj s časovnega vidika porabljenega časa za pripravo, iskanje in vnos blaga v skladišče, vidika urejenosti skladišča, enostavnosti uporabe, nezmotljivosti pri popisu in še bi lahko naštevali.

5 MOŽNE IZBOLJŠAVE V OBRAVNAVANEM PODJETJU »X« PO PREHODU NA TEHNOLOGIJO RFID

Po prehodu na tehnologijo RFID bi bilo naše namišljeno podjetje »x« deležno kar nekaj bonitet oziroma sprememb na bolje. Eno večjih podjetij v ZDA se je odločilo preiti na tehnologijo RFID iz razloga večjega zasluga. To je bistvo, h kateremu težijo vsa podjetja po svetu. Kot navaja Walmart (<http://walmartstores.com/aboutus/>), je podjetje Walmart odprlo svoja vrata v letu 1962 s svojo diskontno trgovino. Danes skoraj 50 let kasneje ima podjetje 9.667 svojih trgovin v skupno 28 različnih državah. Leta 2010 so ustvarili za kar 405 milijard ameriških dolarjev prometa. Ponašajo se tudi z velikim številom zaposlenih, katerih je kar 2.1 milijona.

Po njihovih podatkih, ki jih navaja vodja strategije RFID v podjetju Walmart Ron Moser, so ugotovili da kar 42 % izgube posla predstavljajo problemi inventure in stanja v skladišču in samo 2 % izgube predstavlja problem, da jim je zaloge dejansko pošla, in ne da je samo založena. S tem podatkom si je problematika »založeno v skladišču« prisluzila njihovo pozornost. Po narejenih izračunih so ugotovili, da vkolikor uvedejo RFID-tehnologijo v svoja skladišča in trgovine, bodo lahko opravili za kar 287 milijonov ameriških dolarjev prometa več kar vsako leto. Ta izračun je bil opravljen, pod pogojem, da se problematike »založeno v skladišču« od prvotne vrednosti 42 % znebijo za samo 10 %. Seveda je v realnosti z uvedbo tehnologije RFID veliko večji. Ne samo da dobijo 10 % več poslov, ki bi jih pred tehnologijo RFID izgubili, izgubo poslov zaradi takih problemov v skladišču lahko celo izničijo. To bi pomenilo več kot 1 milijardo ameriških dolarjev letno več prometa v podjetju.



Slika 27: Nakupovalni center Walmart

Vir: <http://atlantapost.com/wp-content/uploads/2011/05/walmart.jpg>.

Vrnimo se na obravnavano podjetje »x« in predstavimo, katere prednosti bi po uvedbi na tehnologijo RFID pridobili. V skladišču bi s tehnologijo RFID vzpostavili red. Tudi če bi se že zgodilo, da bi artikel zamenjal svojo pravo pozicijo v skladišču z drugo, bi s pomočjo glavnega računalnika v samo nekaj trenutkih lahko pridobili njegovo novo pozicijo. To bi pomenilo, da bi podjetje lahko vedno izpraznilo svoje zaloge do načrtovanega minimalnega stanja. Brez te tehnologije bi lahko šele konec leta pri celotnem popisu zalog v skladišču ugotovili, da smo neke artikle na novo dobavljali, čeprav je bilo še 5 dodatnih kosov tega artikla razgubljenih po skladišču. To pomeni prihranek denarja na letnem nivoju, saj ne bi po nepotrebnem plačevali za zalogo, ki smo jo dejansko ves čas že imeli v skladišču.

Skladiščniku bi v obravnavanem podjetju »x« močno olajšali delo, saj mu ob novi dobavi zalog ali pri odpravi blaga ne bi bilo potrebno na vsakem artiklu iskati črtne kode in nato ročno popravljati baze v računalniku. Za vse to bi poskrbela tehnologija RFID. Avtomatsko popravljanje zaloge v skladišču bi pomenilo ogromen prihranek na času. Za več stvari kot poskrbi strojna oprema, manj priložnosti je za človeške napake. Prav tako bi od dobavi nove zaloge program skladiščniku avtomatsko izpisoval, kam kateri artikel spada. Tako bi skladiščnik samo sledil navodilom programske opreme. Če bi se še zgodilo, da bi se skladiščnik zmotil in artikel odpeljal na nepravo mesto, bi ga program na to opozoril in napaka bi bila takoj odpravljena.

Ker bi bila baza stanja v skladišču neposredno povezana s spletno trgovino, bi bila tako možnost za izgube posla zaradi nepravilnega stanja zaloge odpravljena. Program bi nas takoj, ko bi zaznal, da je zaloga določenega artikla na vrednosti dovoljenega minimuma, opozoril. Tako bi se zaloga vedno naročila v pravem času.

Izguba posla zaradi založenih artiklov v skladišču in nepravočasne dobave nove zaloge bi bila s tehnologijo RFID odpravljena.

Kar se tiče odprave blaga, smo že omenili, da se lahko pripeti, da skladiščnik med večjim številom pozabi na kakšen artikel in tako postane naročilo nepravilno odpravljeno. Temu lahko sledi, da kupec celotno pošiljko zavrne, s stroški, ki so nastali ob tem, pa bremeni nas. Ker je RFID-čitalnik postavljen tudi pri izhodu iz skladišča, se lahko pri vsaki odpravi blago avtomatsko preveri, če pošiljka sovпада s podatki na naročilnici. Zavrnjena naročila zaradi nepravilne odprave bi s pomočjo tehnologije RFID odpravili.

Spletna trgovina je neposredno povezana z bazo glavnega računalnika, ki vodi stanje v skladišču. Če določenega artikla ni več na zalogi, se iz spletne trgovine avtomatsko umakne, vse dokler v skladišče ne pride nova zaloga. Tako se podjetje reši neprijetnih klicev strank, da je na žalost naročenega artikla zmanjkalo in da naročenega ne more sprejeti. Ker se stranko izgubi samo enkrat, bi z odpravo te težave izboljšali zadovoljstvo strank v obravnavanem podjetju.

Kraje iz skladišča so dandanes pogoste. Ker je na izhodu postavljen čitalnik RFID, ki beleži in sporoča glavnemu računalniku vse artikle, ki izstopijo iz skladišča s točnim datumom in uro, bi tudi to težavo prav tako uspešno odpravili s pomočjo tehnologije RFID.

Inventura je neprijetna beseda za marsikatero podjetje. Vzame ogromno časa, posledično pa tako tudi denarja. Ker imamo s pomočjo tehnologije RFID celoten popis zaloge v skladišču lahko vsak trenutek, ko si le-te zaželimo, bo inventura postala del vsakdana in je ne bomo opravljali samo enkrat letno.

6 ZAKLJUČEK

6.1 OCENA UČINKOV

Tehnologija RFID je iz dneva v dan bolj napredna, njena implementacija pa vedno cenejša. Prisotnost tehnologije RFID bo vedno bolj pogosta, in sicer ne samo na področju logističnih procesov, ampak na vseh področjih, kjer bi njene prednosti s pridom izkoriščali. Zaradi mnogih prednosti, ki nam jih prinaša tehnologija RFID, si prihodnosti brez njene prisotnosti ni moč predstavljati. Podatki realnega stanja različnih uspešnih podjetij po celem svetu kažejo na to, kako se je implementacija RFID-tehnologije izplačala v različnih oblikah, tako denarni kot pri obliki lažjega in kakovostnejšega dela. Pri obravnavanem podjetju smo lahko opazili kopico prednosti, ki nam jih je omogočila tehnologija RFID. Delavcu v skladišču se je delo olajšalo, prav tako pa je postalo bolj korektno, saj ga na njegove morebitne napake ves čas opozarja tehnologija RFID. Podjetju bo tehnologija zmanjšala odstotek izgubljenega posla zaradi začasno založenih artiklov ali prepozne dobave nove zaloge. Vsi kazalci te tehnologije kažejo na dobiček podjetja kljub nekoliko dražji opremi, ki jo je potrebno zagotoviti za postavitve tehnologije RFID v podjetju.

6.2 POGOJI ZA UVEDBO

Pogojev za uvedbo takega sistema v podjetje je več. V primeru obravnavanega podjetja v diplomski nalogi je dobavitelj sam podal pobudo za prehod na tehnologijo RFID. Tako se je obravnavano podjetje ognilo tiskanju in dobavi RFID-nalepk. V nasprotnem primeru bi bilo potrebno dobaviti RFID-nalepke, jih namestiti na artikle in seveda nanje zapisati potrebne podatke o artiklu. Naslednji pogoj je seveda finančna plat takega projekta. Iz obravnavanega podjetja smo ugotovili, da za kvalitetno pokritost s tehnologijo RFID v skladišču velikosti 5.000 kvadratnih metrov potrebujemo za prehod na to tehnologijo skoraj 50.000,00 EUR,. Prav tako je pri prehodu na tehnologijo RFID potrebno seznaniti vse delavce, ki bodo z njo neposredno v stiku. Po potrebi jim je potrebno zagotoviti tudi ustrezno izobraževanje za uporabo take tehnologije.

6.3 MOŽNOSTI NADALJNEGA RAZVOJA

Pri tehnologiji RFID imamo vedno vsa vrata v prihodnost in v nadaljnji razvoj odprta. Pri obravnavanem podjetju bi lahko tehnologijo še dodatno izpolnili. Ker že v tovarni vsakemu artiklu nadenejo RFID-nalepko, imajo možnost ves čas od oddaje novega naročila pri dobavitelju do cilja spremljati, kaj se s to pošiljko dogaja, in to na vsakem koraku. Prav tako bi lahko glavni računalnik oziroma bazo povezali z GPS-vmesnikom, ki bi vsako spremembo v skladišču sporočal v SMSobliki na mobilni

telefon. Tako bi npr. direktor, četudi je na poslovnem sestanku 1.000 kilometrov stran od skladišča, imel popoln nadzor, kaj točno se v skladišču dogaja.

7 VIRI IN LITERATURA

Knjige:

Rugelj, T. (1992). *Osnove mikrokontrolerjev na primeru MC 6803*. Ljubljana : Metra inženiring.

Munih, M. (1998). *Mikrokrmilnik*. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.

Mrakar J. (1995). *Elektromagnetno valovanje*. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo.

Polniak, S. (2007). *The RFID case study book*. Abhisam Software.

Diplomske in raziskovalne naloge:

Mladi za napredek Maribora 2010. (2010). Delovanje mikroprocesorjev, raziskovalna naloga.

Gračner R. (2007). Označevanje in sledenje izdelkov v skladišču z RFID-tehnologijo, Maribor, Fakulteta za organizacijske vede.

Ahačič, U. (2009). Radiofrekvenčna identifikacija in sledenje objektov, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko.

Logar, J. (2010). RFID-implementacija sledenja v preskrbovalni verigi, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko.

Šraj, A. (2007). RFID-tehnologija v trgovskih informacijskih sistemih, Univerza v Mariboru: Ekonomsko-poslovna fakulteta.

Poglavja v diplomskih in raziskovalnih nalogah:

Mladi za napredek Maribora 2010. (2010). Delovanje mikroprocesorjev, raziskovalna naloga poglavje; Faze delovanja mikroprocesorjev, str. 9-13.

Gračner R. (2007). Označevanje in sledenje izdelkov v skladišču z RFID-tehnologijo poglavje frekvence, str. 8-11. Maribor, Fakulteta za organizacijske vede.

Ahačič, U. (2009). Radiofrekvenčna identifikacija in sledenje objektov poglavje: tehnologija RFID, str. 7-13. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko.

Logar, J. (2010). RFID implementacija sledenja v preskrbovalni verigi poglavje sledenje v preskrbovalni verigi, str. 5-10. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko.

Šraj, A. (2007). RFID tehnologija v trgovskih informacijskih sistemih poglavje radiofrekvenčna identifikacija, str. 20-37. Univerza v Mariboru: Ekonomsko-poslovna fakulteta.

Spletne strani:

Kaj je RFID. http://sl.wikipedia.org/wiki/Radiofrekven%C4%8Dna_identifikacija, dostopno 17. 8. 2011.

- Kaj lahko počnemo s tehnologijo RFID. <http://www.gs1si.org/1/Standardi-in-resitve/GS1-EPCRFID/RFID-tehnologija.aspx>, dostopno 24. 8. 2011.
- Mikroprocesor Motorola MC 6803. <http://wiki.fmf.uni-lj.si/wiki/Mikroprocesor>, dostopno 24.8. 2011.
- Delovanje mikroprocesorja v petih korakih. http://www.zpm-mb.si/attachments/sl/302/Delovanje_mikroprocesorjev.pdf, dostopno 24. 8. 2011.
- Elektromagnetno valovanje. http://sl.wikipedia.org/wiki/Elektromagnetno_valovanje, dostopno 24.8. 2011.
- Induktivni in elektromagnetni RFID.
http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:FDxuP6xxKOoJ:mladiraziskovalci.scv.si/download.php%3Ftip%3Dnaloga%26id%3D82+Induktivni+RFID&hl=en&pid=bl&srcid=ADGEESjDit0bypGkVaOqdgmlhshYnFGho16IWZXVv_MXmLIEit7oujlzuSVFmjJcMMz-zG5b_3ofQYPzBFyaHhTqBHxuzlwzB1cB8qw1lxPDDHbb7T55s7n6htUruLLxtGLtAe3Xli0w&sig=AHIEtbTVudD7o1st1vEMZMjorefeKTFLJw, dostopno 24. 8. 2011.
- Delovanje RFID na različnih frekvencah. <http://www.gs1si.org/1/standardi-in-resitve/gs1-epcrfid/rfid-tehnologija/rfid-tehnologija-frekvencna-obmocia.aspx>, dostopno 24. 8. 2011.
- Preizkus statičnega RFID čitalca. <http://www.youtube.com/watch?v=JNhsK2iN114>, dostopno 8. 8. 2011.
- Statični RFID-čitalec. <http://www.rfidshop.com/impinj-speedway-xportal-3035-p.asp>, dostopno 8. 8. 2011.
- Mobilni RFID-čitalec. <http://www.rfidshop.com/atid-870-uhf-2606-p.asp>, dostopno 8. 8. 2011.
- RAID enota. <http://www.mimovrste.com/artikel/1450018019/q=raid/nas-naprava-dlink-dns-325-brez-diska>, dostopno 8. 8. 2011.
- Disk za shranjevanje podatkov.
<http://www.mimovrste.com/artikel/2060058526/q=disk/trdi-disk-wd-caviar-green-500-gb-7200-rpm-32-mb-sataii-wd5000aads>, dostopno 8.8.2011.
- Glavni računalnik. <http://www.mimovrste.com/artikel/2740142424/tech/aio-namizni-racunalnik-msi-wind-top-ae2420-3d-32-ghz-3d-014ee/slika/227434#tech>, dostopno 8. 8. 2011.
- Router. <http://www.mimovrste.com/artikel/2470040926/q=router/brezzicni-router-cisco-1941-w-e-k9>, dostopno 8. 8. 2011.
- Podatki o podjetju Walmart. <http://walmartstores.com/aboutus/>, dostopno 17. 8. 2011.
- RFID tehnologija v podjetju Walmart.
<http://www.networkworld.com/news/2007/101207-wal-mart-eyes-287-million-benefit.html?page=1>, dostopno 17. 8. 2011.
- RFID v Sloveniji. <http://www.skupinarfid.com/index.php?stran=home>, dostopno 8. 8. 2011.
- RFID generacija 2. <http://www.identicus.si/RFID.html>, dostopno 14. 8. 2011.

Preskrbovalna veriga RFID. <http://www.identicus.si/preskrbovalna-veriga.html>, dostopno 24. 8. 2011.

KAZALO SLIK

Slika 1: Proces branja RFID-nalepke.....	2
Slika 2: Sestava nalepke RFID.....	3
Slika 3: Nalepka RFID.....	4
Slika 4: Delovanje sistema RFID, za lažje razumevanje predstavljeno kot šahovnica.....	5
Slika 5: Shematska ponazoritev razlike med aktivno in pasivno RFID nalepko.....	5
Slika 6: Mikroprocesor Motorola MC 6803.....	6
Slika 7: Območja radijskih valov.....	9
Slika 8: Aktivni RFID-oddajnik.....	10
Slika 9: Pasivni RFID oddajnik.....	10
Slika 10: Induktivni RFID oddajnik.....	11
Slika 11: Elektromagnetni RFID oddajnik.....	12
Slika 12: RFID-tehnologija v knjižnici.....	16
Slika 13: RFI-tehnologija v trgovini.....	18
Slika 14: RFID-tehnologija v hotelu.....	20
Slika 15: Tehnologija RFID v skladišču.....	21
Slika 16: Legenda neberljivih črtnih kod.....	24
Slika 17: Pogled skladišča s sistemom RFID – ptičja perspektiva.....	28
Slika 18: RFID čitalnik Impinj Speedway Xportal.....	29
Slika 19: Mobilni RFID-čitalnik AtiD870 UHF.....	30
Slika 20: Enota RAID DLinkDNS-325.....	31
Slika 21: Disk za shranjevanje podatkov – WD Caviar Green (500 GB).....	31
Slika 22: Specifikacije računalnika AiO.....	33
Slika 23: Specifikacije Routerja Cisco.....	35
Slika 24: Skica delovanja sistema RFID v skladišču.....	37
Slika 25: Izgled popisa zaloge v realnem času s pomočjo programa, izdelanega po meri.....	39
Slika 26: Diagram poteka sistema RFID v skladišču.....	40
Slika 27: Nakupovalni center Walmart.....	42

KAZALO TABEL

Tabela 1: Izračun stroškov.....	40
---------------------------------	----

KRATICE IN AKRONIMI

GPS vmesnik: vmesnik sistema globalnega določanja lege

Router: usmerjevalnik

ROI: Return of Investment: vračilo investicije

CCTV: Closed Circle TV: zaprt TV-krog