

**VILNIAUS UNIVERSITETAS**  
**KAUNO HUMANITARINIS FAKULTETAS**

**INFORMATIKOS KATEDRA**

Verslo informacinių sistemų studijų programa

Kodas 62103S138

**ANDRIUS KUCINAS**

**MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS**

**RFID TECHNOLOGIJA E-LOGISTIKOJE**

**Kaunas 2008**

**VILNIAUS UNIVERSITETAS**  
**KAUNO HUMANITARINIS FAKULTETAS**

**INFORMATIKOS KATEDRA**

ANDRIUS KUCINAS

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

**RFID TECHNOLOGIJA E-LOGISTIKOJE**

Leidžiama ginti \_\_\_\_\_

Magistrantas \_\_\_\_\_

(parašas)

Darbo vadovas \_\_\_\_\_

(parašas)

**Dr. doc. Dalia Krikščiūnienė**

Darbo įteikimo data \_\_\_\_\_

Registracijos Nr. \_\_\_\_\_

**Kaunas 2008**

## TURINYS

|  |    |
|--|----|
| Įvadas .....   | 7  |
| 1. Technologijos naudojamos prekių žymėjimui tiekimo grandinėse .....            | 10 |
| 1.1 BAR kodo technologija .....  | 10 |
| 1.2 RFID technologija .....  | 14 |
| 1.3 RFID ir BAR palyginimas .....  | 20 |
| 2. BAR ir RFID technologijų panaudojimo tiekimo grandinėje tyrimo metodika ..... | 25 |
| 2.1 Planuojamas tyrimas .....  | 26 |
| 2.2 Modelio su BAR technologija analizė .....                                    | 27 |
| 2.3 Modelio su RFID technologija analizė .....                                   | 31 |
| 2.4 Tyrimo strategija .....  | 36 |
| 3. BAR ir RFID panaudojimo tiekimo grandinėje tyrimas .....                      | 37 |
| 3.1 Eksperimentinis tyrimas .....  | 37 |
| Išvados .....  | 44 |
| Literatūra .....   | 46 |
| Priedai .....  | 48 |

## **LENTELIŲ SĄRAŠAS**

|  |    |
|--|----|
| 1 Lentelė BAR ir RFID technologijų privalumai ir trūkumai.....   | 21 |
| 2 lentelė BAR ir RFID technologijų palyginimas.....  | 22 |
| 3 lentelė Sandėlio operacijų trukmė su testine prekių siunta naudojant BAR kodą .....                            | 39 |
| 4 lentelė Sandėlio operacijų trukmė su testine prekių siunta naudojant RFID technologiją.....                    | 41 |
| 5 lentelė Sandėlio operacijų trukmės suvestinė su testine prekių siunta naudojant BAR ir RFID technologijas..... | 42 |
| 6 lentelė Technologijų palyginimas tiriamos organizacijos tiekimo grandinėje.....                                | 43 |

## **PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS**

|   |    |
|---|----|
| 1 pav. Įvairių objektų Bar etikečių pavyzdžiai.....               | 13 |
| 2 pav. Schematiškas RFID veikimo modelis.....                     | 14 |
| 3 pav. Sandėlio vartai su RFID skaitytuvais.....                  | 15 |
| 4 pav. RFID veikimo modelis.....                                  | 19 |
| 5 pav. Bar kodų ir RFID tag'ų etikečių ritinys.....               | 23 |
| 6 pav. Tiekimo grandinės modelis naudojant BAR kodą.....          | 28 |
| 7 pav. GNT Lietuva sandėlis.....                                  | 30 |
| 8 pav. Tiekimo grandinės modelis naudojant RFID technologiją..... | 32 |
| 9 pav. RFID vartai [17] .....                                     | 34 |
| 10 pav. Rankinis RFID skaitytuvas.....                            | 35 |

## **SANTRUMPŲ SĄRAŠAS**

RFID – Radio Frequency Identification (radijo dažniu paremta identifikacija)

BAR – brūkšninis kodas

IS – informacinė sistema

DB – duomenų bazė

PC – personalinis kompiuteris

ERP - Enterprise resource planning (veiklos išteklių planavimas)

ES – Europos Sąjunga

JAV – Jungtinės Amerikos Valstijos

USD – United States Dollar (JAV doleris)

MS –Microsoft

UAB –uždaroji akcinė bendrovė

Santrauka

KUCINAS, Andrius. (2008) Application of *RFID in e-logistic*. MBA Graduation Paper. Kaunas: Vilnius University, Kaunas Faculty of Humanities, Department of Informatics.

### SUMMARY

The purpose of this job was compare two models of supply chain, one with BAR code technology for identifying objects and other with RFID technology. And find out which technology gives more benefit for concrete company.

Therefore in this diploma work were analyzed two alternative objects identification technologies. Here was clearly explained how these technologies works. In first part were described BAR code and RFID aspects of functioning, structure of equipment. Then was explained in what field and for what purpose can be used each technology. For example, Wall Mart already uses RFID and in this way they increased profitability. So, resuming first part, it can be said, that RFID uses radio frequency to identify objects with no need of direct visibility. Specialists maintain that biggest potential of RFID can be reached in logistic, where circulate big amount of objects and data.

After study both technologies in first part, was given comparison of them by giving they're own advantages and disadvantages. Regardless of most specialists opinions, RFID isn't a perfect thing, it also have some disadvantages. Therefore all companies, which want to start use this technology in their business, should make some research to investigate what costs and benefits will they get. For that aim, were created two supply chain models, one with BAR and other with RFID processes. After was made research to investigate, were and what benefit or costs company will get using RFID instead BAR. Calculation of results gave conclusion which I expected and proved that RFID already is profitable. But regardless of that, there are whole complex of factors, which can affect amount of benefit of RFID.

The MBA Graduation Paper consists of 55 pages, 10 pictures and 6 tables.

## Ivadas

Magistro baigiamojo *darbo tema* – RFID (Radio Frequency Identification) technologija e-logistikoje.

Šiais laikais vartotojų poreikiai nuolat auga ir tai verčia kompanijas (tiekimo grandines (*ang.* supply chain)) prisitaikyti prie vis didėjančių poreikių ir juos patenkinti. Bet tuo pačiu metu, augantys poreikiai iškelia ir nemažai naujų problemų. Prekių trūkumas (*ang.* out of stock) yra bene dažniausia problema, su kuria susiduria kompanijos. Šią problemą įtakoja tai, kad kompanijos nesusitvarko su tiekimo grandinėje cirkuliuojančia informacija, dėl to būna netiksliai apskaičiuojamas sandėlio likutis, netiksliai planuojama gamyba. Vartotojai, nesvarbu kas jie bebūtų: didmenininkai, mažmenininkai, kompanijų dileriai, visi nori žinoti kur yra jų prekės. Informaciją iškraipo ir daugiau veiksmų, pavyzdžiui sukčiavimas, klastojimas, vagystės ir t.t. Dauguma kompanijų mano, kad visi šitie žalingi veiksniai ateina iš išorės, bet kaip parodė praktika, nemaža dalis žalingų veiksmų kyla organizacijų viduje, pavyzdžiui judant produkcijai tarp didelės organizacijos gamybos cechų ar padalinių. Todėl produkcijos matomumas (*ang.* visibility) ir realios situacijos žinojimas yra pamatas sėkmingai organizacijos veiklai visuose tiekimo grandinės etapuose. [1]

Šiuolaikiniams sandėliams keliami reikalavimai verčia juos tobulinti savo darbo metodus, naudotis informacinėmis sistemomis ir technikos naujovėmis. Siekiama sumažinti saugomų atsargų lygį, bet tuo pačiu pagreitinti jų judėjimą, sandėliai tampa vis labiau dinamiški, į juos perkeliamos operacijos (pakavimas, etikečių žymėjimas, surinkimas), kurios seniau būdavo atliekamos pačių gamintojų ar galutinių pardavėjų.

Naudojant RFID, galima užtikrinti informacijos mainus tarp įvairių tiekimo grandinės mazgų (*ang.* node). Materialieji srantai pradeda judėti kartu su informaciniais ir kiekvienas tiekimo grandinės dalyvis įneša savo dalį informacijos į šį srautą. Tokiu būdu veiklos planavimas tampa daug tikslesnis ir efektyvesnis, pavyksta išvengti sandėlio likučio ar gamybos apimties nepagrįsto sumažėjimo ar padidėjimo. Kiekvienas tiekimo grandinės dalyvis realiu laiko momentu žino tikslią informaciją apie kitus tiekimo grandinės dalyvius. Reikalavimai gamintojams, tiekėjams ir pardavėjams nuolat griežtėja ir jie yra priversti ieškoti būdų kaip padidinti savo veiklos efektyvumą, minimizuoti kaštus ir pasirūpinti kad jų klientai gautų aukščiausios kokybės servisą.

*Baigiamojo darbo problema* – RFID technologijos integravimas į tiekimo grandinę siekiant sumažinti kaštus ir optimizuot procesus.

*Baigiamojo darbo objektas* – tiekimo grandinė, kurioje seniau naudotą Bar kodo technologiją planuojama pakeisti RFID.

*Baigiamojo darbo tikslas* – sukurti tiekimo grandinės modelį, kuriame informacijos srautui užtikrinti būtų naudojama RFID technologija ir palyginti šį modelį su esamu, Bar kodu paremtu, modeliu.

Išsikeltam tikslui pasiekti būtina atlikti sekančius *uždavinius*:

1. išanalizuoti RFID technologiją, aprašyti egzistuojančius RFID panaudojimo logistikoje pavyzdžius
2. išanalizuoti BAR kodo technologiją, aprašyti egzistuojančius tipinius BAR kodo panaudojimo logistikoje pavyzdžius
3. palyginti šias abi produktų žymėjimo technologijas, kokie jų plusai ir minusai, kas lemia vienos ar kitos pasirinkimą
4. apžvelgti rinkoje siūlomus programinius paketus pritaikytus dirbti su RFID technologija
5. išanalizuoti pasirinktos tiekimo grandinės dabartinius materialius ir informacinius srautus, bei jų judėjimą ir panaudojimą. Remiantis surinkta informacija suprojektuoti virtualų tiekimo grandinės modelį, kuris atspindėtų dabartinę situaciją, kai prekių identifikavimui naudojamas bar kodas
6. sukurti analogišką pirmajam, tiekimo grandinės modelį tik vietoj bar kodo technologijos panaudoti RFID ir paskaičiuoti diegimo bei eksploataavimo kaštus tokiu atveju.
7. galiausiai atlikti eksperimentinį tyrimą ir palyginti abu tiekimo grandinės modelius. Išsiaiškinti ar verta konkrečiai organizacijai investuoti pinigus į RFID diegimą. Panagrinėti privalumus ir trūkumus, bei ateities perspektyvas naudojant pasiūlytą technologiją.

Pirmoje, teorinėje, darbo dalyje bus analizuojama RFID technologija bei jos principai, panaudojimo galimybės. Toliau bus aprašoma alternatyvi BAR (brūkšninių) kodų technologija, jos veikimo principai bei panaudojimas. Išanalizavus šias konkuruojančias autoidentifikavimo technologijas, jos bus palygintos tarpusavyje, išryškinti jų privalumai ir trūkumai, kokioje situacijoje kurią iš jų pasirinkti geriau. Toliau bus skiriamas dėmesys programinei RFID įrangai, kokie paketai siūlomi rinkoj, jų galimybės ir perspektyvos.

Praktinėje darbo dalyje bus sukurtas pasirinktos tiekimo grandinės modelis, kuriame objektų (produktų, prekių) identifikavimui naudojamas Bar kodas. Bus išskirti tokio modelio privalumai bei trūkumai. Toliau suprojektuosiu virtualų tiekimo grandinės modelį, analogišką pirmajam tik vietoj



BAR kodo naudojant RFID technologiją. Išanalizuosiu tokio modelio privalumus bei trūkumus ir palyginsiu su esama situacija.

Paskutinėje darbo dalyje bus aprašomas eksperimentinis tyrimas ir jo eiga. Iš gautų rezultatų bus galima padaryti objektyvias išvadas, dėl RFID rentabilumo konkrečioje situacijoje.

Baigiamojo darbo apimtis yra 55 puslapiai, darbe panaudota dešimt paveikslėlių ir šešios lentelės.

# 1. Technologijos naudojamos prekių žymėjimui tiekimo grandinėse

Šioje darbo dalyje bus nagrinėjamos technologijos, naudojamos įvairių objektų žymėjimui ir identifikavimui. Prekių žymėjimui tiekimo grandinėse, lik šiol plačiausiai naudojamas brūkšninis (BAR) kodas, tačiau vis dažniau galima išgirsti apie naująją RFID, radijo dažniu paremtą autoidentifikavimo technologiją. Taigi, toliau bus aprašomos ir palyginamos abi šios technologijos išskiriant jų privalumus bei trūkumus.

## 1.1 BAR kodo technologija

Brūkšninio kodo žymėjimo technologijos patentas siekia 1934 metus. Taigi informacijos kodavimo idėja naudojant brūkšnelius ir kvadratėlius nėra nauja. Bar etikečių naudojimas pasaulyje pridėjo naują ir ženklia vertę objektų identifikavimo sistemos technologijos vartotojams ir leidžia jiems, naudojant šią technologiją, produktų sekimą padaryti automatizuotą.

1932 metais nedidelė Harvardo universiteto studentų grupelė pradėjo ambicingą projektą, kurio idėja buvo tokia: pirkėjas išsirenka prekę iš katalogo, paima prie tos prekės aprašo esančią perforuotą kortelę. Tą kortelę įstato į tam tikrą prietaisą-pardavėją ir mechaninė sistema automatiškai pristato prekę iš sandėlio iki pirkėjo.

Šiuolaikinis bar kodas pradėtas vystyti 1948 metais. Pora Drekselio technologijos instituto diplomantų Bernardas Silveris ir Normanas Woodlandas sukūrė sistemą kaip greitai identifikuoti automobilius važinėjančius mokamais keliais. Šeštajame dešimtmetyje sparčiai plėtojantis prekybos centrams, kilo būtinybė automatizuoti apskaitos ir atsiskaitymo procesus. JAV ir Kanados gamintojai bei prekybininkai 1973 m. įsteigė bendrą kodų tarybą – UCC (Uniform Code Council), kuri parengė ir įteisino prekių kodavimo sistemą UPC (Universal Product Code). Ši paprasta ir patogi sistema buvo ir toliau sėkmingai plėtojama. 1977 m. Europos prekių numeravimo asociacija EAN-International pasiūlė analogiškos paskirties sistemą. Anksčiau šios sistemos savo kodų struktūra truputį skyrėsi, o dabar susijungė. [19]

Brūkšninių kodų programinės ir techninės įrangos tobulinimas ir naudojimas leidžia susekti, kur yra Bar etiketė su užkoduota informacija, patikrinti jos realumą ir tikslumą. Brūkšninių kodų technologija, kaip ir kitos kalbos, vystėsi iš daugelio simbolių, kurie atitiko skirtingus reikalavimus. Iš simbolių išsivystė daugiau nei 200 skirtingų brūkšninių kodų rūšių. Patikimiausias simbolis yra universalusis produkto kodas (UPC) naudojamas ant vartojamų prekių tokių kaip maisto produktai. UPC Bar kodų lipdukai yra taip sudaryti, kad užtikrina, jog net ir blogesnės kokybės lipdukai taip pat bus nuskaityti moderniais skaitytuvais. UPC kodai naudojami nuskaityti juos rankiniu skeneriu arba

praleidžiant prekes su brūkšniniais kodais pro stacionarų lazerį. Patikros rezultatų visuma priklauso nuo kodavimo projekto (modelio). Kaip išeitis UPC lipdukai turi normalią žmonėms suprantamą dalį, kuri gali būti operatoriaus prirašyta priede.

Brūkšninio kodo lipdukuose – juostelėse naudojami 39 kodo simboliai (kartais žymima kaip kodas 3 iš 9) dažniausiai pramoninių prekių ženklavimui. Kaip matoma iš pavadinimo, yra trys platūs elementai (ir šeši siauri) kiekvienam naujam simboliui. Simbolis gali būti arba pagaliukas arba langelis. Šitas formatas leidžia patikrinti ar reikiamas kodas yra egzistuojantis. 39 kodo pradžia ar pabaiga žymėti pasirenkama žvaigždutė. Ji spausdinama ne tik kaip žmogui nuskaitomos dalies elementas. Brūkšninio kodo skaitytuvas gali atpažinti pradžios ir pabaigos raidę ir taip nusistatyti nuskaitymo kryptį. Skaitytuvas yra paruoštas ir jis randa pradžios ir pabaigos raidę analizuodamas juodo ir šviesaus fono santykį, taip nustatoma brūkšninio kodo nuskaitymo kryptis. Tai užkerta kelią atvirkštiniam kodo nuskaitymui. [10]

Labai svarbu yra lipdukų kokybė, kurią įtakoja keletas faktorių. Keletas jų yra matomi žmogaus akimi, tačiau daugelis jų yra vystomi naudojant optines priemones. Yra keletas faktorių, kurie apibendrina lipduko kokybę:

- Baltas tarpas prieš pirmąją raidę ir paskutinę raidę turi išlaikyti minimalų aštuonių simbolių atstumą. Tai leidžia skaitytuvui patikrinti, kada prasideda kodas po pirmosios raidės ir baigiasi po paskutiniosios. Be šito skaitytuvas sunkiai nustatytų brūkšninio kodo pradžią. Spausdinant vengiama naudoti plačius tarpus apsaugos zonai.
- Baltasis ruožas turi būti atspindintis, tačiau taip pat išlaikyti atitinkamą suskirstymą (sistemą). Labai atspindintis, veidrodinis paviršius skaitytuvui gali atrodyti juodas, kadangi tam tikru kampu atspindys grįžta skaitytuvui atgal. Baltas paviršius, kuris atspindi šviesą daugeliu krypčių leidžia brūkšninio kodo skaitytuvui aiškiau padalinti baltas sritis.
- Juodi simboliai turi būti neatspindintys. Vėl iškyla padalinimo faktorius. Žmogaus akims gali atrodyti juoda, tačiau kai paviršius atspindi stačiu kampu nukreiptu į gavėją, juodos zonos skaitytuvo nuskaitomos kaip baltos.
- Plačių ir siaurų elementų santykio apsprendimas. Kai prasideda siauri ir platūs simboliai skaitytuvas klaidingai juos supranta ir identifikuoja. Juodų-baltų elementų ribas skaitytuvas atpažįsta kitaip nei žmogaus akis, jei yra ne toks aiškus perėjimas. Šios ribos ir pozicijos bendri trukdžiai, kai yra naudojamas spausdintuvas.
- Siaurų elementų dydis negali būti mažesnis nei norma. Jei simbolis yra per siauras, jis neturi informacijos ir skaitytuvas jo negali apdoroti. Simbolio dydis, santykis,

lipduko dydis bei šviesios zonos plotis, kaip ir simbolių skaičius yra faktoriai, kuriuos turi išlaikyti kiekvienas brūkšninio kodo lipdukas. Šių elementų netikslumas įtakoja klaidingą duomenų nuskaitymą.

- Lipdukų kokybė turi būti ypatingai gera. Standartas ANSI X3. 182 yra apibendrinantis brūkšninių kodų reikalavimus bei visus jiems būtinus faktorius.
- Kiti faktoriai įtakoiantys kodų kokybę yra pvz.:rašalas, kaip gerai jis išsilaiko bėgant laikui, lipduko medžiaga, duomenų laikmenos naudojimas bei laikymo sąlygos, žmogiškasis ir mechaninis faktorius. Šie veiksniai svarbūs duomenų laikmenos tikslumui ir apsaugai. [20]

Etikečių gamybai yra naudojami pagrinde du būdai, pirmuoju brūkšneliai formuojami terminiu būdu, o antruoju – spausdinama lazeriniais spausdintuvais ant paviršiaus su laminatu. Spausdinant terminiu būdu gaunamas labai geras juodos ir baltos spalvos kontrastas, todėl brūkšneliai gaunasi ryškesni ir geriau matomi tiek žmogaus akiai, tiek BAR skaitytuvui. Lazeriniais spausdintuvais gaunami taip pat labai kokybiški kodai, tačiau kontrastas tarp juodų ir baltų brūkšnelių nėra toks aštrus kaip terminių spausdintuvų.

**Brūkšninio kodo panaudojimas.** Brūkšninis kodas bet kuriai kompanijai gali padėti tvarkant savo atsargas. Kompanijos BAR kodą dažnai naudoja paženklinėti tokiems objektams kaip gamybos įranga, kompiuterių techninės dalys, ofiso baldai ir reikmenys. BAR kodu užšifruojama ne tik inventorizacijos numeris, bet ir pavyzdžiui daikto spalva, techniniai duomenys, kas dažniausiai naudojasi šiuo daiktu ir pan. Bibliotekos jau seniai naudoja brūkšninį kodą knygų apskaitai palengvinti.

Dauguma gamybos kompanijų, savo produkcijos gaminimo paskutiniame etape pažymi BAR kodu baigtą gaminti prekę, prekių pakuotę ar visą paletę. Tokiose etiketėse būna įrašoma informacija ir brūkšninio kodo pavidalu ir žmogaus akiai suprantamais simboliais. Žmogui suprantamoje dalyje dažnai būna parašyta produkto pavadinimas, pakuotėje esančių vienetų skaičius, gamintojas, pirkėjas (jei žinoma iš anksto) ir pan. Brūkšninio kodo dalyje talpinama tokia informacija: produkcijos linijos numeris, pagaminimo data, panaudotos žaliavos, serijiniai numeriai ir papildoma kokybės kontrolės informacija.

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| From<br>Company Name<br>Address   | PRO # 12345<br>DL # FR 1234560 |
| Ship to<br>Company/Name<br>Address  |                                |
| Ship to postal code<br>(420)80000   | PONER 08008<br>Department      |
| Order Number<br>Carton 9 of 20<br>Pallet 3 of 20                                  |                                |
| SSCC (86) 1 0945300 55555555 8  |                                |
|  |                                |
| Wave<br>Lane  |                                |

**Siuntos ID**

|  |
|--|
| No Name Company  |
| BG 103 City, 20 ea.<br>Bright Green Stuff  |
| <br>10119421123456011 |

**Pakuotės ID**



**Produkto ID**

Šaltinis: (2003) Quality Assurance Steps for Preventing Label Printing Problems

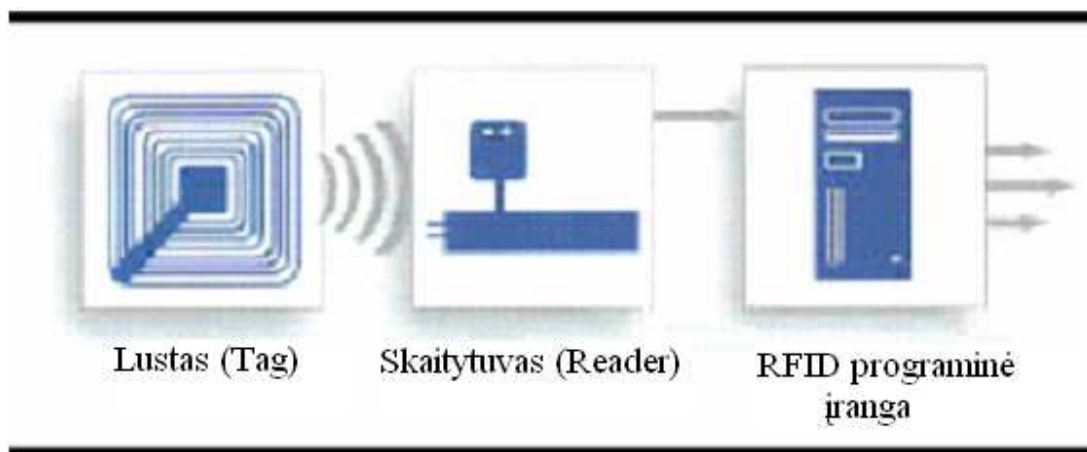
**1 pav. Įvairių objektų Bar etikečių pavyzdžiai.**

Be to, įrangos kaštus, įskaitant spausdintuvus, skaitytuvus ir duomenų perdavimo/apdorojimo įrenginius, nėra taip lengva apskaičiuoti ir nuspręsti per kiek laiko sistema atsipirks. Paplitusi nuomonė, kad dauguma auto identifikavimo (Auto ID) sistemų atsiperka per mažiau nei du metus, bet šitas terminas labai priklauso nuo kompanijos sugebėjimo įdiegti ir įsisavinti technologiją. BAR kodo technologija duoda realią naudą tik tada, kai autoidentifikavimo technologijų dėka yra patobulinami kompanijos veiklos procesai. Diegiant sistemą būtina išanalizuoti visus kompanijos procesus ir identifikuoti tuos, kuriuos būtų galima patobulinti ir pagreitinti BAR kodo pagalba. Kaip pavyzdį galima paminėti gatavos produkcijos žymėjimą ir apskaitą, naudojant brūkšninį kodą, darbuotojam nebereikia rankom suvedinėti tokios informacijos kaip kiekvieno produkto serijinis numeris, kaina, pagaminimo data ir pan. Toks autoidentifikavimo sistemos įdiegimas taip pat duoda naudą ir kitom kompanijos veiklos sritim, sumažina darbo jėgos išlaidas, pagerina klientų aptarnavimą, sutrumpina tiekėjų terminus, palengvina atsargų ir turto apskaitą, patalpų koordinavimą.

Šioje darbo dalyje buvo išanalizuota brūkšninių kodų technologija. Panagrinėta tokių kodų etikečių ir skaitytuvų gamybos technologijos, jų veikimo principai. Aptarti faktoriai lemiantys brūkšninio kodo etikečių kokybę ir jų nuskaitomumą. Išanalizavus pačios technologijos principus, buvo apžvelgta jos panaudojimo sritys, kur ši sistema jau prigijusi ir tapusi standartu, bei kur dar turi galimybių plėtotis.

## 1.2 RFID technologija

**Veikimo principas.** RFID (*ang.* radio frequency identification – radijo dažnio identifikavimas) yra technologijų rinkinys, naudojantis radijo bangas, identifikuoti įvairiems objektas ar net gyvūnams ir žmonėms. Ši sistema susideda iš radijo dažnio žymos (*ang.* tag), kuri savo ruožtu susideda iš mikroschemos (*ang.* microchip) ir antenos ir yra vadinama atsakikliu (*ang.* transponder), ir skaitytuvu (*ang.* reader), kuris turi būti sujungtas su kompiuteriu, kuriame veiktų speciali programinė įranga.. Skaitytuvas siunčia elektromagnetines bangas, kurias atsakiklis (*ang.* tag) gauna per antena. Tag'as radijo bangom siunčia duomenis (pvz. serijinis numeris) saugomus mikroschemoje atgal skaitytuvui, o šis radijo bangas pakeičia į skaitmeninį signalą, kurį jau gali suprasti kompiuteris. Pav. 2 schematiškai pavaizduotas RFID veikimo principas



Šaltinis: (2006) Guide to Understanding and Evaluating RFID:An Application White Paper

### 2 pav. Schematiškas RFID veikimo modelis.

Idėja skaityti informaciją atspindėtomis radijo bangomis kilo dar 1948-aisiais, plėtojant radarų technologijas. 1948 m. spalį Harry Stockmanas parašė mokslinį darbą „Communication by Means of Reflected Power“ (Komunikacija energijos atspindėjimo būdu). Tačiau jo teorijoms įgyvendinti prireikė daugelio metų tyrimų ir technologinės pažangos.

1960 m. pasirodė pirmieji RFID tag'ai , kuriose buvo galima „įjungti“ arba „išjungti“ vieną bitą (t.y. rasti „neišjungtą“ tag'ą). Šie tag'ai iki šiol naudojami kaip gana efektyvi apsauga nuo smulkių vagysčių parduotuvėse. Septintajame dešimtmetyje identifikacija radijo bangomis buvo intensyviai tobulinama, kuriami bandomieji automobilių identifikacijos projektai. Įsikūrė pirmosios bendrovės, plėtojančios RFID.

1987 m. Norvegijoje, o 1989 m. JAV, pasitelkus RFID technologiją, buvo įgyvendintos automatinės kelių mokesčių surinkimo sistemos. Ši technologija pradėta taikyti daugelyje sričių – nuo

gyvulių žymėjimo iki elektroninių spynų. Iki šiol vyksta 2000-aisiais pradėti kurti bendri RFID standartai, sprendžiami įvairūs su saugumu ir privatumu susiję klausimai. [21]

Yra trys pagrindiniai RFID tag'ų tipai: aktyvūs, pasyvūs ir pusiau pasyvūs. Aktyvūs tag'ai turi vidinį maitinimo šaltinį, kurio energija naudojama mikroschemos funkcionavimui. Tokie tag'ai paprastai naudojami objektuose, kurie skaitytuvo radijo bangom turi būti pasiekiami 30 metrų ar daugiau atstumu. Pasyvieji tag'ai reikiamą energiją gauna iš skaitytuvo generuojamo elektromagnetinio lauko, todėl jų veikimo atstumas tesiekia 6 metrus. Pusiau pasyvūs tag'ai kaip ir aktyvūs, turi vidinį maitinimo šaltinį, bet naudojamas tik pačios mikroschemos maitinimui, o ne komunikavimui su skaitytuvu kaip tai daroma aktyviuose tag'uose. Aktyvieji ir pusiau pasyvieji tag'ai yra gan brangūs, kainuoja apytiksliai po dolerį už vieną vienetą. Todėl aktyvieji yra naudojami brangioms prekėms žymėti, kurias reikia greitai nuskenuoti per gan didelį atstumą. Pavyzdžiui atvažiuoja į sandėlį vilkikas su pilna priekaba mobiliųjų telefonų. Taigi kad nereiktų kiekvieno telefono skenuoti rankiniu būdu nuskaitant BAR kodą, kaip alternatyva yra naudojama RFID technologija. Vilकिui pakanka pravažiuoti sandėlio vartus, kuriuose įmontuotas tag'ų skaitytuvas ir visi priekaboje buvę telefonai jau yra suskenuoti ir užpajamuoti sandėlio informacinėje sistemoje.



Šaltinis: kompanijos „RFID Technologies CC“ internetinis tinklapis

### **3 pav. Sandėlio vartai su RFID skaitytuvais.**

Ne tokiom vertingom prekėm yra naudojami pasyvieji tag'ai, kurie dar prieš keletą metų kainavo 25 JAV centus, o dabar jau technologijų tobulėjimo dėka, jų savikaina nukrito iki 5 centų ir mažiau už vienetą. Šiaip ar taip, specialistai tiki, kad šita technologija padės kompanijoms taupyti pinigus.

2008 metų sausį, Fujitsu pristatė naujos kartos RFID tag'us, kurie gali talpinti iki 64 KB informacijos. Planuojama, kad toks mikroschemos atminties išplėtimas labiausiai bus naudingas aviakompanijom, kurios RFID naudoja bagažo, bilietų, ar net pačių lėktuvų žymėjimui. [23]

Galima paminėti keletą sričių kur RFID jau yra ar gali būti naudojama:

- Logistikoje
- Apsaugos sistemose
- Gyvūnų žymėjimui
- Avialinijų kompanijų veikloje
- Savitarnos parduotuvėse
- Įvairiose sporto šakose, kuriose matuojamas laikas ar atstumas
- Bilietų prekyboje ir tikrinime...

Kol kas dar nėra priimto bendro RFID standarto. Todėl dauguma įmonių baiminasi diegti šią technologiją, nes gali iškilti įvairių nesuderinamumo problemų. O kai kurie specialistai iš viso netiki, kad gali būti kada nors sukurtas vieningas šios technologijos standartas. Nepaisant to, yra kelios kompanijos kurios siekia standartizuoti RFID. Pagrindinį darbą atlieka International Organization for Standardization (ISO) ir EPCglobal kompanijos susijungusios į bendrą organizaciją European Article Numbering/Uniform Code Council.

EPCglobal daugiausiai dėmesio ir darbo skiria RFID sistemos, kaip visumos – nuo žymėjimo tag'ų iki duomenų kodavimo specializuotose programose. Tuo tarpu ISO sutelkė dėmesį į duomenų perdavimo tarp tag'ų ir skaitytuvų interfeiso standartizavimą.

**RFID e-logistikoje.** Augantys vartotojų poreikiai verčia kompanijas ieškoti būdų kaip juos patenkinti ir tuo pačiu išlikti konkurencingiem. Prekybinės ir gamybinės kompanijos dažnai susiduria su prekių trūkumu ar perteklium sandėlyje. Tokias situacijas įtakoja didžiuliai informacijos srautai cirkuliuojantys tiekimo grandinėje. Informaciją taip pat iškraipo ir daugiau veiksmų, pavyzdžiui sukčiavimai, klastojimai, vagystės ir t.t. Daugelis organizacijų mano kad šitie veiksniai ateina iš išorės, tačiau kaip parodė praktika nemaža dalis žalingų veiksmų kyla iš pačios organizacijos vidaus. Todėl būtina užtikrinti produkcijos matomumą (*ang. visibility*) visoje tiekimo grandinėje.

RFID tag'ai yra plačiai naudojami kompanijų, kurioms svarbu sekti jų sandėlio likučius. Tai, kaip žinia, aktualiausia yra logistikos ir didmeninės prekybos kompanijoms. Kompanijos pradėjusios naudoti šią technologiją padidino inventoriaus „matomumą“ ir taip sumažino klaidų skaičių prekių gabenimo procese, sumažėjo sukčiavimų skaičius, kas lėmė sumažėjusius veiklos nuostolius. Kaip jau minėjau anksčiau, RFID pagalba galima supajamuoti visą sunkvežimį prekių, jų net neiškrovus iš pačio



sunkvežimio. Visada yra žinomas tikslus prekių skaičius sandėlyje, paprasta surasti reikiama prekę, net jei jos ir sukrautos be jokios tvarkos. Tag'ų mikroschemos gali būti vis papildomos nauja informacija, kuri reikalinga keliaujant prekėm vertės grandine. Išvežant prekes iš sandėlio, mikroschemose saugoma informacija gali būti sunaikinama tų pačių elektromagnetinių bangų pagalba, taip apsaugant konfidencialią organizacijos informaciją nuo pašalinių asmenų.

Modernių kompanijų sandėliai turi tobulėti kartu su augančiais poreikiais. Tam yra tobulinami darbo metodai, naudojamos informacinės sistemos ir technologinės naujovės. Pagrindinis tikslas yra sumažinti sandėliuojamų prekių kiekį ir tuo pačių pagreitinti jų judėjimą, sandėlių veikla tampa vis dinamiškesnė ir universalesnė, pavyzdžiui tokios funkcijos kaip pakavimas, etikečių žymėjimas, surinkimas ir pan., iš gamintojų ir galutinių pardavėjų pusės perkeliama į sandėlius.

RFID technologija suteikia galimybes užtikrinti sklandų informacijos apsikeitimą tarp visų tiekimo grandinės mazgų. Informaciniai srautai tampa neatsiejami nuo materialųjų srautų ir visoje tiekimo grandinėje juda paraleliai, kiekviename taške vis papildant keliaujančią informaciją. Taikant šį metodą, pavyksta išvengti sandėlio likučio ar gamybos apimties nepagrįsto sumažėjimo ar padidėjimo. Visi tiekimo grandinėje veikiantys dalyviai realiu laiko momentu žino tikslią informaciją apie kitus tiekimo grandinės dalyvius. Reikalavimai gamintojams, tiekėjams ir pardavėjams nuolat auga ir jie yra priversti ieškoti būdų kaip padidinti savo veiklos efektyvumą, minimizuoti kaštus ir pasirūpinti kad jų klientai gautų aukščiausios kokybės servisą.

Didžiausias pasaulyje parduotuvių tinklas „Wal-Mart“ gabenamas prekių dėžes jau žymi RFID etiketėmis. Ateityje didžiausi pokyčiai numatomi būtent logistikos srityje: bus galima tiksliai stebėti, kada krovinyos buvo išgabentas, kur iškrautas ir vėl pakrautas, taip pat bus galima lengviau planuoti ir tvarkyti tiekimo srautus. Moderniuose laivuose, traukiniuose ir furgonuose gali būti montuojami GPS ir RFID imtuvai, siekiant nustatyti tikslią transporto priemonės buvimo vietą ir gabenamo krovinio turinį. Pasitelkus mobiliuosius (GPRS, EDGE) ar kitus tinklus, informaciją apie skubias siuntas galima sekti realiuoju laiku.

Pagrindiniai RFID technologijos vystymo iniciatoriai yra prekybininkai, tokie kaip „Wal-Mart“ ir JAV Gynybos Departamentas. Didžiulio šios technologijos potencialo dėka, Wal-Mart 2003 metų birželio mėnesį pareiškė, kad iš savo šimto didžiausių tiekėjų reikalaus, jog jie nuo 2005 metų sausio mėnesio pradėtų žymėti visas paletes ir dėžes siunčiamas į Wal-Mart padalinius. Kiti du šimtai didžiausių tiekėjų turėjo įsipareigoti, kad savo siuntas pradės žymėti RFID tag'ais iki 2006 metų sausio, o visi kiti tikėjai, tai turės įvykdyti iki 2006 metų pabaigos. Wal-Mart siekdama sumažinti neprognozuojamus sandėlio atsargų sumažėjimus, savo padaliniuose įdiegė RFID sistemas padedančias sekti prekių judėjimą įmonės viduje, jie įrengė RFID skaitytuvus atvykstančių prekių vartuose, prie

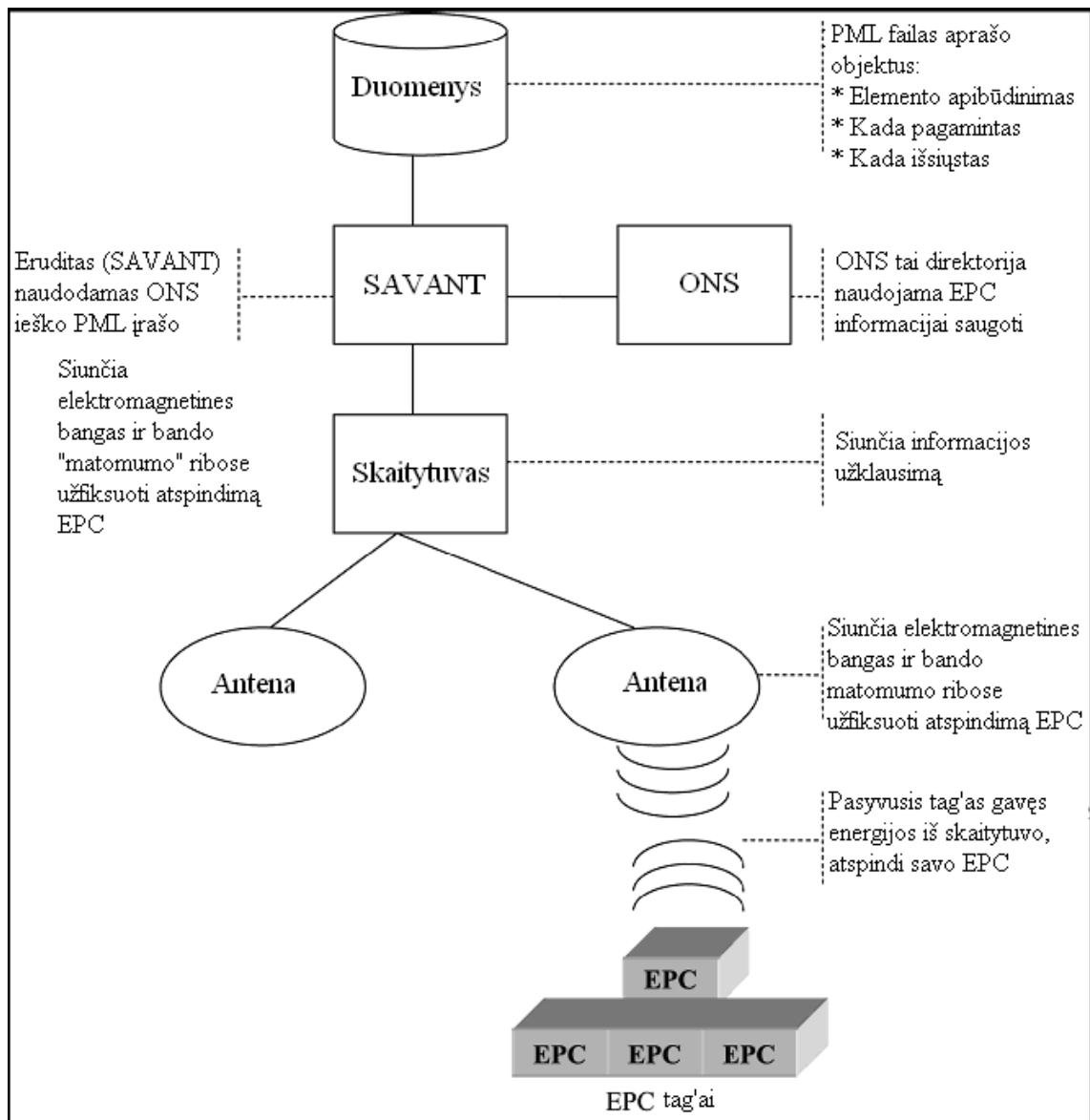
atliekų konteinerių, pakavimo patalpose, prie personalo įėjimo durų, skaitytuvai buvo įrengti visur, kur tik galėjo būti prekių judėjimas. Prekių pajamavimas ir išdavimas vyksta automatiškai, o sandėlio darbuotojai yra aprūpinti rankiniais RFID skaitytuvais, kurie padeda surasti reikiama prekę. Tuščios įpakavimo dėžės prieš išmetant yra nuskenuojamos, taip išvengiant netyčinio ar tyčinio prekių praradimo šiuo keliu. [1]

JAV Gynybos Departamentas pareikalavo iš savo 43000 tiekėjų, kad jie pradėtų žymėti vežamas paletes ir dėžes, bei atskirus produktus, kurių vertė virš 5000\$, RFID tag'ais nuo 2005 metų pradžios. Taip pat JAV maisto ir vaistų administracija inicijavo projektą, kurio esmė yra apsaugoti medikamentų tiekimo grandinę nuo padirbtų vaistų. Sveikatos apsaugos pramonės kompanijos nuo 2007 metų privalės žymėti paletes ir dėžes RFID tag'ais. Tačiau toks priverstinis naujovių diegimas sukėlė ir nemažai problemų. Pavyzdžiui dauguma Wal-Mart tiekėjų pasirinko pigiausią realizavimo variantą su labai ribotu IT sistemos integravimu arba visai be jo. Kompanijas jaudina RFID įdiegimo išlaidų atsipirkimas, nes daug neužtikrintumo kelia tokios problemos kaip kaštai, vieningų standartų nebuvimas, pačių tag'ų techninės galimybės, o taip pat saugumo klausimai. O kadangi technologija yra gan nauja, todėl nėra pakankamai iširta, kas įtakoja organizacijų skeptiškumą RFID atžvilgiu.

**RFID modelis.** Ketvirtame paveikslėlyje pavaizduotas tipinis RFID sistemos modelis. Pirmiausia unikalus identifikatorius, toks kaip elektroninis produkto kodas (*ang. Electronic product code - EPC*) yra įrašomas į tag'o mikroschemą. Mikroschema gali būti skirta ne tik identifikavimo informacijai saugoti, bet ir tuo pat metu būti daugiafunkciniu sensorium, duomenų įrašymo/nuskaitymo laikmena, taip pat gali turėti savyje kodavimo ir prisijungimo prie duomenų mechanizmą. Taigi, įrašius identifikacinę informaciją, tag'as yra priklijuojamas prie produkto, paletės ar dėžės. Kai objektas su tag'u juda per skenavimo zoną, skaitytuvas siunčia elektromagnetines bangas, kurios tag'o antenoje suformuoja magnetinį lauką. Tag'as šį magnetinį lauką panaudoja energijos generavimui reikalingos mikroschemos maitinimui. Tada mikroschema moduliuoja atitinkamą skaitytuvui signalą ir ištransliuoja saugomą informaciją. Jei skaitytuvas sukonfigūruotas taip, kad iššifruotų konkretaus tag'o informaciją, ją arba saugo integruotoje atmintinėje ir išveda skaitmenis į displėjų arba perduoda duomenis kompiuteriui prijungtam prie bendros informacinės sistemos.

„Auto-ID“ centras Masačiusece kuria infrastruktūrą, apimančią elektroninį produkto kodą (*ang. Electronic product code - EPC*), objektų įvardinimo servisą (*ang. Object Naming Service - ONS*), fizinę struktūrinę kalbą (*ang. Physical Makeup Language - PML*) ir duomenų apdorojimo programinę įrangą pavadintą Eruditu (*ang. Savant*) tam, kad sukurti plačiai naudojamą RFID sistemą įvairioms panaudojimo sritims. Pavyzdžiui, kai skaitytuvas užfiksuoja signalą, Eruditas (*ang. Savant*) nuskaityto tag'o elektroninį produkto kodą (*ang. EPC*) ir kreipiasi į objektų įvardinimo servisą (*ang. ONS*). ONS

gali būti vietiniame tinkle ar Internete ir yra panašus į Interneto domenų tiekėją. ONS tarnauja kaip direktorija, kurioje talpinama informacija gauta iš nuskenuotų RFID tag'ų. Šią informaciją surenka Eruditas (*ang. Savant*) ir toliau perduoda duomenų bazei ar tiekimo grandinės elementams kuriems reikia šitos informacijos. Bendravimas tarp sistemos elementų yra užtikrinamas fizine aprašomąja kalba (*ang. physical markup language - PML*). Ši kalba yra paremta populiariaja XML (*ang. extensible markup language*) ir turi galimybę standartizuotai aprašyti fizinius objektus, procesus bei situacijas. [1]



Šaltinis: SUHONG LI, JOHN K. VISICH, BASHEER M. KHUMAWALA, CHEN ZHANG (2006) Radio frequency identification technology: applications, technical challenges and strategies

**4 pav. RFID veikimo modelis.**

### **1.3 RFID ir BAR palyginimas**

BAR kodai yra naudojami žymėti tiek visą paletę produktų, tiek individualiai kiekvieną produktą ir nors ši technologija yra naudojama labai plačiai, tačiau ji turi ir apribojimų bei trūkumų. BAR kodas yra vienodas visiem tos pačios serijos produktams, todėl neįmanoma identifikuoti konkretaus egzemplioriaus nuskaitant jo brūkšninį kodą. Tuo tarpu RFID tokio apribojimo neturi. Šios technologijos dėka objektų identifikaciją galima užtikrinti individualių produktų lygyje, tai reiškia kad nėra dviejų produktų su tokiu pačiu identifikacijos kodu. Dar vienas RFID pranašumas prieš BAR kodą yra tai, kad norint nuskaityti objekto kodą, nebūtina užtikrinti tiesioginį skaitytuvo – etiketės matomumą. RFID etiketės (*ang. tags*) gali būti naudojamos tokiomis sąlygomis kokiomis kitos autoidentifikavimo technologijos neveikia, pavyzdžiui labai drėgnose patalpose, kur daug dulkių, kitokio mechaninio poveikio, etiketė padengta dažais, nepermatomu plastikumu ar popierium. Be to, vienu metu gali būti nuskaityta keletas ar net keli šimtai RFID tag'ų, o taip pat jie yra labai lengvai programuojami (įrašoma informacija). Tag'uose galima talpinti iki 64 KB informacijos, kai tuo tarpu BAR kodas savyje talpina tik 19 bitų, tai įgalina RFID technologiją praplėsti informacijos apimtį ir saugoti tokiuos duomenis kaip, transportavimo istorija, lokacija, paskirties vieta, galiojimo data, reikalavimai laikymo sąlygom.

Pagrindinis šių duomenų saugojimo/nuskaitymo technologijų skirtumas yra jų veikimo principas, bar kodas veikia optiniu principu, o RFID – radijo bangų. Būdas, kuriuo šios dvi technologijos perduoda ir priima duomenis, apsprendžia jų naudingumą įvairiose srityse. Kadangi RFID paremta radijo bangų technologija, todėl šiom sistemom gali turėti neigiamos įtakos įvairūs elektros prietaisai skleidžiantys elektromagnetinius trikdžius. Planuojant diegti tokia technologija, pirma reikia iširti aplinką ar nėra tokių trikdžių, o jei yra reikia stengtis parinkti tokio dažnio RFID įrangą, kad jos neveiktų aplinkos trikdžiai.

Galimybė vienu metu nuskaityti šimtus padrikai išsidėsčiusių RFID tag'ų daro šią technologiją nepamainomą pakrovimo ir gabenimo (*ang. shipping & receiving*), turto valdymo, apsaugos srityse. Kitas RFID pranašumas, tai galimybė bet kuriuo momentu (*ang. on demand*) pakeisti ar papildyti tag'o informaciją.

Apibendrinant surinkta informacija, būtų galima sudaryti lentelę, kurioje atsispindėtų abiejų technologijų privalumai ir trūkumai:

**BAR ir RFID technologijų privalumai ir trūkumai.**

| <b>BAR</b>  | <b>RFID</b>   |
|---|---|
| + pradinė kaina   | + galimybė nuskaityti informaciją iš tag'ų įvairiais kampais ir netgi pro kai kurias medžiagas      |
| + atsparumas elektromagnetiniam trikdžiam   | + galimybė nuskaityti tag'us nutolusius 30 m atstumu  |
| + populiarumas  | + didelis saugomos informacijos kiekis leidžia identifikuoti objektą kaip unikalų vieneta           |
| - būtinas skenerio ir etiketės tiesioginis matomumas                                    | + galimybė per visą tag'o gyvenimo ciklą iki 100000 kartų įrašyti ir atnaujinti saugomą informaciją |
| - etiketė neatspari fiziniams pažeidimams, nuskaitant ji turi būti lygi ir be pažeidimų | + vienu metu galima nuskaityti kelis šimtus objektų, arba leisti objektus konvejeriu pro skenerį    |
| - neatsparumas aplinkos sąlygom (dulkėm, drėgmei)                                       | - nemaža kaina  |
| - identifikuoja objektą kaip rūšį, o ne kaip individą                                   | - standartų nebuvimas įtakoja nepopuliarumą   |
| - lėtai veikia ir reikalauja nemažų laiko bei darbo sąnaudų                             | - skleidžiami elektromagnetiniai trikdžiai ir neatsparumas nuo aplinkos elektromagnetinių trikdžių. |

Kaip matyti iš lentelės, RFID turi ne tik pranašumų prieš BAR kodą, bet yra ir keli trūkumai. Pirmas trūkumas tai technologijos kaina. RFID tag'ai yra keletą kartų brangesni už Bar etiketes, todėl radijo bangų technologija turėtų būti naudojama ten kur cirkuliuoja didžiuliai kiekiai prekių, kitaip sistema gali duoti ne naudą o žalą ir nuostolį. Dar vienas labai svarbus RFID trūkumas, tai visuotinio standarto nebuvimas. Todėl organizacijos neskuba diegti šios sistemos dėl baimės, kad patvirtinus kitokį standartą, tektų vėl investuoti lėšas, kad prisitaikyti prie naujo standarto. Taip pat prieš diegiant RFID reiktų atsiminti, kad ši technologija nėra universali ir tinkanti bet kokiai situacijai. Kiekvienas RFID diegimo projektas yra unikalus ir reikalauja unikalų sprendimų, todėl ir RFID sistema turi būti konfigūruojama atsižvelgiant į daugybę faktorių. Norint gauti maksimalia naudą iš naujosios sistemos reikia atsakyti į sekančius klausimus:

- Ar organizacijos vadovai supranta ir pritaria sistemos diegimui?
- Ar organizacijos veiklos procese judantys produktai sudaro uždara ar atvira sistemą?
- Kokie techniniai reikalavimai keliami naujai sistemai?
- Kokioje fizinėje aplinkoje bus diegiama sistema (temperatūra, drėgnumas, radijo trikdžiai)?
- Duomenys į tag'us bus įrašinėjami ir nuskaitomi statiškai ar visame produktų judėjimo cikle?
- Ar yra galimybė integruoti naują sistemą į jau esančią?

Tai esminiai faktoriai kiekvienai kompanijai planuojančiai pradėti naudoti RFID. Atsakius į šiuos klausimus galima tikėtis maksimalios naudos iš investuoto į naująją sistemą kapitalo. [3]

Kad būtų lengviau vertinti naujosios technologijos naudą kompanijai, išskyrčiau kelis esminius faktorius, kurie ir nulemia RFID teikiamą naudą kompanijoje. Todėl diegiant naująją identifikavimo technologiją, reiktų atsižvelgti į visus antroje lentelėje išvardintus aspektus:

2 lentelė

**BAR ir RFID technologijų palyginimas.**

| Aspektas                                     | BAR   | RFID  |
|--|---|---|
| <b>Techninė įranga</b>                       | BAR kodo technologijoje yra du pagrindiniai įrankiai, tai etikečių spausdintuvas ir lazerinis skaitytuvas. Kaip pavyzdį pateiksiu ZEBRA gamintojo gaminamas vienas populiariausių spausdintuvų LP 2844 kainuoja 500 JAV dolerių [16], o TAL Tech gaminamas rankinis skaitytuvas The VoyagerBT su Bluetooth sąsaja, kainuoja 550 JAV dolerių [15]. | Dauguma RFID skaitytuvų gali ir nuskaityti informaciją iš tag'o ir ją įrašyti. Žinoma norint gauti maksimalia naudą, nepakanka vien rankinių RFID skaitytuvų, kurių kainos prasideda nuo 1500 JAV dolerių [16], bet reikia ir įrangos (RFID vartai <i>ang. - gates</i> ), kuri padėtų nuskaityti didelius kiekius tag'ų, pastarosios kaina gali siekti nuo keliolikos iki keliasdešimt tūkstančių dolerių [17]. |
| <b>Programinė įranga</b>                     | Yra daugybė specializuotos BAR programinės įrangos gamintojų, tame tarpe ir patys techninės įrangos gamintojai, pateikia programinę įrangą kartu su gaminamais įrenginiais. Visos ERP programos suderinamos su BAR kodo technologija.   | Programinės įrangos pasirinkimas gerokai mažesnis lyginant su BAR kodu, tačiau didieji ERP (SAP, Axapta, Navision) jau pritaikė naujausius savo gaminius darbui su RFID. Kompanijoms, kurios jau naudoja vieną iš minėtų ERP sistemų savo veikloje, nereiktų didelių investicijų, norint pereiti prie RFID.   |
| <b>Etiketė (tag'as)</b>                      | Priklausomai nuo etiketės formato, kaina gali svyruoti nuo vieno iki keliolikos JAV centų, bet tyrime naudojamos etiketės savikaina yra 1-2 JAV centai.   | Pigiausi pasyvieji RFID tag'ai gali būti nuskaityti iki 6 metrų atstumu, manau to pilnai pakanka nagrinėjamoje tiekimo grandinėje. Tokie tag'ai kainuoja 3- 7 JAV centus.   |
| <b>Duomenų saugumas</b>                      | Bar kodo simbolius galima nuskaityti su bet kuriuo BAR skaitytuvu. Tačiau skaitymui reikia tiesioginio matomumo, taip pat galima naudoti įvairias šifruotes, kad tretis asmenys neperimtų slaptos informacijos, tačiau nagrinėjamoje tiekimo grandinėje, tai nėra aktualu, nes visa informacija yra vieša.  | Teoriškai informaciją iš RFID tag'o nuskaityti yra paprasčiau nei iš BAR etiketės, nes šiuo atveju nereikia tiesioginio matomumo. Tačiau programinės įrangos gamintojai siūlo įvairias apsaugos priemones, panašias į elektroninio rakto panaudojimą.   |
| <b>Nuskaitymo greitis</b>                    | BAR skaitytuvas vienu metu gali atpažinti tik vieną kodą ir tai vyksta apytikriai puse sekundės.  | Priklausomai nuo įrangos, RFID skaitytuvas gali vienu metu atpažinti iki kelių šimtų tag'ų.   |
| <b>Informacijos kiekis vienoje etiketėje</b> | 19 bitų.  | 64 KB   |
| <b>Atsparumas aplinkos poveikiui</b>         | Labai jautrus fiziniam poveikiui.   | Labai atsparus fiziniam poveikiui.  |
| <b>Tikslumas</b>                             | Klaida kas 30000 nuskaitytą simbolių  | Klaida kas 100000 nuskaitytą simbolių   |
| <b>Informacijos įrašymas</b>                 | Informacija BAR etiketėje užrašoma vienintelį kartą - ją spausdinant, vėliau informaciją galima tik nuskaityti.   | Informaciją RFID mikroschemoje galima įrašyti, redaguoti, ištrinti ir nuskaityti praktiškai begalę kartų.   |

Taigi, iš lentelės matosi, kad RFID beveik visais technologiniais aspektais yra pranašesnė už BAR technologiją, tačiau įrangos kaina dar šiek tiek lenkia BAR kainas. Kartu su visuotinių standartų nebuvimu, tai ko gero yra pagrindiniai faktoriai, kodėl iki šiol dar tik nedaugelis kompanijų ryžtasi investicijoms į šią technologiją. Tačiau kaip rodo konkretūs pavyzdžiai (Wal-Mart, JAV Gynybos Departamentas, Nevados universiteto biblioteka), didelėms kompanijoms apsimoka diegti šią technologiją savo veikloje. Ar tokia investicija pasiteisintų tyrimui pasirinktoje kompanijoje „GNT Lietuva“ išsiaiškinti padės eksperimentinis tyrimas.

**Kalbanti etiketė.** „Protinga“ autoidentifikavimo etiketė, kuri gali „kalbėti“ ir „klausytis“, galėtų padidinti tiekimo grandinės produktyvumą. Žmonėms pripratusiems naudoti BAR kodą, ši mintis gali pasirodyti juokinga. Per ilgą laiką, brūkšninis kodas tapo standartu reiškiančių produktų identifikavimą ir sekimą visame kelyje per tiekimo grandinę. Bet dabar, nauja „protinga“ etiketė su integruotu radijo dažniniu identifikavimo (RFID) mechanizmu yra per vieną žingsnį tuo tikro kalbėjimo.

Šis naujas etikečių tipas apjungia RFID ir bar kodo technologijas. Dabar kai RFID tag'ai technologijų dėka tapo pakankamai kompaktiški, buvo nuspręsta pabandyti apjungti RFID ir BAR kodo technologijas. Ant RFID tag'o yra klijuojama lipni etiketė su BAR kodu ir taip gaunama naujo tipo „protinga“ ir „kalbanti“ etiketė. [22]



Šaltinis: PRINTRONIX (2006) From bar codes to smart labels.

### **5 pav. Bar kodų ir RFID tag'ų etikečių ritinys.**

RFID tag'as yra plonesnis už popierių, todėl net nesimato kad jis yra po bar kodo etikete, ant kurios netgi galima spausdinti BAR kodų spausdintuvu. Toks technologijų derinimas turėtų padėti kompanijoms norinčioms nuo brūkšninio kodo sistemos pereiti prie RFID. Šiuo atveju vienu metu galima naudoti ir senąjį BAR kodų žymėjimo metodą ir paraleliai diegti naują RFID sistemą.

Vizualiai „protingoji“ etiketė niekuo nesiskiria nuo paprasto, brūkšninio kodo etiketės. Tačiau tarp jų yra trys esminiai skirtumai. Pirma, bar kodo etiketei nuskaityti reikia tiesioginio matomumo su skeneriu, paviršius turi būti švarus ir be fizinių pažeidimų (įbrėžimų, dažų suliejimo, spalvų išblukimo). Viso šito nereikia „protingajai“ etiketei, kuri priklausomai nuo naudojamos RFID technologijos, gali būti nuskaityta per 12 metrų atstumą ir nesvarbu etiketės paviršius švarus ar ne, uždažytas ar net uždengtas nepermatoma plastmase. Antras skirtumas, tai kad paprastai bar kodų skaitytuvai vienu metu gali nuskaityti tik vieną etiketę. „Protingųjų“ RFID etikečių skaitytuvai per sekundę gali nuskaityti iki kelių šimtų objektų esančių skaitytuvo radijo bangų zonoje. Ir galiausiai trečias skirtumas, tai kad informacija BAR kodu etiketėje gali būti įrašyta tik vieną kartą, norint pakoreguoti užkoduotą informaciją, reikia spausdinti naują etiketę ir ją pakeisti senąją. Tuo tarpu „protingojoje“ etiketėje informacija gali būti keičiama iki 100000 kartų, bet kuriam tiekimo grandinės taške.

Pačios etiketės dydis ir forma priklauso nuo vartotojo poreikių. Pavyzdžiui pervežamų palečių etiketės gali būti didesnės, kad būtų lengviau ją nuskaityti per didesnę atstumą. Mažiem daiktam, tokiem kaip juvelyriniai dirbiniai, žymėti naudojamos etiketės yra labai mažos ir reikalauja mažesnio nuskaitymo atstumo ir kitokio skaitytuvo dažnio.

Daugelyje pramonės sričių – sandėliavime, logistikoje, atsargų ir turto valdyje kol kas ir toliau bus naudojami bar kodai. Tačiau neišvengiamai ateis laikas kai organizacijos pradės naudoti ir RFID technologija paremtas „protingas“ žymėjimo etiketes. Tai pagreitins duomenų rinkimą ir perdavimą, taip pat bus padidinta galimos informacijos apimtis cirkuliuojanti visoje tiekimo grandinėje. Vadinasi informacijos apsikeitimas tarp gamintojo, tiekėjo, platintojo ar vartotojo taps daug paprastesnis, kas turėtų padidinti verslo produktyvumą.

Teoriškai tokios elektroninės žymėjimo etiketės suteikia galimybę papildyti ją informacija bet kuriam tiekimo grandinės taške. Ekspertai teigia, kad klausimas yra ne tai ar RFID duos naudą tiekimo grandinei, bet klausimas yra kaip organizacijos sugebės išnaudoti visas teikiamas technologijos galimybes ir kaip pavyks maksimizuoti RFID duodamą naudą verslui.

Taigi, buvo išanalizuotos RFID ir BAR kodų technologijos bei jų taikymo galimybės. Nors yra paplitusi nuomone, kad RFID visais aspektais yra pranašesnė už brūkšninį kodą, tačiau taip nėra, netgi RFID turi savų trūkumų ir tai nėra susiję vien su kaina. Todėl buvo aptarti keli kriterijai, kuriais remiantis galima nuspręsti kuri technologija vienoj ar kitos situacijoj būtų optimaliausia. Todėl kompanijai nusprendusiai pradėti naudoti RFID savo veikloje, pirma reikia atlikti išsamų tyrimą ir nuspręsti ar investicijos į tokią sistemą atsipirks ir per kiek laiko tai įvyktų.



## 2. BAR ir RFID technologijų panaudojimo tiekimo grandinėje tyrimo metodika

Šioje dalyje bus aprašoma nagrinėjamų technologijų tyrimo metodika, kurią sudaro tiekimo grandinės specifikavimas, taikant BAR ir RFID modelius, vertinimo charakteristikų parinkimas, eksperimentinio tyrimo metodo parinkimas ir lyginamoji analizė.

RFID technologijos diegimas organizacijoje yra biznio procesų, o ne technologinis sprendimas. Dėl to ypač svarbu, kad sprendimas būtų pagrįstas ekonomine nauda organizacijai. Diegimo išlaidų ir sistemos teikiamų pajamų analizė gali padėti apsispręsti dėl RFID diegimo ir galimos naudos. Labai svarbu, kad sprendimas būtų priimamas visos organizacijos mastu, nes būtina išvelgti sistemos įtaką ateities plėtrai ir planuojamam rentabilumui, bei investicijų grąžai.

Egzistuoja nemažai faktorių kurie padeda apskaičiuoti RFID kaštus ir pelną. Kaštai gali būti fiksuoti (investavimas į naują įrangą, procesus) arba kintantys (tag'ų kaina, jų panaudojimo kaštai). Gaunama nauda iš RFID gali būti tiesioginė (personalo išlaikymo kaštai) arba netiesioginė (pagerintas klientų aptarnavimo servisas, padidintas judančių produktų matomumas).

Akivaizdu, kad greičiausia grąža gaunama iš sumažėjusių tiesioginių personalo išlaikymo kaštų. Kad sumažėtų šitie kaštai, būtina sumažinti veiksmų, reikalaujančio žmogaus darbo, apimtį. Kaip pavyzdžius darbuotojų kaštų mažinimui galima paminėti:

- sutrumpėjęs prekių paieškos, rūšiavimo, paskirstymo laikas
- automatizavimas informacijos saugojimas RFID tag'uose
- realaus laiko judančių prekių matomumas
- realaus laiko prekių būklės žinojimas

grįžtant prie kaštų, reiktų paminėti jog daugumoje RFID diegimo atveju, kompanijose jau būna sukurta sistema naudojanti BAR kodus, todėl reikia apsvarstyti galimybės integruoti RFID į jau egzistuojančią sistemą. Konsultacinė firma „A.T. Kearney“ 2003 metais pareiškė, kad dauguma didžiųjų prekybininkų norėdami įdiegti RFID technologiją savo versle, turėtų investuoti po 400 000 USD kiekvienam turimam distribucijos centrui, po 100 000 USD kiekvienai turimai parduotuvei ir apytikriai 40 000 USD naujos sistemos integravimui į jau egzistuojančią informacinę sistemą. Tačiau per tą laiką nuo 2003 metų iki dabar, ženkliai atpigo techninė RFID įranga, dėl ko kaštai sistemos diegimui dabar turėtų būti ženkliai mažesni. Pavyzdžiui pasyvūs tag'ai 2000 metais kainavo apytikriai po dolerį, o dabar pigiausi nekainuoja nei 5 JAV centų, skaitytuvai ir kita techninė įranga taip pat

ženkliai atpigo. Didieji ERP sistemų tiekėjai SAP ir Oracle, MS Axapta jau pritaikė savo produktus RFID naudojimui, todėl perėjimas nuo BAR kodo prie RFID tampa dar paprastesnis.

Taigi, problemų renkantis programinę įrangą neturėtų kilti, nes tokie grandai kaip SAP pritaiko savo siūlomą produktą prie kiekvieno vartotojo individualiu poreikiu. Renkantis techninę įrangą, gamintojų taip pat netruks, tačiau svarbu išsiaiškinti kokius reikalavimus techninė įranga turi atitikti. RFID tag'ų savybės priklauso nuo jų naudojamo dažnio, antenos dydžio bei formos. Pavyzdžiui mažesnio dažnio tag'ams reikia didesnės antenos, kas automatiškai įtakoja viso tag'o dydį ir kainą. Aukšto dažnio tag'ai yra mažesni ir pigesni, tačiau jiems reikia brangesniu skaitytuvų. Galingesni skaitytuvai sugeba vienu metu nuskaityti daugiau objektų, tačiau dėl aukštų dažnių jie taip pat gali pakenkti darbuotojų sveikatai. Aukšti dažniai taip pat yra trikdomi atspindžių, metalo, skysčio ar dulkių, žemų dažnių bangos yra atsparesnės trikdžiam.

Dar vienas svarbus faktorius yra minimalus atstumas tarp tag'ų ir maksimalus jų kiekis vienoje vietoje, kai skaitytuvas dar pajėgia juos atskirti po vieną. Kitas RFID skaitytuvų faktorius yra skaitymo greitis. Wal-Mart naudoja tokią įrangą, kad ant 540 pėdų per minutę (~10 km/h) greičių judančio konvejerio esančios sužymėtos dėžės yra identifikuojamos šimtu procentų. Dar labai svarbu yra tag'ų patikimumas, sistema turi pranešti jei aptinka neperskaitomą tag'ą, tam kad būtų galima išvengti klaidingų įrašų informacinėje sistemoje. Pavyzdžiui jei skaitytuvas nuskaitytų paletės tag'ą ir ten yra įrašyta, kad paletėje yra 10 produktų, o skaitytuvas mato tik 9 produktų tag'us, sistema iškart signalizuoja apie tokią klaidą.

Taigi, norint paskaičiuoti galimas išlaidas ir tikėtiną pelną iš naujos technologijos įdiegimo, organizacijos turi atsižvelgti į verslo aplinką, pačios kompanijos pasirengimo naujovėm lygį. Taip pat reikia išsiaiškinti kokias sąlygas turi tenkinti programinė bei techninė įranga. Organizacijos savo jėgom ar su konsultacinių firmų pagalba turi sukurti projektą optimaliam sistemos modeliui, kad nereiktų ateityje perdarinėti sistemos nuo pagrindų iškilus naujam, neesminiam reikalavimui, bet tuo pačiu nereiktų mokėti už galimybę atlikti tokias funkcijas, kurio tikėtina niekada net neprireiks.

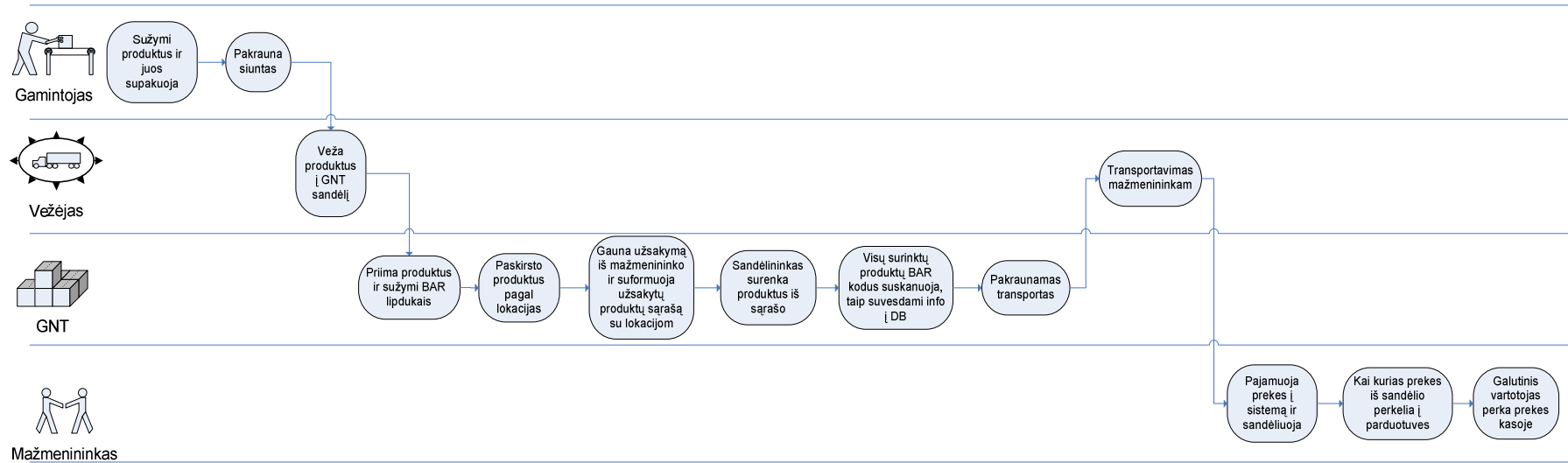
## **2.1 Planuojamas tyrimas**

Išanalizavus abiejų technologijų niuansus, privalumus bei trūkumus, apžvelgus programinės bei techninės įrangos pasiūlą, galima nusistatyti tolimesnio tyrimo gaires. Kaip jau buvo minėta pradžioje, šis darbas skirtas tam, kad padėtų konkrečiai kompanijai apsispręsti dėl RFID technologijos taikymo. Todėl nepakanka teorinių žinių ir konkrečių kitų kompanijų pavyzdžių, nes RFID nėra universalus sprendimas, kiekviena kompanija šią technologiją turi prisitaikyti pagal savo poreikius. Negalima pasakyti, kad šimtu procentų visose kompanijose šita technologija duos naudą. Tyrimo tikslas ir bus –

išsiaiškinti ar pasirinktai kompanijai yra tikslinga investuoti lėšas į RFID diegimą, galbūt kompanijos poreikius pilnai patenkina iki šios naudotas BAR kodas. Todėl reikės išsiaiškinti kompanijos informacinius poreikius, identifikuoti procesus, kuriuos RFID įdiegimas patobulintų, ištirti fizinę aplinką, ar nėra kokių trikdžių sklandžiam techninės įrangos darbui, taip pat reikės ištirti ar pati RFID techninė įranga netrikdys kitų įrenginių darbui. Išsiaiškinus kompanijos poreikius ir lūkesčius reikės nuspręsti kurią RFID tag'ų rūšį (aktyvų, pasyvų) pasirinkti, kokio tipo skaitytuvus pasirinkti, kokiu būdu (konvejeriu, visą paletę ar vilkiką iš karto) bus skenuojami produktai.

## ***2.2 Modelio su BAR technologija analizė***

Kaip jau buvo minėta, GNT Lietuva savo sistemoje prekių žymėjimui naudoja BAR kodą. Kuriant tiekimo grandinės modelį buvo įtraukti keturi veikėjai, tai gamintojas, vežėjas, GNT Lietuva (didmenininkas) ir mažmenininkas (GNT Lietuva klientas). Šis modelis pavaizduotas šeštame paveiksle.



Šaltinis: sudaryta autoriaus

6 pav. Tiekimo grandinės modelis naudojant BAR kodą.

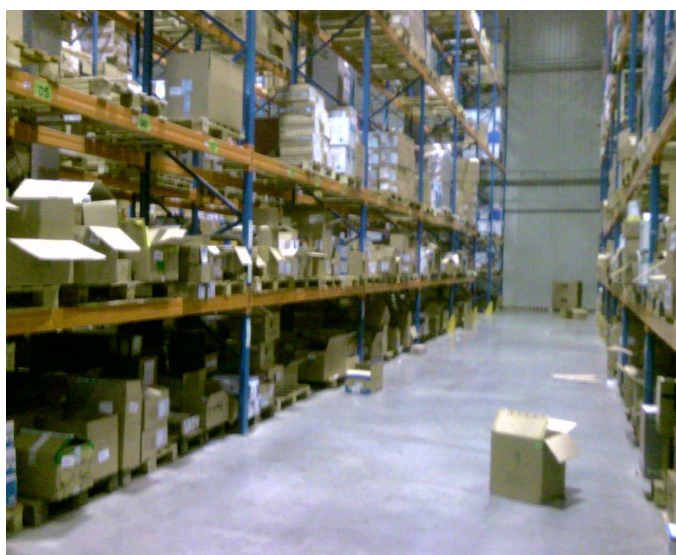
Taigi, prekių judėjimas tiekimo grandinėje prasideda nuo gamintojo. Kaip pavyzdį galime paimti kietųjų diskų gamintoją WestDigital (WD). Gamintojas savo sistemos duomenų bazėje kaupia informaciją apie visus jų pagamintus produktus, todėl kiekvienas produktas turi turėti unikalų savo numerį (Stock keeping unit - SKU), kuris būna užrašomas ir skaičiais ir užkoduojamas BAR sistema, kad nereiktų šio numerio suvedinėti rankomis, o būtų galima greitai nuskenuoti skaitytuvu. Į BAR kodą dar gali būti patalpinamas gamintojo kodas, šalies kurioje prekė pagaminta kodas, partijos data, trumpa informacija apie patį produktą (pavyzdyje su kietuoju disku tai gali būti jo tipas, talpa, apsisukimų skaičius ir pan.), gavėjo adresas, pakuotės svoris bei vienetų kiekis.

Kitas etapas sukurtame tiekimo grandinės modelyje yra atliekamas taip pat gamintojo. Jei prekės nėra stambios, tokios kaip šaldytuvai, televizoriai ar panašios, tada jos yra sudedamos į pakuotes po iš anksto nustatytą kiekį. Standartiškai visi kietųjų diskų gamintojai į vieną kartoninę pakuotę deda po 40 vienetų. Tokios pakuotės taip pat žymimos BAR etikete su panašia informacija, kuri yra ant kiekvieno vieneto, tačiau dar pridedama pakuotės kiekis vienetais, galbūt gavėjo adresas ir pan. Visa ši informacija BAR kodo skaitytuvo pagalba suvedama į gamintojo sistemą ir užsakytos prekės pakraunamos į transportą.

Supakuotą produkciją gamintojas gali sandėliuoti, tačiau šio proceso į modelį neįtraukiau, nes mano tiriamos kompanijos veiklai tai neturėtų jokios įtakos. Taigi, kitas veiksmas tiekimo grandinėje priklauso vežėjui, kuris pristato prekes iš gamintojo didmenininkui, tai yra UAB „GNT Lietuva“. Šio proceso taip pat nenagrinėsiu smulkiau, nors galbūt vežėjai irgi veda kažkokią pervežamų prekių apskaitą pasinaudodami BAR kodu, tačiau tai neturi įtakos tyrimui pasirinktos kompanijos veiklai.

Toliau jau prasideda procesai vykstantys UAB „GNT Lietuva“. Vežėjas pristato krovinį į sandėlį, kur darbuotojai iškrauna prekes ir ant kiekvienos pakuotės ar produkto (tokio kurie pakuojami po vieną vieneta) prilipina čia pat atspausdintą BAR etiketę, kurioje užkoduojama informacija apie produktą, gamintoją, gavimo datą, siuntos numeris. Tokios lipnios etiketės savikaina yra apytikriai 1-2 JAV centai, įskaitant ir patį popierių ir rašalą, bei specialaus terminio spausdintuvo nusidėvėjimą [11].

Sužymėjus visus naujus produktus BAR etiketėm, jie būna skenuojami ir tokiu būdu suvedami į „GNT Lietuva“ naudojamą ERP (Enterprise Resource Planning) sistemą pavadinimu DBM. Sistema automatiškai paskirsto prekes po lokacijas (sandėlyje naudojamos 8 m. aukščio lentynų eilės, kur kiekviename iš penkių aukštų yra po penkiolika apie 2 m pločio lokacijų), o sandelio darbuotojam tereikia sudėlioti produktus sandėlyje. Teoriškai, ERP sistemos pagalba, visada galima sužinoti kiek ir kokių prekių yra bet kurioje lokacijoje. Tačiau realybėje viskas yra kitaip, ir atliekant kasmetinę inventorizaciją randama daug neatitikimų.



Šaltinis: sudaryta autoriaus

### **7 pav. GNT Lietuva sandėlis.**

Kitas etapas yra užsakymo formavimas. Klientas perka tam tikrą kiekį prekių iš „GNT Lietuva“. Vadybininkas atsižvelgdamas į sandėlio likučius (kuriuos kaip minėjai mato ERP sistemoje), suveda užsakymą. Toliau sandėlio darbuotojai tos pačios sistemos pagalba gauna užsakymo sudėtį. Sandėlio darbuotojas atspausdina užsakymo prekių sąrašą su kiekiais ir lokacijom kur tos prekės yra.

Toliau sandėlininkui belieka surinkti visus užsakymo produktus. Kiekviena lokacija šifruojama taip: sektorius (A;B;C;D;E), lentynos eilės numeris (skirtingose sektoriuose, jų skaičius skirtingas, tačiau kaip pavyzdį galime imti B sektorių su 40 lentynų), toliau eina lentynos aukštas (irgi priklauso nuo sektoriaus, bet B sektoriuje yra 5 aukštai) ir galiausiai vertikalus lentynų padalinimas (B sektoriaus lentynos padalintos į 16 vertikalių dalių). Problemų dažniausiai kyla tada, kai vienoje lokacijoje yra kelių rūšių smulkių produktų arba dėl sistemos klaidos, tokios prekės toje lokacijoje išvis nėra. Siekiant išvengti tokių sistemos ir realaus sandėlio likučio neatitikimo, kiekvienų metų gale sandėlyje būna vykdoma inventurizacija. Bet ir kasmetinė inventurizacija negali šimtu procentų eliminuoti nesutapimus tarp virtualaus ir realaus sandėlio likučio. Taigi, jei nėra jokių neatitikimų, darbuotojas nuosekliai sekdamas užsakymo sąrašą, surenka prekes. Jei tai didelis užsakymas, tuomet naudojamos standartinės EURO paletės prekių transportavimui.

Visus surinktus užsakymo produktus, sandėlininkas naudodamasis BAR skaitytuvu nuskenuoja, taip suveddamas užsakymo surinkimą į sistemą. Šis procesas gali užtrukti, kai užsakymas yra sudarytas iš daug įvairių smulkių produktų (pvz. įvairių gamintojų, įvairių modelių USB raktai) ir kiekvieną jį atskirai sandėlininkas skenuoja rankomis.

Patvirtinus užsakymo surinkimą yra pakraunamas transportas. Jei tai didelis užsakymas, tuomet gali būti pakraunama net visa vilkiko puspriekabė.

Pakrauta siunta vežama mažmenininkui. Vėlgi, kai kurie vežėjai gali vesti savarankišką pervežamų produktų apskaitą, bet tai šiame modelyje nėra svarbu.

Paskutinis šios tiekimo grandinės dalyvis yra mažmenininkas. Didieji parduotuvių tinklai, taip pat turi savo ERP sistemas ir taip pat kaip „GNT Lietuva“ veda sandėlio likučių apskaitą. Todėl toks mažmenininkas gavęs savo užsakymo prekes jas turi suvesti į sistema bei paskirstyti po sandėlį. Mažmenininkai produktų žymėjimui taip pat naudoja BAR kodą ir kai kurie iš jų kiekvieną produktą pažymi savo BAR etikete.

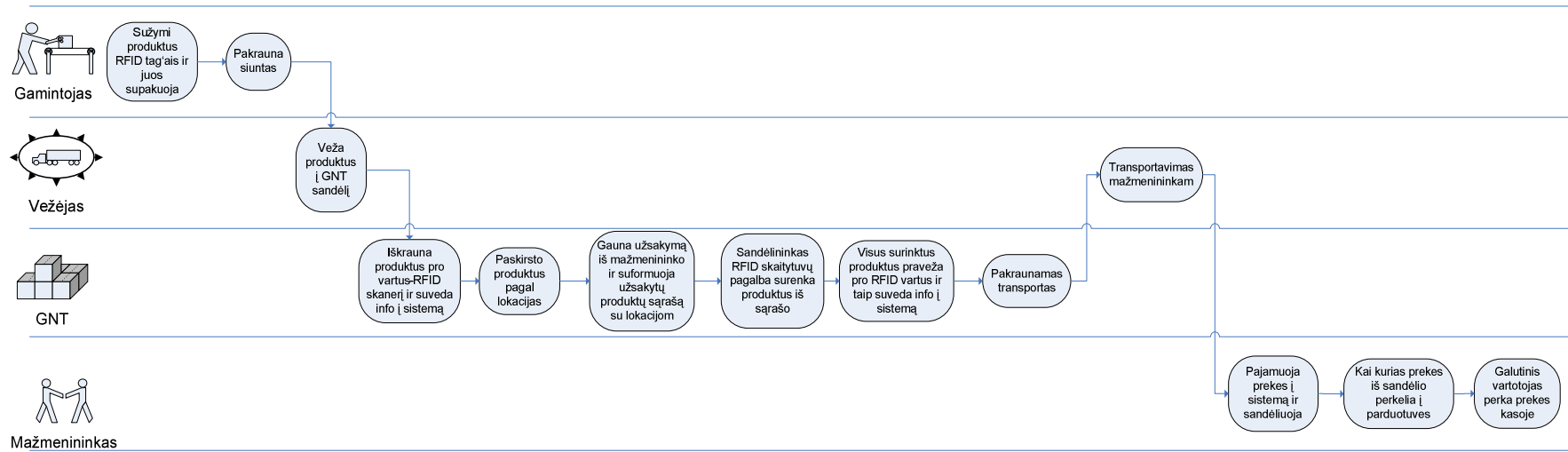
Jei produktus pirkto stambus mažmenininkas, tai tikėtina kad jis turi savo sandėlius, po kuriuos paskirsto gautus produktus. Galbūt ten taip pat naudojama lokacijų sistema ir produktai identifikuojami nuskaitant BAR kodą. Tokiu būdu, pardavėjas visada žino savo sandėlio likučius, nes paskirstant prekes iš sandėlio po parduotuves, į sistemą suvedama informacija, kur koks produktas buvo išsiųstas.

Pratęsiant BAR kodo naudojimą tiekimo grandinėje, reiktų išskirti dar tokį procesą kaip galutinio vartotojo pasirinktos prekės įsigijimą. Dabar visose parduotuvėse parduodant prekes naudojamas BAR kodas. Pirkimo procesą trumpai būtų galima aprašyti taip: pirkėjas išsirenka prekę parduotuvėje, tada kasininkas nuskenuoja prekės BAR kodą ir kasos aparatas prijungtas prie bendros informacinės sistemos padaro įrašą apie prekės pardavimą.

Taigi, šioje darbo dalyje buvo išanalizuota tiekimo grandinė, kurioje informacijos nešėju pasitarnauja BAR kodas. Atlikus tyrimą, buvo identifikuoti procesai, kuriuose BAR kodą, sėkmingai galėtų pakeisti RFID tag'ai ir taip patobulinant vieną ar kita tiekimo grandinės procesą, bet apie tai kitoje darbo dalyje.

### ***2.3 Modelio su RFID technologija analizė***

Pakeitus BAR kodą RFID etiketėm, tiekimo grandinės modelis iš esmės nepasikeičia. Visi materialūs procesai daugiau ar mažiau išlieka tokie patys kaip ir atveju su BAR kodu. Tačiau paanalizavus informacijos srautą, judantį kartu su produktais, nesunku pastebėti RFID privalumus, kuriuos ir išskirsiu šiame darbo skyriuje.



Šaltinis: sudaryta autoriaus

8 pav. Tiekimo grandinės modelis naudojant RFID technologiją.



Kaip jau buvo minėta, šiame skyriuje aprašysiu produkto ir su juo susijusios informacijos judėjimą per visą tiekimo grandinę, nuo gamintojo iki vartotojo. Viskas vėl prasideda nuo gamintojo, kuris pagaminęs produktą, užuot ant kiekvieno vieneto lipinęs BAR lipduką, prilipdo ar kaip nors kitaip gamybos procese prideda RFID tag'ą. Čia reiktų paminėti, kad BAR lipduko savikaina priklausomai nuo formato, svyruoja nuo vieno iki trijų ar daugiau JAV centų, o RFID tag'o kaina, priklausomai nuo jo rūšies (pasyvus, aktyvus) gali būti nuo penkių iki keliasdešimt JAV centų, brangiausi aktyvūs tag'ai turi savo vidinį maitinimo šaltinį ir jie gali būti nuskaitomi keliasdešimties metrų atstumu. Aišku dar prieš pagaminant konkretų gaminį, pavyzdžiui nešiojamą kompiuterį, gamintojas savo gamybos procese galėtų atskirai žymėti kiekvieną detalę, kas galėtų palengvinti sandėlio likučių apskaitą, padidinti saugumą nuo vagysčių, supaprastintų gaminio garantinį aptarnavimą ir pan., tačiau tai išeina už šio tyrimo ribų.

Toliau seka produkcijos supakavimas ir transporto pakrovimas. Naudojant RFID technologiją, gamintojui supaprastėja išvežamos produkcijos apskaita, nereikia kiekvieno paketo skenuoti atskirai, užtenka pavyzdžiui su autokrautuviu pravežti paletę su produkcija pro RFID vartus ir informacija jau patenka į sistemą, o tuo pačiu pakraunamas transportas. Tokiu būdu gamintojas sutaupo laiko ir išlaidų personalo išlaikymui, nes supaprastėjus operacijoms, reikia mažiau darbuotojų.

Pakrovus transportą, vežėjas gabena krovinį į paskyrimo vietą. Ir šiame procese būtų galima pasinaudoti RFID privalumais, pavyzdžiui sumontavus RFID skaitytuvus į vilkiko puspriekabę būtų galima padidinti krovinio saugumą nuo vagysčių, palengvinti krovinų apskaitą, jei pavyzdžiui vienu kartu vežama produkcija keliem klientam ir reikia kelis kartus iškrovinėti produktus. O apjungiant kiekviename šiuolaikiniame vilkike esančią GPS (Global Positioning System) sistemą su RFID skaitytuvu, tiek gamintojas, tiek klientas ir pats vežėjas bet kuriuo laiko momentu, gali gauti informaciją kur šiuo metu yra jų krovinys, ar visos prekės puspriekabėje ir pan.

Toliau seka vienas iš pagrindinių procesų šiame tiekimo grandinės modelyje, tai prekių pristatymas į UAB „GNT Lietuva“ sandėlį. Visą procesą būtų galima aprašyti taip: transportas atvažiuoja prie sandėlio vartų (pav.9), kuriuose sumontuotas RFID skaitytuvas, sandėlio darbuotojai iškrauna užsakytas prekes pro RFID vartus ir informacija jau automatiškai įrašoma į DB, tuo pat metu RFID tag'us galima papildyti informacija, kuri reikalinga „GNT Lietuva“ veiklai, tai kaip ir modelyje su BAR kodu, galėtų būti užsakymo numeris, kiekis, atvykimo data. Gamintojo įrašyta informacija taip pat išlieka tag'e. Šiame etape ne tik sutaupomos išlaidos, kurių prireiktų spausdinant BAR lipdukus (vieneto savikaina 1-3 JAV centai), bet ir sutaupoma daug darbo valandų, kurios ir sudaro didžiąją dalį išlaidų lyginant BAR ir RFID technologijas.



Šaltinis: KLAUS EPPELE (2006) *“RFID revolutioniert Logistik und Konsumgüterindustrie”*

### **9 pav. RFID vartai [17]**

Informacijos nuskaitymo ir įvedimo į produktų RFID etiketes metu, sistema automatiškai nurodytų lokacijas į kurias reikia sukrauti produktus. Šiame etape taip pat būtų taupomas laikas, nes tas pats sandėlio darbuotojas paėmęs produktą iš transporto, gabentų jį tiesiai į vietą sandėlyje. Nes naudojant BAR technologiją, visas krovinyas būna iškraunamas ir sudedamas vienoje vietoje, tada sandėlio darbuotojai atspausdina kiekvienai pakuotei BAR lipdukus, juos prilipina, paskui kiti darbuotojai išnešioja ar išvežioja produktus po sistemos paskirtas lokacijas.

Sekantis etapas yra užsakymo iš mažmenininko gavimas ir siuntos formavimas. Šis procesas analogiškas kaip ir modelyje su BAR kodu, tačiau sumontavus RFID skaitytuvus kiekvienoje lentynoje, pardavimų vadybininkas žinotų tikslų prekių likutį realiu laiku ir tai padėtų išvengti nesusipratimų, kai klientui parduodamos sandėlyje neesančios prekės arba nepriimamas užsakymas manant kad tokių prekių nėra sandėlyje. Taigi, RFID padeda sumažinti klaidų skaičių, kurio pinigine išraiška apskaičiuoti neįmanoma.

Kitame etape RFID vėlgi pasitarnauja. Sandėlio darbuotojui daug lengviau surinkti užsakyme esančias prekes sandėlyje naudojantis rankiniu RFID skaitytuvu (pav 10). Priminsiu minėtą situaciją, kai toje pačioje lokacijoje yra sudėta daug smulkių panašių produktų ir reikia juos atrinkinėti žiūrint į kiekvieno SKU.



Šaltinis: MCFA (2004) *“Is FRID for you?”*

### **10 pav. Rankinis RFID skaitytuvas.**

Surinktas užsakymo prekes darbuotojai praveža pro RFID vartus ir informacija apie užsakymo patvirtinimą automatiškai įvedama į sistemą. Tuo pačiu gali būti pakraunamas transportas, jei tai didelis užsakymas, o jei smulkus, tiesiog užsakymo prekės patalpinamos tam skirtoje patalpoje, kur jau jas gali pasiimti klientas. Informacijos nuskaitymo metu, taip pat gali būti koreguojama informacija esanti tag'e arba įrašoma naują bei ištrinama nebereikalinga ar slapta.

Toliau seka produkcijos transportavimas, kur viskas vyksta analogiškai aptartame procese, kuomet prekės vežamos iš gamintojo į „GNT Lietuva“, šiuo atveju irgi galima sekti prekių judėjimą realiu laiku, taip padidinant sandėlio likučių planavimo tikslumą ir didmenininko ir mažmenininko naudai.

Nors pasirinktam tyrimui svarbu tik UAB „GNT Lietuva“ vykstantys procesai, tačiau galima trumpai aptarti RFID potencialią naudą ir mažmenininkam. Teorinėje darbo dalyje buvo aprašytas modelis, kaip parduotuvėse vietoj dabartinių BAR kodų gali būti panaudojama RFID. Taigi, mažmenininkas gavęs krovinį į savo sandėlį ar tiesiai į parduotuvę, tokiu pat būdu, kaip „GNT Lietuva“ nuskenuoja visus produktus praveždamas juos pro RFID vartus ir taip suveda informaciją į sistemą, bei tuo pačiu gali pridėti sau reikalingą informaciją į kiekvieną RFID tag'ą. Atsargų likučio sekimas tampa daug lengvesnis ir tikslesnis, galima sakyti – inventorizacija vyksta nuolat realiu laiku ir žinomas tikslus kiekis produktų sandėlyje, o ne tas kurį rodo sistema, taip pat sumažėja vagysčių skaičius sandėliuose ir parduotuvėse, visa tai susiveda į kaštų mažinimą. Prekių pirkimo procedūra

naudojant RFID technologiją, taip pat buvo aprašyta teorinėje dalyje. Taigi, netgi prekių pardavimas galutiniam vartotojui tampa daug paprastesnis ir pigesnis.

Kitoje darbo dalyje palyginsiu abu šiuos tiekimo grandinės modelius, atliksiu preliminarinius skaičiavimus, kurie padės apsispręsti kompanijom dėl naujos technologijos pasirinkimo ar nepasirinkimo.

## **2.4 Tyrimo strategija**

**Tyrimo tikslas** - stebint ir analizuojant prekių bei su jomis susijusios informacijos judėjimą visoje tiekimo grandinėje sukurti tiekimo grandinės modelį bei išanalizuoti lygiagretų informacijos srauto judėjimą. Taip pat bus identifikuojamos vietos grandinėje, kuriose RFID technologija būtų pranašesnė už BAR kodą. Tyrimui duomenys buvo renkami apklausinėjant ir konsultuojantis su UAB „GNT Lietuva“ darbuotojais, kurių pagalba buvo sukurtas tiekimo grandinės modelis. Tiekimo grandinės modeliai pateikti šeštame ir septintame paveiksluose.

**Tyrimo eiga** – buvo sudaryta eksperimentinė produktų imtis. Produktai ir jų kiekiai buvo parinkti taip, kad kuo geriau atspindėtų bendras įmonės sandėlio prekių apyvartos tendencijas. Šią testinę siuntą stebėjau nuo pat jos atvežimo į sandėlį iki jų išvežimo pas klientą. Suskaidžius visą šią veiklą į atskirus procesus, buvo galima įvertinti kiekvieno žingsnio kaštus ir identifikuoti sandėlio veiklos etapus, kur patiriamos didžiausios sąnaudos dėl BAR kodo.

### 3. BAR ir RFID panaudojimo tiekimo grandinėje tyrimas

Šioje darbo dalyje bus pagrindžiami atlikto identifikavimo technologijų (BAR ir RFID) panaudojimo tiekimo grandinėje tyrimo rezultatai.

#### 3.1 Eksperimentinis tyrimas

Ankstesnėse darbo dalyse buvo analizuojami tiekimo grandinės modeliai su BAR ir RFID technologijomis tik bendrais bruožais, tačiau norint patikrinti gautų rezultatų patikimumą, reikėjo atlikti tyrimą. Remiantis sukurtais tiekimo grandinės modeliais, išskyriau procesus, kuriuose naudojama objektų identifikavimo technologija. Tuomet buvo galima įvertinti kaštus, patiriamus naudojant vieną ir kitą technologiją. Kadangi „GNT Lietuva“ naudoja tik BAR technologiją, tai duomenis apie procesus naudojant šią technologiją gavau stebėjimo ir apklausų metodu. Sudariau tam tikrą produktų krepšelį ir sekiau jį per visus etapus, fiksuojau kiek laiko trunka vienas ar kitas darbas, skaičiavau kiek sunaudojama vienokių ar kitokių priemonių bei išteklių. Renkant šią informaciją labai padėjo „GNT Lietuva“ produktų priėmimo skyriaus vadovas Darius Čypas, kuris geranoriškai dalinosi informacija ir padėjo atlikti tyrimą.

Deja, bet Lietuvoje dar nei viena logistikos ar didmeninės prekybos įmonė, savo veikloje nėra įdiegusi RFID technologijos prekių žymėjimui, todėl neturėjau galimybių išanalizuoti ir įvertinti analogiškų procesų kaip BAR modelyje. Teko remtis informacija surinkta ruošiant teorinę dalį, specialistų bei savo patirtimi ir taip nustatyti kiek įmanoma tikslesnius duomenis.

**BAR kodo sąnaudos sandėlio veikloje.** Dar prieš atliekant tyrimą, sudariau tiekimo grandinės modelį (pav. 6), kuriame prekės žymimos tik BAR kodu. Iš šio modelio galima atrinkti tuos procesus, kurie vyksta „GNT Lietuva“:

1. Iškrauna prekes iš atvykusio transporto ir sudeda tam skirtoje vietoje
2. Spausdina BAR lipdukus
3. Sužymi prekes BAR lipdukais
4. Paskirsto produktus pagal lokacijas
5. Gauna užsakymą iš mažmenininko ir suformuoja užsakytų produktų sąrašą
6. Sandėlininkas atspausdina užsakymo prekių sąrašą su lokacijų numeriais
7. Sandėlininkas surenka užsakymo prekes ir sukrauna tam skirtoje vietoje
8. Visų surinktų produktų BAR kodus nuskenuoja, taip suveddami informaciją į DB
9. Patikrintos ir nuskenuotos prekės perkeliamos arčiau sandėlio vartų
10. Pakraunamas atvykęs transportas

Žinoma kiekvieną iš šių procesų dar galima suskaidyti iki pavienių veiksmų. Bet pradžiai reikia sudaryti testinį prekių krepšelį, kuris objektyviai atspindėtų pagrindines prekių judėjimo įmonės sandėlyje tendencijas. Kaip žinia, „GNT Lietuva“ prekiauja kompiuterine įranga, buitine, garso bei vaizdo technika ir panašiom elektronikos prekėm. Pasitarus su sandėlio personalu, sužinojau kokias prekes turėjo atvežti tą dieną, kai atlikinėjau eksperimentinį tyrimą. Nusprendžiau testinę imtį eksperimentui sudaryti iš tokių prekių:

- 10 vnt. mikrobangų krosnelių Electrolux
- 50 vnt. nešiojamų kompiuterių HP
- 200 vnt. AMD procesorių K9 Athlon64 X2 BE-2400
- 120 vnt. kietųjų diskų WD800JD HDD 80GB
- 20 vnt. mobiliųjų telefonų Samsung SGH X900

Ši testinė prekių siunta yra tik maža dalis palyginus su kiekiais kuriuos kasdien priima ir išsiunčia sandėlis. Gaila sandėlio darbuotojai neišdavė informacijos, kiek tiksliai ir kokių prekių vidutiniškai atvežama į sandėlį, tačiau prasitarė, kad bent finansine išraiška mano sudarytą imtį reiktų dauginti dešimt – penkiolika kartų .

Taigi, sulaukėm kol atvažiavo sunkvežimiai su prekėm. Visos prekės sukrautos ant Euro palečių, todėl visą krovinį iš vilkiko iškrauna elektrinių autokrautuvų pagalba. Pradžiai paletės sukraunamos tam skirtoje vietoje sandėlyje prie vartų, kad kuo mažiau laiko užtruktų transporto iškrovimas. Taigi, visa siunta ir kartu mano pasirinkta prekių partija buvo sukrautos vienoje vietoje. Atsižvelgiant į mano išsirinktų prekių ir visos siuntos kiekio proporciją, paskaičiavau kiek laiko užtruko iškrauti prekes. Gavosi, kad du autokrautuvai pasirinktas prekes iškrovė per 3 minutes. Kita operacija yra prekių sužymėjimas ir informacijos suvedimas į sistemą. Mano pasirinktom prekėm reikėjo 10 lipdukų mikrobangų krosnelėm, 50 lipdukų nešiojamiems kompiuteriams, procesorių atskirai nežymėjo, o žymėjo tik visą pakuotę, todėl reikėjo dar 4 lipdukų AMD procesorių dėžėms (po 50 vnt. kiekvienoje), dar 3 lipdukai kietųjų diskų dėžėms (po 40 vnt. kiekvienoje) ir 1 lipdukas mobiliųjų telefonų pakuotei. Testinės prekių imties lipdukų (viso 68 vnt.) spausdinimas ir klijavimas vienam žmogui truko 20 minučių. Ankščiau šiame darbe buvo minėta, kad BAR lipdukų savikaina yra 1-2 JAV cento, taigi galim nesunkiai paskaičiuoti kiek gi kainavo sužymėti pasirinktas prekes  $68 * 1 = 0.68 \text{ USD} \approx 1,5 \text{ Lt}$ . Spausdinant lipdukus, sistema iškart nurodo kurias prekes į kokias lokacijas patalpinti, todėl iškart po prekių žymėjimo, jos buvo išvežtos po sandėlį ir sudėliotos į nurodytas lokacijas. Mikrobangų krosneles ir nešiojamus kompiuterius į lokacijas vežė autokrautuvai ir užtruko 6 minutes, o likusias prekes išvežiojo sandėlininkas vežimėliu ir užtruko 10 minučių.

Kasdien pardavimų vadybininkai suformuoja dešimtis užsakymų. Čia labai svarbu žinoti tikslų sandėlio likutį, kad prekės be reikalo neužsistovėtų ar nebūtų parduodamos dar nesančios sandėlyje. Padarom prielaidą, kad vienas iš įmonės klientų užsakė kaip tik tokias prekes, kurios buvo atrinktos tyrimui. Vadybininkas suveda reikiamą informaciją į sistemą ir sandėlio darbuotojai mato, kad yra naujas užsakymas, kurį reikia surinkti. Šio užsakymo prekių sąrašą su lokacijų adresais atspausdina ir sandėlininkas surinkęs visas prekes, sukrauna jas vėl gi atskiroje tam skirtoje vietoje ir prie prekių palieka atspausdintą sąrašą pagal kurį rinko prekes. Prekių surinkimas ir pristatymas į tam skirtą vietą truko dar 7 minutes autokrautuvo darbo laiko ir 15 minučių sandėlininko darbo laiko. Tuomet, kitas sandėlio darbuotojas su rankiniu BAR skeneriu nuskenuoja visų prekių kodus, taip dar kartą patikrina kiekus ir tuo pačiu suveda užsakymo surinkimo patvirtinimą. Pasirinkto testinio užsakymo prekių skenavimui prireikė dar 20 minučių. Reiktų dar paminėti, kad užsakymų prekės dedamos arba ant vežimėlių (jei užsakymas nedidelis) arba ant euro padėklų (jei prekės netelpa ant sandėlyje naudojamų vežimėlių).

Kai surinktos prekės baigiamos skenuot, jos perkeliamos arčiau sandėlio vartų, kur laukiama kol prekės bus pakrautos. Sandėlininkui su euro padėklų vežimėliu, šis prekių perkėlimas iš vietos kur buvo suskenuotos į vietą kur laukia pakrovimo į transportą, užtrunka tik 2 minutes. Galiausiai, atvykus transportui, prekės pakraunamos ir išvežamos. Kadangi, pasirinktų prekių užsakymas tilpo ant dviejų euro padėklų, tai autokrautuvų dėka jos buvo sukrautos į sunkvežimį per 4 minutes.

Taip vyksta prekių priėmimas ir išvežimas iš sandėlio dabar, kai naudojamas BAR kodas. Susumavus sugaištą laiką ir patirtas sąnaudas gauname, kad pasirinktą testinę siuntą priimti į sandėlį ir ją pardavus išvežti iš sandėlio kainavo 67 min. žmogaus darbo, 20 min. autokrautuvo darbo (žinoma tuo pačių ir krautuvo vairuotojo) bei 1,5 Lt už etikečių spausdinimą. Kitų kaštų specialiai neįtraukiau į tyrimą, nes visi kiti kaštai tiek naudojant BAR tiek RFID bus labai panašūs.

Patogesniam duomenų vaizdavimui, sudariau lentelę Nr. 3:

3 lentelė

**Sandėlio operacijų trukmė su testine prekių siunta naudojant BAR kodą**

| Procesas   | Žmogaus darbas | Autokrautuvo darbas | Finansiniai kaštai |
|--|----------------|---------------------|--------------------|
| Prekių iškrovimas iš atvykusio sunkvežimio             |                | 3 min.              |                    |
| BAR lipdukų spausdinimas                               |                |                     | 1,5 Lt             |
| Prekių žymėjimas lipdukais                             | 20 min.        |                     |                    |
| Prekių išskirstymas pagal lokacijas                    | 10 min.        | 6 min.              |                    |
| Užsakymo priėmimas                                     |                |                     |                    |
| Užsakymo prekių sąrašo spausdinimas                    |                |                     |                    |
| Prekių surinkimas ir pristatymas tolimesniems veiksmai | 15 min.        | 7 min.              |                    |
| Prekių BAR kodų skenavimas ir info į DB vedimas        | 20 min.        |                     |                    |
| Nuskenuotų prekių perkėlimas arčiau sandėlio vartų.    | 2 min.         |                     |                    |
| Transporto pakrovimas                                  |                | 4 min.              |                    |

**RFID kaštai sandėlio veikloje.** Šioje darbo dalyje aprašysiu kaip vyksta prekių priėmimas ir išvežimas iš sandėlio kuomet yra naudojama RFID. Kaip minėjau anksčiau, šią tyrimo dalį teks atlikti remiantis surinkta informacija, perskaitytais straipsniais, ekspertų nuomone bei savo sukaupta šokia tokia patirtimi, nes realios situacijos Lietuvoje sumodeliuoti nepavyktų. Padarom prielaidą, kad visi gamintojai savo produktus jau gamybos procese sužymi RFID tag'ais.

Kaip ir tyrimą su BAR kodu, reiktų pradėti nuo atliekamų procesų chronologinio sąrašo sudarymo:

1. Autokrautuvais iškrauna prekes iš atvykusio transporto ir praveža pro RFID skenerį (vartus)
2. Skaitytuvas nuskaity visų prekių tag'uose esančią informaciją, kuri tuoj pat patenka į DB. Taip pat šiame etape įmonė gali pridėti savo informacijos į kiekvienos prekės tag'ą.
3. Sistema iškart pateikia lokacijos adresą kur reikia patalpinti prekes
4. Sandėlininkai paskirsto produktus pagal lokacijas
5. Gauna užsakymą iš mažmenininko ir suformuoja užsakytų produktų sąrašą
6. Sandėlininkas atspausdina užsakymo prekių sąrašą su lokacijų numeriais
7. Sandėlininkas surenka užsakymo prekes ir praveža pro RFID skenerį (vartus) tiesiai į atvykusį transportą (pakrauna)
8. Skaitytuvas nuskaity informaciją iš visų prekių tag'ų ir persiunčia į sistemą. Šio proceso metu, taip pat galima pakoreguoti tag'e saugomą informaciją arba ją visiškai sunaikinti.

Vėl gi turim tą pačią prekių siuntą:

- 10 vnt. mikrobangų krosnelių Electrolux
- 50 vnt. nešiojamų kompiuterių HP
- 200 vnt. AMD procesorių K9 Athlon64 X2 BE-2400
- 120 vnt. kietųjų diskų WD800JD HDD 80GB
- 20 vnt. mobiliųjų telefonų Samsung SGH X900

Padarom prielaidą, kad visi gamintojai savo produkcijai žymėti naudoja pasyviuosius tag'us, kurių kaina 5 JAV centai (~10 Lietuvos centų). Iš viso siuntoje yra 400 vnt. produktų, todėl šios partijos savikaina išauga 40 Lt. Tokiai prekei kaip nešiojamas kompiuteris, 10 ct. prie savikainos būtų visiškai nereikšmingas, na o pigiom prekėm, pvz. raktų pakabukas, toks savikainos padidėjimas gali sudaryti ir 10%. Bet čia esminis faktorius yra tai, kad sužymimi net smulkūs produktai, o ne jų pakuotės ir kiekvienas iš jų turi unikalų, nesikartojantį SKU. Teorinėje dalyje jau buvo minėta, kokią tai naudą duoda visiem tiekimo grandinės dalyviams ir vartotojams.



Grįžtam prie situacijos tyrimo. Autokrautuvai išveža padėklą su produktais ir pravažiuoja pro RFID vartus. Gamintojo įrašyta informacija, esanti visuose tag'uose, nuskaitoma, bei įrašoma papildoma, kuri reikalinga UAB „GNT Lietuva“. Visa tai trunka 3 minutes, kaip ir modelyje su BAR kodu tik iškraunant prekes. RFID modelyje dar taupomas laikas, nes tas pats autokrautuvai paima krovinį iš vilkiko ir jį nuveža iki pat paskirtos lokacijos. Todėl nereikia laukti kol krautuvai nuleis savo keltuvą ir padės padėklą, o paskui sužymėjus BAR lipdukais vėl teks tą padėklą krauti ir vežti į lokaciją. Todėl pasirinktų tyrimui prekių iškrovimas trunka 3 minutes autokrautuvo darbo, jų išvežiojimas po lokacijas trunka tiek pat kiek ir su BAR, tai 5 minutės autokrautuvo ir 10 minučių sandėlininko darbo.

Sekantis procesas analogiškas BAR modeliui: vadybininkas priima ir suformuoja užsakymą. Tik šįkart jis žino tikrą sandėlio likutį, tad eliminuoja klaidos tikimybę. Sandėlininkai sistemų gauna užsakymą su prekių sąrašu, šį sąrašą kartu su lokacijų adresais atsispausdina ir surenka reikiamus produktus. Prekių surinkimas irgi trunka tiek pat kiek BAR modelyje – 15 minučių žmogaus darbo ir 7 minutes autokrautuvo. Jei užsakymas būtų mažesnis ir visi produktai tilptų ant sandėlio vežimėlio, tai tokiu atveju sandėlininkas pats pravežtų vežimėlį pro RFID vartus, tačiau testinis užsakymas yra pakankamai didelis ir užima dvi pilnas paletes, todėl sandėlininkas surinktas smulkias (procesoriai, kietieji diskai, telefonai) prekes padeda šalia didžiųjų prekių (mikrobangų krosnelės, nešiojami kompiuteriai) ant euro padėklų. Ir tada autokrautuvai šiuos padėklus praveža pro RFID vartus, tiesiai į atvykusį transportą ir jį pakrauna. Autokrautuviui važiuojant pro RFID vartus, skaitytuvas nuskaityto visose prekėse esančių tag'ų informaciją ir suveda į sistemą patvirtindamas užsakymą. Tuo pačiu iš tag'ų ištrinama konfidenciali įmonės vidaus informacija ir papildoma nauja (pardavimo data, viso užsakymo sudėtis ir pan.). Pats pakrovimas irgi trunka tiek pat kaip BAR modelyje, tai 4 minutės autokrautuvo darbo.

4 lentelė

**Sandėlio operacijų trukmė su testine prekių siunta naudojant RFID technologiją**

| Procesas   | Žmogaus darbas | Autokrautuvo darbas |
|--|----------------|---------------------|
| Prekių iškrovimas iš atvykusio sunkvežimio pro RFID vartus |                | 3 min.              |
| RFID tag'ų nuskaitymas                                     |                |                     |
| Lokacijų adresų generavimas                                |                |                     |
| Prekių išskirstymas pagal lokacijas                        | 10 min.        | 5 min.              |
| Užsakymo priėmimas   |                |                     |
| Užsakymo prekių sąrašo spausdinimas                        |                |                     |
| Prekių surinkimas ir pristatymas tolimesniems veiksams     | 15 min.        | 7 min.              |
| Transporto pakrovimas                                      |                | 4 min.              |

Susumavus gautus duomenis, matome, kad naudojant RFID, testinės partijos priėmimas į sandėlį ir pardavimas atsiejo 25 minutes žmogaus darbo ir 19 minučių autokrautuvo darbo.

**Eksperimentinio tyrimo išvados.** Kuriant virtualų veiklos modelį su RFID prekių žymėjimu, buvo priimta prielaida, kad prekes dar gamybos procese, žymi gamintojai. Norint pradėti savo produktus RFID, nereikia esminių gamybos procesų pakeitimų, todėl ir produkcijos savikainos padidėjimas būtų minimalus. Ši produkcijos pabrangimą, galėtų kompensuoti visi tiekimo grandinės dalyviai, nes kaip išaiškės iš toliau aprašomų skaičiavimų, RFID naudojimas mažina kaštus.

5 lentelė

**Sandėlio operacijų trukmės suvestinė su testine prekių siunta naudojant BAR ir RFID technologijas**

| Procesas   | BAR  | RFID  |
|--|--|---|
| Prekių iškrovimas iš atvykusio sunkvežimio                 | 3 min. autokrautuvo  |   |
| Prekių iškrovimas iš atvykusio sunkvežimio pro RFID vartus |  | 3 min. autokrautuvo                           |
| BAR lipdukų spausdinimas                                   | 1,5 Lt   |   |
| Prekių žymėjimas lipdukais                                 | 20 min. sandėlininko   |   |
| Prekių išskirstymas pagal lokacijas                        | 10 min. Sandėlininko;<br>6 min autokrautuvo                      | 10 min. Sandėlininko;<br>6 min autokrautuvo   |
| Užsakymo priėmimas   |  |   |
| Užsakymo prekių sąrašo spausdinimas                        |  |   |
| Prekių surinkimas ir pristatymas tolimesniame veiksmam     | 15 min. sandėlininko;<br>7 min. Autokrautuvo                     | 15 min. sandėlininko;<br>7 min. Autokrautuvo  |
| Prekių BAR kodų skenavimas ir info į DB vedimas            | 20 min. sandėlininko   |   |
| Nuskenuotų prekių perkėlimas arčiau sandėlio vartų.        | 2 min. Autokrautuvo  |   |
| Transporto pakrovimas                                      | 4 min. Autokrautuvo  | 4 min. Autokrautuvo                           |
| Viso   | 67 min. Sandėlininko;<br>20 min autokrautuvo;<br>1.5 Lt etiketėm | 25 min. Sandėlininko;<br>19 min. Autokrautuvo |

Atlikus eksperimentinį tyrimą ir išanalizavus abu veiklos modelius, galima apibendrinti gautus rezultatus. Naudojant BAR kodą prekių žymėjimui, testinę siuntą priimti į sandėlį ir parduoti veiklos kaštų patirta: 67 min. žmogaus darbo, 20 min. autokrautuvo darbo (žinoma tuo pačiu ir krautuvo vairuotojo) bei 1,5 Lt etikečių spausdinimui. Viena valanda sandėlininko darbo, kompanijai kainuoja apytikriai 35 Lt, o valanda autokrautuvo darbo (eksploatacines išlaidas ir žmogaus darbo laiką) kainuoja apytikriai 80 Lt. Todėl nesunkiai galim sugaištą laiką išreikšti pinigine išraiška:

$$(67 \text{ min} * 35 \text{ Lt}) + (20 \text{ min} * 80 \text{ Lt}) + 1,5 \text{ Lt} = 39.08 + 26.67 + 1.5 = \mathbf{67.25 \text{ Lt}}$$

Tokiu pat būdu apskaičiuosiu veiklos procesų, naudojant RFID, kaštus. Šį kartą prireikė 25 minučių žmogaus darbo ir 19 minučių autokrautuvo darbo, todėl:

$$(25 \text{ min} * 35 \text{ Lt}) + (19 \text{ min} * 80 \text{ Lt}) = 14.58 + 25.33 = \mathbf{39.91 \text{ Lt}}$$

Nesunku suskaičiuoti, testinės siuntos RFID modelį lyginant su BAR modeliu, sutaupoma 27,34 Lt. Kadangi sandėlio darbuotojas, kuris pagelbėjo atliekant tyrimą, prasitarė kad mano sudaryta testinė prekių imtis tai tik maža kasdieninės apyvartos dalis ir šią siuntą reiktų dauginti dešimt ar net daugiau kartų, todėl galima teigti, jog per vieną darbo dieną būtų sutaupoma po 270 Lt, o per dvidešimt

penkių darbo dienų mėnesį gaunasi 6750 Lt, **per metus 81000 Lt**. Įmonei darančiai virš 300 mln. metinę apyvartą, tokia suma aišku nėra įspūdinga ir sudaro tik 0.03 %, tačiau šiuo atveju galbūt svarbiau yra ne sutaupyti litai sandėlio veikloje, tačiau išsaugęs prekių matomumas, pagerintas sandėlio likučių valdomumas, informacijos apsikeitimo operatyvumas ir panašūs pinigine išraiška neverčiami faktoriai. Lentelėje Nr. 5 detaliau aprašyti minėti faktoriai.

6 lentelė

**Technologijų palyginimas tiriamos organizacijos tiekimo grandinėje.**

| Procesas   | BAR  | RFID   | Palyginimas  |
|--|--|--|--|
| Atvykusių produktų pajamavimas                   | Prekės iškraunamos iš transporto ir sukraunamos vietoje. Atspausdinami BAR lipdukai su reikiama informacija ir kiekviena pakuotė sužymima.   | Produktai tiesiai iš transporto vežami pro RFID vartus ir tuo pat metu nuskaitoma tag'uose esanti informacija bei papildoma nauja.                                 | Naudojant RFID prekės tiesiai iš sunkvežimio vežamos į paskirtas lokacijas, todėl negaištamas laikas prekių sukrovimui tam skirtoje vietoje, BAR lipdukų spausdinimui, lipinimui ir tolimesniam prekių perkrovimui į lokacijas. Kitas jokių matavimo vienetu neišreiškiamas RFID privalumas šiame procese yra klaidų skaičius, kuris palankesnis RFID naudai.. |
| Produktų paskirstymas po lokacijas               | Sužymėjus visas pakuotes naujom BAR etiketėm, sandėlininkas rankiniu skaitytuvu nuskenuoja kiekvieną etiketę ir sistema jam nurodo lokaciją į kurią reikia patalpinti tas pakuotes.  | Vežant pakuotes pro vartus, sistema automatiškai paskirto produktus į lokacijas.   | Šiame procese taip pat taupomas darbuotojų laikas, nes su RFID prekių judėjimas vyksta be sustojimų. Tiesiog autokrautuvo vairuotojas praveža paletę su produktais pro RFID vartus ir sistema iškarto monitoriaus ekrane parodo reikiamos lokacijos adresą.  |
| Užsakymo formavimas                              | Kartais dėl sistemoje matomo ir realaus sandėlio likučio neatitikimo, vadybininkai padaro klaidų suvesdami užsakymus.  | Vadybininkas, bet kada gali žinoti tikrą sandėlio likutį taip išvengdamas klaidų bendraujant su klientais ar tiekėjais.  | Šiame etape RFID teikiamos naudos išmatuot neįmanoma, tačiau tai taip pat labai svarbus faktorius keliant kompanijos veiklos kokybę.   |
| Užsakymo surinkimas                              | Sandėlio darbuotojas atsispausdina užsakymo sudėtį iš sistemos su prekių lokacijom ir pagal prekių kodus, lokacijoje atrenka reikiamą produktą.                                      | Naudodamasis rankiniu RFID skaitytuvu, darbuotojas iškarto žino kur yra reikiamas produktas ir negaišta laiko rankiodamas smulkias prekes ir tikrindamas jų kodus. | Galima situacija, kai toje pačioje lokacijoje yra daug panašių produktų ir juos atskirti galima tik pagal jų SKU, naudojant BAR kodą, darbuotojas gali sugaišti kelias minutes kol ras reikiamą prekę, o naudojant RFID skaitytuvą, produkto išrinkimo laikas sutrumpėtų kelis kartus.   |
| Išvežamų prekių informacijos suvedimas į sistemą | Visas užsakymui surinktas prekes, sandėlininkas prieš išvežant iš sandėlio turi rankinių būdu nuskenuoti kiekvieno produkto BAR kodą taip suvedant užsakymo patvirtinimą į sistemą.. | Surinkęs visas užsakymo prekes, sandėlio darbuotojas praveža jas pro RFID vartus ir taip suveda informaciją į sistemą.   | Šiame procese irgi taupomas darbuotoju laikas. Prekių judėjimas pagreitėja, klaidų skaičius sumažėja. Darbuotojams nereikia skenuoti kiekvieno produkto atskirai.  |

## Išvados

Šiame darbe buvo nagrinėjamos dvi alternatyvios objektų žymėjimo ir identifikavimo technologijos. Buvo stengtasi suprantamai ir paprastai apibūdinti technologiniu šių sistemų aspektus. Pirmoje dalyje buvo aprašyti BAR kodo ir RFID technologijos veikimo principai ir techninės įrangos sandara bei funkcionavimas. Toliau buvo pateikta šių technologijų pritaikymo galimybės ir pateikta konkretūs pavyzdžiai. Taigi reziumuojant pirmąją darbo dalį galima padaryti tokius apibendrinimus:

1. Brūkšninis kodas yra objektų žymėjimo ir identifikavimo technologija, kurios veikimo principas paremtas algoritmu, kuris atpažįsta tamsaus ir šviesaus fono santykį ir iššifruoja užkoduotą informaciją. Pagrindiniai BAR kodo privalumai yra maža kaina ir populiarumas, o trūkumai – labai mažas užkoduojamos informacijos kiekis, užrašyti informaciją galima tik vieną kartą, etiketė neatspari mechaniniam pažeidimam, reikalingas tiesioginis matomumas tarp skaitytuvo ir brūkšninio kodo etiketės. RFID technologija yra paremta radijo bangom ir leidžianti identifikuoti objektus pažymėtus RFID etikete per atstumą be tiesioginio matomumo galimybės. Pagrindiniai šios technologijos privalumai yra tai, kad vienu metu be tiesioginio matomumo galima nuskaityti iki kelių šimtų objektų, RFID mikroschemose telpa iki 64 MB informacijos, ją galima nuskaityti, įrašyti ar ištrinti daugybę kartų. Faktoriai stabdantys RFID plėtrą yra įrangos kaina, kuri kasmet mažėja ir vieningų standartų nebuvimas, prie kurių kūrimo jau dirba JAV ir ES institucijos.

Išanalizavus RFID ir BAR kodų technologijas bei jų taikymo galimybes, pirmos darbo dalies pabaigoje buvo palygintos abi šios technologijos tarpusavyje. Nors yra paplitusi nuomone, kad RFID visais aspektais yra pranašesnė už brūkšninį kodą, tačiau taip nėra, netgi RFID turi savų trūkumų ir tai nėra susiję vien su kaina. Todėl buvo aptarti keli kriterijai, kuriais remiantis galima nuspręsti kuri technologija vienoj ar kitos situacijoje būtų optimaliausia. Todėl kompanija nusprendusi pradėti naudoti RFID savo veikloje, pirma turi atlikti išsamų tyrimą ir nuspręsti ar investicijos į tokią sistemą atsipirks ir per kiek laiko jei taip.

2. Kaip tik tokio eksperimentinio tyrimo siūlymas buvo pateiktas antroje darbo dalyje. Tyrimui pasirinkta konkreti kompanija UAB „GNT Lietuva“. Buvo sudarytas tiekimo grandinės modelis (pav. 6) kuris dabar yra naudojamas minėtoje kompanijoje prekių žymėjimui naudojant BAR kodą. Taip pat buvo sukurtas virtualus tiekimo grandinės modelis (pav. 7), kuriame BAR kodą pakeitė RFID technologija. Remiantis šiaip modeliais buvo detalizuota kompanijos sandėlio veikla iki atskirų procesų, nuo prekių įvežimo į sandėlį iki jų išvežimo po kliento užsakymo patvirtinimo.

3. Paskutinėje darbo dalyje, buvo aprašytas atliktas eksperimentinis tyrimas. Šio tyrimo metu buvo sudaryta testinė prekių imtis ir šios prekės buvo sekamos per visus sandėlio veiklos etapus, pradedant prekių įvežimu į sandėlį, baigiant prekių išdavimu iš sandėlio. Buvo skaičiuojama kiek laiko sugaišta darbuotojai kiekviename etape, kokie kaštai patiriami. Gauti rezultatai (sugaištas laikas, tiesioginiai kaštai) buvo paversti pinigine išraiška, kad būtų lengviau palyginti abiejų modelių rezultatus. Tiesa, nepavyko sumodeliuoti realios situacijos kaip vyktų visi modelyje aprašyti procesai su RFID technologija, tačiau remdamasis sukauptom žiniomis apie šią technologiją, stengiausi objektyviai įvertinti situaciją kuomet sandėlio veikloje naudojamas RFID identifikavimas. Palyginus rezultatus gautus tiriant abu modelius ir atlikus skaičiavimus paaiškėjo, kad įdiegus RFID technologiją sandėlyje, kompanija per metus sutaupytų 0,03% metinės apyvartos sumos. Tokia suma tikrai nėra labai reikšminga kompanijai, tačiau šioje situacijoje ko gero svarbesni yra ne tiesioginis finansinis efektas, bet išaugusi pačios kompanijos veiklos kokybė. Sunku būtų paversti finansine išraiška pagreitėjusį sandėlio likučių judėjimą, bei matomumą, o kur dar galimybė išplėsti informacinius tiekimo grandinės srautus ir išnaudoti galimybę identifikuoti prekes iki atskiro unikalaus vieneto. Dar galima paminėti išaugusį saugumą, sumažėjusį žmogaus rankų darbą, sandėlio veikos operatyvumą ir panašius pinigine išraiška neverčiamus privalumus, kuriuos suteikia RFID.

## Literatūra

1. SUHONG LI, JOHN K. VISICH, BASHEER M. KHUMAWALA IR CHEN ZHANG straipsnis „*Radio frequency identification technology: applications, technical challenges and strategies*” [žiūrėta 2007 06 10]. Prieiga per internetą: <http://www.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet?Filename=Published/EmeraldFullTextArticle/Articles/0870260303.html>
2. Internetine enciklopedija Wikipedia, straipsnis apie Bar kodą [žiūrėta 2007 06 11]. Prieiga per internetą: [http://en.wikipedia.org/wiki/Bar\\_code](http://en.wikipedia.org/wiki/Bar_code)
3. Straipsnis „*Guide to Understanding and Evaluating RFID: An Application White Paper*“ [žiūrėta 2007 06 13]. Prieiga per internetą [http://www.ryzex.com/pdf/RFID\\_Whitepaper.pdf](http://www.ryzex.com/pdf/RFID_Whitepaper.pdf)
4. Straipsnis „*BAR code buster?*“ publikuojamas „Labeling Systems Inc“ organizacijos internetinėje svetainėje [žiūrėta 2007 06 14]. Prieiga per internetą: <http://www.labelingsystems.com/articles/barcode.pdf>
5. RFID Journal internetinis žurnalas, [interaktyvus], [žiūrėta 2006 11 30]. Prieiga per internetą: <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/207>
6. Supplychainer internetinis puslapis, [interaktyvus], [žiūrėta 2006 11 30]. Prieiga per internetą: <http://www.supplychainer.com/>
7. Elham Mousavidin straipsnis internete „*RFID Technology: An Update*” [žiūrėta 2006 11 30]. Prieiga per internetą: [www.uhsrc.com/FTB/RFID/RFIDTechnology04.doc](http://www.uhsrc.com/FTB/RFID/RFIDTechnology04.doc)
8. Straipsnis apie RFID internetinėje enciklopedijoje Webopedia, [žiūrėta 2006 11 30]. Prieiga per internetą: [http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer\\_Science/2005/rfid.asp](http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer_Science/2005/rfid.asp)
9. ABROMAVIČIUS Rimas, „*Identifikacija radijo bangomis*”, „Kompiuterija” 2006 birželio numeris
10. Straipsnis apie BAR kodo technologijas ir kainas „*Print on the dotted line*“ [žiūrėta 2007 12 20]. Prieiga per Internetą: [http://www.ricelake.com/docs/ProdInfo/white-papers/wp\\_Bar-Codes.pdf](http://www.ricelake.com/docs/ProdInfo/white-papers/wp_Bar-Codes.pdf)
11. BAR kodo etikečių kainos OHIONET kompanijos internetiniame kainoraštyje [žiūrėta 2007 12 20]. Prieiga per Internetą: [http://www.ohionet.org/communique/7.22.05/bar\\_code\\_price\\_order.pdf](http://www.ohionet.org/communique/7.22.05/bar_code_price_order.pdf)
12. Straipsnis apie RFID ir BAR technologijas „*Is FRID for you?*“ [žiūrėta 2007 12 21]. Prieiga per Internetą: [http://www.milesdata.com/pdf/04q2\\_solutions\\_p8-9.pdf](http://www.milesdata.com/pdf/04q2_solutions_p8-9.pdf)
13. Straipsnis apie RFID skaitytuvų techninę bei programinę įrangą iš RFID prietaisų gamintojo „RFID Technologies CC“ internetinio tinklalapio [žiūrėta 2007 12 22]. Prieiga per Internetą: <http://rf-id-systems.com/software.html>
14. Mark ROBERTI „*The Cost of Being Smart*“ [žiūrėta 2007 12 22]. Prieiga per Internetą: [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_zdcis/is\\_200309/ai\\_n9519519](http://findarticles.com/p/articles/mi_zdcis/is_200309/ai_n9519519)
15. TAL Tech kompanijos puslapis su jų gaminamos įrangos kainomis [žiūrėta 2008.01.20]. Prieiga per Internetą: [http://www.taltech.com/products/bc\\_reader.html](http://www.taltech.com/products/bc_reader.html)
16. BAR ir RFID technologijai skirtos techninės bei programinės įrangos tiekėjo BarcodesINC puslapis su įrangos kainomis [žiūrėta 2008.01.20]. Prieiga per Internetą <http://www.barcodesinc.com/zebra/2844.htm>
17. KLAUS EPPELE, „*RFID revolutioniert Logistik und Konsumgüterindustrie*” [žiūrėta 2008.01.20]. Prieiga per Internetą: <http://www.improve-mtc.de/Veroffentlichungen/RFID/rfid.html>

18. FATANEH TAGHABONI-DUTTA, BETTY VELTHOUSE „*RFID Technology Is Revolutionary: Who Should Be Involved in this Game of Tag?*“ [žiūrēta 2008.02.20]. Prieiga per Interneta: <http://direct.bl.uk/bld/PlaceOrder.do?UIN=200412988&ETOC=RN&from=searchengine>
19. Straipsnis apie BAR kodo istoriju „*BAR Code1: BAR code history*“ [žiūrēta 2007.10.20]. Prieiga per Interneta: <http://inventors.about.com/gi/dynamic/offsite.htm?site=http://www.adams1.com/pub/russadam/history.html>
20. Straipsnis „*Quality Assurance Steps for Preventing Label Printing Problems*“ [žiūrēta 2007.10.20]. Prieiga per Interneta: <http://www.ahearn.com/pdf/Quality%20Assurance%20Steps%20for%20Preventing%20Label%20Printing%20Problems.pdf>
21. CHRISTOPHER BOLAN „*Radio Frequency Identification – A Review of Low Cost Tag Security Proposals*“ [žiūrēta 2007.04.20]. Prieiga per Interneta: [http://scissec.scis.ecu.edu.au/wordpress/conference\\_proceedings/2005/forensics/bolan.pdf](http://scissec.scis.ecu.edu.au/wordpress/conference_proceedings/2005/forensics/bolan.pdf)
22. Straipsnis apie BAR ir RFID tehnologijas „*FROM BAR CODES TO SMART LABELS How smart labels combine RFID with bar coding for case/pallet pilot applications, and how printer/encoders are the engine for getting started*“ [žiūrēta 2007.04.20]. Prieiga per Interneta: [http://www.ship2save.com/page\\_images/wp\\_printronix\\_s-labels.pdf](http://www.ship2save.com/page_images/wp_printronix_s-labels.pdf)
23. JOHN BURNELL (2008) “*Fujitsu Announces Roomy 64KB Gen2 RFID Tag*” [žiūrēta 2008.04.20]. Prieiga per Interneta: <http://www.rfidupdate.com/articles/index.php?id=1518>
24. KUCINAS, Andrius. (2008) *RFID (Radio Frequency Identification) technologija e-logistikoje*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla. 95p. ISSN 2029-0217

## Priedai

1 PRIEDAS Andriaus Kucino straipsnis *RFID (Radio Frequency Identification) technologija e-logistikoje*.....49

2 PRIEDAS Pažymėjimo, apie pranešimo skaitymą konferencijoje „AKADEWMINIO JAUNIMO SIEKIAI: vadybos, ekonomikos ir technologijų išvalgos 2008“ kopija.

3 PRIEDAS Apdovanojimo, skirto už aktualiausią pranešimą konferencijoje „AKADEWMINIO JAUNIMO SIEKIAI: vadybos, ekonomikos ir technologijų išvalgos 2008“, kopija.



## RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) TECHNOLOGIJA E-LOGISTIKOJE

**Andrius Kucinas**

*Vilniaus universitetas Kauno humanitarinis fakultetas*

**Darbo vadovė: dr. Dalia Krikščiūnienė**

### **Anotacija**

Straipsnyje lyginamos dvi objektų identifikavimo sistemos: BAR kodas ir radijo dažniu pagrįsta RFID. Šiame darbe stengiamasi objektyviai įvertinti abiejų technologijų privalumus bei trūkumus, apžvelgti jų panaudojimo sritis. Pagrindinis dėmesys skiriamas logistikai, kur lig šiol plačiai naudojama BAR kodas, bet jau dabar yra galimybės sėkmingai jį pakeisti naująja RFID ir taip padidinti verslo rentabilumą.

PAGRINDINIAI ŽODŽIAI: RFID, radijo dažniu paremtas identifikavimas, e-logistika, BAR kodas, tiekimo grandinė.

### **Abstract**

In this article two objects identification technologies are analyzed, that's BAR code and Radio Frequency Identification. Author of this article seeks to evaluate employment nuances of both technologies. Main attention was paid to logistic, where BAR code is still widely in use. Lot of specialist talk that there are already possibility to replace BAR with RFID and increase profitableness of business.

KEYWORDS: RFID, Radio Frequency Identification, e-logistic, BAR code, supply chain.

### **Įvadas**

Šiais laikais vartotojų poreikiai nuolat auga ir tai verčia kompanijas (tiekimo grandines (*ang. supply chain*)) prisitaikyti prie vis didėjančių poreikių ir juos patenkinti. Bet tuo pačiu metu, augantys poreikiai iškelia ir nemažai naujų problemų. Prekių trūkumas (*ang. out of stock*) yra bene dažniausia problema, su kuria susiduria kompanijos. Šią problemą įtakoja tai, kad kompanijos nesusitvarko su tiekimo grandinėje cirkuliuojančia informacija, ko pasekoje būna netiksliai apskaičiuojamas sandėlio likutis, netiksliai planuojama gamyba. Vartotojai, nesvarbu kas jie bebūtų: didmenininkai, mažmenininkai, kompanijų dileriai, visi nori žinoti kur yra jų prekės. Informaciją iškraipo ir daugiau veiksnių, pavyzdžiui sukčiavimas, klastojimas, vagystės ir t.t. Dauguma kompanijų mano, kad visi šitie žalingi veiksniai ateina iš išorės, bet kaip parodė praktika, nemaža dalis žalingų veiksnių kyla organizacijų viduje, pavyzdžiui judant produkcijai tarp didelės organizacijos gamybos cechų ar padalinių. Todėl produkcijos matomumas (*ang. visibility*) ir realios situacijos žinojimas yra pamatas sėkmingai organizacijos veiklai visuose tiekimo grandinės etapuose.

Šiuolaikiniams sandėliams keliami reikalavimai verčia juos tobulinti savo darbo metodus, naudotis informacinėmis sistemomis ir technikos naujovėmis. Siekiama sumažinti saugomų atsargų lygį, bet tuo pačiu pagreitinti jų judėjimą. Sandėliai tampa vis labiau dinamiški, į juos perkeliama operacijos (pakavimas, etikečių žymėjimas, surinkimas), kurios seniau būdavo atliekamos pačių gamintojų ar galutinių pardavėjų.

Naudojant RFID (*ang. radio frequency identification – radijo dažnio identifikavimas*), galima užtikrinti informacijos mainus tarp įvairių tiekimo grandinės mazgų (*ang. node*). Materialieji srautai pradeda judėti kartu su informaciniais ir kiekvienas tiekimo grandinės dalyvis įneša savo dalį informacijos į šį srautą. Tokiu būdu veiklos planavimas tampa daug tikslesnis ir efektyvesnis, pavyksta išvengti sandėlio likučio ar gamybos apimties nepagrįsto sumažėjimo ar padidėjimo. Kiekvienas tiekimo grandinės dalyvis realiu laiko momentu žino tikslią informaciją apie kitus tiekimo grandinės dalyvius. Reikalavimai gamintojams, tiekėjams ir pardavėjams nuolat auga ir jie yra priversti ieškoti būdų kaip padidinti savo veiklos efektyvumą, minimizuoti kaštus ir pasirūpinti kad jų klientai gautų aukščiausios kokybės servisą.

### **BAR technologija**

Brūkšninio kodo žymėjimo technologijos patentas siekia 1934 metus. Taigi informacijos kodavimo idėja naudojant brūkšnelius ir kvadratėlius nėra nauja. Bar etikečių naudojimas pasaulyje pridėjo naują ir ženkliai vertę objektų identifikavimo sistemos technologijos vartotojams ir leidžia jiems, naudojant šią technologiją, produktų sekimą padaryti automatizuotą.

1932 metais nedidelė Harvardo universiteto studentų grupelė pradėjo ambicingą projektą, kurio idėja buvo tokia: pirkėjas išsirenka prekę iš katalogo, paima prie tos prekės aprašo esančią perforuotą kortelę. Tą kortelę įstato į tam tikrą prietaisą-pardavėją ir mechaninė sistema automatiškai pristato prekę iš sandėlio iki pirkėjo.

Šiuolaikinis bar kodas pradėtas vystyti 1948 metais. Pora Drekselio technologijos instituto diplomantų Bernardas Silveris ir Normanas Woodlandas sukūrė sistemą kaip greitai identifikuoti automobilius važinėjančius mokamais keliais. Šeštajame dešimtmetyje sparčiai plėtojantis prekybos centrams, kilo būtinybė automatizuoti apskaitos ir atsiskaitymo procesus. JAV ir Kanados gamintojai bei prekybininkai 1973 m. įsteigė bendrą kodų tarybą – UCC (Uniform Code Council), kuri parengė ir įteisino prekių kodavimo sistemą UPC (Universal Product Code). Ši paprasta ir patogi sistema buvo ir toliau sėkmingai plėtojama. 1977 m. Europos prekių numeravimo asociacija EAN-International pasiūlė analogiškos paskirties sistemą. Anksčiau šios sistemos savo kodų struktūra truputį skyrėsi, o dabar susijungė.



Pav. 11 Įvairių objektų Bar etikečių pavyzdžiai.

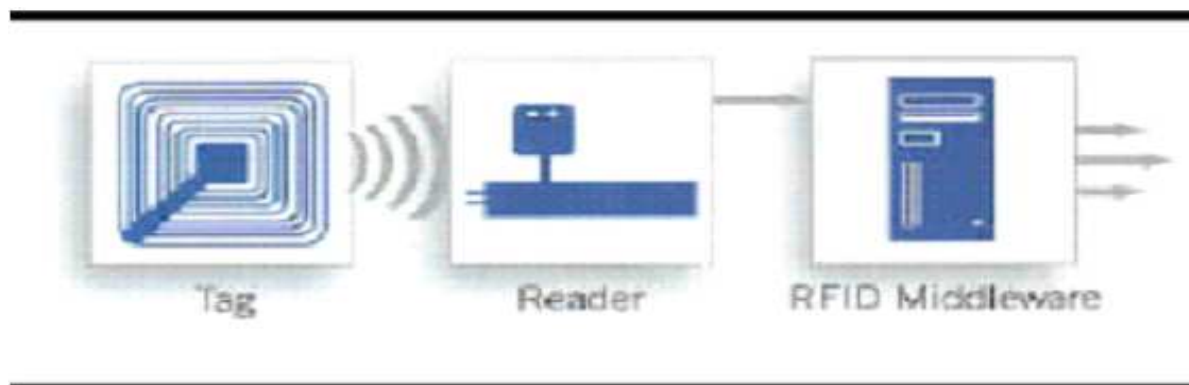
Brūkšninio kodo veikimo principui paaiškinti pasirinkau dažniausiai pramoninių prekių ženklavimui naudojamą, taip vadinamą „3 iš 9“, kodą. Tokio kodo lipdukuose – juostelėse naudojami 39 kodo simboliai. Kaip matoma iš pavadinimo, yra trys platus elementai (ir šeši siauri) kiekvienam naujam simboliui. Brūkšninio kodo skaitytuvas gali atpažinti pradžios ir pabaigos raidę ir taip nusistatyti nuskaitymo kryptį. Skaitytuvas yra paruoštas ir jis randa pradžios ir pabaigos raidę analizuodamas juodo ir šviesaus fono santykį, taip nustatoma brūkšninio kodo nuskaitymo kryptis. Tai užkerta kelią atvirktiniam kodo nuskaitymui. Reiktų paminėti, kad šiai technologijai labai svarbu yra lipduko kokybė, turbūt nekartą matėt parduotuvių kasininkes rankom suvedinėjančias prekės kodą, o taip yra dėl nekokybiško BAR kodo.

## RFID technologija

Brūkšniniam (bar) kodui jau daugiau kaip trisdešimt metų. Atėjo laikas naujai technologijai. Ir ja bus RFID, kuri sukels ne mažesnę revoliucija nei tai padarė brūkšninis kodas, ji padės sutaupyti daugiau lėšų, laiko, užtikrins reikiamos informacijos gavimą reikiamu laiko momentu ir reikiamoje vietoje.

Įsivaizduokite parduotuvę kurioje nėra kasininkų, nėra eilių, kur rasti norimą prekę tetrunka keletą sekundžių, jums nereikia laukti kol kasininkas nuskaitys pinigus nuo kreditinės kortelės. Jūs tiesiog susirenkat prekes kurių jums reikia ir einate lauk iš parduotuvės, kurios duryse bus įmontuotas skaitytuvas, kuris suskaičiuos visas jūsų turimas prekes ir gautą sumą atims iš jūsų mokėjimo kortelės, kurioje bus įmontuotas toks pat RFID lustas.

RFID yra technologijų rinkinys, naudojantis radijo bangas, identifikuoti įvairiems objektas ar net gyvūnams ir žmonėms. Ši sistema susideda iš radijo dažnio žymos (*ang. tag*), kuri savo ruožtu susideda iš mikroschemos (*ang. microchip*) ir antenos ir yra vadinama atsakikliu (*ang. transponder*), ir skaitytuvo (*ang. reader*), kuris turi būti sujungtas su kompiuteriu, kuriame veiktų speciali programinė įranga.. Skaitytuvas siunčia elektromagnetines bangas, kurias atsakiklis (*ang. tag*) gauna per antena. Tag'as radijo bangom siunčia duomenis (pvz. serijinis numeris) saugomus mikroschemoje atgal skaitytuvui, o šis radijo bangas pakeičia į skaitmeninį signalą, kurį jau gali suprasti kompiuteris.. Pav. 1 schematiškai pavaizduotas RFID veikimo principas



**Pav. 12 Schematiskas RFID veikimo modelis.**

Yra trys pagrindiniai RFID tag'ų tipai: aktyvūs, pasyvūs ir pusiau pasyvūs. Aktyvūs tag'ai turi vidinį maitinimo šaltinį, kurio energija naudojama mikroschemos funkcionavimui. Tokie tag'ai paprastai naudojami objektuose, kurie skaitytuvo radijo bangom turi būti pasiekiami 30 metrų ar daugiau atstumu. Pasyvieji tag'ai reikiamą energiją gauna iš skaitytuvo generuojamo elektromagnetinio lauko, todėl jų veikimo atstumas tesiekia 6 metrus. Pusiau pasyvūs tag'ai kaip ir aktyvūs, turi vidinį maitinimo šaltinį, bet naudojamas tik mačios mikroschemos maitinimui, o ne komunikavimui su skaitytuvu kaip tai daroma aktyviuose tag'uose. Aktyvieji ir pusiau pasyvieji tag'ai yra gan brangus, kainuoja apytiksliai po dolerį už viena vieneta. Todėl aktyvieji yra naudojami brangioms prekėm žymėt, kurias reikia greitai nuskenuoti per gan didelį atstumą. Pavyzdžiui atvažiuoja į sandėlį vilkikas su pilna priekaba mobiliųjų telefonų. Taigi kad nereiktų kiekvieno telefono skenuoti rankiniu būdu nuskaitytant Bar kodą, kaip alternatyva yra naudojama RFID technologija. Vilkiui pakanka pravažiuoti sandėlio vartus, kuriuose įmontuotas tag'ų skaitytuvas ir visi priekaboje buvę telefonai jau yra suskenuoti ir užpajamuoti sandėlio informacinėje sistemoje. Ne tokiom vertingom prekėm yra naudojami pasyvieji tag'ai, kurie dar prieš du metus kainavo 25 JAV centus, o dabar jau technologijų tobulėjimo dėka, jų savikaina nukrito iki 5 centų už vieneta. Šiaip ar taip, specialistai tiki, kad šita technologija padės kompanijoms taupyti pinigus.

Galima paminėti keletą, sričių kur RFID jau yra ar gali būti naudojama:

- Logistikoje
- Vietoj durų rakto ofisuose
- Gyvūnų žymėjimui
- Avialinijų keleivių bagažo žymėjimui
- Savitarnos parduotuvėse
- Įvairiose sporto šakose, kuriose matuojamas laikas
- Bilietų prekyboje ir tikrinime...

RFID technologija naudojama kompanijų, kurioms svarbu sekti jų sandėlio likučius. Tai kaip žinia aktualiausia yra logistikos kompanijoms. Taigi, kompanijos pradėjusios naudoti šią technologiją padidino inventoriaus „matomumą“ ir taip sumažino klaidų skaičių prekių gabenimo procese, sukčiavimų skaičių, kas lėmė sumažėjusius kaštus. Kaip jau minėjau anksčiau, RFID pagalba galima supajamuoti visą sunkvežimį prekių, jų net neiškrovus iš pačio sunkvežimio. Visada yra žinomas tikslus prekių skaičius sandėlyje, paprasta surasti reikiama prekę, net jei jos ir sukrautos be jokios tvarkos. Tag'ų mikroschemos gali būti vis papildomos nauja informacija, kuri reikalinga keliaujant prekėm vertės grandine. Išvežant prekes iš sandėlio, mikroschemose saugoma informacija gali būti sunaikinama tų pačių elektromagnetinių bangų pagalba, taip apsaugant vidinę organizacijos informaciją nuo pašalinių asmenų. Didžiausias pasaulyje parduotuvių tinklas „Wall-Mart“ gabenamas prekių dėžes jau žymi RFID etiketėmis. Moderniuose laivuose, traukiniuose ir furgonuose gali būti montuojami GPS ir RFID imtuvai, siekiant nustatyti tikslią transporto priemonės buvimo vietą ir gabenamo krovinio turinį. Pasitelkus mobiliuosius (GPRS, EDGE) ar kitus tinklus, informaciją apie skubias siuntas galima sekti realiuoju laiku.

Kol kas dar nėra priimto bendro RFID standarto. Todėl dauguma įmonių baiminasi diegti šią technologiją, nes gali iškilti įvairių nesuderinamumo problemų. O kai kurie specialistai iš viso netiki, kad gali būti kada nors sukurtas vieningas šios technologijos standartas. Nepaisant to, yra kelios kompanijos kurios siekia standartizuoti

RFID. Pagrindinį darbą atlieka International Organization for Standardization (ISO) ir EPCglobal kompanijos susijungusios į bendrą organizaciją European Article Numbering/Uniform Code Council.

EPCglobal daugiausiai dėmesio ir darbo skiria RFID sistemos, kaip visumos – nuo žymėjimo tag'ų iki duomenų kodavimo specializuotose programose. Tuo tarpu ISO sutelkė dėmesį į duomenų perdavimo tarp tag'ų ir skaitytuvų interfeiso standartizavimą.

Pagrindiniai abiejų technologijų privalumai ir trūkumai pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė

### BAR ir RFID technologijų privalumai ir trūkumai

| BAR   | RFID  |
|---|---|
| + pradinė kaina   | + galimybė nuskaityti informaciją iš tag'ų įvairiais kampais ir netgi pro kai kurias medžiagas      |
| + atsparumas elektromagnetiniam trikdžiam   | + galimybė nuskaityti tag'us nutolusius 30 m atstumu  |
| + populiarumas  | + didelis saugomos informacijos kiekis leidžia identifikuoti objektą kaip unikalų vieneta           |
| - būtinas skenerio ir etiketės tiesioginis matomumas                                    | + galimybė per visą tag'o gyvenimo ciklą iki 100000 kartų įrašyti ir atnaujinti saugomą informaciją |
| - etiketė neatspari fiziniams pažeidimams, nuskaitant ji turi būti lygi ir be pažeidimų | + vienu metu galima nuskaityti kelis šimtus objektų, arba leisti objektus konvejeriu pro skenerį    |
| - neatsparumas aplinkos sąlygom (dulkėm, drėgmei)                                       | - nemaža kaina  |
| - identifikuoja objektą kaip rūšį, o ne kaip individą                                   | - standartų nebuvimas įtakoja nepopuliarumą   |
| - lėtai veikia ir reikalauja nemažų laiko bei darbo sąnaudų                             | - sklaidžiami elektromagnetiniai trikdžiai ir neatsparumas nuo aplinkos elektromagnetinių trikdžių. |

\*Šaltinis: sudaryta autoriaus

Apibendrinant abi šias technologijas, dar reiktų paminėti „protingą“ autoidentifikavimo etiketę. Šis naujas etikečių tipas apjungia RFID ir bar kodo technologijas. Dabar kai RFID tag'ai technologijų dėka tapo pakankamai kompaktiški, buvo nuspręsta pabandyti apjungti RFID ir Bar kodo technologijas. Ant RFID tag'o yra klijuojama lipni etiketė su Bar kodu ir taip gaunama naujo tipo „protinga“ ir „kalbanti“ etiketė.

RFID tag'as yra plonesnis už popierių, todėl net nesimato kad jis yra po bar kodo etikete, ant kurios netgi galima spausdinti Bar kodų spausdintuvu. Toks technologijų derinimas turėtų padėti kompanijom norinčioms nuo bar kodų sistemos pereit prie RFID. Šiuo atveju vienu metu galima naudoti ir senąjį bar kodų žymėjimo metodą ir paraleliai diegti naują RFID sistemą.

### RFID panaudojimas tiekimo grandinėje (ang. Supply Chain)

RFID technologijos diegimas organizacijoje yra biznio procesų, o ne technologinis sprendimas. Dėl to ypač svarbu, kad sprendimas būtų pagrįstas ekonomine nauda organizacijai. Diegimo išlaidų ir sistemos teikiamų pajamų analizė gali padėti apsispręsti dėl RFID diegimo ir galimos naudos. Labai svarbu, kad sprendimas būtų priimamas visos organizacijos mastu, nes būtina išvelgti sistemos įtaką ateities plėtrai ir planuojamam rentabilumui, bei investicijų grąžai.

Egzistuoja nemažai faktorių, kurie padeda apskaičiuoti RFID kaštus ir pelną. Kaštai gali būti fiksuoti (investavimas į naują įrangą, procesus) arba kintantys (tag'ų kaina, jų panaudojimo kaštai). Gaunama nauda iš RFID gali būti tiesioginė (personalo išlaikymo kaštai) arba netiesioginė (pagerintas klientų aptarnavimo servisas, padidintas judančių produktų matomumas).

Akivaizdu, kad greičiausia grąža gaunama iš sumažėjusių tiesioginių personalo išlaikymo kaštų. Kad sumažėtų šitie kaštai, būtina sumažinti veiksmų, reikalaujančio žmogaus darbo, apimtis. Kaip pavyzdžius darbuotojų kaštų mažinimui galima paminėti:

- sutrumpėjęs prekių paieškos, rūšiavimo, paskirstymo laikas
- automatizuotas informacijos saugojimas RFID tag'uose
- realaus laiko judančių prekių matomumas

- realaus laiko prekių būklės žinojimas

Grįžtant prie kaštų, reiktų paminėti jog daugumoje RFID diegimo atvejų, kompanijose jau būna sukurta sistema naudojanti Bar kodus, todėl reikia apsvarstyti galimybės integruoti RFID į jau egzistuojančią sistemą. Konsultacinė firma „A.T. Kearney“ 2003 metais pareiškė, kad dauguma didžiųjų prekybininkų norėdami įdiegti RFID technologiją savo versle, turėtų investuoti po 400 000 USD kiekvienam turimam distribucijos centrui, po 100 000 USD kiekvienai turimai parduotuvei ir apytikriai 40 000 USD naujos sistemos integravimui į jau egzistuojančią informacinę sistemą. Tačiau per tą laiką nuo 2003 metų iki dabar, ženkliai atpigėjo techninė RFID įranga, dėl ko kaštai sistemos diegimui dabar turėtų būti ženkliai mažesni. Pavyzdžiui pasyvūs tag'ai 2000 metais kainavo apytikriai po dolerį, o dabar pigiausi nekainuoja nei 5 JAV centų, skaitytuvai ir kita techninė įranga taip pat ženkliai atpigėjo. Didieji Enterprise Resource Planning (ERP) sistemų tiekėjai SAP ir Oracle, MS Axapta jau pritaikė savo produktus RFID naudojimui, todėl perėjimas nuo Bar kodo prie RFID tampa dar paprastesnis.

Taigi, problemų renkantis programinę įrangą neturėtų kilti, nes tokie grandai kaip SAP pritaiko savo siūlomą produktą prie kiekvieno vartotojo individualiu poreikiu. Renkantis techninę įrangą, gamintojų taip pat netruks, tačiau svarbu išsiaiškinti kokius reikalavimus techninė įranga turi atitikti. RFID tag'ų savybės priklauso nuo jų naudojamo dažnio, antenos dydžio bei formos. Pavyzdžiui mažesnio dažnio tag'ams reikia didesnės antenos, kas automatiškai įtakoja viso tag'o dydį ir kainą. Aukšto dažnio tag'ai yra mažesni ir pigesni, tačiau jiems reikia brangesniu skaitytuvų. Galingesni skaitytuvai sugeba vienu metu nuskaityti daugiau objektų, tačiau dėl aukštų dažnių jie taip pat gali pakenkti darbuotojų sveikatai. Aukšti dažniai taip pat yra trikdomi atspindžių, metalo, skysčio ar dulkių, žemų dažnių bangos yra atsparesnės trikdžiam.

Dar vienas svarbus faktorius yra minimalus atstumas tarp tag'ų ir maksimalus jų kiekis vienoje vietoje, kai skaitytuvas dar pajėgia juos atskirti po vieną. Kitas RFID skaitytuvų faktorius yra skaitymo greitis. Wal-Mart naudoja tokią įrangą, kad ant 540 pėdų per minutę greičiu judančio konvejerio esančios sužymėtos dėžės yra identifikuojamos šimtu procentų. Dar labai svarbu yra tag'ų patikimumas, sistema turi pranešti jei aptinka neperskaitomą tag'ą, tam kad būtų galima išvengti klaidingų įrašų informacinėje sistemoje. Pavyzdžiui jei skaitytuvas nuskaito paletės tag'ą ir ten yra įrašyta, kad paletėje yra 10 produktų, o skaitytuvas mato tik 9 produktų tag'us, sistema iškart signalizuoja apie tokią klaidą.

Taigi, norint paskaičiuoti galimas išlaidas ir tikėtiną pelną iš naujos technologijos įdiegimo, organizacijos turi atsižvelgti į verslo aplinką, pačios kompanijos pasirengimo naujovėm lygį. Taip pat reikia išsiaiškinti kokias sąlygas turi tenkinti programinė bei techninė įranga. Organizacijos savo jėgom ar su konsultacinių firmų pagalba turi sukurti projektą optimaliam sistemos modeliui, kad nereiktų ateityje perdarinėti sistemos nuo pagrindų iškilus naujam, neesminiam reikalavimui, bet tuo pačiu nereiktų mokėti už galimybę atlikti tokias funkcijas, kurio tikėtina niekada net neprireiks.

## Išvados

Šiame darbe buvo nagrinėjamos dvi alternatyvios objektų žymėjimo ir identifikavimo technologijos. Buvo stengtasi suprantamai ir paprastai apibūdinti technologinius šių sistemų aspektus. Pirmoje dalyje buvo aprašyti BAR ir RFID veikimo principai ir techninės įrangos sandara bei funkcionavimas. Toliau buvo pateikta šių technologijų pritaikymo galimybės ir pateikta konkretūs pavyzdžiai (Wal-Mart patirtis) RFID panaudojimo, kai organizacijos įdiegusios šią naujovę jau patiria naudą. Taigi reziumuojant pirmąją darbo dalį galima padaryti tokius apibendrinimus: RFID yra radijo bangom paremta technologija sugebanti identifikuoti objektus pažymėtus RFID etikete per atstumą be tiesioginio matomumo galimybės. Perspektyviausia šios technologijos sritis yra logistika ir produktų išvežiojimas, bei tokios veiklos kur cirkuliuoja dideli kiekiai produktų ir yra svarbu kiek įmanoma operatyviau gauti kuo tikslesnę informaciją apie esamą situaciją.

Išanalizavus RFID ir Bar kodų technologijas bei jų taikymo galimybes, pirmos darbo dalies pabaigoje buvo palygintos abi šios technologijos tarpusavyje. Nors yra paplitusi nuomone, kad RFID visais aspektais yra pranašesnė už brūkšninį kodą, tačiau taip nėra, netgi RFID turi savų trūkumų ir tai nėra susiję vien su kaina. Todėl buvo aptarti keli kriterijai, kuriais remiantis galima nuspręsti kuri technologija vienoj ar kitoj situacijoje būtų optimaliausia. Todėl kompanijai nusprendusiai pradėti naudoti RFID savo veikloje, pirma turi atlikti išsamų tyrimą ir nuspręsti ar investicijos į tokią sistemą atsipirks ir per kiek laiko jei taip.

## Literatūra

1. RFID Journal internetinis žurnalas, [interaktyvus], [žiūrėta 2006 11 30]. Prieiga per internetą: <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/207>
2. Supplychainer internetinis puslapis, [interaktyvus], [žiūrėta 2006 11 30]. Prieiga per internetą: <http://www.supplychainer.com/>
3. Elham Mousavidin straipsnis intewrnete "RFID Technology: An Update" [žiūrėta 2006 11 30]. Prieiga per internetą: [www.uhisrc.com/FTB/RFID/RFIDTechnology04.doc](http://www.uhisrc.com/FTB/RFID/RFIDTechnology04.doc)
4. Straipsnis apie RFID internetinėje enciklopedijoje Webopedia, [žiūrėta 2006 11 30]. Prieiga per internetą: [http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer\\_Science/2005/rfid.asp](http://www.webopedia.com/DidYouKnow/Computer_Science/2005/rfid.asp)
5. Žurnalas "Kompiuterija" 2006 birželio numeris, Rimo Abromavičiaus straipsnis "Identifikacija radijo bangomis"
6. Suhong Li, John K. Visich, Basheer M. Khumawala ir Chen Zhang straipsnis "Radio frequency identification technology: applications, technical challenges and strategies" [žiūrėta 2007 06 10]. Prieiga per internetą: <http://www.emeraldinsight.com/Insight/ViewContentServlet?Filename=Published/EmeraldFullTextArticle/Articles/0870260303.html>

#### **RFID (RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION) IN E-LOGISTIC**

In this article were analyzed two alternative objects identification technologies. Here was clearly explained how these technologies works. In first part were described BAR code and RFID aspects of functioning, structure of equipment. Then was explained in what field and for what purpose can be used each technology. For example, Wall Mart already uses RFID and in this way they increased profitability. So, resuming first part, it can be said, that RFID uses radio frequency to identify objects with no need of direct visibility. Specialists maintain that biggest potential of RFID can be reached in logistic, where circulate big amount of objects and data.

After study both technologies in first part, was given comparison of them by giving they're own advantages and disadvantages. Regardless of most specialists opinions, RFID isn't a perfect thing, it also have some disadvantages. Therefore all companies, which want to start use this technology in their business, should make some research to investigate what costs and benefits will they get.