



Robottibussipilottihankkeet ja automaattisten ajoneuvojen sääntelyn nykytila ja tulevaisuus Suomessa

Case: Lempäälän robottibussipilotti

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Liikenneala, insinööri (AMK)

Kevät 2025

Lassi Lehmus

Liikenneala, insinööri (AMK)

Tekijä Lassi Lehmus

Vuosi 2025

Työn nimi Robottibussipilottihankkeet ja automaattisten ajoneuvojen sääntelyn nykytila ja tulevaisuus Suomessa, Case: Lempäälän robottibussipilotti

Ohjaaja Teppo Sotavalta (HAMK), Valtteri Partanen (Lempäälän kunta)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella Lempäälän robottibussipilottia erityisesti liikenneturvallisuuden näkökulmasta sekä automaattisten ajoneuvojen sääntelyn nykytilaa ja tulevaisuutta Suomessa. Opinnäytetyön tilaajana toimi Lempäälän kunta. Suomessa automaattiset ajoneuvot vaativat uudenlaista sääntelyä, joka mahdollistaa niiden turvallisen ja laajemman käyttöönoton. Suomen lainsäädäntö on kehittymässä ja käynnissä oleva tieliikenteen automaation sääntelyhanke on merkittävä askel kohti automaattisten ajoneuvojen integroitumista liikennejärjestelmään.

Lempäälässä testattiin kesällä 2024 robottibussia, joka liikennöi kuntakeskuksen ja Hauralan välillä. Robottibussi muistutti ulkonäöltään tavallista bussia. Lempäälän kokeilu kesti noin neljä kuukautta ja se oli osa EU:n laajempaa SHOW-hanketta. Robottibussi liikennöi automaattiohjauksella, mutta sen kyydissä oli kaksi turvakuljettajaa valvomassa ajoneuvon toimintaa. Robottibussi pysähtyi kaikilla pysäkeillä ja sen aikataulut oli yhteensovitettu VR:n lähijunavuoroihin. Lempäälän robottibussi herätti laajaa kiinnostusta ympäri Suomea. Bussia kävi testaamassa myös kansainväliset joukkoliikenneasiantuntijat Hollannista ja Espanjasta. Robottibussikokeilu palkittiin Tärkeissä töissä - gaalassa joulukuussa 2024. Hanke antoi arvokasta tietoa automaattibussien käytöstä tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön aineisto koostuu matkustajille tehdystä kyselytutkimuksesta sekä turvakuljettajille pidetyistä haastatteluista. Näiden lisäksi hyödynnetään erilaisia aineistoja ja julkaisuja, kuten lainsäädäntöä, viranomaisten raportteja ja aiempia tutkimuksia automaattisista ajoneuvoista.

Tulosten perusteella Lempäälän robottibussikokeilu sai positiivista palautetta sen innovatiivisuudesta. Se palveli monipuolisesti eri käyttäjäryhmiä ja liki puolet vastaajista kertoi robottibussin helpottaneen heidän liikkumistaan. Robottibussin toiminnassa huomattiin muutamia liikenneturvallisuuteen liittyviä tilanteita, kuten äkkijarrutukset ja autoilijoiden ohitukset pysäkiltä lähdeettäessä. Useimmiten vaaratilanteet liittyivät muiden tienkäyttäjien liikennekäyttäytymiseen. Pilotin alussa ohituksia oli enemmän, mutta tilanne rauhoittui, kun muut alueella liikkuvat tottuivat robottibussiin. Suurin osa vastaajista ei kuitenkaan kokenut mitään liikenneturvallisuudesta poikkeavia tilanteita matkustaessaan robottibussilla.

Matkustajat toivoivat palvelun jatkamista Lempäälässä kattavammilla aikatauluilla, erityisesti iltaisin ja viikonloppuisin. Opinnäytetyö osoittaa, että robottibussit voivat tulevaisuudessa tukea Lempäälän joukkoliikennejärjestelmää erityisesti syöttöliikenteessä. Lempäälän asuntomessut vuonna 2026 voivat toimia mahdollisuutena pilotoida robottibusseja laajemmassa mittakaavassa.

Jatkotutkimuksissa voitaisiin selvittää robottibussien optimaalista mallia eri reiteille ja matkustajatarpeisiin. Lisäksi olisi tärkeää tutkia sen toimintaa eri vuodenaikoina ja erityisesti talviolosuhteiden vaikutuksia sensoreihin ja ajoturvallisuuteen. Myös reittiverkoston laajentamisen ja tiheämpien aikataulujen vaikutuksia tulisi tutkia tarkemmin.

Avainsanat Automaattinen ajoneuvo, liikenneturvallisuus, tieliikenne

Sivut 43 sivua ja liitteitä 12 sivua

Traffic and Transport Management

Author Lassi Lehmus

Year 2025

Subject Robotic bus pilot projects and the current state and future of automated vehicle regulation in Finland, Case: Lempäälä robotic bus pilot

Supervisors Teppo Sotavalta (HAMK), Valtteri Partanen (Lempäälä municipality)

The aim of this thesis is to examine the robot bus pilot project in Lempäälä, with a particular focus on traffic safety, as well as the current state and future of regulation concerning automated vehicles in Finland. The client for this thesis was the Municipality of Lempäälä. In Finland, automated vehicles require new types of regulation that enable their safe and broader deployment. Finnish legislation is evolving, and an ongoing regulatory project on road traffic automation marks a significant step towards the integration of automated vehicles into the transport system.

In the summer of 2024, a robot bus was tested in Lempäälä, operating between the municipal center and Haurala. The robot bus resembled a regular bus in appearance. The pilot in Lempäälä lasted about four months and was part of the EU's broader SHOW project. The robot bus operated autonomously but was supervised by two safety drivers onboard. The bus stopped at all stops, and its timetable was coordinated with VR's local train services. The robot bus in Lempäälä attracted widespread interest across Finland. It was also tested by international public transport experts from the Netherlands and Spain. The pilot was recognized at the "Tärkeissä töissä" gala in December 2024. The project provided valuable insights into the future use of automated buses.

The data for this thesis consists of a passenger survey and interviews conducted with safety drivers. In addition, various materials and publications were used, including legislation, reports from authorities, and previous studies on automated vehicles.

Based on the results, the Lempäälä robot bus pilot received positive feedback for its innovativeness. It served a diverse range of users, and nearly half of the respondents reported that the robot bus made their travel easier. A few traffic safety-related situations were observed during the pilot, such as sudden braking and cars overtaking the bus when departing from stops. Most of the safety-related incidents were due to the behavior of other road users. At the beginning of the pilot, overtaking was more frequent, but the situation calmed down as people in the area became accustomed to the robot bus. However, the majority of respondents did not experience any unusual traffic safety issues while riding the robot bus.

Passengers expressed a desire for the service to continue in Lempäälä with more comprehensive timetables, especially during evenings and weekends. This thesis shows that robot buses could, in the future, support Lempäälä's public transportation system, particularly as feeder traffic. The 2026 Housing Fair in Lempäälä could provide an opportunity to pilot robot buses on a larger scale.

Further research could explore the optimal robot bus models for different routes and passenger needs. It would also be important to examine operations across different seasons, particularly the impact of winter conditions on sensors and driving safety. In addition, the effects of expanding the route network and increasing frequency should be studied in more detail.

Keywords Automated vehicle, traffic safety, road traffic

Pages 43 pages and appendices 12 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tutkimusmenetelmät	2
2.1	Kyselytutkimus	2
2.2	Haastattelututkimus	4
2.3	Aineiston analysointi	4
3	Lainsäädäntö Suomessa	5
3.1	Lupaprosessi	5
3.2	Tieliikenteen automaation sääntelyhanke 2021–2025	6
3.2.1	Sääntelyhankkeen tavoitteet	7
3.2.2	Automaattisia ajoneuvoja koskevat ehdotukset arviomuistiossa	7
3.2.3	Ehdotuksien yhteneväisyydet	8
3.2.4	Vaikutukset	9
4	Suomessa toteutetut robottibussipilotit	12
4.1	Sohjoa Baltic-hanke, 2017–2020	12
4.2	FABULOS-hanke, 2018–2021	13
4.3	Porin teollisuusalueen kokeilu, 2019	15
4.4	SHOW-hanke, 2020–2024	15
4.5	Hankkeiden yhteneväisyydet	16
5	Lempäälän robottibussipilotti	17
5.1	Kuntaesittely	19
5.2	Käytetty ajoneuvo	19
5.3	Reitti	22
5.4	Pilotin roolit	23
5.4.1	Lempäälän kunta	24
5.4.2	Nysse	25
5.4.3	Remoted Oy	25
6	Tulevaisuus Suomessa	26
6.1	Haasteet	26
6.2	MetaCCAZE -hanke, Tampere	27
6.2.1	Tampereen infrastruktuurin nykytila	27
6.2.2	Hankkeen tavoitteet	28
7	Lempäälän robottibussipilotin tulokset	29

7.1	Matkustajatytyväisyys.....	30
7.2	Matkustajien liikenneturvallisuushavainnot.....	32
7.3	Turvakuljettajien näkökulmat.....	33
8	Pohdinta.....	35
8.1	Lempäälän pilotin turvallisuus	36
8.2	Mahdollisuudet Tampereen kaupunkiseudulla.....	37
8.3	Mahdollisuudet Lempäälässä.....	38
8.4	Suomen tulevaisuus automaattiliikenteessä	40
8.5	Johtopäätökset.....	40
8.6	Jatkotutkimusehdotukset.....	41
	Lähteet.....	42

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Robottibussikyselystä jaettu julkaisu kunnan sosiaalisen median kanavissa	3
Kuva 2. Mainos Suomen ensimmäisestä isosta robottibussista.....	17
Kuva 3. Maininta SHOW-hankkeesta bussin kyljessä	18
Kuva 4. Vasemmalla puolella perinteinen Tampereen seudun bussi ja oikealla puolella robottibussi (Partanen, 2024).....	20
Kuva 5. Kuva robottibussin sisältä takaosasta	21
Kuva 6. Robottibussin reitti ja pysäkit kartalla (Remoted Oy, n.d.)	22
Kuva 7. Kokeilussa mukana olleiden osapuolien logot robottibussin kyljessä.....	23
Kuva 8. Mainos loikkaa robottibussin kyytiin	24
Kuva 9. Robottibussin käyttötarkoitukset matkustajakyselyn mukaan	29
Kuva 10. Robottibussin viestinnän tavoitavuus eri viestintäkanavissa	30
Kuva 11. Robottibussipilotin matkustajatytyväisyys	31
Kuva 12. Robottibussin vaikutus matkustajien kokemuksiin liikkumisen helpottumisesta	32
Kuva 13. Matkustajien liikenneturvallisuuohavainnot robottibussilla matkustaessaan.....	33

Liitteet

Liite 1.	Aineistonhallintasuunnitelma
Liite 2.	Matkustajakysely
Liite 3.	Turvakuljettajien haastattelukysymykset

1 Johdanto

Automaattiset ajoneuvot ja etenkin robottibussit ovat nousseet teknologian kehityksen edelläkävijöiksi ja merkittäväksi osaksi liikennepoliittista keskustelua. Niiden mahdollisuudet uudistaa liikennejärjestelmiä, parantaa liikenneturvallisuutta ja vähentää päästöjä ovat herättäneet laajaa kiinnostusta niin tutkijoiden, päättäjien kuin muun yleisön keskuudessa. Suomessa automaattisten ajoneuvojen tuomia ratkaisuja on päästy testaamaan käytännössä erilaisten automaattiajoneuvojen pilottihankkeissa. Nämä pilotit tarjoavat ainutlaatuisen mahdollisuuden tarkastella automaattisten ajoneuvojen käyttöönoton haasteita ja mahdollisuuksia suomalaisessa liikenneympäristössä. Tämän opinnäytetyön aihe valittiin työhaastattelussa esille nousseen tarpeen pohjalta, mikä korostaa aiheen ajankohtaisuutta ja merkityksellisyyttä.

Työn keskeisenä tavoitteena on tarkastella Lempäälän robottibussipilottia erityisesti liikenneturvallisuuden näkökulmasta sekä esitellä Suomen tämänhetkistä automaattisiin ajoneuvoihin kohdistuvaa lainsäädäntöä ja käynnissä olevaa tieliikenteen automaation sääntelyhanketta. Robottibussien kaltaiset automaattiset ajoneuvot edellyttävät uudenlaista lainsäädäntöä ja sääntelyä, joka turvaa niiden turvallisen käytön ja mahdollistaa niiden laajemman käyttöönoton. Tämänhetkinen lainsäädäntö on vielä kehittymässä ja tieliikenteen automaation sääntelyhanke on keskeinen askel kohti automaattisten ajoneuvojen systemaattista integrointia liikennejärjestelmään. Työssä tuodaan esiin sekä robottibussien käytön käytännön haasteet että lainsäädännön kehityksen vaiheet.

Robottibussit edustavat uuden sukupolven liikennepalveluita, jotka voivat mahdollistaa joustavampia ja ympäristöystävällisempiä liikkumismalleja. Samalla ne herättävät kysymyksiä turvallisuudesta, lainsäädännöstä ja yhteiskunnallisista vaikutuksista. Työssä nousee esille keskeisiä käsitteitä, kuten automaattiset ajoneuvot, robottibussit, liikenneturvallisuus ja tieliikenteen automaation sääntelyhanke. Nämä muodostavatkin työn teoreettisen viitekehyksen.

Työssä vastataan keskeiseen tutkimusongelmaan, joka liittyy Lempäälän robottibussin turvallisuuteen ja käyttäjäkokemuksiin sekä tarjotaan konkreettisia suosituksia automaattisten ajoneuvojen turvallisemman ja tehokkaamman käyttöönoton edistämiseksi Lempäälässä, sivuten Tampereen kaupunkiseutua. Työ tarjoaa arvokasta näkökulmaa sekä liikennepoliittiseen päätöksentekoon että automaattisten ajoneuvojen kehittäjille ja käyttäjille.

2 Tutkimusmenetelmät

Tässä luvussa käsitellään opinnäytetyössä käytettyjä menettelytapoja ja tutkimusmenetelmiä. Lisäksi kuvataan aineiston analysointimenetelmät ja tutkimuksen eettiset periaatteet, joita on noudatettu kyselyihin ja haastatteluihin osallistuneiden tietosuojan ja luottamuksellisuuden varmistamiseksi.

Työssä hyödynnetään monimenetelmällistä lähestymistapaa, jossa yhdistetään kyselytutkimus ja haastattelut. Lisäksi työn teoreettisessa viitekehityksessä hyödynnetään erilaisia julkaisuja, kuten esimerkiksi raportteja ja lainsäädäntöä. Tämä mahdollistaa sekä laadullisen että määrällisen tiedon keräämisen ja analysoinnin tarjoten kattavan kuvan robottibussipilotin toimivuudesta ja automaattisten ajoneuvojen lainsäädännöllisistä haasteista.

Opinnäytetyön tutkimuksessa noudatettiin tieteellisen tutkimuksen eettisiä periaatteita. Kaikki osallistujat informoitiin tutkimuksen tarkoituksesta ja heidän suostumuksensa kerättiin ennen osallistumista. Henkilötietoja käsiteltiin luottamuksellisesti ja aineistoa käytettiin ainoastaan tutkimustarkoituksiin. Matkustajakyselyn arvontaan osallistuneiden yhteystiedot käsiteltiin erillisenä muusta aineistosta ja ne poistettiin järjestelmästä arvontaan päätyttyä.

2.1 Kyselytutkimus

Matkustajakysely toteutettiin Webropol-kyselyn muodossa. Kysely aukesi 17.9.2024 ja sulkeutui muutaman viikon päästä 11.10.2024, jolloin robottibussipilotti oli jo tullut päätökseensä. Kyselyyn vastaaminen oli mahdollista sekä verkossa että paperisena lomakkeena bussissa ennalta ilmoitettuna päivänä, mikä mahdollisti laajemman osallistumisen eri ikäisille ja eri teknisen osaamisen omaaville henkilöille. Kyselyssä kysymykset valikoituivat vastaajalle sen mukaan, oliko hän matkustanut robottibussilla vai ei. Tämä mahdollisti kyselyn räätälöinnin eri käyttäjäryhmien tarpeiden mukaan. Kyselyn lopussa vastaajat pystyivät halutessaan jättämään yhteystietonsa osallistuakseen arvontaan, jossa jaettiin kolme Lempäälän kunnan tuotepakettia.

Kyselyä markkinoitiin Lempäälän kunnan sosiaalisen median kanavissa sekä kunnan omilla nettisivuilla (Kuva 1). Lisäksi Lempäälä-talon aulassa oli tulosteita, joissa oli QR-koodi, jonka kautta kyselyyn pystyi vastaamaan helposti mobiililaitteella. Lempäälä-talo

kokoaa yhteen laajan valikoiman kunnan palveluita, joten kävijöitä on runsaasti. Rakennuksesta löytyvät asiointipiste, pääkirjaston monipuoliset tilat sekä Lempäälän seurakunnan palvelut. Rakennus sijaitsee aivan rautatielaiturien tuntumassa, joten sinne on helppo saapua kaikilla kulkuvälineillä. Lisäksi esteettömät kulkureitit varmistavat saavutettavuuden kaikille.

Kuva 1. Robottibussikyselystä jaettu julkaisu kunnan sosiaalisen median kanavissa



Verkkokyselyn lisäksi matkustajat saattoivat täyttää kyselyn myös paperisena robottibussimatkan aikana 20.9.2024. Tämä tapa kohdentui erityisesti ikäihmisiin, sillä paperinen lomake oli vanhemmille ja iäkkäämmille vastaajille helpompi täyttää kuin sähköinen kyselylomake. Bussissa käytetty kyselypohja säilyi samanlaisena kuin

verkkokyselyssä, mikä mahdollisti vertailukelpoisen aineiston keräämisen. Paperisista lomakkeista saadut vastaukset kirjattiin jälkikäteen Webropol-järjestelmään, jotta ne olivat helposti analysoitavissa muun aineiston rinnalla.

2.2 Haastattelututkimus

Turvakuljettajat ja -operaattorit haastateltiin joko paikan päällä bussissa tai puhelinhaastattelun välityksellä. Haastatteluihin osallistui yhteensä kolme turvakuljettajaa, joista kaksi haastateltiin paikan päällä ja yksi puhelimitse. Henkilökunnan paikan päällä pidetyt haastattelut pidettiin 20.9.2024 ja puhelinhaastattelu 1.10.2024. Haastattelut toteutettiin ennalta mietittyjen kysymysten pohjalta ja ne keskittyivät robottibussin turvallisuuteen, käytännön haasteisiin ja mahdollisiin parannusehdotuksiin. Haastattelut äänitettiin haastateltavien suostumuksella, mikä helpotti vastausten analysointia ja mahdollisti sujuvamman haastattelutilanteen, koska vastauksia ei tarvinnut kirjata muistiin haastattelun aikana.

2.3 Aineiston analysointi

Vastausajan päätyttyä Webropol-kyselystä saadut vastaukset siirrettiin Exceliin, jossa niiden jatkokäsittely aloitettiin. Vastaukset jaettiin ensin ikäryhmittäin ja sen jälkeen eri matkustustottumusten mukaan. Tämä mahdollisti syvällisemmän analyysin eri käyttäjäryhmien välillä. Saatuja vastauksia verrattiin toisiinsa ja niistä tuotettiin erilaisia kaavioita, jotka havainnollistivat tuloksia selkeästi. Kaikkia kaavioita ei esitellä tämän työn ohessa aiheen rajauksen takia. Kyselystä saatuja tuloksia on käyty läpi kunnan edustajan sekä Lempäälän pilottihankkeen operaattoriyrityksen kanssa.

Haastattelujen aineisto analysoitiin laadullisesti temaattisen analyysin keinoin. Äänitteet litteroitiin ja niistä poimittiin keskeiset teemat ja havainnot, jotka liittyivät robottibussin turvallisuuteen ja käytännön toimivuuteen. Analyysi keskittyi haastateltavien näkemyksiin, kokemuksiin ja ehdotuksiin.

Teoreettisen viitekehyksen aineisto analysoidaan sisällönanalyysin menetelmin. Lainsäädäntöä ja eri viranomaisten raportteja tarkastellaan kriittisesti ja niistä poimitaan keskeiset säännökset ja suositukset, jotka liittyvät automaattisten ajoneuvojen turvallisuuteen, tulevaisuuteen ja sääntelyyn.

3 Lainsäädäntö Suomessa

Nykytilanteessa tieliikenteen automaatio kehittyy koko ajan, mutta täysin automaattisten ajoneuvojen määrä yleisillä teillä on edelleen melko vähäinen (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2024a, s. 7). Lainsäädäntö on mahdollistanut erilaisten automaattisilla ajoneuvoilla tehtävien pilottien ja kokeilujen tekemisen jo joidenkin vuosien ajan Suomen tieliikenteessä. Tieliikenteen lainsäädäntö kuitenkin edellyttää toistaiseksi, että ajoneuvosta vastaa kuljettaja, joka takaa ajoneuvon turvallisen liikkumisen. Tästä huolimatta kuljettajan ei tarvitse välttämättä olla edes ajoneuvon sisällä. Tämä tarkoittaa automaattiajoneuvojen kohdalla sitä, että Suomessa niitä voidaan jo tälläkin hetkellä ohjata ja valvoa etäyhteyden välityksellä, mikäli teknologia mahdollistaa sen turvallisesti. Etäohjaaja voikin siis yksin vastata monen eri ajoneuvon ohjauksesta etäohjauskeskuksesta käsin. (Riihentupa ym., 2021, s. 53)

Henkilöautojen osalta automaation tekninen kehitys ei ole edennyt niin nopeasti kuin aikaisemmin on arvioitu. Tämä tarkoittaa sitä, että täyden automaattisuuden saavuttaminen on viivästynyt ja sen sijaan kehitys on keskittynyt enemmän kuljettajaa avustaviin järjestelmiin, kuten ADAS- (Advanced Driver Assistance Systems) ja DCAS-järjestelmiin (Driver Control Assistance Systems). Pienlinja-autoilla eli niin sanotuilla sukkulabusseilla, on tehty useita automaatiokokeiluja ympäri maailmaa kansainvälisesti ja joitakin kokeiluja on toteutettu myös Suomessa. Kokeilut ovatkin tuottaneet hyödyllistä tietoa ja siirtyminen kokeiluista itse palvelutuotantoon onkin seuraava askel. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2024a)

3.1 Lupaprosessi

Automaattisia ajoneuvoja ei voi tieliikenteessä testata kuka tahansa, vaan se vaatii asianmukaisen luvan. Jotta automaattiajoneuvoa saa käyttää tieliikenteessä, testauksen toteuttaminen vaatii koenumerotodistuksen ja testikilvet, jotka voi hakea Traficomilta. Koenumerotodistushakemuksessa tulee olla mukana muun muassa ajoneuvon testaussuunnitelma ja maksimissaan kolme kuukautta vanha kotimaan kaupparekisteriote. (Riihentupa ym., 2021, s. 53) Testaussuunnitelma toimii varmistuksena sille, että kokeilu toteutetaan turvallisesti, tehokkaasti ja ennakoidusti. Tällöin otetaan huomioon kaikki tarvittavat tekniset, liikenteelliset ja turvallisuuden liittyvät tekijät. Näiden lisäksi hakijalla on oltava voimassa oleva ajoneuvovakuutus. (Riihentupa ym., 2020, ss. 54, 55).

Traficom käsittelee hakemukset nopeasti. Yleensä lupaprosessi etenee noin kahdessa viikossa, mikäli kaikki asiakirjat ovat kunnossa. Hyväksytyt koenumerotodistukset on voimassa vuoden ajan myöntämispäivästä. Testauksen päättyessä kokeilun toteuttajan on toimitettava Traficomille raportti, jossa esitellään testauksen tulokset. Raportissa on kerrottava, kuinka hyvin testaus sujui ja kuinka se eteni. Lisäksi on tarkasteltava, poikkesiko kokeilu alkuperäisestä ja aiemmin toimitetusta testaussuunnitelmasta jollain tavalla. Raportti toimii siis dokumenttina, jossa arvioidaan kokeilun toteutuksen onnistumista ja mahdollisia muutoksia alkuperäisiin suunnitelmiin. (Riihentupa ym., 2020, ss. 53, 54)

3.2 Tieliikenteen automaation sääntelyhanke 2021–2025

Suomessa on käynnissä tieliikenteen automaation sääntelyhanke, jonka toimikausi alkoi toukokuussa vuonna 2021. Hankkeen on tarkoitus päättyä kesäkuun lopussa vuonna 2025. Hankkeen päämääränä on valmistella tieliikennettä koskevan yleissopimuksen muutokset hyväksymistä varten. Lisäksi valmistellaan kansallista säätelyä. Hankkeelle asetettiin työryhmä tukemaan tieliikenteen automaatioon liittyvän säätelyn valmistelua. Työryhmässä on mukana yksityisen ja julkisen sektorin toimijoita sekä korkeakoulujen ja muun tutkimuskentän edustajia. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2024a, s. 6) Työryhmän tavoitteena on tukea liikenteen automaation kehittämistä Suomessa, jotta tulevaisuuden liikenne olisi turvallisempaa, kestävämpää ja tehokkaampaa. (Valtioneuvosto, 2021)

Hanke on edennyt siihen pisteeseen, että on pystytty kokoamaan työryhmien kokouksien ja lausuntokierrosten avulla arviomuistio, joka pitää sisällään ehdotusten päälinjat (Valtioneuvosto, 2021). Valmistelua jatketaan palautteiden perusteella. Hallituksen on tarkoitus luovuttaa esitys eduskunnalle vuoden 2025 syyskaudella. Muistiossa tehdyt ehdotukset voivat vielä muuttua jatkovalmistelussa, sillä ne ovat vielä alustavia. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2024a, s. 6)

Viimeisin kokous tieliikenteen automaatioon liittyvää säätelyä valmistelevalle työryhmälle kesken on pidetty 12.6.2024. Sääntelyhanke on edennyt jatkovalmisteluvaiheeseen, jossa keskeisenä osana on rikosoikeuteen liittyvän selvityksen käynnistäminen. Tällä hetkellä selvitetään, millainen seuraamusjärjestelmä olisi tarkoituksenmukaisin ja keiden vastuulle eri osa-alueet kuuluvat. (Valtioneuvosto, 2021) Seuraavissa luvuissa esitellään tarkemmin tämän hankkeen tavoitteet, vaikutukset sekä ehdotukset ja niiden yhteneväisyydet.

3.2.1 Sääntelyhankkeen tavoitteet

Ehdotuksilla pyritään mahdollistamaan automaattisten ajoneuvojen laajamittainen käyttö Suomen yleisillä teillä varmistuen samalla korkea liikenneturvallisuus. Tieliikenteen automaation sääntelyyn kuuluu sekä ajoneuvojen tekninen tyyppihyväksyntä että kansallisesti määriteltävät säännöt niiden käytölle liikenteessä. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2024a, s. 9)

Nykytilassa EU:ssa tyyppihyväksytyjä automaattisia ajoneuvoja voidaan käyttää Suomessa. Ajoneuvolla on oltava edelleen kuljettaja, joka on vastuussa ajoneuvon liikkumisesta tiellä. Tavoitteena on kuitenkin siirtyä siihen, että automaattisten ajoneuvojen ja niiden järjestelmien taustalla olevat yritykset ottavat vastuun ajoneuvon liikkumisesta. Ehdotuksilla halutaan varmistaa, että ajoneuvotekninen sääntely ja ajoneuvojen liikennekäyttöä koskeva sääntely tukevat toisiaan ja ovat keskenään linjassa, jotta automaattisten ajoneuvojen käyttöönotto voidaan toteuttaa turvallisesti. Tämä liittyy myös laajempiin liikennejärjestelmätason tavoitteisiin, jotka keskittyvät liikenneturvallisuuden parantamiseen, liikenteen tehokkuuden lisäämiseen ja kestävyys edistämiseen. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2024a, s. 9)

3.2.2 Automaattisia ajoneuvoja koskevat ehdotukset arviomuistiossa

Suomessa automaattisten ajoneuvojen sääntelyä koskevissa ehdotuksissa on kolme keskeistä lähestymistapaa, jotka jakavat monia yhteneväisyyksiä. Yhteneväisyyksistä huolimatta ehdotuksilla on myös eroavaisuuksia joissakin kohdissa.

Ehdotuksen ensimmäisessä kohdassa sääntelyn lähtökohtana olisi, että joko ajoneuvon sisällä tulisi olla henkilö, joka voi tarvittaessa toimia kuljettajana, jos tilanne sitä vaatii. Vaihtoehtoisesti ajoneuvossa tulisi olla etähallintamahdollisuus, jonka tulisi täyttää tietyt vähimmäisedellytykset. Sääntelyssä tulisi määritellä ja luoda tarkat kriteerit, joiden perusteella päätetään, voiko ajoneuvon automaattinen ajosysteemi operoida täysin itsenäisesti Suomen yleisillä teillä. Tällöin ajoneuvo olisi täysin itsestään ajava niin, että ajoneuvossa ei tarvitsisi olla kuljettajaa eikä kuljettajalla olisi vastuuta ajoneuvon toiminnasta tai käyttäytymisestä tiellä ajon aikana. Toisin sanoen ajoneuvo pystyy toimimaan täysin itsenäisesti ilman kuljettajan puuttumista ajamiseen. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2024a, s. 12)

Ehdotuksen toisessa kohdassa ajoneuvo voidaan katsoa itsestään ajavaksi, jos se täyttää kaikki seuraavat ehdot. Automaattisen ajoneuvon on kyettävä noudattamaan Suomen voimassa olevia liikennesääntöjä sekä pystyttävä hoitamaan kaikki ajotehtävät. Näitä ovat esimerkiksi nopeuden säätely ja reittivalinta ajon aikana ilman kuljettajan apua. Ajosysteemin on pystyttävä käsittelemään kaikenlaiset liikennetilanteet, kuten ohitukset tai sen reitille osuvat esteet suunnitellun toimintaympäristön puitteissa. Sen on kyettävä turvallisesti, esimerkiksi onnettomuuden sattuessa, joko pysäyttämään ajoneuvo tai viemään se turvalliseen tilaan ilman ihmisen apua. Ajoneuvo katsotaan itsestään ajavaksi, jos se on saanut tyyppi-, piensarja- tai yksittäishyväksynnän menettelyssä, jossa varmistetaan, että kaikki edellä mainitut vaatimukset täyttyvät. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2024a, s. 13)

Ehdotuksen kolmannessa kohdassa todetaan, että ajoneuvon katsominen itsestään ajavaksi Suomessa edellyttää hakemuksen tekemistä Liikenne- ja viestintävirastolle. Hyväksytyn päätöksen jälkeen Liikenne ja viestintävirasto tekisi ajoneuvon rekisteröinnin yhteyteen merkinnän, jossa todetaan, että ajoneuvo on hyväksytty itsestään ajavaksi. Ilman edellä mainittua merkintää ajoneuvo voi edelleen liikkua Suomen teillä, mutta sen täytyy olla kuljettajan hallinnassa, jolloin kuljettaja on vastuussa ajoneuvon toiminnasta liikenteessä. Tämä vastaa tämänhetkistä nykytilaa. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2024a, s. 14)

Jonkin oikeuskelpoisen tahon tulee vastata itsestään ajavan ajoneuvon toiminnasta ja sen kuljettamiseen liittyvistä velvollisuuksista ja vastuista. Tämä taho ottaa siis vastuulle ajoneuvon oikeudelliset velvoitteet. Automaattiajamisen tarjoajan eli niin sanotun palveluntarjoajan on tehtävä hakemus Liikenne- ja viestintävirastolle, jotta ajoneuvo voidaan tunnistaa Suomessa itsestään ajavaksi. Lisäksi rekisteriin tulee merkitä, mikä palveluntarjoaja on vastuussa mistäkin itsestään ajavasta ajoneuvosta. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2024a, s. 14)

3.2.3 Ehdotuksien yhteneväisyydet

Kaikissa ehdotuksissa on yhteinen peruslähtökohta, jonka mukaan itsestään ajavat ajoneuvot tarvitsevat sääntelyn, joka takaa niiden turvallisuuden, itsenäisen toiminnan ja kyvyn noudattaa liikennesääntöjä. Ehdotuksissa korostetaan, että ajoneuvon on oltava täysin itsenäinen ja sen on kyettävä toimimaan ilman kuljettajan apua. Ajoneuvon turvallisuus ja kyky käsitellä liikennetilanteita ilman kuljettajan apua on yhteinen vaatimus kaikissa ehdotuksissa. Ensimmäisessä ja toisessa ehdotuksessa tämä liittyy ajotehtävien

hoitamiseen ja onnettomuustilanteisiin reagoimiseen, kun taas kolmannessa ehdotuksessa korostetaan ajoneuvon kykyä estää vaaratilanteet ja toimia turvallisesti myös poikkeustilanteissa. Eroavaisuudet ilmenevät kuitenkin erityisesti ajoneuvon roolin ja vastuun määrittelyssä.

Kolmannessa ehdotuksessa tarkennetaan automaattiajamisen tarjoajan roolia, joka ottaa vastuun ajoneuvon toiminnasta ja turvallisuudesta. Ensimmäisessä ja toisessa ehdotuksessa vastuukysymykset ovat vähemmän määriteltyjä ja ensimmäisessä ehdotuksessa vastuu on enemmän kuljettajan tai etähallinnan käsissä. Toisessa ehdotuksessa taas painotetaan ajoneuvon kykyä hoitaa ajotehtävät itsenäisesti ilman ulkopuolista apua. Tämä eroaa erityisesti kolmannelta ehdotuksesta, jossa vastuukysymykset ovat tarkemmin määriteltyjä ja rekisteriin merkitään automaattiajamisen palveluntarjoaja vastuulliseksi tahoksi.

Yhteenvetona voidaan todeta, että vaikka kaikissa ehdotuksissa on sama peruslähtökohta itsestään ajavien ajoneuvojen sääntelystä, eroavaisuudet ilmenevät erityisesti ajoneuvon roolin, vastuun ja viranomaisprosessien määrittelyssä. Ensimmäinen ehdotus tuo esiin etähallinnan ja kuljettajan mahdollisuuden, toinen ehdotus keskittyy ajoneuvon itsenäisyyteen ja kykyyn noudattaa liikennesääntöjä ilman erillistä viranomaisprosessia ja kolmas ehdotus tarkentaa vastuun jakamista ja automaattiajamisen tarjoajan roolia, mikä tuo selkeyttä vastuun kantamiseen ja sääntelyyn.

3.2.4 Vaikutukset

Arviomuistiossa on pyritty selvittämään, mitkä ovat tärkeimmät sääntelyhankkeen vaikutukset sekä miten ne liittyvät toisiinsa ja mihin ne kohdistuvat. Vaikutukset on jaoteltu kahteen luokkaan: suoriin ja epäsuoriin vaikutuksiin. Epäsuorien vaikutusten arvioiminen on kuitenkin haastavaa, koska automaattisten ajoneuvojen käyttö on vielä melko vähäistä, eikä aiheesta ole paljoa tutkimusta. Lisäksi se, miten automaatio otetaan käyttöön voi vaikuttaa merkittävästi siihen, millaiset vaikutukset tulevat olemaan. (Liikenne- ja viestintävirasto, 2024a, s. 19)

Liikenneturvallisuuteen vaikuttavat uudet toimijaroolit ja velvollisuudet, jotka kohdistuvat yrityksiin, viranomaisiin ja yksittäisiin henkilöihin. Ehdotusten myötä vastuu siirtyy kuljettajien sijasta ajoneuvojen suunnittelusta ja valmistuksesta vastaaville organisaatioille. Epäsuorat liikenneturvallisuusvaikutukset liittyvät teknologian tuomiin turvallisuushyötyihin, kuten inhimillisten virheiden ehkäisyyn ja onnettomuuksien vähenemiseen. Automaattiset

ajoneuvot voivat kuitenkin lisätä onnettomuuksille altistumisen riskiä siinä vaiheessa, kun automaattisilla ajoneuvoilla tehtävät matkat pitenevät ja niitä tulee lisää. (Liikenne- ja viestintävirasto, 2024a, s. 20)

Ehdotuksilla ei ole havaittu suoria vaikutuksia liikennejärjestelmään, mutta ne mahdollistavat teknologian hyödyntämisen liikennejärjestelmän tavoitteiden saavuttamiseksi. Tieliikenteen automaation vaikutukset riippuvat luotavista liikkumispalveluista ja niiden yhteensovittamisesta liikennejärjestelmän tavoitteiden kanssa. Esimerkiksi automaattiset robottitaksit voivat edistää liikkumispalveluiden käyttöä. Automaattiset ajoneuvot voivat myös olla kulutuksen kannalta tehokkaampia, koska nopeusvaihtelut ovat vähäisiä. Automaattisten ajoneuvojen määrän kasvaessa tarvitaan tehostettua teiden kunnossapitoa erityisesti päällysteiden, tiemerkinöiden ja talvikunnossapidon osalta. Ehdotettujen säännöksienväikutukset taas ovat epäsuoria vaikutuksia ja liittyvät pääasiassa liikenteellisiin muutoksiin. (Liikenne- ja viestintävirasto, 2024a, ss. 21, 22)

Automaattiajamisen vaikutukset kohdistuvat suoraan autoteollisuuteen, teknologiakehitykseen ja uusien palveluiden tarjoajiin, kuten etähallintapalvelujen ja automaattiajamisen tarjoajiin. Epäsuorasti vaikutukset ulottuvat henkilö- ja tavaraliikenteen kuljetusyhtiöihin, jotka hyödyntävät teknologiaa palveluihinsa. Kansantalouteen vaikutukset liittyvät liikenneturvallisuuden, työllisyyden ja vientiteknologian kautta. Myös kotitaloudet saattavat hyötyä joistakin asioista. Kuljettajan vastuu voi esimerkiksi siirtyä yrityksille automaation lisääntyessä ja kuljettaja voi välttyä liikennevirhemaksuilta. (Liikenne- ja viestintävirasto, 2024a, s. 23)

Ehdotettujen säädöksienväikutukset kohdistuvat erityisesti Liikenne- ja viestintävirasto Traficomiin, joka vastaisi liikenneasioiden rekisteröinnistä, automaattiajamisen tarjoajien ilmoituksista ja etähallintapalveluiden lupaprosessista. Traficomille voisi tulla myös määräyksenantovaltuuksia etähallinnan tarkemmasta toteuttamisesta. Poliisien, pelastuslaitoksen ja ensihoitajien tehtäviin ei ennakoida muutosta, mutta heidän kommunikaatiotarpeensa voivat muuttua etähallittavien ajoneuvojen myötä. Tallenteiden säilyttäminen ja niiden luovuttaminen viranomaisille on tarpeen turvallisuuden takaamiseksi. Ehdotus velvoittaa etähallintapalvelun tarjoajat pitämään tapahtumalokeja tallessa ja luovuttamaan tietoja sekä kuvanauhoja viranomaisille tarvittaessa. (Liikenne- ja viestintävirasto, 2024a, s. 24, 27)

Kyberturvallisuuteen liittyvien automaatiotoimenpiteiden kohdalla tulisi huolehtia toimista, joilla hallitaan kyberuhkia ennaltaehkäisevästi. Erityisesti etähallintapalvelun tarjoajien tulee huolehtia riittävästä kyberturvallisuudesta ja varautua riskeihin jo etukäteen. Ajoneuvojen ohjelmapäivityksistä tulee entistä tärkeämpiä turvallisuustekijöitä. Uhkien hallinta perustuu ajoneuvotekniseen sääntelyyn. Kyberturvallisuuden rooli on myös tärkeä osa onnettomuustutkintaa ja sen kehittämistä. (Liikenne- ja viestintävirasto, 2024a, s. 25)

4 Suomessa toteutetut robottibussipilotit

Suomessa on kokeiltu robottibusseja erilaisissa hankkeissa jo muutamien vuosien ajan (Riihentupa ym., 2020, s. 9). Tässä luvussa tarkastellaan neljää merkittävää hanketta, joissa on pilotoitu ja kehitetty automaattiajoneuvojen käyttöä erilaisissa ympäristöissä. Näiden hankkeiden tavoitteina on ollut tuottaa käytännön tietoa automaatioteknologian soveltamisesta ja tutkia sen yhteensopivuutta nykyisiin liikennejärjestelmiin.

4.1 Sohjoa Baltic-hanke, 2017–2020

Sohjoa Baltic -hanke keskittyi tuottamaan tietoa automaattiajamisen mahdollisuuksista ja edellytyksistä Itämeren alueen maissa lainsäädännön, teknologian ja kokeilujen pohjalta. Hankkeen tunnetuin osa oli robottibussikokeilujen toteuttaminen useissa eri kaupungeissa. (Metropolia Ammattikorkeakoulu, n.d.)

Projektin tavoitteena oli tutkia ja edistää sähköisten automaattisten minibussien käyttöä julkisessa liikenteessä, erityisesti syöttöliikenteessä eli viimeisen tai ensimmäisen kilometrin matkalla. Projekti tuotti tietoa siitä, miten automatisoidut ajoneuvot voivat tehdä julkisesta liikenteestä ympäristöystävällisempää ja tehokkaampaa. Lisäksi hankkeessa tarkasteltiin, mitä säädöksiä ja asetuksia tarvitaan, jotta automatisoitu liikenne voisi toteutua. (Sohjoa Baltic, n.d.)

Sohjoa Baltic -hanke oli kansainvälinen projekti, johon osallistui asiantuntijoita Suomesta, Virosta, Ruotsista, Latviasta, Saksasta, Puolasta, Norjasta ja Tanskasta. Asiantuntijoita oli esimerkiksi julkisen liikenteen suunnittelun, tekniikan ja lainsäädännön aloilta. Heidän tavoitteensa oli mahdollistaa automaattinen liikennöinti omilla alueillaan. (Sohjoa Baltic, n.d.)

Projekti toteutettiin vuosina 2017–2020 ja sen aikana robottibusseja kokeiltiin osana julkista liikennettä kuudessa Itämeren alueen maassa. Kokeiluja toteutettiin suurissa kaupungeissa, kuten Helsingissä ja Tallinnassa sekä pienemmissä kaupungeissa, kuten Gdanskissa ja Zemgalessa. Automaattinen bussi liikkui ennalta ohjelmoidulla reitillä, jossa se käytti teknologiaa ympäristön tarkkailemiseen, esteiden havaitsemiseen ja turvallisen liikennöinnin varmistamiseen. Kokeilujen aikana bussissa oli aina turvakuljettaja, joka tarvittaessa otti ohjauksen haltuun. Tällä tavoin varmistettiin turvallisuus ja sujuvuus, kun teknologia ei ollut vielä täysin itsenäistä. (Sohjoa Baltic, n.d.)

Projektia rahoitti EU:n Interreg Baltic Sea Region -ohjelma ja sen pääyhteistyökumppanina oli Metropolia Ammattikorkeakoulu. Projektin budjetti oli 3,7 miljoonaa euroa, josta 2,6 miljoonaa euroa tuli EU:n rahoituksesta. (Sohjoa Baltic, n.d.)

Kokeilut antoivat käytännön tietoa siitä, miten tällainen uusi liikennemuoto voitaisiin ottaa käyttöön ja mitä haasteita siinä voisi tulla vastaan. Kokeilujen avulla voidaan paremmin ennakoida, millaisia vaatimuksia ja esteitä mahdolliset tulevat pilottikohteet, kaupunkikehittäjät ja palveluntarjoajat voivat kohdata, kun he ottavat tällaisen liikennemuodon käyttöön. Projektin tuloksia on hyödynnetty myös tieteellisissä julkaisuissa. Pilottikohteiden matkustajille toteutettiin kysely, jossa vastaajat pitivät itseohjautuvan bussin palveluja hyvänä ja suurin osa koki matkustamisen turvalliseksi ja positiiviseksi kokemukseksi. (Forum Virium Helsinki, n.d.)

Vuosaaren asuinalue Helsingissä oli yksi Sohjoa Baltic -projektin pilotointikohteista ja sen myötä projekti vahvisti Helsingin roolia älyliikenteen edelläkävijänä sekä itseohjautuvan joukkoliikenteen testialustana. Vuosaaren pilotti oli teknologian soveltamisessa tärkeä askel eteenpäin, koska alueella on tiivis kaupunkirakenne sekä paljon erilaista liikennettä. Pilotti tarjosi Helsingin kaupungille ja Helsingin seudun liikenteelle arvokasta tietoa liikennejärjestelmän suunnitteluun, jotta voidaan valmistautua tulevaisuuden muutoksiin ja mahdollisuuksiin. Lisäksi projekti osoitti, millaisia etuja itseohjautuva teknologia voisi tuoda Helsingin joukkoliikenteeseen. Kaiken kaikkiaan projekti tukee Helsingin älyliikenteen strategiaa ja ympäristötavoitteita. Se avasi myös mahdollisuuksia kehittää kaupungin liikennejärjestelmää entistä fiksummaksi ja kestävämmäksi. (Forum Virium Helsinki, n.d.)

4.2 FABULOS-hanke, 2018–2021

FABULOS-hanke (Future Automated Bus Urban Level Operation Systems) oli osana EU:n Horizon 2020 -ohjelmaa. Kyseessä oli tutkimus- ja kehityshanke, joka pilotoitiin 1.1.2018–31.3.2021. Hankkeen tavoitteena oli pilotoida automaattibusseja osana joukkoliikennettä. FABULOS-hankkeen tavoite oli edistää uusien automatisoitujen viimeisen kilometrin ratkaisujen tuomista markkinoille Euroopan alueelle. (Riihentupa ym., 2020, s. 17)

FABULOS-hankkeen viimeisessä vaiheessa automaattisia robottibussiratkaisuja testattiin Suomessa, Virossa, Norjassa, Kreikassa ja Alankomaissa. Automaattisesti toimivia ajoneuvoja arvioitiin pilottien aikana. Arviointikohteina oli niiden erityispiirteet sekä niiden kyky sopeutua maantieteellisiin ongelmiin. Hankkeessa pyrittiin kehittämään

kokonaisratkaisu, jolla voidaan ohjata etäyhteyden välityksellä useita automaattisia ajoneuvoja, jotka liikennöivät osana kaupunkien joukkoliikennettä. Ajoneuvojen tavoitteena oli pysyä muun ympäröivän liikenteen kanssa samassa rytmissä. (Riihentupa ym., 2020, s. 17)

Hankkeen ensimmäinen kokeilu alkoi vuoden 2020 huhtikuussa Helsingin Pasilassa. Reitillä automaattisia ajoneuvoja oli kolme, joita valvottiin etäohjauskeskuksesta käsin ensimmäistä kertaa Euroopassa. Ajoneuvot pystyivät liikennöimään itsenäisesti normaalin liikenteen seassa, mutta mukana oli turvakuljettaja. Suurimman osan reitistä nopeusrajoitus oli 40 km/h. Reitillä oli automaattisille ajoneuvoille haastavia kohtia, kuten kadunvarsipysäköintiä, kiertoliittymiä, valo-ohjattuja risteyskohtia sekä kaistanvaihtoja. Reitillä oli kolme pysäkkiä, joille robottibussin pystyi pysäyttämään mobiilisovelluksen kautta. Pilotin aikana arvioitiin automaattisten ajoneuvojen ja niiden järjestelmien toimivuutta, turvallisuutta ja yhteensopivuutta. (Riihentupa ym., 2020, s. 18)

Hankkeen myötä robottibussit ottivat askeleen eteenpäin, kun hanke toi Pasilan kokeilussa automaattiset ajoneuvot osaksi liikennettä. Turvakuljettajaa oli pidettävä mukana käytännön syistä, kuten tietöiden takia. Tämän vuoksi täydelliseen etäohjaukseen ei päästy, vaikka bussit pystyivät liikennöimään osittain ilman turvakuljettajan apua. (Riihentupa ym., 2020, s. 18)

FABULOS-hankkeen myötä havaittiin, että turvakuljettajaa tarvitaan edelleen, sillä automaatioteknologia on yhä kehitysvaiheessa. Oli myös selvää, että koronapandemia vähensi matkustajamääriä. Hankkeen mukaan automaattiliikenne voi merkittävästi vaikuttaa kaupunkirakenteeseen ja palveluihin. (Riihentupa ym., 2020, s. 18)

Pohjoismaat ovat eturintamassa automaattiliikenteessä joustavan lupamenettelyn ansiosta, kun taas muualla Euroopassa luvitus ja lainsäädäntö hidastavat sen kehitystä. Suomessa viranomaisyhteistyö on erityisen sujuvaa, mikä tekee maasta ihanteellisen testialueen. Monissa maissa vaaditaan pitkää testiajoa ilman matkustajia, mikä hidasti kokeiluja esim. Norjassa. (Riihentupa ym., 2020, s. 19)

4.3 Porin teollisuusalueen kokeilu, 2019

Kesällä 2019 Porin Kupariteollisuuspuistossa testattiin neljän hengen kapasiteetilla varustettua automaattista Robo-kuljetinta. Kokeilu ei ollut osa joukkoliikennekokeilua vaan suljetulla tehdasalueella toimiva robottiauto. Tamperelainen yritys Roboride Oy kehitti yhteistyössä Robotiikka Akatemian opiskelijoiden kanssa kyseisen täysin automaattisen robo-kuljettimen, joka kuljetti huoltomiehiä ja vierailijoita ilmaiseksi teollisuuspuiston alueella. Robo-kuljetin kuului L7-ajoneuvoluokkaan, jossa ajoneuvon massa saa olla enintään 450 kg, kun puhutaan matkustajien kuljettamisesta. Ajoneuvo toimi yli 100 hehtaarin alueella ja liikkui itsenäisesti paikasta toiseen käyttäen sensoreita, GPS:ää, tekoälyä ja konenäkötaitoja. (Riihentupa ym., 2020, s. 19)

Ajoneuvo pystyi havaitsemaan esteet ja säätämään nopeuttaan tai reittiään tarpeen mukaan. Sen liikkumista seurattiin etäohjauskeskuksesta kattavan kameraverkoston avulla. Teollisuusalueella oli paljon liikennettä, kuten kuorma-autoja ja trukkeja, joten erityisesti turvallisuuteen kiinnitettiin huomiota. Reitit ja turvallisuussuunnitelmat tehtiin yhteistyössä Teknologian tutkimuskeskus VTT:n kanssa. Ajoneuvossa oli kolme matkustajapaikkaa ja turvakuljettaja, joka oli lakisääteinen. (Riihentupa ym., 2020, s. 19)

Porissa käytetty Robo-kuljetin oli englantilainen Aurrigon Devpod-malli, jossa oli neljä istumapaikkaa. Ajoneuvo käytti neljää LiDAR-sensoria esteiden havaitsemiseen. Ajoneuvoa kehitettiin yhdessä VTT:n kanssa sopivaksi tehtaan tarpeisiin. Huolloissa avusti Harjavaltalainen Valtasiirto Oy. Ajoneuvon hallintaa sekä algoritmeja kehitti Tamperelainen Vinka Oy. Aurrigon ajoneuvo valittiin, koska se oli sähkökäyttöinen ja sen vuoksi sen katsottiin vähentävän ilmansaasteita. Lisäksi automaattisuuden vuoksi ajoneuvo oli saatavilla tilanteesta tai aikatauluista riippumatta. (Riihentupa ym., 2020, s. 19)

4.4 SHOW-hanke, 2020–2024

SHOW-hanke (SHared automation Operating models for Worldwide adoption) on Euroopan laajin hanke, joka keskittyy kestävään ja käyttäjälähtöiseen automatisoituun kaupunkiliikenteeseen. Hanke käynnistyi tammikuussa 2020 ja päättyi syyskuussa 2024. Kokonaisbudjetti oli 30 miljoonaa euroa. Mukana oli 66 eri kumppania 13 EU-maasta. Kansainvälistä yhteistyötä tehtiin 11 globaalien organisaation kanssa muun muassa Yhdysvalloista, Etelä-Koreasta, Australiasta, Kiinasta, Japanista ja Singaporesta. (SHOW-project, n.d.)

SHOW-hankkeen tavoitteena oli tunnistaa ja kehittää automatisoituja liikenneskenaarioita, jotka takaavat käyttäjien hyväksynnän, todellisen kysynnän ja kustannustehokkuuden. Hanke kehittää uusia liiketoimintamalleja ja palveluita automatisoituun kalustotoimintaan sekä avoimen ja modulaarisen järjestelmäarkkitehtuurin, joka tukee tiedon jakamista eri toimijoiden ja ajoneuvojen välillä. Hankkeen tavoitteena on myös parantaa eri ajoneuvotyyppien toiminnallisuutta ja turvallisuutta sekä toteuttaa pilotteja, joissa testataan automatisoituja ja yhdistettyjä liikkumispalveluita todellisissa kaupunkiympäristöissä. Hanke arvioi sähköisten ja automatisoitujen ratkaisujen vaikutuksia kokonaisvaltaisesti ja tukee niiden laajamittaista käyttöönottoa tarjoamalla erilaisia toimintamalleja, koulutusohjelmia ja politiikkasuosituksia. (SHOW-project, n.d.)

4.5 Hankkeiden yhteneväisyydet

Kaikki yllä mainitut kokeilut jakavat useita keskeisiä yhteneväisyyksiä, vaikka pilotointikohteet, testattavat teknologiat ja toteutustavat olivatkin osittain erilaisia. Kokeiluiden yhteneväisiä piirteitä olivat esimerkiksi teknologian kehittäminen ja sen jatkuva parantaminen, käyttäjäpalautteen kerääminen sekä yhteistyö eri alojen asiantuntijoiden kanssa. Ne myös korostavat yhteistyön tärkeyttä ja teknologian kehittämistarpeita ennen automaattisten ajoneuvojen laajempaa käyttöönottoa.

Seuraavassa luvussa on esitelty Lempäälän robottibussipilotti, jossa testattiin robottibussin käyttöä osana arkista liikkumista. Hanke oli osana edellä mainittua SHOW-hanketta.

5 Lempäälän robottibussipilotti

Lempäälässä liikennöi vajaan neljän kuukauden ajan robottibussi keskustan ja Hauralan välistä reittiä. Robottibussilinja 303 aloitti aikataulujen mukaisen liikennöintinsä kesällä 10.6. ja pilotti tuli päätökseensä syksyllä 27.9.2024. Tampereen seudun joukkoliikenteen eli Nyssen kanssa yhteistyössä toteutettu linja oli osa laajaa EU:n SHOW-hanketta (SHared Automation Operating Models for Worldwide Adoption), jossa oli mukana 13 maata, 20 kaupunkia ja 77 toimijaa. Kokeilureitti oli osana Nyssen linjan 52A reittiä, joka liikennöi Hauralan pientaloasuinalueen ja Lempäälän kuntakeskuksen välillä. Linja 52A liikennöi kesäaikaan arkisin kahden tunnin vuorovälillä, kun taas kesäkauden ulkopuolella vuoroväli oli tunnin mittainen. Kyseessä oli Suomen suurimman robottibussin kokeilu (Kuva 2), joka toteutettiin kokonaan EU-tasolla toimineen SHOW-hankkeen rahoituksella.

Kuva 2. Mainos Suomen ensimmäisestä isosta robottibussista



SHOW-hankkeen tarkoituksena oli tukea sähköistyvän ja digitalisoituvan liikenteen kehitystä osana kestävästä kaupunkiliikennepolitiikasta. Hankkeesta tullut rahoitus mahdollisti linjan kokeilun ja se päättyi samanaikaisesti hankkeen päättyessä. SHOW-hankkeesta oli maininta myös bussin kyljessä (Kuva 3).

Kuva 3. Maininta SHOW-hankkeesta bussin kyljessä



Robottibussihankkeen tavoitteena oli kerätä käyttäjäkokemuksia ja selvittää sen potentiaali täydentämään runkolinjastoa lyhyillä syöttöliikenteen matkoilla. Hankkeen toivottiin vastaavan Nysse-liikenteen normaalia palvelutasoa. Seudullisessa joukkoliikenteessä palvelulupausten noudattaminen sekä asiakaslähtöisyys ovat hyvin tärkeitä teemoja, joten tähän pyrittiin myös Lempäälän kokeilussa. Lisäksi robottibussipilotin linjan aikataulut pyrittiin sovittamaan VR:n M- ja R-junien aikatauluihin. Hanke houkutteli Lempäälään vierailijoita ympäri Suomea ja Eurooppaa muun muassa Hollannista ja Espanjasta.

Metromoodi oli käytössä koko liikennöinnin ajan eli bussi pysähtyi jokaisella pysäkillä. Ajoneuvon sisällä oli myös videonäyttöjä ja siellä kuulutettiin kuulutuksia tekoälyn avulla. Kuulutukset kertoivat matkustajille ohjeistuksia seuraavista pysäkeistä. Robottibussi oli tehty matalalattiaiseksi ja siinä oli esteettömyysramppi, joten myös liikuntarajoitteiset asiakkaat pystyivät hyödyntämään bussia.

Robottibussilla oli oma etävalvontapiste. Etävalvonnan lisäksi kyydissä oli mukana kaksi turvakuljettajaa valvomassa bussin järjestelmien toimintaa. Tarvittaessa he pystyivät myös ottamaan bussin manuaaliohjaukseen, jos reitille sattui jokin liikenteellinen haitta, joka edellytti sitä. Turvakuljettajat toimivat myös asiakaspalvelijoina ja auttoivat liikuntarajoitteisia matkustajia nousemaan kyytiin. Robottibussista tehdyn kyselyn perusteella robottibussin henkilökunta saikin kiitosta asiakaspalvelustaan. Lempäälän kunnan Robottibussikokeilu palkittiin joulukuussa 2024 Helsingissä järjestetyssä Tärkeissä töissä -gaalassa, jossa palkitaan julkisen sektorin merkittävimpiä kehittämistekoja.

5.1 Kuntaesittely

Lempäälän kunnassa asuu yli 24 000 asukasta, joista noin 8 000 keskustan ja sen lähialueilla. Ydinpalvelut keskittyvät keskustakehän ja Marjamäen alueelle. Marjamäki ja Sääksjärvi ovat kehittymässä nopeasti maankäytön osalta. Kunnan liikenneyhteydet muihin kaupunkiseudun kuntiin ovat hyvät. Keskustan tuntumassa sijaitsevat sekä juna-asema, että linja-autoliikenteen solmupiste. Keskustan jalankulku- ja pyöräilyolosuhteet sekä palveluiden saavutettavuus paranevat jatkuvasti. Uusia hankkeita Lempäälän alueella ovat Marjamäen uimahallikylpylä ja liikuntahalli, Sääksjärven juna-asema sekä vuoden 2026 asuntomessut Saikan alueella. (Lempäälä Intra)

5.2 Käytetty ajoneuvo

Lempäälässä käytetty ajoneuvo oli malliltaan Karsan e-Atak. Ajoneuvossa oli 22 kappaletta istuma- ja 27 kappaletta seisomapaikkoja sekä näiden lisäksi yksi pyörätuolipaikka. Ajoneuvo muistutti tavallista Nysse-bussia (Kuva 4). (Remoted)

Kuva 4. Vasemmalla puolella perinteinen Tampereen seudun bussi ja oikealla puolella robottibussi (Partanen, 2024)



Robottibussi muistutti myös sisätiloiltaan perinteistä bussia (Kuva 5). Pilotin aikana matkustajien käytössä oli ainoastaan istumapaikat sekä pyörätuolipaikka. Seisomapaikkoja ei käytetty.

Kuva 5. Kuva robottibussin sisältä takaosasta



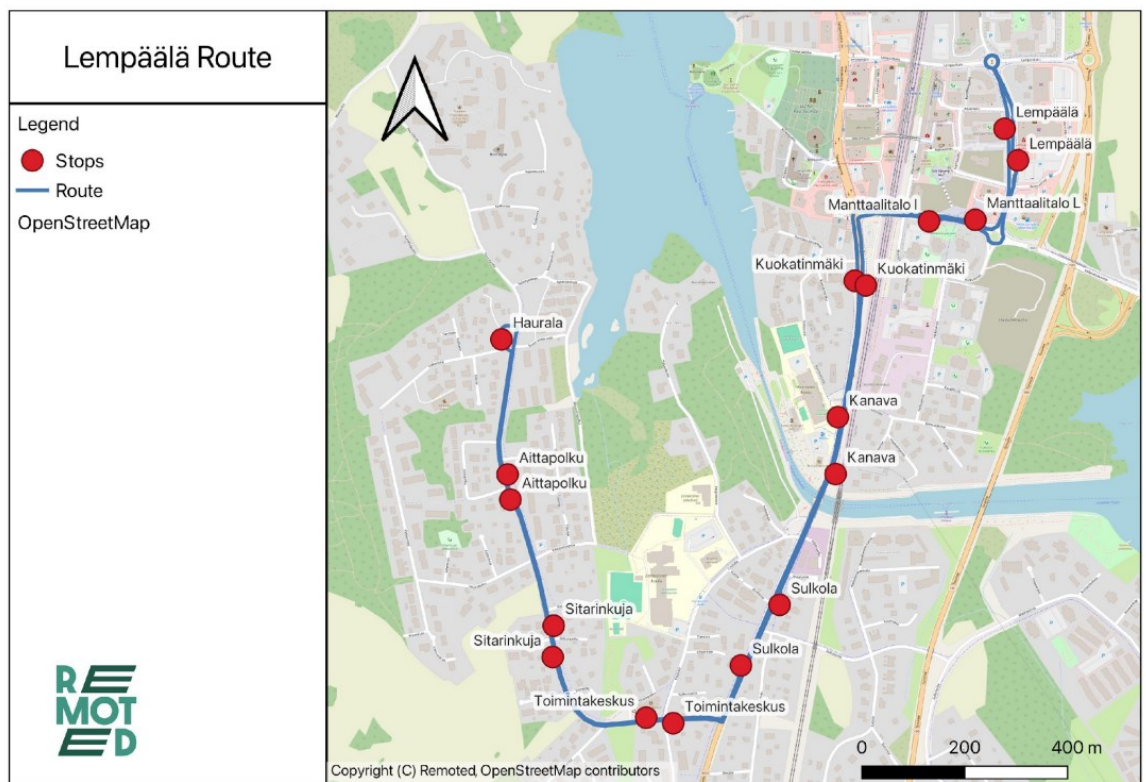
Automaattisen ajon nopeus reitillä oli 30–40 km/h, mutta ajoneuvolla pystyi ajamaan manuaaliajolla kuljettajan toimesta jopa 70 km/h. Manuaaliajon avulla ajoneuvon siirto

päivän päätteeksi varikolle helpottui. Täydellä akkukapasiteetilla pystyi liikennöimään noin 270 kilometriä. Ajoneuvon latausaika vaihtelee riippuen virtalähteestä kolmesta tunnista jopa kymmeneen tuntiin. (Remoted)

5.3 Reitti

Lempäälässä robottibussin koulutus reitillä alkoi jo maaliskuussa 2024. Virallinen liikennöinti käynnistyi kesäkuussa 10.6.2024. Bussi liikennöi vain arkisin maanantaista perjantaihin. Reitti oli pituudeltaan noin 5,3 kilometriä pitkä edestakaisin mitattuna ja yksi kierros kesti noin 36 minuuttia (Kuva 6). Reitin varrella oli kaksi liikenneympyrää ja yksi liikennevaloristeys. Reitin varrella tehtiin katusaneeraustöitä keskustan tuntumassa sekä asennettiin valokuitukaapelia laajemmalle alueelle Hauralaan.

Kuva 6. Robottibussin reitti ja pysäkit kartalla (Remoted Oy, n.d.)



Hauralan päätepysäkillä sijaitsivat Nyssen linja-autojen käänköpaikka sekä kuljettajien wc-tilat. Reitti sijoittui Lempäälän keskustan ja Hauralan pientaloasuinalueen välille ja toimi tarkoituksenmukaisena osana junien ja bussien matkakettua.

Liikennöinti ei vaatinut suuria infrastruktuuriin liittyviä muutoksia reitillä, pieniä muutosjärjestelyjä lukuun ottamatta. Reitin varrelta leikattiin tielle ulottuvien puiden oksia ja pientareella kasvavaa kasvustoa kunnan puolesta. Reitillä oli jo alun perin 17 olemassa olevaa pysäkkiä. Päätepysäkit sijaitsivat Hauralan kääntöpaikalla sekä Lempäälän keskustassa. Nopeusrajoitus reitillä oli enintään 50 km/h ja se vaihteli 30–50 km/h välillä reitin osasta riippuen.

5.4 Pilotin roolit

Hankkeessa oli mukana kolme eri osapuolta. Mukana oli Lempäälän kunta, Tampereen seudullisesta joukkoliikenteestä vastaava Nysse ja palveluntarjoaja Remoted. Osapuolien vastuut jakautuivat tiedottamisen, aikataulusuunnittelun ja liikennöinnin välille, joista kerrotaan seuraavassa luvussa. Robottibussin kylkeen oli sijoitettu kaikkien osapuolten logot (Kuva 7).

Kuva 7. Kokeilussa mukana olleiden osapuolien logot robottibussin kyljessä



5.4.1 Lempäälän kunta

Lempäälän kunnan roolina hankkeessa oli viestintä ja tiedottaminen. Robottibussi esiteltiin ensimmäistä kertaa julkisesti Lempäälä-talolla huhtikuussa 2024 ja hankkeesta viestittiin kunnan sosiaalisen median kanavissa jo alkukeväästä 2024. Kokeilun ensireaktiot sosiaalisessa mediassa vaihtelivat negatiivisista kommenteista positiivisiin ja innostuneisiin kommentteihin. Tämä on ymmärrettävää, sillä kyseessä on osalle ihmisistä täysin uusi ja vieras asia. Kunta kävi asettamassa jokaiselle robottibussin käytössä olevalle pysäkille mainosjulisteon bussista, jossa kerrottiin tarkemmin aikatauluista sekä sen toimintaperiaatteista. Bussin kyljessä oli myös maininta ”loikkaa robottibussin kyytiin”, joka varmasti herätti ohikulkijoiden huomion (Kuva 8).

Kuva 8. Mainos loikkaa robottibussin kyytiin



5.4.2 Nysse

Nyssen roolina hankkeessa oli aikataulusuunnittelu. Robottibussilinjan 303 aikataulut pyrittiin sovittamaan VR:n lähijunien aikatauluihin. Aikataulujen yhdenmukaistamisella pyrittiin parantamaan palvelun laatua ja lisäämään julkisen liikenteen käyttöä.

Nysse vastaa Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikennepalvelun järjestämisestä. Se huolehtii alueen joukkoliikenteen järjestämisestä, asiakaspalautteiden käsittelystä, asiakasviestinnästä ja sähköisten informointijärjestelmien ylläpidosta. Nysse huolehtii myös maksu- ja informaatiojärjestelmistä sekä lippujen toimivuudesta. Lisäksi se kilpailuttaa liikenteen, ylläpitää sopimuksia ja hoitaa laskutuksen. (Tampereen kaupunki, n.d.)

5.4.3 Remoted Oy

Remotedin roolina oli liikennöinnin järjestäminen. Remoted tarjoaa ratkaisuja, jotka mahdollistavat automaattisen liikenteen erilaisille asiakkaille. Yritys vastaa koko prosessista alusta loppuun, jolloin asiakas voi hyödyntää palvelua ilman syvällistä perehtymistä teknisiin, lainsäädännöllisiin tai operatiivisiin yksityiskohtiin. (Remoted, n.d.)

6 Tulevaisuus Suomessa

Automaattinen liikenne on yksi merkittävimmistä muutoksista liikkumisen tulevaisuudessa. Sillä on mahdollisuus parantaa liikenneturvallisuutta, vähentää liikkumisen kustannuksia, lisätä liikkumisen mahdollisuuksia sekä edistää uusia liikkumispalveluja. (Autotuoajat ja -teollisuus, n.d.) Liikenteen automaation ja tiedon hyödyntämisen avulla voidaan merkittävästi parantaa liikennesektorin palveluja sekä vähentää ympäristöpäästöjä. Liikenteen automaatiolla on myös laajempia vaikutuksia yhteiskuntarakenteisiin sekä välittömästi että välillisesti. (Valtioneuvosto, 2019)

Euroopan autovalmistajien yhdistys (ACEA) on laatinut tiekartan automaattisen liikenteen edistämiseksi, jossa korostetaan, että lainsäädännön ohella tarvitaan merkittäviä investointeja sekä fyysiseen että digitaaliseen liikenneinfrastruktuuriin. Lähivuosina on erityisen tärkeää toteuttaa laajamittaista, rajat ylittävää testausta todellisissa liikenneolosuhteissa, jotta automaattiset järjestelmät voidaan saattaa käyttövalmiiksi. (Autotuoajat ja -teollisuus, n.d.)

6.1 Haasteet

Suomessa automaattisen liikenteen kehittämiseen liittyy erityisiä haasteita, joista keskeisin on maan laaja tieverkko ja erityisesti alempi tieverkko eli esimerkiksi seutu- ja yhdystiet. Automaattinen liikenne asettaa korkeat vaatimukset liikenneinfrastruktuurille, kuten liikenteen ohjaukselle, liikennemerkkien ja tiemerkitöjen tarkkuudelle sekä infran kunnossapidolle. Lisäksi ajoneuvojen keskinäinen verkottuminen tuo mukanaan kyberturvallisuuteen liittyviä haasteita. Vaikka Suomi on EU-tasolla edellä tietojärjestelmien osalta, Suomen on vielä ratkaistava useita ongelmia ennen kuin ajoneuvot voivat vaihtaa tietoa keskenään. (Autotuoajat ja -teollisuus, n.d.)

Suomi on jo aloittanut automaattiseen liikenteeseen varautumisen lainsäädännön tasolla. Keskeiset haasteet liittyvät tietoturvaluuteen ja ajoneuvojen tyyppihyväksyntälainsäädännön uudistamiseen. Tämän edistämiseksi tarvitaan laajaa yhteistyötä EU-alueella, sillä automaattisen liikenteen kehittäminen vaatii yhtenäisiä sääntöjä ja standardeja useiden maiden yhteistyönä. Näin ollen automaattisen liikenteen tulevaisuus ei riipu pelkästään teknologian kehityksestä vaan myös lainsäädännön, infrastruktuurin ja kansainvälisen yhteistyön edistämisestä. (Autotuoajat ja -teollisuus, n.d.)

6.2 MetaCCAZE -hanke, Tampere

Tampere on yksi MetaCCAZE-hankkeen edelläkävijäkaupungeista, jossa testataan ja kehitetään uusia ratkaisuja kestävän ja päästöttömän kaupunkiliikenteen edistämiseksi. Hankkeen tavoitteet kytkeytyvät vahvasti kaupungin omiin strategisiin suunnitelmiin, kuten hiilineutraaliustavoitteisiin ja joukkoliikenteen kehittämiseen. Tässä osiossa tarkastellaan Tampereen nykyistä infrastruktuuria ja hankkeen keskeisiä tavoitteita, jotka tähtäävät entistä älykkäämpään ja ympäristöystävällisempään liikennejärjestelmään. (MetaCCAZE, 2025)

MetaCCAZE on Horizon Europe -hanke, jota tukee Euroopan komissio ja se on perustettu tukemaan EU:n Green Deal -ohjelmaa. Pää tavoitteena on edistää älykkäiden järjestelmien käyttöönottoa, jotka yhdistävät erilaisia sähköisiä ja automatisoituja teknologioita sekä infrastruktuureja. Tällä pyritään mahdollistamaan päästöttömät liikkuvuuspalvelut sekä henkilö- että tavaraliikenteelle Euroopan kaupungeissa. Hanke on Euroopan unionin yhteisrahoittama ja sille on myönnetty 24,7 miljoonan euron EU-rahoitus. MetaCCAZE on CIVITAS-aloitteen hanke, jonka tavoitteena on kestävän ja älykkään liikenteen kehitys. Hanke edistää EU:n ilmastoneutraaleja ja älykkäät kaupungit -mission tavoitteita. MetaCCAZE-hanke kestää tammikuusta 2024 joulukuuhun 2027. (MetaCCAZE, 2025)

Hanketta koordinoi ERTICO ja kaiken kaikkiaan hankkeessa on mukana 44 yhteistyökumppania 12 Euroopan maasta. Suomesta mukana on Tampereen kaupunki, Tampereen yliopisto sekä Remoted Oy. Tampere kuuluu neljän edelläkävijäkaupungin listaan, joissa teknologiaa testataan ja joissa tuetaan päästöttömiä rahti- ja matkustajaliikenteen ratkaisuja. Saatua tuloksia hyödynnetään kuudessa seuraajakaupungissa. Edelläkävijäkaupunkeja ovat Amsterdam, München, Tampere ja Limassol. Seuraajakaupunkeja ovat Ateena, Krakova, Gozo, Milano, Miskolc ja Poissy – Pariisi. (MetaCCAZE, 2025)

6.2.1 Tampereen infrastruktuurin nykytila

Tampere on Suomen kolmanneksi suurin kaupunki. Tampereella asuu noin 250 000 asukasta (MetaCCAZE, 2025). Tampereen tavoitteena olisi olla 300 000 asukkaan kaupunki vuoteen 2040 mennessä (Civitas, n.d.). Tampereen keskusta on tiheästi asuttu ja keskustaa ympäröivät harvaan asutut esikaupunkialueet. Keskustan ja esikaupunkialueiden välillä liikkuminen perustuu pääosin joukkoliikenteeseen, erityisesti

linja-autoihin ja raitiovaunuihin. Jotta raitiovaunut voisivat olla kilpailukykyisempi vaihtoehto henkilöautolle, tarvitsisi raitiovaunuverkosto liityntäliikennepalveluita sekä nykyisille että tulevaisuudessa avattaville uusille linjoille. (MetaCCAZE, 2025)

6.2.2 Hankkeen tavoitteet

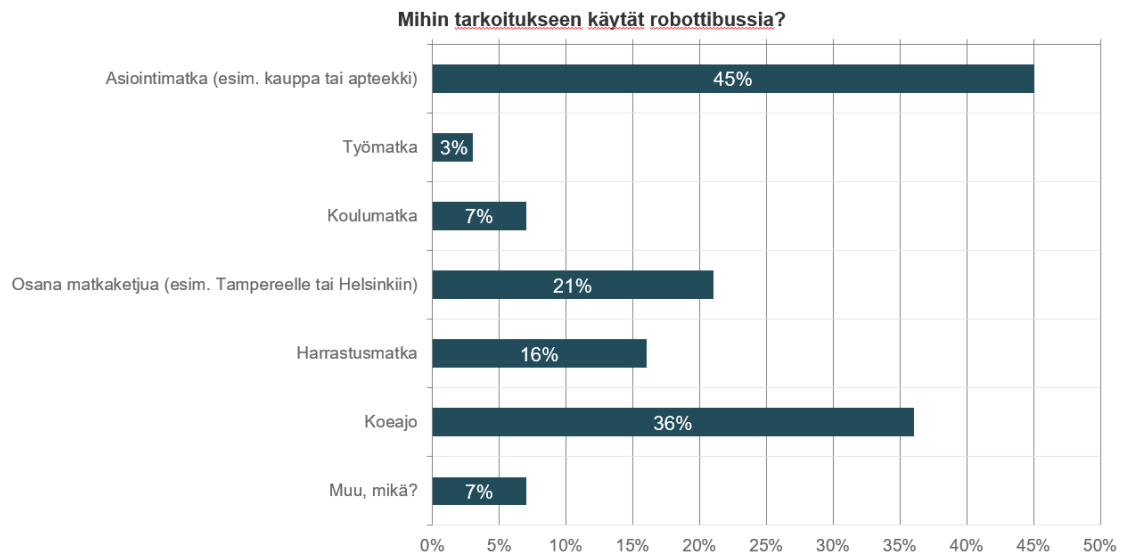
Tampereella on tavoitteena nostaa joukkoliikenteen osuus 13 prosentista 21 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä kestävän kaupunkiliikenteen suunnitelman (SUMP) mukaisesti. Laajempaan tavoitteena on löytää kilpailukykyisiä vaihtoehtoja henkilöautoille sekä mahdollisesti vähentää henkilöautojen omistamisen tarvetta (MetaCCAZE, 2025). Tavoitteena on olla hiilineutraali kaupunki vuoteen 2030 mennessä ja tarjota viihtyisä asuinympäristö tavoitellulle 300 000 asukkaalle vuoteen 2040 mennessä (Civitas, n.d.).

Kaupungin tahtotila on siirtää painopistettä henkilöautomatkoista kestävämpiin liikennemuotoihin parantaen joukkoliikenteen saavutettavuutta ja houkuttelevuutta. Tamperelaiset tekivät 2020-luvun alussa lähes puolet matkoistaan henkilöautolla. Kaupungin kasvaessa liikennemuotojakaumaa on muutettava vähäpäästöisempään suuntaan samalla tehostaen tilankäyttöä sekä joukkoliikenteen yhteensopivuutta. (Civitas, n.d.)

7 Lempäälän robottibussipilotin tulokset

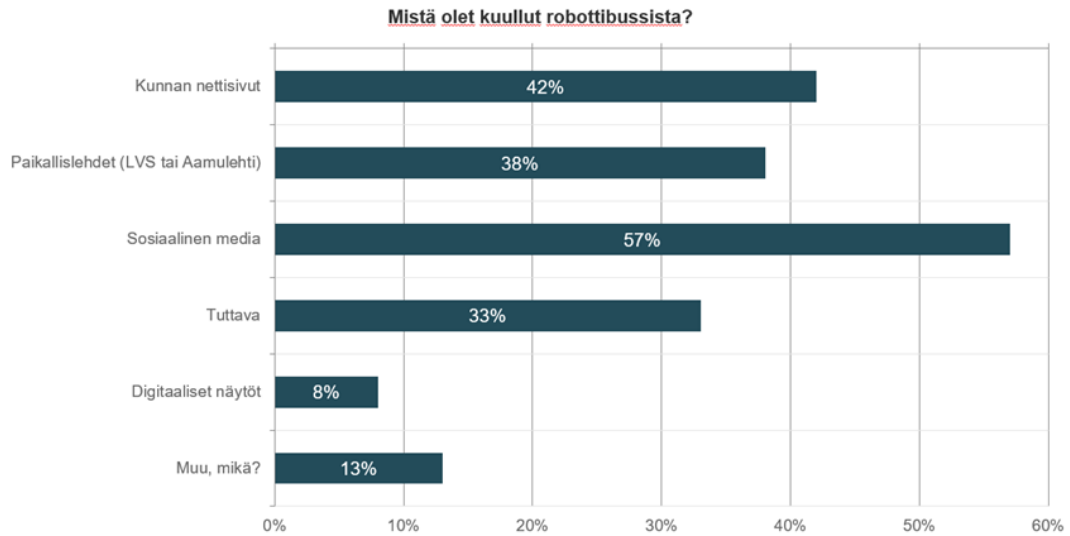
Linja palveli monipuolisesti eri käyttäjäryhmiä, kuten koululaisia, vanhempia lastenvaunujen kanssa sekä eläkeläisiä. Enemmistö kyselyyn vastanneista matkustajista oli eri ikäisiä aikuisia. Bussia käytettiin eniten asiointimatkoihin, koeajoon sekä matkoihin osana matkaketjua (Kuva 9). Rungas koeajojen määrä kertoo siitä, että bussi herätti laajaa kiinnostusta. Bussia kävi testaamassa myös kansainväliset joukkoliikenneasiantuntijat.

Kuva 9. Robottibussin käyttötarkoitukset matkustajakyselyn mukaan



Matkustajakyselyn mukaan tiedottaminen saavutti matkustajat hyvin sosiaalisen median kautta ja suurin osa oli kuullut bussista juuri siellä (Kuva 10). Lisäksi tietoa oli jaettu muun muassa Lempäälän koulujen Wilma-palvelussa ja osa vastaajista oli havainnut robottibussin itse liikenteessä.

Kuva 10. Robottibussin viestinnän tavoitavuus eri viestintäkanavissa

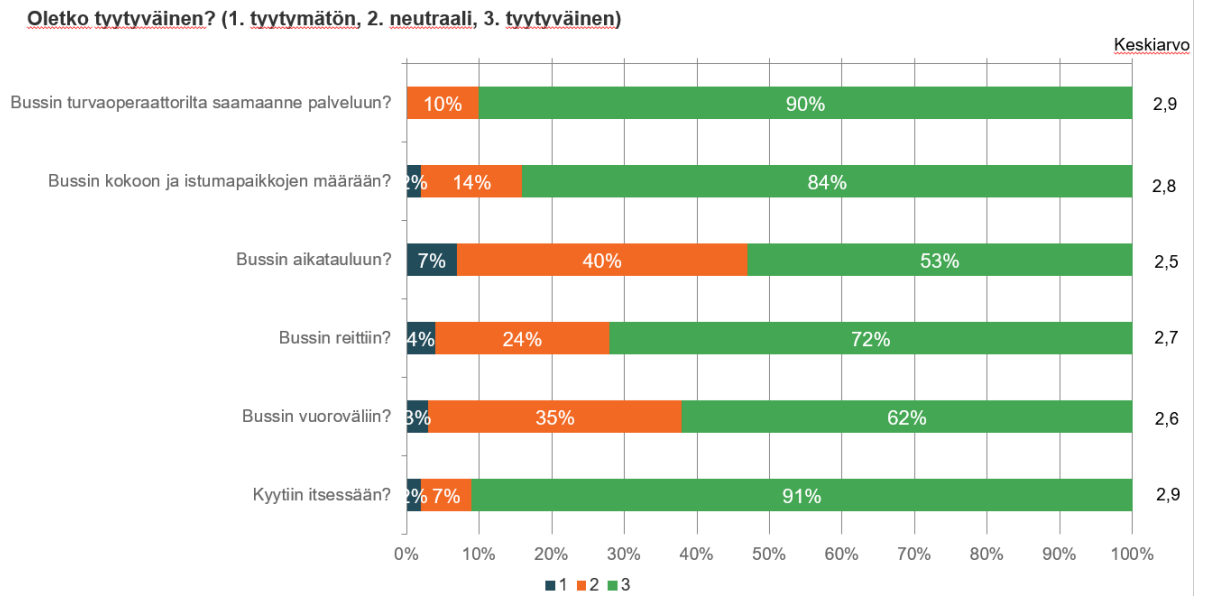


Robottibussin ruuhkahuiput ajoittuivat aamuisin klo 8:00–11:00 välille ja iltapäivällä klo 13:00–15:00 välille. Parhaimmillaan bussilla matkusti 70 matkustajaa päivässä, mutta keskimäärin matkustajia oli 30–40 päivässä. Kuukausittain linjalla matkusti keskimäärin 750 matkustajaa. Heinäkuu oli vilkkein kuukausi lähes 1000 matkustajalla. Kaikkiaan linjalla tehtiin noin 3000 matkaa. Matkustajien tyytyväisyyttä mitattiin liikennöinnistä vastaavan yrityksen, Remotedin, asettamalla HappyOrNot-laitteella. HappyOrNot-laite antaa asiakkaille mahdollisuuden antaa palautetta matkastaan painamalla joko hymy- tai surunaamaa. Tyytyväisyysindeksi pysyi joka kuukausi yli 90/100. Negatiiviset palautteet Webropol-kyselyssä liittyivät pääasiassa linjan aikataulujen muutoksiin tai myöhästymisiin.

7.1 Matkustajatyytyväisyys

Robottibussikokeilu sai pääosin positiivista palautetta matkustajilta, jotka arvostivat erityisesti henkilökunnan ammattitaitoista ja avuliasta asiakaspalvelua. Robottibussista tehtyyn Webropol-kyselyyn vastasi 72 ihmistä. Palautteiden mukaan kuljettajat olivat asiallisia, kielitaitoisia sekä ystävällisiä. Kyselyssä esitetyn tyytyväisyyskysymyksen keskiarvo oli 2,7 (Kuva 11). Ainoastaan bussin vuoroväli sekä aikataulut jäivät alle keskiarvon.

Kuva 11. Robottibussipilotin matkustajatytyväisyys



Erityisesti pienet matkustajat pitivät bussin ääniopastuksista, jotka tekivät matkustamisesta mielenkiintoista ja selkeämpää. Robottibussin varustelu ja etenkin ilmastointi koettiin hyväksi. Tämän lisäksi matkustaminen oli hiljaista ja mukavaa. Monet matkustajat pitivät robottibussia modernina ja innovatiivisena, kuvaillen kokemusta usein jopa futuristiseksi. Palvelun hyödyllisyyttä korostettiin, sillä robottibussi helpotti liikkumista Hauralan ja Lempäälän keskustan välillä. Robottibussin koettiin helpottaneen liki puolen matkustajista liikkumista (Kuva 12). Tiheämmät vuorovälit alueilla, joilla oli vähemmän muita joukkoliikenneyhteyksiä kesäaikana, tekikin palvelusta erityisen arvokkaan. Palvelun maksuttomuus sai myös kiitosta, sillä se mahdollisti liikkumisen ilman lisäkustannuksia, erityisesti lyhyillä matkoilla ja auttoi esimerkiksi autottomia.

Kuva 12. Robottibussin vaikutus matkustajien kokemuksiin liikkumisen helpottumisesta



Kehitysehdotuksissa matkustajat toivoivat palvelun laajentamista ilta- ja viikonloppuvuoroihin sekä pidempiä reittejä. Reittiehdotuksia annettiin reiteille muun muassa Hauralasta Lempäälän Ideaparkkiin tai Moisiosta Lempäälän keskustaan. Negatiiviset kommentit keskittyivät palvelun luotettavuuteen, kuten teknisiin häiriöihin ja aikataulujen epätarkkuuksiin Nyssen nettisivuilla, jotka vaikuttivat matkustajien kokemukseen.

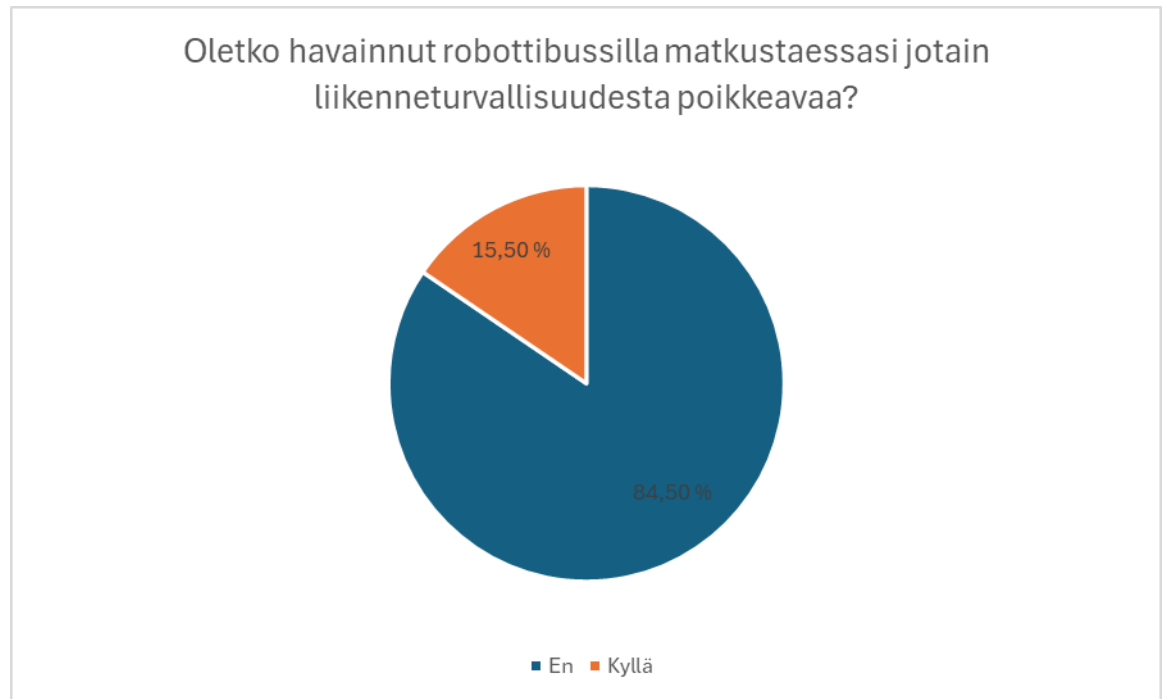
Yhteenvetona voidaan todeta, että Lempäälän robottibussikokeilu sai laajaa kiitosta sen innovatiivisuudesta, mukavuudesta sekä palvelun saavutettavuudesta. Suurin osa matkustajista toivoi palvelun jatkamista ja laajentamista, erityisesti kattavammilla aikatauluilla viitaten ilta- ja viikonloppuvuoroihin. Matkustajat toivoivat myös useamman robottibussin liitettävän pysyvästi joukkoliikenteeseen. Ehdotettiin, että robottibussit voisivat korvata vähemmän käytettyjä linjoja tai toimia koululaiskyyteinä. Kehitysehdotukset antavat hyvän pohjan robottibussipalvelun jatkokehittämiselle.

7.2 Matkustajien liikenneturvallisuushavainnot

Matkustajakyselyn vastauksissa, joissa vastaajat olivat kohdanneet liikenneturvallisuuteen liittyviä poikkeavia tilanteita, mainittiin äkkijarrutukset, joita esiintyi esimerkiksi sateella veden roiskuessa robottibussin tutkiin tai pysäkillä lähtiessä. Muutamissa palautteissa

mainittiin, että autot ohittivat bussin vaarallisesti siten, että bussi lähes törmäsi ajoneuvoihin pysäkiltä lähdettäessä. Valtaosa kyselyyn vastanneista ei ollut havainnut robottibussilla matkustaessaan mitään liikenneturvallisuudesta poikkeavaa (Kuva 13).

Kuva 13. Matkustajien liikenneturvallisuushavainnot robottibussilla matkustaessaan



Robottibussilla on samat oikeudet kuin normaaleilla busseilla taajamaympäristössä. Bussi on etuoikeutettu lähtemään pysäkiltä, jolloin autoilijoiden on annettava sille tilaa. Yksittäisissä tapauksissa korostettiin, että turvavöiden pakollinen käyttö oli auttanut ehkäisemään vammoja äkkijarrutusten aikana.

7.3 Turvakuljettajien näkökulmat

Robottibussin pilotointi toi esiin joitakin vaaratilanteita ja haasteita, joista suurin osa liittyi muiden tienkäyttäjien liikennekäyttäytymiseen. Yleisimpiä tilanteita olivat autoilijoiden ohitukset, joista myös matkustajat raportoivat. Pilotin suurimmat vaaratilanteet liittyivät pysäkeiltä lähtöihin. Robottibussin ohjelmointia oli hienosäädetty niin, että bussi odotti kauempaa tulevat autot, vaikka se olisi ollut oikeutettu lähtemään etuajo-oikeutetusti. Tämä liiallinen varovaisuus saattoi kuitenkin johtaa tilanteisiin, joissa takana tulevat autot lähtivät uudelleen liikkeelle odottamisen jälkeen. Autojen ohitteluja tapahtui erityisesti pienemmillä teillä, kuten Hauralantiellä, jossa autoilijat eivät aina noudattaneet sääntöjä ja ohittivat

bussin. Hauralantien nopeusrajoitus on 30 km/h. Pilotin alussa ohituksia oli enemmän, mutta tilanne rauhoittui, kun autoilijat ja muut alueella liikkuvat tottuivat robottibussiin.

Autoilijoiden ohitusten lisäksi suojateiden varomaton ylittäminen johti usein äkkipysähdyksiin. Erityisen riskialttiita olivat lapset, joiden arvaamaton käyttäytyminen suojateillä saattoi aiheuttaa tilanteita, joiden vuoksi bussi pysähtyi äkillisesti. Bussi on ohjelmoitu pysähtymään, mutta pysähdys on niin raju, että se vaikuttaa negatiivisesti bussissa olevien matkustajien matkustusmukavuuteen. Useimmiten äkkipysähdyksissä lasten reaktiot olivat innostuneita, mutta osa matkustajista taas saattoi säikähtää pysähdyksiä. Turvavöiden käyttö oli pakollista ja suurin osa matkustajista niitä käyttikin. Viimeistään bussin pienetkin nytkähdykset muistuttivat matkustajia niiden tärkeydestä.

Sääolosuhteet, erityisesti sankka sumu, haittasivat bussin LiDAR-sensoreita. Myös lätäköistä roiskuva vesi ja auringonpaisteen aiheuttamat heijastukset olivat ongelmallisia. Talviolosuhteiden vaikutuksia ei testattu, mutta haastateltavat toivoivat talviajan kokeiluja. Väärin pysäköidyt autot ja reitin varrella olleet työmaat aiheuttivat tilapäisiä haasteita, mutta ne eivät olleet merkittäviä. Tällöin bussi täytyi ottaa manuaaliohjaukseen turvakuljettajan toimesta. Teiden kunto reitillä oli yleisesti hyvä eikä reitin varressa olevat työmaat aiheuttaneet haasteita liikennöinnille. Pysäkeille muodostuneet painaumat vaativat korjauksia pilotin aikana.

Pilotin ajoitus kesäaikaan oli suotuisaa, mutta pidempi pilotointi, erityisesti talvella ja koululaisten ollessa koulussa, olisi tuonut arvokasta dataa vuoden aikojen tuomista haasteista ja koululaisten käyttöasteesta. Pilotin päättyminen harmitti vakiokäyttäjiä, jotka pitivät bussia hyödyllisenä ja arvostivat sen tiheämpiä vuorovälejä. Esimerkiksi vanhemmat ihmiset liikkuvat pilotin ansiosta enemmän.

8 Pohdinta

Jatkokehityksen osalta nousi esiin useita parannusehdotuksia. Reittejä ja aikatauluja toivottiin laajennettavan niin, että robottibussi liikennöisi myös iltaisin ja viikonloppuisin. Reittien laajentaminen lisäisi bussin käyttömahdollisuuksia ja palvelisi entistä laajempaa matkustajakuntaa. Pilotin aikana matkustajat kokivat robottibussin hyödylliseksi, mutta sen reitti ja liikennöintialue rajasi sen käyttömahdollisuuksia. Reittejä toivottiin laajennettavan siten, että bussi palvelisi laajempaa aluetta ja paremmin matkustajien tarpeita. Nykyinen reitti oli hyödyllinen erityisesti Hauralan ja Lempäälän keskustan välillä, mutta palautteissa esitettiin selkeästi tarve yhdistää robottibussi myös muihin keskeisiin kohteisiin, kuten Ideaparkiin ja Moisioon. Esimerkiksi Ideapark on merkittävä ostoskeskus, johon suuntautuu paljon päivittäistä asiointiliikennettä. Laajempi reittiverkosto voisi myös tukea koululaisten ja nuorten kulkemista kouluun ja harrastuksiin. Reittilaajennusten yhteydessä olisi tärkeää varmistaa, että robottibussin liikennöinti on sujuvaa ja aikataulut on sovitettu yhteen muiden joukkoliikennepalveluiden, kuten Nyssen bussilinjojen ja junayhteyksien kanssa. Tämä ei ainoastaan lisäisi sen käyttöastetta, vaan myös tukisi alueen kestävän liikkumisen tavoitteita tarjoamalla kätevän, vähäpäästöisen ja teknologisesti edistyksellisen vaihtoehdon paikallisliikenteelle.

Laajemmat liikennöintiajat palvelisivat niin työmatkalaisia kuin harrastusmatkoihin käyttäjiä. Pilotin aikana robottibussin aikataulu rajasi sen käyttömahdollisuuksia erityisesti iltaisin, mikä vaikutti monien matkustajien kykyyn hyödyntää palvelua. Harrastukset, kuten urheilu- ja kulttuuritoiminta, sijoittuvat usein ilta-aikaan, jolloin bussi ei ollut enää liikenteessä. Tämä tarkoitti, että vaikka matkustajat olisivat voineet käyttää robottibussia menomatalla harrastuksiin tai muihin iltamenoihin, heidän oli palattava kotiin toista kulkutapaa käyttäen. Tämä rajoitti palvelun käytettävyyttä ja vähensi sen houkuttelevuutta erityisesti niille, jotka tarvitsevat säännöllisesti edestakaista kulkuyhteyttä. Aamuliikenteessä bussi ehti palvella matkustajia, jotka olivat suuntaamassa juna-asemalle tai bussipysäkille jatkoylehtyksiä varten. Illan aikataulut eivät kuitenkaan enää mahdollistaneet paluuliikennettä, mikä teki palvelusta yksisuuntaisen ratkaisun monille työmatkalaisille ja opiskelijoille. Jos bussi olisi liikennöinyt pidempään, se olisi voinut tarjota merkittävästi paremman hyödyn esimerkiksi työssäkäyville, jotka palaavat kotiin myöhään iltapäivällä tai alkuillasta. Jatkokehityksen kannalta ilta-aikojen liikennöinnin lisääminen voisi parantaa palvelun saavutettavuutta ja monipuolistaa sen käyttömahdollisuuksia. Tämä tekisi robottibussista aidosti realistisen vaihtoehdon päivittäiseen liikkumiseen ja mahdollistaisi sen hyödyntämisen esimerkiksi harrastusmatkoihin, myöhäisempiin työvuoroihin ja paluuliikenteeseen juna-asemalta tai

bussipysäkiltä. Pidemmät liikennöintiajat voisivat myös lisätä matkustajamääriä ja tehdä palvelusta houkuttelevamman laajemmalle käyttäjäryhmälle.

Teknisen toimivuuden kehittäminen nousi myös keskeiseksi parannuskohteeksi. Teknisiin haasteisiin tulisi keksiä ratkaisu ennen palvelun vakiinnuttamista osaksi joukkoliikennettä. Bussin hitaus koettiin ajoittain ongelmaksi. Liikenteen rytmiin paremmin sopiva nopeus voisikin parantaa käyttökokemusta. Turvallisuuteen liittyvät huomiot, kuten äkkijarrutukset, edellyttävät jatkokehitystä esimerkiksi parempien ennakointijärjestelmien osalta. Teknisten vikojen minimointi parantaisi palvelun luotettavuutta ja lisäisi matkustajien luottamusta.

Pilotin ilmaisuus sai kiitosta matkustajien keskuudessa. Matkustajat arvelivat, että palvelun muuttuessa maksulliseksi, voisi se vaikuttaa negatiivisesti palvelun käytettävyyteen tulevaisuudessa. Mikäli robottibussi muuttuu tulevaisuudessa maksulliseksi, on tärkeää arvioida sen vaikutukset palvelun käyttöön. Kohtuullinen hinnoittelu ja mahdolliset alennusryhmät, kuten koululaisille ja eläkeläisille tarjottavat edullisemmat liput, voisivat tukea matkustajamäärien säilymistä. Ilmainen kokeilujakso oli merkittävä syy palvelun suosion kasvuun ja maksullisuuden käyttöönotossa tulee varmistaa, ettei se estä potentiaalisia käyttäjiä hyödyntämästä palvelua.

8.1 Lempäälän pilotin turvallisuus

Robottibussin pilotointi toi esiin useita turvallisuuteen liittyviä haasteita ja havaintoja. Näitä voidaan tarkastella eri näkökulmista, kuten ohjelmiston kehityksen, muiden tienkäyttäjien liikennekäyttäytymisen, matkustajakokemuksen sekä sääolosuhteiden vaikutusten kautta.

Robottibussin ohjelmointi oli suunniteltu varovaiseksi, mutta pilotin aikana havaittiin, että tämä saattoi aiheuttaa uusia riskitilanteita. Erityisesti tilanteet, joissa bussi odotti kauempaa tulevia autoja, vaikka sillä oli etuajo-oikeus, johtivat takana tulevien autoilijoiden odottamattomiin reaktioihin, kuten äkillisiin liikkeellelähtöihin uudelleen.

Kehitysehdotuksena voisi olla ohjelmiston säätäminen tasapainoisemmaksi siten, että se tunnistaa liikennetilanteet paremmin ja toimii johdonmukaisemmin erityisesti pysäkiltä lähdettäessä. Lisäksi tekoälyn ja sensorijärjestelmien kehittämistä voisi jatkaa siten, että ne reagoivat herkemmin liikennetilanteisiin, mutta ilman liiallista varovaisuutta.

Pilotin aikana havaittiin, että autoilijat eivät aina noudattaneet liikennesääntöjä.

Robottibussin jatkuva näkyvillä olo ja sen toimintaan tottuminen voivat kuitenkin vähentää riskikäyttäytymistä. Tulevissa kokeiluissa voitaisiinkin lisätä tiedotusta autoilijoille

esimerkiksi liikennemerkkein tai kampanjoilla, jotta he ymmärtäisivät robottibussin toimintaperiaatteet paremmin.

Äkkijarrutukset olivat merkittävä matkustusmukavuuteen ja turvallisuuteen liittyvä ongelma, erityisesti suojateiden kohdalla ja huonoissa sääolosuhteissa. Turvallisuuden ja mukavuuden parantamiseksi bussin jarrutusmekanismeja ja sen jarrutuskovuutta voisi kehittää pehmeämmiksi ilman, että liikenneturvallisuus kuitenkaan heikentyy. Lisäksi matkustajille voisi tarjota selkeämpää tietotusta bussin käyttäytymisestä liikenteessä, jotta he ovat valmistautuneita äkillisiin pysähdyksiin.

Sääolosuhteet, kuten sankka sumu ja veden roiskeet, vaikuttivat robottibussin LiDAR-sensoreihin ja aiheuttivat liikennetilanteiden virhetulkintoja. Aurinko aiheutti myös heijastuksia, jotka vaikeuttivat sensorien toimintaa. Jatkokehityksessä robottibussin sensoriteknologiaa tulisi parantaa siten, että se pystyy toimimaan tehokkaammin erilaisissa sääolosuhteissa. Lisäksi talvitestaukset olisivat tarpeen, sillä lumiset ja jäiset olosuhteet tuovat uusia haasteita, kuten liukkauden ja lumen peittämät tien reunat, jotka haittaavat bussin järjestelmiä ja liikennöintiä.

Useat matkustajakyselyn vastaajat eivät raportoineet mitään liikenneturvallisuuteen liittyviä ongelmia, mikä viittaa siihen, että suurella osalla matkustajista kokeilu sujui turvallisesti. Tämä on yhteneväinen havainto Sohjoa Baltic hankkeeseen, jossa matkustajat pitivät pilottia turvallisena (Forum Virium Helsinki, n.d.). Positiivista palautetta annettiin erityisesti turvallisuuden ja pilotin yleisen kokemuksen osalta. Kokeilu saatettiin loppuun ilman onnettomuuksia tai muun liikenteen sujuvuuteen vaikuttaneita seuraamuksia. Turvavöiden pakollinen käyttö ennaltaehkäisi pahempien loukkaantumisten sattumisen.

8.2 Mahdollisuudet Tampereen kaupunkiseudulla

Tampereen kaupunkiseutu on aktiivisesti kehittämässä liikennejärjestelmäänsä vuosien 2024-2027 MAL-sopimuksen mukaisesti. Tässä kokonaisuudessa automaattiset ajoneuvot, erityisesti robottibussit, voisivat tarjota merkittäviä hyötyjä ja uusia mahdollisuuksia. Robottibussit voivat toimia liityntäliikenteenä pääväylien, kuten raitiotie- ja junalinjojen, solmukohtiin. Esimerkiksi Sääksjärven tai Messukylän uusille junaseisakkeille voisi järjestää automaattibussipalvelun lähialueita varten. Pienemmillä ja vähemmän kuormitetuilla alueilla robottibussit voivat täydentää joukkoliikennettä ilman, että tarvitaan jatkuvaa bussiliikennettä, kuten FABULOS-hankkeessa, jossa robottibussia pystyi

pyytämään pysähtymään pysäkeille mobiilisovelluksen kautta. Lisäksi ne mahdollistavat joustavamman aikataulutuksen ja voivat palvella alueilla iltaisin ja viikonloppuisin, kun normaalit bussivuorot harvenevat tai ne eivät liikennöi ollenkaan näinä ajankohtina.

Robottibussit voisivat parantaa saavutettavuutta erityisesti tulevien raitiotielinjojen varrella, joissa koko alueen infrastruktuuri on uudistumassa. Esimerkiksi Niihaman alue, jonne on suunnitteilla raitiotie, voisi jo ennen toteutusta hyötyä robottibusseista kokeiluympäristönä ja liikenteen järjestäjänä. Automaattibussit toimisivat myös osana vähäpäästöistä liikkumista. Tämä tukisi puhtaan siirtymän investointeja etenkin uusilla tai kehittyvillä elinkeinoalueilla, kuten Tampereen eteläisessä kehityskäytävässä tai Hiedanrannan alueella. Robottibussien käyttöönotto voisi toimia alueen teknologia- ja innovaatiokeskittymien referenssinä ja houkuttaa alan toimijoita seudulle.

Robottibussit voivat lisätä liikenneturvallisuutta tietyissä ympäristöissä, kuten koulualueilla tai kaupunkikeskustojen kävelypainotteisilla alueilla, joissa ajonopeudet ovat matalat ja liikenneympäristö on ennakoitavissa. Autonomisten ajoneuvojen käyttöönotto voi myös nostaa liikenneturvallisuusinvestointien laatua, esimerkiksi älyliikenteen infrastruktuurin kehittämisen kautta. Käytännön toteutus edellyttää kuitenkin huolellista valmistelua. Robottibussien käyttöönotto vaatii selkeät ja hyvin määritellyt reitit, joissa liikenneympäristö on turvallinen ja helposti hallittava. Tampereella on jo aiemmin pilotoitu robottibusseja, joten kokeilujen pohjalta löytyy aineistoja Hervannan ja Lempäälän alueella tehdyistä hankkeista. Jatkokehitys voisi kohdistua esimerkiksi Lielahden.

Robottibussit voisivat tukevat Tampereen kaupunkiseudun MAL-sopimuksen tavoitteita usealla tavalla. Ne voisivat tehostaa ja täydentää alueen joukkoliikennettä samalla parantaen alueiden saavutettavuutta. Robottibussit tukevat vähäpäästöisen ja älykkään liikenteen kehittämistä sekä tarjoavat kustannustehokkaan tavan laajentaa palveluja erityisesti alueilla, joissa joukkoliikenteen kysyntä on vähäisempää.

8.3 Mahdollisuudet Lempäälässä

Lempäälän julkinen liikenne koostuu linja-autoliikenteestä sekä lähijunaliikenteestä, jotka tarjoavat hyvät yhteydet esimerkiksi Tampereelle. Sääksjärvelle tulevaisuudessa valmistuva uusi juna-asema parantaisi alueen saavutettavuutta entisestään. Liikennejärjestelmää tukevat lisäksi alueen valtatie ja seututieverkosto.

Robottibussiliikenne tarjoaisi Lempäälälle tulevaisuudessa merkittäviä mahdollisuuksia parantaa joukkoliikenteen tehokkuutta ja saavutettavuutta.

Robottibussien käyttöönotto voi tuoda useita etuja. Robottibussit voisivat toimia erityisesti syöttöliikenteessä, jossa yhdistetään asuinalueet juna-asemiin, kouluihin, päiväkoteihin sekä muihin julkisiin palveluihin. Tämä lisäisi palvelun joustavuutta ja mukautuvuutta, sillä robottibussit voisivat liikkua vaihtelevaan tahtiin ja palvella alueita, joilla perinteisellä bussilla operoitava joukkoliikenne ei ole aina kannattavaa tai mahdollista. Pilotin perusteella robottibussi voisi tulevaisuudessa olla pysyvä osa Lempäälän joukkoliikennettä, mikäli sen tekniset ja aikataululliset haasteet ratkaistaan. Erityisesti koululaiskyytien tukeminen ja harvemmin liikennöityjen alueiden palveleminen voisivat tehdä siitä tärkeän osan paikallista liikennejärjestelmää. Kokonaisuudessaan pilotista saadut tulokset osoittavat, että robottibussi on innovatiivinen ja potentiaalinen ratkaisu tulevaisuuden joukkoliikenteelle.

Sähköllä toimivat robottibussit tukisivat Lempäälän kestävä kehityksen tavoitteita. Sähköllä kulkevat robottibussit olisivat ympäristöystävällisempi vaihtoehto perinteiselle polttomoottorilla toimivalle bussille. Täten päästöjen väheneminen tekeekin robottibusseista ympäristöystävällisemmän vaihtoehdon. Robottibussiliikenne voisi parantaa Lempäälän mainetta modernina ja innovatiivisena kuntana, joka olisi valmis kokeilemaan uusia teknologiaan liittyviä ratkaisuja. Tämä voisikin houkuttaa alueelle uusia yrityksiä ja asukkaita, jotka arvostavat kestävä ja edistyksellistä teknologiaa. Lempäälässä vuonna 2026 järjestettävät asuntomessut tarjoaisivat erinomaisen mahdollisuuden pilotoida robottibussiliikennettä suuren yleisön edessä. Robottibusseilla voisi korvata perinteiset messubussit tarjoamalla innovatiivisen ja kestävämmän liikenneratkaisun Lempäälään saapuville messuvieraille ympäri Suomea. Tämä pilotti palvelisi tapahtuman logistisia tarpeita sekä toimisi selkeänä mittarina robottibussien toimivuudesta laajemmassa mittakaavassa.

Lempäälällä on erinomaiset edellytykset kehittää robottibussiliikennettä osaksi kestävä ja innovatiivista joukkoliikennejärjestelmää. Oikein suunnitellut pilottihankkeet ja investoinnit voisivat tuoda merkittäviä hyötyjä niin taloudellisesti kuin ekologisesti.

8.4 Suomen tulevaisuus automaattiliikenteessä

Tieliikennettä koskevien kansainvälisten yleissopimusten uudistaminen ja Suomen kansallisen lainsäädännön mukauttaminen niihin nopeuttaa automaattisen liikenteen kehitystä Suomessa. Muutokset mahdollistavat automaattisten ajoneuvojen laajamittaisemman käytön ja testauksen, kun lainsäädäntö selkeyttää niiden asemaa liikenteessä. Erityisesti pilotoijan rooli, vastuukysymykset ja turvallisuusvaatimukset uudistuisivat, mikä mahdollistaisi automaattisten ajoneuvojen kehittämisen entistä paremmin.

Suomen on todennäköisesti tehtävä investointeja älykkääseen liikenneinfrastruktuuriin, jotta automaattiset ajoneuvot pystyisivät toimimaan sujuvasti. Samalla kansainvälinen yhteensopivuus EU:n ja muiden maiden kanssa helpottaisi automaattisten ajoneuvojen käyttöä myös rajat ylittävässä liikenteessä.

Tulevaisuudessa muutokset voisivat johtaa täysin automaattisten kuljetusratkaisujen yleistymiseen Suomessa, erityisesti kaupunkialueilla. Teknologian ja lainsäädännön kypsyminen voi kuitenkin viedä vielä aikaa ja täysin automaattisten ajoneuvojen laajamittainen käyttöönotto saattaa tapahtua vasta vuosien päästä.

8.5 Johtopäätökset

Työn tavoitteena oli tarkastella Lempäälän robottibussipilottia liikenneturvallisuuden näkökulmasta sekä perehtyä automaattisia ajoneuvoja koskevaan lainsäädäntöön ja sen kehitykseen. Pilotin perusteella robottibussi koettiin yleisesti ottaen turvalliseksi liikennemuodoksi, eikä merkittäviä turvallisuusuhkia havaittu. Ajoneuvon toiminta oli ennakoivaa ja varovaista, mikä lisäsi matkustajien turvallisuudentunnetta. Pienistä teknisistä haasteista huolimatta kokonaisuus osoitti, että robottibussit voivat jo nykyisellään toimia osana paikallista liikennejärjestelmää tietyin reunaehdoin.

Suomen nykyinen lainsäädäntö mahdollistaa automaattisten ajoneuvojen pilotoimisen ja kokeilut, mutta se on yhä kehitysvaiheessa. Lainsäädäntö keskittyy tällä hetkellä kokeilujen hallittuun toteuttamiseen, mutta pysyvän ja laajemman käyttöönoton edistämiseksi tarvitaan selkeämpiä normeja muun muassa vastuunjaosta, liikenteen valvonnasta ja tietoturvasta. Meneillään oleva tieliikenteen automaation sääntelyhanke luo tälle

kehitykselle pohjan ja mahdollistaa tulevaisuudessa paremmin integroidut ja turvalliset ratkaisut.

Tutkimuksessa nousi esiin myös konkreettisia mahdollisuuksia siitä, kuinka robottibussi voisi tulevaisuudessa tukea Lempäälän ja Tampereen kaupunkiseudun joukkoliikennettä. Robottibussi voisi toimia liityntäliikenteen välineenä asemien, asuinalueiden ja palveluiden välillä erityisesti alueilla, joilla ei ole kattavaa joukkoliikennettä. Käyttäjäkokeemukset ja pilotin tulokset osoittavat, että teknologia on jo varsin kypsää ja sen avulla voidaan parantaa joukkoliikenteen saavutettavuutta, monipuolistaa palveluntarjontaa ja tukea kestävästä liikenteestä tavoitteita.

8.6 Jatkotutkimusehdotukset

Robottibussipalvelun kehittämiseksi, alla on esitelty muutamia keskeisiä jatkotutkimusehdotuksia. Ne voisivat auttaa palvelun optimoinnissa ja sen saamisessa pysyväksi osaksi joukkoliikennettä.

Jatkotutkimuksessa voitaisiin selvittää robottibussin optimaalinen koko ja malli erilaisiin käyttötilanteisiin. Lisäksi voitaisiin kartoittaa, millainen ajoneuvomalli sopii parhaiten eri reiteille ja eri matkustajatarpeisiin. Esimerkiksi pienempi ja ketterämpi bussi voisi sopia paremmin asuinalueiden lähiöliikenteeseen, kun taas suurempi ja tilavampi malli voisi toimia vilkkaammilla reiteillä, kuten juna-asemalle suuntautuvilla linjoilla.

Yksi tutkimuskohde voisi olla robottibussin toiminta eri vuodenaikoina. Lempäälän kesäkauden pilotin perusteella saatiin arvokasta tietoa. Talvikuukausien haasteet ovat kuitenkin hyvin erilaisia kesään verrattuna. Esimerkiksi lumen ja jään vaikutus sensorien toimintaan, pidempi jarrutusmatka ja muuttuvat liikenneolosuhteet voivat vaikuttaa merkittävästi bussin käytettävyyteen. Tutkimuksessa voisi selvittää, miten robottibussit sopeutuvat Suomen talviolosuhteisiin ja millaisia muutoksia tarvittaisiin sen toimintavarmuuden varmistamiseksi.

Lopuksi voitaisiin tutkia laajempien reittien ja kattavampien aikataulujen vaikutus palvelun käyttöön. Nykyinen pilotissa testattu reitti oli hyödyllinen, mutta matkustajat toivoivat palvelua myös muille alueille. Tutkimuksessa voitaisiin selvittää, miten uusien reittien lisääminen vaikuttaisi matkustajamääriin, palvelun kannattavuuteen ja liikenteen sujuvuuteen. Samalla voitaisiin analysoida, kuinka pidemmät liikennöintiajat, esimerkiksi iltaisin ja viikonloppuisin, vaikuttaisivat käyttöasteeseen ja matkustajakokemukseen.

Lähteet

Aittoniemi, E., Itkonen, T., Lehtonen, E., Maasalo, I., Malin, F., Innamaa, S. (17.4.2024). *Tieliikenteen automaation vaikutuksia*. Traficom.

https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Tieliikenteen_automaaation_vaikutuksia_10_2024.pdf

Autotuoajat ja -teollisuus ry. (n.d.) Autonomisen liikenteen kehitys. Haettu 20.3.2025 osoitteesta

https://www.autotuoajat.fi/linjaukset/autonomisen_liikenteen_kehitys

Civitas. (n.d.). *Tampere*. Haettu 6.1.2025 osoitteesta

<https://civitas.eu/cities/tampere>

Fabulos. (n.d.). *Helsinki pilot*. Haettu 1.4.2025 osoitteesta

<https://fabulos.eu/>

Forum Virium Helsinki. (n.d.). *Sohjoa Baltic*.

<https://forumvirium.fi/projektit/sohjoabaltic/>

Lehtonen, E., Helminen, V., Mesimäki, J., Tuominen, A., Wallius, E. (8.11.2024). *Liikenteen uusien teknologioiden ja palveluiden vaikutusmekanismit*. Valtioneuvosto.

https://cris.vtt.fi/ws/portalfiles/portal/111030789/VNTEAS_2024_36.pdf

Lempäälä. (n.d.). *Kuntaesittely*.

<https://www.lempaala.fi/lempaala-tietoa/kuntaesittely/>

Liikenne- ja viestintäministeriö. (25.4.2024a). *Kuulemistilaisuus tieliikenteen automaation sääntelymuutoksia koskevasta arviomuistiosta*. Muistio.

https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/1dc102ea-7253-4102-af2f-1d46294a6c53/1eea49e7-f2b2-49b8-834b-d131122573d3/MUISTIO_20240425121716.PDF

Liikenne- ja viestintäministeriö. (27.3.2024b). *Tieliikenteen automaation sääntely*.

https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/1dc102ea-7253-4102-af2f-1d46294a6c53/4ff6c758-570a-46fa-9f14-8f91ae91cec1/LAUSUNTOPYYNTO_20240403121507.PDF

MetaCCAZE. (2025). *Metaccaze -hanke*.

<https://www.metaccaze-project.eu/>

Metropolia Ammattikorkeakoulu. (n.d.). *Sohjoa Baltic -hanke*.

<https://www.metropolia.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-innovaatiot/hankkeet/sohjoa-baltic>

Miettinen, K., Riihelä, A., Suomento, J. (28.3.2024). *Tieliikenteen automaation edellyttämät lainsäädäntömuutokset Suomessa*. Liikenne- ja viestintäministeriö.

https://api.hankeikkuna.fi/asiakirjat/1dc102ea-7253-4102-af2f-1d46294a6c53/dd185954-8b82-4912-a9da-10b8d635e6d8/LAUSUNTOPYYNTO_20240403121507.PDF

Remoted. (n.d.). Haettu 12.1.2025 osoitteesta

<https://www.remoted.fi/>

Riihentupa, L., Eloranta, P., Mäkipää, M., Salminen, N., Launonen, P. (24.8.2021). *Automaattisten bussien kehityspolku osaksi kustannustehokasta joukkoliikennettä*. Sitowise.

<https://static.espoo.fi/cdn/ff/pw7ajS8HLRILdivRN5kxq2Q1OtpOpsdDQs0I7UdG0J4/1631275454/public/2021-09/Automaattisten%20bussien%20kehityspolku%20osaksi%20kustannustehokasta%20joukkoliikennett%C3%A4.pdf>

SHOW-project. (n.d.). *SHOW-hanke*. Haettu 3.4.2025 osoitteesta

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

Sohjoa Baltic. (n.d.). *Sohjoa Baltic -projekti*.

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

Tampereen kaupunki. (n.d.). *Joukkoliikenne*. Haettu 19.2.2025 osoitteesta

<https://www.tampere.fi/liikenne-kadut-ja-kunnossapito/joukkoliikenne>

Tampereen kaupunkiseutu. (n.d.). *MAL-sopimus*.

<https://tampereseutu.fi/tulevaisuus/mal-sopimus/>

Traficom. (1.1.2016). *L-luokan ajoneuvot*.

https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/168_2013%20ajoneuvoluokat.pdf

Valtioneuvosto. (2019). Liikenteen automaation lainsäädäntö- ja avaintoimenpidesuunnitelma.

<https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM059:00/2019>

Valtioneuvosto. (2021). *Tieliikenteen automaation sääntelyhanke*.

<https://valtioneuvosto.fi/hanke?tunnus=LVM032:00/2021>



Opinnäytetyön aineistohallintasuunnitelma

Opinnäytetyön nimi: Robottibussipilottihankkeet ja automaattisten ajoneuvojen sääntelyn
nykytila ja tulevaisuus Suomessa, Case: Lempäälän robottibussipilotti

Opinnäytetyön tekijä: Lassi Lehmus

Opinnäytetyön aineiston kuvaus

Tämän opinnäytetyön tutkimusaineisto koostuu matkustajille kohdistetusta kyselystä, turvakuljettajille ja turvaoperaattoreille tehtävästä haastattelusta, kunnan intra-aineistoista sekä verkkojulkaisuista. Aineistoa käsitellään luottamuksellisesti ja hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti. Henkilötietojen käsittelyssä noudatetaan EU:n yleistä tietosuoja-asetusta (2016/679) ja Suomen kansallista lainsäädäntöä. Luottamuksellista aineistoa ei säilytetä pilvipalveluissa.

Ennen haastatteluja ollaan yhteydessä robottibussia operoivaan yritykseen ja varmistetaan haastateltavien osapuolien suostumus haastatteluun. Ennen haastattelutilannetta varmistetaan vielä haastateltavien suostumus haastattelun äänittämiseen jatkokäsittelyn helpottamiseksi.

Webropol-kyselyn alussa vastaajaa informoidaan siitä, miten saatuja vastauksia tullaan hyödyntämään.

Kyselyn etusivulla tuodaan esille, että kyselyn toteuttamiseen on saatu lupa Lempäälän kunnalta ja Hämeen ammattikorkeakoululta. Kyselyssä tuodaan myös ilmi, että osallistuminen on vapaaehtoista ja vastaaja voi keskeyttää vastaamisensa milloin tahansa. Ennen kyselyn aloittamista vastaajaa pyydetään vielä rastittamaan valintaruutu, jolla hän vahvistaa tutustuneensa HAMKin tietosuojailmoitukseen kyselyssä olleen linkin kautta. Kyselyn lopussa vastaajalla on mahdollisuus halutessaan antaa yhteystietonsa osallistuakseen Lempäälä-tuotepaketin arvontaan. Yhteystietoja ovat etu- ja sukunimi, sähköpostiosoite sekä puhelinnumero. Vastaajaa on ennakoon informoitu henkilötietojen käsittelystä HAMKin ohjeiden mukaisesti <https://www.hamk.fi/tietosuoja/tietosuojailmoitus-tietosuojatoiminta/>.

Webropolista saatu aineisto tallennetaan xls-tiedostona ja haastattelusta saatu ääniraita tallennetaan äänitteenä. Kaikki henkilötiedot, joita kyselyssä käsitellään, salataan ja niitä ei julkaista lopullisessa opinnäytetyössä.

Aineiston tallennus ja säilytys

Opinnäytetyön aineisto tallennetaan ja sitä työstetään opinnäytetyön tekijän henkilökohtaisella tietokoneella. Tietokone on suojattu tekijän itse luomalla salasanalla. Aineistoa varmuuskopioidaan säännöllisesti erilliseen kansioon. Aineistoa käsittelee opinnäytetyön tekijän lisäksi mahdollisesti myös opinnäytetyön ohjaaja.

Haastattelun ääniraita tallennetaan opinnäytetyön tekijän henkilökohtaisen tietokoneen työasemalle vahvan salauksen taakse. Äänityksessä käytetään puhelinta, joka on myös suojattu haastattelijan luomalla numerokoodilla eikä laite ole haastattelijan päivittäisessä käytössä. Myös puhelin on suojattu pääsykoodilla, johon vain opinnäytetyön tekijällä on pääsy.

Henkilötietojen ja arkaluonteisten tietojen käsittely

Opinnäytetyössä kerätään henkilötietoja, jotta kyselyssä vastanneiden kesken voidaan arpoa kolme erilaista tuotepalkintoa. Kaikki henkilötietoja sisältävät tiedot poistetaan ja hävitetään arvonnin jälkeen. Henkilötietoja ei jatkokäytetä muihin tarkoituksiin tai anneta eteenpäin muille tahoille.

Kyselyssä kysytään vastaajan nimeä, puhelinnumeroa sekä sähköpostia. Opinnäytetyön työntekijä on henkilökohtaisesti yhteydessä voittajiin arvonnin päätyttyä.

Aineiston omistajuus

Opinnäytetyön aineiston ja tulokset omistaa toimeksiantaja Lempäälän kunta. Verkosta löytyvien artikkeleiden ja raporttien omistajuus säilyy niiden kirjoittajalla eikä niiden omistajuus kuulu opinnäytetyön tekijälle.

Aineiston jatkokäyttö työn valmistumisen jälkeen

Tilajana toiminut Lempäälän kunta voi halutessaan jatkokäyttää aineistoa. Opinnäytetyön tekijä säilyttää opinnäytetyön aineistoa yhden vuoden opinnäytetyön hyväksymispäivästä, minkä jälkeen aineisto hävitetään tietoturvallisia menetelmiä hyödyntäen opinnäytetyön tekijän toimesta.



Lempäälän robottibussipilotin matkustajakysely

Pakolliset kysymykset merkitty tähdellä (*)

Tutkimuksen tuloksia hyödynnetään opinnäytetyön tekemiseen ja robottibussiliikenteen tulevaisuutta koskevaan päätöksentekoon Lempäälän kunnassa.

Pyydän sinua osallistumaan Lempäälän robottibussipilotin matkustajia kartoittavaan kyselyyn, johon vastaaminen vie noin 5 minuuttia. Kysely on auki 11.10.2024 klo 9 saakka.

Kyselyn toteuttamiseen on saatu lupa Lempäälän kunnalta ja Hämeen ammattikorkeakoululta. Osallistuminen on vapaaehtoista ja voit keskeyttää osallistumisesi milloin vain.

Kyselyssä kerättäviä henkilötietoja käsitellään ainoastaan sen yhteydessä toteutettavaa arvontaa varten. Jos et halua osallistua arvontaan, sinun ei tarvitse jättää yhteystietojasi. Henkilötiedot tuhotaan, kun arvonta on suoritettu. Lisätietoa henkilötietojen käsittelystä Lempäälän kunnassa:

<https://lempaala.fi/tietosuoja>

Mikäli sinulla herää kysyttävää kyselyyn liittyen, vastaan mielelläni.

Vastauksestasi etukäteen paljon kiittäen!

Liite 2/2

Lassi Lehmus

lassi.lehmus@lempaala.fi

1. Annan suostumukseni henkilötietojeni käsittelyyn edellä kuvatulla tavalla. *

Kyllä (kyselyyn vastaaminen edellyttää yllä mainittujen suostumusten antamista)

2. Oletko matkustanut Lempäälän robottibussilla? *

Kyllä

En

3. Ikäsi? *

Alle 12 v.

13-19 v.

20-25 v

26-65 v.

66-84 v.

85 v. tai yli

4. Mihin tarkoitukseen käytät robottibussia? *

- Asiointimatka (esim. kauppa tai apteekki)
- Työmatka
- Koulumatka
- Osana matkaketjua (esim. Tampereelle tai Helsinkiin)
- Harrastusmatka
-

Koeajo

Muu, mikä?

5. Mistä olet kuullut robottibussista? * Kunnan nettisivut

-
- Paikallislehdet (LVS tai Aamulehti)
- Sosiaalinen media
- Tuttava
- Digitaaliset
- näytöt Muu,
-

mikä?

6. Montako matkaa teet viikossa robottibussilla? *

- 1-3 matkaa
- 4-7 matkaa
- 8-11 matkaa
- 12 matkaa tai enemmän

7. Käytätkö robottibussia edestakaisin matkoihin säännöllisesti? *

Kyllä

En

8. Oletko havainnut robottibussilla matkustaessasi jotain liikenneturvallisuudesta poikkeavaa? *

En

Kyllä, millaista? _____

9. Oletko tyytyväinen? (1. tyytymätön, 2. neutraali, 3. tyytyväinen) *

1

2

3

10. Miksi olet tyytymätön?

11. Onko robottibussi vähentänyt tai helpottanut matkustamistasi? (1.vähentänyt 2. pysynyt ennallaan 3.helpottanut) *

1

2

3

12. Jos on vähentänyt, miksi?

13. Käytätkö robottibussin lisäksi? *

Linja-autoa

Taksia

Junaa

Henkilöautoa

Polkupyörä tai sähköpotkulauta

Kävelen

Muuta, mitä?

14. Mitä kulkumuotoa käytit liikkumiseen ennen robottibussikokeilun aloittamista? *

- Linja-autoa
- Taksia
- Junaa
- Henkilöautoa
- Polkupyörä tai sähköpotkulauta _____

Kävelen

Muuta, mitä?

15. Mitä risuja ja ruusuja haluat antaa robottibussikokeilusta?

16. Antamalla yhteystietosi osallistut Lempäälä tuotepaketin arvontaan. Yhteystietoja käsitellään luottamuksellisesti eikä niitä luovuteta ulkopuolisten käyttöön.

Etunimi

Sukunimi

Matkapuhelin

Sähköposti



Kysely turvakuljettajille ja -operaattoreille

Vaaratilanteet:

-Miten muut tienkäyttäjät ovat suhtautuneet robottibussiin?

-Liikennekäyttäytyminen, tuleeko paljon kiihdytyksiä tai vaarallisia ohituksia? Näkykö turhautuminen?

-Onko tullut äkkipysähdyksiä muiden tienkäyttäjien liikennekäyttäytymisen takia?

-Ovatko vaarakohdat esimerkiksi suojatiet, liikenneympyrät, liikennevalot, pysäkiltä lähdöt aiheuttaneet vaaratilanteita?

-Ovatko matkustajat jättäneet käyttämättä turvavyötä, kun äkkipysähdys on tapahtunut?

-Onko bussin käytöstä tai ohjelmointia jouduttu muuttamaan pilotin aikana?

Muuta, mitä?

Ilkivalta:

-Onko bussiin kohdistunut ilkivaltaa?

-Onko joku tahallaan haitannut bussin toimintaa? Jalankulkija, pyöräilijä tai autoilija.

Muuta, mitä?

Sääolosuhteet/luonnonhaitat:

- Onko sanka sumu tai kova sade aiheuttanut ongelmia robottibussin toiminnalle?
- Onko reitin varressa pientareella ylikasvanut kasvillisuus haitannut bussin toimintaa?
- Onko reitillä puita, joiden lehdet ovat haitanneet bussin etenemistä?
- Muuta, mitä?

Väärin pysäköidyt autot:

- Onko reitin varrella kohdattu väärin pysäköityjä autoja ajoradalla tai sen vieressä niin, että ne olisivat haitanneet bussin etenemistä?

Hauralan alueella käynnissä oleva kaapelityömaa:

- Ovatko työmaajärjestelyt haitanneet bussin toimintaa? Työmaajärjestelyt: kiertotiet, sulkuaidat, työkoneet lähellä ajorataa.
- Onko huono teiden kunto vaikuttanut bussin toimintaan, kuten ajoradalla olevat poikitukset?
- Muuta, mitä?

Palautteet, jotka ovat tulleet suoraan kuljettajalle:

- Onko matkustajat antaneet palautetta suoraan teille? Onko se ollut positiivista vai negatiivista pääpiirteissään?