

**AUTOMAATTISET AJONEUVOT OSANA RAITIOTIEN
LIITYNTÄLIIKENNETTÄ TAMPEREELLA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö
Liikennealan insinööri (AMK), Riihimäen kampus

Kevät 2021

Lauri Jokinen

TIIVISTELMÄ

Elokuussa 2021 Tampereella alkava raitiotieliikenne muuttaa kaupungin joukkoliikennejärjestelmää merkittävästi. Linjasto muuttuu osin vaihdolliseksi runkolinjoille.

Tässä työssä tutkittiin Tampereen raitiotien liityntäliikennettä automaattisin ajoneuvoin lyhyillä first/last-mile-reiteillä. Tavoitteena oli lisätä ymmärrystä automaattisten ajoneuvojen liikennöinnistä ja palvelutasosta joukkoliikenteen järjestäjän sekä asiakkaan näkökulmasta.

Tutkimuksessa tarkasteltiin kolmea hyvin erilaista Tampereella sijaitsevaa liityntäliikenteen kohdetta. Tutkimuksessa perehdyttiin kunkin tarkastelukohteen tulevaan maankäyttöön, nykyiseen joukkoliikennejärjestelmään ja joukkoliikenteen kysyntään. Kuhunkin tarkastelukohteeseen suunniteltiin soveltuvat liityntälinjat ja arvioitiin näiden kysyntäpotentiaalia. Linjoille laskettiin suuntaa antavat kustannukset, joiden perusteella arvioitiin alueiden ja liityntälinjojen soveltuvuutta.

Johtopäätöksenä todettiin, että automaattinen liityntäliikenne soveltuu parhaiten liityntäliikenteeseen, mikäli kysyntää on riittävästi ja liikennöinti on säännöllistä ennalta määritellyllä reitillä. Soveltuvuutta voi parantaa erityisesti liityntälinja, joka kulkee selkeästi raitiotiepysäkin ja tietyn kohteen välillä, kuten tämän työn tarkastelukohteista Hatanpään ja Messu- ja urheilukeskuksen liityntälinjat. Automaattisilla ajoneuvoilla operoitavat liityntälinjat parantavat joukkoliikenteen palvelutasoa esimerkiksi parantaen raitiotien saavutettavuutta sekä luovat myös uusia mahdollisuuksia joukkoliikennejärjestelmään.

Avainsanat Automaattinen ajoneuvo, joukkoliikenteen palvelutaso, liityntäliikenne,
raitiotie

Sivut 64 sivua

Author	Lauri Jokinen	Year 2021
Subject	Autonomous shuttles as part of tram feeder transport in Tampere	
Supervisors	Teppo Sotavalta (Häme University of Applied Sciences) Riku Huhta (WSP Finland Oy)	

ABSTRACT

The tram traffic starting in August 2021 will significantly change the public transport system of Tampere. The system will change to include more feeder transport connected to main public transport lines.

This thesis examines the tram feeder transport with autonomous shuttles on short first/last-mile routes. The aim was to increase understanding of autonomous transport and service levels from the perspective of the public transport operator and the customer.

The study examined three very different feeder transport destinations located in Tampere. The research looked at the future land use, the current public transport system and the demand for public transport. Appropriate feeder lines were designed for each case, demand potential was assessed, and indicative costs were calculated. Based on the above, the suitability of the area and the access line was assessed.

The research concluded that feeder lines are best suited for autonomous transport if there is sufficient demand and the route is operated regularly on a pre-defined route. In particular, an access line that clearly runs between a tram stop and a specific destination would seem to improve suitability. The research found that feeder lines with automatic shuttles improve the service level of public transport, also creating new opportunities for the public transport system.

Keywords Autonomous shuttle, service level of public transport, feeder transport, tramway

Pages

64 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Automaattiset ajoneuvot	2
2.1	Teknologia	2
2.2	Pilotit	4
2.3	Nykytila.....	6
2.4	Automaattisten ajoneuvojen palvelumallit.....	6
3	Joukkoliikenteen palvelutaso	7
4	Tampereen seudun joukkoliikenne NYSSE	9
4.1	Nykytila.....	10
4.2	Linjasto 2021.....	11
4.3	Asiakasprofiilit	13
4.3.1	Säästäjä	14
4.3.2	Vastuunkantaja.....	14
4.3.3	Optimoija.....	15
4.3.4	Tehostaja	15
4.3.5	Kruisailija	16
4.3.6	Pakkoautoilija	16
5	Tampereen raitiotie	17
5.1	Tampereen raitiotien historia.....	17
5.2	Nykyaikaisen raitiotien alkuvaiheet.....	17
5.3	Tampereen raitiotien suunnittelu.....	19
5.4	Raitiotien tulevaisuus.....	23
5.5	Raitiotien liikennöinti	23
6	Tarkastelukohteet	24
6.1	Tarkastelukohteiden oletukset ja lähtöarvot	25
6.2	Hiedanranta	29
6.2.1	Kysyntäpotentiaali	30
6.2.2	Palvelumalli ja -taso.....	31
6.2.3	Kustannukset	34
6.2.4	Hiedanrannan potentiaali raitiotien liityntäliikenteeseen	36
6.3	Hatanpään sairaala	37
6.3.1	Kysyntäpotentiaali	39
6.3.2	Palvelumalli ja -taso.....	42

6.3.3	Kustannukset	44
6.3.4	Hatanpään alueen potentiaali raitiotien liityntäliikenteeseen	46
6.4	Härmälä (Messu- ja urheilukeskus-Partola)	46
6.4.1	Kysyntäpotentiaali	48
6.4.2	Palvelumalli ja -taso	50
6.4.3	Kustannukset	52
6.4.4	Härmälän alueen potentiaali raitiotien liityntäliikenteeseen	54
6.5	Muut huomioon otettavat tekijät liikennöinnissä	55
7	Johtopäätökset	59
	Lähteet	63

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. SAE-tasot (SAE International, 2018).	4
Kuva 2 Joukkoliikenteen palvelutason osatekijät, (Huhta, 2017, s. 9).	8
Kuva 3, Joukkoliikennettä käyttävien tyytyväisyys joukkoliikenteen palvelutasotekijöihin omalla asuinalueella (Kiiskilä ym., 2019, s. 38).	9
Kuva 4, Linjasto 2021 osa 1 (Nysse, 2021c).	12
Kuva 5, Linjasto 2021 osa 2, (Nysse, 2021c).	13
Kuva 6. Vuoden 2003 raideraportin pikaraitiotieverkko (Alku, 2019).	18
Kuva 7. Raitiotieverkko vuoden 2004 suunnitelmissa (Alku, 2019).	19
Kuva 8. Raitiotieverkko 2011 suunnitelmissa (Alku, 2019).	20
Kuva 9, tarkastelukohteet Tampereen suunnitellulla raitiotieverkolla, (Maanmittauslaitos, n.d.).	24
Kuva 10. Hiedanrannan tavoitetila 2050, (Tampereen kaupunki, 2020).	29
Kuva 11. Hiedanrannan liikenneverkko, (Tampereen kaupunki, 2020).	30
Kuva 12. Hiedanrannan reittikartta, (Tampereen kaupunki, 2020).	33
Kuva 13. Hatanpään alue, (Maanmittauslaitos, n.d.).	38
Kuva 14. Hatanpään alueen linja-autoreitit, (Maanmittauslaitos, n.d.).	39
Kuva 15. Hatanpään sairaalan saapuvat asiakkaat, (Ramboll, n.d.).	41
Kuva 16. Hatanpään reittikartta, (Maanmittauslaitos, n.d.).	43
Kuva 17. Härmälän alue, (Maanmittauslaitos, n.d.).	47
Kuva 18. Härmälä-Partola reittikartta, (Maanmittauslaitos, n.d.).	51
Kuva 19. Sohjoa-projektin Hervannan pilotin asiakaskysely automaattisen pikkubussin lisämaksullisuudesta, (Huhta, 2017, s. 57).	58

Taulukko 1, Liikennöintikustannusten rakenne, (Laine, 2017).	27
Taulukko 2, Robusta-hankkeen reitin päiväkohtaiset liikennöintikustannukset, (Laine, 2017).	27
Taulukko 3, Hiedanrannan kysyntäpotentiaali kahdella liityntälinjalla yhteensä.....	31
Taulukko 4, Hiedanrannan liikennöinnin suoritteet säännöllisellä liikenteellä.	34
Taulukko 5, Hiedanrannan liikennöinnin suoritteet osin kutsuohjautuvalla liikennöinnillä.	34
Taulukko 6, Liikennöintikustannukset Hiedanrannassa säännöllisellä liikennöinnillä. ..	35
Taulukko 7, Liikennöintikustannukset Hiedanrannassa osin kutsuohjautuvalla liikennöinnillä.	36
Taulukko 8, Hatanpään kysyntäpotentiaali liityntälinjalla.	42
Taulukko 9, Hatanpään liikennöinnin suoritteet.	44
Taulukko 10, Hatanpään liikennöintikustannukset.	46
Taulukko 11, Härmälän liityntälinjojen kysyntäpotentiaali.	50
Taulukko 12, Härmälän liityntälinjojen suoritteet.....	52
Taulukko 13, Härmälän liityntälinjojen liikennöintikustannukset.....	54
Taulukko 14, Koontitaulukko tarkastelukohteiden liityntälinjoista.	62

1 Johdanto

Tampereen seudun joukkoliikenne kokee vuonna 2021 kenties sen historian suurimman muutoksen raitiotieliikenteen alkaessa. Raitiotie luo Tampereelle entistä vankemman runkolinjaverkoston sen rakentuessa nyt ja tulevaisuudessa. Samalla liityntäliikenteestä tulee merkittävämpi osa Tampereen seudun joukkoliikennejärjestelmää.

Automaattisten ajoneuvojen potentiaalista liityntäliikenteen järjestämisessä on puhuttu viime vuosina paljon. Teknologian nopean kehityksen ansiosta automaattisen liikenteen käynnistäminen jo lähitulevaisuudessa on todennäköistä ainakin jossain muodossa.

Tampereen pormestariohjelmassa asetettiin vuosille 2017 - 2021 tavoitteeksi, että automaattiset ajoneuvot otettaisiin käyttöön vuoteen 2021 mennessä. Tampereella on tehty automaattisilla busseilla pilotteja Hervannassa ja Hiedanrannassa. Seuraava pilotti on tarkoitus aloittaa vuoden 2021 loppupuolella jälleen Hervannassa, jossa tarkoituksena on pilotoida juuri raitiotien liityntäliikennettä.

Työn tavoitteena on lisätä ymmärrystä automaattisen liityntäliikenteen liikennöintiin ja palvelutasoon liittyvissä kysymyksissä Tampereella. Tutkimuksessa tarkastellaan erityisesti asiakasnäkökulmaa ja automaattisten ajoneuvojen tuomaa lisäarvoa joukkoliikenteen palvelutasoon. Työssä arvioidaan myös automaattisten ajoneuvojen liikennöintikustannuksia karkealla tasolla aiempiin tutkimuksiin pohjautuen. Kustannukset ovat työssä suuntaa antavia. Tutkimus toteutetaan tarkastelemalla kolmea toisistaan poikkeavaa liityntäliikenteen kohdetta Tampereella.

Työn tutkimuskysymykset:

- Mihin ja millaisiin käyttökohteisiin robottibussit soveltuvat Tampereella joukkoliikennejärjestelmän, liikennöinnin ja joukkoliikenteen palvelutason näkökulmasta?
- Millaisella palvelumallilla ja palvelutasolla robottibusseista voidaan saada käyttäjäystävällinen ratkaisu raitiotien liityntäliikenteeseen?

Infrastruktuurin ja teknologian vaatimuksia automaattisille ajoneuvoille tutkitaan tässä työssä vain työhön soveltuvien osien. Työssä ei vertailla muita liityntäyhteyksiä, kuten esimerkiksi kävelyä, pyöräilyä tai sähköpotkulautoja.

Työ on toteutettu WSP Finland Oy:ssä Tampereen kaupungin toimeksiannosta. Työtä ohjasi Hämeen ammattikorkeakoulusta lehtori Teppo Sotavalta ja WSP:ltä projektipäällikkö Riku Huhta sekä työryhmä, johon kuuluivat tilaajan edustajina Juha-Pekka Häyrynen ja Pekka Stenman, Liikenne- ja viestintävirasto Traficomista Michaela Sannholm, Laura Langer ja Eetu Pilli-Sihvola sekä WSP:ltä Juha Mäkinen.

2 Automaattiset ajoneuvot

Automaattisilla ajoneuvoilla tarkoitetaan ajoneuvoja, jotka voivat liikkua ja liikennöidä ainakin osittain itsenäisesti ilman, että ajoneuvossa ajamisesta vastaa ihminen. Tässä luvussa käsitellään lyhyesti automaattisten ajoneuvojen teknologiaa, toteutettuja pilotteja, nykytilaa sekä automaattisten ajoneuvojen mahdollisuuksia osana liikennejärjestelmää. Teknologian osalta aihetta on käsitelty aiemmissa selvityksissä varsin laajasti. Näin ollen tässä työssä keskitytään erityisesti joukkoliikenteen näkökulmaan, ja teknologian näkökulma esitetään tiiviisti.

2.1 Teknologia

Otto Tarnanen on omassa opinnäytetyössään käsitellyt robottibussien teknologiaa, erityisesti Sensible 4:n valmistaman Gacha-robottibussin osalta. (Tarnanen, 2019, ss. 11-15)

Robottibusseissa käytetään erilaisia tutkia, kuten Radar (Radio Detection and Ranging) ja Lidar (Light Detection and Ranging). Näistä Radar mittaa objektien etäisyyttä, suuntaa ja nopeutta. Lidar puolestaan on optinen tutka, joka käyttää lasersäteitä heijastuksien mittaamiseen.

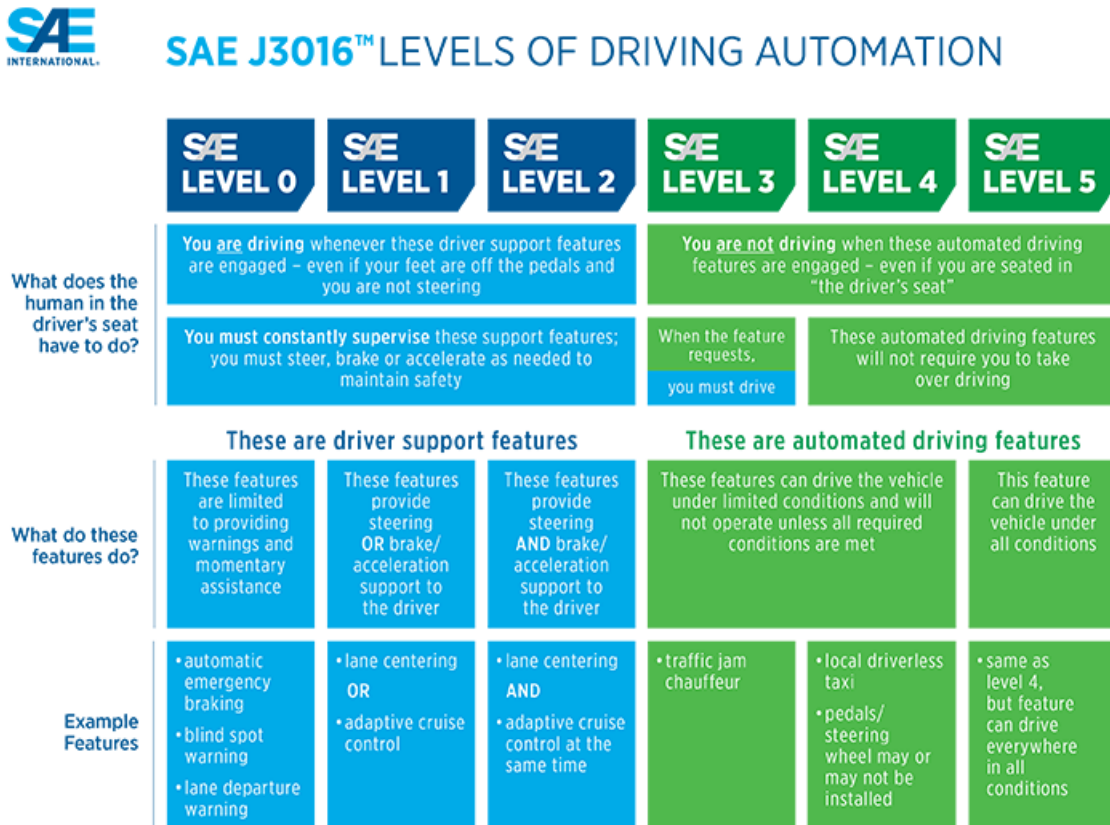
Satelliittipaikannuksella voidaan määrittää robottibussien sijaintia. Robottibusseissa on myös inertiamittausyksikkö, joka koostuu kiihtyvyyssantureista, gyroskoopista, lämpötila-antureista ja

mikro-ohjaimesta. Inertiayksikkö mittaa liikkeen tilaa ja asentoa. Stereokamera tukee muita sensoreita paikannuksessa ja säilyttää myös esimerkiksi väridatan. Myös kaikuluotaimen käyttö osana paikannusjärjestelmää on mahdollista. (Tarnanen, 2019, ss. 11-13)

Edellä mainittujen sensorien keräämän datan ja tiedon yhdistämistä kutsutaan sensorifuusioksi. Monista eri sensoreista kerätty data mahdollistaa luotettavamman liikennöinnin automaattisilla ajoneuvoilla. (Tarnanen, 2019, s. 14)

Automaattisten ajoneuvojen automaation tasoja mitataan SAE-tasoilla (Kuva 1). Tämän hetken kehittyneimmät automaattiset ajoneuvot ovat tasolla 4, joka vielä jossain määrin vaatii ihmiskontrollia ajoneuvojen toiminnassa. Sensible4:n Timo Mustonen kertoi sähköpostihaastattelussa, että tasolle 5 siirtyminen Suomessa on vielä todella kaukana tulevaisuudessa, vaikka globaalisti isot toimijat kuten Cruise ja Waymo tähän pyrkivätkin. (Mustonen, 2021) Vaikka alemmilta tasoilta tasolle 4 on noustu verrattain nopeasti, askel tason 4 ja 5 välillä on todella suuri.

Kuva 1. SAE-tasot (SAE International, 2018).



Nykytilanteessa tason 4 ajoneuvolle ohjelmoidaan reitti tai reitit valmiiksi, joita pitkin automaattiset ajoneuvot ajavat. Ohjelmoiduille reiteille on kuitenkin mahdollista lisätä myös erilaisia variaatioita, kuten pienen lenkin tekeminen poiketen niin sanotusta pääreitistä. (Mustonen, 2021) Edellä mainittu ohjelmointi mahdollistaa nykytilanteessa osittaisen kutsuohjautuvan liikenteen.

2.2 Pilotit

Automaattisia ajoneuvoja on pilotoitu useiden eri projektien yhteydessä. Ensimmäinen merkittävä projekti oli EU-rahoitteinen CITYMOBIL2, joka alkoi syyskuussa 2012 ja päättyi elokuussa 2016. Hankkeessa testattiin automaattisia ajoneuvoja seitsemässä eri kaupungissa ympäri Eurooppaa. (Euroopan komissio, 2016)

Sohjoa oli vuosina 2016 - 2018 toteutettu projekti, jossa robottibusseja pilotoitiin Helsingissä, Espoossa, Vantaalla ja Tampereella. Lisäksi Hämeenlinnassa toteutettiin lyhyt robottibussidemo. (Nissin & Åman, 2018)

alGo oli Uudenmaan liiton sekä Espoon, Hämeenlinnan ja Vantaan kaupunkien rahoittama hanke, jossa tavoiteltiin automaattisen joukkoliikenteen kehittämistä asemaseuduille. Kahdessa vaiheessa suoritettuna hankkeen ensimmäisessä osassa testattiin teknologiaa ja potentiaalisia reittejä Renault Twizy-sähköautolla ja toisessa vaiheessa robottibussilla samoilla alueilla. ("alGO-Asemaseutujen joukkoliikenteen kehittäminen ympärivuotisella automaatiolla-loppuraportti", 2019)

Sohjoa Baltic oli EU-rahoitteinen Metropolia ammattikorkeakoulun koordinoima hanke, jossa automaattisia busseja pilotoitiin Helsingissä, Tallinnassa, Kongsbergissä sekä Gdanskessa. Hanke alkoi lokakuussa 2017 ja se päättyi syyskuussa 2020. (Sohjoa Baltic-projekti, 2020)

Fabulos-projekti oli EU:n rahoittama hanke, joka alkoi 1.1.2018 ja päättyi 31.3.2021. Siinä pilotoitiin automaattisia busseja Helsingissä, Tallinnassa, Gjesdalissa, Helmondissa sekä Lamiassa. (Fabulos project, 2021)

Show-projekti on EU:n rahoittama hanke, joka alkoi tammikuussa 2020 ja kestää aina tammikuuhun 2024 asti. Hankkeessa pilotoidaan automaattisia busseja useissa Euroopan kaupungeissa. Hankkeen suurimmat pilotit järjestetään Saksassa, Ruotsissa, Ranskassa, Itävallassa ja Espanjassa. Suomi on mukana tässäkin hankkeessa. (SHOW-Hanke, 2020) Suomen pilotissa testataan automaattista bussia juuri osana raitiotien liityntäliikennettä Tampereella (Insinööriliitto, 2021).

Sohjoa last mile-hanke alkoi lokakuussa 2020 ja sen on tarkoitus kestää maaliskuulle 2022. Hankkeessa on tavoitteena testata täysin etäohjattua automaattista bussia Kongsbergissä, Tallinnassa ja Gdanskessa. Hanketta koordinoi Metropolia ammattikorkeakoulu ja se saa rahoituksensa EU:lta. (Sohjoa last mile-projekti, n.d.)

2.3 Nykytila

Automaattisten ajoneuvojen kehitys on ollut viime vuosien aikana huimaa. Laajamittaiset pilotoinnit aloitettiin siis käytännössä CITYMOBIL2-projektin myötä 2010-luvulla ja tällä hetkellä ollaan tilanteessa, jossa automaattiset ajoneuvot selviytyvät noin 90 prosentista liikennetilanteista itsenäisesti (Suomela, henkilökohtainen tiedonanto, 18.2.2021). Sensible4 on julkaisemassa vuonna 2022 ensimmäisenä kaupalliseen käyttöön tarkoitetun automaattiseen ajamisen ohjelmiston, joka voidaan istuttaa käytännössä mihin tahansa ajoneuvoon (Sensible4, 2020). Sensible4:n Timo Mustonen kertoi haastattelussa, että heidän näkemyksensä mukaan etäohjattavat automaatti ajoneuvot voisivat liikennöidä first/last-mile ratkaisuin osana julkista joukkoliikennettä jo vuonna 2023. Mahdollisena haasteena Mustonen pitää tälle kommunikaatioyhteyksien riittävyttä sekä regulaatioiden tämänhetkistä muutostilaa. (Mustonen, 2021)

Lainsäädännöllisesti Suomi on yksi Euroopan sallivimmista automaattisten ajoneuvojen suhteen. Laki velvoittaa, että ajoneuvolla on oltava kuljettaja, muttei esimerkiksi sitä, missä kuljettajan pitää fyysisesti olla. Tämä mahdollistaa siis käytännössä automaattisten ajoneuvojen etäohjauksen, jolla voitaisiin saavuttaa esimerkiksi kustannushyötyjä julkisessa liikenteessä. Mika Kulmala Tampereen kaupungilta kertoi haastattelussa, että sallivasta lainsäädännöstä huolimatta, automaattiset ajoneuvot tarvitsevat vielä lisää testitunteja suljetussa ympäristössä, jotta voidaan saada lupa ajoneuvojen etäohjaukseen (Kulmala, 2021).

2.4 Automaattisten ajoneuvojen palvelumallit

Automaattiset ajoneuvot tuovat tullessaan monia mahdollisuuksia ja uusia palvelumalleja niin henkilöliikenteeseen kuin tavarakuljetukseen. Automaattisten ajoneuvojen yhtenä tavoitteena on tuottaa käyttäjälleen personoidumpaa palvelua. Lisäksi liikennöinnin kustannuksien odotetaan laskevan automaattisin ajoneuvoin liikennöidessä, jos useampaa ajoneuvoa voi hallita etänä yksi ihminen.

Yhtenä merkittävimmistä palvelumalleista automaattiajoneuvoilla on liityntäliikenne raitio- ja runkolinjoille, jota tässä työssä tutkitaan tarkemmin. Liityntäliikenteen ohella erilaisten suurempien aluekokonaisuuksien, kuten kampus- ja sairaala-alueiden sekä tapahtumien sisäisen liikenteen järjestäminen automaattiajoneuvoilla on nykyteknologia huomioiden mahdollista lähitulevaisuudessa.

Automaattisista ajoneuvoista on puhuttu Suomessa lähinnä bussiliikenteen ja tavaran kuljetusten yhteydessä. Tulevaisuudessa myös taksipalveluja on mahdollista tuottaa ainakin osittain automaattisilla ajoneuvoin. Taksipalveluissa on kuitenkin tärkeää ottaa huomioon, että taksissa avustajan tarve on suurempi kuin linja-autoliikenteessä. Kuljettajan puuttuminen fyysisesti ajoneuvosta heikentää näin ollen taksipalveluiden tasoa, joten voidaan olettaa, että kokonaan etäohjattavaan taksijärjestelmään ei voida ainakaan lähitulevaisuudessa siirtyä. Yhdysvaltalainen Waymo on aloittanut syksyllä 2020 täysin kuljettamattoman taksipalvelun tuottamisen Phoenix:ssä (Reuters, 2020).

Yhtenä palvelumallina automatisoidun liikenteen kohdalla on nostettu esiin kuljetusten ja palvelujen yhdistäminen (H. Weiste, luento HAMK, 2.9.2020). Robottitoimitusten osalta voidaan nostaa esimerkiksi nopeasti yleistynyt päivittäistavarakauppojen kotiinkuljetuspalvelu. Lisäksi erilaiset robottitoimitukset yleistynevät tulevaisuudessa. Venäläinen tietotekniikka-alan yrityskonserni Yandex tiedotti marraskuussa 2019 aloittavansa testit autonomisella toimitusrobotilla (Yandex, 2019). Myös erilaisia kuljetuksia on kokeiltu ja järjestetty robottibussein. Maailmanlaajuinen Covid-19 pandemia loi runsaan testaustarpeen koronavirustartuntojen toteamiseen. Yhdysvalloissa, Floridan osavaltiossa Mayo klinikan kampuksella käytettiin näiden testien kuljettamisessa tutkittavaksi Navyan kehittämää automaattista pienoislinja-autoa. (Conway, 2020)

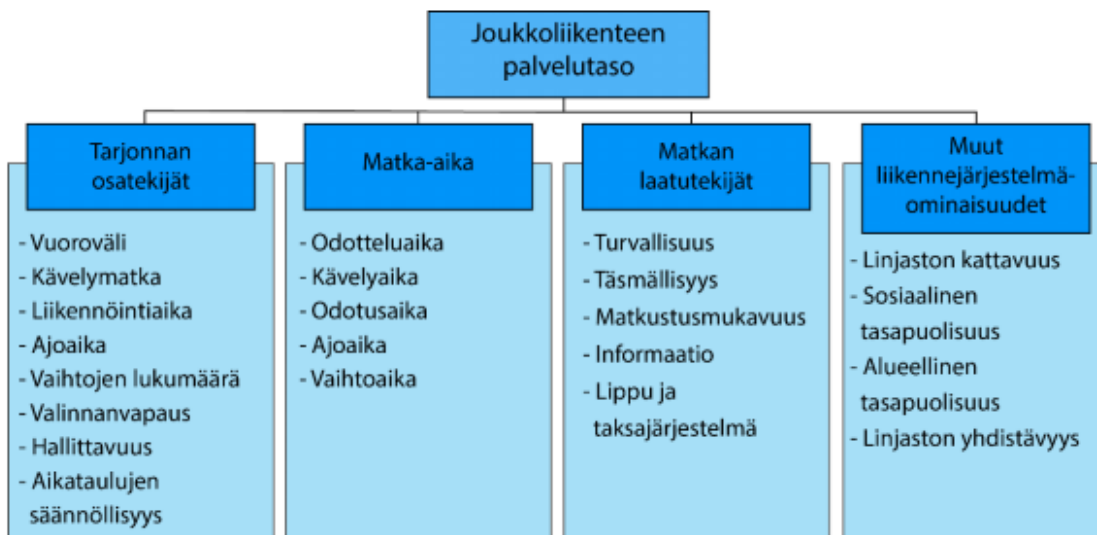
3 Joukkoliikenteen palvelutaso

Liikennevirasto (nyk. Väylävirasto) on julkaissut vuonna 2015 *Joukkoliikenteen palvelutason määrittely* - ohjeen. Ohjetta käytetään tässä työssä soveltuvin osin palvelutason määrittelyyn tarkastelukohteissa.

Aiemmin joukkoliikennelaki (869/2009) velvoitti toimivaltaiset viranomaiset määrittelemään toimivalta-alueensa joukkoliikenteen palvelutason. Sen tarkoitus oli määrittää, millaista palvelua alueille halutaan sekä mitkä sen tavoitteet ovat. (Väylä, 2015) Joukkoliikennelain on korvannut liikennepalvelulaki, joka ei enää velvoita viranomaisia määrittämään joukkoliikenteen palvelutasoa. Tampereen kaupunki joukkoliikenneviranomaisena kuitenkin jatkaa edelleen palvelusomäärittelyiden laatimista.

Liityntälinjan palvelutasoa määritellessä on tärkeää huomata, että liityntälinja edellyttää vaihtoa osana matkaketjua. First/last-mile -palvelumallin on kuitenkin tarkoitus parantaa joukkoliikenteen palvelutasoa, joten liityntäliikenteen osalta palvelutason määrittelyä pitää tutkia soveltaen palvelutason määrittely -ohjetta. Kuvassa 2 on esitetty joukkoliikenteen palvelutason osatekijät, joista first/last-mile -liikenteessä erityisesti huomioitavia kohtia ovat kävelymatka ja matka-aika. Automaattisen liikenteen osalta yhdeksi merkittäväksi tekijäksi nousee myös turvallisuus.

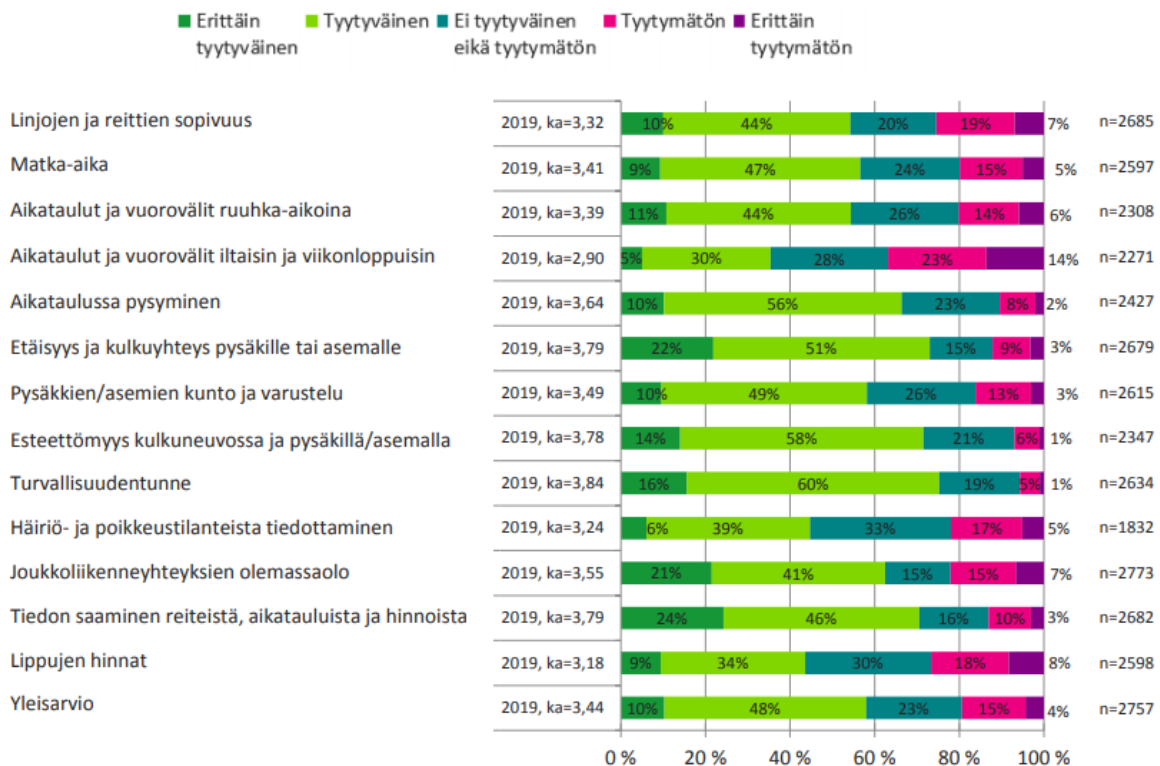
Kuva 2 Joukkoliikenteen palvelutason osatekijät, (Huhta, 2017, s. 9).



Liikenne- ja viestintävirasto Traficom tutkii säännöllisesti kansalaisten tyytyväisyyttä liikennejärjestelmään. Joukkoliikenteen osalta tutkitaan joukkoliikenteen palvelutasotehtijöitä, jotka ovat tässä luvussa aiemmin mainitusti ainakin osin ohjaava tekijä liityntäliikennettä

suunniteltaessa. Kuvassa 3 on esitetty joukkoliikennettä käyttävien vastaajien tyytyväisyyttä joukkoliikenteen palvelutasotekijöihin. Vuoden 2019 tutkimuksessa selvästi eniten tyytymättömyyttä aiheuttava tekijät olivat aikataulut ja vuorovälit iltaisin ja viikonloppuisin. Kaksi seuraavaksi eniten tyytymättömyyttä aiheuttavaa tekijää olivat linjojen ja reittien sopivuus sekä lippujen hinnat. (Kiiskilä ym., 2019, s. 38)

Kuva 3, Joukkoliikennettä käyttävien tyytyväisyys joukkoliikenteen palvelutasotekijöihin omalla asuinalueella (Kiiskilä ym., 2019, s. 38).



4 Tampereen seudun joukkoliikenne NYSSE

Tampereen seudullinen joukkoliikenne koostuu Tampereen lisäksi seitsemästä muusta kunnasta, jotka ovat Kangasala, Lempäälä, Nokia, Orivesi, Pirkkala Vesilahti ja Ylöjärvi. Seudullinen yhteistoiminta alkoi vuoden 2011 alusta. Joukkoliikenteen järjestämistapa muuttui seudullisen yhteistoiminnan myötä kesällä 2014 Kangasalan, Lempäälän, Nokian, Pirkkalan ja Vesilahden alueilla. Kesällä 2016 mukaan liittyi myös Ylöjärvi ja samassa yhteydessä otettiin käyttöön koko

kaupunkiseudun kattava uusi lippu- ja tariffijärjestelmä. Ylimmän tason päätökset Nyssen palveluista tekee Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikennelautakunta, johon kuuluu seitsemän jäsentä Tampereelta varajäsenineen sekä yksi kustakin muusta kunnasta varajäsenineen. Tampereen kaupunki on toimivaltainen viranomaisen seudun joukkoliikenteen osalta. (Nysse, 2021g)

Nysse on yleisöäänestyksellä käyttöön otettu markkinointinimi seudulliselle joukkoliikenteelle, josta tuli vuonna 2019 kattobrändi, joka vastaa seudullisen joukkoliikenteen asiakaskokemuksesta (Nysse, 2021g).

4.1 Nykytila

Tampereen seudun joukkoliikenne järjestetään tällä hetkellä pääosin linja-autoilla. Linja-autoin liikennöitäviä linjoja oli keväällä 2021 yhteensä 61, joiden lisäksi on joitain yksityisten liikenteenharjoittajien linjoja, joissa Nyssen lipputuotteet käyvät maksuvälineenä Nyssen toimivalta-alueella. (Nysse, 2021a) Linja-autoliikenteen ohella Pirkanmaalla on käynnissä lähijunakokeilu, jossa Nyssen lipputuotteilla on mahdollista matkustaa Nokialle, Lempäälään sekä Orivedelle. (Nysse, 2021b) Joukkoliikenteen palvelua tukee 20 Pali eli palvelubussilinjaa Tampereen kaupungin alueella. Nyssen lipputuotteet kelpaavat Tampereen lisäksi Nokian, Oriveden, Pirkkalan ja Ylöjärven palveluliikenteessä. (Nysse, 2021f)

Joukkoliikenteessä koettiin vuonna 2020 sen yksi isoimmista kriiseistä kautta aikojen, kun Covid-19 pandemia alkoi levitä räjähdysmäisesti koko maailmassa. Pandemian takia Suomessakin taudin leviämistä pyrittiin rajoittamaan erilaisin keinoin, kuten sulkemalla erinäisiä tiloja, rajoittamalla kokoontumisia ja siirtymällä etätöihin aloilla, joilla se oli mahdollista. Muun muassa nämä tekijät vaikuttivat merkittävästi joukkoliikenteen käyttäjämääriin. Esimerkiksi vuonna 2019 Nyssen matkustajamäärä oli 41,2 miljoonaa, kun vuonna 2020 se oli enää 27,8 miljoonaa. (Nysse, 2021e) Tämä johti vääjäämättä vuorojen karsimiseen ja osan linjoista lakkauttamiseen.

Matkustajamäärien voimakas lasku vaikutti luonnollisesti myös Nyssen talouteen ja esimerkiksi liikenteen subventioaste nousi vuoden 2019 tasosta 27,8 prosenttiyksiköllä, ollen vuonna 2020 59,7 prosenttia. (Nysse, 2021e)

Yksi tämän työn kannalta merkittävimmistä tekijöistä on asiakaskokemus ja siihen liittyen Nysse perusti vuoden 2020 loppupuolella asiakkuuden hallinta – tiimin, ASKO:n. Edellä mainittu tiimi on muun muassa luonut Nysseen asiakkaista kuusi erilaista asiakasprofiilia, joita tässä työssä käsitellään myöhemmin tarkemmin.

4.2 Linjasto 2021

Tampereen seudun joukkoliikenne kokee vuonna 2021 suuren muutoksen, kun raitiotielinjat 1 ja 3 aloittavat liikennöinnin Hervannan sekä Kaupin kampuksen (TAYS) ja keskustan välillä. Myös bussilinjasto uudistetaan, jossa on huomioitu reittien päällekkäisyyksien minimointi, vaihtoyhteydet ja Tampereen keskustan saavutettavuus. Bussilinjasto muuttuu osin vaihdollisiksi yhteyksiksi erityisesti ratikkaan ja runkobussilinjoille. Vaihtojen toimivuuteen on kiinnitetty erityistä huomiota keskeisillä vaihtopysäkeillä. Vaihtamisesta tulee raitiotien alkuvaiheessa merkittävä osa Tampereen seudun joukkoliikennettä. Ratikan tulon myötä Hämeenkadun bussiliikenne vähenee kadun rajallisen kapasiteetin vuoksi. Näin ollen osa linjoista kulkee elokuusta 2021 eteenpäin keskustassa uusia reittejä. Erityisesti Ratinan alueen joukkoliikennettä on kehitetty voimakkaan kaupunkikuvan muutoksen takia. (Nysse, 2021c)

Linjojen numerointi kertoo osaltaan niiden palvelutasosta. Tiheimmät vuorovälit ovat linjoilla 1 - 10, numeroilla 11 - 29 palvellaan hieman harvemmillä vuoroväleillä ja linjat 30 - 39 ovat täydentäviä tai poikittaislinjoja. Seudullisen liikennöinnin linjanumeroinnit menevät siten, että Kangasalan liikenteelle numerot ovat 40 - 49, Lempäälä-Vesilahti liikenteelle 50 - 59, Valkeakoskelle 60 - 69, Nokialle 70 - 79, Ylöjärvelle 80 - 89 ja Teiskon suunnan sekä Oriveden liikenteen numerot 90 - 99. (Nysse, 2021c) Kuvissa 4 ja 5 on esitetty uudistuva linjasto taulukko muodossa.

Kuva 4, Linjasto 2021 osa 1 (Nysse, 2021c).

NRO REITTI			
1	Kaupin kampus	Rautatieasema - Koskipuisto	Sorin aukio
2	Rauhaniemi	Tammela - Sorin aukio - Koskipuisto - Keskustori	Pyynikintori
3	Hervantajärvi	Hakametsä - Rautatieasema - Keskustori	Pyynikintori
5	Länsi-Hervanta	Vuores - Lakalaiva - Taatala - Ratina	Keskustori
6	Vatjala	Linnainmaa - Tays - Rautatieasema - Koskipuisto - Ratina - lidesranta - Messukylä - Turtola	Länsi-Hervanta
7	Linnainmaa	Janka - Hakametsä - Kalevanharju - Sorin aukio - Keskustori	Tesoma - Kalkku
7Y	Nurmi	Atala - Linnainmaa - Hakametsä - Sorin aukio	Keskustori
8	Kyösti	Härmälä - Hatanpää - Ratina - Keskustori	Tesoma - Haukluoma
9	Annala	Messukylä - Sorin aukio - Keskustori - Santalahti	Lielähti - Lentävänniemi
10	Kaukajärvi	Nekala - Ratina - Koskipuisto - Keskustori	Varala - Tahmela
11	Tays, Arvo	Ranta-Tampella - rautatieasema - Ratina - Hatanpää (Tays) - Toivio - Partola - Pere	Pirkkala
12	Vaitti	Vähäjärvi - Suuppa - Kurikka - Partola - Messukeskus - Ratina - rautatieasema - Finlayson - Amuri	Lielähti - Reuharinniemi
13	Lintuhytti	Hallilla - Koivistonkylä - Hatanpää (Tays) - Ratinanranta - Eteläpuisto - Hämeenpuisto - Santalahti	Lielähti - Ikuri - Tesoma
14	Turtola	Muotiala - Veisu - Koivistonkylä - Nekala - Ratina - rautatieasema - Finlayson - Amuri	Tesoma - Lamminpää
15A	Höytämö	Multsilta - Hatanpään (Tays) - Ratina - rautatieasema - Finlayson - Amuri - Villillä	Myllypuro
15B	Höytämö	Multsilta - Hatanpään (Tays) - Ratina - rautatieasema - Finlayson - Amuri - Villillä	Pitkäniemi
16	Irjala	Tays, Kaupin kampus	Kissanmaa - Hakametsä
17	Vehmainen	Linnainmaa	Tays, Kaupin kampus
18	Atala	Linnainmaa	Tays, Kaupin kampus
19	Hervanta	Rusko - Annala - Messukylä - Sorin aukio - Keskustori - Santalahti	Lielähti - Lentävänniemi
26	Petsamo	Tammela - rautatieasema - Ratinanranta - Eteläpuisto - Kaarila	Rahola - Tesoma
27	Järvensivu	Sorin aukio - Ratinanranta - Eteläpuisto - Kaakinmaa	Pispalanharju
28	(Suinula) Ruutana	Tays - rautatieasema - Ratinanranta - Eteläpuisto - Amuri - Lielähti - Lamminpää	Vuorentausta - Ylöjärvi
29	Risso	Linnainmaa - Kissanmaa - Tays - Finlayson - Amuri	Rahola
30	Ranta-Tampella	rautatieasema - Ratina - Hatanpää - Härmälä	Pere - Nuoliala
31	Ranta-Tampella	rautatieasema - Ratina - Hatanpää - Sarankulma	Nuoliala
33	Mäyränmäki	Vuores - TAKK - Vt. 3 - Ratina - Koskipuisto	Keskustori
34	TAKK	Sarankulma - Partola - Linnakallio - Vaitti - Turri	Kyösti - Pirkkala
35	Mäyränmäki	Vuores - Vt. 3 - Ratina - Koskipuisto	Keskustori
36	Hermia	Hervanta - Muotiala - Härmälä	Pirkkala
37	Olkahinen	Atala - Linnainmaa	Takahuhti - Hakametsä
38	Hervanta	Kaukajärvi - Linnainmaa - Tays - Rantatunneli - Santalahti	Lielähti - Lentävänniemi
39	Pirkkala		Äijälä
39A	Pirkkala		Lentoasema

Kuva 5, Linjasto 2021 osa 2, (Nysse, 2021c).

40	Kangasala	Messukylä - Sorin aukio - Koskipuisto	Keskustori
40A	Pikonlinna	Kangasala - Messukylä - Sorin aukio - Koskipuisto	Keskustori
40B	Kisaranta - Huutijärvi	Kangasala - Messukylä - Sorin aukio - Koskipuisto	Keskustori
40C	Kisaranta - Tiihala - Huutijärvi	Kangasala - Messukylä - Sorin aukio - Koskipuisto	Keskustori
41	Kangasala	Lahdentie - Ruotula	Tays, Kaupin kampus
42	Kangasala	Sahalahti	Kuhmoinen
42A	Kangasala	Sahalahti - Pakkala	Kuhmalahti - Pohja
42B	Kangasala	Sahalahti - Pakkala - Kivisalmi	Kuhmalahti - Pohja
42C	Kangasala	Sahalahti - Kivisalmi	Kuhmalahti - Pohja
44	Kangasala		Valkeakoski
44A	Kangasala	Alanko	Valkeakoski
44B	Kangasala	HAMK	Valkeakoski
45	Kangasala	Kangasalan asema	Vatjala
45A	Kangasala	Suoraman koulu - Kangasalan asema	Vatjala
46	Pikkola	Ruutana - (Jussila) - Laureeninkallio	Suinula
47	Kangasala	Ponsa	Orivesi
49	Orivesi	Eräjärvi	Pohja
50	Haurala - Lempäälä	Ideapark - Kulju - Multisilta - Ratina - Koskipuisto	Keskustori
52A	Laasonportti	Vanattara - Kulju - Vt. 3 - Ratina - Koskipuisto - Keskustori	Pyynikintori
52B	Laasonportti	Ruskea-ahde - Kulju - Vt. 3 - Ratina - Koskipuisto - Keskustori	Pyynikintori
55	(Narva) Vesilahti - Lempäälä	Ideapark - Vt. 3	Tampere, Linja-autoasema
58	Hervanta	Sääksjärvi - Kulju	Ideapark
58x	Hervanta	Sääksjärvi th. - Vt. 3	Ideapark
60	Tampere, Linja-autoasema	Vt. 3 - Ideapark	Valkeakoski
63	Lempäälä		Valkeakoski
70A	Keho - Vihola - Nokian as.	Vt. 12 - Pispala - Pyynikintori	Keskustori
70B	Keho - Koskenmäki - Nokian as.	Vt. 12 - Pispala - Pyynikintori	Keskustori
70Y	Nokian asema	Rahola - Epilä - Pispala - Pyynikintori	Keskustori
71A	Harjuniitty	Nokian as. - Ilkan alue - Tesoma	Lielähti
71B	Harjuniitty	Nokian as. - Kankaantaka - Tesoma	Lielähti
72	Sammalisto		Tampere, Tuulensuu
77	Tottijärvi		Nokian asema
78	Sarkola		Nokian asema
79A	Siuro	Nokian asema - Sarpatti - Sankila	Kyösti - Pirkkala
79B	Linnavuori	Nokian asema - Sarpatti - Sankila	Kyösti - Pirkkala
80A	Moisio	Soppeenmäki - Teivo - Santalahti - Keskustori	Sorin aukio
80B	Asuntila	Soppeenmäki - Teivo - Santalahti - Keskustori	Sorin aukio
80C	Metsäkylä	Soppeenmäki - Teivo - Santalahti - Keskustori	Sorin aukio
80Y	Haavisto	Soppeenmäki - Vuorentausta - Santalahti - Keskustori	Sorin aukio
82	Siivikkala		Tuulensuu
84A	Ylöjärvi		Lakiala
84B	Ylöjärvi		Viljakkala
85A	Ylöjärvi		Mutala
85B	Kuru	Peippokylä	Ylöjärvi
86C	Kuru	Parkkuu	Ylöjärvi
86	Siivikkala	Lielähti	Vuorentausta - Ylöjärvi
86X	Ylöjärvi	Vihattula	Siivikkala
90	Kämmenniemi	Sorila	Pyynikintori
90A	Sorila		Pyynikintori
90B	Mäntylä - Terälahti	Maisansalo	Pyynikintori
90C	Mäntylä - Terälahti	Teisko kko	Pyynikintori
90D	Mäntylä - Terälahti	Maisansalo - Vt. 9	Pyynikintori
90E	Mäntylä - Terälahti	Teisko kko - Vt. 9	Pyynikintori
91	Sorila		Aitoniemi
92	Sorila	Viitapohja - Kämmenniemi	Sorila
92A	Sorila	Kämmenniemi - Viitapohja	Sorila
95	Tampere		Orivesi
95A	Orivesi		Orivesi as.

Lähijunaliikenteeseen saadaan Linjasto 2021-uudistuksen myötä uusi yhteys junaliikenteen alkaessa Tesoman seisakkeelta Tampereen ja Nokian suuntaan (Nysse, 2021c).

4.3 Asiakasprofiilit

Nysse on asiakaskyselyiden perusteella luonut kuusi erilaista asiakasprofiilia ja jakanut ne kolmeen eri luokkaan. Jokaisessa luokassa on kaksi profiilia. Luokat jakautuvat karkeasti niin, että ensimmäisessä on kuvattu pääasiassa joukkoliikennettä käyttäviä asiakkaita, toisessa

joukkoliikennettä sekä henkilöautoa käyttäviä asiakkaita ja kolmannessa pääasiassa henkilöautoa käyttäviä asiakkaita. Asiakasprofiileja tutkiessa on tärkeää muistaa, että profiilien sekoittuminen on yleistä Nyssen asiakkaiden keskuudessa. Kyseisistä profiileista on saatu hyvä pohja tähän työhön, jossa mietitään robottibussien soveltuvuutta liityntäliikenteeseen asiakkaan näkökulmasta. Tässä luvussa esitellään asiakasprofiilien pääpiirteet. Esiteltäviä asiakasprofiileja sovelletaan myös tämän työn tarkastelukohteissa.

4.3.1 Säästäjä

Ensimmäinen pääasiassa joukkoliikennettä käyttävä profiili on säästäjä profiili. Säästäjiä on Nyssen asiakaista noin 18 prosenttia. Noin kolme neljästä tämän profiilin asiakaista ei omista autoa lainkaan. Profiilin asiakkaat ovat pääasiassa pienituloisia, joilla ei ole kotona asuvia lapsia. Valtaosa säästäjistä asuu Tampereen keskustassa tai vähintäänkin hyvien joukkoliikenneyhteyksien varrella. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Kuten nimestä voi päätellä, joukkoliikenteen edullinen hinta on tälle profiilille merkittävin tekijä kulkumuotoa valitessa. Säästäjille tärkeää on hyvä ja monipuolinen valikoima joukkoliikennettä. He tuntevat Nyssen palvelut hyvin ja yhdistelevät eri kulkumuotoja sujuvasti. Lisäksi reaaliaikainen tieto liikenteestä luo lisäarvoa tälle ryhmälle. Myös muut kestävän liikenteen vaihtoehdot, kuten kävely ja pyöräily ovat säästäjille tärkeitä liikkumismuotoja erityisesti keliolosuhteiden niin salliessa. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Selkeys ja tutut reitit sekä palvelut ovat säästäjälle tärkeitä ominaisuuksia. Suuret muutokset ja uudet palvelut eivät sen sijaan ole tälle profiilille mieleisiä. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

4.3.2 Vastuunkantaja

Vastuunkantajat asuvat pääasiassa hyvien joukkoliikenneyhteyksien varrella ja joukkoliikenne vaikuttaa jopa asuinpaikan valintaan. Vastuunkantajat ovat lähes samankokoinen asiakasryhmä kuin säästäjät 17 prosentin osuudella. 78 prosenttia tämän ryhmän asiakaista ei omista autoa.

Vastuunkantajat ovat usein nuoria alle keskituloisia naisia. Asuinpaikkana usein Tampere eikä taloudessa asu lapsia. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Nimensä mukaisesti vastuunkantajat arvostavat joukkoliikenteen vaivattomuutta ja erityisesti kestävyyttä sekä ympäristöystävällisyyttä, jotka ovat merkittävien tekijä kulkumuodon valinnassa. Toisin kuin säästäjät, vastuunkantajat ovat avoimempia uusien reittien ja kulkumuotojen kokeilun suhteen. Vastuunkantajat arvostavat hyvää ja monipuolista palvelutasoa, joka mahdollistaa spontaanit lähdöt ilman, että aikatauluja pitää muistaa tai edes katsoa. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

4.3.3 Optimoija

Optimoijat ovat Nyssen toiseksi suurin käyttäjäryhmä 19 prosentin osuudella ja he asuvat usein suhteellisen hyvien joukkoliikenneyhteyksien varrella. 97 prosenttia tämän profiilin asiakkaista omistaa auton. Optimoijat ovat usein perheellisiä kauempana Tampereen keskustasta tai ympäristökunnissa asuvia ihmisiä. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Autoilun optimoijat kokevat usein kalliina, joskin oma auto tuo liikkumiseen vapautta, erityisesti lasten kanssa matkustaessa. Optimoija ajattelee tyypillisesti, että lasten kasvaessa elämä ilman autoa olisi mahdollista. Hinta vaikuttaa jonkin verran kulkutavan valintaan mutta matka-ajan hyötykäytön mahdollisuus on merkittävä kriteeri valitessa joukkoliikenteen. Tämän vuoksi optimoijat ovat valmiita käyttämään keskivertoa enemmän aikaa matkoihinsa. Optimoijat arvostavat kustannustenvertailun mahdollisuutta. Reaaliaikainen kulkuneuvon sijainti- ja täyttöastetieto ovat tälle profiilille lisäarvoa tuovia palveluja. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

4.3.4 Tehostaja

Nyssen suurin asiakasryhmä 23 prosentin osuudella ovat tehostajat. Tehostajat asuvat hyvien joukkoliikenneyhteyksien varrella. 93 prosenttia profiilin asiakkaista omistaa auton. Tehostajat ovat pääosin keskituloisia perheellisiä aikuisia. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Kuljutavan valinnan suhteen tasapainoillaan pääasiassa hinnan, helppouden ja vapauden suhteen. Näin ollen matkan vaivattomuus on iso tekijä, jolloin vaihdottomuus tai hyvin järjestetty vaihto korostuu kuljutavan valinnassa. Tehostajat arvostavat auton käytön mahdollisuutta osana matkaketjua sekä lyhyttä matka-aikaa. Matkantekoa vertaillaan monesta näkökulmasta. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

4.3.5 Kruisailija

Pääosin autoa liikkumiseen käyttävät kruisailijat muodostavat 11 prosentin osuuden Nyssen asiakkaista. Auton omistaakin 98 prosenttia profiilin asiakkaista. Profiilin asiakkaat ovat usein keski-ikäisiä, hieman alle keskituloisia ympäristökuntien asukkaita. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Kruisailija arvostaa liikkumisessa erityisesti helppoutta, mukavuutta ja nopeutta ja näistä syistä joukkoliikennettä käytetäänkin vain erikoistapauksissa. Kustannukset eivät juurikaan vaikuta tämän profiilin asiakkaiden kuljutavan valintaan. Autoilu on kruisailijalle usein totuttu tapa, jonka lisäksi joukkoliikenteen käyttöön liittyy epäilyksiä. Myös joukkoliikenteen saavutettavuus ja matka-aika koetaan negatiivisesti. Vaihtovastus on tällä profiililla erityisen suuri. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

4.3.6 Pakkoautoilija

Viimeisen profiilin muodostavat pakkoautoilijat 10 prosentin osuudella Nyssen asiakkaista. Kuten edellä, tämän profiilin asiakkaista 98 prosentilla on oma auto, jonka lisäksi yli puolella taloudessa on vähintään kaksi autoa. Profiilin asiakkaat ovat pääasiassa keski-ikäisiä ja -tuloisia perheellisiä ihmisiä, jotka asuvat ympäristökunnissa niin, että asumiseen on paljon tilaa. Tämä tarkoittaa usein huonoja joukkoliikenneyhteyksiä. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

Pakkoautoilijoiden lähtökohtainen kulkumuoto on siis auto, eikä sen aiheuttamat kustannukset ole vaikuttava tekijä kulkumuodon valinnassa. Kuten kruisailijoille, myös pakkoautoilijoille

joukkoliikenteen matka-aika ja saavutettavuus koetaan negatiiviseksi tekijäksi. Uusi kalusto ja teknologia luovat tälle profiilille lisäarvoa. (Nysse, henkilökohtainen tiedonanto, n.d.)

5 Tampereen raitiotie

5.1 Tampereen raitiotien historia

Tampereen raitiotien historia ulottuu aina vuoteen 1907 asti, jolloin ensimmäisen kerran tehtiin aloite raitiotien rakentamisesta Tampereelle. Aloitetta käsiteltiin raitiotiekomiteoissa usean vuoden ajan ja vuonna 1914 kaupunginvaltuusto käsitteli radan perustamista. Samana vuonna syttynyt ensimmäinen maailmansota kuitenkin keskeytti raitiotiehankkeen. 1918 maailmansodan päätyttyä raitiotien valmistelu jatkui verkkaisesti, jota vuonna 1923 alkanut yksityinen linja-autoliikenne hidasti entisestään. Vuonna 1924 kaupunginvaltuusto kehotti raitiotievaliokuntaa tutkimaan kunnallisen linja-autoliikenteen perustamista Tampereelle. Valiokunnan kanta oli, että kaupunki jäisi seuraamaan yksityisen linja-autoliikenteen kehittymistä. Lopulta 4.6.1929 kaupunginvaltuusto päätti haudata raitiotiehankkeen. (Alku, 2019)

Vuonna 1991 Tampereella käynnistettiin selvitys raideliikenteen kehittämisestä. Vuonna 1992 valmistuneessa selvityksessä tutkittiin linja-autoliikenteen ja lähijunaliikenteen kehittämistä, kahta erilaista raitiotieratkaisua Hervannan ja Tesoman kaupunginosien välille sekä duoraitioliikennetarkaisua. Selvitys suositteli raitiotien tarkempaa suunnittelua, mutta myös monia muita joukkoliikenteen kehittämistä koskevia toimia. (Alku, 2019)

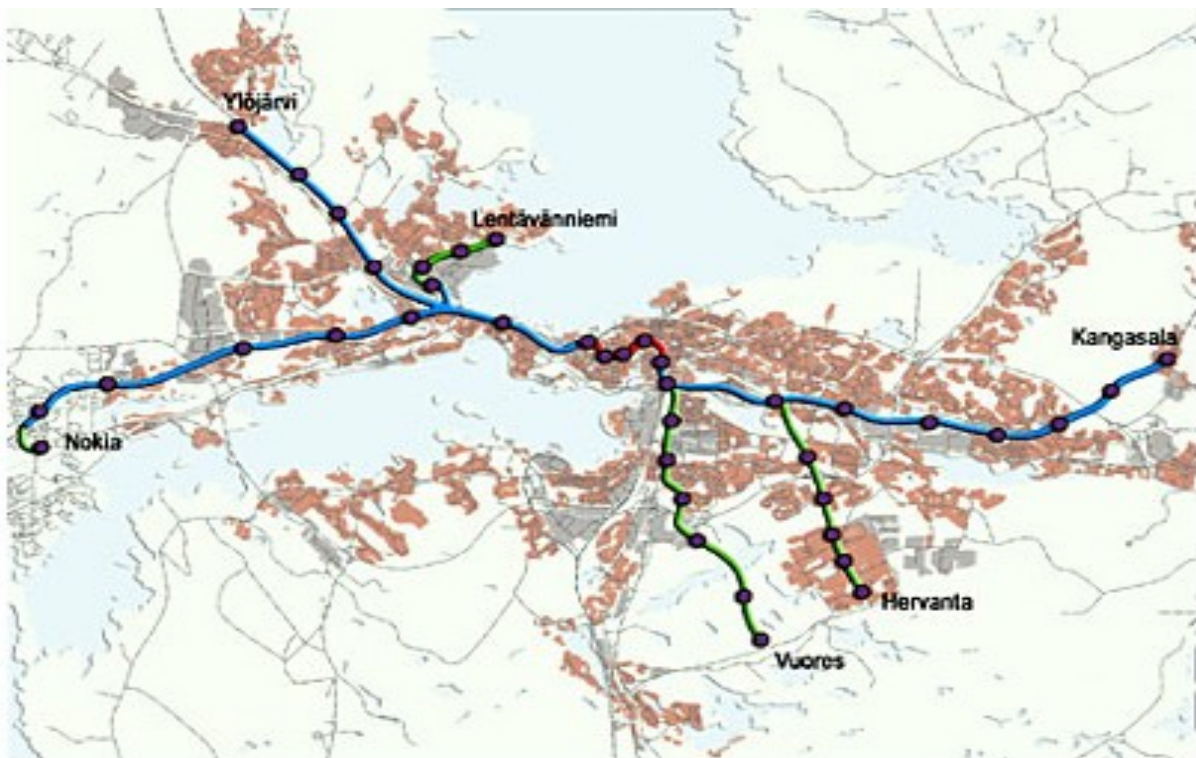
5.2 Nykyaikaisen raitiotien alkuvaiheet

2000-luvulle tultaessa todettiin Tampereen seudun liikenteen voimakkaan kasvun seurauksena, että nykyinen liikennejärjestelmä saavuttaa kapasiteettihiippunsa kaupungin keskustassa lähitulevaisuudessa. Pikaraitiotien luonnostelu aloitettiin tammikuussa 2001 ja aihe otettiin kaupunginhallituksen käsittelyyn saman vuoden kesäkuussa. Päätös raideliikenneselvityksen

tekemisestä tehtiin helmikuussa 2002 ja saman vuoden huhtikuussa se laajeni seudulliseksi. (Alku, 2019)

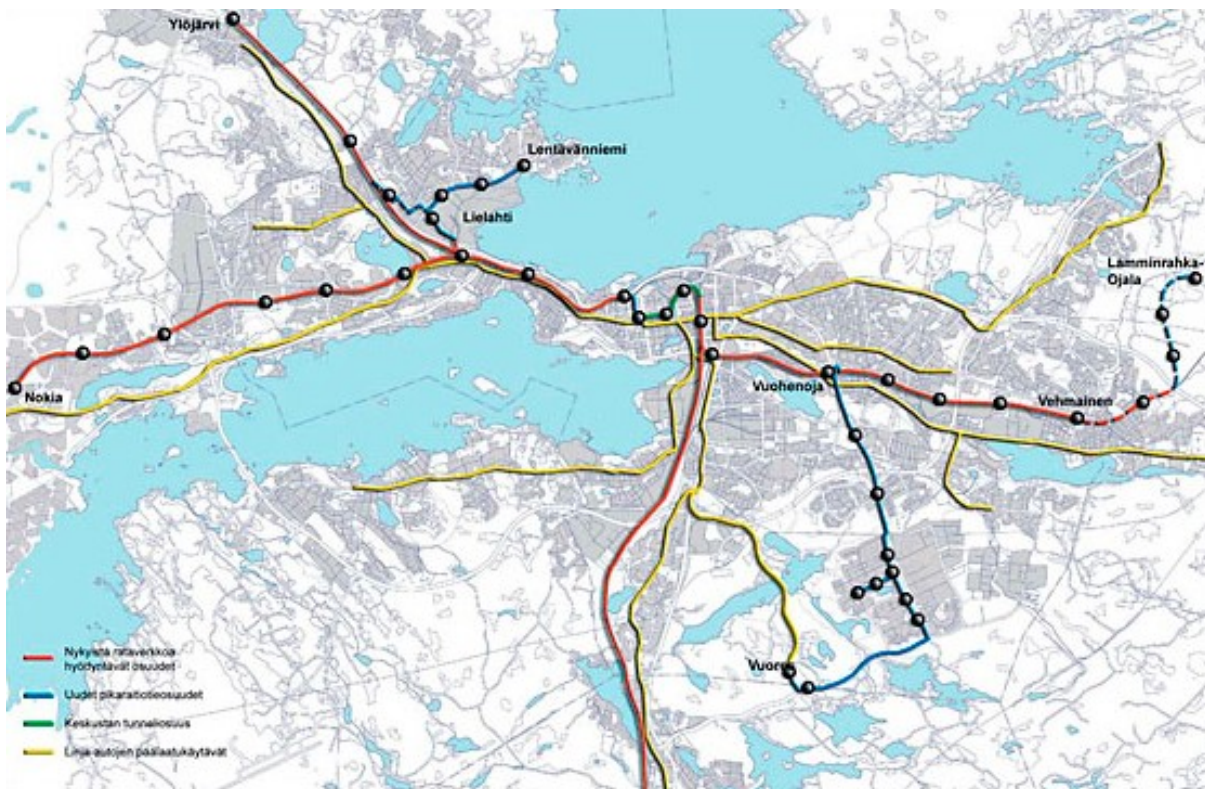
Ensimmäinen raideraportti *Rataverkon hyödyntäminen Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikenteessä* julkaistiin tammikuussa 2003. Raportin mukaan raitiovaunut ajaisivat rataverkolla Nokialle, Ylöjärvelle ja Kangasalle sekä omalla radallaan Lentävänniemeen, Vuorekseen ja Hervantaan (Kuva 6). Saman vuoden kesäkuussa valmistui *Joukkoliikennejärjestelmien vertailu*, joka vertaili linja-autojärjestelmän kehittämistä ja raitiotieliikennettä laatukäytävillä. Vertailussa linja-autoliikenteeseen kohdistui merkittäviä parannuksia infrastruktuurin ja palvelutason osalta. Vertailussa raitiotieliikenne todettiin monilta osin tehokkaammaksi vaihtoehdoksi, kuin linja-autoliikenteen merkittävä kehittäminen. Tehtyjen selvitysten perusteella kaupunginhallitus päätti jatkaa pikaraitiotien suunnittelua, jonka seurauksena raideliikenneprojekti käynnistettiin syyskuussa 2003. (Alku, 2019)

Kuva 6. Vuoden 2003 raideraportin pikaraitiotieverkko (Alku, 2019).



Käynnistetyn projektin loppuraportti valmistui toukokuussa 2004. Edellä mainittuun *Rataverkon hyödyntäminen Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikenteessä*-raporttiin erilliselle rataverkolle oli lisätty myös osuus Lammirahka-Ojalan alueelle sekä rataverkolle reitit Vehmaisiin ja Lempäälään (Kuva 7). Liikennöinti keskustassa tapahtuisi raportin mukaan tunnelissa.

Kuva 7. Raitiotieverkko vuoden 2004 suunnitelmissa (Alku, 2019).



Vuonna 2007 valmistunut seudullinen liikennejärjestelmäsuunnitelma TASE 2025 vertaili jälleen linja-autoliikenteen kehittämistä, katuraitiotietä, pikaraitiotietä sekä lähijunaliikennettä. Raportti suositti katuraitiotien rakentamista aluksi osuudelle Vuores-Hervanta-Amuri, josta seuraavassa vaiheessa jatkettaisi raitiotietä Lentävänniemeen. Myös lähijunaliikenteen käynnistäminen Lempäälän ja Nokian välillä kuului suosituksiin. (Alku, 2019)

5.3 Tampereen raitiotien suunnittelu

Vuonna 2010 käynnistettiin Tampereen modernin katuraitiotien alustava yleissuunnitelman teko, joka valmistui lokakuussa 2011. Yleissuunnitelman linjaus kulki Hervannasta Lentävänniemeen,

jättäen aiemmissa suunnitelmissa mukana olleen Vuoreksen alueen suunnitelmista pois.

Jatkosuunnitteluun jäivät linjaukset Kalevan ja keskusta-alueen linjaus, itse keskusta-alueen linjaus sekä keskustan länsipuoleinen linjaus (Kuva 8).

Kuva 8. Raitiotieverkko 2011 suunnitelmissa (Alku, 2019).



Alustavassa yleissuunnitelmassa todettiin raitiotieliikenteen olevan linja-auto vaihtoehtoja halvempaa sekä täyttävän sille asetetut tavoitteet liikenteellisesti sekä ympäristön, saavutettavuuden ja maankäytön osalta. Jatkosuunnittelusta, joka tähtää raitiotien toteuttamiseen päätettiin alkuvuodesta 2012 ja se nimettiin yleissuunnitelmaksi. (Alku, 2019)

Helmikuussa 2013 Tampereen kaupunkiseudun kunnat ja valtio allekirjoittivat maankäytön, asumisen ja liikenteen (MAL) aiesopimuksen vuosille 2013 - 2015. Raitiotien osalta sopimuksessa sovittiin, että Tampereen kaupunki tekee rakentamispäätöksen raitiotien ensimmäisestä vaiheesta. Valtion osuus suunnittelun ja toteutuksen kustannuksista olisi enintään 30 prosenttia. Samalla sovittiin, että täydennysrakentamista ohjataan raitiotien vaikutusalueelle. (Alku, 2019)

24.5.2014 pidettiin raitiotieseminaari, jossa esiteltiin aiemmin toukokuussa valmistunut Tampereen raitiotien yleissuunnitelma. Kolmisen viikkoa myöhemmin, tarkalleen 16.6.2014, Tampereen kaupunginvaltuusto hyväksyi yleissuunnitelman ja päätti samalla toteuttaa raitiotien. Tästä alkoi kehitysvaihe, jonka oli tarkoitus johtaa rakentamispäätökseen vuoden 2016 loppuun mennessä. (Alku, 2019)

Hankinta- ja toteutusmuodoksi valittiin allianssimalli infrarakentamisen osalta, jonka lisäksi tutkittiin myös urakkasopimuksia kaupungin omalla budjetilla sekä elinkaarimallia. Kalustohankinnat päätettiin tehdä neuvottelumenettelyllä, joka sisältää ratikkakaluston sekä sen kunnossapidon. Liikennöinti hankitaan myös erillisenä hankintana. (Alku, 2019)

Infrarakentamisen hankinta ratkesi kesäkuussa 2015 ja sitä hoitamaan valittiin VR-Track:n, YIT:n, Pöyryn ja Ratatek:n muodostama allianssi. Kalustohankinnasta muodostui Tampereella varsin pitkä ja monivaiheinen prosessi. Kalustohankinta käynnistettiin loppuvuodesta 2014 ja sen oli määrä olla 3-vaiheinen neuvottelumenettely. Tämän kilpailutusprosessin venyessä kestoiltaan yli vuoden mittaiseksi, kalustohankinta keskeytettiin kilpailutuksen aikana tapahtuneen kehityksen vuoksi, eikä aiemmat tarjousten arviointiperusteet enää vastanneet kehittyneitä tilannetta. Kalustohankinta käynnistettiin uudelleen keväällä 2016 aikana ja tarjoukset oli määrä jättää elokuuhun mennessä. Tarjouskilpailun voitti Transtech, joskaan hankintasopimusta ei voitu vielä tehdä kilpailussa toiseksi sijoittuneen Stadler:n valitettua hankintapäätöksestä. Valitus kuitenkin hylättiin ja näin ollen hankintasopimus allekirjoitettiin Transtech:n kanssa lokakuun puolivälissä 2017. Liikenteen operointi kilpailutettiin allianssimallilla keväällä 2019. Liikennöinnin voitti VR-Yhtymä Oy. (Alku, 2019)

7.11.2016 jää historiaan päivänä, jolloin Tampereen kaupunginvaltuusto päätti raitiotien ensimmäisen osan rakentamisesta äänin 45 puolesta ja 25 vastaan, yksi äänesti tyhjää. Valtuuston

istunto kesti useita tunteja useiden puheenvuoropyyntöjen takia, erityisesti raitiotien vastustajien joukosta. Raitiotien rakentaminen alkoi heti alkuvuodesta 2017 ja ensimmäisen osan oli tarkoitus valmistua vuonna 2021. (Alku, 2019)

Maaliskuussa 2018 alkoi raitiotien toisen osan kehitysvaihe. Kehitysvaiheen tavoitteena oli löytää parhaat ratkaisut rakentamispäätöksen tueksi Pyynikintorin ja Lentävänniemen väliselle osuudelle. Kehitysvaiheeseen kuului myös tulevaisuudessa rakentuvan Hiedanrannan alueen läpi kulkeva raitiotielinja sekä Lielahden kytkeminen linjastoon. Osa kaksi on tarkoitus rakentaa vuosina 2021-2024. (Raitiotieallianssi, 2018)

Tampereen kaupunginhallitus päätti 23.4.2019 raitiotiesuunnittelun jatkamisesta Hatanpään valtatieä linja-autoasemalle asti. Suunnittelulla selvitettiin rakentamisen mahdollista aikataulua, kustannuksia ja linjamuutosta, jossa toinen aloittavista raitiotielinjoista liikennöisi Pyynikintorin sijaan linja-autoaseman pysäkillä. Suunnittelun aloituksen edellytyksenä oli, että ulkopuolisen tahon tuli selvittää, voiko raitiotien ykkösosaa muuttaa ilman kilpailutusta. (Raitiotieallianssi, 2019a) Päätös raitiotien rakentamisesta syntyi kaupungin valtuustossa 25.11.2019 äänin 50-16, yksi äänesti tyhjää. Rakentamisen oli tarkoitus suorittaa vuosina 2020-2022. Osuuden pääte pysäkki tulisi Sorin aukiolle. (Raitiotieallianssi, 2019b)

Ensimmäiset varikon ulkopuoliset testit raitiotiellä aloitettiin Saksasta tuodulla testivaunulla 18.3.2020 Hermiankadulla. Testien pääasiallisena tarkoituksena oli varmistaa raitiotien toimintaa. (Raitiotieallianssi, 2020a)

Päätös raitiotien toisen osan rakentamisesta syntyi kaupunginvaltuustossa 19.10.2020 äänin 56-11. Toinen vaihe rakennettaisiin kahdessa osassa, 2A Pyynikintori-Santalahahti ja 2B Santalahahti-Lentävänniemi, jonka aloitukseen liittyy luvan saanti Hiedanrannan uuteen kaupunginosaan rakentuvaan tekosaareen. Osan 2A rakennustyöt alkoivat käytännössä heti rakentamispäätöksen jälkeen. (Raitiotieallianssi, 2020b)

5.4 Raitiotien tulevaisuus

Raitiotiestä valmistui seudullinen yleissuunnitelma 1.3.2021, joka kuvaa ratavarausten sijainnit Tampere-Hatanpää-Härmälä-Pirkkala, TAYS-Koilliskeskus-Kangasalan Lamminrahka ja Lielähti-Ylöjärvi linjoille. Lisäksi Kangasalan Saarenmaalle suunniteltiin ratavaraus. Yleissuunnitelman yhteydessä laadittiin arvio jatkorakentamisen aikataulusta ja toteutusjärjestyksestä. Oletuksena aikataululle ja järjestyksellä on, että rakennustöitä voitaisiin jatkaa keskeytyksettä ratahaara kerrallaan. Raitiotien toisen osan jälkeen rakennettaisiin Pirkkala-Koilliskeskus-osuus vuosina 2025-2028, Hiedanranta-Ylöjärvi-osuus vuosina 2029-2032, Koilliskeskus-Lamminrahka-osuus 2033-2036, Hatanpää-Vuores-osuus 2030-luvulla ja Hervanta-Saarenmaa-osuus 2040-luvulla. (Tampereen kaupunki, 2021)

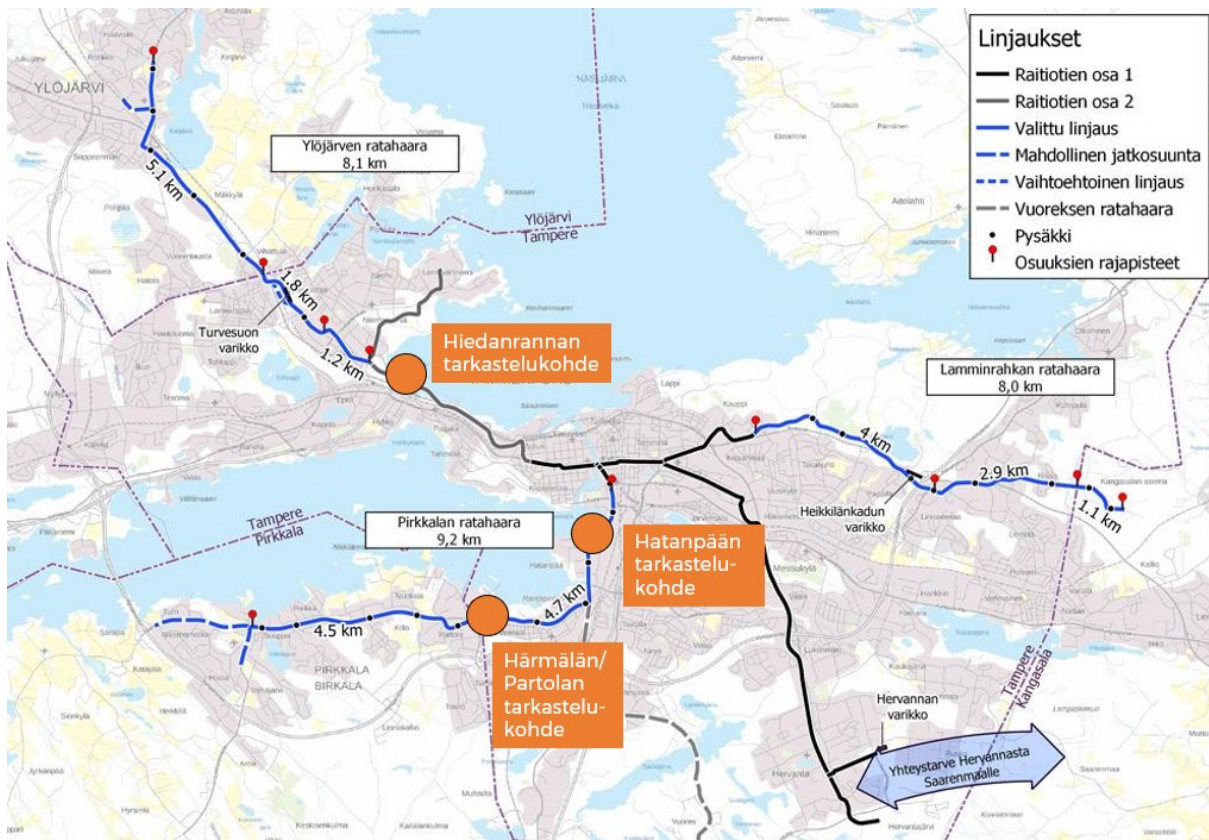
5.5 Raitiotien liikennöinti

Raitiotien kaupallisen koeliikenteen osalla 1 oli tarkoitus alkaa jo maaliskuussa 2021, mutta Covid-19 pandemian vuoksi koeliikenteen alkaminen siirrettiin alkamaan 10.5.2021. Koeliikennettä ajetaan arkisin 12 - 18 välillä, 15 minuutin vuorovälein linjalla 3, joka kulkee Hervantajärven ja Pyyrikintorin välillä. Vallitsevan pandemiatilanteen vuoksi kyytiin pääsee ennakkoilmoittamisella ja ostamalla lipun ennakkoon Nyssen kanavista. (Tampereen ratikka, 2021) Raitiotien varsinainen kaupallinen liikenne alkaa 9.8.2021 linjoilla 1 ja 3.

6 Tarkastelukohteet

Automaattisten ajoneuvojen soveltuvuutta tarkastellaan kolmen erilaisen tarkastelukohteen kautta (Kuva 9).

Kuva 9, tarkastelukohteet Tampereen suunnitellulla raitiotieverkolla, (Maanmittauslaitos, n.d.).



Kohteista ensimmäinen, Hiedanranta, sijoittuu raitiotien osan 2B alueelle. Hiedanrantaan suunnitellaan älykkään liikenteen kaupunginosaa, jonka vuoksi se on luonnollinen tarkastelukohte. Kaksi muuta kohdetta, Hatanpää ja Härmälä-Messu- ja urheilukeskus, sijoittuvat tämän hetken suunnitelmien mukaan seudullisen raitiotien ensimmäiseen vaiheeseen Pirkkala-Koilliskeskus -osuudelle. Hatanpää valikoitui kohteeksi, koska se sijoittuu varsin kauaksi raitiotie linjasta ja näin tarvitsee joukkoliikenteen palveluja sairaala-alueen välittömään läheisyyteen. Raitiotietä kaavaillaan yhtenä potentiaalisena vaihtoehtona messu- ja urheilukeskukseen saapumiseen. Lähimmän raitiotien sijoittuminen noin 800 metrin päähän keskustasta on nostanut esiin tarpeen mainitun välin yhteyksien kehittämiseksi.

Soveltuvuutta tutkitaan erityisesti palvelumallien ja -tasojen osalta. Tarkastelukohteista on saatu Nysseltä lähtötietoja nykyisistä joukkoliikenteen käyttäjämääristä sekä arvioituista raitiotien käyttäjämääristä. Maankäytön suunnitelmia on haettu asemakaavoista sekä uusien ja kehittyvien alueiden internetsivuilta. Asiakaskokemuksen osalta lähtötietoja saatiin Nyssen palvelukäsikirjasta sekä Nyssen asiakkuuspäällikkö Riikka Salkosen haastattelusta. Automaattisten ajoneuvojen teknisistä ominaisuuksista ja tulevaisuuden mahdollisuuksista saatiin tietoja haastatteluin Tampereen kaupungin Mika Kulmalalta sekä Sensible4:n Timo Mustoselta. Kustannustarkastelussa hyödynnettiin Johannes Laineen tekemää opinnäytetyötä *Itsestään ohjautuvien pikkubussien kustannushyödyt julkisessa liikenteessä*. Lisäksi työtä ohjanneen työryhmän kolmesta kokouksesta saatiin hyviä vinkkejä ja huomioita.

6.1 Tarkastelukohteiden oletukset ja lähtöarvot

Liityntäliikenteen kysyntäpotentiaalia arvioitaessa hyödynnettiin nykyisen joukkoliikenteen nousijamääriä ajanjaksolta 10.2 – 14.2.2020 päivittäisen keskiarvon perusteella, raitiotien nousijämääristä tehtyjä selvityksiä sekä asiantuntija-arvioita raitiotien vaikutuksista joukkoliikenteen kulkutapaosuuteen. Nousijamäärätietojen ajankohta on valittu ajalta, jolloin Covid-19 pandemian vaikutukset eivät vielä näkyneet joukkoliikenteen nousijamäärissä merkittävästi, jotta tutkimuksen tulokset eivät vääristyisi. Vallitsevan tilanteen vaikutuksia tulevaisuudessa joukkoliikenteen käyttäjämääriin ei ole tässä työssä huomioitu, mutta on syytä olettaa, että matkustajamäärät voivat hieman laskea aiempien vuosien tasosta. Tähän vaikuttavia tekijöitä voivat olla esimerkiksi etätöiden yleistymisen ja talouksiin hankitut niin sanotut kakkosautot. Kysyntäpotentiaalia laskettaessa on käytetty seuraavia tunnuslukuja: huipputunnin (7.00 - 8.00 ja 16.00 - 17.00) osuus koko päivän nousijamäärästä on noin 10 prosenttia/huipputunti. Joukkoliikenteen kulkutapaosuuden on arvioitu olevan alueesta riippuen 12 - 15 prosenttia. Liityntäliikenteen arvioitu kysyntäpotentiaalinen on muodostettu asiantuntija-arviona ja sen arvioidaan olevan noin 25 prosenttia alueen tai pysäkin nousijämääristä. Tutkimuksessa tarkemmin lasketut nousijamäärät ovat arkivuorokausien nousijamääriä. Viikonlopun päiväkohtaisen liikenteen osalta nousijamäärän arvellaan olevan 50 prosenttia arjen päiväkohtaisesti nousijamäärästä. Arkipäiviä on laskennallisesti vuodessa 260 ja viikonloppupäiviä 105.

Ajoaikojen laskennassa oletuksena käytettiin automaattisen ajoneuvon osalta 15 km/h keskinopeutta, joka sisältää pysäkki- ja pysähtymistoiminnot. Aiemmin tehdyissä piloteissa automaattisten ajoneuvojen huippunopeus on parhaimmillaan ollut 30 km/h, joten voidaan olettaa, että teknologian vielä kehittyessä käytettävät maksiminopeudet tulevat nousemaan. Tarkastellut liityntäliikenteen reitit mitattiin Google Maps:n avulla.

Liikennöintikustannukset muodostuivat nykyisen linja-autoliikenteen kaltaisesti linjakilometri-, linjatunti- ja vuoropäiväosasta. Taulukossa 1 on esitelty eri kustannusosien sisältö nykyisessä liikenteessä, jota liikennöidään pääasiassa polttomoottorikäyttöisillä linja-autoilla. Johannes Laine tutki opinnäytetyössään, miten automaattiset ajoneuvot muuttavat kustannusrakennetta. Linjakilometriosassa poltto- ja voiteluainekustannukset korvautuisivat energian hinnalla liikennöitäessä sähköstä käyttövoimansa saavilla ajoneuvoilla (Laine, 2017). Sähkökäyttöiset linja-autot tulevat yleistymään muussakin kuin automaattisessa liikenteessä, joten on perusteltua käyttää tämän työn laskelmissa oletuksena sähkökäyttöisen ajoneuvon kustannuksia. Korjaus- ja huoltokuluihin voidaan odottaa tulevan myös muutoksia automaation yleistyessä, mutta näitä kustannuksia on osin mahdotonta arvioida tässä vaiheessa. Tähän asiaan vaikuttavat merkittävästi automaattisia ajoneuvoja tarjoavien operaattoreiden tarjoamat palvelut. (Laine, 2017)

Linjatuntiosa muodostuu nykyisellään pääasiassa kuljettajan palkkakuluista. Automaattisen liikenteen yksi merkittävimmistä eduista tulee olemaan etäohjaus, jossa yksi ihminen voi valvoa useampaa ajoneuvoa samanaikaisesti. Näin saavutetaan merkittäviä kustannushyötyjä juuri linjatuntiosassa. (Laine, 2017) Tämän työn oletuksena linjatuntiosan osalta on, että yksi ihminen voi etäohjata viittä ajoneuvoa kerralla.

Vuoropäiväkustannusten suhteen Laine ei usko suurin muutoksiin. On kuitenkin arvioitu, että liikenteen automatisoituminen laskisi esimerkiksi liikennevakuutusten hintoja liikenneturvallisuuden parantuessa. (Laine, 2017)

Taulukko 1, Liikennöintikustannusten rakenne, (Laine, 2017).

Linjakilometriososa	Linjatuntiososa	Vuoropäiväosa
poltto- ja voiteluaineet	palkat	pääoman poisto
renkaat ja muut varaosat	välilliset palkat	korot
korjaus ja huolto	poltto- ja voiteluaineet	vakuutukset
		yleiskustannukset

Kustannusten yksikköhintoina on tässä työssä käytetty linjakilometrikustannuksen osalta 0,32 €/km, linjatuntikustannuksen osalta 5,91 €/h ja linjapäiväkustannuksen osalta 193,12 €/päivä. Yksikköhinnat perustuvat Laineen opinnäytetyössä käyttämään esimerkkireittiin. Taulukossa 2 on esitetty Laineen kustannukset esimerkkireitille päivähintoina. Päivän aikana ajokilometrejä kertyy laskelmassa 60 ja päivän ajomäärä tunneissa mitattuna on 3,75. Näin ollen $18,90 \text{ €} / 60 \text{ km} = 0,315 \text{ €/km}$ eli pyöristettynä kahden desimaalin tarkkuudella 0,32 €/km ja $22,17 \text{ €} / 3,75 \text{ h} = 5,912 \text{ €/h}$ eli pyöristettynä kahden desimaalin tarkkuudella 5,91 €/h.

Taulukko 2, Robusta-hankkeen reitin päiväkohtaiset liikennöintikustannukset, (Laine, 2017).

Pikkubussityyppi	Kilometrikustannus €	Tuntikustannus €	Kalustopäiväkustannus €	Yhteensä €
Diesel	27,60	110,85	193,12	331,57
Sähkö (LiFePO)	20,10	110,85	193,12	324,07
Automaattinen (LiFePO)	18,90	22,17	193,12	234,19

Kustannukset esitellään työssä karkealla tasolla, johtuen monista avoimena olevista muuttujista automaattisessa liikenteessä. Tästä huolimatta automaattisen liikenteen kustannusrakenne tulee olemaan erilainen verrattuna nykyiseen joukkoliikenteen kustannusrakenteeseen. Vuoden 2021 keväällä Nyssen perinteisen linja-autoliikenteen keskimääräiset yksikkökustannukset ovat $0,76 \text{ €/km}$, $32,56 \text{ €/h}$ ja $151,92 \text{ €/päivä}$ (Häyrynen, 2021). Vertailtaessa näitä kustannuksia tässä

luvussa mainittuihin kustannusten oletusarvoihin, on syytä muistaa, että Nyssen nykyiset kustannukset ovat suurilta osin isoista dieselbusseista muodostuvia kustannuksia.

Tunnistettuja kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä voivat olla erilaiset valvonta- ja vartiointipalvelut, valvomo- ja varikkotoimintaan liittyvät kustannukset, automaattisia ajoneuvoja tarjoavien toimijoiden palvelujen sisältö ja käyttöjärjestelmäpäivitykset. Mika Kulmala totesi haastattelussa, että toiminnan alkuvaiheessa automaattisia ajoneuvoja tarjoavilta yrityksiltä hankittaisiin mahdollisimman kokonaisvaltainen palvelu. Kulmala totesi myös, että automaattisen liikennöinnin valvomo- ja varikkotoiminnot voitaisiin tarjota tilaajan toimesta operaattorien käyttöön. (Kulmala, 2021) Etävalvomon toiminnot olisivat mielekästä sijoittaa muun joukkoliikenteen kanssa samoihin tiloihin, jolloin yhteistyö eri toimijoiden välillä olisi sujuvampaa. Kustannuksien osalta tässä tutkimuksessa on laskettu myös nousukohtainen kustannus liityntälinjojen osalta. Vertailun vuoksi Nyssen liikenteen kokonaisliikennöintikulut olivat vuonna 2019 61 500 493 € ja nousuja oli yhteensä 41 241 411, joten nousukohtainen kustannus on 1,49 €/nousu. Vuonna 2020 vastaavat lukemat olivat 60 512 764 € ja 27 046 229 nousua eli nousukohtainen kustannus oli 2,24 €/nousu. Vuoden 2020 lukemissa on huomioitava kuitenkin Covid-19 pandemian aiheuttamat matkustajamäärien laskut.

Liityntäliikenteen liikennöinti-aikojen ja -tiheyden osalta oletuksena on käytetty Tampereen raitiotien palvelutasoa. Raitiotien liityntäliikenteen katsotaan olevan niin sanotusti raitiotien jatke, joten palvelutason on vastattava raitiotien palvelutasoa. Raitiotien vuoroväli Tampereella tulee olemaan ensimmäisessä vaiheessa 7,5 minuuttia ja liikennöinti-aika vaihtelee linjasta riippuen 04.00 ja 02.00 välillä. Tarkastelukohteissa 7,5 minuutin vuorovälin oletetaan alkavan kello 06.00 ja päättyvän kello 24.00. Muina aikoina liikennöinti tapahtuisi 15 minuutin vuorovälillä.

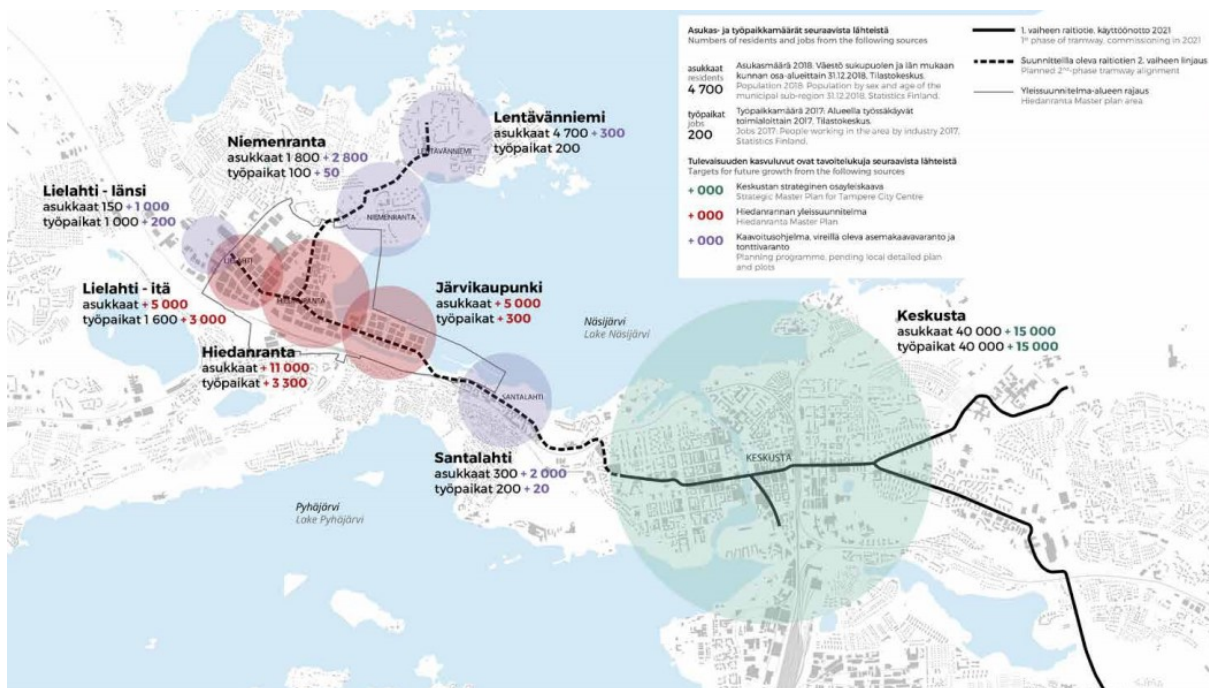
Kaluston osalta oletuksena on käytetty 16-paikkaista linja-autoa. Pitää kuitenkin muistaa, että esimerkiksi Sensible4:n teknologia voidaan asentaa käytännössä minkä kokoiseen ajoneuvoon vain, kuten luvussa 2.3 todetaan.

6.2 Hiedanranta

Hiedanranta on Näsijärven rannalla, Länsi-Tampereella sijaitseva entinen tehdasalue noin neljä kilometriä Tampereen keskustasta. Hiedanrantaan suunnitellaan parhaillaan kokonaan uutta kaupunginosaa, johon nykytilassa sijoittuu Lielahden kartano sekä tehdaskokonaisuus.

Hiedanrannasta on kaavailtu kestäväää ja älykästä uutta kaupunginosaa, jonne sijoittuisi noin 21 000 uutta asukasta sekä 8 000 uutta työpaikkaa (Kuva 10).

Kuva 10. Hiedanrannan tavoitetilä 2050, (Tampereen kaupunki, 2020).



Kuten luvussa 5 todetaan, raitiotie tulee kulkemaan alueen läpi jo 2020-luvun puolivälissä. Itse alue rakentuu vaiheittain, alkaen Hiedanrannan keskustasta. Järvikaupunki rakennetaan aluksi vain osittain, mahdollistaen raitiotien kulkemisen sen kautta toisen osan liikennöinnin alkaessa sekä osittaisen asuinrakentamisen. Kuvassa 11 esitetään Hiedanrannan liikenneverkkoa ja esimerkiksi raitiotiepysäkkien sijoittumista alueelle. Järvikaupunkiin sijoittuu suunnitelman A mukaan yksi pysäkki saaren keskelle.

todennäköisesti hakeutuvat asumaan asiakasprofiileissa esitellyistä profiileista ainakin paljon joukkoliikennettä käyttävät ihmiset. Liityntäliikenteen tarve korostuu matkoilla, joissa mukana on paljon kantamuksia tai keliolosuhteet ovat heikot. Myös suunnitelmissa esillä olevat keskitetyt pysäköintilaitokset voivat kasvattaa käyttäjämääriä, mikäli liityntälinja reitti kulkee pysäköintilaitoksen kautta. Näistä syistä luvussa 6.1 mainittu potentiaalisten liityntäliikenteen käyttäjien määrä on 25 prosenttia kaikista raitioliikennettä käyttävistä matkustajista, vaikka kävelyetäisyydet ovatkin lyhyitä alueella. Koko Hiedanrannan alueen potentiaalinen käyttäjämäärä olisi näin ollen 650/vrk. Tehtaan ja keskustan pysäkkien osuus olisi noin 275 nousijaa/pysäkki/vrk ja järvikaupungin pysäkin osalta noin 100/vrk. Huipputunnin nousijamäärien ollessa noin 10 prosenttia/huipputunti koko vuorokauden nousijamäärästä, olisi laskennallisesti tehtaan ja keskustan pysäkeiltä huipputunnin aikana nousijoita hieman alle 30/pysäkki ja järvikaupungin osalta nousijoita olisi noin 10/huipputunti. Taulukossa 3 on esitetty liityntälinjan (Kuva 12) kysyntäpotentiaalia.

Taulukko 3, Hiedanrannan kysyntäpotentiaali kahdella liityntälinjalla yhteensä

	Nousuja/vrk	Nousuja/huipputunti	Nousuja/vuosi
Liityntälinjat 1 ja 2	100	10	31 250

6.2.2 Palvelumalli ja -taso

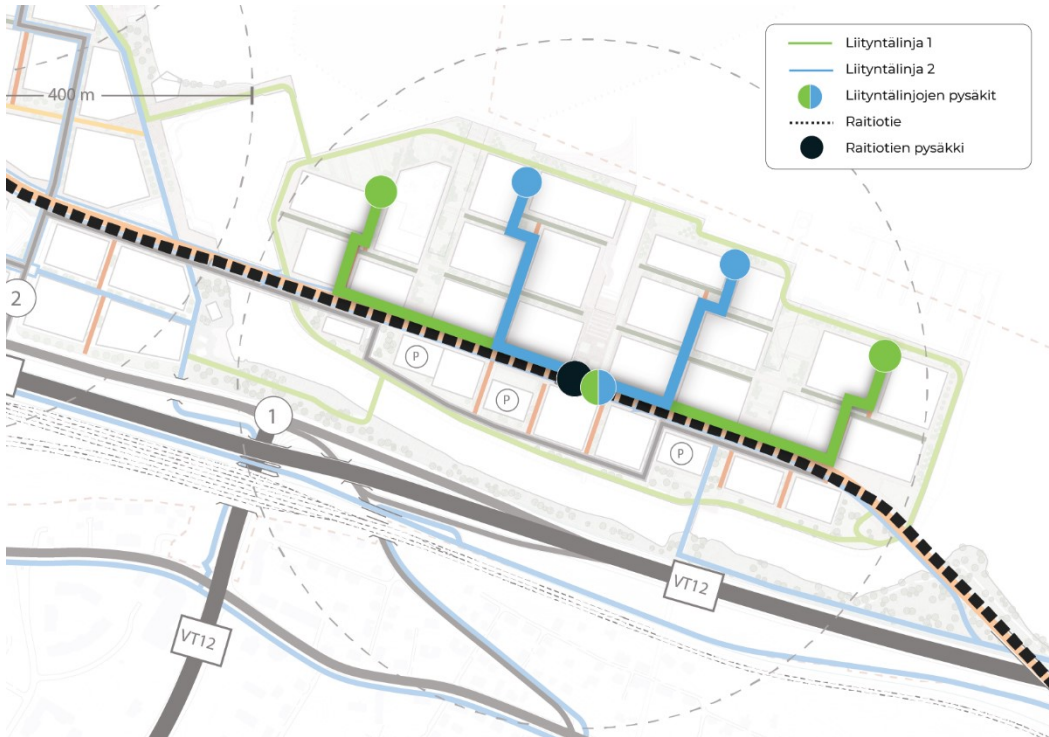
Hiedanrannan palvelumallia ja -tasoa arvioidessa huomioon otettava tekijä on luvussa 6.2.1 mainittu lyhyt kävelyetäisyys pysäkeille. Huipputunnin osalta nousijoita on yhtä pysäkkiä kohden korkeintaan 30. Vuorovälin ollessa 7,5 minuuttia, lähtöjä tulee tunnilla kahdeksan. Näin ollen yhtä vuoroa kohden tulisi keskimäärin neljä nousijaa. Toki yksittäisen lähdön kohdalla nousijamäärä voi olla suurempi kuin toisen ja mahdolliset muut käyttäjät, kuten pysäköintilaitoksiin suuntautuvat matkat voivat nostaa liityntäyhteyttä käyttävien määrää.

Tarkastelussa päädyttiin Hiedanrannan osalta keskittymään järvikaupungin liityntäliikenteeseen, jossa kävelyetäisyydet raitiotiepysäkeille ovat alueen pisimmät. Kuvassa 12 on esitetty järvikaupunkia palvelevat kaksi liityntälinjaa. Liityntälinjan 1 reitin pituus päätepysäkiltä

päätepysäkille on noin kilometrin ja liityntälinjan 2 pituus noin 800 metriä. Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty eri palvelumallien liikennöintisuoritteet. Linjan 1 ajoaika on luvun 6.1 oletusarvon mukaisesti 4 minuuttia, ja linjan 2 hieman yli 3 minuuttia. Kaluston tarve tässä mallissa on neljä ajoneuvoa, mikäli pitäydytään palvelutasotavoitteessa, jossa jokaiselle ja jokaiselta ratikkavuorolta on liityntäyhteys jokaiselle päätepysäkille. Tämä edellyttää melko optimaalista ratikoiden saapumista vaihtopysäkille, jotta liityntälinjojen seisonta-aika vaihtopysäkillä jää mahdollisimman lyhyeksi.

Hiedanrannassa osalta työryhmän kokouksissa esiin nousi myös muita liikennöintimalleja, kuten Hiedanrannan sisäiset matkat sekä liikennöinti Hiedanrannan ja Lielahden välillä. Esiin nousseita seikkoja olivat Hiedanrannan sisäisten matkojen osalta kilpailu ratikan kanssa samoista matkustajista sekä jalankulun ja pyöräilyn korvaaminen ajoneuvoliikenteellä. Automaattista liikennettä on kuitenkin osin kaavailtu tuottamaan personoidumpaa palvelua joukkoliikenteen käyttäjille, joten tämän kaltaista liikennettä on syytä tutkia jatkotutkimuksissa, ainakin Hiedanrannan tyyppisen alueen osalta. Yhteydet Lielahteen voisivat olla hyvinkin mahdollisia ja toteutettavissa, varsinkin ennen Hiedanrannasta Ylöjärven suuntaan kulkevaa raitiotietä. Edellä kuvatut mallit eivät ole liityntäliikennettä, josta syystä niitä ei ole tutkittu tarkemmin tässä työssä.

Kuva 12. Hiedanrannan reittikartta, (Tampereen kaupunki, 2020).



Järvikaupungin liikennöintimallissa tarkasteltiin sekä säännöllistä aikataulun mukaista liikennöintiä että mallia, jossa ruuhka-aikoina liikennöidään säännöllisesti aikataulun mukaan ja ruuhka-aikojen ulkopuolella aikataulun mukaisesti, mutta kutsusta. Palvelutason ja asiakkaan kannalta selkeämpi liikennöintitapa olisi säännöllinen aikataulun mukainen liikenne koko liikennöintiajan, josta esimerkkinä vastuunkantajat -asiakasprofiilin, jotka arvostavat spontaanien lähtöjen mahdollisuutta ilman, että lähtöön liittyy aikatauluun katsomista tai tässä tapauksessa kyydin tilaamista. Kustannusten kannalta osin kutsuohjautuva liikennöinti toisi säästöjä, koska

liityntälinjan ei ole välttämättä tarvetta liikennöidä jokaista vuoroa. Kustannukset on laskettu luvussa 6.2.3.

Taulukko 4, Hiedanrannan liikennöinnin suoritteet säännöllisellä liikenteellä.

	Ajokilometrit/ päivä	Ajotunnit/päivä	Ajokilometrit/ vuosi	Ajotunnit/ vuosi
Liityntälinja 1	288	36	105 120	13 140
Liityntälinja 2	230	36	83 950	13 140
Yhteensä	518	72	189 070	26 280

Taulukko 5, Hiedanrannan liikennöinnin suoritteet osin kutsuohjautuvalla liikennöinnillä.

	Ajokilometrit/ päivä	Ajotunnit/päivä	Ajokilometrit/ vuosi	Ajotunnit/ vuosi
Liityntälinja 1	184	36	105 120	13 140
Liityntälinja 2	147	36	83 950	13 140
Yhteensä	331	72	189 070	26 280

6.2.3 Kustannukset

Säännöllisesti liikennöivän linjan kustannuksissa on tarkasteltu 7,5 minuutin vuorovälein liikennöitävää liityntälinjaa, jonka ajoaika on 18 tuntia vuorokaudessa. Liityntälinjan 1 osalta päivittäisiä kilometrejä syntyy 144 yhtä ajoneuvoa kohden, joten kahden auton kilometrit ovat yhteensä 288. Liityntälinjan 2 osalta vastaavat luvut ovat 115 kilometriä yhtä ajoneuvoa kohden päivässä ja kahdella ajoneuvolla 230 kilometriä. Kaikkien ajoneuvojen yhteenlasketut kilometrit päivässä ovat siis 518. Linjatunteja yhdelle ajoneuvolle kertyy päivässä 18 ja neljälle ajoneuvolle yhteensä 72 tuntia päivässä. Autopäiviä on siis neljä.

Luvussa 6.1 esitellyin yksikkökustannuksin päivakohtainen liikennöintikustannus on noin 1364 €. Vuosittaiseen liikennöintikustannukseen on huomioitu saman palvelutason liikennöinti vuoden jokaisena päivänä, joten vuosikustannus määritellyin yksikkökustannuksin on noin 500 000€.

Liityntäliikenteen kannattavuutta voi tarkastella myös nousukohtaisella kustannuksella.

Järvi kaupungissa arvioitujen nousujen määrä arkisin on luvun 6.2.1 mukaan noin 100 ja lauantaisin ja sunnuntaisin luvun 6.1 mukaan noin 50/viikonloppupäivä. Vuosittainen nousijamäärä olisi siis $(100 \cdot 260) + (105 \cdot 50) = 31\,250$ nousua/vuosi. Nousukohtainen kustannus saadaan jakamalla liikennöintikustannus nousujen määrällä $498\,000\text{€} / 31\,250 \text{ nousua} = 15,93\text{€} / \text{nousu}$ (Taulukko 6).

Taulukko 6, Liikennöintikustannukset Hiedanrannassa säännöllisellä liikennöinnillä.

	Kilometri-Kustannus/päivä	Tuntikustannus/päivä	Ajoneuvopäivä-kustannus/päivä	Päivittäinen kustannus yhteensä	Vuosittaiset kustannukset	Nousukohtainen kustannus
Liityntälinja 1	92,16€	212,76€	386,24€	691,16€	252 273,40€	X
Liityntälinja 2	73,60€	212,76€	386,24€	672,60€	245 499,00€	X
Yhteensä	165,76€	425,52€	772,48€	1363,76	497 772,40€	15,93€

Toisessa mallissa liikennöinti tapahtuu siis luvussa 6.2.2 kuvatusti. Kutsuohjautuvuuden osalta arvioitiin, että vuoroista liikennöitäisiin noin puolet. Tässä mallissa tunti- ja päiväkustannukset pysyisivät samoina kokoaikaiseen ja säännölliseen liikenteeseen verrattuna, koska valmius liikennöidä pitää olla joka tapauksessa. Tunteja kertyisi siis tässäkin mallissa yhteensä 72 päivässä sekä autopäiviä neljä. Kilometrejä kertyisi kaikille ajoneuvoille yhteensä 331 päivässä. Vuosittaiset kustannukset tällä mallilla olisivat noin 476 000€. Nousukohtainen kustannus samalla nousijamäärällä kuin edellä mainitussa mallissa olisi $15,23\text{€} / \text{nousu}$ (Taulukko 7). Palvelutason heikentyminen voisi tässä mallissa laskea käyttäjämääriä.

Taulukko 7, Liikennöintikustannukset Hiedanrannassa osin kutsuohjautuvalla liikennöinnillä.

	Kilometri-Kustannus/päivä	Tuntikustannus/päivä	Ajoneuvopäivä-kustannus/päivä	Päivittäinen kustannus yhteensä	Vuosittaiset kustannukset	Nousukohtainen kustannus
Liityntälinja 1	58,88€	212,76€	386,24€	657,88€	240 126,20€	X
Liityntälinja 2	47,04€	212,76€	386,24€	646,04€	235 804,60€	X
Yhteensä	105,92€	425,52€	772,48€	1363,76	475 930,80€	15,23€

Laskennoissa ei ole huomioitu muita mahdollisia käyttäjiä. Esimerkiksi pysäköintilaitoksien ja kodin välillä kulkevia käyttäjiä ei ole niin paljon, että sillä olisi kustannusten kannalta merkittäviä vaikutuksia. Huomioitavana asiana Hiedanrannan kustannusten osalta on se, että liityntäliikenne olisi kokonaan uutta liikennettä, joka ei korvaisi millään tavalla jo olemassa olevaa liikennettä.

6.2.4 Hiedanrannan potentiaali raitiotien liityntäliikenteeseen

Tutkitun kaltaisin reitein liityntäliikenteen järjestäminen ei Hiedanrannassa ole laskettujen kustannusten valossa järkevää ainakaan niin, että jokaiseen vuoroon on monesta eri pisteestä yhteys. Pysäköintilaitosten kytkeminen liityntäliikenteeseen vaikuttaa tämän tutkimuksen pohjalta kannattavalta. Mikäli pysäköinnistä merkittävä osa sijoittuu keskitettyihin pysäköintilaitoksiin, voi se luoda kysyntää pysäköintilaitosten ja asuntojen välille, joka ei suoraan ole raitiotien liityntäliikennettä. Tämän kaltainen aluerakenne voi myös houkuttaa ihmisiä luopumaan esimerkiksi toisesta autosta, jos ja kun alueen joukkoliikennetyhteydet ovat hyvät. Hiedanrannan alueessa on potentiaalia älykkään liikenteen kaupunginosaksi, muttei välttämättä liityntäliikenteen osalta. Automaattisen liikenteen osuus Hiedanrannassa on ehdottomasti hyvä jatkotutkimuskysymys, jossa voitaisiin ottaa kantaa myös erilaisiin liiketoimintamalleihin, jotka eivät välttämättä ole osa joukkoliikennejärjestelmää.

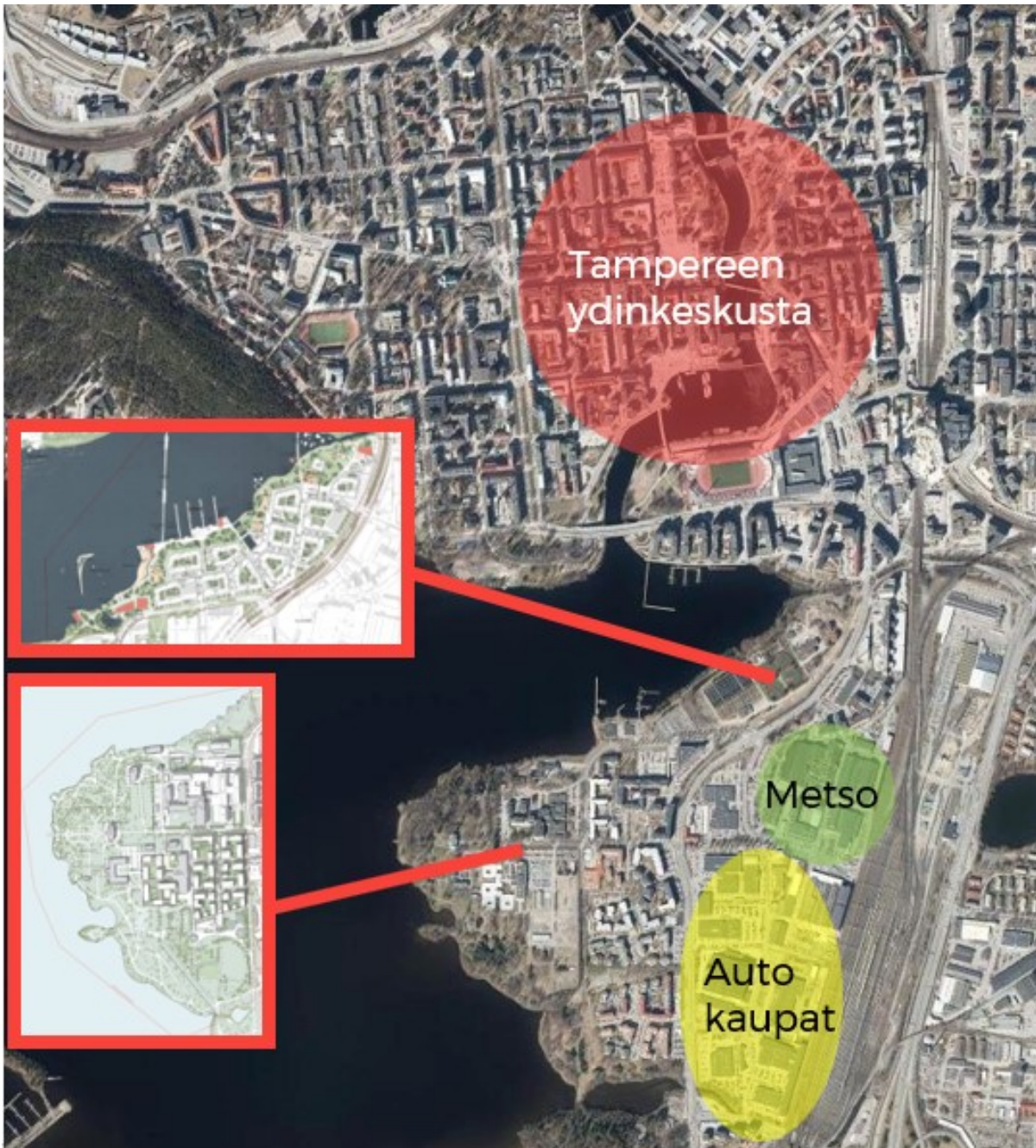
Hiedanrannan asukkaiksi potentiaalisimpia profiileja ovat säästäjät, vastuunkantajat ja tehostajat. Tyypilliselle optimoijalle alue voi olla hieman liian lähellä keskustaa, joskin alue mahdollistaa tulevaisuudessa elämän ilman autoa. Kokonaisuutena Hiedanranta voisi houkuttaa myös kruisailijoita. Tässä tapauksessa kruisailija talouksista olisi mahdollista tehdä yksiautoisia talouksia. Myös joukkoliikenteen kulkutapaosuutta olisi kruisailijan kohdalla mahdollista kasvattaa, mikäli

alueen pysäköinti sijoittuu pääasiassa keskitettyihin pysäköintilaitoksiin. Mikäli mahdolliset automaattisten ajoneuvojen palvelut kulkisivat liityntäpysäkin ohi pysäköintilaitokseen, voisi kruisailija huomata, että jäämällä pois raitiotiepysäkillä ja hyppäämällä ratikkaan, olisi hän jo pitkällä menossa samassa ajassa, kun saisi oman auton ulos pysäköintilaitoksesta. Tämä esimerkki sopii toki myös muihin profiileihin. Näin ollen pysäköintilaitokset voivat olla Hiedanrannan alueella merkittävässä roolissa joukkoliikenteen kulkutapaosuuden kasvattamisessa ja mahdollisen liityntäliikenteen käytössä. Joukkoliikenteen vakituiset käyttäjät arvostavat säännöllistä palvelua, joten jonkinlainen säännöllisyys liityntäliikenteessä olisi varmasti oltava.

6.3 Hatanpään sairaala

Hatanpää sijaitsee Tampereen keskustan eteläpuolella, aivan keskustan tuntumassa. Nykytilanteessa Hatanpään alueen maankäyttö sekoittuu voimakkaasti eri toimintojen kesken. Alueella on tiivistä kerrostalovoittoista asumista, suurteollisuutta, kuten Metson tehdaskokonaisuus, autokauppakeskittymä, arboretum puistoineen ja kartanoineen sekä Hatanpään sairaala-alue. Hatanpään alueen ja siihen liittyvien alueiden maankäyttö kokee tulevaisuudessa suuria muutoksia useiden eri kaavoitushankkeiden myötä. Hatanpään asemakaavassa alueen asumista tiivistetään entisestään ja sairaala-alue laajenee. Hatanpään pohjoispuolelle sijoittuvassa Viinikanlahdessa on käynnissä asemakaavan valmistelu, jolla tähdätään nykyisen vedenpuhdistamon paikalle rakennettavaan uuteen asuinalueeseen. Myös Metson tehdastoiminnot Hatanpäällä loppuvat tehtaan siirtyessä toiseen sijaintiin Tampereella. Tehtaan siirtyminen ja mahdollisesti autokauppakeskittymän siirtyminen toisaalle mahdollistavat Hatanpään alueen kehittymisen entisestään asuinvoittoisempaan suuntaan. Kuvassa 13 on esitetty ilmakuva Hatanpään alueesta.

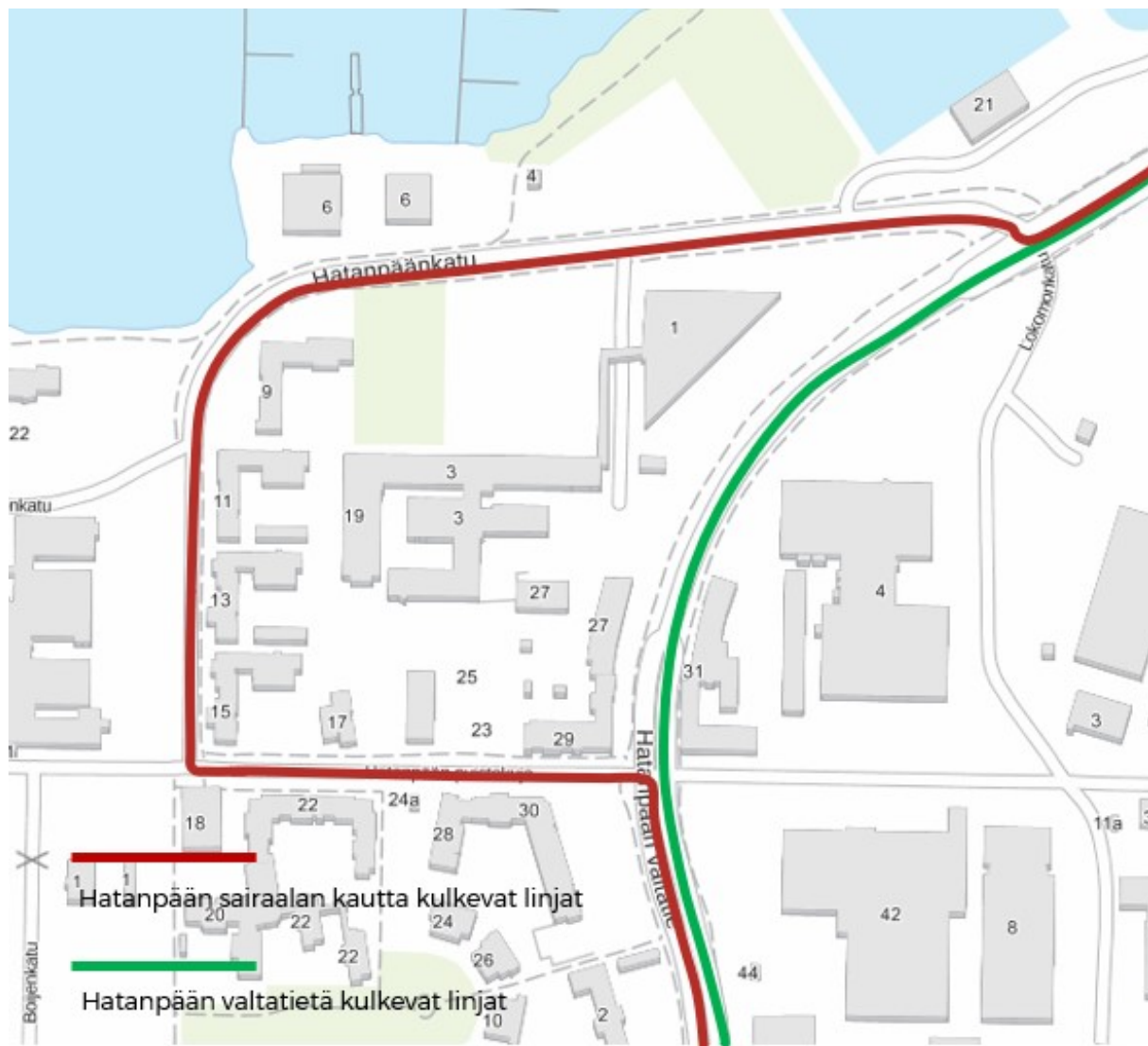
Kuva 13. Hatanpään alue, (Maanmittauslaitos, n.d.).



Toisin kuin Hiedanranta, Hatanpää on jo olemassa oleva alue, jolle liityntäliikennettä tutkitaan. Merkittävänä tekijänä tutkimukselle on Hatanpään alueen olemassa oleva linja-autoliikenne, josta osa liikennöi Hatanpään läpi kulkevaa pääväylää Hatanpään valtatieä ja osa kiertää Hatanpään sairaalan kautta palvelen sairaala-alueetta (Kuva 14). Tämä vaikuttaa alueen liityntäliikenteen

tutkimiseen siltä kannalta, että voidaanko jo olemassa olevaa joukkoliikennettä korvata liityntäliikenteellä.

Kuva 14. Hatanpään alueen linja-autoreitit, (Maanmittauslaitos, n.d.).



6.3.1 Kysyntäpotentiaali

Hatanpäälle valittua reittiä esitellään tarkemmin luvussa 6.3.2, mutta kysyntäpotentiaalia määriteltessä voidaan jo todeta reitin kulkevan liityntälinjana sairaala-alueen ja raitiotien välillä. Tähän perustuen, alueen kysyntäpotentiaali muodostuu pääosin sairaalan toiminnoista työntekijöineen, sairaalan asiakkaista ja asiakkaiden luona vierailijoista. Viimeisin mainittu on

Riikka Salkosen mukaan noussut esiin Hatanpään sairaala-alueen yhtenä merkittävänä asiakasryhmänä (Salkonen, 2021). Jossain määrin liikennettä tuottavat myös alueen muut toiminnot, pääasiassa asumiseen liittyvä liikenne. Liityntälinjan sijoituessa asuinrakentamisen reuna-alueelle, voidaan olettaa, että suurin osa alueen nykyisistä asukkaista ei käyttäisi liityntälinjaa.

Alueen kysyntäpotentiaalia on tarkasteltu nykyisistä nousijamääristä Hatanpään sairaalan pysäkeiltä sekä Hatanpään asemakaavan osalta. Hatanpään sairaalan alueella sijaitsee tällä hetkellä yksi joukkoliikenteen pysäkkipari, jolta oli nousijoita pohjoisen eli keskustan suuntaan noin 470 ja etelän suuntaan noin 170 keskimäärin vuorokaudessa. Yhteensä sairaalan alueelta on nousuja noin 640/vrk (Nysse, 2021). Nousijoiden määrä kuvaa matkoja alueelta pois päin, mutta voidaan olettaa, että alueelle saapuu saman verran matkustajia, jolloin alueen joukkoliikennematkojen määrä nykytilassa on noin 1280/vrk. Sairaaloimintojen osuus matkustajamääristä määritettiin asiantuntija-arviona. Nousijamäärästä 80 prosenttia arvioitiin liittyvän sairaalaan toimintoihin. Sairaalan tuottamat nousijamäärät vuorokaudessa ovat laskennallisesti noin 510 alueelta pois päin eli yhteensä alueella tehdään noin 1020 joukkoliikennematkaa vuorokaudessa. Muita kuin sairaalaan liittyviä joukkoliikennematkoja alueelta tehdään siis laskennallisesti noin 260/vrk.

Hatanpään sairaalassa on 1400 työpaikkaa ja siellä asioi päivässä noin 1200 asiakasta (Ramboll, n.d.). Joukkoliikennematkoista noin 54 prosenttia syntyy työntekijöiden toimesta ja noin 46 prosenttia asiakkaiden toimesta. Lisäksi täytyy muistaa vierailijoiden osuus sairaalan matkoista, jota ei voida arvioida kovin luotettavasti, jonka vuoksi vierailijoiden matkat ovat tässä tutkimuksessa sisällytetty asiakkaiden tuottamiin matkoihin.

Käyttäen tietoa joukkoliikennematkojen osuuksista, työmatkojen määrä sairaala-alueelle ja sieltä pois on yhteensä noin 550 ja asiakasperäisten matkojen määrä yhteensä noin 470 vuorokaudessa. Hatanpään sairaalassa työssäkäyvistä 30 prosenttia saapuu aamun huipputunnin ja lähtee illan huipputunnin aikana (Ramboll, n.d.). Kuvassa 15 on esitetty sairaalaan saapuvien asiakkaiden saapumisaikoja.

Kuva 15. Hatanpään sairaalan saapuvat asiakkaat, (Ramboll, n.d.).



Aamun huipputunnin aikana saapuvien ja illan huipputunnin aikana poistuvien työntekijöiden määrä joukkoliikenteellä on siis $550/2 \cdot 0,3 = 83$. Asiakkaiden osalta aamun huipputunnin aikana saapuvia on $470/2 \cdot 0,1 = 24$ ja illan huipputunnin aikana poistuvia $470/2 \cdot 0,015 = 4$. Muuhun kuin sairaalaan liittyvään liikkumiseen käytetään oletusarvona huipputunnin osalta luvussa 6.1 esitettyä 10 prosenttia/huipputunti, tässä tapauksessa siis noin 26 matkustajaa. Aamun huipputuntina alueelle saapuu joukkoliikenteellä yhteensä noin 133 matkustajaa.

Joukkoliikennettä kulkumuotonaan käyttävien työntekijöiden sekä asiakkaiden osuus on noin 20 prosenttia. Uuden asemakaavan myötä sairaalan kapasiteetti kasvaa 500 asiakkaalla vuorokaudessa ja 300 työntekijällä (Ramboll, n.d.). Asemakaavamuutoksen aiheuttama lisäys joukkoliikennettä käyttävien määrään nykytilaan verrattuna on siis noin 100 asiakasta ja noin 60 työntekijää päivässä, joten nousuja voidaan olettaa tulevan lisää noin 320. Muiden käyttäjien määrän arvioidaan kasvavan noin 40 nousua vuorokaudessa.

Uuden asemakaavan myötä nousujen määrä kasvaa arviolta yhteensä 360 nousulla vuorokaudessa, nostaen nousujen määrän koko alueen osalta noin 1 640/vrk. Sairaala-alueella työssäkävien osuus tästä on laskennallisesti noin 670, asiakkaiden niin ikään noin 670 ja muiden

osuus noin 300 vuorokaudessa. Uuden maankäytön myötä nousevista matkustajamääristä ei näillä tiedoilla tarvitse laskea kuin aamun huipputunnin osuus, jota voidaan pitää mitoittavana ajanjaksona kalustoa ja liikennöintitarvetta tutkiessa. Aamun huipputunnin osuudessa työntekijöiden osuus on $670/2*0,3=100$, asiakkaiden osuus $670/2*0,1=34$ ja muiden osuus $300/2*0,1=15$. Aamun huipputunnin aikana joukkoliikenteellä alueelle saapuu siis noin 150 henkilöä. Taulukossa 8 on esitetty Hatanpään alueen kysyntäpotentiaalia.

Taulukko 8, Hatanpään kysyntäpotentiaali liityntälinjalla.

	Nousuja/vrk	Nousuja/Aamun huipputunti	Nousuja/vuosi
Liityntälinja 1	1640	150	512 500

6.3.2 Palvelumalli ja -taso

Hatanpään alueen liityntäliikennettä tutkittiin työn aikana useammalla eri mallilla. Kokonaisuutena parhaaksi vaihtoehdoksi osoittautui liityntälinja Hatanpään valtatie pohjoiselta, raitiotiepysäkin yhteyteen rakennettavalta, käänköpaikalta Hatanpäänkatua sairaalan pääoven kautta puistosairaalaan (Kuva 16).

Kuva 16. Hatanpään reittikartta, (Maanmittauslaitos, n.d.).



Työssä tutkittiin myös kuvassa 18 näkyvän eteläisen raitiotiepysäkin kytkemistä liityntälinjaan. Haasteeksi tässä vaihtoehdossa nousi erityisesti tilantarve kääntöpaikalle. Tämän ohella tutkittiin erilaisia rengaslinjavaihtoehtoja, jotka kuitenkin todettiin heikommin toimiviksi kuin säteis- tai heilurilinja. Lisäksi Riikka Salkonen totesi haastattelussa, että asiakkaan näkökulmasta selkeintä on käyttää vain yhtä liityntäpysäkkiä (Salkonen, 2021). Eräässä tutkitussa rengaslinjamallissa koko liityntälinja toimi rengaslinjana, jolla liityntätarjontaa oli koko Hatanpään valtatie itäpuolen alueelta. Tulevaisuudessa itäpuolen alueen kehittyessä, liityntälinja on mahdollista jatkaa tässä tutkimuksessa esitetyltä liityntäpysäkiltä myös kehittyvälle alueelle esimerkiksi heilurilinjana.

Kuvassa 16 esitetyllä liityntälinjalla on mahdollista järjestää koko sairaala-alueen liikennöinti yhdellä liityntälinjalla. Näin ollen liityntälinja voisi korvata perinteisen linja-autoliikenteen sairaala-alueella. Ratikan aloittaessa liikenteen Hatanpään valtatiellä, myös linja-autolinjat vähenevät Hatanpään alueella, joten sairaala-alueelle edes nykyisen kaltaisen palvelutason tarjoaminen olisi haasteellista. Liityntälinjan ja perinteisen linja-autoliikenteen yhdistelyssä haasteeksi havaittiin liikennöintimallin sekavuus molempien liikennöidessä aikataulun mukaisesti. Liityntäliikenteen

ollessa kutsuohjautuvaa haasteeksi nousee liityntälinjan kannattavuus. Edellä mainituista syistä liityntäliikenteen malli, jossa jokaiselta ratikkavuorolta olisi liityntäyhteys sairaala-alueelle on sekä selkein että kustannustehokkain. Esitettyä liityntälinjaa tukee myös sairaala-alueen nykyistä parempi saavutettavuus, kun sairaala-alueella liikennöinti laajenisi.

Esitetyn reitin pituus on noin kilometri ja ajoaika noin neljä minuuttia. Kalustotarpeen määrittelyssä huomioon otettava asia on aamun huipputunti, jonka aikana potentiaalisia käyttäjiä olisi 150. 7,5 minuutin vuorovälillä liikennöitäessä tämä tarkoittaisi keskimäärin noin 19 nousua/vuoro. Kuten luvussa 6.1 on todettu, kaluston kooksi on tässä tutkimuksessa oletettu 16-paikkainen ajoneuvo. Pelkästään keskimääräinen nousijamäärä ylittää kapasiteetin yhdellä vuorolla, jonka lisäksi yksittäisen vuoron kohdalla nousijoita on varmasti enemmän kuin keskimäärin yhtä vuoroa kohden. Vuorovälin ja matka-ajan puitteissa liityntälinjalle riittäisi kaksi ajoneuvoa, mutta ruuhka-aikojen matkustajamäärät nostavat kaluston tarvetta. Ruuhka-aikoina liityntälinjalle on syytä asettaa liikennöimään kahden ajoneuvon lisäksi osapäiväautot, jotka liikennöisivät niin sanottuina tupla-autoina varsinaisille vuoroille. Ruuhka-aikojen ulkopuolella nämä ylimääräiset ajoneuvot voisivat palvella Hatanpään alueella esimerkiksi kutsuohjautuvasti palveluliikenteen tapaan, ennalta ohjelmoiduilla reiteillä. Taulukossa 9 on esitetty Hatanpään liityntälinjan liikennöintisuoritteet.

Taulukko 9, Hatanpään liikennöinnin suoritteet.

	Ajokilometrit/ päivä	Ajotunnit/päivä	Ajokilometrit/ vuosi	Ajotunnit/ vuosi
Liityntälinja 1	400	50	146 000	18 250

6.3.3 Kustannukset

Liikennöintikustannukset on Hatanpään kohdalla laskettu luvussa 6.1 määritetyin lähtöarvoin kahden Hatanpään sairaala-alueen liityntälinjaa operoivan ajoneuvon osalta. Niin sanottujen tupla-autojen kohdalla koko päivän liikennöintiajaksi on arvioitu 7.00 - 17.00, josta 07.00 - 09.00 ja 14.00 - 17.00 väliset ajat on laskettu mukaan liityntälinjan kustannuksiin. Linjapäiväosalta

liityntäliikenteeseen on huomioitu puolet päiväosan kustannuksesta, koska ajoneuvot liikennöivät puolet koko liikennöintiajastaan liityntälinjalla.

Ajoneuvoista yksi liikennöi liityntälinjaa kello 04.00 - 02.00, toinen 06.00 - 24.00 ja kaksi muuta 07.00 - 09.00 sekä 14.00 - 17.00. Kukin auto liikennöi liikennöintiaikanaan kahdeksan linjasivua eli neljä kierrosta tunnissa. Pisimpään liikennöivä ajoneuvo liikennöi päivän aikana yhteensä 88 kierrosta eli yhteensä 176 kilometriä. Toiseksi pisimpään liikennöivä ajoneuvo 72 kierrosta eli yhteensä 144 kilometriä. Osapäiväautot liikennöisivät päivän aikana yhteensä 20 kierrosta eli 40 kilometriä kukin. Liityntälinjan yhteenlaskettu ajomäärä kilometreinä olisi 400/päivä.

Linjakilometrikustannusta syntyisi siis liityntälinjalta kaikkien autojen osalta yhteensä 128 €/päivä.

Linjatunteja syntyisi kaikkien ajoneuvojen osalta yhteensä 50/päivä ja tuntikustannus olisi kaikkien ajoneuvojen osalta yhteensä 296 €/päivä. Linjapäiväkustannuksia kertyisi kahden ajoneuvon osalta 193,12 €/ajoneuvo ja osapäiväautojen osalta 96,56 €/ajoneuvo. Yhteenlasketut

linjapäiväkustannukset liityntälinjalla olisivat siis noin 580€/päivä. Osapäiväautojen kohdalla voidaan todeta, ettei niiden ole tarvetta liikennöidä viikonloppuisin lainkaan, koska nousijamäärät eivät ole viikonloppuisin arjen tasolla. Vuosikustannuksia laskettaessa kahden täyspäiväisen ajoneuvon kohdalla palvelutason lasketaan olevan sama vuoden jokaisena päivänä.

Viikonloppuisin yhteenlasketut linjakilometrit olisivat 320/päivä ja yhteenlasketut

linjakilometrikustannukset noin 102 €/päivä. Linjatunteja viikonloppuisin kertyy yhteensä 40/päivä

ja linjatuntikustannus viikonloppuisin olisi yhteensä noin 236 €. Autopäiväkustannuksia syntyy

$2 \cdot 193,12 \text{ €}$ eli yhteensä noin 386 €. Kokonaisuudessaan viikonloppuun liikennöintikustannukset

olisivat noin 725 €/päivä. Vuosittaiset kustannukset saadaan siis seuraavasti: $1\,000 \text{ €} \cdot 260$

arkipäivää = 260 000 € ja $724 \text{ €} \cdot 105$ päivää viikonloppuisin = 76 020. Näin ollen vuosittainen

kustannus olisi tällä liityntälinjalla noin 336 000€ (Taulukko 10).

Vuotuinen nousijamäärä liityntälinjalle saadaan luvussa 6.3.2 mainitusta päivittäisestä

nousijamäärästä 1640 ja luvussa 6.1 mainitusta viikonloppuliikenteen oletuksesta, ($1640 \cdot 260$

arkivuorokautta) + ($820 \cdot 105$ viikonloppu vuorokautta) = 512 500 nousua/vuosi. Nousijakohtainen

kustannus olisi tässä tarkastelukohteessa kuvatulla mallilla siis $336\,000 \text{ €} / 512\,500$ nousijaa = 0,66

€/nousu (Taulukko 10).

Taulukko 10, Hatanpään liikennöintikustannukset.

	Kilometri- Kustannus/ Arkipäivä (Viikonloppuisin)	Tuntikustannus/ Arkipäivä (Viikonloppuisin)	Ajoneuvopäivä- kustannus/ Arkipäivä (Viikonloppuisin)	Päivittäinen kustannus/ Arkipäivä (Viikonloppuisin)	Vuosittaiset kustannukset	Nousukohtainen kustannus
Liityntälinja 1	128,00€ (102,40€)	295,50€ (236,40€)	579,36€ (386,24€)	1002,86€ (725,04€)	336 872,80€	0,66€

Erityisenä huomiona tämän tarkastelukohteen kohdalla on se, että liityntälinja voisi korvata jo alueella olevan perinteisen linja-autoliikenteen.

6.3.4 Hatanpään alueen potentiaali raitiotien liityntäliikenteeseen

Kokonaisuutena esitetyn kaltainen liityntälinja soveltuu tähän tarkastelukohteeseen hyvin, parantaen koko sairaala-alueen saavutettavuutta joukkoliikenteellä ollen samaan aikaan hyvin kustannustehokas ratkaisu.

Esitetyn liityntälinjan pääpaino on sairaala-alueen liikenteessä. Sairaala-alueen saavutettavuuden parantuessa esitetyn kaltaisella linjalla, voidaan olettaa, että myös pääasiassa autoilevat profiilit voisivat saapua joukkoliikenteellä alueelle. Yksi houkutteleva vaihtoehto voisi olla auton, ratikan ja automaattisen liityntälinjan sisältävä matkaketju. Tarkastelussa liityntälinjassa liityntäpysäkin sijainnilla on merkittävä vaikutus liityntälinjan käytölle. Mitä lähemmäs automaattisen ajoneuvon pysäkki saadaan, sitä todennäköisemmin sitä käyttävät myös ihmiset, jotka vieroksuvat uusia palvelumalleja, kuten säästäjät. Liityntälinjan helppokäyttöisyys ja selkeys korostuu myös tapauksessa, jossa liityntälinja korvaa perinteisen linja-autoliikenteen alueella.

6.4 Härmälä (Messu- ja urheilukeskus-Partola)

Härmälä on kaupunginosa Tampereella, noin viiden kilometrin päässä keskustasta. Härmälän maankäyttö painottuu vahvasti asumiseen. Alueelle on paljon sekä pientaloasumista sekä rivi- ja kerrostaloasumista. Härmälän alueella sijaitsee joitain peruspalveluja, kuten kirjasto ja alakoulu. Alueella sijaitsee myös Tampereen messu- ja urheilukeskus, paikallisille tutummin Pirkkahalli. Härmälä kytkeytyy Pirkkalan kunnan alueella sijaitsevaan Partolaan, jota voidaan pitää alueen

aluekeskuksena. Alueen maankäyttösuunnitelmista merkittävin on Härmälänrannan asemakaava, joka on jo toteutusvaiheessa. Lisäksi Partolan osayleiskaavaa on valmistelussa, missä tähdätään Partolan alueen merkittävään kehittämiseen. Tampereen seudullisen yleissuunnitelman mukaan raitiotielinjaus sijoittuu alueen pääkadulle, Nuolialantielle, jatkuen Partolan kautta kohti Pirkkalaa (Tampereen kaupunki, Tampereen raitiotien seudullinen yleissuunnitelma, 2021). Kuvassa 17 on esitetty Härmälän alueesta ilmakuva. Alun perin tutkimuksessa oli tarkoitus tarkastella vain liityntäyhteyttä Messu- ja urheilukeskuksen ja raitiotiepysäkin välillä. Härmälänrannan pitkäkö kävelyetäisyys raitiotien lähimmälle pysäkillä sekä Partolan alueen kytkeytyminen Härmälään alueeseen nostivat nämä alueet mukaan tarkasteluun.

Kuva 17. Härmälän alue, (Maanmittauslaitos, n.d.).



6.4.1 Kysyntäpotentiaali

Tämän tarkastelukohteen kysyntäpotentiaali syntyy monista erilaisista tarpeista. Härmälänrannan kysyntä syntyy liitynnästä raitiotiehen sekä asiointimatkoista Partolan alueelle. Tämän tarkastelukohteen kohdalla tutkittiin myös muuta automaattisin ajoneuvoin toteutettavaa liikennettä. Messu- ja urheilukeskuksen kysyntä muodostuu erilaisten messujen ja tapahtumien aikaisesta liikenteestä, mutta myös päivittäin tapahtuvasta harrastustoiminnasta. Myös matkat messukeskuksen ja Partolan välillä luovat kysyntää esimerkiksi messujen aikana.

Kysyntäpotentiaalia on määritetty Nuolialantien nykytilan nousijamääriä apuna käyttäen. Nykytilassa Nuolialantien pysäkeiltä Valmetinkatu ja Hatanpään koulu, nousuja on noin 1750/vrk. Raitiotien pysäkki sijoittuu näiden pysäkkien väliin. Muiden pysäkkien sijaitessa kauempana, voidaan olettaa, että näiden pysäkkien käyttäjät käyttävät jatkossa tätä raitiotiepysäkkiä.

Uuden maankäytön vaikutuksen ja joukkoliikenteen arvioidun kulkutapaosuuden kasvun myötä raitiotiepysäkin nousijamäärä vuonna 2030 on arviolta 2 200 nousua/vrk. Kuten luvussa 6.1 todetaan, liityntälinjaa käyttävien määräksi on arvioitu 25 prosenttia koko pysäkin arvioidusta nousijamäärästä. Näin ollen liityntälinjalla on $2\,200 \cdot 0,25 = 550$ käyttäjää/vrk. Huipputunnin osuus on laskettu luvun 6.1 mukaisesti $550 \cdot 0,1 = 55$ nousua/huipputunti. Vuorovälin ollessa 7,5 minuuttia, yhtä vuoroa kohden nousuja tulee keskimäärin 8. Oletuksena käytettävän ajoneuvon kapasiteetti siis riittää, vaikka nousut eivät jakaudu tasaisesti tunnin aikana.

Härmälän ja Partolan välisen asiointiliikenteen kysyntäpotentiaalia määriteltäessä huomioon otettiin koko Härmälänrannan kaavoitettu asukasmäärä 2700 sekä eri paikkatietoaineistoja hyödyntäen arvio muualle reitin varrelle sijoittuva asuminen (Tampereen kaupunki, Härmälänrannan kaavaselostus, n.d.). Yhteensä reitin varrelle arvioidaan sijoittuvan noin 4000 asukasta. Vuoden 2016 henkilöliikennetutkimuksen mukaan Tampereen seudulla tehdään 3,1 matkaa/vrk/hlö, joista 20 prosenttia on ostosmatkoja (Traficom, Henkilöliikennetutkimus 2016 Tampereen seutu, 2018). Ostosmatkoja tehdään siis 0,62 matkaa/vrk/hlö. Koska ei voida olettaa kaikkien ostosmatkojen suuntautuvan Härmälän ja Partolan välille, tehtiin arvio, että noin puolet tehdyistä ostosmatkoista suuntautuu Härmälän ja Partolan välille. Arviota perustelee se, että Partolan ostoskeskittymässä sijaitsee monipuolisesti päivittäis- ja vähittäistavara-kaupan

toimipisteitä. Näin ollen reitin varrella asuvien ihmisten tuottama ostosmatkojen määrä on $4\,000 \cdot 0,62 \cdot 0,5 = 1240$. Joukkoliikenteen kulkutapaosuuden ollessa Tampereella 12 prosenttia, laskennalliseksi kysyntäpotentiaaliksi Härmälän ja Partolan välille saadaan $1240 \cdot 0,12 = 149$ (Traficom, Henkilöliikennetutkimus 2016 Tampereen seutu, 2018). Asiointimatkojen jakaantuvat päivän mittaan melko tasaisesti, joten huipputunnille ole tarvetta määrittää nousijamäärää asointiliikenteen osalta.

Härmälänrannan sekä Härmälän ja Partolan välisen liikenteen kysyntäpotentiaali on siis laskennallisesti yhteensä noin 700 nousua/arkivrk. On kuitenkin hyvä muistaa, että tutkittuun reittiin liittyy monien eri liikkumistarpeiden yhdistelyä, kokonaan uusi palvelumuoto sekä reitti, jota ei Nyssen tarjonnassa aiemmin ole ollut. Uuden palvelun ja mahdollisen joukkoliikenteen kulkutapaosuuden noustessa vaikuttaa se luonnollisesti myös asointilinjan käyttöön. Laskennallisesti vuosittainen nousijamäärä on $(700 \text{ nousua} \cdot 260 \text{ arkipäivää}) + (350 \text{ nousua} \cdot 105 \text{ viikonloppupäivää}) = 218\,750$ nousua vuodessa.

Messujen osalta kysyntäpotentiaalia arvioidaan siten, että messujen päiväkohtaisesta kävijämäärästä 15 prosenttia oletetaan saapuvan jatkossa ratikan ja liityntälinjan yhdistelmällä. Esimerkkimessuiksi on otettu vuoden 2020 helmikuulta ASTA-messut, joka on yksi suosituimmista messuista Tampereella. Kävijämäärä messuilla oli vuonna 2020 noin 12 500 eikä määrään kohdistunut tuolloin merkittävää Covid-19 pandemian aiheuttamaa vaikutusta. On tärkeää huomata, että tapahtumat ja messut ovat keskenään hyvin eri kokoisia, joten myös kaluston tarve ja kustannukset ovat hyvin erilaiset eri tapahtumien aikana. ASTA 2020-messut olivat kolmipäiväiset perjantaista sunnuntaihin. On todennäköistä, että lauantain ja sunnuntain kävijämäärät ovat suurempia kuin perjantain. Voidaan siis olettaa, että lauantain ja sunnuntain kohdalla kävijämäärä olisi 5 000/päivä. Näin ollen messuille saapuisi $5\,000 \cdot 0,15 = 750$ ihmistä päivässä käyttäen ratikan ja liityntälinjan yhdistelmää. Nousuja tämä tarkoittaisi päivän aikana yhteensä 1 500. Messujen ruuhkapiikkejä on vaikea arvioida, mutta tiedetään, että erityisesti messuilta poistuminen aiheuttaa merkittäviä ruuhkia. Taulukossa 11 on esitetty liityntälinjojen kysyntäpotentiaali.

Taulukko 11, Härmälän liityntälinjojen kysyntäpotentiaali.

	Nousuja/vrk	Nousuja/huipputunti	Nousuja/vuosi
Liityntälinja 1 (rengas)	700	55	218 750
Liityntälinja 2	1 500	X	X

6.4.2 Palvelumalli ja -taso

Kuten luvussa 6.4. todetaan, Härmälän liityntälinjaa tarkasteltiin alun perin vain messu- ja urheilukeskuksen osalta. Liityntälinjan kysynnän arvioitiin olevan messuaikojen ulkopuolella melko pientä, joten Härmälänrannan liityntäliikenne otettiin mukaan tarkasteluun. Tarkastelun edetessä yhteystarve Partolaan nousi esiin. Myös mahdollinen yhteystarve messu- ja urheilukeskuksen välillä tunnistettiin tarpeelliseksi. Tarkastelussa oli siis tunnistettu neljä eri yhteystarvetta, jotka kytkeytyivät reittien osalta toisiinsa. Kokonaisuuden kannalta parhaaksi vaihtoehdoksi tarkastelussa nousi rengaslinja, joka on esitetty kuvassa 18. Raitiotiepysäkeistä keskimäinen on aiemmin mainittu liityntäpysäkki. Myös kuvassa 18 näkyvä läntisin pysäkki Partolassa kytkeytyy liityntälinjaan, palvelen Pirkkalan suunnan osalta erityisesti messu- ja urheilukeskukseen suuntautuvaa liikennettä. Messujen aikaiset matkustajamäärät, erityisesti suurempien messujen osalta, tunnistettiin kapasiteetin kannalta ongelmalliseksi hoitaa esitetyn kaltaisella rengaslinjalla ja liityntäliikenteen 7,5 minuutin vuorovälillä. Messujen aikaisia matkustajamääriä tarkasteltaessa

esiin nousi tarve liityntälinjalle, joka kulkee vain messu- ja urheilukeskuksen ja raitiotiepysäkin väliä (Kuva 18).

Kuva 18. Härmälä-Partola reittikartta, (Maanmittauslaitos, n.d.).



Liityntälinjan yksi reitin pituus on noin neljä kilometriä ja ajoaika noin 16 minuuttia. 7,5 minuutin vuorovälillä liikennöidessä kalustontarve on kolme ajoneuvoa suuntaansa eli yhteensä kuusi ajoneuvoa. Linjaa on liikennöitävä molempiin suuntiin, jotta voidaan tarjota liityntä molempiin suuntiin lyhyin matka-ajoin. Ja niin, että käyttäjän ei tarvitse istua kydyssä kiertäen koko reitin päästäkseen määränpäähensä. Vuorovälin ollessa 15 minuuttia ajoneuvojen tarve on yhteensä neljä ajoneuvoa. Kysyntäpotentiaalia arvioidessa nousi esiin liityntälinjan yksi liikennöintitarve aikaisin aamulla ja myöhään illalla. Näinä aikoina käyttäjämäärä voi olla pieni erityisesti asiointiliikenteessä Härmälän ja Partolan välillä. Toisaalta Hiedanrannan tapauksessa huomattiin, että ajoneuvon seistessä paikallaan, säästöä saavutetaan vain kilometriosassa, mikä ei tuo merkittäviä säästöjä liikennöinnin kokonaiskustannuksiin. Myös asiakkaan kannalta on selkeämpää, että linja liikennöi säännöllisesti ja samalla tutulla reitillä. On huomioitava, että

Partolan ympäri vuorokauden auki olevat kaupat voivat myös luoda kysyntää hiljaisempina aikoina.

Liityntälinjan kaksi pituus on noin 650 metriä ja ajoaika noin 2 minuuttia suuntaansa.

Kalustontarve tällä liityntälinjalla vaihtelee aiemmin tässä luvussa kuvatusti. Esimerkkitapauksena käytetyn ASTA-messujen osalta kalustontarve on kokopäiväisesti kaksi ajoneuvoa ja suurimpien ruuhkapiikkien aikana yhteensä kuusi ajoneuvoa. Kuudella ajoneuvolla saavutetaan minuutin vuoroväli ajoajan ollessa 2 minuuttia suuntaansa ja päätepysäkkien seisonta-ajan ollessa yksi minuutti. Kuudella ajoneuvolla saavutetaan käytännössä non-stop tyyppinen liikenne, joka suosittujen messujen kohdalla on tarpeellinen suurimpien ruuhkapiikkien aikana. Kahdella ajoneuvolla saavutetaan kolmen minuutin vuoroväli. Taulukossa 12 on esitetty liityntälinjojen liikennöintisuoritteet.

Taulukko 12, Härmälän liityntälinjojen suoritteet.

	Ajokilometrit/ päivä	Ajotunnit/päivä	Ajokilometrit/ vuosi	Ajotunnit/ vuosi
Liityntälinja 1 (rengas)	1 327	124	484 355	45 260
Liityntälinja 2	468	36	X	X

6.4.3 Kustannukset

Liityntälinjan yksi osalta liikennöintikustannukset muodostuvat seuraavasti. Neljä ajoneuvoa liikennöi vuorokaudessa 22 tuntia kukin ja kaksi ajoneuvoa yhteensä 18 tuntia kukin. Yhteensä yhden päivän aikana linjatunteja tulee kuudelle ajoneuvolle $(4 \cdot 22) + (2 \cdot 18) = 124$. Liityntälinjan yksi tuntikustannus kuudella ajoneuvolla on yhteensä $124 \cdot 5,91 \text{ €} = 733 \text{ €/päivä}$. Ajoneuvopäiviä tulee yhteensä kuusi eli kustannus yhteensä on $6 \cdot 193,12 \text{ €} = 1159 \text{ €/päivä}$. Päiväkohtaiset linjakilometrit muodostetaan laskennallisesti siten, että kolmessa tunnissa yksi ajoneuvo ehtii ajaa yhteensä kahdeksan kierrosta eli laskennallisesti $8 \text{ kierrosta} / 3 \text{ tuntia} = 2,67 \text{ kierrosta tunnissa}$. Yhden kierroksen ollessa 4 kilometriä, yksi ajoneuvo ajaa $2,67 \text{ kierrosta} \cdot 4 \text{ kilometriä} = 10,7 \text{ kilometriä tunnissa}$. Linjatuntien ollessa yhteensä 124 tuntia päivässä linjakilometrejä syntyy

$124 * 10,7 = 1327$ kilometriä päivässä. Linjakilometrikustannus on siis $1327 \text{ km} * 0,32 \text{ €/km} = 425 \text{ €}$. Päivakohtaiset liikennöintikustannukset ovat yhteensä $733 \text{ €} + 1159 \text{ €} + 425 \text{ €} = 2317 \text{ €/päivä}$.
 Palvelutason pysyessä samana vuoden jokaisena päivänä vuosittainen kustannus liityntälinjalla yksi on $2317 \text{ €} * 365 \text{ päivää} = 850\,000 \text{ €/vuosi}$. Nousijakohtainen kustannus saadaan jakamalla vuosikustannus vuosittaisella nousijamäärällä eli $850\,000 \text{ €} / 218\,750 \text{ nousua} = 3,86 \text{ €/nousu}$ (Taulukko 13).

Liityntälinjan kaksi kohdalla esimerkkinä käytetään luvussa 6.4.2 mainittuja ASTA 2020-messuja. Messujen liikennöintikustannuksia laskettaessa liikennöintitarve oletettiin seuraavasti: Kaksi ajoneuvoa, ns. kokopäivääjoneuvot, ajavat 10 tunnin ajan non-stop -tyyppisesti tauotta. Lisäksi neljä ajoneuvoa, ns. osapäivääjoneuvot, ajavat päivän aikana yhteensä neljä tuntia kukin, kaksi saapumisliikenteen ruuhkahuippuna ja kaksi poistumisliikenteen ruuhkahuippuna. Kokopäivääjoneuvot ajavat yhden tunnin aikana yhteensä kymmenen kierrosta. Kierroksen pituuden ollessa 1,3 kilometriä, tunnissa kilometrejä tulee $10 \text{ kierrosta} * 1,3 \text{ kilometriä} = 13 \text{ kilometriä}$. Kahdelle ajoneuvolle kilometrejä tunnissa tulee siis $13 * 2 = 26$ ja päivässä $26 * 10 = 260 \text{ kilometriä/päivä}$.

Osapäivääjoneuvoille linjakilometrejä tunnissa syntyy yhteensä $13 \text{ kilometriä tunnissa} * 4 \text{ ajoneuvoa} = 52 \text{ kilometriä/tunnissa}$ ja päivässä $52 \text{ km} * 4 \text{ ajoneuvoa} = 208 \text{ km/päivässä}$. Kaikkien ajoneuvojen yhteenlasketut päivittäiset kilometrit ovat $260 + 208 = 468 \text{ km}$. Kilometrikustannuksia syntyy siis päivän aikana $468 \text{ kilometriä} * 0,32 \text{ €/km} = 150 \text{ €/päivä}$. Linjatunteja kertyy kahdelle kokopäivääjoneuvolle yhteensä $10 * 2 = 20$ ja neljälle osapäivääjoneuvolle $4 * 4 = 16$. Linjatunteja kertyy siis kuudella ajoneuvolla yhteensä $20 + 16 = 36$ tuntia. Linjatuntikustannus on tällöin $36 \text{ tuntia} * 5,91 \text{ €/tunti} = 213 \text{ €/päivä}$. Linjapäiväosaa laskiessa neljän osapäivääjoneuvon osalta lasketaan puolet päiväkuustannuksista, sillä oletuksella, että ajoneuvot operoivat toisaalla ruuhkien ulkopuolella. Linjapäiviä syntyy siis laskennallisesti yhteensä $2 + (4 * 0,5) = 4$ ja kustannus näistä liityntälinjaa kohti on $4 * 193,12 \text{ €} = 773 \text{ €}$. Päiväkohtainen kokonaiskustannus esimerkkimessuilla laskettuna on siis $150 \text{ €} + 213 \text{ €} + 773 \text{ €} = 1\,136 \text{ €}$. Nousijakohtainen kustannus saadaan jakamalla päiväkuustannukset päivittäisellä nousijamäärällä eli $1\,136 \text{ €} / 1\,500 \text{ nousua} = 0,76 \text{ €/nousu}$ (Taulukko 13).

Taulukko 13, Härmälän liityntälinjojen liikennöintikustannukset.

	Kilometri- Kustannus/ päivä	Tuntikustannus/ päivä	Ajoneuvopäivä- kustannus/ päivä	Päivittäinen kustannus/ päivä	Vuosittaiset kustannukset	Nousukohtainen kustannus
Liityntälinja 1 (rengas)	424,64€	732,84€	1 158,72€	2316,20€	845 413,00€	3,86€
Liityntälinja 2	149,76€	212,76€	772,48€	1 135,00€	X	0,76€

6.4.4 Härmälän alueen potentiaali raitiotien liityntäliikenteeseen

Härmälän alueen potentiaali raitiotien liityntäliikenteeseen on tämän tutkimuksen perusteella melko hyvä. Liityntälinjan yksi osalta nousu-kustannussuhde on yleiseen tasoon nähden hieman korkea, mutta on hyvä tunnistaa myös liityntälinjaan kytkeytyvät muut liikkumistarpeet ja niiden kysyntäpotentiaalinen haastava arviointi. Haastavuutta lisää myös tutkitun kaltainen täysin uusi joukkoliikenteen palvelu, joka voi luoda kysyntää myös merkittävästi enemmän kuin mitä tämän työn tutkimuksessa on laskennallisesti arvioitu. Raitiotien myötä Härmälän alueen joukkoliikenteen palvelutaso tulee olemaan erittäin hyvä. Härmälänranta jää palvelutasomäärittelyssä annetusta parhaasta tasosta ainakin runkolinjan pisimmän suositellun kävelyetäisyyden osalta. Liityntäliikenne voisi nostaa alueen parhaalle tasolle tarjoten samalla myös hyvät asiointiyhteydet Partolan alueelle.

Liityntälinjan kaksi osalta voidaan todeta tämän tutkimuksen perusteella, että liityntäyhteydelle on selkeä tarve ja se on mahdollista toteuttaa kustannustehokkaasti. Tämän tutkimuksen työryhmässä nousi esiin, että messujärjestäjät on hyvä kytkeä tämän kaltaiseen liityntälinjaan esimerkiksi markkinoinnin näkökulmasta. Yhtenä lähestymiskulmana voi olla joukkoliikennelipun sisällyttäminen messulipun hintaan tai sen hankinta pieneen lisähintaan, joka olisi Nyssen kertalipun hintaa pienempi. Nysse voisi esimerkiksi tarjota palvelun, jonka järjestäjä voisi ostaa suoraan Nysseltä. Tätä mallia voisi soveltaa myös muiden tapahtumien kohdalla. Muihin linjoihin verrattuna liityntälinjaa kaksi varten tarvitsee rakentaa noin 400 metriä omaa väylää, koska reitti sijoittuu puistoalueelle, jossa on vain jalankulun ja pyöräilyn väylä.

Härmälän alueella käytetään jo tällä hetkellä melko paljon joukkoliikennettä hyvien kulkuyhteyksien mahdollistamana. Alue onkin potentiaalinen vastuunkantajille, tehostajille,

optimoijille sekä mahdollisesti myös säästäjille, jotka mielellään asuvat keskustan lähistöllä. Raitiotie lyhentää matkaa-aikaa Härmälästä keskustaan, joten alueen houkuttelevuus varmasti kasvaa myös säästäjän kaltaisten ihmisten keskuudessa. Liityntälinja yksi tarjoaa liityntäyhteyden sekä ratikalle että joukkoliikenteen palvelut myös Partolan aluekeskukseen, joten alueen asukkaiden on hyvin mahdollista olla pääasiassa joukkoliikennettä käyttäviä. Tästä syystä liityntälinjan yksi olisi hyvä palvella säännöllisesti ja aikataulun mukaan.

Kauempaa saapuvia käytännössä omaa autoa käyttäviä kruisailijoita ja pakkoautoilevia voisi palvella erityisesti liityntälinja kaksi. Mikäli esimerkiksi raitiotien yhteydessä olisi liityntäpysäköintiä, voisivat edellä mainittujen profiilien henkilöt saapua auto + raitiotie + liityntälinja -yhdistelmällä, jos matkaketju voidaan osoittaa toimivaksi. Myös ajoneuvon pysäköintimahdollisuus Partolassa ja toisaalta messujen aikaiset asiointimatkat messu- ja urheilukeskuksen sekä Partolan välillä voisivat kiinnostaa autoilevia profiileja, toimien samalla hyvänä markkinointina kyseisen kaltaiselle palvelulle.

6.5 Muut huomioon otettavat tekijät liikennöinnissä

Tässä luvussa esitellään yleisesti tarkasteluissa esiin nousseita ja huomioon otettavia asioita, jotka liittyvät automaattisin ajoneuvoin liikennöitävään liityntälinjaan.

Ilman fyysisesti paikalla olevaa kuljettajaa tapahtuvassa liikennöinnissä esteettömyyskysymys on erityisesti huomioon otettava tekijä. Nykyisessä linja-auto -painotteisessa liikenteessä kuljettajalta on mahdollista kysyä neuvoa ja pyytää avustusta esimerkiksi ajoneuvoon nousuun ja poistumiseen liittyen.

Aiemmissa automaattiliikenteen tutkimuksissa esiin nousut yhteydenottomahdollisuus etävalvomoon on todettu tarpeelliseksi. Tämä mahdollisuus on oltava itse ajoneuvosta eikä sitä pidä sijoittaa esimerkiksi asiakkaan henkilökohtaiseen älylaitteeseen, erityisesti hätätilanteita ajatellen. Informaation saamiseen on mahdollista kehittää kanava, jossa etävalvomosta voidaan tarjota myös informaatiota esimerkiksi matkaketjujen osalta. Tässä on tärkeää rajata saatavaa

informaatiota tietylle tasolle. Myös ajoneuvojen sisältä saatava matkustajainformaatio voisi olla perinteistä joukkoliikennettä paremmalla tasolla.

Esteettömän pysäkki-infrastruktuurin merkitys kasvaa, jos fyysistä apua ei ole tarjolla. Liityntälinjan katsotaan olevan raitiotien jatke, joten esteettömyydessä on pyrittävä raitiotien kanssa samalle tasolle. Haasteen tähän tuo jo olemassa oleva infrastruktuuri, jonka muuttamisen kustannukset voivat nousta paikoin korkeiksi. Lisähaasteen voi tuoda automaatioteknologia, joka voidaan tulevaisuudessa istuttaa käytännössä mihin tahansa ajoneuvoon. Tällöin infrastruktuurin sovittaminen yhteen kaikkien ajoneuvojen kanssa on haastavaa. Sille, milloin automaattinen liikenne on osa julkista joukkoliikennettä, on tärkeä asettaa melko tarkat kriteerit mm. kaluston suhteen, jotta esteettömyysnäkökulma tulee huomioitua. Erityisesti automaattisen liikenteen alkuvaiheessa esteettömyyttä voidaan parantaa myös etäohjaajan avulla. Ajoneuvot on mahdollista ottaa hallintaan etävalvomosta, jolloin ajoneuvo voidaan uudelleen sijoittaa pysäkillä, mikäli kyytiin nousijalla on liikuntarajoitteen vuoksi vaikeutta nousta kyytiin. Ajoneuvojen teknologian pitää kuitenkin tukea esteettömyyttä siinä vaiheessa, kun kuljettaja ei ole enää fyysisesti paikalla.

Niin tässä kuin aiemmissa tutkimuksissa nousi esiin matkustajien kokema turvallisuudentunne joukkoliikenteessä. Vuoden 2020 BEST-tutkimuksessa turvallisuuden tunne oli hyvin korkealla Tampereella (BEST-tutkimus, 2021). Matkustajan kokema turvallisuuden tunne voi kärsiä, jos ajoneuvossa ei olisi fyysisesti paikalla olevaa kuljettajaa, joka voisi puuttua esimerkiksi uhkaaviin tilanteisiin. Ratkaisuna tähän voisi toimia samaan tapaan kuin liiketiloissa kiertävät vartijat. Kuten tässä luvussa todettiin, hätätapauksia varten ajoneuvossa pitää olla matkustajan omista laitteista riippumaton yhteydenottomahdollisuus etävalvomoon. Myös kameravalvonnan mahdollisuutta on syytä tutkia liittyen turvallisuuskysymyksiin. Tällöin on huomioitava yksityisyydensuojaan liittyvät lait ja asetukset. Uhkaavien tilanteiden lisäksi turvattomuutta voi Riikka Salkosen mukaan aiheuttaa myös esimerkiksi yksin matkustaminen (Salkonen, 2021), erityisesti lapsien ja vanhusten tapauksessa. Potentiaalisina turvallisuudentunteen lisääjinä voisivat olla rauhoittava musiikki, monipuolinen ja helppokäyttöinen informaatiotarjonta sekä selkeä opastus ja ohjeistus. Nämä tekijät parantaisivat olennaisesti automaattisen liikenteen palvelutasoa. Alkuvaiheessa myös

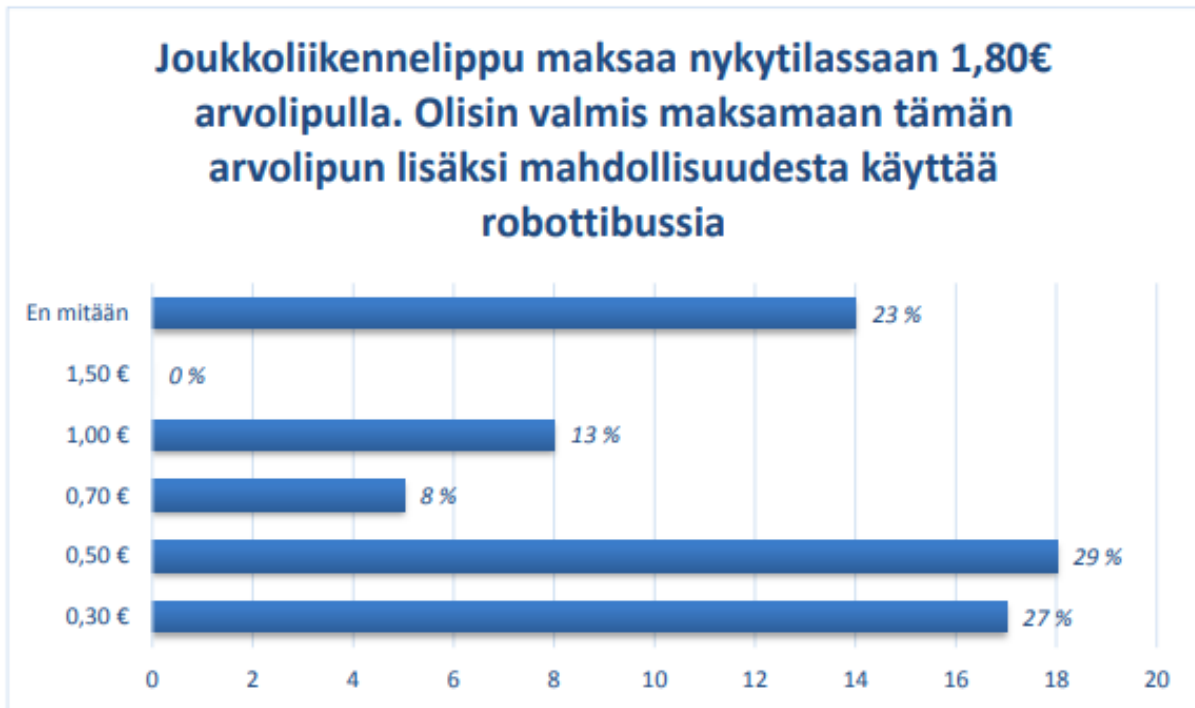
fyysisesti paikalla olevat henkilöt markkinoimassa automaattista liityntäliikennettä loisivat luottamusta tämän kaltaiselle liikenteelle.

Mika Kulmalan haastattelussa nousi esille, että ennen liikennöintiä ilman fyysisesti paikalla olevaa kuljettajaa, voitaisiin esitetyt liityntälinjat toteuttaa kuljettajan kanssa (Kulmala, 2021). Tämä voisi toimia myös hyvänä markkinointina automaattiselle liikenteelle. Alkuvaiheessa ajoneuvoissa olisi mukana kuljettaja/opas, josta syntyisi tässä tutkimuksessa esitettyä suuremmat kustannukset. Tämä lähestymistapa toisi luottamusta liityntäliikenteeseen ja toisi sen selkeästi osaksi Tampereen joukkoliikennejärjestelmää raitiotieliikenteen käynnistyttyä. Markkinoinnin merkitys korostuu erityisesti säästäjissä, jotka eivät herkästi kokeile uusia palveluja.

Tässä työssä tarkastellut liikennöintikustannukset on laskettu nykyisen linja-autoliikenteen kaltaisesti. On tärkeää muistaa, että automaattisen liikenteen käynnistyessä kustannukset voivat muodostua osin nykyisestä poikkeavasti. Tutkituista kustannuksista saa kuitenkin suuntaa antavan kuvan kustannuksien suuruusluokista automaattisessa liityntäliikenteessä. Automaattisen liikenteen mahdollisia muita kustannuksia voivat olla esimerkiksi tässä luvussa mainitut vartiointikustannukset, mahdolliset liikenteen perustamiskustannukset, teknologian ohjelmistopäivitykset, reitin muuttamiskustannukset yms. Perustamiskustannuksissa on tärkeää muistaa, että jokainen reitti vaatii sen opettamisen ajoneuville (Mustonen, 2021). Näin ollen kesken liikennöinnin tai liikennöintikauden tehtäviin reittimuutoksiin vaaditaan reitin opetus ajoneuville, josta voi syntyä lisäkustannuksia. Yleisenä esimerkkinä tietöiden aiheuttamat reittimuutokset. Automaattiseen liikenteeseen voi liittyä myös muita mahdollisia tunnistamattomia kustannuksia.

Liityntäliikenteen maksullisuus on mielenkiintoinen jatkotutkimuskysymys. Riku Huhta tutki diplomityössään Automaattisten pikkubussien hyväksyttävyyttä ja kustannusrakennetta osana joukkoliikennettä. Osana Sohjoa-hanketta toteutetun Hervannan pilotin aikana Huhta haastatteli automaattisen pikkubussin käyttäjiä, joista 23 prosenttia vastasi, ettei olisi valmis maksamaan automaattisesta liityntäliikenteestä lisämaksua. Loput vastanneista olivat valmiita maksamaan lisähinnan 30 sentin ja yhden euron välillä (Kuva 19).

Kuva 19. Sohjoa-projektin Hervannan pilotin asiakaskysely automaattisen pikkubussin lisämaksullisuudesta, (Huhta, 2017, s. 57).



Tämän tutkimuksen työryhmässä nostettiin esille, että mikäli liityntäliikenne ei kuulu joukkoliikennelipun hintaan, laskee se kysyntäpotentiaalia merkittävästi. Tätä tukevat myös luvussa 4.3 esitellyt asiakasprofiilit. Profiileja tutkiessa esiin nousee joukkoliikenteen käytön ja liikkumisen kustannusten suhde. Mitä enemmän joukkoliikennettä käytetään, sitä enemmän liikkumisen kustannukset vaikuttavat päätöksiin. Tähän liittyy liityntäliikenteen palvelutaso, erityisesti personoidun palvelun suhteen. Tällä hetkellä teknologia ei mahdollista täysin personoitua palvelua, jolla olisi mahdollista päästä suoraan kotiovelta liityntäpysäkille. Toisaalta tällainen palvelu osana julkista joukkoliikennettä voi olla kannattamatonta, vaikka teknologia sen mahdollistaisikin. Monet pysähdykset ja mahdollisesti useammat reitiltä poikkeamiset pidentävät matkaa-aikaa. Matka-aika on yksi merkittävimmistä tekijöistä kulkutapaa valitessa ja mikäli se pidentyy merkittävästi, kynnys valita joku muu kulkumuoto madaltuu merkittävästi. Liityntäliikenteen on siis hyvä kuulua joukkoliikennelippujen hintoihin ainakin joukkoliikennettä vakituisesti käyttävien osalta. Tämä tarkoittaa käytännössä ainakin kausilippuja.

7 Johtopäätökset

Tässä työssä tarkasteltiin millaisiin käyttökohteisiin sekä millaisella palvelumallilla ja -tasolla automaattiset ajoneuvot parhaiten soveltuvat Tampereen raitiotien liityntäliikenteeseen. Tutkimus painottuu asiakkaan ja liikennöinnin näkökulmiin sekä joukkoliikenteen palvelutason tarkasteluun.

Automaattinen liityntäliikenne sopii tämän tutkimuksen perusteella Tampereen raitiotien liityntäliikenteeseen, kun kysyntäpotentiaalia on riittävästi, reitti on ennalta määritetty ja yhteys on säännöllinen. Suuretkaan matkustajamäärät eivät vaikuta ongelmallisilta pienehköllä kalustolla liikennöidessä silloin, kun käytössä on lisäkalustoa ruuhkapiikkien aikana. Liityntälinja sopii erityisesti niissä tapauksissa, kun se liikennöi tietyn kohteen ja raitiopysäkin välillä, kuten tässä tutkimuksessa Hatanpään sairaalan sekä Messu- ja urheilukeskuksen ja raitiotiepysäkin välillä. Soveltuvuutta parantaa myös, jos liityntälinjalla voidaan korvata osin tai kokonaan jo olemassa olevaa linjastoa.

Soveltuvissa kohteissa kustannukset voidaan pitää alhaisina ja samalla kerätä laajemmalla alueelta matkustajia runkojoukkoliikenteen pariin. Liityntälinja voi myös parantaa alueellista palvelutasoa ja saavutettavuutta, jolla on todennäköisesti positiivinen vaikutus joukkoliikenteen kulkutapaosuuteen. Vaikka liityntäliikenne aiheuttaa vaihdon runkolinjoille, voidaan automaattisella liikenteellä, infran yhteensovittamisella ja hyvällä optimoinnilla minimoida tästä aiheutuva haitta.

Hiedanrannan tarkastellut liityntälinjat osoittautuvat liian kalliiksi toteuttaa tarkastellulla palvelutasolla. Aluetta voisi tulevaisuudessa palvella paremmin palvelumalli, joka tarjoaisi ratkaisun myös alueen sisäiseen liikkumiseen. Tällöin kalustokokokin voisi olla pienempi.

Hatanpään tarkasteltu linja on tutkimuskohteista kaikista potentiaalisin. Sen liikennöintikustannukset ovat kohtuulliset, palvelutaso erittäin hyvä ja linjalla voitaisiin korvata olemassa olevaa linjaliikennettä.

Härmälän tarkastelun rengaslinja on kustannus/nousu -suhteeltaan nykyistä linja-autoliikennettä kalliimpaa, mutta toisaalta se tarjoaisi alueelleen palvelutasoa, jota ei tällä hetkellä ole olemassa. Tällainen palvelumalli voisi tuoda kilpailukykyisen liikkumISRatkaisun ja vähentää autoliikennettä alueella. Palvelutason noustessa merkittävästi, myös nousijamäärät kasvavat. Sen sijaan pienehköt alueet, joissa on tarvetta liikennöidä moniin eri pisteisiin, vaatisivat erittäin suuret käyttäjämäärät, jotta liikennöinti osana joukkoliikennettä olisi kannattavaa.

Asiakkaille voidaan tarjota tutkimuksen perusteella automaattisella ja reittipohjaisella liityntäliikenteellä nykyistä parempaa palvelutasoa. Liityntälinjalla voidaan laajentaa tarkastelukohteissa raitiotien saavutettavuutta ja tarjota jokaiselle vuorolle sujuva yhteys. Lisäksi vuorokautisia liikennöintiäikoja voidaan kasvattaa kustannustehokkaasti. Tällöin raitiotie liityntäliikenteineen voisi tarjota vaivattoman ja aikatauluriippumattoman tavan liikkua vaikutusalueellaan. Automaattinen liityntäliikenne voi mahdollistaa myös uusia matkustajainformaation tapoja sekä tarjota käyttöalueillaan vaihtoehdon auton käytölle monilla matkoilla. Haasteina palvelutason parantamisen osalta tunnistettiin koettu turvallisuus sekä esteettömyys, joihin luvussa 6.5. esitetään ratkaisuehdotuksia.

Asiakkaan näkökulmasta automaattisten ajoneuvojen kutsuohjautuva palvelu on tärkeää erityisesti satunnaisesti joukkoliikennettä käyttäville henkilöille. Näissä asiakasprofiileissa joukkoliikenteen matka-aika ja saavutettavuus koetaan usein ongelmalliseksi. Myös tilan jakaminen muiden ihmisten kanssa koetaan oman auton käyttöön verrattuna ärsyккеeksi. Personoitu, toisin sanoen kutsuohjautuvuuteen perustuva liityntäliikenne, toisi näille profiileille lisäarvoa ainakin pysäkkietäisyyksiin ja tilan jakamiseen.

Toisaalta joukkoliikennettä vakituisesti käyttävät profiilit arvostavat säännöllisyyttä ja tiheitä vuorovälejä, jolloin pysäkille voi mennä aikatauluun katsomatta. Matka-ajan suhteen kutsuohjautuvaan ja sen mahdollisiin pääreitiltä poikkeamisiin ja useisiin pysähdyksiin liittyy matkaa-aikaa pidentävä vaikutus, joka tiedetään jo nyt joukkoliikenteen käyttäjämääriin laskevasti vaikuttavana tekijänä. Erikseen tilattava liityntälinja todennäköisesti karsisi näiden profiilien matkustajia ainakin alkuvaiheessa, jolloin palvelu eikä sen käyttö ole vielä vakiintunut osana joukkoliikennejärjestelmää. Liityntäliikenteen vakiintumiseen liittyen on tunnistettu, että

kokonaan uudenlaisen palvelun markkinointi on erittäin merkittävässä roolissa kaikkien asiakasprofiilien kohdalla.

Joukkoliikenteen järjestämisen näkökulmasta kutsuhjautuvan liityntäliikenteen haasteeksi muodostuvat erityisesti kustannukset, mikäli samalla kerralla kyytiin ei saada riittävästi matkustajia. Tämä on todennäköinen vaihtoehto, jos jokainen käyttäjä tilaisi liityntälinjan kotiovelleen silloin kun tarve on. Lisäksi teknologian näkökulmasta täysin reittivapaa liikennöinti ei ole Suomessa mahdollista lähitulevaisuudessa. Kutsuhjautuvaa liityntäliikennettä joukkoliikenteessä ei myöskään tue se, että liikennöintikustannukset eivät eroa merkittävästi kutsuhjautuvassa ja säännöllisessä liikenteessä.

Automaattinen liityntäliikenne voi siis parantaa joukkoliikenteen palvelutasoa olemalla luonteva jatke raitiotielle. Tämä tarkoittaa käytännössä ratikkaa vastaavia vuorovälejä, laatukriteerejä ja ilmettä. Tällöin järjestelmä on ehyt kokonaisuus ja luo asiakasarvoa tarjoamalla käyttäjilleen entistä parempaa palvelutasoa tai täysin uutta palvelua.

Automaattiseen liikenteeseen liittyy vielä monia epävarmuuksia ja jatkotutkimuskohteita on vielä paljon. Tässä työssä tunnistettuja jatkotutkimuskohteita ovat:

- automaattisen liityntäliikenteen palvelumuotoilu sekä sen vaikutukset asiakaskokemukseen ja joukkoliikenteen vetovoimaan
- automaattisen liikennöinnin kilpailutuskysymykset erityisesti kalustovaatimusten suhteen, jos teknologia voidaan asentaa mihin tahansa ajoneuvoon
- palvelutason nousun ja uusien palvelumallien vaikutus joukkoliikenteen kysyntäpotentiaaliin, vrt Härmälän rengaslinja
- Hiedanrannan kaltaisten alueiden potentiaali automaattisille ajoneuvoille muutenkin kuin joukkoliikenteen näkökulmasta
- liityntäliikenteen maksullisuus

Taulukossa 14 esitellään yhteenvetona tarkastelukohteiden liityntälinjojen ominaisuudet ja saadut tulokset.

Taulukko 14, Koontitaulukko tarkastelukohteiden liityntälinjoista.

Kohde	Reitin kuvaus	Käyttäjät	Kysyntä-potentiaali/ arkivrk	Kysyntä-potentiaali/ vuosi	Liikennöinti-kustannukset/ vuosi	Kustannus/ nousu
Hiedanranta säännöllinen liikennöinti	Kaksi liityntälinjaa järvi-kaupungissa	Alueen asukkaat Työssäkäyvät (Asiointiliikenne)	100	31 250	N. 498 000€	15,93€
Hiedanranta osin kutsuhjautuva liikennöinti	Kaksi liityntälinjaa järvi-kaupungissa	Alueen asukkaat Työssäkäyvät (Asiointiliikenne)	100	31 250	N. 475 000€	15,23€
Hatanpään Sairaala	Liityntälinja raitiotiepysäkin ja sairaala-alueen välillä	Sairaalan toimintoihin liittyvät matkat, alueen asukkaat	1 640	512 500	336 000€	0,66€
Härmälä rengaslinja	Härmälänranta-raiotiepysäkki-Messu- ja urheilukeskus-Partola-Härmälänranta	Liityntäliikenne asuinalueille, asiointiliikenne Partolaan, Messu- ja urheilukeskuksen harrastus- ja muu toiminta	700	218 750	845 000€	3,86€
Messu- ja urheilukeskus liityntälinja	Liityntälinja raitiotiepysäkin ja Messu- ja urheilukeskuksen välillä	Pääasiassa messuvieraat	1 500 (Päiväkohtainen nousijamäärä yhteensä esimerkiksi messujen aikana)	X	1 136€ (Päiväkohtainen kustannus yhteensä esimerkiksi messujen aikana)	0,76€

Lähteet

Alku, A. (2019). *Tampereen raitiotie*.

http://www.kaupunkiliikenne.net/Tampere/tp_e_historia.html

BEST-tutkimus. (2021).

Conway, C. (2020). *Autonomous shuttles help Mayo Clinic transport COVID-19 tests*.

<https://www.fleetowner.com/covid-19-coverage/article/21128468/autonomous-shuttles-help-mayo-clinic-transport-covid19-tests>

Euroopan komissio. (2016). *Final report summary - CITYMOBIL2*.

<https://cordis.europa.eu/project/id/314190/reporting>

Fabulos project. (2021).

<https://fabulos.eu/fabulos-project/>

Helsingin seudun liikenne. (2016). *Joukkoliikenteen suunnitteluohje*.

https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/joukkoliikenteen_suunnitteluohje_0.pdf

Huhta, R. (2017). *Automaattisten pikkubussien hyväksyttävyyden ja kustannusrakenteen osana joukkoliikennettä*. Tampereen teknillinen yliopisto.

<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/24634/Huhta.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Insinööriliitto. (2021). *Robottibussi kytketään Tampereen raitiovaunuun talvella*.

<https://insinööri-lehti.fi/uutiset/robottibussi-kytketaan-tampereen-raitiovaunuun-syksylla/>

SAE International. (2018). *SAE International Releases Updated Visual Chart for Its “Levels of Driving Automation” Standard for Self-Driving Vehicles*.

<https://www.sae.org/news/press-room/2018/12/sae-international-releases-updated-visual-chart-for-its-%E2%80%9Clevels-of-driving-automation%E2%80%9D-standard-for-self-driving-vehicles>

Kiiskilä, K., Lindroos, K., Ronkainen T. (2019). *Kansalaisten tyytyväisyys liikennejärjestelmään*. Traficom.

https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Traficom_Kansalaisten_tyytyvaisyyss_tutkimuksen_kuvaraportti.pdf

Laine, J. (2017). *Itsestään ohjautuvien pikkubussien kustannushyödyt julkisessa liikenteessä*.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/137488/Laine_Johannes.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Laki liikenteen palveluista. (2017).

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170320>

Maanmittauslaitos. (n.d.).

<https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>

Nysse. (2021). *Aikataulut*.

<https://www.nysse.fi/aikataulut.html>

Nysse. (2021). *Junaliikenne*.

<https://www.nysse.fi/junat.html>

Nysse. (2021). *Linjasto 2021*.

<https://www.nysse.fi/linjasto2021.html>

Nysse. (2021). *Nysse vuosikertomus 2020*.

https://www.nysse.fi/media/julkaisut/vuosikertomukset/vuosikertomus_2020_nysse.pdf

Nysse. (2021). *Palveluliikenne*.

<https://www.nysse.fi/palveluliikenne.html>

Nysse. (2021). *Tietoa Nyssestä*.

<https://www.nysse.fi/tietoa/nysse.html>

Nissin O., Åman M. (2018). *Sohjoa loppurapotti*. Metropolia ammattikorkeakoulu.

Raitiotieallianssi. (2018). *Raitiotiehankkeen toisen osan kehitysvaihe alkamassa*.

<https://raitiotieallianssi.fi/tiedotteet/raitiotiehankkeen-toisen-osan-kehitysvaihe-alkamassa/>

Raitiotieallianssi. (2019). *Tampereen kaupunginhallitus päätti raitiotien suunnittelun jatkamisesta Hatanpään valtatielle*.

<https://raitiotieallianssi.fi/tiedotteet/tampereen-kaupunginhallitus-paatti-raiotien-suunnittelun-jatkamisesta-hatanpaan-valtatielle/>

Raitiotieallianssi. (2019). *Tampereen raitiotietä jatketaan Hatanpään suuntaan*.

<https://raitiotieallianssi.fi/tiedotteet/tampereen-raiotieta-jatketaan-hatanpaan-suuntaan/>

Raitiotieallianssi. (2020). *Tampereen raitiotien testaus alkaa – Tampereen Ratikan testivaunu liikkuu Hervannassa maaliskuun puolivälistä alkaen.*

<https://raitiotieallianssi.fi/tiedotteet/tampereen-raiotien-testaus-alkaa-tampereen-ratikan-testivaunu-liikkuu-hervannassa-maaliskuun-puolivalista-alkaen/>

Raitiotieallianssi. (2020). *Tampereen valtuusto päätti raitiotien osan 2 rakentamisesta länteen.*

<https://raitiotieallianssi.fi/tiedotteet/tampereen-valtuusto-paatti-raiotien-osan-2-rakentamisesta-lanteen/>

Ramboll. (n.d.). *Hatanpään asemakaava, toimivuustarkastelut.*

https://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8578/selvitykset/8578_liikenteen_toimivuustarkastelu_170609.pdf

Reuters. (2020). *Waymo opens driverless robo-taxi service to the public in Phoenix.*

<https://www.reuters.com/article/us-waymo-autonomous-phoenix-idUKKBN26T2Y3>

Sensible4. (2020). *THE WORLD'S FIRST COMMERCIAL ALL-WEATHER LEVEL 4 SHUTTLE BUS SOFTWARE WILL BE RELEASED IN 2022.*

<https://sensible4.fi/2020/11/26/press-release-worlds-first-commercial-driverless-shuttle-bus-software/>

SHOW-Hanke. (2020).

<https://show-project.eu/sites/>

Sohjoa Baltic -projekti. (2020).

<https://www.sohjoabaltic.eu/fi/>

Sohjoa last mile-projekti. (n.d.).

<https://www.sohjoalastmile.eu/>

Tampereen kaupunki. (2020). *Hiedanrannan yleissuunnitelma.*

https://www.tampere.fi/tiedostot/h/AvNFxtJwB/1-3_Tausta_ja_tavoitteet_Yleissuunnitelma.pdf

Tampereen kaupunki. (2021). *Tampereen raitiotien seudullinen yleissuunnitelma on valmistunut – raitiotien kehittäminen jatkuu.*

https://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/ajankohtaista/tiedotteet/2021/03/01032021_1.html

Tampereen kaupunki. (n.d.). *Härmälänrannan kaavaselostus.*

https://www.tampere.fi/tiedostot/k/UbQJINT5P/harmalanranta_kaavaselostus_8388.pdf

Tampereen ratikka. (2021). *Tampereen Ratikan koeliikenne alkaa 10. toukokuuta – Kyytiin pääsee ilmoittautumalla ennakkoon.*

<https://www.tampereenratikka.fi/tampereen-ratikan-koeliikenne-alkaa-10-toukokuuta-kyytiin-paasee-ilmoittautumalla-ennakkoon/>

Tarnanen, O. (2019). *Opinnäytetyö Aviapoliksen suuralueen soveltuvuus automaattibusseille.*

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/169766/Aviapoliksen%20suuralueen%20soveltuvuus%20automaattibusseille.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

WSP Finland Oy. (2018). *Henkilöliikennetutkimus 2016, Tampereen seutu.* Traficom.

<https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Seutujulkaisu-HLT2016-Tampereen-seutu.pdf>

Väylä. (2015). *Joukkoliikenteen palvelutason määrittely.* Väylä.

Yandex. (2019). *Yandex Starts Testing Autonomous Delivery Robot.*

https://yandex.com/company/press_center/press_releases/2019/2019-11-07