

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Majandusteaduskond

Ärikorralduse instituut

Robin Savason

**RFID TULEVIKUPOTENTSIAAL TARNEAHELA  
OPTIMEERIMISEL EESTI ETTEVÕTETE NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Õppekava Ärindus, peaeriala Logistika

Juhendaja: Tarvo Niine, PhD

Tallinn 2021

Deklareerin, et olen koostanud lõputöö iseseisvalt ja olen viidanud kõikidele töö koostamisel kasutatud teiste autorite töödele, olulistele seisukohtadele ja andmetele, ning ei ole esitanud sama tööd varasemalt ainepunktide saamiseks.

Töö pikkuseks on 10331 sõna sissejuhatusest kuni kokkuvõtte lõpuni.

Robin Savason ..... (allkiri, kuupäev)

Üliõpilase kood: 185313TABB

Üliõpilase e-posti aadress: Robinsavason.taltech@gmail.com

Juhendaja: Tarvo Niine, PhD:

Töö vastab kehtivatele nõuetele

.....

(allkiri, kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees:

Lubatud kaitsmisele

.....

(nimi, allkiri, kuupäev)

# SISUKORD

LÜHIKOKKUVÕTE.....	5
SISSEJUHATUS.....	6
1. RFID OLEMUS NING RAKENDAMINE.....	8
1.1 RFID ülevaade ja võimekus.....	8
1.2 RFID kasutuselevõtu takistused.....	10
1.3 RFID rakendused mujal maailmas.....	12
2. METOODIKA.....	16
2.1 Sissejuhatus Eesti firmade uuringule.....	16
2.2 Uurimisprobleem ja eesmärk.....	17
2.3 Uurimismeetod.....	18
2.4 Valim.....	19
3. UURINGU TULEMUSED.....	21
3.1 Riskid ja takistused RFID tehnoloogia kasutuselevõtul Eesti ettevõtete kontekstis.....	21
3.2 RFID tehnoloogia tulevikupotentsiaal ja võimekus Eesti ettevõtete näol.....	23
3.3 RFID tehnoloogia rakendamist soodustavad tegurid.....	29
3.4 Eesti ettevõtete suunitlus automatiseerimisel.....	30
3.5 Analüüs.....	33
3.6 Järeldused.....	34
KOKKUVÕTE.....	38
SUMMARY.....	41
LISAD.....	44
Lisa 1. Läbivad küsimused.....	44
Lisa 2. Magnetic MRO fookusküsimused.....	45

<b>Lisa 3. IDsys fookusküsimused.....</b>	<b>46</b>
<b>Lisa 4. Intervjueeritud ettevõtete väidete tulemuste tabel.....</b>	<b>47</b>
<b>KASUTATUD ALLIKAD .....</b>	<b>48</b>

## LÜHIKOKKUVÕTE

Eesti logistika- ning tootmiskaastikul otsitakse üha rohkem võimalusi süsteemide automatiseerimiseks ning püsikulude vähendamiseks. Kauba liikumise jälgimine laosiseselt, kauba vastuvõtu ja väljastamise automatiseerimine on mõningatel ettevõtetel juba täna reaalsus, kuid Eestis on see valdavalt haruldane nähtus. RFID süsteemi abil on võimalik ettevõttel võtta kaupa vastu, jälgida laosiseselt ja väliselt kauba liikumist ning jagada tarneahela lülidele täpset ja põhjalikku informatsiooni. Olenevalt informatsioonist ja lahendusest, on RFID abil võimalik lõpptarbija jaoks tõsta tuntavat teenuse kvaliteeti, prognoosida täpsemalt laovaruseid ja rahuldada nõudlust ning hoida ära kauba kadumist või koguste lahkkelisid. Autori eesmärgiks on tuvastada põhjuseid, miks ei ole Eesti ettevõtete näol RFID tehnoloogia laialdast kasutust leidnud ning kas antud tehnoloogial on tulevikus potentsiaali.

Uuringu tulemusena, on uuritud Eesti ettevõtted oma seisukohalt pigem kahtleval positsioonil RFID rakendamisel enda süsteemide kontekstis. RFID kitsaskohtadeks logistikas on peamiselt laialdase rakendamise eeldus, ajamahukus, püsikulud ning keeruline liidestamine. RFID-d on ka mõne ettevõtte näitel võimalik rakendada ainult enda ettevõtte kontekstis, kuid üldisemalt nõuaks see süsteem ka valmidust teistelt tarneahela ettevõtetelt. Suurim kasu RFID rakendamisel tuleb tarneahela läbipaistvusest, täpsematest süsteemidest ja andmetest ning vähesema inimteguri vajadusest. Uuringus osalenud ettevõtete rõhk on täna oma tulevikuvaadetes pigem IT tarkvara arendamisel ning lao- ja töötlusmasinatesse investeerimisel.

Võtmesõnad: RFID, tarneahela optimeerimine, automaatsüsteemid, asjade internet.

## SISSEJUHATUS

RFID tehnoloogia on raadiolainetel põhinev andmete talletamise ja kogumise süsteem. RFID kiip oma ehituselt koosneb voluuhelast, antennist ja kaitsematerjalist. RFID kiibile on võimalik erinevas mahus informatsiooni peale kirjutada ja kiibil olevat informatsiooni on võimalik lugejatega raadiolainete abil lugeda. RFID eristub tavalisest 2D ja 3D triipkoodist selle poolest, et sellele on võimalik kirjutada oluliselt suuremas mahus informatsiooni ning RFID kiipe on võimalik lugeda lugejate poolt ilma otsese visuaalse kontaktita. Laialdasemas kontekstis on RFID üks haru „asjade internet“ kontseptsioonist, kus füüsilisele esemele antakse digitaalne identiteet. Digitaalse identiteedi abil on võimalik esemeid või kaupa jälgida, koguda informatsiooni, automatiseerida süsteeme ning üldises mõistes panna asjad omavahel ja süsteemidega suhtlema.

Teema valik ja probleem tulenes autori varasemast isiklikust kogemusest laosüsteemide kaubavoo ebaefektiivsusega, kus ühes Eesti logistika ettevõttes toimus kauba vastuvõtt käsitsi, kestis olenevalt kauba mahust vahel mõned tunnid ning nõudis olulist füüsilist pingutust, sundasendis tööd ning järjepidevat täpsust. Selle probleemi lahenduseks pidas autor RFID süsteeme, kuid kuna Eestis RFID tehnoloogia kasutus ei ole logistikasektoris laialdane, siis see nõudis süvitsi põhjuste kaardistamist. Rahvusvaheliselt on RFID saanud logistika sektoris laialdast kasutust juba aastakümneid, kus suurettevõtted on ajapikku läbi kogu oma tarneahela suutnud juurutada RFID tehnoloogia osalises või täies mahus. Rahvusvaheliselt peetakse suurimaks eeliseks RFID puhul selle paindlikkust, pikaajalist kasu ning üldist tarneahela läbipaistvust.

Uuringu eesmärgiks on saada informatsiooni Eesti ettevõtete hoiakutest RFID vastu ning hinnata RFID tulevikupotentsiaali logistikas Eesti ettevõtete kontekstis. Eesmärgi täitmiseks, püstitas autor järgmised uurimisküsimused:

1. Kuidas Eesti logistikaettevõtted hindavad oma võimet 10 aasta pärast kasutusele võtta RFID süsteem, lokaalselt oma ettevõtte protsesside kontekstis?
2. Mis on olulised faktorid, et rakendada RFID lahendust läbi kogu tarneahela?
3. Millised on takistused RFID tehnoloogia kasutuselevõtmisel?

Uurimismeetodiks valis autor kvalitatiivse uurimismeetodi ning selle raames viis läbi semistruktureeritud süvaintervjuid. Valimi hulka kuulus kokku 6 ettevõtet, millest 1 kasutab RFID tehnoloogiat, 1 on RFID tehnoloogiat pakkuv ettevõtte ning 4 ettevõtet ei ole siiani RFID

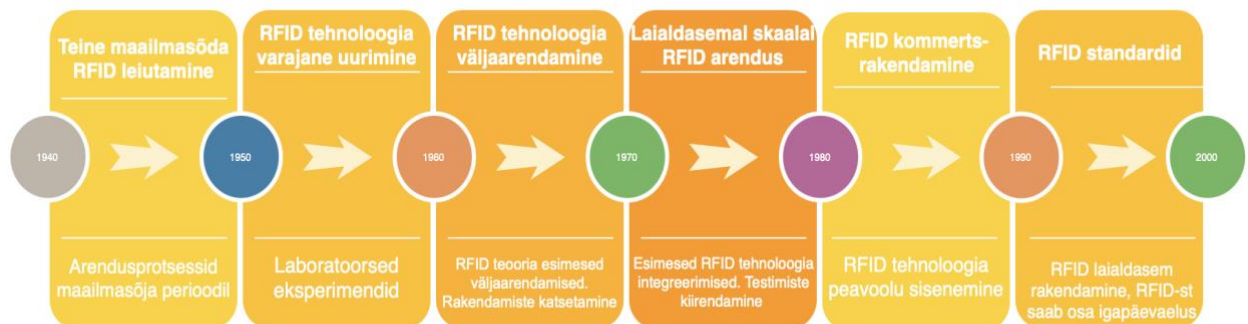
tehnoloogiat kasutusele võtnud. Küsimustikud olid vastavalt firma tegevusalale erinevad tulenevalt ettevõtete kogemusest. RFID teenusepakkujatele ja RFID kasutajatele esitatud küsimused olid erinevad ettevõtetega, kes ei ole siiani RFID-ga kokku puutunud.

Tööstruktuur jaguneb kolmeks suureks peatükiks, millest esimene peatükk kajastab RFID olemust, selle eeliseid, rahvusvahelist kasutuskogemust ja eeldusi. Teine peatükk täpsustab empiirilise osa uurimismeetodeid, uurimisprobleeme ning juhatab sisse uuringus osalenud ettevõtted. Kolmas peatükk kajastab uuringutulemusi ning Eesti ettevõtete hoiakuid RFID rakendamise potentsiaalile.

# 1. RFID OLEMUS NING RAKENDAMINE

## 1.1 RFID ülevaade ja võimekus

RFID on tehnoloogia ja füüsiline infrastruktuur, mida kasutatakse tööriistana identifitseerimaks ja sildistamiseks objekte. See tehnoloogia hõlmab identifikaatorit, mis edastatakse seadmest lugejale raadiolainete kaudu etteantud koodimääratluse piirides. RFID sisaldab endas mikroprotsessorit, milles peitub varieeruva suurusega mälu, kuhu peale on võimalik talletada hulgaliselt erinevat informatsiooni võrreldes tavapärase triipkoodiga, millel puudub mälu talletamise võimalus. Selle omaduse tõttu on võimalik RFID-d kasutada mitmetel erinevatel eesmärkidel, kuid antud uurimistöös raames keskendub autor RFID potentsiaalile logistikasektoris, eesotsas tarneahela optimeerimisel. RFID-s sisalduv informatsioon annab ülevaate logistika juhtidele hetke tootmis- või tarnefaasist, vähendab paberimajandust, tõstab produktiivsustaset ning tagab toote tarnetsükli läbipaistvuse läbi kogu tarneahela, hoides sellega tööjõukulud madalad ning muutes inventari tellimustsükli täpsemaks. (Oghazi, Rad, Karlsson, & Haftor, 2018)



Joonis 1. RFID arengu ajajoon.

Allikas: (Landt, 2001)

Ajaloo on jooksvalt toimunud mitmeid erinevaid tööstuslikke revolutsioone ning praeguseks revolutsiooniks ehk neljandaks revolutsiooniks peetakse kübertehnoloogia rakendamist tööstuses ja tootmisprotsessides, mis toob endas esile täiesti uue taseme ühenduvusest. Antud lahenduse eesmärgiks on saavutada süsteem, mis on töökindlam, usaldusväärsem ning lühemate tootmisaegadega ning sellest tulenevalt vähesemate kuludega. (Kocsi & Oláh, 389-400) Taolisele ühenduvusele viidatakse nimega Asjade Internet (*Internet of Things, IOT*) ning selle eesmärgiks



on tagada keskkond, kus kõikide tarneahela osapooltele on informatsioon kättesaadav täies ulatuses. Selle mõiste alamliik on tööstuslik asjade internet (Industrial Internet of Things, IIoT) ning selle peamiseks komponendiks on informatsiooni protokollid, sensorid, ajamid ja infotehnoloogia poolt juhitud teenused. RFID täidab antud süsteemis sensori rolli ning tagab kontrolli üle informatsiooni, millele on võimalik ligi pääseda. (Ehret & Jochen, 2016)

Greengardi järgi on RFID tööriist kulude vähendamiseks ning kasumi suurendamiseks ning lisaks loob see ühenduse füüsilise ning virtuaalmaailmaga, mis lubab pea kõigil füüsilisel olla ühenduses internetiga. RFID annab esemetele ning seadmetele unikaalse identiteedi, mille abil saab asju ühendada internetiga ja serveritega tagades sellega logistilises kontekstis tarneahela läbipaistvuse. (Greengard, 2015)

RFID on oluline ühendav tehnoloogia, mis suurendab tarneahela suutlikkust ning toimib alustalana infokogumise mehhanismina süsteemis. (Kumar, 2007) Lisaks tõstab RFID üleüldist tarneahela suutlikkust ja aitab hallata ning automatiseerida inventari voogusid. (Bardaki, Kourouthanassis, & Pramadari, 2012)

Samuti on tõendeid sellele, et võime jagada informatsiooni läbi kogu tarneahela partnerite, suurendab üldist tarneahela võimekust ning sellest tulenevalt ka partnerorganisatsioonide suutlikkust. (Zelbst, Green, Sower, & Bond, 2020) Võrreldes triipkoodiga, pakub RFID efektiivsemat lahendust enda kiiruse, täpsuse ning suurema mälumahu tõttu (Gautam, et al., 2017) RFID on oluline innovatsioon aitamaks ka üldist sünkronisatsiooni kaubavõrgustikus tootmisest kliendini jõudmiseni õigel ajal. (Khan, Azim, & Mazoor, 2020)

Tarneahela kontekstis on RFID-l veel oluliseks aspektiks RFID võime olla loetav ilma, et see oleks vaateväljas sensoritele või skanneritele. RFID lugejad ja tuvastajad saavad informatsiooni RFID pealt kätte ilma, et inimene peaks protsessis sekkuma või toodet skaneerima. See omakorda toob süsteemi lisaks automatiseerimisele ka olulise aspekti, et selle tehnoloogia kasutamisel puudub vajadus inventuurile ning RFID aitab kaasa ennetuskulude vähenemisele, mis otseselt tõstab firma kasumit. Samuti on RFID abil võimalik väga täpselt jälgida eseme või vara päritolu täpsete detailideni välja. (Khan, Azim, & Mazoor, 2020) Nõudluse planeerimine on üks tavapäraseid katsumusi logistika haldamisel, mille probleemiks on vähene usaldusväärne informatsioon ning õigeaegsed ja adekvaatsed andmed. RFID kasutusvõimalused ning suutlikkus seeläbi pakub

informatsiooni valmistoodangu ning transiidi kohta ja avab võimaluse automatiseerida protsesse ladudes näiteks ristlaadimisel, sorteerimisel ja ladustamisel. (Khan, Azim, & Mazoor, 2020)

Eestis on RFID tehnoloogia leidnud rakendust näiteks Enefit Volt elektriautode laadimisjaamades, kus tarbija saab RFID kiibiga identifitseerimise abil alustada enda elektriauto laadimist. Laadimisjaama küljes on RFID lugeja, mille vastu kaarti viibates on võimalik alustada laadimisprotsessi. Laadimisprotsessi lõpul uuesti kaarti viibates lõpetatakse laadimine. Raha mahaarvestamine pangakontolt käib iga kuu lõpus, kus arvestatakse maha rahasumma kogu kuu viipamiste andmetel. (Volt, 2020)

## 1.2 RFID kasutuselevõtu takistused

Kuigi RFID-l on mitmeid eeliseid teiste senini kasutusel olevate süsteemidega võrreldes, on sellel ka takistusi, mis takistavad selle suuremal skaalal integreerimist kaubandussektoris. Nendeks takistusteks on fundamentaalsed, tehnilised, turvalisuse ning privaatsuse probleemid ja valitsuse regulatsioonid. Nende alamliigid takistustena on hind, patent, tarkvara, tehnoloogia tugi ning seadused. (Khan, Azim, & Mazoor, 2020) Hinna koha pealt on praktikas näiteid, kus hinnavahe tava triipkoodiga on väga minimaalne, näitena kiivisid eksportiv Uus-Meremaa ettevõtte tõi välja RFID puhul ainsa puudusena tema minimaalse kõrgema hinna triipkoodist. (Gautam, et al., 2017)

RFID kiibid jagunevad kolme kategooriasse: aktiivne, pooleldi aktiivne ning passiivne. Aktiivsed kiibid sisaldavad endas akut, mis võimaldab aktiivsel kiibil edastada signaali kaugemale ning seda peetakse usaldusväärseks tema võime tõttu olla skaneeritav ka keerulisemates tingimustes. Paraku on aktiivsete kiipide miinuseks selle piiratud eluiga ning kõrgem hind. Pooleldi aktiivsed kiibid sisaldavad endas akut ainult signaali pikendamise eesmärgil, mis tagab sellele suurema lugemissageduse passiivsetega võrreldes ning pikema eluea aktiivsete kiipidega võrreldes, kuid ka selle kiibitüübi puhul on miinuseks selle kõrgem hind. Passiivsed kiibid kasutavad elektromagneetilisi signaale lugejatest, et anda omakorda vastu signaale ja informatsiooni kiibil talletatud informatsiooni kohta. Kuna passiivsetel kiipidel puudub aku, on selle hind ka odavam ning potentsiaalselt on sellel ka piiramatult eluiga, kuid kuna tegemist on kiibiga millel puudub toiteallikas, on see ühtlasi kõige ebatäpsem variant oma andme jagamise tulemlikkuse poolest.. (Darcy, Pupunwiwat, & Stantic)RFID puhul on hinnaklass väga varieeruv. Hinnad algavad 2 USD sendist ühe kiibi kohta, kuni 50 USD-ni kiibi kohta. RFID kiibid on kas taaskasutatavad või

ühikordselt kasutatavad ning sellest tulenevalt on see neil üks peamiseid hinnavaht määravaid tegureid. Kiibid, mis on taaskasutatavad on kõrgema hinnaga ning vajavad konfidentsiaalse informatsiooni puhastamist. (Khan, Azim, & Mazoor, 2020)

Üheks laialdaseks takistuseks peetakse RFID puhul selle turvalisust, kuna tegemist on kiibiga, mis kogub andmeid ja on jälgitav. Seetõttu on sellega võimalik väärkasutada osapoolte privaatsust, olenevalt informatsioonist ja tegevusvaldkonnast. Ühelt poolt, kuna tegemist on arvuti poolt kontrollitava süsteemiga, on sellele võimalik kolmandatel osapooltel ligi pääseda ning väärkasutada antud tehnoloogiat tarneahela osapoolte vastu. Teisalt on ka tarbija informatsioon ohus, kui RFID infrastruktuuril puudub piisav infotehnoloogiline kaitse sissetungijate vastu. (Darcy, Pupunwiwat, & Stantic) Saksamaal läbiviidud e-kaubanduse privaatsusuuringust peegeldus laialdasemalt umbusk ning 73% 129-st tarbijast sooviks RFID kiipide eemaldamist kauba ostmisel, kuna RFID kiibid võivad sisaldada informatsiooni, mis võivad seada ohtu eraisiku privaatsuse. Suureks probleemiks on potentsiaalne kolmandate osapoolte sekkumine inimese tegevuse jälgimisse ning asukohale. Samuti toodi tarbijate poolt uuringus välja kontseptsioon, et RFID viiks inimese jälgitavuse füüsilisele tasandile, mis oleks senisest virtuaal-jälgitavusest samm edasi. (Berendt, Günther, & Spiekermann, 2005) Lisaks teadvustatud jälitamismõimalustele on RFID puhul ohuks tarbijatele ka varjatud jälitustegevus. Varjatud jälitustegevuse vastu on võimalik järgmised võimalused (Elmer, Alar, & Tammet, 2008):

1. Mittevajalike RFID kiipide deaktiveerimine või äärmisemal juhul hävitamine poes vahetult; enne lõpptarbijani jõudmist.
2. RFID kiipidel oleva informatsiooni krüpteerimine tagades piiratuma või võimatu ligipääsu kolmandatele osapooltele;
3. RFID kiibi ja signaali füüsiline takistamine, kasutades fooliummaterjali või mettallehte.

Austraalia Griffith Ülikooli läbiviidud vaatluses uuriti kolme peamist põhjust, mis takistavad RFID laialdast integreerimist, sealhulgas turvalisus, privaatsus ja ebatäpsed andmed. Süvitsi uuriti ka andme karakteristikuid, millest tuvastati, et andmed sisaldavad suurel skaalal andmekogumist ning seetõttu esineb andmete anomaaliaid. Andmete ebatäpsusele on läbi aastate loodud erinevaid lahendusi füüsilisel ja tarkvara tasandil. (Darcy, Pupunwiwat, & Stantic)

## **RFID rakendamise infrastruktuuri nõudlikkus**

Praktikas on üheks suureks takistuseks iga firma süsteemi omapära ning sellele RFID süsteemi kohandamine. Oluline on tuvastada, kui palju on vaja RFID lugejaid, mis tüüpi need lugejad olema peaksid, mis tüüpi kiipe on vaja ning kuhu RFID lugejad paigutada nii, et nad oleksid ühenduses teiste sensorite ning olemasolevate mehhanismidega (näiteks konveierliini juhtpult jms.) Raamatupoe näitel, kui oleks vaja jälgida suures raamatupoes haruldasemaid raamatuid, siis tõenäoliselt kõige kergem lahendus oleks kinnitada lugeja iga raamaturiuli külge, et see tuvastaks haruldasi raamatuid enda raadiuses. Kuid lugejate arv selle disaini jaoks ning keeruline infrastruktuur antud pealtnäha lihtsa lahenduse taga võib osutada majanduslikult ebaratsionaalseks. Alternatiivselt oleks võimalik asetada lugejad raamaturiulite vahede otstes, kus raamatu asukoht on määratud teatud kindlasse vahemikku ruumis ning raamatu asukoht on selle järgi võimalik tuvastada, kust väravast viimati raamat väljus või sisenes. (Chawathe, Krishnamurthy, Ramachandran, & Sarma, 2004)

Teise näitena, kui RFID süsteemi rakendada jaotusterminalis, kuhu saabuvad alustel saadetised tootmisettevõtelt, kus pakitakse alused lahti ning komplekteeritakse ümber teistele alustele vastavalt kliendi tellimusele, oleks vajalik kasutada lugejat, mis suudaks lugeda mitut kiipi korraga, nii aluseid endeid, kui ka alusel olevaid kaste. Samuti oleks oluline selle süsteemi puhul teada, millal ühe aluse lugemine on lõpetatud ning millal järgneva aluse lugemine algab. Sellise süsteemi lahendus nõuaks enda kõrvale ka lisaks optilist lugejat, mis suudaks tuvastada mingi objekti liikumist läbi sensori, mis loendaks aluste koguseid. Lisaks riistvara muutusele nõuaks RFID, nagu ka iga teine elektrooniline süsteem, tarkvara poolseid uuendusi, kuid positiivsema poole pealt, ei nõua tarkvara muutused suurt tööjõudu ning struktuurilisi muutusi tarneahelas. Tänu tarkvarauuenduste lihtsusele, on võimalik läbi viia süsteemis uuendusi ning võimaldab uuendatud äriprotsesse lisada RFID infrastruktuuri. (Chawathe, Krishnamurthy, Ramachandran, & Sarma, 2004)

### **1.3 RFID rakendused mujal maailmas**

RFID kasutusele võtmise soodustavateks teguriteks peetakse tarbijapõhist survet või organisatsioonipõhist survet. Organisatsioonipõhine surve hõlmab tarneahela partnerite vahel kokkuleppeid, usaldust, koostööd ning ühist pingutust tarneahela läbipaistvuse ning informatsioonivoo nimel. (viidatud Jacoby 2010, Chanchaichujit, Balasubramanian, & Charmaine,

2020 vahendusel).Organisatsioonipõhised muutused sisaldavad endas kulude vähendamist, inventari andmete lahknevuse vähendamist ning võimet saada vajalikke andmeid analüüsi jaoks. Kõik eeltoodud faktorid keskenduvad RFID süsteemi rakendamisele ning selle kasumlikkusele. (Chanchaichujit, Balasubramanian, & Charmaine, 2020)

Tarbijapõhine surve tekitab nõudlust paremale toote kvaliteedile ning turvalisusele. Seetõttu on vajadus täpsele kauba jälgimissüsteemile ning tarbijale informatsiooni jagamisele õigeaegselt. Tarbijapõhine surve keskendub sellele, kuidas loodud süsteem aitab klientide nõudmistest kinni pidada ja neid täita. RFID antud kontekstis on oluline faktor tagamaks tarneahela jälgitavuse ning toetamiseks ettevõtte võimekust tugevdada klientidega suhteid. (Chanchaichujit, Balasubramanian, & Charmaine, 2020)

RFID tehnoloogiliste võimekuse tõttu on see leidnud lisaks logistikasektorile leidnud ka rakendust mujal valdkondades, asendades argiseid tegevusi, muutes süsteeme automaatseks ning pakkudes jälgimisvõimalust. Näiteks on lennujaamades süsteemid, kus kohvrite külge paigaldatakse RFID kiip, mis võimaldab kohvri asukohta jälgida. Samuti on ka mitmetes erinevates riikides koduloomad kiibistatud RFID kiibiga juhuks, kui koduloom peaks ära kaduma. Lisaks on kasutatud ka mitmete riikiide poolt tollisüsteemis RFID-d, mis võimaldab autojuhtidel sõita läbi erinevate teelõikude ilma, et peaks tee ületamise maksmiseks auto seisma jätma ja maksta. (Darcy, Pupunwiwat, & Stantic)

Alates 90-ndatest hakati RFID-d rakendama inimeste igapäeva elus. Hea näide sellest on RFID turvatud piirkondade uste jaoks loodud võtmekaardid turvalisuse tõstmiseks erinevates paikades. (Chawathe, Krishnamurthy, Ramachandran, & Sarma, 2004) Aastatest 2000 ja edasi on RFID saanud suuremas osas rakendust kaubandussektoris ja logistikas, milles üheks eestvedajaks peetakse Walmart-i.

## **Walmart**

Walmarti peetakse üheks esimeseks ettevõtteks maailmas, kes RFID tehnoloogia laialdasemalt kasutusele võttis ning antud tehnoloogiat suuresti populariseeris. Juba aastal 2003 sõlmis Walmart enda 100 peamise tarnijaga lepingu, et kõik alused ning kastid, mis välja saadetakse, omaksid enda küljes RFID kiipi. Lisaks alustele ning kastidele, kiibistasid Walmart-i tarnepartnerid ka kallimaid elektroonikatooted nagu näiteks televiisorid ning muusikakeskused. (Moore, 2019)

Walmarti poolt RFID süsteemides nähtud potentsiaal tekkis probleemist, et klientide rahulolu on kahanenud ebatäpsete kaubakoguste ning vigade tõttu nende tarnesüsteemides. Seetõttu nägi Walmart lahendust parema tarneahela läbipaistvuse näol ning lootsid, et RFID lahendab antud probleemi. (Moore, 2019)

Kuna tegemist oli uue tehnoloogiaga kõikide osapoolte jaoks, siis tekkisid ka antud tehnoloogia rakendamisel ette mõningad takistused: RFID kiipide ostukulu, arvestatav loetavuse tõenäosus, ebaefektiivsed kiibi liimisüsteemid ning RFID kiibi hind. Kuna antud süsteem oli kõigile tarneahelas uus, siis esimese asjana tekkis murekohaks see, et kes vastutav kiipide ostu eest. Lisaks kiipide ostule oli probleemiks ka ühe kiibi hind sellel ajal 0.5 USD kuni 0.7 USD. Hetkel on keskmine kiibi hinnavahe vahemik 0.08 USD – 0.15 USD. Samuti oli probleemiks, kiipide loetavuse täpsus. Hea näitena sellest tekkis paljudes Walmarti poodides probleem kauba vastuvõtul, et näiteks vedelikud ning metallesemed segasid RFID signaali ning kaupa seetõttu inventari ei registreeritud. Tänapäevaks on see probleem lahendatud erinevate RFID tootmistehnoloogiate abil, kus keskmine lugemistäpsus ulatub 98-100% vahele ning varieeruvus tuleneb sellest, kuidas kaup on ladustatud alusel, mis tüüpi ese on kiibistatud ning millist RFID infrastruktuuri kasutatakse. (Moore, 2019)

Mis on RFID tehnoloogia kasutuselevõtu juures kõige positiivsem on see, et tänu sellele, et suurfirmad nagu Walmart, Tesco ja Target hakkasid kasutama RFID tehnoloogiat juba pea 20 aastat tagasi läbi kogu oma tarneahela, on kiipide hinnad, täpsus ning tehnoloogia arenenud tänapäevaks laialdasele maailmale kuluefektiivseks ning kättesaadavaks tehnoloogiaks. (Moore, 2019)

## **Gillette**

2000. aastate algust peetakse üheks RFID tehnoloogia populariseerimise perioodiks ning lisaks suurematele kaubanduskettidele, nagu eelnevalt ka mainitud, hakkas RFID potentsiaali katsetama ka maailmakuulus raseerimisterade ning hügieenitarvete tootja Gillette.

2003 aastal tellis Gillette 500 miljonit elektroonilist toote koodi (EPC) Alien Technology firmalt, mida ühtlasi peeti selle aja kõige suuremaks RFID tellimuseks. Olles firma, kes on tegutsenud üle 100 aasta, on senini nende otsused toimunud alati läbi varasema kogemuse ning õpitud ka teiste vigadest, kuid kuna sellist asja nii suurel skaalal ei oldud varem tehtud, võttis Gillette riski ning ainsaks abiks oli antud tehnoloogia rakendamisel spekulatsioonid. Algselt sildistati RFID

kiipidega kõik naiste raseerimistoodete karbid ning alused, hiljem hakati sildistama individuaalseid pakendeid. (Roberti, 2004)

Gillette RFID süsteemi ülesehitus oli järgnev: (Roberti, 2004)

1. Peale raseerimisterade pakendamist kastidesse, paigutatakse igale kastile RFID kiip;
2. EPC number on kirjutatud igale kiibile;
3. Kastid ladustatakse alustele nii, et kiibid asetsevad visuaalselt väljaspool alust, et seda oleks kergem lugeda ning esineks vähesema tõenäosusega anomaaliaid;
4. Aluseid loetakse automaatselt, kui need liiguvad pakendamise alalt jaotuskeskusesse;
5. Jaotuskeskuses jaotatakse aluste pealt kastid edasi vastavalt tellimustele;
6. Kõik tellimused ja vastavad kogused kontrollitakse, kui kahveltõstuk viib kaubaalused laadimisalale;
7. Lugejad kaubalaadimise estakaadil kinnitavad, et kõik alused on viidud õigesse jaotusveo autosse.

Soov läbi viia innovaatiline muutus tuli ka Gillette puhul probleemist, mis tekkis suure volüümi tõttu, kus jaeklientideni ei jõudnud õigeks ajaks õiges koguses kaupa, mistõttu jäi suur osa müügist tegemata lettide tühjuse tõttu. Teadagi ei ole antud probleem unikaalne Gillette-le, vaid on ka laialdases pildis aktuaalne probleem, kus iga aasta miljardeid dollareid kasumit läheb kaduma põhjusega, et kaup ei ole õigel ajal, õiges koguses, õiges kohas.

## 2. METOODIKA

### 2.1 Sissejuhatus Eesti firmade uuringule

Firmade perspektiivi RFID-le on ka varem uuritud maailmas ning ühe hea näitena saab tuua välja Bardaki *et al.* uuringu “RFID teenuste juurutamine jaemüügi tarneahelas: õppetunnid asjade interneti suunas” (Bardaki, Kourouthanassis, & Pramadari, 2012)

RFID süsteemi nõuetekohane vastuvõtt toob endaga kaasa palju positiivseid muutuseid alates kaupade jälgimisest ning tarneahela protsesside ühtlustamisest, lõpetades kliendi rahulolu tõstmisega. Paraku on sellel teel endiselt takistuseks organisatsioonide poolne vähene toetus ja potentsiaali arusaam ning RFID tehnoloogiate realiseerimine. (Bardaki, Kourouthanassis, & Pramadari, 2012)

Et saada paremat ülevaadet jaemüüjate seisukohast, viisid Bardaki *et al.* läbi intervjuud valitud RFID tehnoloogiat kasutavate ettevõtetega. Kõik uuringus osalenud osapooled on varasemalt oma töös kokku puutunud igapäevaselt RFID süsteemiga ja selle kasutamisega ning omavad operatiivsel tasandil kogemust. Sihtgrupiks oli valitud supermarketi kettide IT juhid, toote hankejuhid, poe juhatajad ning kaubanduse turundusjuhid. Ühise arvamusena töid kõik osapooled välja, et üks võtme eeliseid RFID teenusel on parem tarneahela läbipaistvus, lihtsustatum kampaaniate haldamine, kauba lettidelt otsa saamise vähendamine ning reklaami tulemuslikkuse hindamine mille kõige tagatipuks oli tulemusena tõusnud tarbija rahulolu. (Bardaki, Kourouthanassis, & Pramadari, 2012)

RFID teenusesse investeerimisel plaaniti, et antud tehnoloogia kahandab operatiivseid kulusid 20 töötunni võrra inimese kohta nädalas, mis senini oli kulutatud kampaania ning varude värskendamise kontrollimisele. Selle puhul toodi välja oluline asjaolu, et tegelikkuses on kulude kokkuhoid veelgi suurem, kui antud süsteemi vaadata kogu firma või ahela tasandil mitte ühe poe tasandil. (Bardaki, Kourouthanassis, & Pramadari, 2012)

Suure väljakutsena toodi välja uuringus RFID maksumus selle süsteemi kasutuselevõtmisel. Antud süsteemi õigustamiseks on vaja teha hulgaliselt kaalutlusi hinna koha pealt, et kas kasvanud kulud on võimalik kuidagi ajapikku suunata tarbijate koormuseks ning milline oleks tarbijapoolne reaktsioon sellele. Peamisteks kuludeks RFID süsteemide puhul peetakse tarkvara ning riistvara



investeeringuid, püsilukulid kiipide hinna näol, töötajate treenimise kululid uuele süsteemile ning integreerimist olemasolevate süsteemidega. (Bardaki, Kourouthanassis, & Pramadari, 2012)

Lisaks kõigele eelnevale selgus uuringust, et RFID vajab siiski suurel hulgal äriprotsesside ümberkorraldusi ning muutusi olemasolevates süsteemides. Uuringus anonüümseks jäänud kaubandusketi puhul toodi välja, et tegelikkuses üritatakse samm-sammult integreerida antud tehnoloogiat, et mitte ära hirmutada operatiivtöötajaid ning selleks kasutatakse RFID-d praegusel hetkel ainult olemasolevate ülesannete automatiseerimiseks, mitte olemasolevate äriprotsesside muutmiseks. Vastupidiselt kardetule, selgus ka, et tegelikkuses võtsid RFID-ga kokkupuutuvad osapooled antud tehnoloogia suure himuga vastu ning kujunes uskumus, et RFID tehnoloogia aitab hoida kokku aega ning vähendada igapäeva tegevuses tekkivaid vigu. (Bardaki, Kourouthanassis, & Pramadari, 2012)

## **2.2 Uurimisprobleem ja eesmärk**

Tänapäeval laialdaselt kasutusel olevad skaneerimist vajavad koodid on pikalt arendatud tehnoloogia, kuid on jõudmas platoon, kus sellest järgmine potentsiaalne samm oleks RFID tehnoloogia kasutamine. RFID kasutamine aitaks potentsiaalselt viia tehnoloogia arengu edasi täielikule automatiseeritusele, kus kaup ei vaja süsteemidesse eraldi sisestamist. Samuti on RFID-l hulgaliselt lisandväärtust pakkuvaid omadusi mitmetele ettevõtetele protsesside automatiseerimise koha pealt, kuid ettevõtete hulk, kes RFID lahendusi kasutab on väike.

Eestis puudub hea ülevaade laosüsteeme omavate ettevõtete RFID implementeerimist võimaldavatest eeldustest ning peamistest takistustest, seoses tarneahela protsesside automatiseerimise järgmise taseme saavutamiseiga. Samuti puudub laialdane avalik informatsioon sellest, millised ettevõtted kasutavad RFID süsteemi ning milliste ettevõtete puhul oleks mõistlik antud lahendust kasutada. Ühtlasi on autoril isiklik varasem kogemus hetke süsteemide ebaefektiivsusega, triipkoodide lugemine laosüsteemides osutus ettevõttele aja ja ressursikulukaks protsessiks. Probleem sai alguse olukorrast, kus kaup saatev ettevõtte oli printinud kastidele triipkoodid välja korduvalt väiksemal suurusel, kui vastuvõtva ettevõtte triipkoodi lugejad seda lugeda suutsid. Sellest tulenevalt mõningad normaalsuuruses triipkoodid oli võimalik lugejaga vahelduva eduga ära lugeda, kuid suuremas osas oli vaja triipkoodid käsitsi paberile kirjutada ja

sealt edasi arvutisüsteemi sisestada. Mis tegi olukorra lisaks keeruliseks, oli asjaolu, et alustel olevad triipkoodid ei olnud eelnevas laos komplekteeritud nii, et kaupa vastu võttev ettevõtte näeks triipkoode visuaalselt ning ei peaks kaste ümber hakkama tõstma teistele alustele, et neid skaneerida. Olles tutvunud varasemalt RFID võimekusega ning selle tehnoloogilise potentsiaaliga, jõudis autor järeldusele, et RFID tehnoloogial oleks reaalne potentsiaal lahendada ladudes kauba vastuvõtu süsteem, muutes selle olulisel määral automatiseerituks.

Uuringu eesmärgiks on analüüsida Eesti laosüsteeme omavaid ettevõtteid, RFID teenust kasutavaid ning RFID teenust pakkuvaid ettevõtteid ja nende hoiakuid seoses RFID potentsiaalsete rakendusprojektidega ning tajutavaid praktilisi takistusi ja peamiseid investeeringuid soodustavaid tegureid. Sellest tulenevalt soovib autor saada ülevaate erinevate suurustega Eesti ettevõtetest, nende süsteemidest, tuleviku suundadest ning nende hetkesest toimimisest, et saada uuringus osalejate käest võimalikult laialdast informatsiooni.

## **2.3 Uurimismeetod**

Uurimismeetodiks valis autor kvalitatiivse uurimismeetodi ning selle raames viis läbi semistruktureeritud süvaintervjuud. Kvalitatiivse uurimismeetodi eeliseks antud uuringu puhul on tulemuste mitmekesisus, detailsed selgitused ja põhjalikumad arvamused, mis aitavad anda parema ülevaate turuolukorrast, tehnoloogiate potentsiaalset ning reaalsest Eesti ettevõtete võimekusest. Gibbs (2007) sõnul kvalitatiivse uuringu läbiviijad informatsiooni poolest on huvitatud kogemustest, ideedest ja kontseptsioonidest. Samuti kvalitatiivse uuringu läbiviijad ise on ka oluline osa uuringu edukast protsessist ja tulemusest tulenevalt nende kogemusest valdkonnas.

Küsimuste koostamisel oli autori peamiseks eesmärgiks saada läbi neutraalselt püstitatud küsimuste võimalikult ausat, täpset ning ettevõtte reaalselt olukorda peegeldavat informatsiooni.

Küsimustikud olid vastavalt firma tegevusalale erinevad, tulenevalt tingimusest, et turuolukorra uurimisel ei ole võimalik esitada RFID teenusepakkujatele samu küsimusi, mida esitada ettevõtetele, kes ei ole siiani RFID-ga kokku puutunud. Samuti RFID-d kasutavad ettevõtted said eraldi küsimustiku, eesmärgiga saada informatsiooni selle kohta, kuidas nende ettevõtete kogemusel RFID lahendus senini on toiminud ning mis on selle tehnoloogia tegelik potentsiaal praktikas. Kvalitatiivse analüüsi puhul keskendutakse inimestele, kontekstile ning tähendustele.

Sellest tulenevalt on võimalik uuringu protsessi analoogselt läbi viia, kuid tõelist identset replikatsiooni on võimatu teostada, kuna inimesed, kontekst ning tähendused on pidevas muutuses. (Weaver-Hightower, 2019)

## 2.4 Valim

Autor võttis uuringu valimi aluseks erineva suurusega Eesti ettevõtted logistika- ja tootmisettevõtted, ning RFID teenust pakkuva ettevõtte. Uuringu eesmärgiks oli saada infot Eesti ettevõtete automatiseerituse turuolukorrast, tuleviku suundadest ning RFID lahenduse potentsiaalset Eesti ettevõtete süsteemidele.

Valimi määramisel oli eesmärgiks saada võimalik laialdane, täiuslik informatsioon tegelikust turuolukorrast kõikidelt osapooltelt. Autor kontakteerus 10 ettevõttega, kellest 6 võtsid uuringust osa. Uuringus osalesid 6 ettevõtet ja nende esindajat:

1. **Logistika Pluss.** Põhisektoriks on tööstuslogistika, kus klientideks on tööstusettevõtted, kellele pakutakse laoteenuseid, tootmisteenuseid ja veoteenuseid. Samuti pakub Logistikapluss klientidele üle Eesti tolli-, veo- ja kesklaoteenust ja jaotuslogistikat üle kogu Eesti. Intervjueerimisperiodil ettevõtte 2021 aasta I kvartali käive oli 1 909 825€ ning ettevõttes oli 155 töötajat. Ettevõtet esindas tarneahela juht Rein Roosmäe.
2. **Interaltus.** Interaltus on aastal 1994 asustatud toidu- ja esmatarbekaupade müügi, distributsiooni- ning turundusettevõtte. (Interaltus, 2021). Intervjueerimisperiodil ettevõtte 2021 aasta I kvartali käive oli 3 419 179€ ning ettevõttes oli 41 töötajat. Ettevõtet esindas logistikajuht Jüri Tambla.
3. **Via 3L.** Via 3L on Eesti üks suurimaid logistikaettevõtteid, kelle põhitegevuste hulka kuulub lepingulogistika (3PL) teenuse osutamine. Intervjueerimisperiodil oli ettevõtte 2021 aasta I kvartali käive 10 343 090€ ning ettevõttes oli 207 töötajat. Ettevõtet esindas logistikajuht Ivari Haltunen.
4. **Magnetic MRO.** Magnetic MRO on kommertslennumite tehnilise hoolduse ja varahalduse eest vastutav ettevõtte, mis on tegutsenud 20 aastat. Ettevõtte tegevusvaldkonnaks on lennukidetailide remont, hooldus, lennukite värvimine ning mootoritööd. Intervjueerimisperiodil ettevõtte 2021 aasta I kvartali käive oli 18 211 430€ ning ettevõttes oli 388 töötajat. Ettevõtet esindas tarneahela juht Kaarle Karp.

5. **IDsys.** IDsys on Eestis RFID lahendusi ning süsteeme pakkuv ettevõtte 2009 aastast alates. IDsys pakub RFID lahendustel põhinevat riistvara, tarkvara, vara jälgimist, tootmise jälgimist, tööriistade jälgimist ja hulgaliselt muid automaatlahendusi erinevate majandussektorite klientidele. Intervjuerimisperiodil ettevõtte 2021 aasta I kvartali käive oli 37 029€. Ettevõtet esindas Anton Mesila, kes on ettevõtte turundusjuht.
6. **Extery.** Extery on linnamööbli disaini, tootmise ja müügiga tegelev Eesti ettevõtte. Extery toodab linnaruumidesse pargipinke, prügikaste, rattahoidjaid ning hulgaliselt muid linnaelemente. Ettevõtte fookuseks on pikaajalisus, funktsionaalsus ja esteetika, mille tulemuseks on linnaruum, kus inimestel on hea liigelda, mugav ratast parkida ja koht kuhu prügi visata. (Extery, 2021) Intervjuerimisperiodil oli ettevõtte 2021 aasta I kvartali käive 148 151€ ning ettevõttes oli 7 töötajat. Ettevõtet esindas arendus- ning tootmisjuht Argo Härm.

Käesolevas töös on info anonüümsuse eesmärgil intervjuus osalenud ettevõtete nimed kodeeritud (edasi Ettevõtte 1, ... , Ettevõtte 6). Igast ettevõttest valis autor uuringusse osalema antud valdkonnale kõige sobivama esindaja. Logistika ning tootmisettevõtete puhul tarneahela juht/logistika juht või tootmisjuht ning RFID teenust pakkuva ettevõtte puhul ettevõtte turundusjuhi. Kõikide osapooltega kontakteerus autor e-posti teel, kus autor tutvustas uuringu olemust, eesmärki ning sihtettevõtte panuse olulisust antud uuringu tulemuslikkusele. Intervjuud viis autor läbi Skype keskkonnas ning intervjuude kestus jäi 25-60 minuti vahele.

### 3. UURINGU TULEMUSED

Käesolevas peatükis annab autor ülevaate olulisematest uurimisküsimustest saadud tulemused ning Eesti ettevõtete arvamused antud tehnoloogiale. Uurimisküsimuste ja intervjuude tulemused on koondatud järgmisteks põhiteemadeks:

- Riskid ja takistused RFID tehnoloogia kasutuselevõtul Eesti ettevõtete kontekstis;
- RFID tehnoloogia tulevikupotentsiaal ja võimekus Eesti ettevõtete näol;
- RFID tehnoloogia rakendamist soodustavad tegurid;
- Eesti ettevõtete suunitlus automatiseerimisel.

Tulemuste analüüsiks kasutas autor kvalitatiivset analüüsi ning kirjelduste illustreerimiseks on tekstile lisatud intervjuueeritavate tsitaadid.

#### 3.1 Riskid ja takistused RFID tehnoloogia kasutuselevõtul Eesti ettevõtete kontekstis

Uuringus osalenud ettevõtte 1 hinnangul on suurte mahtude puhul 99%-line statistiline RFID täpsus ebapiisav, et sellega elimineerida tööjõu vajadus. „*Kui päevas sisse tuua tuhat alust ja see on omakorda 10 000 kasti, siis 99% ei taga täpsust.*“

Ettevõtte 1 tõi välja ka asjaolu, et praegune süsteem on näidanud, et kiiremini arenenud ettevõtted Eestis kasutavad enda tarneahelas EAN-158 süsteemi, mis võimaldab ühte triipkoodi skaneerides saada kogu alusel oleva info kõikide toodete kohta ning lisab selle automaatselt süsteemi. Kuigi ei ole tegu täisautomaatikaga, siis tegelikkuses vähendab see tehtavat manuaalset töömahtu oluliselt, kuna inimene ei pea ise füüsiliselt igat kasti eraldi süsteemi skaneerima. Eestis on ettevõtte esindaja andmetel ligi 70% suurematest hankijatest antud võimekus juba olemas. Antud asjaolu viitab ka sellele, et tegelikkuses suurettevõtete kauba vastuvõtu süsteem ei ole täielikult manuaalne ning ressursi ja ajakulule on rõhku pandud kättesaadavate lahenduste abil.

RFID populaarsuse koha pealt on intervjuude põhjal RFID tehnoloogia oluliseks probleemiks vähene populaarsus ning tarneahelates puuduvad partnerid, kes antud tehnoloogiaga abi ja infot oskaks jagada. Ettevõtte 1 sõnul, isegi kui RFID skaneerivad väravad ja süsteemid lattu paigaldada, siis tõenäoliselt 80% sissetulevast kaubast ei oleks selle tehnoloogiaga kooskõlas ning

neil puuduks skaneerimis valmidus. Seetõttu on RFID tehnoloogia kasutamisel üks suur eeldus, et kõik lülid tarneahelas kasutaksid ühtset RFID süsteemi ning omaksid vastavat tehnoloogiat seda tüüpi kauba käsitlemiseks. Antud väide sai ka teooria osas kinnitust, kus 2000. aastate alguses Ameerika suured kaubandusketid Walmart ja Target hakkasid mitte ainult enda firma kontekstis vaid kogu tarneahelas viima läbi RFID valmiduseks muutuseid nii, et kõik osapooled tarneahelas saaksid antud tehnoloogiat kasutada ning kauba- ja infovoog muutuks sujuvamaks. Ettevõtte 1 lisas veel, et suureks probleemiks ongi süsteemi rakendamisel väikeettevõtted, kes ei tule selle tehnoloogiaga erinevatel põhjustel kaasa. Ühes laos on tootjaid, kes kaupu sisse toovad sadu ning kui eduka RFID rakendamise puhul suudab tehnoloogiaga kaasa tulla 50 tootjat ja ülejäänud 50 ei tule, siis jätab see ikkagi probleemi õhku, kas see ikkagi on mõistlik.

Ettevõtte 2 tõi välja murekohaks ja takistuseks RFID puhul tolliprotseduuride toimimise RFID tehnoloogiaga. Kuna tollis on vaja esitada täpseid andmeid kauba kohta, et määrata makse vastavalt näiteks nende ettevõtte poolt tarnitavate kaupade puhul suhkrusisaldus või kuivainemassid, siis RFID tehnoloogiat rakendades oleks vaja igasse tollipunkti paigaldada samuti RFID lugemisvalmidusega süsteemid. Ettevõtte esindaja sõnul on tollipunktidesse RFID infrastruktuuri rajamine poliitiliselt ja finantsiliselt märksa keerukam, kui näiteks mõnele väikeettevõttele oma tarneahelas RFID võimaluste tagamine. Suure tõenäosusega tekib küsimus rahastamise koha pealt, kes seda süsteemi rahastaks, kuidas jaotuks vastutus ja kas riigid on üldse selle lahendusega nõus. Hetkene tollisüsteem toimib tollikoodide alusel, millele vastavalt määratakse tollis kaupadele maksud ning üldjoontes tasub ettevõtte maksud ära enne kauba lattu jõudmist. RFID tehnoloogia aitaks tolliprotseduuridel kindlasti ettevõtetele tarneahelas oluliselt kaasa, kuna kogu info suures mahus oleks võimalik tegelikkuses RFID kiibi peale kirjutada, kuid lõpuks jõuab ikka olukord praktilise kogemuse küsimuse taha, kui tihti ja mis mahus esineb anomaaliaid ning kui kõrge on automatiseerituse tase võrreldes varasema süsteemiga.

RFID süsteemi rakendamise puhul pidas ettevõtte 3 esindaja oluliseks faktoriks kiibi hinda. Liiga suure ühikuhinna puhul on tasuvuslävi erinevate rakenduste korral tihtipeale kordades üle hetkeste manuaalsete süsteemide. Samuti selgus intervjuust, et suureks probleemiks ettevõtte esindaja sõnul on ka RFID skaneerimislahendused. Passiivsete kiipide puhul tekib ettevõtte esindaja sõnul usaldusväärsuse probleem ja oht, et midagi ei loeta sisse, loetakse topelt või loetakse vigaselt ning lisaks mõjutavad kiibi signaali levimist ka materjalid, kuhu kiip on kinnitatud, et metall ning vedelikanumad võivad oluliselt kiibi signaale segada ning tekitada nüansside tõttu lõpptulemusel anomaaliaid.

Ettevõtte 3 rõhutas suure probleemina ka RFID süsteemi loomise ja rakendamise probleemi läbi tarneahela. RFID süsteemid nõuaksid läbi kogu tarneahela iga ettevõtte puhul läbimõtlemit erinevate aspektide üle, mis materjalist on kaubad, kuhu RFID kiip kinnitatakse, kuidas näeks süsteem igas vahelaos välja ning see kõik oleks integreerimise protsessil ressursi ja aja poolest väga kulukas. Samuti nõuaks see ekstensiivseid testperioode, kus inimesed kontrollivad süsteemi toimivust, täpsust ning vajadusel lahendavad tehnilisi muresid, mis kõik nõuab kvalifitseeritud tööjõudu.

Ettevõtte 4 sõnul on RFID tehnoloogia integratsiooni puhul kõige keerulisem osa protsessist igasugune süsteemide liidestamine. Näiteks oma hetkese laosüsteemi toimimise ja tegevuste liidestamine elektroonilise tarkvaraga. Selle protsessi seadistamise puhul on ka jooksvalt oluline, et õigele tootele saaks õige kiip külge õige informatsiooniga, et mitme kauba ühe kiibi alla seadistamisel oleksid kogused paigas. Kuna kaupa tuleb lattu korraga näiteks 100 ühikut pakendatult, kuid ettevõtte hakkab sellest kogusest võtma näiteks 3-7 kaupa osasid välja, siis on oluline süsteemi kirja panna informatsioon täpselt, mis kogus algsest kogusest on maha võetud ning, et kõik kaup oleks üksikasjaliselt leitav laosüsteemidest ka tagantjärele. Kogu eelnimetatud protsess tagab kauba laosüsteemist korrektse väljakirjutamise. Ettevõttel on tarneahelas ka teisi partnereid, kes RFID tehnoloogiat kasutavad, kuid ettevõtte esindaja sõnul on süsteemis tänase päevani probleem, et kahe tarneahelas oleva ettevõtte süsteemid täielikult ei kattu. Nimetatud ettevõtte üks suuremaid partnereid saadab neile tooteid, millel on juba RFID kleebis küljes, kuid kiipidel ei ole kirjas kogu vajalik informatsioon, mis nende süsteem nõuab, et otseselt täisautomaatselt tooteid enda süsteemi sisse kanda. Seda probleemi plaanib ettevõtte peagi parandada uue tarkvara kasutuselevõttuga, mis potentsiaalselt võiks hetkesed probleemid ära lahendada, kuid ettevõtte esindaja sõnul täpne ettekujutus puudub, millised probleemid saavad sellega lahendatud ning millised uued probleemid tekkida võivad.

### **3.2 RFID tehnoloogia tulevikupotentsiaal ja võimekus Eesti ettevõtete näol**

Ettevõtte 1 tõi välja uuringus, et ladu, kus kasutatakse RFID tehnoloogiat on võimalik toodetele lisada külge kiipidega kogu tootega seonduv informatsioon alates partiinumbritest lõpetades tollikoodidega ja muu vajaliku informatsiooniga. Nende sõnul oleks RFID tehnoloogial potentsiaali taara liikumise jälgimisega ladudes. Taarale peetakse suures mahus aruandlust, kuna

taara maksab palju raha. Igapäevaselt registreeritakse, mitu korduvkasutatavat kasti, mitu EUR-alust lattu tuli ja mitu hankijale tagasi on vaja saata, mis on kõik ettevõtete jaoks manuaalne tabelitöö. Taara jälgimist on üldsüsteemina lihtsam rakendada, kuna tegemist on standardiseeritud kaupadega ning taaramaterjali kadumine ja varastamine on ettevõtete vahel oma mahu tõttu saanud suureks ja kulukaks probleemiks. RFID tehnoloogia puhul näeb ettevõtte suurimateks kasudeks tööjõukulude kokkuhoidu, kiiremat tarneahelat ja potentsiaalselt ka paremat kvaliteeti protsesside puhul. Kauba vastuvõtus veedab mingisuguse aja iga kaup kas siis suuremal või väiksemal määral ning kui RFID oma omadustega selle probleemi lahendab, siis vähendab see ka tarneaegasid.

Ettevõtte 2 hinnangul nende ettevõtte puhul oleks RFID süsteemide reaalne kasutus nende ettevõtte kontekstis aastakümnete kaugusel. Kuna tegemist on ressursinõudliku investeeringuga ning prioriteete ja süsteemide optimeerimisi on tulevikuplaanides teisigi, siis lähima kümne aasta jooksul nad oma initsiatiivil enda ettevõtte kontekstis antud lahendust reaalsena ette ei kujutaks. Sellegipoolest on oluline faktor ka lisaks sisemistele motivaatoritele ka välised mõjurid nagu näiteks tööjõu kättesaadavus ja tehnoloogia odavnemine. Kuna praegustel andmetel tööjõu puudust ei ole nende ettevõtte kontekstis pikalt olnud ning värbamisprotsessid on kiired ja efektiivsed, siis tööjõu kulud ja kättesaadavus ettevõtte esindaja hinnangul nende jaoks probleem ei ole. Tänapäevase turuolukorra ning varasema kogemuse põhjal on neil säilinud ka tuleviku suhtes optimism, et lähiajal tööjõu asendamiseks suuremat sorti investeeringuid teha vaja ei ole.

Ettevõtte 3 tõi välja, et nende automaatsüsteemidesse investeeringud on senini hõlmanud füüsilisel kujul kaubalifte, kuid enamjaolt on tehtud optimeerimisi digitaalselt IT tarkvara uuendades. Automatiseerimise ajend on tulnud üldjuhul olukordadest, kus mingi töötaja efektiivsus kannatab süsteemide aegluse või liigse manuaalsuse tõttu ning ettevõtte tegeleb selliste automatiseerimistega igapäevaselt. Hetkeste klientide tõttu, on kaubad enamjaolt ebastandardised ning seetõttu masinate ja seadmete näol laoautomatiseeritust on ettevõttel keeruline läbi viia. Näitena mure tekib kasvõi aluste suuruste erinevusest, et kui erinevad kaubad on eritüüpi alustel, siis nendele süsteem ehitada, kus masinad oskaksid ümber käia eri tüüpi alustega on riskantne ning tehnoloogia ei ole piisavalt kaugel, et rahaliselt sellist investeeringut õigustada. Ettevõtte hetkene kauba vastuvõtu süsteem on lihtsustatuna klassikaline, kus kauba autost maha laadimisel vaadatakse kaup üle ja kontrollitakse, kas kaubal on kahjustusi ning kas tellimus vastab kauba reaalsele kogusele. Seejärel vaadatakse arvutist tellimuselt ja alustelt koode ning koguste ja koodide vastavuse korral kleebitakse alusele märge peale, mida töstukijuht skaneerib, saades süsteemist informatsiooni, kuhu aadressile alus viia. Kaubalastist tehakse fotosid juhul, kui kaubal esineb visuaalseid kahjustusi. Lisa turvalisuse



tagavad väljastususte ees kaamerad ja 6 kuu kättesaadavusega videosalvestused, kust on äärmisel juhul võimalik tagantjärele vaadata, kas kaubaga juhtus laos midagi, või tuli kaup juba vigasena lattu. Tööjõu saadavus vastavate protsesside jaoks on ettevõtte sõnul üldpildis rahuldav ning kvalifitseeritud tööjõu leidmine on pigem keerulisem. Ettevõtte esindaja tõi välja, et lähitulevikus on inimtegevuste automatiseerimine ka edaspidi neil plaanis ning investeeringud masinatesse ja seadmetesse automatiseerimise eesmärgil on olulisel kohal.

*„Mida rohkem inimene vehib, seda kallim see on. Mida rohkem saab automatiseerida protsesse seda väiksemana saab ettevõtte enda kulusid hoida.“*

Ettevõtte sõnul nende tarneahelas ja klientide hulgas on ettevõtteid, kes on neist automatiseerituse poole pealt rohkem arenenud, küll osa ettevõtteid ei tegutse nendega samas valdkonnas. Mingil määral on võetud kasutusele ka erinevates protsessides ka RFID kiipsüsteeme, kuid laialdaselt nende partnerettevõtted antud süsteemi kasutusele ei ole võtnud.

Ettevõtte 3 on arvamusel, et selle kümnendi alguspoolel on automatiseerituse ja tehnoloogia arengu kohapealt probleem, et midagi uut ja huvitavat ei ole turule tulnud. Võrreldes eelmise kümnendi lõppu selle kümnendi alguspoolega, on ettevõtte sõnul hakanud automatiseerimiste puhul toimuma rohkem kopeerimist, kuivõrd millegi uue leiutamist. Kui mingi tehnoloogia või süsteem jõuab avalikkuseni, siis üsna kiiresti erinevates sektorites hakkavad ka teised ettevõtted seda tehnoloogiat kasutama. Automatiseerimise tempo koha pealt aeglustumist kindlasti märgata ei ole, kuid tempo kiirenemise kohta hetkel veel arvamust avaldada ettevõtte esindaja ei osanud. Ettevõtte 3 enda protsesside kontekstis RFID tehnoloogial suuremas mahus abi ega potentsiaali ei näe, kuna kaubad, mis ettevõtte lattu jõuavad on klientide omad ning ei kuulu neile endale. Seetõttu RFID kiibistamise soov peab tulema kliendi poolt, kes tagaks, et kiip paigaldatakse kaubale juba tehases, kust antud toode väljub ning, et kliendi kaubal oleks piisav maht tagatud, et nende ettevõtte jaoks muutuks infrastruktuuri valmiduse investeering ratsionaalseks. Kui tegemist oleks RFID-ga kui turustandardiga, siis ettevõtte paigaldaks kindlasti vastavad seadmed süsteemivalmiduse jaoks. Ettevõtte 3 tõi välja enda ettevõtte tegevusest tuleneva probleemi, et hulgalise klientide arvu tõttu on väga keeruline hakata kõikidelt nõudma RFID süsteemide valmidust ja olemasolu, olles ise tarneahelas suuruselt teistega sarnane ettevõtte. RFID süsteemi rakendamise puhul pidas ettevõtte esindaja oluliseks faktoriks kiibi hinda. Liiga suure ühikuhinna puhul on tasuvuslävi erinevate rakenduste korral tihtipeale kordades üle hetkeste manuaalsete süsteemide. Samuti selgus intervjuust, et suureks probleemiks ettevõtte esindaja sõnul on ka RFID skaneerimislahendused.

Passiivsete kiipide puhul tekib oht, et midagi ei loeta sisse, loetakse topelt või loetakse vigaselt ning lisaks mõjutavad kiibi signaali levimist ka materjalid, kuhu kiip on kinnitatud, et metall ning vedelikanumad võivad oluliselt kiibi signaale segada ning tekitada nüansside tõttu lõpptulemuses anomaaliaid.

Ettevõtte 4 näitel on RFID süsteemide toimimine kõige lihtsamini korraldatav situatsioonis, kus RFID kiip on kinnitatud tootele, mis on korduvalt kasutatav ning toode lõpptarbijani ei jõua. Näitena ettevõttes kasutatavad teisaldatavad seadmed ja tööriistad, kus seadmete külge on kinnitatud RFID kiip. Ettevõtte tõi oma laosüsteemide kontekstis olulise abistava tegurina välja RFID abiga inventuuri tegemise. Kuna RFID oma olemuselt ei vaja otsest kontakti skänneriga, on võimalik korraga saada mõne hetkega kogu piirkonna kauba kogus teada laosisest. Samuti aitab RFID ära hoida toodete ja seadmete kadumise, kuna RFID abil on võimalik leida üles, kas mingi kaup on vales riulis või on kuskile ka realselt laosisest ära kadunud. Kõige suuremat potentsiaali näeb ettevõtte esindaja RFID tehnoloogial just tööriista renditeenuste puhul erinevate firmade näitel.

Ettevõtte 4 esindaja sõnul on RFID rakenduse kaalumise puhul oluline, et antud tehnoloogia nõuab süvitsi enda ettevõtte protsesside tundmist ning teadmisi RFID potentsiaalset ja võimekusest. Ettevõtte kas kaalub RFID tehnoloogiat tõsisest huvist või tõsisest probleemist. Lihtsustatult, kui RFID kiipide lisamine toodetele tagab hilisemates ettevõtte protsessides aja- või kulusäästu siis on RFID tehnoloogial mõte olemas. Ettevõtte esindaja sõnul on oluline ka alguses lähtuda integreerimisel samm-sammult, et lahendada ära põhiprotsessides tekkivad probleemid või ootamatud vead, mis takistavad tavaprotsesside toimimist, näiteks kaupade tihe kadumine, mille leidmine nõuab tööjõukulu, sest töötajad peavad hakkama kaupa otsima ning alternatiivkuluna jääb nende enda põhitöö tegemata. Vahel piisab isegi põhiprotsesside automatiseerimisest ning täielik automatiseerimine RFID tehnoloogia abil ei pruugi isegi olla ettevõttele ratsionaalne.

Ühe ettevõtte intervjuus kajastus ka laialdasem ülevaade Eesti ettevõtete hoiakutest üldistele innovatsioonidele ning süsteemide optimeerimistele. Ettevõtte 5 poolt mainituna on Eestis hulgaliselt ettevõtteid, kes tegelikkuses saaksid ära kasutada RFID potentsiaali enda kasuks, kuid olenemata informatsiooni, tarkvara ning lahenduste olemasolust, nad seda kasutusele ei võta. Tihtipeale on ettevõtete tootmisjuhtidel ning infotehnoloogia osakonnal suur motivatsioon ja ettekujutus RFID rakendamisel, kuid juhtkonna otsustuse tagajärjel jäävad plaanid soiku ning lahendused realiseerimata. Näitena ettevõtte, kellel oli probleeme laokadudega ning ettevõtte ei suutnud tuvastada, kelle tõttu ning kuhu kaup kadunud on, said enda firmale kohandatuna 5000

eurose pakkumise seada üles nende jaoks probleemi lahendav RFID süsteem. Ettevõtte suure käibe juures oleks antud kulutus olnud väga minimaalne, kuid paraku teadmata põhjustel juhtkonna koosolekust antud lahendus edasi ei jõudnud. Ettevõtte 5 esindaja tõi välja ka olulise asjaolu, et tihtipeale on ettevõtete juhtkondadel rohkem kogemust investeeringutega seadmetesse ja masinatesse, uutesse tootmishoonetesse ja liinidesse kuivõrd süsteemide digitaliseerimise lahendustesse. Samuti tuli ka intervjuust välja probleem, et otsest kasu on näitena tootmisliini puhul nii matemaatiliselt kui ka visuaalselt kergem ettevõttel tunnetada, kui näiteks RFID lahenduste puhul, mis tihtipeale täidavad eesmärki mingite süsteemide kontrollimisel ja vigade eemaldamisel. RFID täidab ka olulist rolli ettevõtete puhul kulude kokkuhoiul ning süsteemide efektiiviseerimisel, kuid tihtipeale jääb märkamata RFID puhul selle võime tõsta kliendi poolt tuntavat kvaliteeti. Näitena meditsiiniseadmete puhul on oluline kvaliteedikontroll. Nende seadmete puhul kogused on väiksed, hinnad on kallid ning RFID juurutamine tootmisel ei oma suuremat kasutegurit, kuid RFID tagab antud süsteemi puhul, et kõik jupid oleksid õiges kohas masinaga kaasas ilma, et peaks tagantjärele puudu jäänud juppe järele saatma või tasaarveldusi tegema, mis kõik oleks tootvale ettevõttele kulukas. Ühtlasi aitab see ka ettevõtte mainekahju ära hoida ning mõne ettevõtte puhul on maine ja kvaliteedi säilitamine olulisem kui efektiivsuse tagamine süsteemides.

RFID tehnoloogia nõudluse probleem ei ole ainult Eestile omane, vaid ka teistes riikides on probleem sarnane Eestile, et RFID tehnoloogiat pakutakse, kuid otseselt suurt nõudlust ja vastuvõtlikkust ettevõtete poolt ei esine. Ettevõtte 5 sõnul klientide ootused laiemas pildis RFID-le on suured ning mõnetuhande euroga soovitakse saada toimivat innovaatilist RFID süsteemi enda firma protsesside optimeerimiseks. Ettevõtte välismaa koostööpartnerite sõnul projektide otsustamine ja vastuvõtmine venib klientide poolelt tihtipeale mitmeid aastaid.

Ettevõtte 5 andmetel üldine kliendi teadlikkus RFID süsteemide rakendamisel on kõrge ning kliente tihtipeale RFID potentsiaalidest ja võimalustest harima ei pea. Küll aga mõningate siseprotsesside puhul ettevõttes on kliendil tarvis enne RFID rakendamist lisainformatsiooni saada just teenuse pakkuja poolt, kuid üldpildis teadlikkus RFID kohta hea ning potentsiaalne klient teab, mida ta osta soovib. Sellest tulenevalt on tegelikkuses RFID tehnoloogial hulgaliselt potentsiaali ja võimekust muuta mitmeid erinevaid ettevõtte protsesse paremaks eelpool mainitud efektiiviseerimisel, lihtsustamisel ja kontrollsüsteemide parandamisel. Igal ettevõttel võib enda protsesside kontekstis esineda RFID abil lahendusi, mida esmapilgul klient ei pruugi märgata. Ettevõtte sõnul ei ole probleemiks ettevõtete finantsiline võimekus, vaid julgus ja tahe teha samm

uue süsteemi poole. Sellegipoolest on ettevõtte 5 esindaja veendunud, et turule on tulemas automatiseerivaid tehnoloogiaid pakkuvate ettevõtete näol rohkem teenusepakkujaid, hinnad lähevad konkurentsi ja mahtude tõttu odavamaks ning erinevad senini kättesaamatud tehnoloogiad muutuvad rohkemate jaoks kättesaadavamaks. Küsimärgi alla jääb ettevõtte sõnul tarbija poolt nende võimaluste vastuvõtlikkus, nõudlus ning tarbijapoolne tahe võtta kasutusele erinevaid uusi tehnoloogiaid ja seetõttu automatiseerimise tempole ettevõtte revolutsioonilist kasvu ennustada või oodata ei oska.

RFID tehnoloogial ettevõtte 6 enda süsteemide kontekstis suuremat kasutegurit või potentsiaali näha ei oska. Esimesteks takistusteks pidas esindaja asjaolu, et neile tuleb suuremas mahus toormaterjal lattu ja üldiselt kaubad on erisuuruses ning lähevad edasi töötlemisse. Töötlemisprotsess toimub aga teises asukohas ning töötlemise käigus tõenäoliselt RFID kiip saaks mingil moel kahjustada või jääks töötlemisel ette. Ka ettevõtte 5 mainis, et RFID kiibid ei kannata keerukamaid olusid ning signaali saamine kiibilt on probleemiks, kui kiip näiteks üle värvida või kui kiip kuskilt kohast kahjustada saab. Sellest tulenevalt RFID kiibisüsteemi rakendamine ettevõtte 6 näitel oleks ebapraktiline ja lisatöö, kuna tegemist on suurte detailidega ning nende praegune kaubaühikute kontroll ja süsteem on nende mahtude juures piisav. On võimalik ka järeldada, et firma olemusest tulenevalt, võib ka üldiselt nende ettevõtte tegevusvaldkonnas olla RFID rakendamine pigem tingimustelt ebasoodne tegevus. Ettevõtte esindaja samuti tõi välja, et nende jaoks hind ei olekski kõige määravam faktor RFID rakendamisel, vaid see, et kui palju abi oleks RFID tehnoloogial nende protsessidele. Ettevõtte 6 ettevõtte tegevuse mahtude juures ning kaupade olemuse tõttu RFID püsikulud isegi ei takistaks RFID rakendamist, vaid pigem jääks rakendus selle taha, et kas see neid mingil olulisemal määral ka realselt aitaks. Vaadates kaugemale tootmisest ning lähtudes tootehaldussüsteemidest, siis ettevõtte 6 näeks kaugemas tulevikus suuremat potentsiaali väiketarvikute kiibistamisel ja ehk ka mingil määral puitmaterjali kiibistamisel, kuna kiibile on võimalik panna hulgaliselt informatsiooni puitmaterjali kohta alates sellest, mis materjaliga on tegu, mis on kaal, millal tuli lattu jms. Väike- ja lisatarvikute koha pealt hetkel ei ole suudetud neil otsest lahendust välja mõelda, kuidas tulevikus koguliselt automaatselt hallata ja süsteemis täpselt registreerida ning võimalik, et korralikult süsteemi välja arendades, on võimalik RFID-l lahendada see probleem, mis selgus ka ettevõtte 4 intervjuus, et neil on suureks abiks olnud RFID-l just väiketarvikute haldamises ja jälgimises.

### 3.3 RFID tehnoloogia rakendamist soodustavad tegurid

Ettevõtte 1 arvamusel on oluliseks faktoriks tingimus, et RFID integratsioon saaks alguse tootmisest või suurtest ettevõtetest. Näitena mainis ettevõtte esindaja juba praegustes süsteemides kasutusel olevaid Bepco kaste, millega tarnitakse tihtipeale värskeid ja eritemperatuuri vajavaid tooteid ning nendel kastidel on sisse integreeritud RFID kiibid, ehk siis on juba kastide tootmisprotsessis rakendatud RFID kiipide integreerimist. Tootmisprotsessides RFID-d integreerides on eelis, et RFID kiipi annab erinevat moodi tootesse sisse integreerida ning suuremate mahtude korral aitab see vähendada kulusid kinnitumaterjali ja vastupidavuse pealt. Nagu ka teooria osas sai kajastatud, siis antud integreerimine on hea näide asjade interneti (*Internet of Things*) fenomenist, kus füüsilisele esemele antakse digitaalne identiteet.

Ettevõtte 4 tegutseb valdkonnas, kus kõik kasutatavad töövahendid ning kaup peab olema kontrollitud ning nende ettevõtte tegevuse eripära tõttu oli vaja leida sobiv süsteem. Süsteemi lahenduseks oli RFID kiipidel üles ehitatud jälgimissüsteem, mis tuvastab, kuidas seadmeid kasutatakse, millal on vaja seadmeid kalibreerida, kus kaup ja tööriistad asuvad ning kes neid vahendeid kasutab või varasemalt kasutanud on. Oluline on ära mainida, et kaup, millega ettevõtte tegutseb on väga erineva suurusega, sealhulgas on ka suures osas erinevaid väikseid detaile. Sellest tulenevalt oli ettevõttel RFID tehnoloogia kasutuselevõtu ajendiks probleem, kus töökeskkond oli nõudlik ning eesmärgiks oli luua automaatne süsteem, kus inimfaktori vead on suuremas osas põhiprotsessides elimineeritud. Ettevõtte 4 jõudis ideeni tänu USA partnerfirmale, kes oskas antud süsteemide kohapealt neile informatsiooni ning tarkvara jagada. Ettevõtte esindaja sõnul on RFID tehnoloogia kasutuselevõtul ka suureks eeliseks inimese rolli vähendamine süsteemis, mis aitab hoida kokku nii tööjõu kulusid, kui ka inimesest tekkivaid vigu. Antud ettevõtte puhul oli võimalik hoida tööjõu kulusid kokku ühe laomehe arvelt.

Ettevõtte 4 tõi välja RFID kiibi suureks eeliseks tema taaskasutatavuse võimaluse. Kuna kiipidele on võimalik erinevalt triipkoodidest lisada suuremas mahus informatsiooni ning seda ka kustutada, siis on võimalik ühte kiipi taaskasutada. Samuti on võimalik ka füüsiliselt kiipi ühe toote pealt eemaldada ning lisada see uuele tootele.

RFID tehnoloogiat ja selle rakendamist peetakse paljude ettevõtete puhul kalliks investeeringuks ilma, et seda vastavast perspektiivist ka analüüsitakse. Ettevõtte 5 tõi tüüpilise eksiarvamusena välja enda kogemusest, et paljude arvates on RFID kallis ning keeruline tehnoloogia. Antud uskumus pärineb suure tõenäosusega põhjusest, et Lääne Euroopas on RFID tehnoloogia ligi 2-3x

kallim projekti kohta, kui Eestis, kuna ettevõtte esindaja sõnul on juba tööjõud Eestis odavam võrreldes kõrgelt arenenud Euroopa riikidega. Samuti on oluline arvesse võtta ka fakti, et RFID hinnad on ajas odavamaks läinud ning see tehnoloogia on üle maailma muutunud aina enam kättesaadavamaks mitmete ettevõtete jaoks.

### **3.4 Eesti ettevõtete suunitlus automatiseerimisel**

Uuringust selgus, et mitmetes firmades on suures mahus senini tehtud investeeringuid IT tarkvarasse, selle uuendamisse ning seeläbi süsteemide automatiseerimisse. Kuna investeeringud infotehnoloogiasse tagavad üldpildis kõige laiapõhjalisemaid automatiseerimisi, siis sellest tulenevalt on see ka kõige populaarsem lahendus ettevõtete automaatsüsteemidesse investeerimisel.

Näitena, Ettevõtte 1, mis on senini veokite vastuvõtul toiminud elava järjekorra alusel, on tänaseks oma süsteemide automatiseerimisel võtnud hiljutisemaks projektis ette saabuvate veokite etteregistreerimise. Antud süsteem võimaldab päev ette registreerida ja broneerida autole veebikeskkonna kaudu laadimiseks kindel kellaaeg ja koht ning ettevõtte omalt poolt garanteerib kiire kauba maha- ja pealelaadimise. Ettevõtte sõnul aitab see optimeerida nende laadimissüsteeme, vähendada tarneaegasid ning aitab kaasa mahuplaneerimisel, kuna antud süsteem annab varakult informatsiooni ettevõttele selle kohta, millal ja kui suur hulk kaupa on järgneval päeval lattu tulemas. Selle lahenduse abil oli võimalik ettevõttel vähendada autode laadimiskiiruseid mõnekümnest minutist kuni mõne tunnini, kuna veokid ei pidanud ootamatuste tõttu järjekorras pikalt ootama.

Rääkides investeeringutest masinatesse ja seadmetesse, on iga intervjuueeritud ettevõtte puhul progress väga individuaalne. Ettevõtte 1 näitel on tehtud varasemalt mitmeid erinevaid investeeringuid robotsüsteemidesse. Näiteks, kiletamine, mis on inimesele sundasendis, korduv tegevus ning füüsiliselt nõudlik, on asendatud automaatse kiletamismasinaga. Samuti kasutab ettevõtte automaatseid aluse teiseldamise masinaid, mis võimaldab aluste kättesaamist nii, et olenemata aluste virna kõrgusest, on võimalik kätte saada kõige madalamal kohal olev alus. Intervjuueeritava sõnul: „*EUR-alus kaalub ligi 20 kilogrammi ning kui seda peab pooleteist meetri pealt vinnama, siis ei ole see füüsiliselt mõistlik ega ergonoomiline tegevus.*“

Lisaks ergonomika parandamisele, on Ettevõtte 1 võtnud oma laosüsteemides kasutusele automaatsed *drive-in* riiulid, mis võimaldavad aluste nihutamist riiuli sügavusse ilma, et inimene seda tegema peaks. Lisaks on antud süsteemi eelis ka ruumi kokkuhoid, kuna riiul on 5 alusekohta sügav, siis säästab see vahekäigu arvelt ruumi. Antud lahendus tagab küll ladustamise viimase etapi automatiseerituse, kuid algselt nõuab see inimese abi, kes tõstukiga aluse vastava riiule ette kohale viiks. Samuti eeldab antud riiulsüsteem ka teatud määral pikemat hoiustamise perioodi, ühte kindlat tootegruppi, standardiseeritud suurusi ja õiges järjekorras ladustamist, vastasel juhul on vaja aluste kättesaamiseks hakata aluseid ümber tõstma, mis on kõik aja- ja ressursikulu.

*„Täna logistikamaailmas pidevalt sortiment laieneb, kauba hoiustamist on vähem, mistõttu täna meie ettevõtetel väga head klienti sinna riiulisse panna ei ole.“*

Ettevõtte 1 tõi samuti välja, et nende jaoks on lühemas perspektiivis pigem ahvatlevam pakkumine erinevad robotsüsteemid, mis liigutaksid kaupa riiulite vahel, tõstaks kaupa riiulitelt alla, viiks aluseid väljastusplatsile ja tagasi, et igasugune laosisene kauba transport ja paigutamine oleks automatiseeritud. Nende sõnul lahendaks RFID süsteem vastuvõtu automatiseerimist, kuivõrd ülejäänud laosüsteemi automatiseerimist.

*„Kui rääkida meie laost, siis vastuvõtus töötab 5 inimest, kes võtavad skänneriga kaupa arvele. Väljastusprotsessides, kus kliendile kaup kokku komplekteeritakse on inimesi 10x rohkem.“*

Robotsüsteemide suuremaks miinuseks mainiti, et tegemist on siiski väga mahuka investeeringuga, mis ulatub miljonitesse eurodesse, kuid investeeringute tasuvus on ettevõttele selgem ja silmaga nähtavam. Näiteks on ettevõtte andmetel nende soovitud tõsturoboti maksumus ligi 250 000€ ning põhiprotsesside automatiseerimiseks piisaks neljast-viiest robotist. Täielik süsteemi automatiseerimine nende ettevõtte protsesside kontekstis ei oleks veel ratsionaalne.

Ettevõtte 2 sõnul on hetkene infovoog korraldatud läbi tarneahela e-maili vahendusel. Pikaajalise partnerlussuhte tõttu tarnijatega, on neil kujunenud ajapikku kindlad süsteemid ning kontaktisikutele eraldi lisainformatsiooni iga tellimuse puhul seletama ei pea. Kõik osapooled on täies ulatuses informeeritud tellimustest ja protsessidest ilma, et seal oleks suuremaid automaatsüsteeme vaja luua infovoogu parandamiseks. Mereveod on senini ettevõtte puhul peamiseks transpordi viisiks ning peamine info, mis on osapooltele oluline on tehastes kontaktisik, kauba kaal, kus on laadimispunkt, mis sadamas toimub laadimine. Kuna hindade osas on

varasemalt tehtud kokkulepped ning tingimused partnerite vahel eelnevalt sätestatud, siis tegelikkuses igapäevane infovoog ja tellimuste vormistamine ei ole probleemiks ning nende optimeerimisele ettevõtte rõhku ei ole pannud. Ettevõtte hetkene kauba vastuvõtu süsteem on oma automatiseerituselt võrreldav konkurentidega ning nende sõnul RFID süsteemi rakendamine ei lahendaks nende jaoks tänaseid probleeme. Küll aga nõustuti, et automatiseeritud kaubasüsteem on tuleviku mõistes nende jaoks unistus küll, kuid täna veel olud seda ei soosi ja otsene vajadus sellele samuti puudub.

Ettevõtte 4 on arvamusel, et nende ettevõtte kontekstis ja nende sektori puhul on automatiseerimine aina aktuaalsem teema ja oma konkurentsieelise võimaluste tõttu kiiresti arenev. Omades kogemust erinevate tööprotsesside digitaliseerimisel, on nende silmis automatiseerimine saanud ka tuleviku eesmärkide saavutamisel hoogu juurde, kuivõrd aeglustunud. Varasemalt on probleeme olnud, kus tehniline tugi ning teadmised on olnud infotehnoloogilise poole pealt nende jaoks ebapiisav, kuid tänase kogemuse põhjal saab järeldada, et olukord on oluliselt paranenud ning tuleviku mõttes peaks uute protsesside sisseviimine toimima loogilisemalt ja suuremate keerukusteta.

*„Täna otsime me aina rohkem võimalusi, et optimeerida ja digitaliseerida erinevaid tööloike. Fookus on suuresti automatiseerimise peal just sellepärast, et tõsta efektiivsust ja vähendada tööjõu kulusid.“*

Ettevõtte 6 näitel, ei ole suuremaid automatiseerimisi senini tehtud. Kui automatiseerimist laialdasemalt võtta, siis on tagatud baasvajadused vastavate programmide näol näiteks raamatupidamistarkvara, kuid märkimisväärseid investeeringuid automatiseerimisse ettevõtte teinud ei ole. Põhjuseid on erinevaid, kuid peamisteks põhjusteks on ettevõtte tegevuse ja kaupade eripära, ebastandardised tooted ning senini on olnud kogu süsteem nende jaoks hallatav ilma suuremate muredeta. Tootevaliku tõttu on ka laosüsteemi jälgimine senini toimunud käsitsi. Ettevõtte esindaja sõnul on nende ettevõtte nii tänaseni, kui ka oma tulevikuplaanides suunitletud pigem toodete kvaliteedile, kuivõrd tarneahela optimeerimisele ja automatiseerimistele. Sellegipoolest on oluline aspekt ettevõtte jaoks tulevikus IT tarkvara abil müügi ja tööprotsesside organiseerimise parandamine. Kuna nende ettevõtte tegevusvaldkonna puhul hea toode ning personaalne lähenemine kliendile on taganud neile konkurentsieelise, siis tulevane fookus on ka plaanitud just nende aspektide täiendamiseks ja paremaks muutmisel.



### 3.5 Analüüs

Uuringus osalenud viiel ettevõttel oli toimiv laosüsteem ning kõigil oli süsteem lahendatud teistest intervjueritavatest ettevõtetest erinevalt. Erinevused tulenesid laiemas pildis ettevõtte arengutasemest ja suuruselt ning klientide olemusest. Antud intervjuude tulemusena selgus murekohtadeks ühise joonena uuritavate ettevõtete näol RFID infrastruktuuri kui ka kiibi enda hind, anomaaliade esinemine, tehnoloogia vähene populaarsus riigis ja standardiseeritud toodete nõue. Intervjuude tulemusena, tuli intervjueritavalt ettevõtelt mitmeid erinevaid ettepanekuid, ideid, suunitlusi ning omapoolseid nägemusi süsteemi toimimapanekul.

Üldisemas pildis oli takistuste ning riskide kohapealt kattuvusi mitmeid. Esmalt leidsid kõik ettevõtted ühiselt, et RFID süsteemid lähtuksid rakendamise otsusel samadest printsiipidest, mille järgi lähtuvad ka kõik teised investeeringud ning selleks on majanduslik ratsionaalsus. Kui olud ei sunni või kuluefektiivsust antud süsteem ettevõttele ei taga, siis rakendusel puudub vajadus. Varasema uurimise tulemusena oli nii ettevõtte 1, kui ka ettevõtte 3 jõudnud järeldusele, et RFID andmete anomaaliad on tänase päevani probleemiks nende kogemusel. Samuti toodi välja ettevõtte 1, 2, 3 ja 5 poolt välja, et logistikas on tänapäeval kulude kokkuhoid saanud oluliseks probleemiks ja faktoriks, millele firmad rõhku panevad. Ekstreemsemate näidetena väiksemad kliendid vahel kaaluvad isegi kaupa mitte saatma EUR alustel, ning vahel on saadetud kaupa isegi lahtisena, kuna seeläbi on võimalik saadmiskulusid kokku hoida ettevõttele. Ettevõtte 1, 2,3 ja 6 töid ühiselt välja kuluprobleemina RFID puhul transpordikulude suurenemise. Ettevõtte 1 esitas transpordikuludega võrdluse, kui laias laastus võib kogu koorma kiibistamine minna maksma 200 eurot eeldusel, et kiibi hind on 10 senti, siis see teeks hinnavõrdlusena sama välja, mis kaubavedu Läti piirilt Tallinnasse ning kulude akumulatsioonides osutub see väga kalliks püsikuluks ettevõtete jaoks.

Ettevõtte 1, 2 ja 3 töid olulise murekohana välja RFID rakendamise keerukuse läbi kogu tarneahela. Intervjueritud ettevõtete sõnul suure tõenäosusega osa tarneahelas olevatel ettevõtetel puudub soov RFID süsteemi investeerida ning teisalt väikeettevõtetel tarneahelas puudub tihtipeale ressursid antud investeeringu jaoks. Intervjuerimise käigus selgus, et mitmed intervjueritavad ettevõtted omasid varasemat uurimiskogemust antud teemal enda ettevõtte kontekstis. Varasema uurimise tulemusena oli nii ettevõtte 1, kui ka ettevõtte 3 jõudnud järeldusele, et RFID andmete anomaaliad on tänase päevani probleemiks nende kogemusel. Samuti toodi välja ettevõtte 1, 2, 3 ja 5 poolt välja, et logistikas on tänapäeval kulude kokkuhoid saanud väga oluliseks probleemiks ja faktoriks, millele firmad rõhku panevad. Ettevõtete sõnul on eriti oluliseks aspektis püsikulude

kokkuhoid, mille nimel ollakse nõus tegema suuri algseid investeeringuid, et pikas perspektiivis omada kulefektiivsemat süsteemi. Ettevõtte 1 ja 4 näevad RFID tehnoloogial potentsiaali põhiprotsesside automatiseerimisel. Ettevõtete sõnul täielik automatiseerimine kasvõi RFID näol ei pruugi olla ratsionaalne, kuid samm-sammult põhiprotsesside automatiseerimine võib olla ettevõttele suur kasutegur tulevikus.

### **3.6 Järeldused**

Kui RFID lahendus on ettevõtte jaoks olemuselt nõudlik ja kulukas ühekordne investeering koos suurte püsikuludega, siis võib antud süsteem osutada mitmete logistikaettevõtete jaoks ebaratsionaalseks ning väikeettevõtete jaoks kättesaamatuks. Teoorias RFID potentsiaalide koha pealt esemete digitaliseerimine ja asjade internet empiirilises osas ettevõtete nägemuse järgi oluliseks teemaks ei osutunud. RFID on vaid üks osa asjade digitaliseerimisest ning selle potentsiaali intervjuus osalenud ettevõtted näha ei osanud. Ettevõtete poolt läheneti RFID tehnoloogiale kui investeeringule pigem finantsilise analüüsi poole pealt, kuivõrd selle tehnoloogia paindlikkuse ja tulevikuvõimaluste poole pealt. Ühe põhjusena oli ettevõtetel raskusi üldpildis hinnata nii enda sektori kui enda ettevõtte kontekstis selle tehnoloogia võimalusi ning ohte seetõttu, et mitmetel ettevõtetel puudusid RFID-d kasutavad partnerid või eeskujusid kelle kogemusest õppida. Kuna tihtipeale ettevõtete tegevusvaldkond, tootmissüsteem kaubasisüsteem, arvutisüsteem on igale ettevõttele üksikasjade poolest erinev, siis on vaja RFID kiibisüsteem vastavalt süsteemidele suure tõenäosusega ümber kohandada. Samuti on RFID kui füüsilise objekti takistuseks olukorrad, kus on karmid välised tingimused, näiteks kauba laadimisel kiipide vigastamine või olukorrad, kus on vaja mingi vaheprotsessi jaoks kiip tootelt või kaubalt eemaldada, näiteks värvimine ja töötlemine, mis kõik nõuab hetkel veel inimese sekkumist.

Vastuargumendina sellele saaks esitada küsimuse, kas igale objektile oleks vaja ilmtingimata kiip külge panna, kuid kui lõppeesmärgiks on täielik automatiseeritus ning RFID seda ei suuda tagada, siis võib mõne ettevõtte jaoks kaduda sellel tehnoloogial mõte.

Intervjueerimise käigus selgus, et mitmed intervjueeritavad ettevõtted omasid varasemat uurimiskogemust antud teemal enda ettevõtte kontekstis. Varasema uurimise tulemusena oli nii ettevõtte 1, kui ka ettevõtte 3 jõudnud järeldusele, et RFID andmete anomaaliad on tänase päevani probleemiks nende kogemusel. Üldine püsikulude kokkuhoid transpordil oli uuringus osalenud ettevõtete jaoks kõigil ühine probleem ja faktor millel on suur rõhuasetus. Ekstreemsemate

näidetena väiksemad kliendid vahel kaaluvad isegi kaupa mitte saatma EUR alustel, ning vahel on saadetud kaupa isegi lahtisena, kuna seeläbi on ettevõtetel võimalik saatmiskulusid kokku hoida. Samuti toodi välja transpordikuludega võrdlus, et kui laias laastus võib kogu koorma kiibistamine minna maksma 200 eurot eeldusel, et kiibi hind on 10 senti, siis see teeks hinnavõrdlusena sama välja, mis kaubavedu Läti piirilt Tallinnasse ning kulude akumulereerudes osutub see väga kalliks püsikuluks ettevõtete jaoks. Väljaspool Euroopat tarneahelas olevate ettevõtete kogemusest näiteid toodi näiteid Hiinast, kus hetkene ettevõtete suunitlus on ülesehitatud kaubavoo volüümile ja kulude kokkuhoiule, mis oluliselt ei soosiks ka püsikulude tõstmist RFID näol. Lisaks toodi Hiinast transpordil murekohaks välja tõusvate merevedude hinnad ning varieeruvalt erinevaid tarneprobleeme alates konteinerite saadavustest lõpetades ootamatute tarnekriisidega. Kõik need faktorid vihvavad asjaolule, et meretransport on ettevõtete jaoks läinud ajas aina kallimaks ning nende sõnul seetõttu RFID kiiplahendustest tulenev transpordikulude kasv lisaks kulude probleemile ühe lüli juurde.

Läbivalt töid ettevõtted enda partnerite seast välja Saksamaa ja Hollandi logistikaettevõtteid, kellel on laosüsteemid oma automatiseerituselt hinnanguliselt vahel suisa 10 aastat Eesti ettevõtetest eespool. Oluliselt rõhuti nende partnerite investeringutele masinatesse ja seadmetesse, mis on nende ettevõtete kogemusena toonud ettevõtetele kõige rohkem kasu süsteemide optimeerimisel ning neil investeringutel on kõige ratsionaalsem tasuvusaeg. Ettevõtete esindajad nõustusid kõik, et RFID massiline kasutus saaks alguse kõige tõenäolisemalt, kui tootjad hakkaksid RFID-d toodetesse juba tootmisprotsessidel sisse integreerima. Pakuti potentsiaalseid lahendusi 3D printerite tehnoloogiate näol, millega oleks RFID kiip võimalik tootele sisse integreerida. Selle lahenduse puhul on süsteem kõigile üheselt mõistetav ning pakub tarneahela lülidele vähem koormust süsteemide läbitöötamisel, tagades võimalikult standardse süsteemi kõigile.

RFID tehnoloogia ja infrastruktuuri olemasolu korral on suure tõenäosusega jooksvateks probleemideks edaspidi igasugune süsteemi optimeerimine. Intervjuudest selgus, et tarneahelas kõikide ettevõtete süsteemide vastavusse viimine on suur väljakutse kõigile ning ühtset süsteemi ettevõtete eripärade tõttu on keeruline luua ning suure tõenäosusega keegi tarneahelas peab teiste süsteemiga adapteerima. Lisaks digitaalsetele takistustele RFID tehnoloogia rakendamisel on oluline ka arvesse võtta RFID füüsilisest olemusest tulenevaid takistusi. Arvestada tuleb, et RFID kiibi signaali segavad näiteks metallobjektid ja vedelikud, RFID skännerid võivad lugeda valesid kiipe distantsilt loetavuse aspekti tõttu ning kleepmaterjal võib olla tihtipeale ebapiisav, mis selgus ka intervjuudest, et RFID kiipe kleebitakse keerukamate materjalide ja pinnaste puhul peamiselt

spetsiaalse liimiga. Teooria osas kajastatud turvalisuse riskid praktilise poole peal ettevõtete arvamusel ning kogemusel kinnitust ei leidnud, kuna intervjueritud logistikaettevõtete sõnul RFID tehnoloogia on piisavalt standardiseeritud ning RFID peale kirjutatud informatsioon logistika kontekstis ei tekita turvaauke ega anna kasutajale ligipääsu ettevõtte süsteemidele. RFID süsteem on ettevõtte enda vastutada ja kontrollida, mis informatsiooni see ettevõtte RFID kiibile lisab ning suure tõenäosusega konfidentsiaalset infot tarbijani selle kaudu ei leki. Tõepoolest RFID kiibile kirjutatud informatsioonile on kerge ligi pääseda ning seda on lihtne lugeda, kuid saadud informatsiooniga tihtipeale midagi peale hakata ei ole.

Eestile on omane laialdane väikeettevõtlus ning tihtipeale on väikeettevõtted edukad ilma, et nad suuremat sorti investeeringuid automaatsüsteemidesse oleksid teinud. See asjaolu tuli esile ka intervjuude käigus, kus ettevõtte esindajad rääkisid, et antud süsteemil oleks rohkem kasu suurte tootmisettevõtetel, kelle mahud on nii suured, et need muutuvad hallatamatuks ning süsteemi hakkab vigu sisse tekkima. Väikeettevõtlus tekitab ka tarneahelas probleeme suurematele ettevõtetele, kes RFID tehnoloogiat rakendades peavad arvestama, et kõik tarneahela lülid ei pruugi omada vastavat finantsilist võimekust. Sellest tulenevalt tekib õhku hulk küsimusi, kes kellele ja mis mahus tuge pakub finantsiliselt ja teadmiste poole pealt. Ühtlasi on probleem, kuidas tõestada, et tarneahela lüli või ettevõtte ka realselt ei suudaks RFID rakendada versus kes lihtsalt mõnel muul põhjusel seda teha ei soovi. RFID tehnoloogia rakendamine tarneahelas peaks intervjueritud ettevõtete sõnul alguse saama ühest suurest ettevõttest, kes suudaks ressursiliselt kohandada teiste ettevõtete jaoks investeeringu ratsionaalseks. Antud väide sai ka teooria osas kinnitust, kus 2000. aastate alguses Ameerika suured kaubandusketid Walmart ja Target hakkasid mitte ainult enda firma kontekstis vaid kogu tarneahelas viima läbi RFID valmiduseks muutuseid nii, et kõik osapooled tarneahelas saaksid antud tehnoloogiat kasutada ning kauba- ja infovoog muutuks sujuvamaks. Tihtipeale on suurettevõtete muudatused tarneahelas väikeettevõtete jaoks ultimaatum, kus tarneahela suurettevõtte moodustab olulise osa või täieliku osa väikeettevõtte käibest ning äritegevuse jätkamiseks on vaja sellel ettevõttel suurema ettevõtte süsteemidega kaasa liikuda.

Kui peaks tekkima olukord, kus ettevõtte tunneb, et mahud on kasvanud ja mahtusid oleks vaja teenindada, siis esmane kõige tuttavam lahendus ettevõtetele on alati lisa tööjõu palkamine. Tihtipeale võimaldab tööjõu palkamine probleemile kõige kiirema lahenduse, kuna intervjueritud ettevõtete sõnul automaatsüsteemide rakendamine võtab mitmeid aastaid aega. Erinevate majanduslikke ja poliitiliste mõjurite tõttu on ettevõtete jaoks mahtude volatiilsus või kasv

ootamatu, näiteks materjalide hinnad, aktsiiside tõusud, transpordi seisakud, riikidevahelised poliitilised suhted jms. ning nendele reageerimine aastaga ei ole piisav. Tööjõud tänasel päeval on ettevõtete sõnul veel heal või rahuldaval tasemel kättesaadav ning hetkene üldine tööjõuturg ei ole väliseks mõjuriks ettevõtete jaoks automaatsüsteemide soetamisel.

Mitmed erinevad ettevõtted tõid intervjuudes välja olulise faktorina uute tehnoloogiate vastuvõtul, selle, et neil on reaalne huvi uute tehnoloogiliste võimaluste ja teadmiste vastu. Kui neile jagatakse sagedalt informatsiooni erinevatest lahendustest, mis oleks nende valdkonna kontekstis aktuaalsed, siis oskaks need ettevõtted ka oma kontekstis reaalsemalt ka rakendust nendele lahendustele ette kujutada ning seeläbi oma süsteeme optimeerida. Paljudel ettevõtetel on enda konkurentide ja partneritega võrreldes oma valdkonnas erisusi ja spetsiifikat ning aktiivne müügitöö B2B tasandil selliste tehnoloogiate rakendamisel on väga oluline faktor, et hea tehnoloogia jõuaks õige kliendini ning kunagi ei või teada, kas mingil ettevõttel on vastava tehnoloogia jaoks vajadus.

Üks uuringus osalenud ettevõtetest tõi RFID potentsiaali välja taaramaterjali jälgimise süsteemis. Kuna taaramaterjal on logistika ettevõtetele pidev ja küllaltki suur kulu ning selle tänane arvepidamine on laialdaselt manuaalne tabelitöö, siis RFID kiipide abil oleks võimalik automatiseerida taaramaterjali liikumist oluliselt paremaks. Kuid selle praktikas toimimine ja potentsiaal ja riskid vajaksid edasist uurimist ning täpsustamist.

## KOKKUVÕTE

Eesti ettevõtete uuringu näol on RFID tehnoloogia pigem samm efektiivsema kaubavoosüsteemi, läbipaistvama tarneahela ning täpsema andmeanalüüsi süsteemi poole, kuivõrd lõplik kõikehõlmav automatiseerimisprobleemide lahendus. Isegi, kui ettevõtted oma tegevusvaldkonnalt jagasid palju ühist, siis firmade hetkestes toimimisprotsessides, tulevikuvaadetes ning fookuses esines olulisi eripärasid. Samuti mängib RFID tulevikupotentsiaali ja rakendamisperioodi puhul olulist rolli ka ettevõtte hetkene arengutase, äritegevuse olemus ning töömaht.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli saada informatsiooni Eesti ettevõtete hoiakutest RFID tehnoloogia suhtes ning hinnata RFID tulevikupotentsiaali logistikas Eesti ettevõtete kontekstis.

Eesmärgi täitmiseks, püstitas autor järgmised uurimisküsimused:

1. Kuidas Eesti logistikaettevõtted hindavad oma võimet 10 aasta pärast kasutusele võtta RFID süsteem, lokaalselt oma ettevõtte protsesside kontekstis?
2. Mis on olulised faktorid, et rakendada RFID lahendust läbi kogu tarneahela?
3. Millised on takistused RFID tehnoloogia kasutuselevõtmisel?

Uurimismeetodiks valis autor kvalitatiivse uurimismeetodi ning selle raames viis läbi semistruktureeritud süvaintervjuid. Valimi hulka kuulus kokku 6 ettevõtet, millest 1 kasutab RFID tehnoloogiat, 1 on RFID tehnoloogiat pakkuv ettevõtte ning 4 ettevõtet ei ole RFID tehnoloogiat kasutusele võtnud. Küsimustikud olid vastavalt firma tegevusalale erinevad tulenevalt ettevõtete kogemusest. RFID teenusepakkujatele ja RFID kasutajatele esitatud küsimused olid erinevad ettevõtetega, kes ei ole siiani RFID-ga kokku puutunud.

Esimese uurimisküsimuse puhul selgus, et Eesti logistikaettevõtted täna on kahtleval positsioonil antud tehnoloogia kasutuselevõtul. Siiani ning ka edaspidi on kõikidele ettevõtetele atraktiivne investeering olnud infotehnoloogilistesse süsteemidesse ja arvutitarkvara kaasajastamisele. Kõige populaarsem lahendus manuaalsuse vähendamiseks tööprotsessides on ettevõtete jaoks arvuti tarkvara läbi töötaja töö automatiseerimine. Uuringus osalenud logistikaettevõtetel on lähiaastatel ka soov teha investeeringuid masinatesse ja seadmetesse laosüsteemide optimeerimisel- idee mis on suuresti saanud inspiratsiooni Lääne- Euroopa laosüsteemide toimimisest ning sealsete ettevõtete tehnoloogia võimekusest. RFID lahenduse puhul lisaks kaubavoo automatiseerimisele

oleks ettevõtete jaoks oluline ka lisaväärtused, mida RFID investeering neile pakkuda suudaks, näiteks parem tarneahela läbipaistvus, kaubakoguste parem prognoositavus, suurem kogu vajalike andmeid, kauba jälgimine ja palju muud.

Üks lahendus, mis aitaks uuringus osalenud logistika ettevõtetel kergemini RFID tehnoloogiat vastu võtta ja läbi tarneahela seda rakendada, oleks laialdane RFID pakkumine turul, kergesti kättesaadavad teadmised ning eksperdid, kes tunneksid nende laosüsteeme ja oskaks neile personaalselt sellele ka lahendust pakkuda mõistliku hinnaga. RFID efektiivsus tuleb hästi esile, kui ettevõtte tooted on laialdaselt standardiseeritud ning kaup on väike ja kallis- sellest tulenevalt on ka finantsiliselt investeeringu tasuvusaeg lühem ning tarnete täpsuse kasv selgem. Samuti oli suurima faktorina toodud välja ettevõtete puhul, et muutus tarneahela peab alguse saama kas tootmisest või tarneahela suurimast ettevõttest. Tootmisel RFID kiipide integreerimine on ettevõtete sõnul kõige lihtsam võimalus antud tehnoloogia rakendamisel läbi tarneahela. Kiipe integreerides on võimalik vähendada kiipide vigastamise riske, tagada standardiseeritud kinnitussüsteem ning usaldusväarsus.

Kolmanda uurimisküsimuse puhul selgus RFID tehnoloogia implementeerimisel 3 peamist takistust - kulu, piiratud universaalsus ja rakendamine läbi tarneahela. RFID rakendamise kulu on iga ettevõtte puhul individuaalne ning sõltub mitmetest üksikasjadest ning ettevõtte suuruselt. Ettevõtete RFID investeeringu tasuvusaega mõjutab suuresti püsikulu kuivõrd alginvesteering. RFID kiibid küll ühikuhinnana ei ole kallid, kuid hind akumuleerub suurte mahtude pealt sadadesse ja tuhandetesse eurodesse veoki koorma kohta. Püsikulud suurte kaubamahtude juures ei pruugi ennast ära tasuda, kui kaup on odav ja võtab palju ruumi. Kuigi RFID on oma olemuselt universaalne vahend esemete digitaliseerimiseks, siis praktikas selle süsteemidele vastavaks kohandamine ja rakendamine võib osutuda ebaratsionaalseks ja kalliks. Süsteemide erisuste tõttu võib esineda andmetes anomaaliaid, ebastandardse kauba ja erinevate kauba tüüpide tõttu võib süsteem muutuda kalliks või ekstreemsematel juhtudel isegi kasutuks. RFID läbi tarneahela rakendamine on toimiva süsteemi jaoks üks olulisemaid tingimusi. Tarneahelas ühtse RFID süsteemi rakendamine praktikas on levinumatel juhtudel toimunud suurettevõtete või tootjate initsiatiivil. Väike ettevõtetele tarneahelas on RFID infrastruktuuri rajamine kulukas ning süsteemi rajamine peaks tagama kõikidele lülidele tarneahelas tulevikus rahalise säästu ja pikaajalise kasu. Tihti peale kõikide nende tingimuste täitmine võib võtta aastaid aega ning hulgaliselt ressursi.

Kokkuvõtvalt leiab autor, et püstitatud uurimusküsimused said vastuse ning eesmärk saada infot Eesti ettevõtete tulevikuvaadetest ja hoiakute suhtes RFID vastu sai täidetud. Uuringus saadud informatsioon on kasulik RFID teenust pakkuvatele ettevõtetele ning tulevastele uuringutele, kus on vajalik süvitsi informatsioon ja ettevõtete arvamus RFID tulevikupotentsiaalile.

Võimalikud teema edasiarendused edasiste uurijate poolt võiks hõlmata ettevõtete poolt esitatud takistustele lahenduste leidmist ning ettevõtete poolt esitatud kasutuskohtade potentsiaali praktilist tõestamist. Teise võimalusena oleks võimalik 10 aasta pärast korrata samadel alustel uuringut ning sellest tulenevalt võrrelda, kuidas on 10 aasta tehnoloogia areng mõjutanud Eesti ettevõtete suhtumist automatiseerimisele ning kuhu on liikunud trendid. Kolmandaks oleks võimalik uurida ainult RFID süsteemi kasutavaid ettevõtteid olenemata tegevusvaldkonnast ning selle põhjal analüüsida nende süsteemide toimimist ning tulemuste põhjal kaaluda potentsiaalseid rakendusvõimalusi valdkondades, kus RFID-d laialdaselt ei kasutata, kuid oleks potentsiaali.



## SUMMARY

In this research on the future potential of RFID in supply chain optimization on the example of Estonian companies, RFID technology turned out to be a step towards a more efficient product flow, a more transparent supply chain and a more accurate data analysis system, rather than a final all-purpose automatization tool. Even though the companies in this research shared a lot of similarities in terms of their field of activity, their current processes, future insights and focuses differed in a variety of ways. A company's current level of development, the nature of the business and work volume, plays an important role in the adaptation of RFID technology.

The aim of the thesis was to gain information on the attitude towards RFID technology and to assess the future potential of RFID technology among these Estonian companies. To achieve this objective, the author proposed following research questions:

1. How Estonian companies assess their ability to adapt RFID systems in 10 years in their company's business processes?
2. What are the important factors, regarding the implementation of RFID throughout the entire supply chain?
3. What are the barriers to adopting RFID technologies?

For the research method, the author chose a qualitative research method and conducted semi-structured in-depth interviews. The sample included a total of 6 companies, of which 1 uses RFID technology, 1 is a company offering RFID technology and 4 logistics and manufacturing companies that have not implemented RFID technology. The questionnaires differed according to the company's field of activity and previous experience. The questions proposed to RFID service providers and RFID users were different from companies that have previously not used RFID.

In the case of the first research question, it became clear that Estonian logistics companies today are in a dubious position in adopting this technology. Until now, and possibly in the future, an attractive investment for all companies has been in purely IT systems and computer software modernization. The most common solution to reducing manual work in processes, is automating through computer software. The logistics companies that participated in the study also have interest in investing in machinery and equipment in the coming years to optimize warehousing systems - an idea that has been largely inspired by the operation of warehousing systems in

Western Europe and the technological capabilities of these companies. There were examples, where a company has made significant investments into machines and devices, although the results have not been completely as expected. In addition to RFID's potential to optimize product flow, extra benefits of the RFID technology are important for these companies as well, such as supply chain transparency, quantity forecasting, more detailed information to analyze, product tracking and more. Generally, the results of the research reflected that RFID technology adoption in the companies' logistics systems in 10 years will be unlikely according to their future systematical capability prognosis.

One solution that would make it easier for these logistics companies to adopt and implement RFID technology throughout the supply chain would be to have a wide range of RFID supply on the market and easily accessible knowledge and experts who know these companies' warehousing systems and can personally provide them know-how at a reasonable price. The efficiency of RFID comes to the fore when the company's products are widely standardized and the goods are small and expensive - as a result, the recoupment period is shorter and the increase in delivery accuracy is clearer. The biggest factor pointed out in the case of the companies was, that systematical change in the supply chain must start either from production or from the largest company in the supply chain. Generally, large scale technological advancement requires a major company initiative to ensure the system's financial reasonability and successful integration. According to companies, the integration of RFID chips in production is the easiest way to implement RFID technology throughout the supply chain. By integrating the chips, it is possible to reduce the risk of chip damage, ensure a standardized fastening system and improved reliability.

The third research question identified 3 main barriers to the implementation of RFID technology: cost, limited universality and implementation throughout the entire supply chain. The cost of implementing RFID is individual for each company and depends on various details and the size of the company. The recoupment period of a company's RFID investment is greatly affected by the fixed cost, rather than the initial investment. RFID chips are not expensive as a unit price, but the price accumulates in large volumes to hundreds and thousands of euros per truck load. Fixed costs for large volumes of goods may not pay off if the goods are cheap and take up a lot of space. Although RFID is inherently a universal tool for digitizing objects, in practice it can be irrational and expensive to adapt to and implement it in accordance with the systems. Due to differences in a company's systems, the anomalies in the data, non-standardized goods may turn the implementation of RFID more expensive or, in more extreme cases, even useless. The

implementation of RFID through the supply chain is often one of the most important conditions for a functioning system as a whole. In practice, the implementation of an integrated RFID system in the supply chain has in most cases taken place at the initiative of large companies or manufacturers. For small businesses in the supply chain, building an RFID infrastructure themselves is costly, and building a complete system should ensure financial savings and long-term benefits for all links in the supply chain in the future. Often, meeting all of these conditions can take years of work and a lot of resources.

In conclusion the author finds that the research questions received sufficient answers and the goal to receive more information about Estonia's companies' future insights and attitudes towards RFID has been fulfilled.

Further research in this field, could be further investigation of the solutions to the stated problems and practical proof of the companies' suggested usage of the technology in logistics. Another possibility could be, to repeat the study in 10 years on the same basis, to compare how 10 year technological advancement has affected the Estonian companies' attitude towards automation and if or how the trends have changed. Finally, it is possible to research companies that use RFID regardless of their field of activity and analyze how their systems work and with that information look for possible RFID implementation opportunities in other fields where this technology currently is not widely used.

# LISAD

## Lisa 1. Läbivad küsimused

1. Inimese ametikoha kirjeldus ning igapäeva tegevus
2. Lühidalt ettevõttest ja selle teenustest
3. Inimese teadlikkus automatiseeritusest, ning kust on infot kogunud. i Iseenda kursis hoidmise kirjeldamine.
4. Ettevõtte varasemad automatiseerimised ning automaatsüsteemide soetamise/teostamise põhjused
5. Praegune kauba vastuvõtu süsteem, sisse-väljakandmine
6. Tööjõu saadavus ning kulu.
7. Milles Te tunnete, et teie ettevõttel on konkurentsieelis ning kuhu teie ettevõtte enda ressursse suunab ja kuhu suunas te fokusseerite, peale automatiseerimise
8. Millised on teie jaoks praegu kaardil järgmised sammud automaatsüsteemide osas (robotid, elektritõstukid, masinad seadmed, it tarkvara arendus...)
9. Kas keegi teie partneritest näiteks tarneahelas tegelevad aktiivselt automatiseerimistega
10. Kas keegi on kuskil nende kuuldu järgi juba kuskil võtnud kasutusele kiipsüsteemid.
11. Kas selle kümnendi alguspoolel automatiseerimise tempo kiireneb või aeglustub. kas 2 aastat tagasi olite optimistlikumad või pessimistlikumad.
12. Kas teie näete praegu enda ettevõtte näol kiibistamises abi automatiseerimisele
13. Kui olete pigem hetkel kahtleval positsioonil, siis milliste tingimuste juures muutuks teie ettevõttele kiibistamise süsteem ratsionaalseks. (kauba ühikute arv väike aga suur kaup, odavam ühe kiibi hind, tööjõu kallinemine, infrastruktuuri teenuse pakkumise olemasolu)
14. Kuidas Eesti logistikaettevõtted hindavad oma võimet 10 aasta pärast kasutusele võtta RFID süsteem, lokaalselt oma ettevõtte protsesside kontekstis? Kui ei, siis milline oleks see ajaperiood mida te hinnanguliselt näete oma varasema kogemuse põhjal innovatsioonist lähtuvalt.
15. Milliseid takistusi Te näete RFID tehnoloogia kasutuselevõtmisel?
16. Kui keegi tarneahelas Teie partnerettevõtetest kasutaks RFID kiibi süsteeme ning kui teile pakutaks teadmisi ja lahendust selle kohta, kas Te võtaksite antud süsteemi kasutusele.

## Lisa 2. Magnetic MRO fookusküsimused

1. Ettevõtte kirjeldus ja selle pakutavad teenused
2. Mis on teie ametipositsioon ning millega te igapäevaselt tegelete
3. Inimese teadlikkus automatiseeritusest, ning kust on infot kogunud. iseenda kursis hoidmise kirjeldamine.
4. Kas teil oli keegi, kelle juurutuskogemusest vahetult õppida?
5. Mille ajendil võtsite kasutusele RFID süsteemi ning mis on peamisteks eelisteks, et te selle kasutusele võtsite.
6. Mida te arvasite olevat RFID kasutusele võtmisel suurimaks takistuseks
7. Mis osutus kõige suuremaks keerukuseks alguses?
8. Kas teil esines tööjõu kulude kokkuhoid RFID süsteemi kasutuselevõtmisest?
9. Kas keegi teie partnerettevõtetest või ettevõtetest tarneahelas kasutab RFID süsteeme ning millisel moel.
10. Kas teil esineb süsteemi andmetes tihti anomaaliaid.
11. Kas teil on RFID kasutamisel tekkinud turvalisuse ohte või kas turvalisus on probleemiks?
12. Milliste aspektide kallal RFID süsteemi puhul Te tänaseni töötate, et neid täiendada?
13. Millisesse hinnavahele teie poolt kasutatavad kiibid jäävad?
14. Kas kõige odavamad RFID kiibid tagavad Teie arvates usaldusväärset?
15. Kas teil on esinenud klepe/kinnitusmaterjalidega probleeme?
16. Millised on teie jaoks RFID püsikulud ning, mis on suurim püsikulu RFID süsteemi kasutusel.
17. Kas selle kümnendi alguspoolel automatiseerimise tempo kiireneb või aeglustub. Kas 2 aastat tagasi olite optimistlikumad või pessimistlikumad?
18. Millistes sektorites või milliste firmade puhul näete teie kõige tõenäolisemalt RFID süsteemi kasutusele võtmist.
19. Milliseid soovitusi Te jagaksite näiteks logistika ettevõttele, kes sooviks enda triipkoodi süsteemid asendada RFID kiipidega.

### **Lisa 3. IDsys fookusküsimused**

1. Ettevõtte kirjeldus ning pakutavad teenused
2. Põhilised kliendid sektori või firma järgi
3. Mis on teie ametipositsioon ning millega te igapäevaselt tegelete
4. Millest tekkis idee või soov pakkuda Eesti turul RFID teenust
5. Millised on RFID infrastruktuuri paigaldamise kulud
6. Millisesse hinnavahele Teie poolt pakutavad kiibid jäävad
7. Mis valdkonna ettevõtete puhul te näeksite suurt potentsiaali RFID süsteemile, kes veel seda ei kasuta.
8. Mis on need märgid ettevõtete puhul, mis viitavad RFID vajadusele.
9. Kas olete kogunud mingeid tüüpilisi eksiarvamusi?
10. Kui palju tunnete, et on vaja potentsiaalset klienti harida / selgitustööd teha
11. Kas kõige odavamad RFID kiibid tagavad Teie arvates usaldusväarsuse?
12. Kas teie poolt pakutavad RFID kiibid on taaskasutatavad või ühekordsed. Suured kiibid kõik taaskasutatavad. paberkiibid ühekordsed.
13. Kas taaskasutatavaid kiipe on keeruline utiliseerida ja kas kellel leidub vajadus.
14. Kas RFID turvalisus on teie arvates reaalne probleem?
15. Kas selle kümnendi alguspoolel automatiseerimise tempo kiireneb või aeglustub. Kas 2 aastat tagasi olite optimistlikumad või pessimistlikumad?

## Lisa 4. Intervjueeritud ettevõtete väidete tulemuste tabel

X-nõustub 0- Ei nõustu

	Võimekus võtta RFID kasutusele 10 aasta pärast	Liigsed püsikulud RFID kasutuselevõtul	RFID turvalisuse riskid	RFID rakendamisel teadmiste kättesaadavuse puudus
Ettevõtte 1	0	X	0	0
Ettevõtte 2	0	X	0	X
Ettevõtte 3	0	X	0	0
Ettevõtte 4	X	X	0	0
Ettevõtte 5	X	X	0	0
Ettevõtte 6	0	X	0	X

	RFID abi süsteemide optimeerimisel ettevõtte kontekstis	Partnerettevõtted, kes kasutavad RFID tehnoloogiat	RFID liiga kulukas alginvesteering oma ettevõtte kontekstis	Tuleviku investeerimisfookus IT tarkvarasse
Ettevõtte 1	X	0	X	X
Ettevõtte 2	X	0	X	X
Ettevõtte 3	0	0	X	0
Ettevõtte 4	X	X	0	X
Ettevõtte 5	X	0	0	0
Ettevõtte 6	0	0	X	X

	Varasemad investeeringud lao robotsüsteemidesse	Arvamus automatiseerimise tempo kiirenemise kohta selle kümnendi alguspoolel (X sümboliseerib arvamust kiireneb)	Ettevõtte esindaja varasemad kokkupuuted RFID tehnoloogiaga
Ettevõtte 1	X	X	X
Ettevõtte 2	0	X	0
Ettevõtte 3	X	0	X
Ettevõtte 4	X	X	X
Ettevõtte 5	0	0	X
Ettevõtte 6	0	0	0

## KASUTATUD ALLIKAD

- Oghazi, P., Rad, F. F., Karlsson, S., & Haftor, D. (2018). RFID and ERP systems in supply chain management. *European Journal of Management and Business Economics*, 171-182.
- Kocsi, B., & Oláh, J. (389-400). POTENTIAL CONNECTIONS OF UNIQUE MANUFACTURING AND INDUSTRY 4.0. *Scientific Journal of Logistics*, 2017.
- Ehret, M., & Jochen, W. (2016). Unlocking value from machines: business models and the industrial internet of things. *Journal of Marketing Management*, 1-20.
- Kumar, S. (2007). Connective technology as a strategic tool for building effective supply chain. *Int. J. Manufacturing Technology and Management*, 41-56.
- Greengard, S. (2015). *The Internet of Things*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Bardaki, C., Kourouthanassis, P., & Pramataris, K. (2012). Deploying RFID-Enabled Services in the Retail Supply Chain: Lessons Learned toward the Internet of Things. *Information Systems Management*, 233-245.
- Zelbst, J. P., Green, W. K., Sower, E. V., & Bond, L. P. (2020). The impact of RFID, IIoT, and Blockchain technologies on supply chain transparency. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 441-457.
- Gautam, R., Singh, A., K., K., Pandey, S., F., S., & Tiwari, M. (2017). Traceability using RFID and its formulation for a kiwifruit supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 46-58.
- Khan, S., Azim, M., & Mazoor, S. (2020). Impact of Information Technology on Internal Supply Chain Management Implementation of RFID Tags. *European Journal of Business and Management Research*, 1-9.
- Zipkin, P. (2007). RFID: Vision or fantasy? 69-71.
- Moore, L. (2019, December 3). *RFID insider*. Retrieved from Atlas RFID Store: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/walmart-and-rfid-the-relationship-that-put-rfid-on-the-map>



- Berendt, B., Günther, O., & Spiekermann, S. (2005). RFID and the perception of control: The consumer's view. *Communications of the ACM*, 73-76.
- Chanchaichujit, J., Balasubramanian, S., & Charmaine, S. N. (2020). A systematic literature review on the benefit- drivers of RFID implementation in supply chains and its impact on organizational competitive advantage . *Cogent Business & Management*, 1-20.
- Darcy, P., Pupunwiwat, P., & Stantic, B. (n.d.). The Challenges and Issues Facing the Deployment of RFID Technology. *Institute of Integrated and Intelligent Systems, Griffith University Australia*, 1-25.
- Landt, J. (2001). Shrouds of Time The history of RFID. *The Association for Automatic Adentification of Data Capture Technogies*, 1-11.
- Chawathe, S. S., Krishnamurthy, V., Ramachandran, S., & Sarma, S. (2004). Managing RFID data. *Proceedings of the 30th VLDB Conference*, 1189-1195.
- Gibbs, R. G. (2007). *Analyzing Qualitative Data*. Sage Publications, 1-145.
- Weaver-Hightower, B. M. (2019). *How to Write Qualitative Research*. New York: Routledge.
- Roberti, M. (2004, April 1). Gillette Sharpens Its Edge. *RFID Journal*, pp. 1-5.
- Extery.com. (2021, 03 25). *Extery*. Retrieved from Meist: <https://extery.com/meist/>
- Interaltus. (2021, 03 25). *Interaltus*. Retrieved from Meist: <https://www.interaltus.ee>

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks<sup>1</sup>**

Mina Robin Savason (*autori nimi*)

1. annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose RFID tulevikupotentsiaal tarneahela optimeerimisel Eesti ettevõtete näitel

*(lõputöö pealkiri)*

mille juhendaja on Tarvo Niine

*(juhendaja nimi)*

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh TalTechi raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks TalTechi veebikeskkonna kaudu, sealhulgas TalTechi raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

---

<sup>1</sup>Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.