

Roope Nieminen

TUNNISTEPOHJAINEN LIPPU- JA MAKSUJÄRJESTELMÄ  
PORIN LINJAT OY:LLE

Logistiikan koulutusohjelma  
2018

## TUNNISTEPOHJAINEN LIPPU- JA MAKSUJÄRJESTELMÄ PORIN LINJAT OY:LLE

Nieminen, Roope  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Logistiikan koulutusohjelma  
Joulukuu 2018  
Sivumäärä: 39

Asiasanat: joukkoliikenne, lippujärjestelmät, maksujärjestelmät,

---

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda Porin Linjat Oy:lle selkeä kuva siitä, miten tunnistepohjainen lippu- ja maksujärjestelmä toimii, millaisilla teknisillä ratkaisuilla järjestelmä pystytään toteuttamaan niin, että järjestelmä on riittävä kattamaan Porin Linjat Oy:n tarpeet sekä selvittää järjestelmän toteuttamisesta aiheutuvia kustannuksia.

Opinnäytetyö tehtiin Porin Linjat Oy:n pyynnöstä. Uuden liikennepalvelulain vaatiessa 1.1.2018 hankittujen uusien lippu- ja maksujärjestelmien tunnistepohjaisuutta, Porin Linjat Oy on halukas luomaan oman tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän yrityksen käyttöön. Porin Linjat Oy tilasi Satakunnan ammattikorkeakoululta tätä varten opinnäytetyönä tehtävän tutkimuksen, jossa selvitetään järjestelmän toimintaperiaatteita, vaatimuksia ja kustannuksia.

Aluksi työssä tutkittiin linja-autoalaa ja sen tulevaisuutta suomessa sekä tunnisteidien käyttöä joukkoliikenteessä ja sitä koskevaa lainsäädäntöä. Tämän jälkeen tutkittiin tunnistepohjaisen järjestelmän rakennetta ja toimintaa ja lopuksi tutkittiin mitä Porin Linjat Oy:n käyttöön suunniteltava järjestelmä vaatii ja millaisia kustannuksia järjestelmän luomisesta aiheutuu.

Tuloksina saatiin kuvaus tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän rakenteesta ja toiminnasta sekä järjestelmän vaatimukset Porin Linjat Oy:llä ja suuntaa antavia kustannusarvioita järjestelmän eri osista ja toiminnoista. Porin Linjat Oy toivottavasti hyötyy saaduista tuloksista alkaessaan suunnittelemaan omaa tunnistepohjaista lippu- ja maksujärjestelmäänsä.

## TAG-BASED TICKETING- AND PAYMENT SYSTEM FOR PORIN LINJAT OY

Nieminen, Roope

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Logistics

December 2018

Number of pages: 39

Keywords: public transport, ticketing systems, payment systems

---

The purpose of this thesis is to create a picture of how tag-based ticketing- and payment system works and what kind of technical solutions are required to cover the requirements for the system to work in use of Porin Linjat Oy. One of the research objectives was to find out purchasing and maintenance costs of relevant system solutions.

This thesis was made at the request of Porin Linjat Oy. As the new law about services in public transport demands that ticketing- and payment systems obtained after 1.1.2018 need to be tag-based, Porin Linjat Oy is willing to create their own tag-based ticketing- and payment system to the company's own use. Porin Linjat Oy ordered this thesis from Satakunta University of Applied Sciences to research, what such system requires, how it works and what it would cost.

The first phase of this thesis was to study the bus sector and its future in Finland and the legislation affecting on that. After that it was studied how to configure tag-based ticketing- and payment system and how the system works. The last phase of this thesis was to research, what the system designed for the use of Porin Linjat Oy requires and what it would cost to make such system.

As the results of this thesis, there was found a description of tag-based ticketing- and payment systems structure and how such system works. The results also include the requirements for the system designed particularly for the use of Porin Linjat Oy and approximate costs of making such system. Hopefully Porin Linjat Oy benefits from this thesis as they start making their own tag-based ticketing- and payment system.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
1.1	Tutkimuksen taustaa .....	6
1.2	Tutkimuksen tavoite .....	6
1.3	Tutkimuksen rajaus .....	6
1.4	Tutkimusmenetelmät .....	7
2	LINJA-AUTOALA SUOMESSA.....	8
2.1	Linja-autoala yleisesti .....	8
2.2	Tulevaisuus .....	9
3	TUNNISTEIDEN KÄYTTÖ JOUKKOLIIKENTEESSÄ.....	13
3.1	Yleistä .....	13
3.2	Yhteiskäyttöisyys.....	14
3.3	LIPPU-hanke.....	14
3.3.1	Liikkumispalvelukatalogi (NAP).....	15
3.3.2	LIPPU-suositusrajapinta .....	15
4	RFID-TEKNIikka .....	17
4.1	RFID–tekniikka yleisesti .....	17
4.2	RFID-järjestelmä .....	17
5	TUNNISTEPOHJAINEN LIPPU- JA MAKSUJÄRJESTELMÄ.....	19
5.1	Rakenne.....	19
5.1.1	Tunniste .....	19
5.1.2	Lukija .....	20
5.1.3	Taustajärjestelmät .....	21
5.2	Toiminta .....	22
5.3	Mahdollisuudet.....	23
6	KOHDEYRITYS.....	24
7	JÄRJESTELMÄN VAATIMUKSET PORIN LINJAT OY:LLÄ.....	25
7.1	Laitteiston vaatimukset.....	25
7.1.1	Tunnisteiden vaatimukset .....	25
7.1.2	Lukijoiden vaatimukset.....	26
7.1.3	Keskustietokoneen vaatimukset .....	29
7.2	Ohjelmiston vaatimukset .....	29
7.3	Yhteyksien vaatimukset.....	31
8	JÄRJESTELMÄN KUSTANNUKSET .....	32
8.1	Laitteiston kustannukset.....	32

8.2	Ohjelmiston kustannukset .....	32
8.3	Yhteyksien kustannukset.....	33
9	TULOSTEN ARVIOINTI.....	34
9.1	Tutkimustulosten arviointi.....	34
9.2	Tulosten laadun, luotettavuuden ja yleistettävyyden arviointi.....	34
9.3	Kehitysidea ja jatkotutkimuskohteet .....	35
10	YHTEENVETO .....	36
	LÄHTEET.....	38

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen taustaa

Vuonna 2017 voimaan tullut uusi laki liikenteen palveluista velvoittaa liikennöintisopimuksen mukaista joukkoliikennettä harjoittavia toimijoita käyttämään lippu- ja maksujärjestelmiä, joilla mahdollistetaan avoin rajapinta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että lippu- ja maksujärjestelmän tulee olla tunnistepohjainen, jolloin matkustusoikeutta ei todenneta matkakortilta, vaan taustajärjestelmästä. (Liikenneviraston www-sivut 2018.)

Porin Linjat Oy on halukas luomaan oman tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän yrityksen omaan käyttöön ja haluaa tutkia mitä teknisiä vaatimuksia järjestelmän luominen edellyttää. Lisäksi Porin Linjat Oy haluaa selvittää suuntaa antavaa kustannusarviota järjestelmän luomisesta.

## 1.2 Tutkimuksen tavoite

Työn tavoitteena on luoda Porin Linjat Oy:lle selkeä kuva siitä, miten tunnistepohjainen lippu- ja maksujärjestelmä toimii, millaisilla teknisillä ratkaisuilla järjestelmä pystytään toteuttamaan niin, että järjestelmä on riittävä kattamaan Porin Linjat Oy:n tarpeet sekä selvittää järjestelmään liittyvän tekniikan kustannuksia.

## 1.3 Tutkimuksen rajaus

Tunnistepohjainen lippu- ja maksujärjestelmä voi toimia osana suurempaa järjestelmäkokonaisuutta, kuten yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää. Tämä tutkimus koskee ainoastaan tunnistepohjaista lippu- ja maksujärjestelmää, eikä mahdollisen järjestelmäkokonaisuuden muita osia. Tutkimus koskee tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän rakenteen ja toimintaperiaatteiden

osalta yleisesti vastaavanlaisia järjestelmiä, mutta järjestelmän vaatimusten ja kustannusten osalta tutkimus koskee ainoastaan Porin Linjat Oy:n vaatimuksia sekä liikennepalvelulain edellyttämiä vaatimuksia vastaavaa järjestelmää.

#### 1.4 Tutkimusmenetelmät

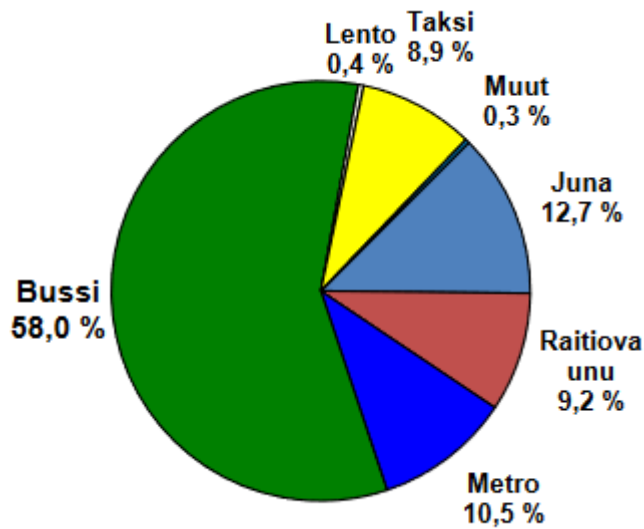
Tutkimuksessa selvitetään tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän laadullisia vaatimuksia, jolloin tutkimustapana on kvalitatiivinen tutkimus. Koska tutkimuksessa selvitetään tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän vaatimuksia Porin Linjat Oy:llä, on tutkimus myös tapaustutkimus. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 160-165.)

Aineistonkeruumenetelminä tutkimuksessa käytetään kirjallisuuslähteitä, viranomaisten, kohdeyrityksen sekä laitevalmistajien verkkosivuja sekä puhelimitse tai sähköpostilla toteutettavia kyselyitä järjestelmiä tai niiden osia tuottavilta yrityksiltä.

## 2 LINJA-AUTOALA SUOMESSA

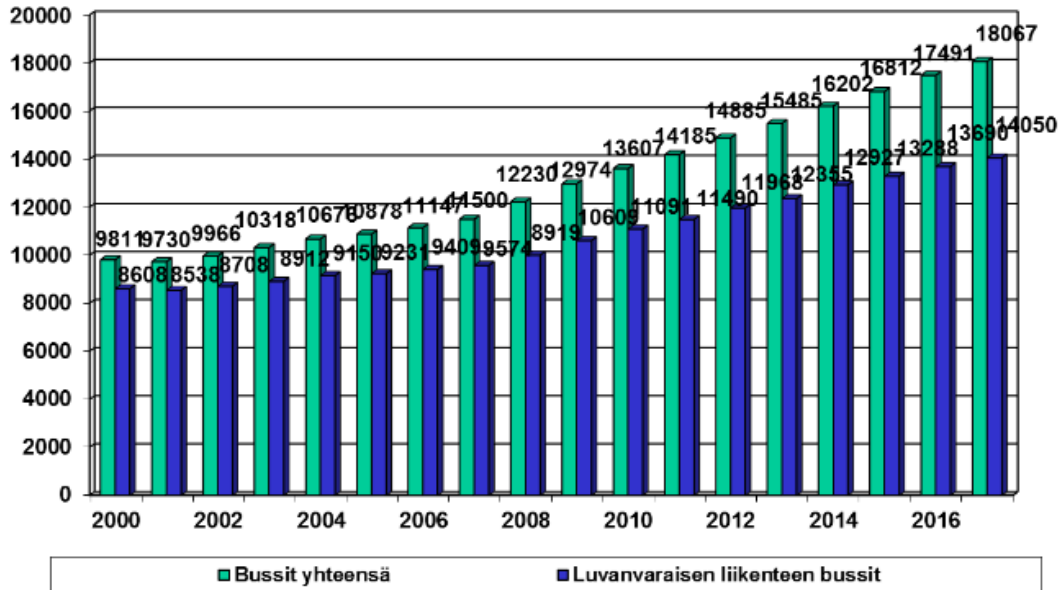
### 2.1 Linja-autoala yleisesti

Kuten kuvasta 1 käy ilmi, linja-autolla tehtyjen matkojen osuus kaikista julkisen liikenteen matkoista Suomessa on noin 60 %. Pääkaupunkiseudun ulkopuolella linja-autojen osuus julkisen liikenteen matkoista on jopa yli 80 %. Hyvin monelle suomalaiselle, etenkin yli kahdelle miljoonalle ajokortittomalle, linja-autoliikenne on siis tärkeää perusoikeuksiimme kuuluvan liikkumisen kannalta. Bussimatkoja tehdään vuodessa yhteensä 353 miljoonaa eli lähes miljoona matkaa päivässä, ja pelkästään jokaisena koulupäivänä kuljetetaan 130 000 perusopetuksen oppilasta. Julkisen linja-autoliikenteen reittiverkostoon kuuluu työssäkäyntialueiden linja-autoliikenne, kaupunkien välinen linja-autoliikenne, maaseudun linja-autoliikenne sekä koulukuljetukset. (Linja-autoliiton www-sivut 2018.)



Kuva 1. Julkisen liikenteen matkustajat 2015. (Linja-autoliiton www-sivut 2017.)





Kuva 2. Linja-autojen määrä Suomessa. (Linja-autoliiton www-sivut 2018.)

Kuva 2 osoittaa, että linja-autojen lukumäärä Suomessa on ollut kasvussa koko 2000-luvun ajan ja tällä hetkellä Suomessa on luvanvaraisessa liikenteessä noin 15 000 linja-autoa. Linja-autoala työllistää tällä hetkellä noin 13 000 henkilöä, joista noin 90 % on kuljettajia ja loput korjaamohenkilöstöä ja toimihenkilöstöä sekä hyvin pieni osuus muuta liiketoiminnan henkilöstöä. (Linja-autoliiton www-sivut 2018.)

Suomessa toimii Linja-autoliitto, joka on kaikkien linja-autoliikennettä harjoittavien ja muita henkilökuljetuspalveluita tarjoavien henkilöliikenneyritysten ammatillinen yhteistyö- ja edunvalvontajärjestö markkinaehtoisessa, sopimus- ja matkailuliikenteessä. Varsinaisina jäseninä linja-autoliitolla on yli 300 bussiyri-tystä. Jäsenistä suurin osa on pieniä 1-5 linja-auton yrityksiä ja suuria, yli 50 linja-auton yrityksiä, on noin 8 % jäsenistä. (Linja-autoliiton www-sivut 2018.)

## 2.2 Tulevaisuus

Ilmasto- ja ympäristöhaasteet tulevat luomaan tulevaisuudessa yhä suuremman tarpeen julkiselle liikenteelle, jossa linja-auto on merkittävässä roolissa.

Liikenne tuottaa merkittävät määrät kasvihuonepäästöjä. Vuonna 2015 kotimaan liikenne tuotti 11 miljoonaa tonnia kasvihuonepäästöjä, mikä on noin viidesosa kaikista päästöistä. Kotimaan liikenteen päästöistä yli 90 % johtuu tieliikenteestä. EU:n energia- ja ilmastostrategiassa on linjattu, että liikenteen päästöjä pitäisi leikata vuoteen 2030 mennessä noin puoleen vuoden 2005 tilanteesta ja vuoteen 2050 mennessä liikenteen pitäisi olla lähes nollapäästöistä. Yhdeksi keinoksi päästöjen vähentämiseen onkin linjattu juuri julkisen liikenteen käyttäminen. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2017.)

Ihmisten arvot ja asenteet muuttuvat ekologisempaan suuntaan, minkä takia esimerkiksi liikkumisvalinnoissa hinta- ja nopeusarvojen rinnalle nousee yhä vahvemmin liikkumisen ekologisuus. Myöskään tavaroiden omistaminen ei tulevaisuudessa ole välttämättä enää itseisarvo vaan esimerkiksi henkilöautojen omistuksessa on tapahtumassa muutos kohti ajoneuvojen yhteisomistusta. Henkilöauton omistaminen saatetaan kokea jopa rasitteena sekä ylimääräisenä kustannuseränä, etenkin jos tarjolla on edullisempia ja helpompia liikkumistapoja. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2017.)



Kuva 3. Kaupungistuminen. (Jeeproject www-sivut 2018.)

Jatkuvasti lisääntyvä kaupungistuminen tulee myös muokkaamaan linja-autoalaa hyvin paljon, kuten kuva 3 osoittaa. Väestön keskittyminen kaupunkikeskuksiin lisää esimerkiksi liikennemuutosten kaltaisia haittoja, joita pitää hallita ja ohjata. Tämä puolestaan edellyttää kaupunkiliikenteen muuttamista vähäpäästöiseksi ja älykkääksi, jolloin joukkoliikenne astuu vahvasti kuvioihin. Toisaalta kaupungistuminen myös lisää joukkoliikenteelle haasteita kustannustehokkaan liikenteen järjestämisessä kaupunkikeskusten ulkopuolisille haja-

asutusalueille, joissa asukas- ja käyttäjämäärät vähenevät. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2017.)

Liikennettä mullistavista tekijöistä merkittävin on teknologinen kehitys. Digitalisaation, automaation ja robotiikan älykkäät sovellukset tulevat tehostamaan ja muuttamaan liikennettä tavalla, jota ei ole ennen nähty. Tietomäärän ja sen käsittelykapasiteetin kasvu sekä tiedon avoimuus mahdollistavat yhä älykkäämpien ratkaisujen hyödyntämisen, sekä uudenlaisten palvelujen kehittämisen liikenteessä. Liikenne muuttuu yhä enemmän tieto-ohjautuvaksi ja liikenteen toimialaa tulee erityisesti muuttamaan henkilökohtaisten viestintävälineiden kehitys, datan kasvava merkitys, uudet liikenteen palvelut, kytkeytynyt liikennejärjestelmä, esineiden internet sekä autonomiset ajoneuvot. Uusista liikenteen palveluista hyvänä esimerkkinä voidaan pitää juuri tässä työssä tutkittavaa tunnisteiden käyttöön pohjautuvaa julkisen liikenteen lippu- ja maksujärjestelmää, joka tulee helpottamaan julkisilla liikennevälineillä liikkumista ja luo uusia mahdollisuuksia esimerkiksi matkalippujen hankintaan. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2017.)

Kuvassa 4 seuraavalla sivulla on hyvin esitetty, kuinka uusia teknologioita hyödyntämällä kaikki informaatio pystytään esimerkiksi yhdistämään yhteen älypuhelimella käytettävään sovellukseen, jolloin käyttäjän pitää vain kirjoittaa lähtöpaikka ja määränpää, joiden perusteella sovellus kertoo nopeimman reitin, koska seuraava bussi saapuu, missä on lähin pysäkki sekä mikä on matkan hinta ja lopuksi käyttäjä voi ostaa matkan suoraan sovelluksesta.



Kuva 4. Hankalasti saatava informaatio. (Jeeproject www-sivut 2018.)

## 3 TUNNISTEIDEN KÄYTTÖ JOUKKOLIIKENTEESSÄ

### 3.1 Yleistä

”Tie- ja raideliikenteen henkilökuljetuspalvelun tarjoajan, välityspalvelun tarjoajan tai näiden puolesta lippu- ja maksujärjestelmästä vastaavan toimijan on avattava liikkumispalvelun tarjoajille ja yhdistämispalvelun tarjoajille pääsy lippu- ja maksujärjestelmänsä myyntirajapintaan, jonka kautta voi ilman käyttöä rajoittavia ehtoja: [\(19.12.2017/1056\)](#)

1. hankkia vähintään perushintaisen kertamatkaan oikeuttavan lipputuotteen johon perustuvan matkustusoikeuden on oltava todennettavissa helpolla tavalla yleiskäyttöisen teknologian avulla; tai
2. varata yksittäisen matkan tai kuljetuksen, jonka täsmällinen hinta ei ole tiedossa palvelun alkaessa tai joka muusta syystä sovitaan maksettavaksi palvelun päättymisen jälkeen.” (Laki liikenteen palveluista 24.5.2017/320, 3 osa, 2 luku, 2§)

”Tässä luvussa säädettyjä avoimia rajapintoja teknisesti yhdistävien palveluntarjoajien ja matkustusoikeuden todentamiseen liittyvien taustajärjestelmien ylläpitäjien tai ylläpidosta vastaavien toimijoiden on omia palveluitaan ja järjestelmiään kehittäessään huolehdittava niiden yhteentoimivuudesta muiden vastaavien palveluiden kanssa. Edellä tarkoitettujen palveluntarjoajien on muutoinkin tehtävä yhteistyötä matkaketjujen muodostamiseksi tarvittavan teknisen yhteentoimivuuden varmistamiseksi.

Yhdistämispalvelun tarjoajien on avattava matkustusoikeuden todentamisessa tarvittavat rajapinnat ja huolehdittava siitä, että matkustusoikeuden todentaminen voidaan tehdä yleiskäyttöisten teknologioiden avulla.” (Laki liikenteen palveluista 24.5.2017/320, 3 osa, 2 luku, 5§)

Uusi laki liikenteen palveluista tarkoittaa sitä, että 1.1.2018 jälkeen hankittujen lippu- ja maksujärjestelmien tulee mahdollistaa avoin rajapinta, jolloin järjestelmien tulee olla taustajärjestelmäpohjaisia. Taustajärjestelmäpohjaisuudella tarkoitetaan sitä, että kaikki olennainen data, kuten henkilön matkustusoikeus, löytyy taustajärjestelmästä. Tällöin matkustusoikeuden todentaminen tapahtuu tunnisteella julkisen kulkuvälineen lukupäätteen avulla. (Liikenneviraston www-sivut 2017.)

### 3.2 Yhteiskäyttöisyys

Tie- ja rautatieliikenteen sekä henkilönkuljetuspalveluiden palveluntarjoajien uusien lippu- ja maksujärjestelmien liikkumispalveluita koskevat olennaiset ajantasaiset tiedot, kuten palvelualue, reitit, aikataulut, hinnat ja esteettömyystiedot, tulee olla tietojärjestelmään luodun yhteyden kautta saatavissa koneluettavassa ja helposti muokattavassa vakiotietomuodossa eli niin sanotussa avoimessa rajapinnassa. Avoin rajapinta lippu- ja maksujärjestelmissä tarkoittaa siis käytännössä, että kolmansilla osapuolilla on pääsy toisten järjestelmien tietoihin. Tällöin avoin rajapinta mahdollistaa eri palveluntarjoajien lippu- ja maksujärjestelmien taustajärjestelmien välisen viestinnän. Tätä eri palveluntarjoajien järjestelmien kommunikaatiokykyä kutsutaan yhteiskäyttöisyydeksi. (Liikenneviraston www-sivut 2017.)

### 3.3 LIPPU-hanke

LIPPU-hanke on Liikenne- ja viestintäministeriön perustama ja Liikenneviraston, Viestintäviraston sekä Traficin yhdessä toteuttama hanke, jolla pyritään

poistamaan liikennesektorilta uudenlaisten digitalisaatiota hyödyntävien palvelujen kehittämisen esteitä. LIPPU-hankkeen tarkoituksena on valmistella yhteistyössä alan toimijoiden kanssa lippu- ja maksujärjestelmien yhteentoimivuuden edellyttämät rajapintaspesifikaatiot sekä lipputuotteiden että niihin liittyvien maksujen välittämiseen. LIPPU-hanke siis luo edellytyksiä yhtenäisten matkaketjujen tarjoamiseksi Liikennepalvelulain mukaisesti ja helpottaa alan toimijoiden työtä lippu- ja maksujärjestelmien avaamiseksi toisten toimijoiden käyttöön. (Viestintäviraston www-sivut 2017.)

### 3.3.1 Liikkumispalvelukatalogi (NAP)

NAP on Liikenneviraston tuottama liikkumispalvelukatalogi, joka on tarkoitettu palveluiden kehittäjille. Katalogin on tarkoitus olla paikka, josta palveluiden kehittäjät pystyvät kootusti löytämään nykyistä laajempien reittioppaiden ja liikennepalveluiden kehittämiseen tarvitsemansa tiedot ja liikkumispalveluiden tuottajien luomat rajapinnat. NAP itsessään on myös koneluettavissa. NAP-rajapintakatalogin vaatimus perustuu loppuvuodesta 2019 voimaan tulevaan EU-asetukseen, joka edellyttää kansallista yhteyspistettä (National Access Point, NAP), johon liikkumispalvelujen tarjoajien on toimitettava tietoja digitaalisista rajapinnoistaan. NAP:in on tarkoitus aikaansaada mahdollisimman helpokäyttöiset palvelut, jotka edistävät liikkumispalveluiden yhteentoimivuutta ja uusien digitaalisten liikkumispalveluiden syntymistä. (Liikenneviraston www-sivut 2018.)

### 3.3.2 LIPPU-suositusrajapinta

Viestintävirasto kehittää LIPPU-suositusrajapintaa, joka on liikennepalveluiden lipputuotteiden välittämiseen tarkoitettu yleiskäyttöinen, kevyt ja moderni suositusrajapinta. LIPPU-suositusrajapinta vastaa kaikkiin Liikennepalvelulain tavoitteisiin, toisin kuin tällä hetkellä markkinoilla olevat muut myyntirajapinnat.

Kuvassa 5 LIPPU-suositusrajapintaa on vertailtu muihin markkinoilla oleviin rajapintoihin. (Viestintäviraston www-sivut 2017.)

	LIPPU	MaaS-API	BoMaaS	BoB	Amadeus, HSL, SUTI, VR, MH
<b>Kaikki liikennemuodot</b>	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei
<b>Reitti- ja kutsupohjaisuus</b>	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä/Ei
<b>Paikanvaraus</b>	Kyllä	?	Ei	?	Kyllä/Ei
<b>Esteettömyystiedot</b>	Kyllä	?	Ei	Ei	Kyllä
<b>Kaikki yhdistämispalvelut</b>	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei
<b>Kaikki maksupalvelut</b>	Kyllä	?	?	?	?
<b>Kaikki lipputeknologiat</b>	Kyllä	Ei	Ei	Ei	Ei
<b>Toimijoiden yhdessä kehittämä</b>	Kyllä	Ei	Ei	Kyllä	Ei
<b>Varmistettu hallinnointi ja kehitys</b>	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä
<b>Avoin: ei keskitettyä toimijaa</b>	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Ei
<b>Avoin: ei keskitettyä järjestelmää</b>	Kyllä	?	Kyllä	Ei	Ei
<b>Joustava laajennettavuus</b>	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei
<b>Edulliset toteutuskustannukset</b>	Kyllä	Ei	Ei	Kyllä	Ei

Kuva 5. Myyntirajapintojen vertailu. (Viestintäviraston www-sivut 2017.)

LIPPU-suositusrajapinta siis täyttää seuraavat vaatimukset:

- Ei rajoita tarjottavia liikennemuotoja: tukee mm. joukkoliikennettä ja takseja
- Ei rajoita tarjottavia palveluita: tukee reitti ja kutsupohjaisia palveluita + paikanvarausta
- Ei rajoita tuotteiden hinnoittelua: tukee erilaisia hinnoittelumalleja
- Mahdollistaa esteettömyystietojen välittämisen
- Ei ota kantaa, millä tekniikalla lippu tuotetaan, välitetään, esitetään ja tarkistetaan
- Ei ota kantaa käytettäviin maksupalveluihin
- Varmistettu hallinnointi ja avoin kehitys
- Mahdollistaa hajautetun ekosysteemin: ei edellytä keskitettyä toimijaa eikä järjestelmää
- Joustava laajennettavuus
- Edulliset toteutuskustannukset (Viestintäviraston www-sivut 2017.)



## 4 RFID-TEKNIikka

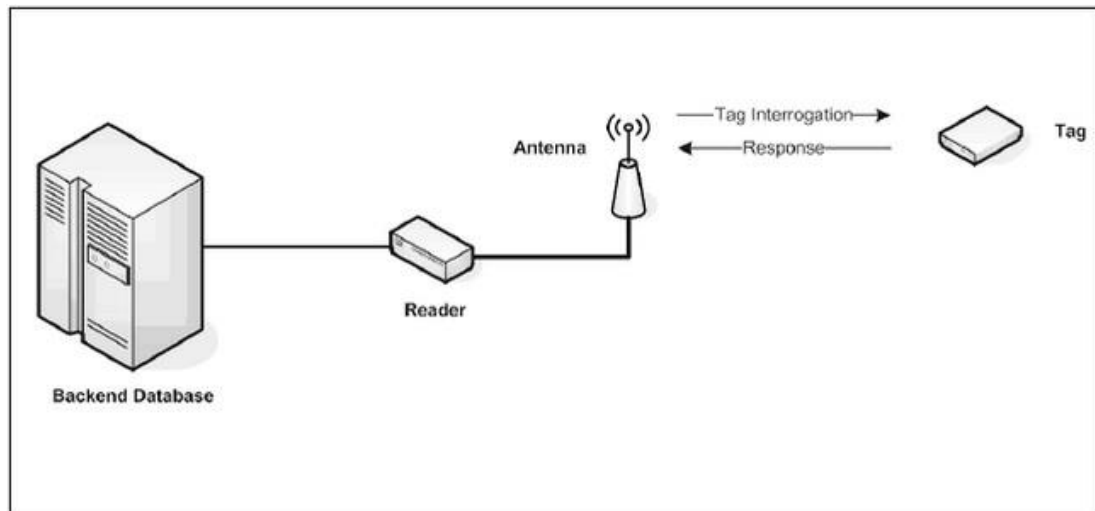
### 4.1 RFID–tekniikka yleisesti

RFID on lyhenne sanoista radio-frequency identification eli radiotaajuustunnistus. RFID-tekniikassa elektroniselle tunnisteelle on tallennettu tietoa muodossa, jonka lukijalaite pystyy lukemaan ja välittämään edelleen taustajärjestelmiin. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010, 9.)

RFID-tunniste voidaan lukea automaattisesti käytettävästä standardista riippuen erilaisilta etäisyyksiltä ilman näkö- tai kosketusyhteyttä ja tekemättä manuaalista lisätyötä. Tunniste voidaan lukea useimpien materiaalien lävitse ja siksi se voidaan koteloida niin, että se kestää kymmeniä vuosia ja kovaakin käsittelyä. (RFID Lab Finland ry 2016.)

### 4.2 RFID-järjestelmä

Kuvassa 6 seuraavalla sivulla on esitetty RFID-järjestelmä hyvin yksinkertaisessa muodossa. RFID-järjestelmä muodostuu tunnisteesta (tag), lukijasta (reader), tietojärjestelmästä (database) ja verkosta, jolla lukija ja tietojärjestelmä ovat yhteydessä toisiinsa. Edellä mainittujen komponenttien lisäksi kuvassa esiintyy antenni (antenna). Yleensä antenni on kuitenkin lukijalaitteessa sisäänrakennettuna. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010, 25).



Kuva 6. RFID-järjestelmä. (Thornton, Bhargava, Campbell, Das, Haines, Kleinschmidt, Lanthem & Lindtrom 2005, 20.)

## 5 TUNNISTEPOHJAINEN LIPPU- JA MAKSUJÄRJESTELMÄ

Tunnisteena voidaan käyttää RFID-tunnisteiden lisäksi lukijan ja ohjelmiston ominaisuuksista riippuen muitakin tunnistusmenetelmiä, kuten viivakoodia tai biometristä tunnistusta. Julkisessa liikenteessä kätevin ja yleisimmin käytössä oleva tunnistusmuoto on kuitenkin RFID-teknologiaa käyttävä matkakortti, joten lippu- ja maksujärjestelmä muistuttaa hyvin paljon aikaisemmin esiteltyä RFID-järjestelmää.

### 5.1 Rakenne

Kuten edellä esitelty RFID-järjestelmä, myös tunnistepohjainen lippu- ja maksujärjestelmä koostuu tunnisteesta, lukijasta ja taustajärjestelmästä sekä lukijaa ja taustajärjestelmää yhdistävästä verkosta.

#### 5.1.1 Tunniste

Tunniste itsessään koostuu mikrosirusta ja antennista ja voin olla fyysisiltä mitoiltaan todella pieni. Tunnisteelle voidaan tallentaa joko pelkästään tunniste-koodi tai lisäksi muitakin tietoja riippuen tunnisteiden muistikapasiteetista. Itse tunniste voidaan liittää mihin tahansa objektiin joko objektin valmistusvaiheessa tai jälkikäteen. Joukkoliikenteen lippu- ja maksujärjestelmässä yleisin tunniste on matkakortti, joka on suurin piirtein saman kokoinen kuin tavallinen pankkikortti. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010, 25-28.)



Kuva 7. Matkakortti. (Porin Linjojen www-sivut 2017.)

Kuvassa 7 on Porin Linjojen matkakortti, jota esimerkiksi voidaan käyttää tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän tunnisteena tallentamalla siihen tunnistekoodi. Uusia teknologioita hyödyntäen on kuitenkin mahdollista käyttää tunnisteena vaikkapa RFID-teknologiaa tukevia älylaitteita kuten matkapuhelinta tai älykelloa.

### 5.1.2 Lukija

Lukijan tehtävä on lukea tunnisteella olevat tiedot ja muuttaa ne digitaaliseen muotoon, jotta tiedot voidaan siirtää eteenpäin tietojärjestelmiin. Tietojen lukemisen lisäksi lukijalla voidaan lähettää tunnisteelle tietoa, lukita tunniste niin, ettei sen tietoja voida muuttaa tai tuhota tunnisteella olevat tiedot. Lukijoita on monia erilaisia erilaisiin käyttötarkoituksiin, kuten pieniä kannettavia käteen sopivia laitteita tai suuria usealla antennilla varustettuja laitteita. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010, 30-31.)

Lukija koostuu sisäisestä tai ulkoisesta antennista, koodaus- ja dekodauspiireistä, viestintäohjauspiiristä, virtalähteestä sekä järjestelmän rajapinnasta eli siitä mitä kautta laite on yhteydessä taustajärjestelmään. (Thornton, Bhargava, Campbell, Das, Haines, Kleinschmidt, Lanthem & Lindtrom 2005, 16.)



Kuva 8. Lukijalaite. (Pusatecin www-sivut 2017.)

Kuvassa 8 on nimenomaan julkiseen liikenteeseen suunniteltu kompaktin kokoinen ja sisäisellä antennilla varustettu lukija.

### 5.1.3 Taustajärjestelmät

Taustajärjestelmä jaetaan kahteen osaan, väliohjelmistoon, joka toimii rajapinnana taustaohjelmiston ja lukijan välissä, sekä itse taustaohjelmistoon, johon on tallennettu järjestelmän käyttämä informaatio. (Kirjavainen 2015, 14)

Väliohjelmisto on lukijan ja taustajärjestelmän välissä toimiva järjestelmä, joka ohjailee lukijoiden toimintaa ja hallitsee tietovirtoja lukijan ja taustajärjestelmän välillä. Palvelin käsittelee lukijalaitteelta tulevaa dataa ja välittää sitä taustajärjestelmään sekä toisinpäin. (Thornton, Bhargava, Campbell, Das, Haines, Kleinschmidt, Lanthem & Lindtrom 2005, 16.)

Taustaohjelmistossa sijaitsee järjestelmän tietokanta. Riippuen käytöstä ja järjestelmään tallennettavan tiedon määrästä tietokanta voi koostua yhdestä tietokoneesta tai useista toisiinsa yhteydessä olevista keskuskoneista. (Thornton, Bhargava, Campbell, Das, Haines, Kleinschmidt, Lanthem & Lindtrom 2005, 17.)

## 5.2 Toiminta

Tunnisteelle on tallennettuna tunnistekoodi, jolla järjestelmä hakee siihen yhdistetyt tiedot taustajärjestelmästä. Lukija on yhteydessä tunnisteeseen radioaaltojen avulla. Tunnisteen antennin ollessa lukijan antennin luoman sähkömagneettisen kentän sisällä, tunnisteen antenni lähettää lukijaan radiosignaaliin koodatun tiedon. Lukija vastaanottaa tunnisteen lähettämän radiosignaalin ja muuttaa siihen koodatun tiedon digitaaliseen muotoon, joka voidaan lukea lukijalta tai siirtää edelleen tietojärjestelmiin. Lukija lähettää tunnisteelta saadun tiedon väliohjelmistolle käyttäen siihen määritettyä tiettyä protokollaa, kuten jotain ISO-standardeissa määriteltyä protokollaa tai LLRP (Low Level Reader Protocol) -protokollaa. Väliohjelmisto välittää tiedon taustaohjelmistoon käyttäen siihen määriteltyä tiedonsiirtostandardia, kuten XML-pohjaista PML-kieltä (Physical Markup Language). Taustaohjelmisto etsii saadun tunnistekoodin avulla siihen liittyvät lisätiedot tietokannasta, tässä tapauksessa oleellisena tiedon matkustusosoikeudesta, ja lähettää lisätiedot väliohjelmiston kautta takaisin lukijalle, jolloin lukijan käyttäjä saa tunnistekoodin yhdistetyt lisätiedot. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010, 25-36.)

### 5.3 Mahdollisuudet

Tunnistepohjaisten lippu- ja maksujärjestelmien tärkeimpänä mahdollisuutena on myyntirajapintojen avaaminen. Myyntirajapintojen avaaminen mahdollistaa uudenlaiset rajapintoja hyödyntävät liikkumispalvelut, joiden kautta voidaan ostaa ”yhdelta luukulta” matkaliput kokonaiseen matkaketjuun, joka voi sisältää jopa useita eri liikkumismuotoja, kuten linja-auto ja junamatkoja. (Viestintäviraston www-sivut 2018.)

Kaiken kaikkiaan tunnistepohjainen lippu- ja maksujärjestelmä mahdollistaa monien erilaisten älykkäiden ratkaisujen kehittämisen. Yksi käytännöllinen ratkaisu esimerkiksi olisi luoda älypuhelinsovellus, jonka kautta matkoja voi ostaa ja itse älypuhelimta käyttää tunnisteena. Nykyisin lähes jokaisesta älypuhelimesta löytyvää, RFID-teknologiaa hyödyntävää, NFC (Near Field Communication) -teknologiaa käyttäviä mobiilisovelluksia käyttävät esimerkiksi pankit lähimaksuvälineenä. Kuvassa 9 käytetään älypuhelimta lähimaksuun.



Kuva 9. NFC-lähimaksu. (Mikrobitin www-sivut 2017.)

## 6 KOHDEYRITYS

Porin Linjat Oy on osakeyhtiö, jonka omistaa kokonaan Porin kaupunki. Porin Linjat Oy toteuttaa valtaosan Porin paikallisliikenteestä kaupungin omana tuotantona. Porin Linjojen markkinaosuus Porin paikallisliikenteestä on noin 95%. Yhtiö on toiminut nimellä Porin Linjat Oy vuodesta 1976 lähtien, jolloin Porin kaupunki aloitti oman joukkoliikenteen palvelutuotannon. Porin lisäksi yhtiön tehtävänä on hoitaa ja kehittää Porin naapurikaupungin Ulvilan paikallis- ja lähiliikennettä. (Porin Linjojen www-sivut 2018.)

Porin Linjat Oy työllistää noin 80 henkilöä ja yhtiöllä on noin 50 linja-autoa. Porin Linjoilla on tällä hetkellä Porin ja Ulvilan alueilla 26 linjaa, joilla kuljetaan vuodessa noin 2 miljoonaa matkustajaa ja ajetaan noin 2,5 miljoonaa linjakilometriä. Paikallisliikenteen lisäksi Porin Linjat harjoittaa tilausajoliikennettä Suomen sisällä sekä ulkomailla. (Porin Linjojen www-sivut 2018.)



## 7 JÄRJESTELMÄN VAATIMUKSET PORIN LINJAT OY:LLÄ

### 7.1 Laitteiston vaatimukset

Kappaleessa 5 esitellyn järjestelmän rakenteen perusteella laitteiston osalta järjestelmä vaatii toimiakseen tunnisteen, lukijat sekä keskustietokoneen.

#### 7.1.1 Tunnisteiden vaatimukset

Tunnisteiden lukuetaisyysden ei tarvitse olla pitkä vaan tunniste luetaan hyvin läheltä lukijaa. Tällöin voidaan käyttää passiivisia tunnisteita, jotka eivät tarvitse omaa virtalähdettä, vaan tunniste käyttää radiosignaalin lähettämiseen lukijan luomaa sähkömagneettista kenttää. Passiivisen tunnisteen maksimaalinen lukuetaisyys on 3,5 metriä. (Thornton, Bhargava, Campbell, Das, Haines, Kleinschmidt, Lanthem & Lindtrom 2005, 14.)

Lyhyen lukuetaisyysden takia tunnisteen antennit voivat olla melko pieniä, mutta esimerkiksi pankkikortin kokoisen matkakortin laaja pinta-ala mahdollistaa suurempienkin antennien käyttämisen, joka puolestaan lisää tunnisteen lukuetaisyyttä. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010, 26-29.)

Koska järjestelmän on tarkoitus olla täysin taustajärjestelmäpohjainen, ei tunnisteen tarvitse tallentaa kuin tunnistekoodi. Tunnisteen voidaan kuitenkin tallentaa tunnistekoodin lisäksi myös muita tietoja. Tunnisteen tarvittava muistikapasiteetti riippuu siitä, halutaanko siihen tallentaa ainoastaan tunnistekoodi vai myös muuta tietoa. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010, 26-27.)

Mikäli tunnisteen sisällytetään muutakin tietoa kuin tunnistekoodi, tulee tunnisteen olla read/write -tyyppisiä, jolloin tunnisteen sisältämiä tietoja voidaan muuttaa. Jos tunnisteen tallennetaan esimerkiksi tieto jäljellä olevista mat-

koista, pitää lukijan vähentää yksi matka jokaisella lukukerralla. Jos taas tunnisteelle ei sisällytetä muuta kuin tunnistekoodi, tunnisteet voivat olla read only -tyyppisiä. Read only- tyyppiin tunnisteisiin voidaan tallentaa tunnistekoodi jo valmistusvaiheessa tai vaihtoehtoisesti jälkepäin, mutta vain kerran, jonka jälkeen tunnistetta voidaan ainoastaan lukea. Read only -tyyppiset tunnisteet ovat valmistuskustannuksiltaan hieman edullisempia kuin read/write -tyyppiset tunnisteet. (Lehpamer 2007, 155.)



Kuva 10. Tunniste avaimenperä. (Paunerin www-sivut 2018.)

Objekti johon tunniste liitetään, tulisi olla mitoiltaan ja muodoltaan mahdollisimman kompakti ja käytännöllinen. Hyviä esimerkkejä ovat jo aiemmin kuvassa 7 esiintyvä muovinen matkakortti tai kuvassa 10 esiintyvä avaimenperä joka sisältää tunnisteon.

### 7.1.2 Lukijoiden vaatimukset

Koska lukijat sijoitetaan ajoneuvoihin, tulee niiden toimia langattomassa verkossa. Tiedonsiirtoyhteyksien tulee olla riittävän nopeat, jottei rahastustapah-tumiin ja tämän myötä matkustamiseen aiheudu häiriöitä liian hitaiden tiedon-siirtoyhteyksien takia. Esimerkiksi Pirkanmaan ELY-keskuksen tarjouspyynnössä koskien reittipohjaisia liikennepalveluita, ajoneuvolaitteiden tiedonsiirron vähimmäisvaatimuksena tiedonsiirron tulee perustua vähintään 3G-tekniikkaan. (ELY-keskus Pirkanmaa 29.5.2018.)

Lukijoiden olisi hyvä pystyä käyttämään RFID-tunnisteiden lisäksi myös muita todentamisteknologioita, kuten viivakoodia. Pirkanmaan ELY-keskuksen tarjouspyynnössä koskien reittipohjaisia liikennepalveluita määritellään, että ajoneuvolaitteiden tulee tukea esimerkiksi etäluettavia NFC-, Mifare- ja Desfire-tekniologioita sekä optisesti luettavaa viivakoodia. (ELY-keskus Pirkanmaa 29.5.2018.)

Lukijoiden pitäisi pystyä toimimaan myös offline-tilassa, mikäli tiedonsiirtoyhteyksissä ilmenee puutteita tai hitautta. Pirkanmaan ELY-keskuksen tarjouspyynnössä koskien reittipohjaisia liikennepalveluita on esimerkiksi esitetty, että tämän tyyppisissä tilanteissa tapahtumatietojen ajantasaisuus voidaan varmentaa taustajärjestelmän sijasta niin sanotulla white list- ja black list-menetelmällä. Tällöin ajoneuvolaitteelle päivitetään lista voimassaolevista ja suljetuista matkustusoikeuksista niin, ettei niitä tarvitse noutaa taustajärjestelmästä reaaliaikaisesti. Ajoneuvolaitteiden tulee kyetä tallentamaan ja käsittelemään white list-, black list- ja muita ajoneuvoparametreja ja päivittämään niitä riittävän pienin väliajoin. Tämän tyyppinen menettely vaatii lukijalta jonkin verran muistikapasiteettia. (ELY-keskus Pirkanmaa 29.5.2018.)

Ajoneuvolaitteen tulee tietää sen sijainti, jotta rahastuslaitteen tapahtumat rekisteröityvät oikealle lähdölle ja oikealle pysäkillä. Sijaintitietoa tarvitaan myös pysäkeille pysähtymisen ja niiden ohituksen aikaleimoja varten, jotta reitin etenemistä pystytään seuraamaan. Tätä varten lukijan tulisi tukea joko GPS- tai Glonass -paikannustekniikkaa. (ELY-keskus Pirkanmaa 29.5.2018.)

Lukijoiden myös noudatettava paikallisia lakeja ja sääntöjä, kuten taajuusrajoituksia ja kentänvoimakkuuksien määrittämiä. Laitteiden lakien ja sääntöjen mukaisuudesta kuitenkin huolehtii varmasti luotettava laitteiden valistaja. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010, 32.)



Kuva 11. Pusatec PT10eX. (Pusatecin www-sivut 2017.)

Pori Linjoilla on kuvan 11 mukaiset Pusatec PT10eX -ajoneuvolaitteet valmiina asennettavaksi ajoneuvoihin. Pusatec PT10eX -laitteet sisältävät tuen 2G- ja 3G-yhteyksille sekä optiona mahdollisuuden 4G-yhteyteen. PT10eX -laitteissa on sekä kontaktiton että kontaktillinen älykortinlukija sekä optio integroituun 2D-lukijaan, jolla voidaan lukea esimerkiksi QR-koodeja. Laitteiden ohjelma- ja datamuistia voidaan laajentaa 256 gigatavuun, jolloin muisti riittää esimerkiksi käytetyn white list- ja black list-menettelyn käyttämiseen. Laitteet myös tukevat GPS-paikannusta. Pusatec Pt10eX -ajoneuvolaitteet siis täyttävät tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän ajoneuvolaitteen vaatimukset. (Pusatecin www-sivut 2017; Valtanen sähköposti 23.11.2018.)

### 7.1.3 Keskustietokoneen vaatimukset

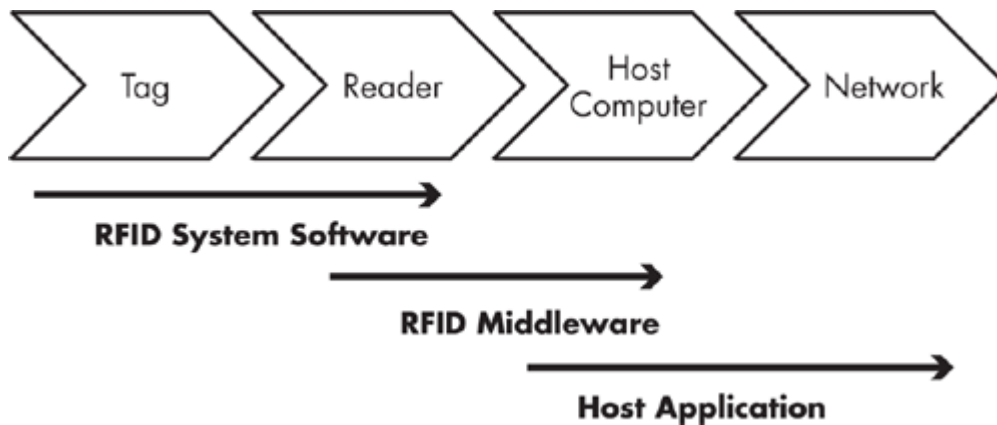
Taustajärjestelmän tulee sisältää liikenteen palveluja koskevan lain mukaisesti liikkumispalvelua koskevat ajantasaiset olennaiset tiedot. Laissa on määritelty olennaisiksi tiedoiksi ainakin reitti-, pysäkki-, aikataulu-, hinta- ja saatavuustiedot sekä esteettömyystiedot. (Laki liikenteen palveluista 24.5.2017/320, 3 osa, 2 luku, 1§).

Lain vaatimien tietojen lisäksi taustajärjestelmään tallennetaan asiakastilit, jotka sisältävät tunnisteisiin liitettävät asiakastiedot. Asiakastiedot pidetään mahdollisimman vähäisinä perustuen henkilösuoja lakiin. Asiakastileihin tallennetaan ainakin asiakkaan nimi, puhelinnumero, syntymäaika sekä matkasaldo. (Valtanen sähköposti 23.11.2018).

Keskustietokoneelta vaadittavan muistikapasiteetin määrä riippuu siitä, kuinka paljon asiakastilejä siihen pitää tallentaa. Tallennettavien asiakastilien määrä taas riippuu asiakkaiden määrästä ja siitä kuinka kauan yksittäistä asiakastiliä säilytetään järjestelmässä. Riffid Oy:n J. Nummelan mukaan nykypäivänä järjestelmän kannattaa toimia pilvipalvelussa, jolloin yrityksen ei tarvitse itse ylläpitää keskustietokonetta (Nummela henkilökohtainen tiedonanto 11.12.2018).

### 7.2 Ohjelmiston vaatimukset

Kuten kuva 12 osoittaa, ohjelmisto voidaan jakaa kolmeen osaan, taustaohjelmistoon, väliohjelmistoon ja lukijoiden ohjelmistoon (Bhuptani & Moradpour 2005, 50).



Kuva 12. Ohjelmistot. (Bhuptani & Moradpour 2005, 50.)

Lukijoiden ohjelmistossa tulee olla tunnisteidän kanssa kommunikointiin tarvittavat peruskomponentit, jotta tunnisteita voidaan lukea ja niille voidaan kirjoittaa. Lukijoiden ohjelmistossa tarvitaan myös jonkinlainen törmäyksen esto, jolla lukija pystyy tunnistamaan yksittäisen tunnisteen, mikäli lukijan lukukentässä on samanaikaisesti useampi tunniste. Lukijan ohjelmiston pitää lisäksi kyetä muuttamaan tunnisteealta saatu radiosignaaliin koodattu tieto digitaaliseen muotoon, jotta tieto voidaan lukea lukijan näytöltä tai siirtää taustajärjestelmään. Tiedon siirtämiseksi taustajärjestelmään, lukijan ohjelmiston tulee käyttää lukijan ja väliohjelmiston tiedonsiirtoon määritettyä protokollaa.

(Bhuptani & Moradpour 2005, 50-51; Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010, 30-36.)

Välipalvelimen ohjelmiston tulee sisältää komponentit, joilla välipalvelin toimii siltana lukijan ja taustaohjelmiston välillä. Näihin komponentteihin kuuluu lukijan ja väliohjelmiston tiedonsiirtoon käytettävä protokolla, taustaohjelmiston ja väliohjelmiston väliseen tiedonsiirtoon käytettävä tiedonsiirtostandardi sekä tiedon suodattaminen ja käsittely muotoon, jossa se voidaan siirtää eteenpäin. Ohjelmiston tulee myös hallita ja seurata kaikkia järjestelmän lukijoita. Porin Linjoilla väliohjelmiston tulee siis hallita noin 50 ajoneuvolaitetta sekä niiden tietovirtaa. (Bhuptani & Moradpour 2005, 52; Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010, 36; Porin Linjojen www-sivut 2018.)

Taustaohjelmiston tulee osata liittää tietokannassa oleva tieto tunnisteelta saatuu tietoon ja lähettää se takaisin ajoneuvolaitteelle. Lisäksi taustaohjelmiston tulee sisältää liikennepalvelulain edellyttämä avoin myyntirajapinta, jonka kautta muilla liikkumispalveluntarjoajilla ja yhdistämispalveluilla on pääsy liikkumispalvelua koskeviin olennaisiin tietoihin. (Liikenneviraston www-sivut 2018; Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010, 36)

### 7.3 Yhteyksien vaatimukset

Lukijat vaativat yhteyden, jolla ne voivat olla yhteydessä taustajärjestelmään. Tässä tapauksessa lukijat ovat sijoitettuna ajoneuvoihin, joten yhteyksinä on käytettävä langattomia verkkoyhteyksiä. Tiedonsiirtoyhteyksien tulee olla riittävän nopeat, ettei rahastustapahtumiin ja tätä kautta matkustamiseen ilmene häiriöitä liian hitaiden tiedonsiirtoyhteyksien vuoksi. Esimerkiksi Pirkanmaan ELY-keskuksen tarjouspyynnössä koskien reittipohjaisia liikennepalveluita onkin esitetty, että tiedonsiirron on perustuttava vähintään 3G-tekniikkaan. Tästä voidaan siis todeta, että ajoneuvolaitteet tulee varustaa 3G-yhteyksillä. (ELY-keskus Pirkanmaa 29.5.2018.)

## 8 JÄRJESTELMÄN KUSTANNUKSET

### 8.1 Laitteiston kustannukset

Koska Porin Linjoilla on valmiina ajoneuvolaitteet ja keskustietokoneen vaatimuksia on hyvin vaikea määrittää, on laitteiston osalta selvitetty kustannusarvioit ainoastaan tunnisteista. Tunnisteiden hinnat ovat kappalehintoja, koska niiden tarvittava lukumäärä ei ole tiedossa.

Riffid Oy:n J. Nummelan mukaan painatettujen tunnisteella varustettujen matkakorttien hinta on noin 0,5-1 €/kpl. Ilman painatusta tunnistekortit ovat halvempia ja voivat määrästä riippuen kustantaa halvimmillaan noin 0,1 €/kpl. (Nummela henkilökohtainen tiedonanto 11.12.2018.)

ToP Tunniste Oy:n J-P Koskisen mukaan matkakorttien hinnat ovat 1000 kpl erälle 0,9 €/kpl ja suuremmissa erissä hinnat ovat pienempiä. Hinta ei sisällä tunnisteiden enkoodausta eikä korttien painatusta. (Koskinen sähköposti 11.12.2018.)

### 8.2 Ohjelmiston kustannukset

Riffid Oy:n J. Nummelan mukaan ohjelmiston hintaa on hyvin vaikea arvioida, sillä se riippuu paljon monesta asiasta ja siitä kuinka pitkälle järjestelmän toimintoja pitää kehittää. Karkea kustannusarvio ohjelmistolle on kuitenkin noin 20 000-40 000 €. (Nummela henkilökohtainen tiedonanto 11.12.2018.)

ToP Tunniste Oy:n J-P Koskisen mukaan ohjelmiston alustava kustannusarvio on noin 30 000-45 000 € (Koskinen sähköposti 11.12.2018).

Ohjelmiston kustannukset riippuvat hyvin paljon siitä, kuinka paljon siihen joudutaan rakentamaan erilaisia yksityiskohtia, ja voivat nousta hyvinkin kor-



keiksi, mikäli järjestelmään halutaan paljon erilaisia lisäominaisuuksia. Kuitenkin saaduista kustannusarvioista voidaan päätellä, että minimi vaatimuksilla ohjelmiston hinta liikkuu noin 20 000-45 000€ haarukassa.

### 8.3 Yhteyksien kustannukset

Ajoneuvolaitteiden yhteyksien hinnat ovat yhden hintoja yhteydestä yhdelle ajoneuvolaitteelle ja ilmoitettu ilman arvonlisäveroa. Kokonaishinta yhteyksille muodostuu siis riippuen ajoneuvolaitteiden tarkasta lukumäärästä.

Telia Finland Oyj:n hinta ajoneuvolaitteen 3G-yhteydelle on 3,9 €/kk, jonka lisäksi veloitetaan 1 € liittymän avausmaksu (Telia Finland Oyj henkilökohtainen tiedonanto 12.12.2018).

DNA Oyj:n hinta ajoneuvolaitteen 3G-yhteydelle on 3,9 €/kk, jonka lisäksi veloitetaan 2,36 € liittymän avausmaksu (DNA Oyj henkilökohtainen tiedonanto 12.12.2018).

Elisa Oyj:n hinta ajoneuvolaitteen 3G-yhteydelle koostuu 0,84 €/kk perusmaksusta, 1,61 €/kk julkisesta IP-osoitteesta, 0,1 €/Mt tiedonsiirtomaksusta ja 3,15€ liittymän avausmaksusta (Elisa Oyj henkilökohtainen tiedonanto 12.12.2018).

## 9 TULOSTEN ARVIOINTI

### 9.1 Tutkimustulosten arviointi

Tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän rakennetta ja toimintaa tutkiessa jouduttiin saatavilla olevan erittäin vähäisen tiedon vuoksi käyttämään tietoa samalla periaatteella toimivista RFID-järjestelmistä ja soveltamaan sitä tunnistepohjaiseen lippu- ja maksujärjestelmään, jossa lukijalaitteet sijaitsevat liikkuvissa ajoneuvoissa erillään muusta järjestelmästä.

Selvitettäessä tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän vaatimuksia kohdeyrityksessä, oli mahdotonta saada selville aivan tarkkoja vaatimuksia, koska siihen vaadittavat tiedot, kuten tarkat asiakasmäärät, ovat yrityksen sisäistä tietoa. Tarkkojen vaatimusten selvittämiseksi kuitenkin luotiin työssä hyvä pohja, jonka perustalta kohdeyritys pystyy määrittämään tarkat vaatimukset alkaessaan kehittämään järjestelmänsä.

Järjestelmän kustannusarvioissa hintahaarukat ovat osin melko laajoja johdun osittain siitä, ettei järjestelmästä pystytty selvittämään tarkkoja vaatimuksia ja osittain, koska kustannukset ovat niin paljon riippuvaisia siitä millaisia yksityiskohtia lopulliseen järjestelmään halutaan. Kustannusarviot antavat kuitenkin hyvän kuvan siitä mitä järjestelmä tulee maksamaan siihen määritetyillä vähimmäisvaatimuksilla.

### 9.2 Tulosten laadun, luotettavuuden ja yleistettävyyden arviointi

Saatuja tuloksia voidaan pitää luotettavina. Tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän rakennetta ja toimintaa tutkiessa käytettiin RFID-teknologiaa käsittelevää kirjallisuutta, ja järjestelmä toimii täysin samalla periaatteella, vaikkei tunnistukseen välttämättä käytettäisi RFID-tunnisteita. Myös selvittäessä järjestelmän vaatimuksia kohdeyrityksessä käytettiin RFID-teknologiaa

käsittävää kirjallisuutta mutta lisäksi myös viranomaislähteitä sekä ehkä tärkeimpänä Pirkanmaan ELY-keskuksen reittipohjaisia liikennepalveluita koskevaa yleistä tarjouspyyntöä, jossa oli määritelty saman kaltaiselle järjestelmälle vaatimuksia. Kustannusarviot on selvitetty kyselemällä hintoja puhelimitse suoraan järjestelmiä ja niiden osia tarjoavilta yrityksiltä perustuen selvitettyihin järjestelmän vaatimukseen kohdeyrityksessä.

Tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän rakennetta ja toimintaa koskevat tulokset ovat helposti yleistettävissä muidenkin vastaavien järjestelmien kehittämiseen. Myös järjestelmän vaatimuksia kohdeyrityksessä ja kustannusarvioita koskevat tulokset ovat osittain yleistettävissä mutta osa tuloksista vastaa vain kohdeyrityksen tarpeisiin.

### 9.3 Kehitysidea ja jatkotutkimuskohteet

Tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän rinnalle voisi kehittää mobiilisovelluksen, joka hyödyntää järjestelmän avointa myyntirajapintaa. Sovelluksesta voisi löytyä kaikki tiedot reiteistä, pysäkeistä, aikatauluista ja hinnoista. Sovelluksesta voisi ostaa lipun valitsemalleen matkalle ja mobiililaitte itsessään voisi toimia tunnisteena hyödyntäen NFC-tekniikkaa. Uusi liikennepalvelulaki vaatii järjestelmiltä avointa myyntirajapintaa edistääkseen juuri tämän kaltaisten palveluiden syntymistä. Esimerkiksi tällaisen sovelluksen kehittäminen sopisi hyvin tämän työn jatkotutkimuskohteeksi.

## 10 YHTEENVETO

Opinnäytetyö aloitettiin kesäkuussa 2018 aloituspalaverilla, johon osallistui minun lisäksi opinnäytetyön ohjaava opettaja ja kohdeyrityksen edustaja. Aloituspalaverissa kartoitettiin, millaiset tavoitteet toimeksiantajalla on opinnäytetyölle sekä täytettiin opinnäytetyösopimukset. Palaverissa sovittiin, että opinnäytetyössä tutkitaan mistä tunnistepohjainen lippu- ja maksujärjestelmä koostuu ja miten se toimii sekä selvitetään mitä järjestelmältä vaaditaan kohdeyrityksen käytössä ja millaisia kustannuksia järjestelmän kehittämisestä aiheutuu. Tavoitteena oli, että kohdeyritys ja opinnäytetyön tekijä hyötyvät opinnäytetyöstä mahdollisimman paljon.

Työn tekeminen aloitettiin kirjoittamalla teoriaosuus, jossa tutkittiin linja-autoalaa ja sen tulevaisuutta Suomessa, miksi tunnistepohjaisia lippu- ja maksujärjestelmiä tarvitaan sekä mitä valtion virastot tekevät auttaakseen uusien liikennepalveluiden kehitystä. Itse kohdeyrityksen kysymyksiin vastaavassa osiossa tutkittiin ensin mistä tunnistepohjainen lippu- ja maksujärjestelmä koostuu ja miten se toimii, sekä mitä kohdeyritykselle toteutettava järjestelmä vaatii ja millaisia kustannuksia järjestelmän toteuttamisesta aiheutuu.

Eriyisen haastavaa työssä oli löytää tietoa tunnistepohjaisen lippu- ja maksujärjestelmän toiminnasta ja vaatimuksista, koska vastaavia järjestelmiä ei juuri ole vielä ainakaan Suomessa käytössä vaan järjestelmiä kehitellään vasta, eikä järjestelmien kehittäjät juurikaan jaa mitään tietoja.

Työtä tehdessä opin erittäin paljon erityisesti uudesta liikennepalvelulaista ja siitä, kuinka tärkeänä uudenlaisten liikenteen palveluiden kehittäminen nähdään viranomaistasolla. Lisäksi opin todella paljon tunnistepohjaisten järjestelmien rakenteesta ja niiden toiminnasta sekä siitä kuinka moneen eri käyttötarkoitukseen tunnisteteknologiaan pohjautuvia järjestelmiä voidaan käyttää ja käytetään jo.

Toivon, että työstäni on paljon hyötyä Porin Linjat Oy:lle heidän alkaessa kehittämään tunnistepohjaista lippu- ja maksujärjestelmäänsä. Työstä saa ainakin hyvän käsityksen siitä miten tunnistepohjainen lippu- ja maksujärjestelmä toimii ja mitä kaikkea se vaatii toimiakseen. Työ jättää myös paljon aiheita jatkokehittämiseksi.

## LÄHTEET

Bhuptani, M. & Moradpour, S. 2005. RFID field guide: deploying radio frequency identification systems. Upper Saddle River: Sun Microsystems/Pren-tice Hall cop.

DNA Oyj yritysasiakaspalvelu 2018. Puhelinhaastattelu 12.12.2018. Haastat-telijana Roope Nieminen. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Elisa Oyj yritysasiakaspalvelu 2018. Puhelinhaastattelu 12.12.2018. Haastat-telijana Roope Nieminen. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

ELY-keskus Pirkanmaa, yleinentarjouspyyntö 29.5.2018, Liite 5.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Jeeproject www-sivut 2018. Viitattu 22.11.2018. [www.jeeproject.info](http://www.jeeproject.info)

Kirjavainen, K. 2015. RFID-teknologian kehitys, sensorit ja hyödyntäminen olosuhtemittauksissa. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 3.12.2018. <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/22945/Kirjavainen.pdf?sequence=1>

Koskinen, J-P. Kustannusarvio. Vastaanottaja: Roope Nieminen. Lähetetty 11.12.2018 klo 15.16. Viitattu 11.12.2018

Laki liikenteen palveluista 24.5.2017/320 muutoksineen.

Lehpamer, H. 2008. RFID Desing Principles. Norwood: Artech House

Liikenneviraston www-sivut 2017. Viitattu 22.11.2018. [www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)

Liikenneviraston www-sivut 2018. Viitattu 7.12.2018 [www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)

Liikenne- ja viestintäministeriö. 2017. Liikenne- ja viestintästrategia 2030 ja 2050.

Linja-autoliiton www-sivut 2017. Viitattu 21.11.2018. [www.linja-autoliitto.fi](http://www.linja-autoliitto.fi)

Linja-autoliiton www-sivut 2018. Viitattu 21.11.2018. [www.linja-autoliitto.fi](http://www.linja-autoliitto.fi)

Mikrobittin www-sivut 2017. Viitattu 3.12.2018 [www.mikrobitti.fi](http://www.mikrobitti.fi)

Nummela, J. 2018. Toimitusjohtaja, Riffid Oy. Pori. Puhelinhaastattelu 11.12.2018. Haastattelijana Roope Nieminen. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Paunerin www-sivut 2018. Viitattu 4.12.2018 [www.pauner.fi](http://www.pauner.fi)

Pusatecin www-sivut 2017. Viitattu 5.12.2018 [www.pusatec.fi](http://www.pusatec.fi)

Porin Linjojen www-sivut 2017. Viitattu 2.12.2018 [www.porinlinjat.fi](http://www.porinlinjat.fi)

Porin Linjojen www-sivut 2018. Viitattu 21.11.2018. [www.porinlinjat.fi](http://www.porinlinjat.fi)

RFID Lab Finland ry. 2016. Miksi RFID?. Viitattu 17.10.2018. <http://www.rfid-lab.fi/rfid-teknologia/miksi-rfid/>

Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2010. SFS-käsikirja 301-1 RFID. Osa 1: Opas. Johdatus tekniikkaan. Helsinki: SFS

Telia Finland Oyj yritysasiakaspalvelu 2018. Puhelinhaastattelu 12.12.2018. Haastattelijana Roope Nieminen. Muistiinpanot haastattelijan hallussa.

Thornton, F., Bhargava, H., Campbell, A., Das, A., Haines, B., Kleinschmidt, J., Lanthem, C. & Lindstrom, P. 2005. RFID Security. Rockland: Syngress Publishing

Valtananen, J. Tunnistepohjainen lippu- ja maksujärjestelmä. Vastaanottaja: Nieminen, R. Lähetetty 23.11.2018 klo 8.04. Viitattu 5.12.2018

Viestintäviraston www-sivut 2017. Viitattu 29.11.2018. [www.viestintavirasto.fi](http://www.viestintavirasto.fi)

Viestintäviraston www-sivut 2018. Viitattu 3.12.2018. [www.viestintavirasto.fi](http://www.viestintavirasto.fi)