

**BEZ-KONTAKTU RADIOFREKVENČU IDENTIFIKĀCIJAS
TEHNOLOĢIJU ANALĪZE UN TO PIELIETOJUMS RĒZEKNES
PILSĒTAS INFRASTRUKTŪRAS OBJEKTOS**
*ANALYSIS OF CONTACTLESS RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION
TECHNOLOGIES AND ITS USAGE IN REZEKNE CITY INFRASTRUCTURE
OBJECTS*

Autors: **Artūrs Zalužinskis**, e-pasts: artchijs2@inbox.lv, +371 27812630
Zinātniskā darba vadītājs: **Aleksejs Zorins, Mg. sc. ing.**, e-pasts: aleksejs.zorins@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *Author made the analysis of usage of contactless radio frequency identification technologies in Rezekne city infrastructure objects. Author provides the main types of radio frequency hardware, working principles and worldwide usage statistics. In the conclusion of the paper, author describes the further development opportunities of the radio frequency identification technologies.*

Atslēgas vārdi: *bez-kontaktu aparatūra, radiofrekvenču identifikācija, bezvadu sakaru tehnoloģijas.*

Ievads

Jauno inovatīvu tehnoloģiju radīšana palīdz ievērojami uzlabot dzīves kvalitāti daudzās jomās. Pētījumi pierāda, ka daudzi jauno inovatīvo produktu lietotāji (no 10% līdz pat 40% no kopskaita) ir iesaistīti kādu jaunu produktu radīšanā vai uzlabošanā. Viena no jaunākajām un strauji attīstītākajām tehnoloģijām ir radio frekvenču identifikācija.

Radiosakaru tehnoloģijas ir pazīstamas pietiekami sen, sākot ar 1864. gadu, kad amerikāņu izcelsmes fiziķis Džeims Klerks Maksvels radīja elektromagnētisko viļņu izplatības telpā matemātisko modeli. Maksvela pētījumi tika plaši pielietoti daudzu citu zinātnieku darbos. Britu izcelsmes izgudrotājs Deivids Edvards Hadžess, veicot eksperimentus ar specializētā uztvērēja palīdzību konstatēja, ka ir iespējams uztvert viļņus elektromagnētiskajā laukā pat no 460 metru attāluma. Šie eksperimenti ar elektromagnētiskās indukcijas atklāšanu kļuva par pamatu radio aparatūras izgudrojumam. Radio aparatūra kļuva par komerciālo produktu un bija plaši pielietota iedzīvotāju vidū.

Par vienu no pirmajiem radio lokācijas praktiskajiem pielietojumiem var uzskatīt skotu izcelsmes fiziķa Roberta Aleksandra Vatsona-Vatta izgudrotā radara izmantošanas gadījumu lidmašīnu brīdinājumam. Turpmāk, 20. gadsimta 40. gados, Otrā Pasaules kara laikos, ar Padomju Savienības radioelektronikas rūpniecības attīstību radio elektronikas aparatūru sāka pielietot specvienības dažādos spiegošanas uzdevumos. Tika attīstītas dažādas piekļuves kontroles sistēmas (tostarp pret-zādzību sistēmas, uz kustību sensoru pamata), kā arī apmaksas un identifikācijas sistēmas, dažādu mērķu realizācijai. Radio elektronikas identifikācijas aparatūra tika plaši pielietota komerciālos nolūkos sākot ar 20. gadsimta 80. gadiem – tika attīstītas preču marķēšanas un identifikācijas sistēmas, maksājumu apstrādes sistēmas, autorizētās piekļuves kontroles sistēmas un citi mūsdienu moderni risinājumi[1].

Ieviešot bez-kontaktu identifikācijas tehnoloģijas pastiprināto uzmanību ir jāpievērš šīs tehnoloģijas izmantošanas drošībai. Izmantojot bez-kontaktu identifikācijas risinājumus bez papildus aizsardzības līdzekļiem, lietotāji ir pakļauti dažāda veida uzbrukumam iedarbībai, izmantojot specializēto aparatūru, ar mērķi pārtvert sensitīvus lietotāju datus, vai nesankcionētās izmantošanas nolūkos. Pastāv fiziskās un tehniskās aizsardzības metodes, kas palīdz aizsargāt bez-kontaktu identifikācijas lietotāju datus[2]:

✓ Par fiziskās aizsardzības metodēm ir uzskatāma dažāda rakstura datu pretzādzību aizsardzības līdzekļu izmantošana – naudas maku, apvākojumu un futlāru izmantošana, kas tiek pārklāti ar specializēto materiālu, radiofrekvenču signāla pārraides bloķēšanai;

✓ Tehnisko aizsardzības līdzekļu izmantošana paredz bez-kontaktu kartē ierakstāmās informācijas šifrēšanu ar dažādiem šifrēšanas algoritmiem. Izmantojot tehniskus aizsardzības līdzekļus, personas datu ieguvējam tiek apgrūtinātas iegūto datu dekodēšanas iespējas, līdz ar to datu konversijai ir jāmeklē papildus risinājumi.

Bez-kontaktu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas tiek aktīvi pielietotas Rēzeknes pilsētas infrastruktūras objektos, to izmantošana ievērojami atvieglo un uzlabo iestāžu darbinieku un apmeklētāju ikdienas darbus. Tehnoloģijas tiek pielietotas Rēzeknes pilsētas un novada pašvaldības objektos, kā arī citos uzņēmumos un privātpersonu īpašuma objektos:

✓ Latgales vēstniecībā “GORS” tiek izmantota automatizētās piekļuves kontroles sistēma, kas nodrošina darbinieku autorizētu piekļuvi darba telpās un liftu izmantošanas vajadzībām;

✓ Pašvaldības uzņēmumā “Rēzeknes satiksme”, ar jaunās bez-kontaktu Rēzeknes pilsētas iedzīvotāja kartes ieviešanu, sākot ar 2017. gada 01. aprīli tiek izmantota pilsētas maršrutu autobusus, braucieni apmaksas vajadzībām;

✓ Austrumlatvijas radošo pakalpojumu centrā “Zeimuļš” automatizētās piekļuves kontroles nodrošināšanai dienesta telpās;

✓ Rēzeknes novada pašvaldībā un privātpersonu īpašuma objektos – automātisko vārtu un barjeru atvēršanai, izmantojot pultis, kas aprīkotas ar radiofrekvenču identifikācijas čipiem;

✓ Rēzeknes pilsētas lielveikalos un uzņēmumos – ar bankas karti, kas ir aprīkota ar bez-kontaktu čipu ir nodrošinātas iespējas bez-kontaktu norēķiniem, izmantojot Visa PayPass tehnoloģiju;

✓ citos Rēzeknes pilsētas uzņēmumos un privātpersonu īpašuma objektos.

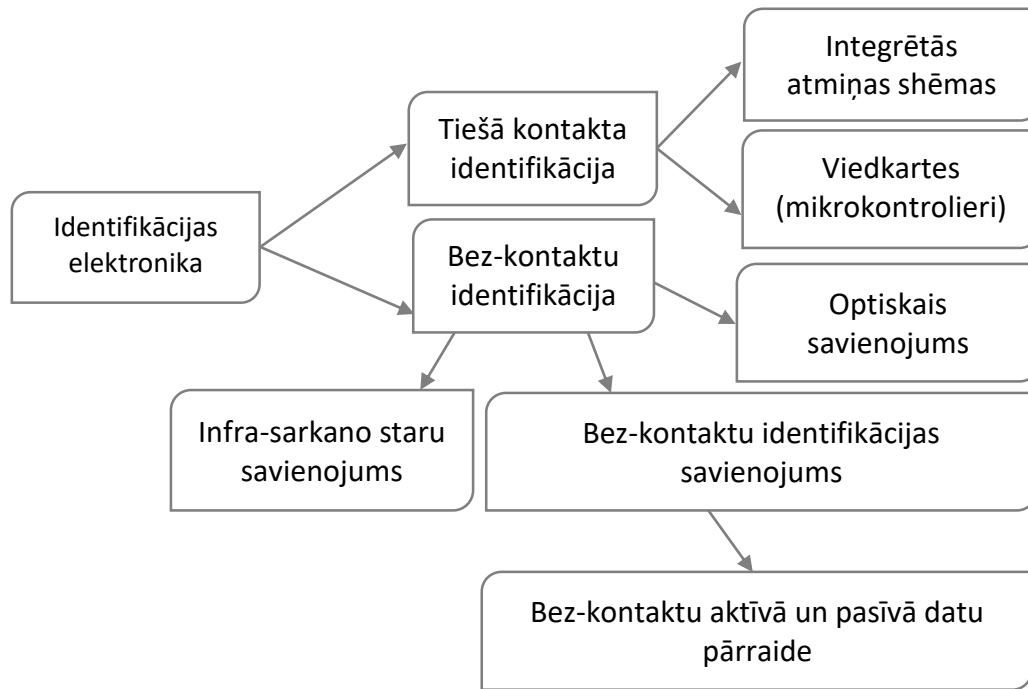
Materiāli un metodes

Bez-kontaktu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas var iedalīt kategorijās, atbilstoši pielietojuma veidam:

✓ pēc bez-kontaktu čipa veida – pastāv aktīvie, pasīvie, pus-aktīvie un pus-pasīvie bez-kontaktu čipi;

✓ pēc datu pārraides frekvences, kas nosaka izmantošanas distances garumu starp bez-kontaktu karšu lasītāju un karti, kas aprīkota ar bez-kontaktu datu pārraides čipu – pastāv augstfrekvences un ultra-augstfrekvences datu pārraides čipi;

✓ pēc izmantojamā datu pārraides protokola, kas nosaka datu pārraides principus starp lasītāju un karti, kurā ir ierakstīta nolasāmā informācija. Tiek izmantoti divu veidu datu pārraides protokoli – TTF (*Tag Talk First*) un ITF (*Interrogator Talk First*). Protokoli nosaka datu pārraides iniciatoru – atbilstoši izvēlētajam protokola veidam, komunikācija var tikt uzsākta pēc bez-kontaktu identifikācijas lasītāja vai pēc bez-kontaktu kartes pieprasījuma[3].



1.attēls Identifikācijas elektronikas sadalījums pēc datu pārraides veida

Uz pasīvā bez-kontaktu datu pārraides veida pamata ražotās identifikācijas elektronikas analīze

Identifikācijas elektronika, kas ir ražotā uz pasīvā bez-kontaktu datu pārraides veida pamata datu nosūtīšanai un saņemšanai tiek izmantotas divas pamata komponentes: bez-kontaktu čips un tā antena. Datu pārraidei tiek izmantots TTF datu pārraides protokols, līdz ar to, bez-kontaktu čips gaida signālu no lasītāja. Lasītājs nosūta enerģiju bez-kontaktu čipa antenai, kura, savukārt konvertē enerģiju radiofrekvences viļņos un viļņi tiek nosūtīti bez-kontaktu čipa datu nolasīšanas zonā.

Atbilstoši čipa arhitektūrai, tas nav aprīkots ar iebūvēto strāvas avotu. Pasīvie bez-kontaktu čipi ir pamatā ir sastopami karšu veidā, kuras tiek ražotas no plastikāta, metāla, keramikas un pat no gumijas[4].

Kartes tiek izmantotas dažādiem nolūkiem, piemēram bez-kontaktu norēķiniem veikalos un sabiedriskajā transportā, automatizētās piekļuves kontroles sistēmu izmantošanai un citiem nolūkiem. Pastāv pasīvās bez-kontaktu sausās, mitrās un papīra etiķetes, kas tiek ražotas preču un inventāra marķēšanai, mājdzīvnieku marķēšanai un identifikācijai pie veterinārārstiem, kā arī citiem nolūkiem.

Galvenās pasīvo bez-kontaktu identifikācijas izmantošanas priekšrocības ir mazāka izmēra tagi un etiķetes, zemākas ieviešanas un uzturēšanas izmaksas, iespējas izmantot tagus no pielāgojamajiem materiāliem, pēc pielietojuma veida, ka arī bez-kontaktu taga izturība – sakarā ar to, ka bez-kontaktu kartes vai etiķetes čips nav aprīkots ar aktīvo barošanas avotu, tagu izturība un izmantošanas ilgums var sasniegt pat 20 gadus.

Uz aktīvā bez-kontaktu datu pārraides veida pamata ražotās identifikācijas elektronikas analīze.

Atšķirībā no uz pasīvā bez-kontaktu datu pārraides principa darbības pamata identifikācijas elektronikas, aktīvais datu pārraides veids, paredz tagu izmantošanu, kuri ir aprīkoti ar aktīvajiem barošanas elementiem, datu pārraides vajadzībām. Datu pārraidei, atšķirībā no pasīvā datu pārraides veida, tiek izmantots ITF vai TTF protokols. Aktīvais bez-kontaktu datu pārraides veids paredz gan aktīvu, gan pasīvu tagu izmantošanu. Sistēmās ar pasīvā taga izmantošanu, lasītājs saņem un apstrādā signālus un autentifikācijas atbildes no pasīvā taga. Aktīvā taga izmantošana paredz signāla saņēmēja apziņošanu no aktīvā taga par

nepieciešamās programmētās darbības izpildi. Šim nolūkam signāla nolasītāji ir novietoti noteiktajās pozīcijās, signāla pārraides apmaiņas diapazonā. Šāda tipa sistēmas tiek izmantotas automatizētās piekļuves kontroles nodrošināšanai – garāžu vārtu, barjeru atvēršanai, kā arī personu identifikācijai, izmantojot aktīvus bez-kontaktu datu pārraides tagus[5].

Saistīto datu pārraides tehnoloģiju analīze.

Tehnoloģiju analīzei tika atlasītas saistītās mūsdienu datu pārraides tehnoloģijas, tādas kā svītrkodi un QR (*Quick Response*) kodi, Bluetooth, NFC (*Near Field Communication*) un infra sarkano staru savienojums. Analīzes gaitā tika pētīti minēto tehnoloģiju galvenie raksturlielumi, tādi kā datu pārraides distances garums, datu pārraides ātrums, pielietojuma iespējās, lai noskaidrotu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas pielietošanas priekšrocības un atšķirības no citām saistītajām tehnoloģijām[6]. Saistīto tehnoloģiju analīzes rezultāti ir apkopoti Tabulā 1.

1.tabula

Datu pārraides tehnoloģiju raksturlielumu salīdzinājums

	<i>RFID</i>	<i>NFC</i>	<i>IrDa</i>	<i>Bluetooth</i>
Savienojuma nodibināšanas laiks	< 0,1 ms	< 0,1 ms	~ 0,5 s	~ 6 s
Uztveršanas diapazons	3 – 92 m	10 cm	1 m	30 m
Darba frekvence	13,56 Mhz	13,56 Mhz	800-1000 μm	2,4-2,5 Ghz
Datu pārraides ātrums	424 kb/s	424 kb/s	115 kb/s - 2 Mb/s	~ 200 kb/s
Tiešās redzamības nodrošinājums starp objektiem	Nē	Nē	Jā	Nē
Pārraides tīkla apjoms	> 10 iekārtu	2 iekārtas	2 iekārtas	2-8 iekārtas

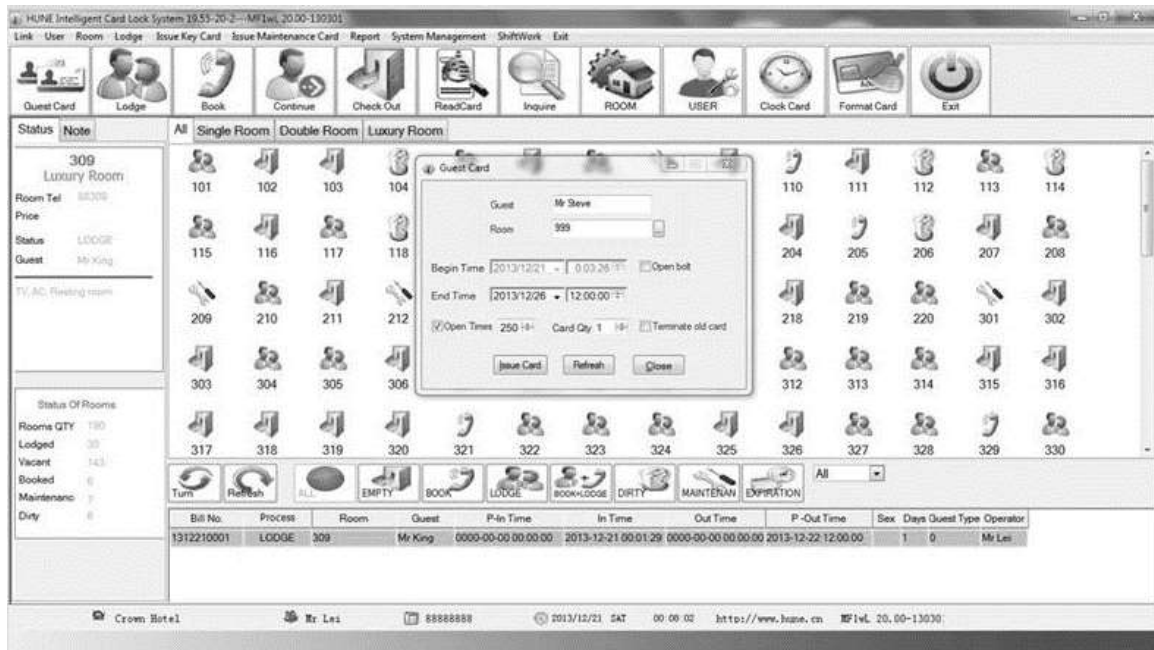
Salīdzinot radiofrekvences identifikācijas tehnoloģijas ar svītrkodiem un QR kodiem, konstatētas, gan priekšrocības, gan trūkumi. Par radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģijas priekšrocībām var minēt sekojošās īpašības:

- ✓ ir nodrošināts lielāks datu apmaiņas distances garums starp lasītāju un tagu, salīdzinājumā ar svītrkodu un QR kodu datu apmaiņas tehnoloģijām;
- ✓ iespējas uzglābāt lielāku datu apjomu;
- ✓ identifikācijas kartes ir veidotas no dažāda veida materiāliem, līdz ar to, salīdzinājumā ar svītrkodiem un QR kodiem ir ievērojami palielināts pielietojuma sfēru klāsts, kā arī pasīvo identifikācijas karšu un tagu kalpošanas laiks var sasniegt līdz pat 20 gadiem;
- ✓ iespējas šifrēt uzglabājamo informāciju kartēs, izmantojot drošus datu šifrēšanas algoritmus;
- ✓ programmēšanas iespējas, nodrošinot datu ievades/izvades funkcionalitāti, izmantojot specializēto programmatūru;
- ✓ iespējas nolasīt datus pat no 90 metru attāluma, bez tiešās redzamības signāla pārraides virzienā;
- ✓ darbības iespējas pasliktinātā apgaismojuma ietekmē, kā arī iespējas darbam dažādās vidēs, piemēram sniegā, ledū, miglā vai ūdenī.

Par tehnoloģijas trūkumiem salīdzinājumā ar svītrkodiem un QR kodiem, var atzīmēt lielāku karšu un tagu izmēru, lielākas ieviešanas izmaksas, kas ir saistītas ar karšu un tagu ražošanas tehnoloģisko procesu, kā arī datu pārraides iespējamās kolīzijas datu ievades/izvades procesos, sūtot vai saņemot datus no vairākiem avotiem vienlaicīgi[7].

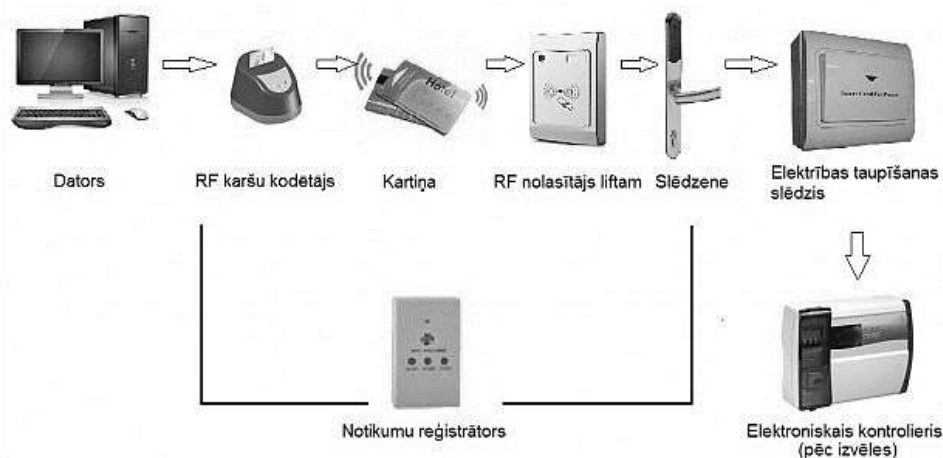
Radiofrekvenču diapazona identifikācijas līdzekļu programmēšanas iespēju analīze.

Attīstoties radiofrekvenču identifikācijas un aktīvai identifikācijas elektronikas masveida ražošanai, tiek attīstīta specializētā programmatūra, kas nodrošina savietojamību un iespējas darbam ar dažāda rakstura identifikācijas aparāturu. Identifikācijas līdzekļu ražotāji pārsvarā komplektē izplatāmo aparāturu ar specializēto programmatūru, kas nodrošina pilnu funkcionalitāti darbam ar identifikācijas līdzekļu lasītājiem, kartēm un tagiem. Papildus tiek veidotas atsevišķas specializētās datu bibliotēkas, kas ir pielāgotas darbam ar modernām programmēšanas valodām, tādām kā Java vai Microsoft Visual C#[8]. Izmantojot bibliotēkas ir iespējas veidot funkcionālās aplikācijas darbam ar identifikācijas aparāturu. Pastāv arī universāla programmatūra darbam ar noteikta ražotāja identifikācijas elektroniku.



2.attēls HuneLock viesnīcu automatizētās piekļuves kontroles programmatūra

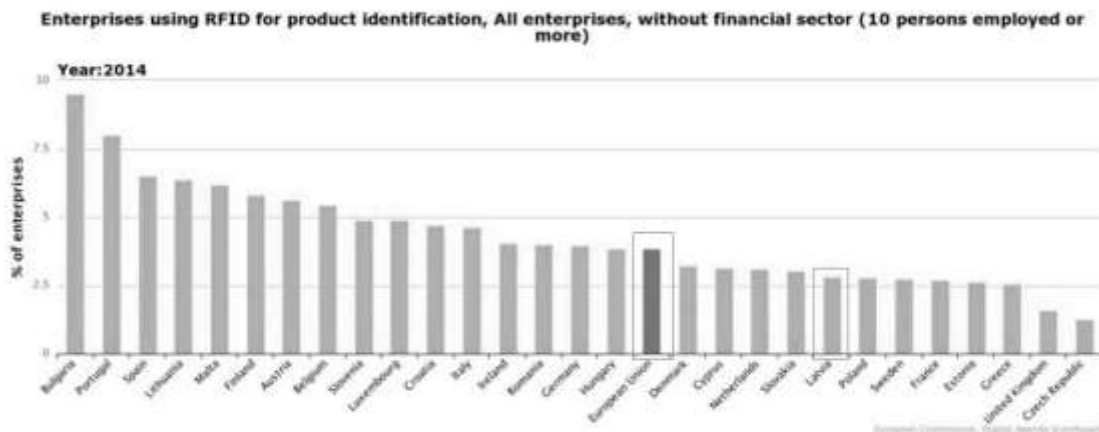
Darbam ar identifikācijas elektronikas iekārtu programmēšanu, ir nepieciešams bez-kontaktu karšu vai tagu lasītājs, kas ir pieslēgts datoram, bez-kontaktu tagi vai kartes, kur tiks uzglabāta nepieciešamā informācija, kā arī specializētā programmatūra, ar kuras starpniecību tiks organizēti datu ievades/izvades procesi[9].



3.attēls Identifikācijas elektronikas bez-kontaktu karšu datu apmaiņas procesi

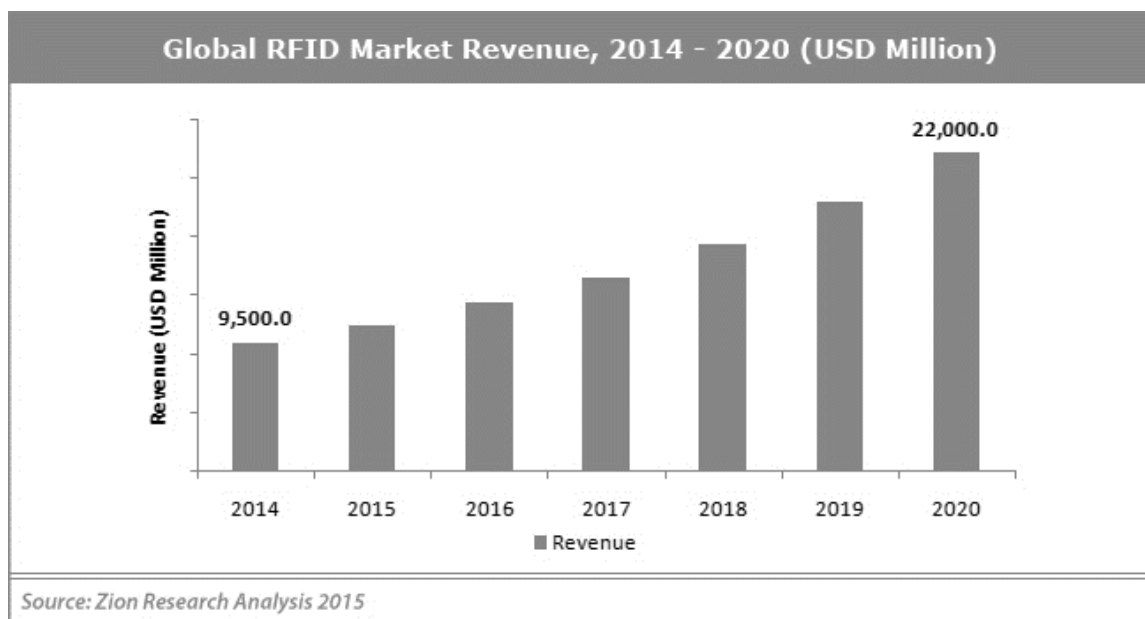
Bez-kontaktu radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģiju pielietojums un attīstības perspektīvas.

Radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģiju izmantošana ir sasniegusi augstu popularitātes līmeni, kā arī cenu samazinājums uz identifikācijas elektronikas iekārtām liecina par liecina par iekārtu aktīvu izmantošanu dažādās nozarēs, kas ar katru gadu turpina pieaugt. Pēc Eiropas Komisijas 2015. gadā veiktā pētījuma par Eiropas digitālā tirgus stratēģiju[10] rezultātiem, Eiropā un Latvijā ir salīdzinoši neliels bez-kontaktu tehnoloģiju lietotāju skaits, mazo un vidējo nekomerciālo iestāžu vidū, kuros nodarbināti vismaz 10 cilvēku. Balstoties uz pētījuma rezultātiem, vidējais bez-kontaktu tehnoloģiju pielietojums identifikācijas uzdevumiem, iestādēs, uz 2014. gadu nedaudz pārsniedz 3% robežu, Latvijā sasniedz ~ 3% procentu atzīmi.



4.attēls Eiropas komisijas digitālā tirgus izpētes rezultāti

Pēc dažādu analītikas uzņēmumu pētniecības rezultātiem, ir prognozējams straujš bez-kontaktu tehnoloģiju pārdošanas peļņas apgrozījums ASV lietotāju vidū, pārsniedzot, salīdzinājumā ar 2014. gadu, vairāk nekā divas reizes, 2020. gadā sasniedzot 22 miljardu ASV dolāru atzīmi[11].



5.attēls Zion pētnieciskās analīzes grupas bez-kontaktu tehnoloģiju tirgus pētījums
Rezultāti

Veicot pētījumu par bez-kontaktu radiofrekvenču tehnoloģijām un salīdzot tās ar citām datu pārraides tehnoloģijām ir secināts, ka:

- ✓ bez-kontaktu pārraides tehnoloģijas ir drošas un pielāgojamas izmantošanai dažādās darbības sfērās, gan uzņēmumiem, gan privātpersonām;
- ✓ pateicoties augstam popularitātes līmenim un lielam masveida identifikācijas elektronikas ražošanas procesam, tehnoloģiju ieviešanas izmaksas kļūst arvien zemākas, padarot tehnoloģiju izmantošanu pieejamāku plašākam lietotāju lokam;
- ✓ salīdzinot ar citām tehnoloģijām radiofrekvenču identifikācijas nodrošina datu pārraidi dažādās vidēs.

Ņemot vērā tehnoloģiju daudzveidību un to pielietojumu dažādās sfērās, var secināt, ka tomēr radiofrekvenču identifikācijas tehnoloģiju pielietojums, kura iespējas ir norobežotas ar noteiktu objektu identifikāciju, sūtot un saņemot signālus noteiktajās datu pārraides frekvencēs, nespēs pilnībā aizvietot citu tehnoloģiju izmantošanu. Tehnoloģijas ieviešanu masveida lietošanu ierobežo arī identifikācijas elektronikas izmaksas, kuras pagaidām ir pietiekami augstas.

Kopsavilkums

Pētījumā ir veikta dažādu datu pārraides tehnoloģiju analīze un to salīdzinājums ar radiofrekvenču bez-kontaktu identifikācijas tehnoloģijām. Ir pievienota identifikācijas elektronikas klasifikācija, izmantojamie datu pārraides protokoli, dažādas programmatūras izmantošanas iespējas bez-kontaktu aparatūras ieviešanai un uzturēšanai.

Darba nobeigumā ir aprakstītas bez-kontaktu radiofrekvenču tehnoloģijas tekošās izmantošanas statistika un tās attīstības perspektīvas, balstoties uz pētniecības organizāciju izpētes rezultātiem. Ņemot vērā Eiropas Komisijas 2015. gada digitālā tirgus izpētes datus par 2014. gadu, Latvijā bez-kontaktu identifikācijas tehnoloģiju izmantošanas ziņā atrodas vienā līmenī ar Eiropas Savienības vidēji noteikto.

Bibliogrāfija

1. <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/radio-frequency-identification-rfid/development-history.php>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
2. <https://www.secureidnews.com/news-item/understanding-rfid-part-9-rfid-privacy-and-security/>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
3. <http://www.centrenational-rfid.com/features-of-rfid-tags-article-19-gb-ruid-202.html>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
4. <http://www.verifyfields.net/what-are-rfid-tags-made-of>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
5. <http://www.technovelgy.com/ct/Technology-Article.asp?ArtNum=21>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
6. <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa479355.aspx>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
7. http://www.aalhysterforklifts.com.au/index.php/about/blog-post/rfid_vs_barcode_advantages_and_disadvantages_comparison, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
8. http://www.codeguru.com/csharp/.net/net_asp/miscellaneous/article.php/c12523/RFID-Programming-Made-Simple-and-Cheap.htm#page-1, *Resurss pārbaudīts 27.03.2017.*
9. <http://bis.lv/content/lv/302/Elektronik%C4%81s-sl%C4%93dzenes-viesn%C4%ABc%C4%81m.html>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
10. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015SC0100&from=ga>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*
11. <http://www.marketresearchstore.com/report/radiofrequency-identification-market-for-z39455>, *Resurss pārbaudīts 24.03.2017.*