

Tämä loppuraportointilomake on tarkoitettu hankkeille, jotka ovat päättyneet.

### Innovaatorahastosta rahoitettu hanke

<b>Hankkeen hallinnoija (yritys/toimiala/tms.):</b> Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy
<b>Hankkeen nimi:</b> Helsinki RobobusLine
<b>Lisätiedonantajan yhteystiedot:</b> E. R.
<b>Hankkeen kokonaisaikataulu ja raportointikausi (kk/vuosi–kk/vuosi):</b> 1/2017-12/2019
<b>Hankkeen johtoryhmän/Ohjausryhmän kokoonpano:</b>  - E. R., Metropolia AMK - O. N., Metropolia AMK - A. S., Itä-Suomen yliopisto - E. K., HSL - R. P./M. L., Helsingin liikenne- ja katusuunnittelu - K. T., Helsingin elinkeino-osasto - P. M., Helsingin infraomaisuus - S. S./P. K., Forum Virium Helsinki

### Hankkeen toteutuminen

<b>Hankkeelle asetetut tavoitteet</b>  1, Pitkäjaksoinen liikennöinti mahdollistaa kustannus- ja liiketoimintalogiikoiden ja asiakastyytyvyyden seurannan ja kehittämisen. Tältä pohjalta myös potentiaaliset operaattorit tunnistetaan ja aktivoidaan. 2, Bussilinja tarjoaa vuodesta 2018 alkaen yrityksille TKI-kokeilualustan SOHJOA-hankkeen jatkoksi ja tavoitteena on kasvattaa älyliikenteen liiketoimintaa erityisesti vientiin tähtäävien teknologiayritysten osalta. 3, Media-arvon kapitalisointi ja Helsinki-brändin kasvattaminen. Hanke kapitalisoi sen medianäkyvyyden joka on jo nyt saatu SOHJOA-hankkeen avulla, tämä on looginen seuraava askel kohti automaattista liikennettä ja se tulee herättämään merkittävää kansainvälistä kiinnostusta, nostaen Helsingin brändiarvoa edelleen ylöspäin innovatiivisena, kokeilevana kaupunkina. SOHJOA-hanke on uutisoitu laajalti kaikissa kansallisissa medioissa sekä kansainvälisesti.
--

**Hankkeelle asetettujen tavoitteiden toteutuminen**

Missä määrin tavoitteet on saavutettu? Mitkä ovat hankkeessa suoritettut keskeisimmät toimenpiteet? Mitkä ovat merkittävimmät muutokset hankkeen toteuttamisessa verrattuna alkuperäiseen suunnitelmaan?

Hankkeessa liikennöitiin kaksi noin 6 kk mittaista pilottijaksoa automaattibussilla vuosina 2018 ja 2019. Vuoden 2018 pilotti toteutui Itä-Helsingin Kivikossa ja vuotena 2019 bussilla liikennöitiin Kalasatamassa. Bussin liikennöintiä voidaan pitää hankkeen keskeisimpänä ja näkyvimpänä toimenpiteenä, ja tämä oli myös oleellinen osa Metropolian osatoteutusta EU:n laajuisessa mySMARTLife-hankkeessa. Liikennöintiä varten tehtiin töitä muun muassa bussin hankinnan, reittisuunnittelun, reittijärjestelyjen, reitin ohjelmoinnin, valmistajan välisen yhteydenpidon, kaluston ylläpidon, operaattorikoulutusten sekä eri tahojen välisen yhteistoiminnan eteen. Itse liikennöinnin aikana tehtiin käyttäjätutkimusta sekä seurattiin ajamisen vaatimustasoa.

Ongelmaksi käyttäjäkyselyiden ja asiakastyytyvyyden seurannan osalta nousi palvelun pilottimaisuus ja tekniikan keskeneräisyys mikä ei välttämättä anna todellista kuvaa mahdollisesta tulevaisuuden toiminnasta. Tästä konkreettisin esimerkki on teknisistä syistä johtuva bussin sisällä olevan vastuullisen henkilön (operaattorin) pakollinen läsnäolo. Myös reitit on täytyneet valita sen perusteella mihin bussi kykenee ja missä on tilaa liikennöidä häiritsemättä liikaa muita tienkäyttäjiä, ei välttämättä sen mukaan missä olisi tarvetta liikkumispalveluiden parantamiseen, varsinkin kestäväällä tavalla. Tästä seurasi se, että valtaosa matkustajista tuli vain kokeilemaan bussia, jopa henkilöautolla paikalle saapuen, sen olematta osana henkilön matkaketjua. Toki myös yhden bussin käyttö hankkeessa rajoittaa todellisen käyttötilanteen mukaista toimintaa, käyttöalueesta ja kysynnästä riippuen. Voidaan todeta, että tekniikan uutuusarvolla ja kypsyyttämyydellä on vielä merkittävä rooli pilottien toteuttamisessa sekä matkustajien kyyditsemisessä automaattibusseilla.

Yhteistyötä HSL:n kanssa saatiin hankkeen aikana ratkaisevasti tiivistettyä, ja automaattibussi integroitiin Reittioppaaseen. Samalla bussille luotiin linjanumerotunnukset, Kivikossa käytössä oli tunnus 94R ja Kalasatamassa 26R. Kivikon osalta tämä tapahtui tiettävästi ensimmäisenä maailmassa korostaen Suomen ja Helsingin kehitystä automaattisen liikenteen saralla. Luonteeltaan täysin erilaisilla pilottireiteillä saatiin kokemusta eriävistä liikennöintiympäristöistä ja tätä kautta selvisi parhaiten käytössä olevalle tekniikalle sopivien reittien piirteet. Reiteillä kyydityt 5185 matkustajaa olivat automaattibussista pääosin innoissaan. Yleisesti ottaen kaikenikäiset käyttäjät tuntuivat olevan halukkaita käyttämään vastaavaa palvelua tulevaisuudessa – oli sitten kuskia bussin sisällä tai ei. Suurin kommentoitu aihe koski bussin hidasta liikennöintinopeutta, empivää käytöstä sekä äkillisiä ja yllättäviä jarrutuksia. Samanaikaisesti matkustajia huoletti jarrutusten voimakkuus, jos liikennöintinopeudet nousevat.

Potentiaalisia operaattoreita pyrittiin tunnistamaan, mutta varsinainen kustannustehokas etävalvottu operointi voi syntyä vasta sitten, kun tähän tarvittavaa tekniikkaa voidaan luotettavasti tarjota yrityksille. Hankkeesta saatujen kokemusten perusteella on oletettavaa, että tähän menee vielä useampi vuosi. Yhtä lailla operaattorina voivat tulevaisuudessa toimia nykyiset bussiliikenteen toimijat tai uudet alalle syntyvät yritykset. Tällä hetkellä markkinoilla olevat yritykset ja toimijat keskittyvät tekniikan pilotointiin ja esittelyyn eri suljettujen alueiden sekä tieliikennekokeilujen muodossa. Kuitenkin merkittävä saavutus tehtiin hankkeessa vuoden 2019 pilotoinnin osalta Kalasatamassa, jossa bussia saatiin operoimaan koko pilottijakson ajaksi alihankkijana hankkonsortion ulkopuolinen toimija. Alaan sai näin käytännön tuntumaa operoinnin osalta Suomen ensimmäinen kaluston kehittäjästä ja testauksesta erillään oleva kaupallinen toimija.

Liikennöinnin ohessa bussi tarjosi TKI-kokeilualustan yrityksille. Osaltaan kokeilualustaan liittyvien toimenpiteiden toteuttamista vaikeutti riippuvuus valmistajan tuesta/ylläpidosta liikennöinnin suhteen sekä järjestelmän rajapintojen sulkeutuneisuudesta huolimatta siitä, että bussi on Metropolian omistuksessa. Osoittautui, että konkreettista integrointia bussin järjestelmiin oli käytännössä mahdotonta tehdä, eikä sitä siis saatu siinä määrin toteutettua mitä tavoitteena oli. Suurin pettymys oli se, ettei bussia koskevaa etäohjausta- ja monitorointia saatu kehitettyä ja testattua hankkeessa.

Fyysisen integroinnin sijaan bussi tarjosiideoivan ja ajatuksia herättävän ympäristön. Bussin kyydissä kävi automaattista liikennettä kehittäviä yrityksiä ja kokemuksia vaihdettiin bussikyydin sekä muiden tapaamisten aikana. Konkreettisenä esimerkkinä voidaan mainita tiedonvaihto sen suhteen, miten pilottireiteillä kirjattiin ylös operaattorin toimia vaativia tilanteita. On vaikea arvioida kaikkea epäsuoraa vaikutusta ja hyötyä, mitä hanke yrityksille tarjosi. Ennen kaikkea Helsinki RobobusLine edisti erään yrityksen syntyä, ja hankkeeseen hankittua Navya Autonom Shuttle -automaattibussia käytettiin vertailukohtana kotimaisen ympärivuotiseen liikenteeseen kykenevän GACHA-automaattibussin kehittämisessä. Tätä yhteistyötä on edelleen jatkettu hankkeen jälkeenkin, ja Autonom Shuttle -automaattibussia on tarkasteltu myös alkuvuodesta 2020 Metropolian Myyrmäen kampuksella.

Hankkeen media-arvo oli huomattavaa kansallisesti sekä kansainvälisesti. Hankkeesta tehtiin kymmeniä artikkeleita eri medioissa. Automaattibussista kuvattiin yritysvidioita muun muassa Suomen suurimpien mobiiliverkko-operaattorien sekä yritysten toimesta. Bussin kyydissä on käynyt useita ulkomaisia vieraita ja poliittisia päättäjiä. Automaattibussi sai erityisen suurta huomiota aasialaisten turistien ja vaikuttajien keskuudessa, ja heitä vieraili kyydissä bussilasteittain, ja tämän lisäksi pidettiin myös yksityisiä luentoja. Kalasataman reitillä bussi oli oleellinen osa Forum Virium Helsingin koordinoimia kaupunginosan ohjattuja Smart City -opastuksia.

Verrattuna alkuperäiseen suunnitelmaan, merkittävimmät muutokset hankkeen toteuttamisessa koskivat aikataulua sekä budjettia. Automaattibussin hankintaprosessi viivästyi siinä määrin, että bussi toimitettiin Suomeen vasta 1.12.2017. Tästä syystä liikennöinti voitiin aloittaa ensimmäisen pilotin osalta vasta keväällä 2018 (14.5.2018). Hanke-suunnitelman mukainen 4 kk pilottijakso vuodelta 2017 jäi siis toteuttamatta. Automaattibussissa ilmenneiden teknisten ongelmien vuoksi varsinainen liikennöintiäika jäi lyhyemmäksi molempien 6 kk pilottijaksojen osalta. Kuitenkin valmius liikennöintiin oli projektin toteuttajan puolesta koko ajan olemassa. Suureksi ongelmaksi nousi bussivalmistajan tekninen kyky ja valmius reagoida ongelmiin nopeasti mikä ilmeni useiden viikkojen odotusaikana. Yhden vakioreitit sijasta bussilla operoitiin kahdessa eri paikassa mySMARTLife-emohankkeessa vaaditun kahden eri pilotin mukaisesti. Tästä ei kuitenkaan koettu olevan haittaa hankkeen tulosten osalta.

Bussin hankintahinta oli korkeampi kuin mitä oltiin hankehakemuksessa oletettu. Hakemuksessa ei oltu osattu huomioida sitä, että jotta bussi voi liikkua, on valmistajalle myös maksettava vuosittaisia lisenssi- ja huoltokuluja. Viime tiedon mukaan näissäkin on tapahtunut muutosta hintojen nousun muodossa aikaisemmin ilmoitettuun 30 000 €/v kustannuksiin verrattuna. Näiden kulujen suuruus on tällä hetkellä luokkaa 50 000 €/v. Lisäksi yksittäinen bussin ohjelmointi jollekin reitille (sisältäen Feasibility study, Mapping, On-Site commissioning) kustantaa 35 000 €.

#### Hankehakemuksessa määritellyt hankkeen toteutuksen seurantamittarit ja niiden tulokset

Toteutuksen seurantamittarit:

1. Ajetut vs. suunnitellut ajopäivät ja vuorot, poikkeamien prosentuaalinen osuus enintään 2 %, Metropolia
2. Matkustajamäärät ja käyttäjätutkimus, Metropolia
3. Automaattisen ajamisen vaatimustason ja sitä kautta arvioidun kaupallisen operoinnin kustannustason seuranta, Metropolia
4. Etävalvomon toiminta mukaan lukien tiedonsiirron arviointi, Metropolia

Seurantamittarien tulokset:

1. Molempien pilottireittien osalta automaattibussille luotiin aikataulu, jonka toteutumista tarkkailtiin päiväkohtaisesti. Reiteillä liikennöitiin 18 lähtöä päivässä, 3 lähtöä tunnissa, arkisin klo 9-15. Vuoden 2018 pilotin osalta Kivikossa poikkeama koko liikennöintijaksolla (14.5-14.11) oli ajopäivien osalta 26 % (130 suunniteltua ajopäivää ja 96 toteutunutta) ja lähtöjen osalta 32 % (2310 suunniteltua lähtöä ja 1564 toteutunutta). Parhaiten lähdöt toteutuivat touko-elokuun välisenä ajankohtana, jolloin poikkeama ajopäivien osalta oli 4 % (77 suunniteltua ajopäivää ja 74 toteu-

tunutta) ja lähtöjen osalta 9 % (1370 suunniteltua lähtöä ja 1248 toteutunutta).

Kivikossa liikennöinnin poikkeamia aiheuttavia syitä olivat:

- **Hiihtohallin katolla olevan kiinteän GNSS RTK-tukiaseman ja bussin väliset yhteysongelmat.**
- **Rankat sateet.**
- **Bussin toiminnassa tai reitillä havaittujen epämääräisyyksien selvittäminen valmistajan kanssa** (esimerkiksi bussin pysähtyminen aina samassa paikassa, vaikkei mitään ihmissilmälle näkyvää estettä tai asiaa ollut havaittavissa). Havaitun ongelman jälkeen toimenpiteinä oli usein lokitiedostojen lataaminen bussiin tietokoneelta ulkoiseen muistitikkiin ja näiden tiedostojen lähettäminen valmistajalle.
- **Työmaakalusto robottibussin reitillä.**
- **Ajoneuvot parkissa robottibussin pysäkillä.**
- **Poikkeavat liikennejärjestelyt reitillä.**
- **Korkea lämpötila**, jonka seurauksena bussin ilmastointi kulutti akkua siinä määrin, ettei se riittänyt päivän viimeisille lähdöille (päivässä liikennöitiin noin 6 tuntia).
- **Kastelupussien asennus puiden taimille**, jonka vuoksi bussin lokalisoinnin (paikannuksen) avuksi taimien kasvutukiin asennettuja vanerilevyjä täytyi muokata ja niiden toiminnallisuus jälkikäteen testata.
- **Uuden ohjelmistoversion asennus**, joka ei kuitenkaan toiminut oikealla tavalla bussissa. Asian selvittely valmistajan kanssa aiheutti kuuden päivän katkoksen liikennöinnissä. Lopulta bussiin asennettiin takaisin aiempi ohjelmistoversio, ja liikennöintiä päästiin jatkamaan.
- **Ilmeisesti kylmän ilman aiheuttama akkuvika**, jonka seurauksena bussi kulki alamäessä kovempaa kuin oli ohjelmoitu ja lopulta pysähtyi lähelle urheilupuiston pysäkkiä jatkamatta enää matkaansa. Bussi jouduttiin lopulta kuljettamaan Metropolian Koskelon halliin, jossa siihen vaihdettiin akkupaketti. Tämä ei kuitenkaan tuottanut toivottua tulosta, kun samoja oireita alkoi taas ilmetä. Tästä johtuen bussilla liikennöitiin kuuden viimeisen suunnitellun liikennöintiviikon aikana (8.10-14.11.2018) vain viitenä päivänä.

Vuoden 2019 pilotin osalta Kalasatamassa poikkeama koko liikennöintijaksolla (21.5-22.11) oli ajopäivien osalta 35 % (128 suunniteltua ajopäivää ja 83 toteutunutta) ja lähtöjen osalta 35 % (2178 suunniteltua lähtöä ja 1424 toteutunutta). Parhaimmillaan lähdöt saatiin ajettua suunnitellun mukaisesti toukokuussa, jolloin poikkeama ajopäivien osalta oli 0 % (8 suunniteltua ajopäivää ja 8 toteutunutta) ja lähtöjen osalta 1 % (144 suunniteltua lähtöä ja 142 toteutunutta), sekä marraskuussa, jolloin poikkeama ajopäivien osalta oli myös 0 % (16 suunniteltua ajopäivää ja 16 toteutunutta) ja lähtöjen osalta 1 % (288 suunniteltua lähtöä ja 285 toteutunutta). Ajopäivillä tarkoitettiin edellä mainituissa tapauksissa (Kivikon ja Kalasataman osalta) sitä, jos päivän aikana ajettiin yksikin aikataulun mukainen lähtö.

Kalasatamassa liikennöinnin poikkeamia aiheuttavia syitä olivat:

- **Bussin toiminnassa tai reitillä havaittujen epämääräisyyksien selvittäminen valmistajan kanssa** (esimerkiksi bussin pysähtyminen aina samassa paikassa, vaikkei mitään ihmissilmälle näkyvää estettä tai asiaa ollut havaittavissa).
- **Pienten päivityspakettien lataaminen**, jonka jälkeen bussia piti testata reitillä ennen matkustajien kyytiinottamista.
- **Oviongelmia**. Oven mikrokytkin-ongelmasta johtuen bussi ei suostunut liikkumaan automaattitilassa luullen, että ovet ovat auki. Vika saatiin korjattua muutamassa päivässä liikennöitsijän (Rolan ja Metropolia) toimesta valmistajan ohjeilla.
- **Toistuva lokalisointiongelma Redi-pysäkillä ja sen läheisyydessä**, jonka tuloksena bussi ylitti aika-ajoin ajoradan ja jalkakäytävän välisen kanttikivetyksen eikä mennyt täysin reitillään. Ongelma ilmeni ensimmäisen kerran kesäkuussa, jonka jälkeen lokeja lähetettiin valmistajalle analysoitavaksi ja bussi oli liikennöimättä 14.6-16.7 välillä sen toiminnallisuutta testaten ja lokeja lähettäen. Päivitysten jälkeen lokalisointiongelma ilmeni jälleen 28.8 ja bussi oli liikennöimättä 18.9 saakka. Karttakorjauksen jälkeen ajoja päästiin jatkamaan, mutta epämääräistä käytöstä esiintyi kuitenkin edelleen ja bussi kulki muun muassa välillä liian lähellä ajoväylän oikeaa reu-

naa Capellan puistotiellä. 8.10 bussivalmistajan työntekijä tuli ohjelmoimaan reitin uudestaan ja bussi oli pois ajosta 8-11.10 tätä suoritettaessa. Ohjelmoinnin jälkeen lokalisointiongelmia ei enää loppuliikennöintikaudella ilmennyt. Redi-pysäkin luokse Leonkadun ja Arielinkadun risteuksen tuntumaan rakennettu betonikompleksi saattoi vaikuttaa lokalisointiongelmiin Redi-pysäkin luona.

- **Lumisade.** 7.11 bussireitillä satoi lunta ja bussin lokalisointiin käyttämät LiDAR-tutkat näkivät lumihuutalet esteinä, eikä bussi suostunut liikkumaan tai liike oli hyvin töksähtelevää.
- **Sumu.** Esti operaattorin näkyvyyden yhtenä marraskuisena aamuna.
- **Telian verkkoon tullut katkos** estäen bussin satelliipaikannukseen käytettävän Trimnet VRS RTK virtuaalisen referenssi paikannuspalvelun käytön (Kalasatamassa käytettiin mobiiliverkon yli toimivaa VRS RTK-palvelua kiinteän tukiaseman sijasta). Verkkokatkoksen aikana bussia ajettiin usein manuaalisesti, eikä poikkeamia lähtöjen osalta kuitenkaan kirjattu.
- **Bussin rikkinäisen näyttöpaneelin vaihto.** Suoritettiin valmistajan toimesta bussin liikennöintiä aikana.

Liikennöinnin poikkeamien osalta suurimmaksi ongelmaksi Kivikon reitillä nousi akkuvika ja Kalasatamassa lokalisointiongelma joiden selvittämiseen ja kuntoon saattamiseen kului useita viikkoja. On syytä huomioida, että hankkeessa oli käytössä vain yksi bussi ja ongelmien ilmetessä käytössä ei ollut korvaavaa kalustoa eikä muita normaalin liikennöitsijän resursseja. Ennen kaikkea tarvittava tekninen tuki oli ulkomailla (Ranskassa). Suuremmat ongelmat nostivat siis poikkeamien prosentuaalisen osuuden kohtuuttoman suureksi. Toisaalta myös yksittäisiä edellä mainittuja lyhytkestoisempia ongelmia ilmeni verrattain usein lisäten poikkeamien määrää. Todennäköisesti yksikään näistä ongelmista ei kuitenkaan ollut sellainen, mikä olisi aiheuttanut lähtöjen perumisia perinteisellä kuljettajan ajamalla bussikalustolla (toki satunnaiset tekniset viat ja inhimilliset virheet voivat olla mahdollisia myös perinteisellä bussikalustolla). Vertailun vuoksi vuositason ajamattomien lähtöjen osuus kaikista HSL:n bussiliikenteen lähdöistä on 0,15-0,17% luokkaa. Poikkeamien prosentuaalisen osuus nousi siis huomattavasti suuremmaksi, kuin tavoiteltu 2 % poikkeama ja tästäkin olisi kokeilun osalta vielä pitkä matka HSL:n yleiseen bussiliikenteen luotettavuuteen.

Poislukein operaattorien normaalit toimet bussin liikkeelle saattamisessa reitille automaattiajoon (näistä lisää kohdassa 3.), on vaikea arvioida sitä, miten usein jokin lähtö voitiin toteuttaa sillä ehdolla, että operaattori puuttui bussin toimintaan. Kalasatamassa oli esimerkiksi hyvin usein autoja parkissa robottibussin pysäkeillä, jotka oli varattu bussille katualue varattu -kyltein, jolloin bussi ei voinut automaattisesti pysäköidä järkevästi pysäkeille. Tämä oli toki ulkoisista syistä johtunut ongelma, mutta huomioiden se, että tällaista voi avoimilla teillä sattua, on elintärkeää, että bussi kykenee selvittämään vastaavanlaiset tilanteet itsenäisesti tai etäoperaattorin avustuksella tulevaisuudessa. Tämän lisäksi lukuisat vieraat ja kuvausryhmät täyttivät bussin välillä usean kierroksen ajaksi, jolloin ei ajettu täysin aikataulun mukaan. Tällaisia tilanteita ei kuitenkaan huomioitu poikkeamiksi lähdeissä.

2. Matkustajamäärästä pidettiin kirjaa ja käyttäjätutkimusta tehtiin satunnaisesti matkustajille täytettäväksi annettulla tabletti-kyselyllä. Kivikossa matkustajia oli koko liikennöintijaksolla 1294 ja Kalasatamassa 3891, yhteensä siis 5185 matkustajaa. Tämän lisäksi bussin kyydissä kävi useita vieraita, joita ei matkustajamääriin laskettu aina mukaan. Käyttäjäkyselyihin vastasi Kivikossa 141 matkustajaa ja Kalasatamassa 220, yhteensä siis 361 vastaajaa. Matkustajat olivat automaattibussista pääosin innoissaan. Yleisesti ottaen kaikenikäiset käyttäjät tuntuivat olevan valmiita käyttämään vastaavaa palvelua tulevaisuudessa – oli sitten kuskia bussin sisällä tai ei. Enimmäkseen kommentoitiin bussin hidasta liikennöintiä nopeutta, empivää käytöstä sekä äkillisiä ja yllättäviä jarrutuksia. Samanaikaisesti matkustajia huoletti jarrutusten voimakkuus, jos liikennöintiä nopeudet nousevat. Käyttäjäkyselyn tuloksista voi lukea enemmän hankkeen loppujulkaisun artikkelista "[Robottibussimatkustajien ajatuksia kokeiluista](#)".

Matkustajille annettavan tabletti-kyselyn lisäksi bussissa olleet operaattorit selvittivät, miten matkustajat olivat bussin kyytiin tulleet ja oliko se osana matkustajien matkaketjua. Selvityksen mukaan Kivikossa noin 70 % matkustajan (n=1202) kohdalla robottibussi ei ollut osana matkaketjua. Kalasataman osalta vastaava luku oli 45 % (n=3890). Kalasatamassa siis hieman yli puolet matkustajista käytti robottibussia osana matkaketjuaan. Lisäksi selvitettiin, miten matkustajat olivat robottibussin kyytiin tulleet. Kivikossa noin 39 % tuli kävellen, 30 % autolla, 17 % julkisilla ja

lopun pyörällä tai yksityiskuljetuksella (n=1294). Kalasatamassa kävelen kyytiin nousi 69 %, julkisilla 21 %, autolla 7 % ja lopun pyörällä tai yksityiskuljetuksella (n=3891). Kun valtaosa matkustajista saapui robottibussin kyytiin kävelen (olivat liikkeellä vain kävelen), voidaan päätellä, että matkustajat olivat pääosin alueella muutenkin liikkuvia tai siellä asuvia henkilöitä.

Osana selvitystä yritettiin ottaa selvää myös siitä, vaikuttiko robottibussin liikennöinti matkustajan päätökseen kulkea julkisilla tullessaan robottibussin kyytiin. Käytännössä yritettiin siis saada vastauksia siihen, miten viimeisen kilometrin liikennöivä robottibussi vaikuttaisi valintaan joukkoliikenteen ja henkilöauton välillä. Kivikon osalta noin 23 % matkustajista (n=202) robottibussin liikennöinti vaikutti myönteisesti joukkoliikenteen valintaan. Kalasatamassa vastaava luku oli noin 7 % (n=620). Valtaosa julkisilla robottibussin kyytiin tulleista matkustajista olisi siis joka tapauksessa käyttänyt joukkoliikennettä, ja robottibussi korvasi todennäköisesti aikaisemmin kävelen taitetun matkan. Tätä tukee myös tabletti-kyselyn kohta, jossa matkustajia kehoitettiin kertomaan, millä kulkumuodolla hän robottibussilla kuljetun matkan kulkisi, jos ei kulkisi sillä hetkellä robottibussilla. 71 % matkustajista olisi kulkenut matkan kävelen ja 24 % pyörällä (n=207).

Hankkeen loppupuolella julkaistu nettipohjainen [kysely](#) (mahdollisuus myös vastata bussissa tähän kyselyyn tabletilta) tuotti vaatimattomat 12 vastausta, mutta tästäkin saatiin arvokkaita kommentteja matkustajilta. Kysyttäessä matkustajilta mikä robottibussikyydissä oli parasta, saatiin seuraavia kommentteja:

- "Tasainen kyyti"
- "Hyvä meininki!"
- "Asiantuntevat ja palveluaittiit ihmiskuljettajat"
- "Olihan se hauska kokemus."
- "helppous"
- "ilmainen joukkoliikenne, sekä liikennöinti ilman kuljettajaa"
- "Kokemus ja hyvät jutut"
- "Kiireettömyys"
- "Näppärä koko, sopisi hyvin lyhyille matkoille joilla ei mene joukkoliikenteen linjoja. Kutsuplussin korvaaja."

Kun taas kysyttiin mikä robottibussikyydissä oli huonointa, kommentoitiin seuraavaa:

- "Hitaus"
- "Pikajarrutukset!"
- "Toki tekniikka vielä tökkii, mutta joka kerralla kesti hetki, että robobussi avasi ovet tai lähti liikkeelle."
- "Lähimmän pysäkin puuttuminen Sompasaassa, pääsin bussilla vain puoleen väliin kotimatkasta"
- "todella hidas"
- "Toimii epäluotettavasti"
- "Nykivä meno"

Huomioitavaa edellisistä kommentteista on erityisesti se, että niissä kiiteltiin bussin sisällä olevaa vastuullista henkilöä, operaattoria. Sama toistui myös tabletti-kyselyn avoimessa palaute-osiossa. Onkin oletettavaa, että vaikka teknisesti operaattori voitaisiin jo nyt poistaa bussin sisältä, tarvitaan ihmistä opastamaan matkustajia bussin käytössä vielä jonkin aikaa. Ennen fyysisesti läsnä olevan operaattorin poistamista on toki vielä ajettava tuhansia, ellei miljoonia testikilometrejä ja varmistuttava siitä, ettei puuttumista bussin toimintaan tarvita bussin sisältä käsin.

Ongelmaksi käyttäjäkyselyiden ja asiakastytyväisyyden seurannan osalta nousi palvelun pilottimaisuus ja tekniikan keskeneräisyys mikä ei välttämättä anna todellista kuvaa mahdollisesta tulevaisuuden toiminnasta. Tästä konkreettisista esimerkkeistä on edelleen bussin sisällä olevan vastuullisen henkilön (operaattori) pakollinen läsnäolo, teknisistä syistä johtuen. Myös reitit on täytynyt valita sen perusteella mihin bussi kykenee ja missä on tilaa liikennöidä häiritsemättä liikaa muita tienkäyttäjiä, ei välttämättä sen mukaan missä olisi tarvetta liikkumispalveluiden parantamiseen, varsinkin kestäväällä tavalla. Tästä seurasi se, että valtaosa matkustajista tuli vain kokeilemaan bussia, jopa



henkilöautolla paikalle saapuen, sen olematta osana henkilön matkaketjua. Robottibussin kyytiin nousseilla matkustajilla saattoi olla myös ennestään positiivinen mielikuva tekniikkaa kohtaan eikä kyytä kokeillessa ollut varsinaisen kiire, verrattuna esimerkiksi työmatkaliikenteeseen. Mikään ei kuitenkaan antanut viitteitä siitä, etteivätkö matkustajat olisi valmiita käyttämään robottibussia tulevaisuudessa osana joukkoliikennettä, kunhan vain luotettavuus, reitti sekä aikataulut vastaavat kunkin tarpeita.

Kokeiluissa robottibussi korvasi viimeisen kilometrin liikkumisvälineenä pääosin kävelyä. Jos tavoitteena on vähentää liikkumisesta aiheutuvia päästöjä, tulisi löytää ne paikat ja reitit, jossa voidaan lisätä joukkoliikenteen kulkumuoto-osuutta henkilöautoilua vähentäen. Tuottamalla lisäpalvelua jo ennestään joukkoliikenteen käyttäjille korvaten aikaisemmin kävellen tai pyöräillen taitettuja matkoja, tuotetaan vain lisää CO<sub>2</sub> päästöjä. Myös sähköinen robottibussi tuottaa CO<sub>2</sub> päästöjä, ei välttämättä paikallisesti (käytössä voi olla myös esimerkiksi polttoaineella toimivia lisälämmittimiä), mutta varmasti vähintään välillisesti jossain vaiheessa laitteen elinkaarta tai ajamiseen vaaditun energian eli sähköntuotannon ohessa. Toisaalta nyt robottibussikyytiä kiittelivät erityisesti ikäihmiset. Verrattain lyhyillä reiteillä robottibussien potentiaalisin käyttäjäryhmä lieneekin ikäihmiset ja liikuntaesteiset, joille jo lyhyen matkan käveleminen tuottaa haasteita.

3. Robottibussin reiteillä tarkkailtiin tilanteita, joita bussi ei selvittänyt autonomisesti ja joissa vaadittiin operaattorin toimintaa. Tämän perusteella operaattorin suorittamat toimet voidaan jakaa ja kuvata ennen varsinaisen liikennöinnin aloittamista tehtäviin toimenpiteisiin, liikennöinnin aikana tehtäviin toimenpiteisiin sekä liikennöinnin jälkeisiin toimenpiteisiin seuraavalla tavalla:

- **Ennen liikennöintiä**

- Yleinen kaluston ylläpito. Ennen kaikkea tarkastaminen, että kaikki on kunnossa robottibussissa ulkoa ja sisältä. Pilottien aikana saattoi olla esimerkiksi tarvetta puhdistaa bussin LiDAR-tutkat.
- Latauskaapelin irrottaminen
- Bussin käynnistäminen (virta-avaimella bussin ulkopuolelta) ja bussin ajaminen manuaalisesti pysäkillä tai lähelle pysäkkiä josta liikennöinnin aikataulun mukainen ensimmäinen lähtö aloitettiin. Jossain tapauksissa matka latauspaikalta ensimmäiselle pysäkillä voitaisiin tuki ohjelmoida, mutta todennäköisesti tarvittaisiin jonkin verran manuaalista ajoa tai muita toimia, että bussi paikantaisi itsensä reitillä ja osaisi lähteä siinä ajamaan (bussin täytyi olla tarkasti, noin 10 cm toleranssilla, ohjelmoidulla reitillä, jotta automaattisen ajotilan pystyi käynnistämään).
- Automaattisen ajotilan käynnistäminen. Tämä tehtiin valitsemalla haluttu operointimoodi, bussi tai metromoodi (katso alempana), valitsemalla haluttu bussipysäkki bussin sisällä olevasta hallintapaneelin kosketusnäytöltä ja painamalla kosketusnäytöstä ”GO”-kohtaa.

- **Liikennöinnin aikana**

- Liikennöinnin aloittaminen aikataulun mukaan ja aikataulun seuraaminen ensimmäisen lähdön jälkeen. Kivikossa ja Kalasatamassa bussia liikennöitiin niin sanotussa bussimoodissa kiinteiden aikataulujen mukaan ajamalla kolme lähtöä tunnissa kuuden tunnin ajan klo 9-15 arkipäivinä. Aikataulua ei voitu ohjelmoida robottibussiin, joten operaattorin täytyi huolehtia, että bussi lähtee liikkeelle aikataulun mukaisesti. Bussia oltaisiin voitu operoida myös niin kutsutussa metromoodissa, jossa bussi olisi aina lähtenyt automaattisesti liikkeelle odotettuaan noin 10 sekuntia pysäkillä. Tämä ei kuitenkaan ollut järkevä vaihtoehto toteutetuissa piloteissa.
- Seuraavan bussipysäkin valitseminen ja lähtöluvan antaminen painamalla ”GO”-kohtaa bussin sisällä olevasta hallintapaneelistä.
- Ajon tarkkailu ja tilanteisiin puuttuminen tarvittaessa. Liikennetilanteet voivat vaatia operaattorin toimia, esimerkiksi Kivikossa oli tarve ylittää risteys mihin operaattorin täytyi antaa lupa bussin hallintapaneelistä. Oli myös tarve ohittaa reitillä olevia esteitä käyttämällä bussin sisällä olevaa manuaalijon ohjainta. Ennen kaikkea operaattorin täytyi olla valmis pysäyttämään bussi joko painamalla jompaakumpaa bussin sisällä sijaitsevaa hätäpysäytys-painiketta tai käyttämällä manuaalijon ohjainta.
- Yhteydenpito bussivalmistajaan ongelmatilanteissa. Jos jotain ongelmia ilmeni, operaattorit olivat suo-

raan yhteydessä bussivalmistajan etävalvomoon/tukeen. Yhteys saatiin joko WhatsApp-viestein, puhelimitse, sähköpostilla tai bussissa sijaitsevalla hätäpuhelimella (ei käytetty kertaakaan pilottien aikana). Yleensä ongelmista viestittiin WhatsAppilla tekstaten sekä lähettämättä kuvia ja videoita eri tilanteista. Valmistaja pystyi ottamaan etäyhteyden bussin tietokoneisiin ja keräämään lokitiedostoja USB-tikulle, joka oli asetettu paikalleen operaattorien toimesta, ja jonka sisällön operaattorit myöhemmin lähettivät valmistajalle. Etäyhteyttä käytettiin myös pienten ohjelmistopäivitysten tekemiseen. Usein ohjelmistopäivitysten jälkeen operaattorien tuli tarkastella bussin toimintaa tavanomaista tarkemmin jolloin ei myöskään otettu matkustajia kyytiin.

- o Toimiminen eräänlaisena matkaoppaana ja kirjanpito matkustajien määrystä. Operaattorit muun muassa kehottivat matkustajia käyttämään turvavöitä turvallisuussyistä, keräsivät matkustajapalautetta ja vastailivat matkustajien esittämiin kysymyksiin. Operaattorit pitivät yllä myös yleistä järjestystä bussissa.
- o Bussin yleisen toiminnan seuraaminen ja säätäminen: akun varaus, paikannustarkkuus, ilmaston säätäminen, jousituksen säätäminen ja potentiaalisia ongelmia aiheuttavien asioiden huomioiminen (esimerkiksi tien laidassa olevan kasvillisuus). Kivikossa hiihtohallin katolle asennettu GNSS RTK-tukiasema piti käydä käynnistämässä uudelleen suunnilleen kahden viikon välein, tämä tehtiin operaattorin toimesta.

#### • Liikennöinnin jälkeen

- o Robottibussin ajaminen manuaalisesti takaisin latauspaikalle.
- o Yleinen kaluston ylläpito. Tarkastaminen, että kaikki on kunnossa robottibussissa ulkoa ja sisältä.
- o Bussin kytkeminen lataukseen (latauskaapelin kytkeminen bussiin ja virtalähteeseen) ja virran katkaisu.

Yleisten toimien lisäksi pidettiin kirjaa tilanteista, joihin operaattoreiden piti puuttua ajon aikana. Operaattoreilla oli käytössään tabletti, johon pyrittiin kirjaamaan tällaisia tapahtumia. Kivikon osalta kirjattiin yhteensä 91 tilannetta, joista noin puolet pystyttiin liittämään ympäristön aiheuttamiin ongelmiin ja puolet teknisiin tai tunnistamattomiin ongelmiin. Tilanteiden seurauksena bussi piti ottaa manuaaliohjaukseen tai antaa näyttöpaneelista bussille lupa jatkaa matkaa, kun bussi oli ensin pysähtynyt jostain syystä. Pysäköidyt ajoneuvot (esimerkiksi Kivikontien bussipysäkillä) olivat yleisin syy, aiheuttaen noin 70 % (n=49) ympäristöön liitettävistä ongelmista. Ajoneuvot tai esineet jotka olivat bussin reitillä, piti kiertää manuaalisesti käyttämällä bussin sisällä olevaa ohjainta. Ympäristöön liittyvät ongelmat olivat seurausta myös tien laidassa olevasta kasvillisuudesta, jotka bussi saattoi nähdä esteenä tai rankasta sateesta. Tekniset tai tunnistamattomat ongelmat (n=41) liittyivät usein paikannuksen katoamiseen, ja ylipäättään sellaisiin syihin jonka seurauksena bussi pysähtyi ilman tunnistettua syytä, jonka jälkeen operaattorin piti kuitata ohjauspaneelista ajon jatkaminen tai käyttää manuaaliohjainta.

Yleinen operaattorien tunne oli, ettei yhtäkään päivää ajettu ilman, että olisi tarvinnut puuttua robottibussin toimintaan automaattisen ajotilan aikana. On selvää, ettei jokaista tilannetta kirjattu ylös erilaisista häiriötekijöistä johtuen. Lisäksi Kivikossa päätettiin olla kirjaamatta ylös seuraavia tapahtumia:

- **Ohjelmoitu pysähtyminen Savikiekontien ja Kivikonlaidan risteyksessä ajettaessa Kivikontien suuntaan.** Yleisesti ottaen robottibussi osasi selvittää erilaiset risteystilanteet automaattisesti ohjelmoimalla risteysalueelle niin kutsuttu ”priority zone”, eli alue jota bussi tarkkaili sensoreillaan ja havaittuaan siinä ihmisen tai asian odotti, kunnes alueella näitä asioita ei enää esiintynyt. Savikiekontien ja Kivikonlaidan risteyksessä operaattorin piti kuitata risteuksen ylitys ohjauspaneelista painamalla ”GO”-painiketta jokaisella lähdöllä. Muiden ajoneuvojen nopeus Kivikonlaidan tiellä oli sen verran suuri (pääosin suurempi kuin 50 km/h), ettei robottibussin tutkat pystyneet näkemään riittävän kauas, jotta turvallinen ylitys olisi ollut mahdollista toteuttaa automaattisesti käyttämällä priority zoneja.
- **Robottibussin epämääräinen käytös Kivikontien pysäkillä lähdettäessä.** Pysäkeiltä lähtiessä robottibussi kykeni automaattisesti tunnistamaan priority zonen avulla, jos takaa tuli ajoneuvoja ja päättämään tämän perusteella, jos pysäkillä lähteminen oli mahdollista. Usein ajoneuvot kuitenkin ajoivat nopeasti ja yli salli-



tun nopeusrajoituksen, ja bussin lähtiessä hitaasti liikkeelle se saattoi ajaa ajoneuvojen eteen, kun ajoneuvoa ei vielä hetki sitten ollut priority zonessa. Joskus ajoneuvot jäivät odottamaan robottibussia sen vilkuttaessa pois pysäkiltä, josta seurasi tilanne, jossa kumpikaan ajoneuvoista ei liikkunut, sillä tilaa antava ajoneuvo oli ohjelmoidulla priority zonella. Tilanne ratkaistiin joko viittilöimällä ajoneuvon kuljettajalle tai painamalla ohjauspaneelista "GO"-painiketta, jolloin priority zone ohitettiin, ja bussi lähti liikkeelle.

- **Robottibussin empivä käytös Kivikonlaidan ja Kivikontien kiertoliittymässä.** Pääosin robottibussi selvitti kiertoliittymän hyvin ja väisti automaattisesti muita tienkäyttäjiä tarpeen vaatiessa. Kun bussi oli pysähtynyt kiertoliittymän luona havaittuaan tienkäyttäjän priority zonella ja edelleen havaittuaan, että risteys oli vapaa, kesti muutaman sekunnin, että bussi lähti taas liikkeelle hitaasti kiihdyttäen. Tämän seurauksena seuraava ajoneuvo ehti jo saapua kiertoliittymälle priority zone -alueelle, ennen kuin bussi ehti lähteä liikkeelle. Bussin saattoi ehtiä myös lähteä liikkeelle hetkellisesti, josta seurasi epämiellyttävä jarrutus. Robottibussi ei osannut myöskään huomioida vilkun käyttöä tunnistaen, että toinen tienkäyttäjä oli poistumassa liikennepyrästä odottaen vuoroaan turhaan tientukkona. Näitä tilanteita ennaltaehkäistiin välillä operaattorin toimesta "GO"-painikkeella.
- **Manuaaliohjaus ohitustilanteissa.** Vaikka nopeusrajoitus reitillä laskettiin robottibussipilotin ajaksi 40 km/h:sta 50 km/h:ssa, robottibussin ja muiden ajoneuvojen välinen nopeusero kasvoi suureksi. Eritoten Kivikonlaidan-tie oli leveä, suora ja siinä oli hyvä näkyvyys, jolloin ajoneuvojen nopeus kasvoi helposti jopa yli 50 km/h:ssa. Tiellä oli hyvin tilaa ohittaa robottibussi, mutta aina kun muut ajoneuvot ohittivat sen ja palasivat takaisin samalle kaistalle bussin eteen pidemmänkin matkan päästä, bussi jarrutti voimakkaasti luullen näitä esteiksi. Robottibussi ei osannut tunnistaa, että ajoneuvot liikkuvat siitä poispäin, ja bussin automaattinen ajojärjestelmä reagoi tähän liian herkästi. Tällaista ylivoimista toimintaa voidaan kuvata "false positive" -ongelmaksi, jossa robottibussi jarrutti tarpeettomasti normaalissa liikennetilanteessa säilyttääkseen tietyn turvallisuustason. Kivikon reitillä tällainen toiminnallisuus oli vain enemmän vaaraksi bussin sisällä oleville matkustajille lisäen myös peräänajon riskiä. Bussin ohjelmistoa yritettiin tuloksetta muuttaa valmistajan toimesta vastaamaan paremmin liikennöintiolosuhteita. Ongelma ehkäistiin ottamalla bussi aina lennosta manuaalijohdon ajoneuvon ohittaessa, ja näitä tilanteita oli arvioilta jokaisella lähdöllä vähintään yksi.

Verrattuna Kivikkoon, Kalasataman reitti oli yleisesti sopivampi käytössä olleelle robottibussille. Tämä voidaan perustella sillä, että Kalasatamassa nopeusrajoitus oli alhaisempi, 30 km/h, eikä ympäristö kannustanut nopeaan ajamiseen sisältäen useita suojateitä ja tasa-arvoisia risteyskohtia. Alueen liikennemäärä oli muutenkin alhaisempi. Ongelmilta ei silti vältytty, ja Kalasatamassa operaattorin toimia vaativia tilanteita kirjattiin 489 kappaletta. Ero Kivikon tilanteiden lukumäärään selittyy ainakin osittain sillä, että Kalasatamassa runsas kadunvarsipysäköinti ja verrattain kapeat kadut lisäsivät ajoittaista manuaaliohjauksen tarvetta suuresti. Kokonaisuudessaan ympäristön aiheuttamia ongelmia luokiteltiin olevan noin 82 % kaikista ongelmista, joista noin 67 % (n=402) johtuikin pysäköinnistä. Tässä luvussa ei ole otettu huomioon sitä, että ajoneuvot olivat usein pysäköineet samaan paikkaan usean lähdön ajaksi, jolloin este (ajoneuvo) piti kiertää jokaisella kierroksella pysäköinnin aikana. Todellinen määrä kasvaa siis vielä huomattavasti suuremmaksi. Ajoneuvot eivät läheskään aina olleet pysäköineet väärin (esimerkiksi robottibussin pysäkeiksi katualue varattu -siirtokehotustauluin varatuille paikoille), vaan ne tulivat sallituilta kadunvarsipysäköintipaikoilta sen verran ulos (tai eivät välttämättä juuri ollenkaan), että robottibussi tulkitsi ne vaaditun turvaetäisyyden vuoksi esteiksi. Todellisuudessa bussilla olisi usein ollut tilaa mennä "esteen" ohi. Muita merkittäviä tilanteita olivat robottibussin kohtaamiset muiden ajoneuvojen kanssa, erityisesti HSL-linjojen 50 ja 59 kanssa Junonkadun ja Parrulaiturin risteyksessä, joita kirjattiin noin 17 % ympäristön aiheuttamista tilanteista. Lisäksi ongelmia aiheutti työmaajärjestelyt, kuten suojatien eteen tuotu työmaakontti ja muu satunnainen työmaakalusto reitillä aiheuttaen 9 % ympäristön aiheuttamista tilanteista. Loput 18 % kaikista ongelmista (n=489) luokiteltiin teknisen tai tunnistamattoman syyn aiheuttamiksi. Noin puolet näistä ongelmista (n=87) todettiin johtuvan paikannuksen katoamisesta. Kun tarkastellaan operaattorin toimia ongelmatilanteissa Kalasatamassa, noin 62 % tapauksista (n=489) kierrettiin este manuaalijohdolla ja jatkettiin tämän jälkeen ajamista automaattitilassa. 18 % tapauksista bussi pysähtyi ja ajoa jatkettiin painamalla ohjauspaneelista "GO"-painiketta. Noin 15 % tapauksista ajettiin pidempi matka turvalliseen

paikkaan tai seuraavalle robottibussin pysäkille.

Kalastamassa ei ollut erityisesti Kivikon kaltaisia tilanteita joita jätettiin tarkoituksellisesti kirjaamatta. Merkittävä puute robottibussin toiminnassa koski suojateitä, joita oli Kalastamassa runsaasti. Suojatiet ohjelmoitiin robottibussin reitille samaan tapaan kuin risteykset, käyttäen priority zoneja. Priority zone -alueet ohjelmoitiin aivan suojateiden alkuun sekä odotusalueelle ja robottibussi olisi pysähtynyt odottamaan, jos näillä alueilla olisi joku tai jokin asia. Kuitenkin kulkusuuntaan päin vasemmalla olevat suojateiden alueet jätettiin ohjelmoimatta, sillä bussi olisi aika ajoin jarrutellut, jos jokin ajoneuvo olisi ajanut bussin menosuuntaan nähden vastakkaiseen suuntaan sopivasti suojatien kohdalla tai jalankulkija olisi kävellyt alueen ohitse. Robottibussi olisi siis tulkinut nämä tien ylittämistä haluaviksi objekteiksi, ja pysähtynyt tai vähintään jarruttanut. Lokakuussa, kun reitti ohjelmoitiin uudelleen, robottibussiin tehtiin myös suurempi päivitys, joka paransi toimivuutta suojateiden osalta. Tällöin suojateiden priority zonet ohjelmoitiin myös bussin menosuuntaan nähden vasemmalle puolelle. Tämä päivitys paransi lisäksi bussin jarrutusta muiden ajoneuvojen ohitustilanteissa. Kalastamassa tämän toimivuudesta ei tosin saatu selkeää kuvaa, sillä ohittelu ei tapahtunut usein. Priority zonejen osalta päivitettiin myös ominaisuus, jossa bussi lähti liikkeelle automaattisesti, kun jokin tai joku oli priority zonella noin kolme sekuntia liikkumatta jättäen huomioimatta tämän asian. Jos tämä jokin tai joku olisi liikahtanut, olisi bussi tiettyyn rajaan asti aina pysähtynyt.

Kokonaisaikaa tai prosenttiosuuksia automaattisen ja manuaalijonon välillä ei voitu mitata, ja muutenkin reitillä havaitut ongelmatilanteet perustuivat operaattorien huomioon ja manuaaliseen kirjaamiseen (tabletilta). Kivikon reitti soveltui paremmin robottibussille siinä mielessä, ettei reitin varrella ollut juurikaan kadunvarsipysäköintiä, ja niissäkin kohdissa joissa pysäköinti oli sallittu, oli tie kokonaisuudessaan leveä. Sekä Kivikossa, että Kalastamassa robottibussista puuttuva esteidenkierto-ominaisuus oli selkein yksittäinen puute mikä lisäsi operaattorin toimia. Ei voida täysin yksiselitteisesti sanoa, että edellä mainituissa tilanteissa oli aina välttämätöntä puuttua bussin toimintaan, pois lukien normaalit käytännöt ja ohjelmoinnin mukaiset toimintatavat. Operaattorit saattoivat kokea tilanteet eri tavalla ja jotkut reagoida tilanteisiin herkemmin kuin toiset, kärsivällisyydestäkin riippuen. Eritoten, kun operaattori oli laillisesti vastuussa robottibussista ja sen sisällä olevista matkustajista, ottivat he mieluummin varman päälle, kuin tarpeettomia riskejä. Joka tapauksessa bussin toiminta oli useassa tilanteessa epänormaalia, kun mietitään normaaleja käytäntöjä ja sääntöjä tieliikenteessä. On myös selvää, että lukuisat esiintyneet ongelmat vaativat bussin toimintaan puuttumista päivittäin ja usean lähdön aikana sekä Kivikossa että Kalastamassa.

Edellä mainitut ongelmat eivät koske ainoastaan käytössä ollutta robottibussia ja samankaltaisia puutteita voidaan havaita myös muiden robottibusseja valmistavien yritysten kohdalla. Robottibussia operoineet henkilöt eivät osanneet kuvitella, että toimintoja voitaisiin siirtää vielä etävalvomoon. Operaattoreiden kokemuksista voi lukea lisää hankkeen loppujulkaisun artikkelista "[Operaattori – robottibussia kaitseva ihminen](#)". Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että vastuullisen henkilön on toistaiseksi välttämätöntä olla bussin kyydissä. Kustannussäästöihin ei siis tässä yhteydessä päästä, kun mietitään muun muassa kuljettajasta aiheutuvia kustannuksia. Verrattuna esimerkiksi perinteisiin HSL:n busseihin, on robottibusseissa vielä prototyyppinä myös luotettavuusongelmia kasvattaen korjaustarvetta. On ennen aikaista vetää johtopäätöksiä tulevastakaan kustannustehokkuudesta, sillä vielä on mahdotonta sanoa kuinka montaa robottibussia yksi operaattori voisi etänä valvoa, paljon riippuu ajoneuvojen automaattisen ajamisen kyvykkyydestä sekä liikennöitävästä reitistä. Tämän lisäksi on oletettavaa, että robottibusseja on jossain määrin hoidettava kentällä, ja tarve nopeasti reagoivaan valmiustiimiin on vielä pitkälle tulevaisuuteen.

4. Bussin järjestelmien ollessa suljetut ja riippuvaiset valmistajan tarjoamista palveluista sekä valvonnasta, etävalvomoa ei saatu hankkeen aikana toteutettua, jotta sen toimintaa olisi voitu arvioida. Vastaavaa on havaittu myös Metropolian osatoteuttamassa [FABULOS](#)-projektissa, jossa etävalvomon toteuttaminen on ollut yksi haastavimmista projektin kaikista automaattibussiratkaisuun vaadituista toiminnallisuuksista. Helsinki RobobusLine -hankkeessa tavoitteena oli saada bussi erään yrityksen testattavaksi ja tätä kautta kehittää ja testata etävalvomoratkaisua.

Etävalvomon kehittämisen lisäksi vähintään yhtä tärkeänä kehityskohteena nähdään itse automaattibussien tekni- sen kyvykkyyden ja reunaälyn kehittäminen. On oleellista olla ensin yksi hyvin toimiva bussi joka hoitaa luotettavas- ti valtaosan toiminnallisuuksista ja selviää itsenäisesti erilaisista liikennetilanteista, jotta voidaan miettiä miten use- ampi bussi toimisi etävalvottuna.

#### Miten hankkeessa on huomioitu kaupunginhallituksen elinkeinojaoston rahoituspäätöksessä ja sen perusteluissa mahdollisesti annettuja ehtoja ja/tai kehotuksia?

Kaupunginhallituksen elinkeinojaoston edellisessä rahoituspäätöksessä ja sen perusteluissa pyydettiin toimittamaan vuoden 2019 loppuun mennessä tarkempi selvitys sähköbussin hankkeen jälkeisestä käytöstä. Selvitys toimitettiin vuo- den 2019 lopulla, mutta tarkkaa käyttökohdetta eikä pidemmän aikavälin suunnitelmaa jatkokäytölle voitu vielä sanoa. Käytännössä bussia voidaan käyttää kahdella eri tavalla:

- Etsiä ulkoisia rahoituskanavia bussin pilotoimiseen tieliikenteessä Metropolian toimesta tai vuokrata/antaa bussi jonkin muun alan toimijan kokeiltavaksi (tehdä samankaltaisia pilotteja mitä on järjestelmällisesti tehty tähänkin saakka alkaen vuoden 2016 6Aika [SOHJOA](#)-hankkeesta). Tätä onkin tehty, ja esimerkiksi Metropolian osatoteuttaman [Ride2Rail](#)-hankkeen rahoituspäätös hyväksyttiin loppuvuodesta 2019. Bussipilotin toteuttami- sesta hankkeesta on tosin edelleen epäselvyyttä.
- Ottaa bussi Metropolian opetuskäyttöön tutkien mitä sen sisuksista löytyy ja mitä mahdollisuuksia on kytkeä se osaksi Metropolian toimintaa. Tämä sulkee pois ensimmäisen vaihtoehdon, sillä valmistaja ei ota enää vastuuta bussin toiminnasta, kun sen järjestelmiin kajotaan.

Toistaiseksi siis bussi on ollut valmiustilassa odottaen järkevempiä jatkokäytön kohteita. Tekniikan nopeasti ikääntyessä ja valmistajan kohta esitellessä uuden version bussista, eletään viimeisiä hetkiä, kun bussia on järkeä vielä tieliikentees- sä pilotoida. Bussin käyttö on pitkälti kiinni ulkoisista rahoituskanavista, sillä sen käytöstä joudutaan maksamaan huo- mattavan suuria lisenssi- ja ylläpitomaksuja valmistajalle, jonka lisäksi tarvitaan edelleen työntekijöitä bussin operoimi- seen sekä muuhun toiminnan suunnitteluun ja ylläpitoon.

Tällä hetkellä tehtyjä ja konkreettisia tulevia toimia hankkeen jälkeen ovat olleet bussin esittely Metropolian Myyrmäen kampuksella vieraille ja bussin esillepano TRA2020-tapahtumaan. Lisäksi bussi on vaatinut aika ajoin yleistä ylläpitoa, kuten sen latauksesta huolehtimista ja puhtaanapitoa.

#### Pystyttekö osoittamaan, miten hankkeessa on onnistuttu kehittämään Helsingin osaamis- ja elinkeinoperustaa? (esim. hank- keesta saadun palautteen kautta)

Hankkeessa on kehitetty yleisesti Helsingin valmiuksia kytkeä automaattibussi osaksi liikennejärjestelmää seuraavissa kokeiluissa sekä mahdollisessa varsinaisessa tekniikan käyttöönotossa tulevaisuudessa osana todellisia julkisia liikenne- palveluita. Muun muassa HSL on ollut vahvasti mukana hankkeessa, joten joukkoliikenteen tilaajan ja suunnittelijan ymmärrystä teknologian tilasta on saatu lisättyä. Pääkaupunkiseudulla toimivan viisaan liikkumisen palveluja tuottavan toimijan kyvykkyyttä automaattiliikenteen saralla saatiin käytännössä kehitettyä. Matkailualan osalta Helsinkiin saapui useita turisteja, jotkut varta vasten robottibussin kyytiä testaamaan.

Alla palautetta hankkeeseen liittyen:

**HSL:n joukkoliikennesuunnittelija E. K. antoi palautetta hankkeeseen liittyen:** *"RobobusLine on ensimmäinen automaattibussikokeilu, jossa olemme olleet mukana reittisuunnittelusta lähtien, ja hankkeen kautta olemme päässeet hyvin kartalle teknologian nykytilanteesta. Teknologia ei ole ihan vielä siinä pisteessä, missä oletimme sen olevan, mut- ta pikkuhiljaa mennään eteenpäin. Projektin kautta olemme myös saaneet selkeyttä siihen, että ihan vielä ei ole HSL:n aika kilpailuttaa automaattijoneuvoja liikenteeseen. On ollut myös mukavaa huomata, että bussin saaminen reittiop- paaseen on vaikuttanut olevan RobobusLinelle ja automaattibussien parissa yleensä toimiville merkittävä edistysaskel. Reittiopasintegraatio ei ole loppupeleissä vaatinut meiltä juurikaan työtä, etenkin kun bussille saatiin laadittua kiinteät*

aikataulut.”

**R. M.-H., Project Coordinator of FABULOS (H2020, Grant Agreement 780371, 2018-2020), Forum Virium Helsinki, Smart Mobility Team:** *“The Robobusline project and its pilots laid the groundwork for a Helsinki eco-system in the field of shared autonomous mobility. The FABULOS project has benefited tremendously from the knowledge gained by not only Metropolia University of Applied Sciences, but also for example by the National Road Administration, the local public transport operator and various city departments.*

*Concretely, knowledge gained - notably by Metropolia - in Robobusline about the technical capabilities and limitations of autonomous shuttle bus operations provided indispensable input to the Functional Specifications of the FABULOS Request for Tenders.*

*In addition, surveys used to investigate public acceptance of robot buses will provide the basis for follow-up research on this topic in the 5 shuttle bus pilots that are part of FABULOS in spring & autumn 2020.*

*Finally, the step-by-step pilot planning guidance that was developed by Metropolia based on its lessons learned in the RobobusLine project has been adapted and expanded to the needs of FABULOS. In addition to Helsinki, it has been shared with the FABULOS partner cities of Gjesdal (NO), Tallinn (EE), Helmond (NL), Lamia (GR) and Porto (PT), which plan to also carry out shuttle bus pilots in this year. All cities will use the guidance as a basis for their pilot planning.”*

**Yrityksen partneri A. L. kommentoi hankkeen loppujulkaisuun seuraavaa:** *“Helsinki RobobusLine -hankkeessa kumppanina toimiva yritys kehittää hankkeessa automaattiseen liikenteeseen liittyvää operointi- ja ylläpito-osaamista: Olemme varmoja, että robottibussit tulevat pysyvästi katukuvaan aivan lähivuosina. Olemme mielellämme mukana tämän tyyppisissä kokeiluissa kehittämässä omaa operointikyvykkyyyttämme. Uskomme, että hankkeessa kerätyvä kokemus auttaa meitä vahvistamaan viisaan liikkumisen palveluiden portfoliotamme entisestään”.*

**Smart City opastuksia Kalasatamassa vetävä H. J. kiitteli hankkeen tuloksena Kalasatamassa liikennöintä robottibussia:** *“Kaikille ryhmille vierailu robottibussilla on ollut ehdoton kohokohta! Aina ihan erilaista kun pääsee itse kokeilemaan jotain; tämä on ollut opastuksen elämyksellinen osuus.”*

**mySMARTLife-hankkeen Helsingin osatoteutuksen projektikoordinaattori M. V. totesi Helsinki RobobusLi-nestä seuraavaa:** *“Helsinki RobobusLine -hanke on toteutettu tiiviissä yhteistyössä mySMARTLife-hankkeen kanssa. Ki-vikon ja Kalasataman liikennöintikokeilut ovat herättäneet suurta kiinnostusta myös mySMARTLife-hankeverkostossa ja tukeneet Helsingin vahvaa roolia sähköisen ja älykkään joukkoliikenteen kehittäjänä. Kaupunkilaisten mahdollisuus osallistua säännöllisesti reitillä kulkevan kulkuvälineen testaukseen on toteutunut hyvin. Käyttäjäkokeemusta on saatu kerättyä ja ihmisten ymmärrys on kasvanut autonomisen liikenteen mahdollisuuksista. Hanke on ollut tasapainoinen älykaupunkikehityspilotti: käyttäjyymmärrys, teknologinen ja liiketoiminnan kehittäminen ovat kulkeneet käsikädessä.”*

**Miten hankkeen kohteena ollutta toimintaa jatketaan hankkeen päättymisen jälkeen ja/tai mitkä ovat hankkeen jatkotoimenpiteet?**

Automaattibusseilla tehdyistä kokeiluista on ennen kaikkea tullut ilmi se, että tekniikka ei ole vielä siinä pisteessä, että se voitaisiin ottaa osaksi kaupallisesti kannattavaa ja järkevää toimintaa. Katse tulevaisuudessa tulisivat ensisijaisesti itse tekniikan kehittämiseen. Piloteista, joissa tekniikkaa esitellään ja markkinoidaan tulisi siirtyä pois, vaikka toki näillekin edelleen kysyntää tuntuu ympäri maailmaa olevan. Vielä automaattibussit eivät ole lunastaneet niille annettuja odotuksia kustannustehokkaasta liikkumisvälineestä. Mikä tärkeintä, Helsinki RobobusLine -hankkeessa ei saatu kuitenkaan perusteita sille, etteikö automaattiajamisen tekniikka olisi mahdollista oikeaan kaupalliseen toimintaan tulevaisuudessa. On siis syytä jatkaa tekniikan testaamista ja kehittämistä myös oikeassa kaupunkiympäristössä. Aidon testiympäristön tarjoamisessa kaupungeilla on merkittävä rooli.

Helsingissä on ollut hyvät valmiudet toteuttaa bussipilotteja, oikeat henkilöt muun muassa liikennesuunnittelun puolelta on ollut verrattain helppo löytää, ja tiivis yhteistyö kaupungin eri toimijoiden ja viranomaisten välillä on avittanut pilottien toteuttamisessa. Aikaisemmin mainittujen ongelmien lisäksi kaupunkisuunnittelun osalta bussipilottien toteuttamisessa on havaittu kaksi merkittävää ongelmaa ja haastetta:

- **Väliaikaiset bussipysäkit, jotka on tehdyissä piloteissa toteutettu varaamalla kadunvarsipysäköintipaikkoja katualue varattu -siirtokehotustauluin**, jos olemassa olevia HSL pysäkkejä ei ole voitu käyttää. Tämä ei ole ollut selkeää muiden tienkäyttäjien osalta, ja ajoneuvoja on usein parkkeerattu pysäkeille vaikeuttaen robottibussin liikennöintiä. Jotain selkeämpää ratkaisua kaivataan.
- **Lataus- ja säilytyspaikat robottibusseille liikennöinnin ulkopuolisille ajoille sekä sosiaalilat (taukotilat) operaattoreille.** Nämä paikat on toistaiseksi onnistuttu löytämään pilottireittien läheisyydestä erinäisin järjestelyin. Helsinki RobobusLine -hankkeessa Kivikossa tukikohtana oli Kivikon liikuntapuistossa sijaitseva hiihtohalli (tosin täällä ei ollut mahdollisuutta bussin lataamiseen sisätiloissa eikä operaattoreille saatu kunnon sosiaalituloja) ja Kalastamassa kauppakeskus Redin huoltotunneli sekä Kalasatama Urban Lab. Huomioitavaa on se, että kokeiluissa on ollut käytössä vain yksi bussi. Kun busseja on käytössä useita, on syytä miettiä niiden tarvitsemaa infrastruktuuria ja muuta kaupunkitilaa. Niin kauan kuin busseissa täytyy olla vastuullinen henkilö kyydissä, on myös tarve kunnollisille sosiaalituloille reitin läheisyydessä.

Robottibusseihin liittyvän toiminnan jatko Metropolian osalta on yleisesti riippuvainen ulkopuolisesta rahoituksesta, sillä hankkeessa tehty toiminta ei sisälly Metropolian perustoimialaan. Tavoitteena ei ole jatkaa robottibussipilotteja siinä merkityksessä kuin niitä on tähän asti tehty. Ennen kaikkea Metropolia ei ole korkeakouluna kiinnostunut bussien operoimisesta. Tästä on osaltamme saatu jo riittävästi kokemusta ja tekniikan maturiteetti on pystytty kuvaamaan käytännön kokemusten kautta. Tätä vastuuta pyritään tulevaisuudessa mahdollisissa kokeiluissa siirtämään alaan keskittyneille yrityksille, Metropolian siirtyessä enemmän konsulttimaiseen toimintaan. Tästä saatiinkin jo esimakua Kalasatamassa, kun robottibussia liikennöi ulkopuolinen yritys ja Aurinkolahdessa [Sohjoa Baltic](#) -hankkeen puitteissa tanskalainen Holo. Metropolian Älykkään liikkumisen innovaatiokeskittymässä ja Metropoliaassa yleisesti on edelleen kiinnostusta jatkaa robottibussien kehittämistä, mutta mietinnän alla on se, miten Metropolia pystyy parhaalla mahdollisella tavalla tuoda osaamistaan esille – mikä ylipäätään on Metropolian rooli – ja mitkä ovat ne kärjet millä kehitystä viedään eteenpäin. Hankkeen kohteena ollutta toimintaa jatketaan osittain Metropolian osalta ainakin vielä käynnissä olevissa robottibusseihin liittyvissä hankkeissa (mySMARTLife, FABULOS, Sohjoa Baltic, Ride2Rail).

Seuraavissa piloteissa tilaus palvelulle (robottibussireitille) tulisi tulla jostakin tarpeesta, jonka kaupunki, joukkoliikenteen järjestäjä tai joku muu taho esittää. Kaupungin tai joukkoliikenteen järjestäjän tilaamana palvelu tulisi olla luonteeltaan sellainen, mikä edistää kaupungin tavoitteita. Huomioitavaa on vain se, että todennäköisesti valmista palvelua ei voida robottibusseilla toistaiseksi järjestää. Olisikin tarjottava yrityksille potentiaalinen use case, jossa päämääränä ennen kaikkea olisi itse bussien teknisen kyvykkyyden kehittäminen ja tämän ympärille syntyvien oheispalveluiden (kuten etäoperointi ja kenttätoimet) synnyttäminen. Alan startup-yritykset eivät usein voi toteuttaa ja kehittää palvelua täysin omarahoitteisesti, vaan kokeilulle pitäisi olla jokin tilaus, jonka kautta tällaista toimintaa kehitettäisiin. On todettu tarve systemaattiselle testaukselle esimerkiksi aidossa kaupunkiympäristössä jollain alueella, jossa bussin yksittäisiä ominaisuuksia kehitettäisiin pitkäjänteisesti toimintaa viilaten.

Kehitystyötä voisi olla järkevää tehdä vielä pääsääntöisesti ilman matkustajia, sillä todellisiin käyttötilanteisiin ei vielä päästä. Tämän lisäksi vielä mahdolliset äkkijarrutukset voivat olla vaaraksi matkustajille. Muun muassa Yhdysvalloissa on jo hiljattain kielletty matkustajien kyytiin ottaminen ranskalaiseen Easymile-robottibussiin äkkijarrutuksesta aiheutuneen [onnettomuuden](#) seurauksena. Jos matkustajia halutaan ottaa kyytiin, olisi vähintään käytettävä turvavöitä. On tullut ilmi, että robottibussivalmistajat eivät myöskään halua kokeilla uusia ominaisuuksia busseissa niin kauan kuin matkustajia on kyydissä, tämän hidastaen ylipäätään kehitystyötä.

Kehitystyön osalta Helsinki voisi ottaa mallia esimerkiksi Euroopan komission rahoittamasta FABULOS-hankkeesta käytössä olevasta esikaupallisesta hankintamenettelystä (Pre-commercial procurement, PCP). Tässä yrityksille ja niiden



muodostamille konsortioille tarjottaisiin haaste ja use case, jossa kehittää robottibussien ominaisuuksia pidemmällä aikavälillä. Mukana voisi olla kaupungin eri toimijoita, virastoja, oppilaitoksia ja muita mahdollisia tahoja. Toki olisi ensin löydettävä jokin hyvä kokeilualue, joka tarjoaa skaalautuvia haasteita, kohtuullisen turvallisessa ja rauhallisessa testiympäristössä.

Yleisten teknisten ominaisuuksien kehityksen lisäksi automaattibussien osalta tulisi ensisijaisesti kiinnittää huomiota esteettömyyteen. Iäkkäät ja liikuntaesteiset henkilöt ovat todennäköisesti lähitulevaisuudessa automaattibussien merkittävin järkevä käyttäjäryhmä bussien korvatussa kävelyä ja pyöräilyä verrattain lyhyillä ensimmäisen ja viimeisen kilometrin matkoilla. Helsingin panostaessa kävelyn ja pyöräilyn kulkumuoto-osuuden kasvattamiseen, olisi vähintään outoa tuoda katukuvaan ratkaisu joka sotii tätä tavoitetta vastaan. Siksi on syytä kiinnittää huomiota siihen, missä ja millaisina automaattibusseja Helsingissä todellisuudessa tarvitaan, ja missä voidaan parhaiten parantaa joukkoliikenteen kattavuutta kestäväällä tavalla henkilöautoilua vähentäen.

Toki on selvää, että hyvin toimivalla itseajavalla tekniikalla yhden ihmisen valvoessa useampaa bussia joukkoliikenteen subventointitarvetta voidaan vähentää ja/tai sen kattavuutta parantaa sekä liikennöintiä lisätä. Onkin syytä keskittyä siihen, miten tähän visioon päästään. Hankkeen aikana todettiin myös, että joukkoliikenne toimii erittäin hyvin Helsingissä, on vaikea löytää paikkoja, jossa perinteisiä busseja ei jo kulkisi. Kun HSL:n bussilinjoja ei voida vielä korvata automaattibusseilla, pitäisi tulevaisuuden kokeiluissa olla myös reitti jossa robottibussilinja voisi järkevästi tarjota lisäarvoa joukkoliikenteeseen. Tässä Helsinki voisi osoittaa edelläkävijyyttään kestävä liikennejärjestelmän kehityksessä operoiden automaattibussilla reittiä, jossa aidosti on mahdollisuus vaikuttaa henkilöautoilun kulkumuoto-osuuden vähentämiseen. Tällaisessa on tuskin vielä muualla maailmassa onnistuttu.

Tiivistettynä automaattibussien saralla on vielä seuraavia kehitystarpeita jotka linkittyvät osittain myös keskenään:

- Tekniikan yleinen kehittäminen
- Luotettavuuden parantaminen
- Operaattorin saaminen pois ajoneuvosta etävalvomoon
- Usean automaattibussin samanaikainen liikennöinti ja valvominen etävalvomosta
- Bussien lataus ja säilytys operointiaikojen ulkopuolella
- Vastuukysymykset ja tyyppihyväksyntä viralliseen tieliikennekäyttöön

### Kuvaus hankkeen toteutuksesta vaiheittain

Otsikoi ja kuvaa hankkeessa toteutetut toimenpiteet vaiheittain	Vaiheen tuotokset	Vaiheen ajoitus (kk/v)
<p>Vaihe 1 (TP1): Hankkeen valmistelu ja kaluston hankinnan kilpailutus</p> <p>Automaattibussin hankinta toteutettiin EU-laajuisena hankintana avoimella menettelyllä. Jouduttiin tekemään kaksi kilpailutusta, sillä ensimmäinen ei tuottanut hyväksyttävää tarjousta. Molemmissa kilpailutuksissa saatiin kaksi tarjousta. Hankintapäätös julkaistiin 27.7.2017, jonka jälkeen tarjouskilpailuun osallistuneilla toimittajilla oli kaksi viikkoa aikaa valittaa päätöksestä. Toinen tarjouskilpailuun osallistuneista yrityksistä (tarjouskilpailun häviäjä) valitti päätöksestä, mikä osaltaan viivästytti tilauksen tekemistä. Hankintapäätös saatiin kuitenkin perusteltua ja bussin tilaus tehtyä 30.8.2017. Bussin toimitus viivästyi alkuperäisestä kahden kuukauden toimitus-</p>	<p>Hankintapäätös Navya Autonom Shuttle (ennen Navya Arma) - automaattibussin hankinnasta. Bussin toimitus Suomeen 1.12.2017.</p>	<p>01/2017 - 11/2017</p>



<p>ajasta ja se oli lopulta Suomessa 1.12.2017. Bussihankinnan arvo oli 260 000 €. Tämä sisälsi itse bussin sekä sen liikkumiseen vaadittuja valmistajan tarjoamia ylläpitopalveluja yhdeksi vuodeksi. Seuraavasta operointivuodesta valmistaja veloitti noin 35 000 €. Jälkikäteen valmistajan kanssa käydyistä neuvotteluista huolimatta tähän hintaan ei vaikuttanut se, että bussilla liikennöitiin vain osa vuodesta (6kk). mySMART-Life-hankkeessa esitettiin muutoshakemus Metropolian budjettiin, jonka tuloksena alokoihtiin noin 60 000 € näihin vuosittaisiin kuluihin toisen pilottijakson toteuttamiseen, sisältäen myös alihankintabudjettia bussin operoimiseen.</p>		
<p>Vaihe 2 (TP2): Kalusto Suomessa ja reitin teko</p> <p>Automaattibussi saapui Suomeen joulukuun alussa ja sitä säilytettiin Espoossa Metropolian Koskelon hallissa operointikauden ulkopuolella. Reittiä oli kaavailtu alun perin Kalasataman ja Korkeasaaren välille, jossa bussi olisi kulkenut Isoisänsillan yli Kalasatamasta Mustikkamaalle ja takaisin. Tähän ei kuitenkaan saatu kaupungilta lupaa. Toisaalta Kalasatamassa oli vielä työmaita käynnissä mitkä olisivat todennäköisesti haitanneet bussin liikennöintiä vuoden 2018 pilotin osalta. Tämän jälkeen mietittiin Jätkäsaari-Ruoholahti-akselia mahdolliseksi reitti paikaksi. Kaapelitehtaan kanssa neuvoteltiin bussin säilytyksestä ja latauksesta loppuvuodesta 2017 ja alkuvuodesta 2018, mutta heidän tiloistaan ei näitä ollut mahdollista järjestää. Kaapelitehdas oli kuitenkin mielissään kokeilusta, ja toivoi bussia kovasti kyseiselle reitille. Tämän jälkeen selvitettiin muita säilytysmahdollisuuksia alueelta ja todettiin, että Helenin Kellosaaren varavoimala sijaitsee keskellä reittiä. Varavoimalalta olisi säilytys- ja latauspaikka järjestynyt, mutta alkuvuodesta 2018 selvisi, että Länsisatamankadulla on alkamassa työmaa keväällä, jossa muun muassa raitiovaunukiskoja siirretään kohdasta joka olisi ylitetty robotibussilla. Kaupungin liikennepuolelta ei oltu myöskään vakuuttuneita tästä reitistä muun muassa sataman runsaasta henkilöautoliikenteestä johtuen.</p> <p>Mietittiin vaihtoehtoisia reittejä, ja HSL:ltäkin tuli ideoita reitin suhteen. Nämä eivät vain olleet sellaisia reittejä, joita käytävissä olevalla kalustolla olisi pystytty sillä hetkellä toteuttamaan. Yhtenä vaihtoehtona ehdotettiin Alppilan aluetta, jossa bussi olisi kuljettanut matkustajia Vauhtitien parkkialueilta sillan ali ja Tivolitietä pitkin ylös lähelle Linnanmäen porttia. Bussivalmistajan edustaja oli Suomessa tarkastelemassa reittejä 15-16.3.2018, ja hänelle esitettiin myös Alppilan reittiehdotus. Reitissä todettiin haasteita bussin paikantamisen, kapealla kohdalla mahdollisten vastaan tulevien</p>	<p>Automaattibussi Suomessa 1.12.2017.</p> <p>Bussin teippaus (Helsingin brändin mukaisesti).</p> <p>Reittien kartoitus ja reittisuunnittelu. Liikenne- ja reittijärjestelyt, sekä reitin ohjelmointi Kivikossa toukokuussa 2018 bussivalmistajan sekä Metropolian toimesta. Bussin integrointi Reittioppaaseen linjanumerolla 94R.</p> <p>Uusien reittien kartoitus ja reittisuunnittelu. Liikenne- ja reittijärjestelyt, sekä reitin ohjelmointi Kalasatamaan toukokuussa 2019 bussivalmistajan sekä Metropolian toimesta. Bussin integrointi Reittioppaaseen linjanumerolla 26R.</p> <p>Operaattoreiden kouluttaminen.</p>	<p>01/2017-5/2018, 12/2019-5/2019</p>

<p>ajoneuvojen ja jyrkän ylämäen suhteen. Lisäksi reitin ajaminen toiseen suuntaan oli sallittua vain huoltoajoneuvoille, ja ilmeisesti poikkeuslupaa kaupungilta ei tähän liittyen oltaisi saatu. Bussivalmistajalle esitettiin Kivikon reitti, jossa todettiin olevan vähiten ongelmia esitetyistä reiteistä. Vierailun aikana edustajalle esitettiin myös Ruoholahden reitti sekä käytiin Kalasatamassa. Ruoholahden reitin todettiin olevan liian haasteellinen tai ainakin bussin automaattitasoa olisi jossain kohdissa täytynyt alentaa, jolloin bussin sisällä olevan operaattorin olisi puututtava enemmän bussin toimintaan. Tämän jälkeen vierailtiin myös Kalasatamassa, jonka pohjalta valmistaja totesi alueen olevan suhteellisen sopiva automaattibusseille, ottamatta huomioon rakennustyömaita.</p> <p>Bussivalmistajan vierailun pohjalta alettiin viedä Kivikon reitiprozessia eteenpäin. Alustavia keskusteluja reitistä ja bussin säilytyksestä oltiin käyty asiasta päättävien tahojen kanssa jo aikaisemmin. Bussivalmistajan vaatimukset reittiin liittyen koskivat lähinnä Viikin Puistosillan alittamista, jossa bussin itsensä paikantamiseen vaadittu satelliittiyhteys tulisi katkeamaan. Sillan kohdalle asennettiin valmistajan vaatimusten mukaisesti paikantamista parantavia kiintopisteitä bussin LiDAR-tutkille. Nämä kiintopisteet koostuivat vanerilevyistä, joita kiinnitettiin yhdeksän puun kasvutukiin sekä yhteen valopylvääseen. Liikennejärjestelyjen osalta selvittiin varoituskylteillä ja nopeusrajoituksen alentamisella 50 km/h:sta 40 km/h:ssa. Väliaikaisista liikennejärjestelyistä tehtiin Helsingin kaupunkiympäristön toimialalle ilmoitus yleisellä alueella suoritettavasta työstä, joka hyväksyttiin alueen tarkastajan ja lupakäsittelijän toimesta 19.4.2018. 25.4 selvisi, että kaavailun Kivikon reitin vieressä olevalle HSY:n Sortti-asemalle tehdään tilapäinen työmaaliittymä toukokuun alusta alkaen, joka kulkisi osittain robottibussin reitillä. Asiaa selvitettiin urakoitsijan kanssa ja todettiin, ettei työmaan pitäisi suuremmin haitata bussin liikennöintiä.</p> <p>Reitin ohjelmointi oli sovittu suoritettavan valmistajan toimesta 2-11.5 ja se päästiin aloittamaan ajallaan. Hiihtohallin katolle asennettiin ensin RTK-tukiasema, joka tuotti korjausdataa bussin satelliittipaikannukseen. Tukiaseman avulla satelliittipaikannuksen tarkkuus saatiin muutamaan senttimetriin. Itse reitin ohjelmointi aloitettiin niin, että reitti ajettiin läpi manuaalisesti bussin manuaaliohjainta käyttäen samalla bussin kartoitettaessa ympäristöä LiDAR-tutkillaan. Huomattiin kuitenkin, että päiväsaikaan alueella oli liikaa liikennettä mikä haittasi kartan laatua, joten kartoitusajo jouduttiin tekemään yöaikaan, jolloin liikennettä oli vähemmän. Onnistuneen kartoitusajon jälkeen ohjelmoitiin reittiin risteykset,</p>		
---	--	--

<p>suojatiealueet, bussipysäkit sekä säädettiin bussin nopeuksia tietyissä kohdissa reitillä. Bussin ajolinjoja hienosäädettiin ja ajettiin reittiä ympäri pikkuhiljaa nopeutta kasvattaen, kunnes voitiin todeta, että kaikki toimii myös kovempaa ajettaessa ja varsinaisella maksimioperointinopeudella (18 km/h). Reittiin tuli lopulta kaksi bussipysäkkiä, vaikka alun perin haluttiin sisällyttää näitä kolme. Reitin keskellä olevaa HSL:n Savikiekontie-pysäkkiä ei ollut järkevää ottaa mukaan sillä tälle pysäkillä oltaisiin jouduttu pysähtymään aina siitä huolimatta olisiko ketään hypännyt bussista pois tai noussut bussin kyytiin. Pienistä puutteista huolimatta reitti saatiin lopulta valmiiksi ajallaan 11.5 niin, että matkustajia voitiin ottaa bussin kyytiin 14.5. Puutteista merkittävin liittyi tilanteisiin, joissa muut ajoneuvot ohittivat bussin. Bussin sisällä olevan operaattorin oli turvallisuus- ja mukavuussyistä ajettava manuaalisesti ajoneuvojen ohittaessa ja palatessa takaisin samalle kaistalle bussin eteen, jottei bussi jarruttaisi voimakkaasti. Busseja jarrutti, vaikka ajoneuvon kaistalle palaaminen tapahtui verrattain pidemmänkin matkan päästä. Bussin valmistaja lupaili tähän mahdollista päivitystä, mutta päivitys tuli vasta vuoden 2019 lokakuussa, eikä tätä päivitystä käytännössä koitelamaan Kivikon reitillä.</p> <p>Reittisuunnittelun ohessa loppuvuodesta 2017 ja alkuvuodesta 2018 automaattibussille alettiin suunnitella teippauksia. Aluksi ulkoasua mietittiin Metropoliassa sisäisesti muotoilijan voimin. Mahdollisen HSL:n kanssa tehtävän yhteistyön ja Reittiopasintegraation tiimoilta heräsi kuitenkin ajatus, että bussin voisi teipata HSL:n tilaajaväriyksiin. Tätä ei kuitenkaan toteutettu ja suunnitelmat tilaajaväriyksestä hylättiin. Bussin ilmettä työstettiin seuraavaksi Helsingin kaupungin kanssa, josta lopulta järjestettiin äänestys kaupunkilaisten kesken otakanta.fi-sivustolla. Äänestyksen pohjalta voittajailme saatiin teipattua bussin kylkeen juuri ennen reitin ohjelmoinnin aloitusta. Automaattibussi saatiin tästä huolimatta Reittioppaaseen aikatauluineen linjanumerolla 94R, kun liikennöinti alkoi.</p> <p>Helsinki RobobusLine -hankkeessa oli tarkoitus liikennöidä robottibussilla yhdellä reitillä koko hankkeen aikana. Tämä oli kuitenkin ristiriidassa emohankkeen mySMARTLife kanssa, jossa tuli toteuttaa kaksi erillistä pilottia. Muutenkin Kivikossa todetut ongelmat eivät tukeneet jatkoa reitillä myös seuraavana liikennöintikautena. mySMARTLife-hankkeen osalta toiveena oli liikennöidä robottibussilla Kalasatamassa, ja alueen oli todettu kehittyneen vuoden 2018 ja 2019 aikana niin, että reitti olisi siellä mahdollista toteuttaa. Muutenkin alue oli jo alustavasti todettu toimivaksi robottibussiympäristöksi alhai-</p>		
--	--	--

<p>sella aluenepeusrajoituksella (30 km/h) ja ympäristöllä joka ei kannustanut nopeaan ajamiseen (tasa-arvoiset risteykset ja useat suojatiet), rakennetulla ympäristöllä sekä selkeästi merkatuilla tai erillään ajoradasta olevilla kadunvarsi-pysäköintipaikoilla. Riskinä bussin operoinnille Kalasatamassa oli edelleen muuttuva ympäristö (pääosin valmiista ympäristöstä huolimatta), mahdolliset katutyöt sekä virallisten bussipysäkkien puute.</p> <p>Vuoden 2019 alussa reittiä Kalasatamaan mietittiin tarkemmin ja käytiin maastossa alueen liikennesuunnittelijoiden kanssa. Alustavasti reitin ajateltiin kulkevan Arielinkadulta Englantilaisaukion tuntumasta Junonkatua pitkin Isoisänsillalle ja edelleen Capellan Puistotietä pitkin Kalasataman Setlementtiasuntojen ohi takaisin Arielinkadulle. Tämä reitti olisi sisältänyt neljä pysäkkiä. Arielinkadulle rakennettava Päväkoti Ariel aiheutti kuitenkin huolta muuttuvan ympäristön ja mahdollisen työmaakaluston vuoksi. Reitti päätettiin lyhentää kulkemaan Capellan Puistotieltä suoraan Leonkadulle, vähentäen Setlementtiasuntojen luokse kaavaillun pysäkin, ja pysäkkien kokonaislukumäärän kolmeen. Päätös osoittautui hyväksi, sillä heinäkuun lopulla Arielinkadulle Leonkadun ja Itäväylän välissä olevalle osuudelle tuli katutyö usean viikon ajaksi. Tällöin ei olisi ollut mahdollista käyttää Arielinkadulle Englantilaisaukion tuntumaan kaavailtua robottibussipysäkkiä eikä robottibussin liikennöinti ylipäätään (automaattitilassa) olisi ollut mahdollista reitillä kokonaisuudessaan ilman uudelleenohjelmointia.</p> <p>Jotta reitti voitiin toteuttaa, oli sen läheisyydestä oleellista löytää robottibussille liikennöinti-aikojen ulkopuolinen lataus- ja säilytyspaikka sekä operaattorien sosiaalitulat. Vaihtoehtoja luodattiin ja mahdollisiksi vaihtoehtoiksi nousivat lopulta Helenin Hanasaaren voimalaitoksen sisäpiha sekä kauppakeskus Redistä löytyvä lastauslaituri. Näistä parempi vaihtoehto oli Redin lastauslaituri (lyhyempi ajomatka varsinaiselle reitille sekä sisätila bussille), jonne ajettiin Työpajankadulta. Säilytyksestä sovittiin muun muassa Redin kiinteistöpäällikön kanssa, joka osoitti lastauslaiturilta robottibussille sopivan tilan. Paikkaa käytiin myös erikseen testaamassa robottibussilla ennen ohjelmoinnin aloitusta, jotta voitiin varmistua säilytyksen soveltuvuudesta käytännössä (huolenaiheena oli lähinnä parkkiin vievä jyrkkä ramppi). Forum Virium Helsingin avustamana operaattoreille löytyi taukotilat Kalasatama Urban Labista.</p> <p>Kun Kalasataman reitti oli päätetty, teki bussivalmistaja omat analyysinsä reitistä raportin muodossa ("site analysis report",</p>		
--	--	--

<p>vastaava raportti tehtiin myös Kivikon osalta), jossa huomioitiin mahdolliset vaaranpaikat ja toimenpiteet, jotka tulisi tehdä reitin toteuttamiseksi. Bussivalmistajan toiveena oli saada reitin risteysiin (bussille) etuajo-oikeus stop-merkein tai kärkikolmioin. Keskustelun myötä näitä ei kuitenkaan onneksi lopulta tarvinnut asentaa. Valmistajan huoli koski myös vielä osittain muuttuvaa ympäristöä, jonka seurauksena uudelleenohjelmoinnille/kartoitukselle voisi olla tarvetta kunnollisen lokalisoinnin saavuttamiseksi. Lisäksi Junonkadulla robotibussia vastaan ajavat HSL: bussilinjat sekä työmaaliikenne erityisesti Junonkadun ja Parrulaiturin risteyksessä saivat osakseen erityishuomiota.</p> <p>Kun reitistä oli päästy yhteisymmärrykseen valmistajan ja muiden tahojen kanssa, reitin ohjelmointi sovittiin suoritettavaksi 8-17.5.2019. Tätä ennen tehtiin tarvittavia liikennejärjestelyitä alueelle, jotka pitivät sisällään robottibussista varoittavia kylttejä sekä kadunvarsipysäköintipaikkojen varaimisen robottibussipysäkeiksi katualue varattu -siirtokehotustauluin. Bussipysäkeille tuotiin valmiuteen myös betonipossut ja pylvääät pysäkkikylteille, jotka suunniteltiin ja asenettiin paikoilleen Metropolian toimesta myöhemmin. Jotta liikennöintiäikataulu voitiin päättää ja ilmoittaa se pysäkkikylteissä, oli tiedettävä tarkasti reitin ajamiseen kuluva aika, kuinka kauan reitin ajamiseen kului aikaa, mikä selvisi vasta ohjelmoinnin ja testauksen jälkeen.</p> <p>Reitin ohjelmointi päästiin aloittamaan ajallaan reitin kartoituksella. Toisin kuin Kivikossa, reitin kartoitus suoritettiin asentamalla erikseen Ranskasta lähetetty kartoituslaite (Mobile Mapping System, MMS) tavallisen auton kattotelineisiin, ja ajamalla reitti hiljaksen lävitse autolla laitteen kerätessä tutkillaan karttadataa ympäristöstä. Tämä kartoitus tehtiin myös ilta/yöaikaan vähäisemmän liikenteen toivossa. Kalastamassa ei asennettu mihinkään kiinteää RTK-tukiasemaa, vaan tarkennetun paikkatiedon saamiseksi valmistaja suostui käyttämään suomalaisen Geotrim Oy:n tarjoamaa Trimnet VRS RTK -palvelua (Kivikon osalta bussivalmistaja ei vielä tarjottuun palveluun luottanut), jossa tarkennettu satelliittipaikkatieto tuli bussiin mobiiliverkon (3G/4G) yli. Tämä helpotti ja nopeutti järjestelyitä Kalastaman osalta, eikä liikennöinnin aikana vaadittu tukiaseman uudelleenkäynnistelyä. Kartoituksen jälkeen reitin ohjelmointi eteni samaan tapaan kuin Kivikossa ohjelmoimalla reittiin risteykset, suojatiealueet, bussipysäkit sekä säätämällä bussin nopeuksia tietyissä kohdissa reitillä. Bussin ajolinjoja hienosäädettiin ja ajettiin reittiä ympäri pikkuhiljaa nopeutta kasvattaen, kunnes voitiin todeta, että kaikki toimii myös kovempaa ajettaessa ja varsinaisella</p>		
--	--	--

<p>maksimioperointinopeudella (14 km/h). Kalastamassa liikennöintinopeus oli pääosin hitaampi kuin Kivikossa, noin 6-12 km/h, sillä reitillä oli useita tasa-arvoisia risteyskohtia ja robottibussi saattoi jarrutella kadunvarteen pysäköityjen autojen vuoksi.</p> <p>Kalastaman reitin operoimisesta oli tehty alihankintasopimus Rolan Oy:n kanssa, jonka työntekijät osallistuivat myös reitin ohjelmoimiseen ja tätä kautta suoritettavaan automaattiajamisen koulutukseen, jota pystyi suorittamaan vasta kokonaisuudessaan, kun reitti oli ohjelmoitu. Aikaisemmin keväällä oli Metropolian toimesta annettu koulutusta bussin ominaisuuksista ja manuaaliajamisesta, jota harjoiteltiin Espoon Koskelossa, jossa bussia säilytettiin talven yli. Liikennöinnin alkaessa robottibussi oli saatu Reittioppaaseen linjanumerolla 26R.</p>		
<p>Vaihe 3 (TP3): Vuosittaiset liikennepalvelut</p> <p>Matkustajia otettiin Kivikossa arkisin klo 9-15 liikennöivän automaattibussin kyytiin 14.5.2018 alkaen. Lähtöjä päivän aikana oli 18, kolme lähtöä tunnissa. Varsinaisen liikennöinnin päättyessä teknisiin ongelmiin (akkuvika) 25.10, oli matkustajia ollut kyydissä yhteensä 1294. Toisena liikennöintikautena Kalastamassa bussia liikennöitiin vastaavin kellonajoin ja lähdöin. 21.5-22.11.2019 välisenä aikana bussin kyydissä oli yhteensä 3891 matkustajaa.</p> <p>Liikennöintijaksojen aikana matkustajista pidettiin kirjaa ja kysyttiin, miten he ovat robottibussin kyytiin tulleet sekä havainnoitiin, oliko bussi ollut matkustajilla osana matkaketjua. Lisäksi matkustajille annettiin satunnaisesti täytettäväksi matkan aikana tabletti-kysely käyttäjäkokemuksesta. Lisäksi operaattorit täyttivät virheraporttia ongelmatilanteissa, jolla pyrittiin selvittämään tilanteisiin puuttumisen syitä sekä esiintymistiheyttä.</p> <p>Ongelmatilanteissa operaattorit olivat yhteyksissä bussivalmistajaan lähinnä pikaviestien WhatsApp-sovelluksella ja otivat bussin tietokoneelta lokitiedostoja, jotka lähetettiin erikseen valmistajalle. Poikkeuksista liikennöintiin ilmoitettiin aluksi Metropolian Älykkään liikkumisen Twitter-tilillä. Ilmoituksia alkoi kuitenkin tulla melko paljon ja todettiin, että olisi järkevää perustaa hankkeelle oma poikkeuksista kertova tili (@HRLpoikkeusinfo). Matkustajilta saadun palautteen ja selkeyden vuoksi hankkeelle perustettiin vielä myöhemmin nettisivut (<a href="https://www.helsinkirobobusline.fi/">https://www.helsinkirobobusline.fi/</a>). Kalastamassa poikkeuksista tiedotettiin paremmalla menestyksellä myös Reittioppaassa HSL:n OMM-järjestelmän (Operational Moni-</p>	<p>14.5-25.10.2018 automaattibussi liikennöimässä Kivikossa arkisin klo 9-15 täydentäen joukkoliikenteen palveluja HSL linjanumerolla 94R. Valmius liikennöintiin 14.11 saakka. Bussipysäkkilyttien teko ja pystytys. Nettisivujen avaaminen.</p> <p>21.5-22.11.2019 automaattibussi liikennöimässä Kalastamassa arkisin klo 9-15 täydentäen joukkoliikenteen palveluja HSL linjanumerolla 26R. Bussipysäkkilyttien teko ja pystytys.</p> <p>Matkustajapalautteen kerääminen tabletti-kyselyn muodossa.</p> <p>Liikennöinnin seuraaminen ja virheraportin täyttö.</p> <p>Operaattoreiden kouluttaminen.</p>	<p>05/2018-11/2018, 05/2019-11/2019</p>



<p>toring and Management) kautta, ja pidempikestoisemmissa ongelmatapauksissa Reittioppaaseen robottibussilinjan osalta laitettiin yleinen häiriötiedote. Yksittäisten lähtöjen poikkeamien kirjaamisessa todettiin olevan haasteita, kun oli usein vaikea arvioida ongelman kestoa ja sitä monta vuoroa jäisi ajamatta. Ei haluttu myöskään täyttää HSL:n sivuja automaattibussin häiriötiedoilla.</p> <p>Bussin operointiin kuului yleisesti reitillä olevien ongelmakoh- tien tarkkailu ja näihin puuttuminen. Kivikossa tämä tarkoitti muun muassa nurmikun leikkuuta, kasvien repimistä maasta, puskiensa trimmailua sekä puiden oksien sahaamista kriittisistä paikoista, joista oli haittaa bussin liikennöinnille. Kesäkuun alussa kuiva ja helteinen kesä haittasi Kivikossa reitin varrella kasvavia puita, joiden juureen tuli asentaa kastelupussit. Joihinkin puihin oltiin kiinnitetty vanerit parantamaan bussin paikannusta Viikin Puistosillan kohdalla. Tämä osittain esti pussien asentamisen, jolloin urakoitsijan sekä kaupungin puolelta alueesta vastaavien henkilöiden kanssa käytiin neuvonpitoa siitä, mitä tilanteelle voisi tehdä. Vanerien poistaminen ei tullut bussin kannalta kysymykseen ja lopulta päädyttiin bussivalmistajan hyväksymään ratkaisuun, jossa vanereista leikattiin palat pois, jotta kastelupussit päästiin asentamaan ja mahtuivat olemaan paikoillaan. Kalasatamassa eniten ongelmia aiheuttivat bussipysäkeille pysäköineet autot, joiden tuulilaseille laitettiin robottibussipilotista kertovia infolappuja, ehkäistäkseen tulevia väärinpysäköintejä. Molempien reittien osalta oltiin myös muutamia kertoja yhteyksissä alueiden liikennesuunnittelijoihin työmaista ja muista reitillä havaituista epäkohdista johtuen.</p> <p>Lokakuun 2018 lopulla Kivikossa robottibussissa ilmeni todennäköisesti kylmän ilman aiheuttama akkuvika, jonka seurauksena bussiin vaihdettiin korkeajänniteakku Metropolian hallissa Espoon Koskelossa yhteistyössä bussivalmistajan kanssa. Vika ei kuitenkaan poistunut eikä bussilla liikennöity 25.10-14.11 välisenä aikana. Bussi odotti loppuajan Kivikossa valmistajan lisäohjeita ja operaattorit olivat valmiudessa liikennöimään.</p> <p>Kalasatamassa elokuussa 2019 oli tarve kouluttaa uusia busioperaattoreita. Kun käytössä ei ollut toista robottibussia jolla suorittaa koulutusta, koulutusta jouduttiin järjestää osittain liikennöinnin aikana, jolloin myös ilmoitettiin lähtöjä perutuksi (näitä ei kuitenkaan laskettu liikennöinnin poikkeamiksi). Koulutusta haittasi lokalisointiongelma, jonka vuoksi bussi ei tietyissä paikoissa pysynyt täysin reitillään ja tämän vuoksi bussia ei voinut ajaa automaattitilassa reitillä.</p>		
---	--	--

<p>Tänä aikana voitiin kuitenkin pitää yleistä koulutusta ja harjoitella manuaaliajaja robottibussilla. Lokakuun 7-11.10 reitti ohjelmointiin uudestaan bussivalmistajan toimesta poistaakseen ongelman ja päivittääkseen uuden ohjelmistoversion bussiin. Kalasatamassa päästiin ajamaan suunnitellun ajokauden loppuun (22.11), sillä ilmat pysyivät kohtalaisen lämpiminä ja robottibussi oli muutenkin latauksessa kohtalaisen lämpimässä tilassa.</p> <p>Liikennöintien aikana ja näiden ulkopuolella bussia esiteltiin erinäisille vieraille ja medialle, jolle annettiin myös haastatteluita.</p>		
<p>Vaihe 4 (TP4): Etävalvomo ja oheispalvelut</p> <p>Kokeilualustaan ja erityisesti robottibussin monitorointiin etävalvomosta liittyvien toimenpiteiden toteuttamista vaikeuttivat riippuvuus valmistajan tuesta/ylläpidosta liikennöinnin suhteen sekä bussin järjestelmien rajapintojen sulkeutuneisuus. Alun perin mietittiin etävalvomoon liittyviä testauksia ROBUSTA-hankkeen yhteydessä, jolloin testauksesta oli kiinnostunut erityisesti Fleetonomy.ai. Loppuvuodeksi 2018 kaavailtiin automaattiseen ajamiseen liittyvää verkonkuormitustestausta Kivikkoon, jossa mukana olisi ollut Nokia, VTT:n robottiautot, robottibussi sekä Metropolian muut testausajoneuvot. Testiverkkoa ei kuitenkaan aikataulu- ja resurssisyistä voitu Kivikkoon rakentaa, ja testausta on suunniteltu sittemmin Tampereen Hervantaan. Tähän ei kuitenkaan robottibussia voitu ottaa mukaan, sillä testaus olisi vaatinut uuden reitin suunnittelua sekä ohjelmoimista bussivalmistajan toimesta. Lyhyen testijakson toimeenpaneminen vaatii kohtalaisen suurta rahallista panosta, jonka lisäksi loppuvuoden testaukseen liittyi riskejä ennen kaikkea kelien osalta. Neuvonpitoa testausmahdollisuuksista käytiin edelleen vuosien 2018 ja 2019 vaihteessa bussivalmistajan kanssa, mutta ei löydetty keinoa jolla olisi voitu edetä asiassa.</p>	<p>Suunnitelmia etävalvomotestauksesta ja verkon kuormitukseen liittyvistä testauksista.</p>	<p>12/2017-12/2019</p>
<p>Vaihe 5 (TP5): Suomalaisen automaattibussikonsortion ja operaattorien kartoitus</p> <p>Hankkeessa luodattiin mahdollisuutta löytää Suomesta ympärivuotiseen liikennöintiin kykenevä automaattibussikonsortio. Hankkeen alussa Suomeen syntyikin, Sensible 4 -yritys, ja tämän alle GACHA-automaattibussi, jota on testattu Suomessa eri kaupungeissa. Helsinki RobobusLine -hankkeen tuloksia ja kokemuksia on jaettu bussikonsortion ja GACHA-bussin kehitykseen ja konsortio on tarkastellut hankkeessa käytössä ollutta automaattibussia siinä määrin, kun se on ollut mahdollista.</p>	<p>Kokeilusta saadun tiedon ja tuloksien jakaminen automaattibussikonsortion kehitykseen. Hankkeessa käytössä olleen automaattibussin ”benchmarkkaaminen”.</p> <p>Potentiaalisten operaattoriyritysten kartoitus. Alihankintasopimus robottibussin operoimisesta Kalasatamassa vuonna 2019.</p>	<p>1/2017-12/2019</p>

Suomalaisia potentiaalisia operaattoriyrityksiä kartoitettiin, ja tätä kautta tarjoutui mahdollisuus operoinnin alihankintaan Kalastaman liikennöintijakson aikana. Automaattibussia operoi Kalastamassa, tämä rahoitettiin mySMARTLife-hankkeen kautta.		
Vaihe 6 (TP6): Vuosi- ja yhteenvetoraportointi  Vuonna 2017 elokuussa toimitettiin Helsinki RobobusLine -hankkeen ensimmäinen väliraportti. Lokakuussa 2018 toimitettiin toinen väliraportti ja hankkeen päätyttyä vuoden 2019 loppuun, loppuraportti maaliskuussa 2020.  mySMARTLife-hankkeen osalta toimitettiin hankkeen koordinaattorille M12 deliverable marraskuussa 2017, M36 deliverable marraskuussa 2019 ja tammikuussa 2021 toimitetaan vielä M50 deliverable sisältäen laajemmin tuloksia robottibussin ajoista. Lopullinen M50 raportti tulee olemaan julkinen.	Kustannus- ja hankeraportointi.  Tulosten jakaminen sidosryhmille.	1/2017-12/2019

## Hankkeen rahoitus- ja kustannukset

- Arvonlisävero ei jää hakijan lopulliseksi kustannukseksi. Kustannukset on ilmoitettu verottomina
- Arvonlisävero jää hakijan lopulliseksi kustannukseksi. Ilmoitettaviin kustannuksiin sisältyy arvonlisävero

	2019 (euroa)	2018 (euroa)	2017 (euroa)	2016 (euroa)
Innovaatorahastosta myönnetty rahoitus	78809	78809	102600	
Rahastosta käytetty määräraha	78809	78809	102600	
Innovaatorahastolle palautettava/palautettu summa				
Muualta saatu rahoitus				
Tulot				
Oma rahoitus	38 592,55	35 556,56	8 187,56	

Hankkeen kulut viimeiseltä hankevuodelta	Kokonaiskustannukset 2019 (euroa)	Innovaatorahaston osuus 2019 (euroa)
Palkkakulut,	35 303,03	35 303,03
joista palkan sivukuluja	5 696,65	5 696,65
Matkakulut	205,59	0,00
Ostopalvelut,		
joista asiantuntijapalveluita		
Hankinnat/investoinnit,	81 892,93	43 505,97
joista koneiden ja laitteiden hankintamenoja	80 000,00	43 505,97
Toimisto- ja vuokratkustannukset		
Muut menot		
<b>Yhteensä</b>	<b>117 401,55</b>	<b>78 809,00</b>

## Hankkeen menot ja tulot

## 1. Palkkakustannukset (mukaan lukien työnantajamaksut)

Tehtävä	Koko-/osa- aikainen	Hen- kilö- työkk	Sivuku- lujen %	2019		2018		2017		2016		Yhteensä
				kokonais- kulut	...joista IR osuus	kokonais- kulut	...joista IR osuus	kokonais- kulut	...joista IR osuus	koko- nais- ...joista kulut IR osuus		
Koordinaattori	osa- aikainen	10,77	19,24%	22212,64	22212,64	20792,54	20792,54	5679,98	5679,98			48685,16
<i>Projektinsiinööri</i>	osa- aikainen	3,40	19,24%	10164,04	10164,04	1650,76	1650,76					11814,80
<i>Viestintäsuunnittelija</i>	osa- aikainen	0,62	19,24%	2243,63	2243,63	205,82	205,82					2449,45
Loppujulkaisun graafikko	osa- aikainen	0,24	19,24%	470,17	470,17							470,17
<i>Opiskelija-assistentti</i>	osa- aikainen	0,09	19,24%	212,55	212,55							212,55
<i>Projektinsiinööri</i>	osa- aikainen	0,76	20,43%			1 874,72	1 874,72					1874,72
<i>Projektinsiinööri</i>	osa- aikainen	0,07	20,43%			300,99	300,99					300,99

<i>Opiskelija-assistentti</i>	osa-aikainen	0,38	20,43 %			737,53	737,53				737,53
<i>Opiskelija-assistentti</i>	osa-aikainen	1,00	20,43 %			1 324,71	1 324,71				1324,71
<i>Projektiassistentti</i>	osa-aikainen	0,10	20,43 %			190,05	190,05				190,05
<i>Projekti-insinööri</i>	osa-aikainen	0,02	20,43 %			87,20	87,20				87,20
Projektityöntekijä	osa-aikainen	0,10	21,60%					2862,63	2862,63		2862,63
<b>Yhteensä</b>				<b>35303,03</b>	<b>35303,03</b>	<b>27164,32</b>	<b>27164,32</b>	<b>8542,61</b>	<b>8542,61</b>		<b>71009,71</b>

#### Kustannusten perustelut

Henkilöstöä on tarvittu hankkeen yleiseen koordinointiin, reittisuunnitteluun, reittijärjestelyihin (muun muassa liikennejärjestelyt, paikannusvanerien/kylyttien työstö ja asennus, pysäkkikylyttien suunnittelu ja asennus) viestinnän suunnitteluun, loppujulkaisun tekemiseen, bussin teippausten suunnitteluun sekä bussin operointiin, esitteilyyn ja yleiseen ylläpitoon.

Hankkeessa jäi palkkakustannusten osalta käyttämättä 1207,64€, ja tämä summa sovittiin innovaatorahaston kanssa siirrettävään hankintoihin, joista budjetti kokonaisuudessaan ylittyi.

Henkilöstön tekemiä toimenpiteitä (muun muassa bussin operointia) rahoitettiin myös mySMARTLife-hankkeen kautta, mutta tämä ei ollut päällekkäistä Innovaatorahastolta myönnetyn rahoituksen kanssa. Käytännössä kumpaakaan hanketta ei olisi ollut kustannusteknisesti mahdollista toteuttaa ilman toista.

**2. Ostopalvelut ja muut hankinnat**

Menot eritellään seuraavien menoluokkien mukaisesti ja jokaisen menon kohdalla ilmoitetaan menon tositenumero hankkeen kirjanpidossa:

1. Ulkopuoliset palvelut (toimenpiteen tarkoitus ja toimittajan nimi)
2. Investoinnit/tarvikkeet ja tavarat/koneet ja laitteet (hankinnan tarkoitus ja toimittajan nimi)

Kustannus	2019	2018	2017	2016
2. Bussihankinta vuonna 2017 syyskuu/joulukuu. Liite Projektit Pääkirja 20171231., 24-9778 ja 24-14328. Hankinnan kokonaisarvo 260 000 €		80 000,00		
2. 24-3292, Helsinki RobobusLine reittijärjestelyt. materiaalia ja tarvikkeita bussin paikannustaulujen tekoon.		91,85		
2. 24-3293, Helsinki RobobusLine reittijärjestelyt. materiaalia ja tarvikkeita bussin paikannustaulujen tekoon.		217,57		
2. 24-3502, Helsinki RobobusLine reittijärjestelyt. materiaalia ja tarvikkeita bussin paikannustaulujen tekoon.		43,95		
1. 24-3642, Helsinki RobobusLine bussin teippaus.		2 053,32		
2. 24-4156 Helsinki RobobusLine liikennejärjestelyt Kivikossa. Betoniporsaita ja niiden asen-nus sekä liikennemerkkejä.		1 501,14		
2. 24-4706, Helsinki RobobusLine robottibussin reitin järjestely-kuluja: Trimmerin vuok-raus, tankkaus ja huomioliivien osto.		35,71		
2. 24-5754, Robottibussin liikennevakuutus 1.1.-31.12.2018.		535,00		
2. 24-6034, Helsinki RobobusLine -hankkeeseen tarvittavia tavaroita.		19,17		
2. 24-6237, Helsinki RobobusLine nettisivumaksu.		35,95		
2. 24-6296, Helsinki RobobusLine robobussin sähkönkulutuksen mit-taukseen ostettuja tarvik-keita.		12,74		
2. 24-6297, Helsinki RobobusLine robobussin sähkönkulutuksen mit-taukseen ostettuja tarvik-keita.		13,88		
2. 24-6300, Sähkönkulutusmittari robobussin kulutuksen mit-tausta varten.		79,96		



2. 24-6462, Helsinki RobobusLine -hankkeeseen tarvittavia tarvikkeita ja materiaalia.		39,70		
2. 24-6537, Helsinki RobobusLine helsinkirobobusline.fi domain maksu 2 vuotta.		47,45		
2. 24-7972, Helsinki RobobusLine, robobussin puhdistustarvikkeita.		27,90		
2. Bussihankinta vuonna 2017 syyskuu/joulukuu. Liite Projektit Pääkirja 20171231. 24-9778 ja 24-14328. Hankinnan kokonaisarvo 260 000 €			100 000,00	
2. rekisteröinti Koenumerotodistuksen tulostus, tos 24-2880	7,50			
2. bussinvaraosia ja muita tarvikkeita, tos. 24-6427	74,97			
2. bussin pesuaineita, tos. 24-6695	37,86			
2. tusseja, tos. 24-6547	47,45			
2. Muistitikku bussin lokitiedostojen tallentamiseen ja vikojen selvittämiseen, tos. 24-6701	12,99			
2. Traficom - Liikenteen Turvallisuusvirasto, Koenumerotodistus Å-153, (14.9.2019-13.9.2020), tos. 24-8801	200,00			
2. Kalasataman possut ja tolpat kuljetus ja sijoittelu, tos. 24-4803	334,80			
2. Projektin nettisivut - Premium-paketti Standard, 2 vuotta, tos. 24-4611	183,35			
2. Helsingin kaupunki, Aluevuokraus - käsittely- ja valvontamaksu - Vähäistä haittaa aiheuttava työ, tos. 24-12794	70,00			

2. tos. 24-4511	738,01			
2. Kännykkä, kotelo ja lasisuoja tos. 24-8203	186,00			
2. Bussihankinta vuonna 2017 syyskuu/joulukuu. Liite Projektit Pääkirja 20171231. 24-9778 ja -14328. Hankinnan kokonaisarvo 260 000 €		80 000,00		
<b>Yhteensä</b>		<b>81 892,93</b>	<b>84 755,29</b>	<b>100 00,00</b>
- joista innovaatorahaston osuus		43 505,97	50 889,63	91 812,04

**Kustannusten perustelut**

Kustannukset käsittävät erinäisiä hankintoja joita on tarvittu robottibussipilotin toteuttamiseen. Näistä merkittävimpinä mainittakoon robottibussin hankinta, robottibussin teippaus (jonka suoritti ulkopuolinen yritys) sekä reittijärjestelyt, jotka tarvittiin Kivikkon ja Kalastaman pilottia varten. Vuonna 2017 tehty bussihankinta ei näkynyt vielä vuoden 2017 väliraportissa, ja tämä hankinta on nyt jaettu kaikille vuosille (2017, 2018 ja 2019) perustelevaan kustannuksiin. Bussihankinnan kokonaisarvo oli 260.000,00€. Innovaatorahaston osuus hankinnoista nousi lukuun 186.207,64 €, kun palkkakuluista käyttämättä jäänyt osuus (1.207,64€) siirrettiin sovitusti hankintoihin. Automaattibussin liikennöintiä rahoitettiin myös mySMARTLife-hankkeen osalta (myös operoinnin ja muun toiminnan lisäksi), josta kokonaisuudessaan allkoitiin 63.000,00€ bussivalmistajalle maksettaviin vuoden 2019 lisensointi, ylläpito ja reitinohjelmointikuluihin sekä Kalastaman reitin operoinnin osittaiseen alihankintaan.

- **Matkakustannukset** (matkan tarkoitus, matkustajan nimi ja matka-aika sekä menon tositenumero hankkeen kirjanpidossa)

Kustannus	2019	2018	2017	2016
10-1766, Lentoliput HEL-Geneva, Geneva-Munich-HEL , Robotti-bussin ajokoulutusta			782,44	
10-1766, Majoitus Radisson SAS, Lyon, Robottibussin ajokoulu-			312,30	

tusta				
10-1766, Muut matkakulut, tienkäyttömaksu moottoritiellä Ge-neve-Lyon, Parkkimaksut			84,70	
10-1766, Päivärahat, Ranska Lyon			174,90	
10-1766, Kilometrikorvaukset. Koti-lentokenttä-koti			14,16	
10-1766, Lentolippujen toimitusmaksu			11,60	
10-1723, Matkaliput ja taksi, ulkomaan			458,63	
10-1723, Matkaliput ja taksi, ulkomaan			17,60	
10-1723, Majoitus ulkomaan			168,00	
40-367(10-1723), Muut matkakulut			63,00	
10-1723, Päivärahat			124,00	
10-1723, Kilometrikorvaukset			33,62	
Vetoauton nouto robottibussin kuljettamista varten. Kaupungin edustajien tapaaminen Kivikossa robottibussin reittiä koskien 26.4.2018. Huonot julkiset yhteydet. kilometri-korvaus, tosite 10-1826		23,58		
Tavarankuljetus bussipilottia varten (akkulaturi + työkaluja) 5.5.2018. kilometrikorvaus, tosite 10-1826		28,56		
Lokalisointikylyttien maalaus Koskelossa, maalin osto 18.4.2018. kilometrikorvaus, tosite 10-1826.		21,84		
Tavarankuljetus robottibussipilottia varten 21.5.2018. kilometri-korvaus, tosite 10-1829		13,02		

Robobusline-tapaaminen , kilometrikor-vaus, tosite 10-1832		26,10		
Robottibussireitin kartoitus, ensin kartoituksen yritys päivällä ja onnistunut kartoitus illalla 3.5.2018 ja Säilytyslaatikon ym. tavaroiden haku Koskelosta Kivikkoon 4.5.2018., kilometrikorvaukset, tosite 10-1832		34,86		
Robottibussin matkustamon näyttöjen kiinnittämiseen tarvittun tavaran kuljetus 5. ja 7.6.2018. , kilometrikorvaus, tosite 10-1834.		39,06		
Työkalujen haku ja palautus lokalisoitukylttien muokkaamiseen 1.6.2018. kilometrikorvaus, tosite 10-1836.		34,02		
Bussipysäkkikyltin kuljetus Koskeloon 7.8.2018. , kilometrikor-vaus, tosite 10-1841.		10,50		
Bussin osien vienti Koskeloon 21.8.2018. , kilometrikorvaus, tosite 10-1845.		18,90		
Robottibussin operointi Kivikossa 11.-12.9.2018. , kilometrikor-vaus, tosite 1847.		28,56		
TP2 Helsinki RobobusLine -hankkeen robottibussireitin ohjelmointi Kivikossa valmistajan edustajan kanssa 3.-9.5.2018. Ateriakorvaus, , tosite 10-1828.		52,50		
TP2 Helsinki RobobusLine -hankkeen robottibussireitin ohjelmointi Kivikossa valmistajan edustajan kanssa 3.-9.5.2018. Ateriakorvaus, , tosite 10-1828.		42,00		
TP3 Robottibussin operointi Kivikossa 14.-31.5.2018. Ateriakorvaus, tosite 10-1830.		115,50		
TP3 Robottibussin operointi Kivikossa 3.5.-18.6.2018. Ateriakorvaus, tosite 10-1834.		304,50		
TP3 Robottibussin operointi Kivikossa 1.-28.6.2018. Ateriakorvaus, tosite 10-1836.		189,00		
TP3 Robottibussin operointi Kivikossa 19.-29.6.2018. Ateriakorvaus, tosite 10-1837.		84,00		
TP3 Robottibussin operointi Kivikossa 10.-23.7.2018. Ateriakorvaus, tosite 10-1839.		168,00		
TP3 Robottibussin operointi Kivikossa 1.-31.8.2018. Ateriakorvaus, tosite 10-1845.		157,50		

TP3 Robottibussin operointi Kivikossa 19.-29.6.2018. Aterikorvaus, , tosite 24-6265.		147,00		
TP3 Robottibussin operointi Kivikossa 1.-31.7.2018. Aterikorvaus, tosite 24- 6539		168,00		
TP3 Robottibussin operointi Kivikossa 1.-27.8.2018. Aterikorvaus, tosite 24- 7226		178,50		
HSL seutulippu,, tosite 10-1863		7,64		
Kilometrikorvaus,, tosite 10-1853		23,94		
Polttoainekulut, tosite 10-1855		22,60		
Polttoainekulut, , tosite 10-1856		41,33		
Kilometrikorvaus, tosite 10-1850		16,38		
Kilometrikorvaus, tosite 10-1858		43,68		
Kilometrikorvaus, tosite 10-1863		12,18		
TP3 Aterikorvaus, tosite 10-1850		168,00		
TP3 Aterikorvaus, tosite 10-1858		147,00		
Kilometrikorvaus, tosite 10-1857		25,20		
Aterikorvaus, tosite 10-1850		42,00		
Aterikorvaus, tosite 10-1857		10,50		
Kilometrikorvaus, Tavaroiden/työkalujen kuljettaminen ja Kala- sataman robottibussireitin järjestelyt, tos. 10-1930	28,52			

Kilometrikorvaus, Robottibussipilottitarvikkeiden kuljetus omalla autolla, tos. 10-1935	12,04			
Kilometrikorvaus, Tavarain kuljetus Helsinki RobobusLine -bussipilottiin liittyen, tos. 10-1944	11,61			
Kilometrikorvaus, osien kuljettaminen hultotoita varten 10-1948	25,80			
Kilometrikorvaus, Tavarain kuljettaminen omalla autolla, Ta-varain purku, robottibussin tavarain purkaminen Kalasatamasta Koskeloon 10-1972	33,12			
Ruokaraha Kalasataman robottibussin operointipäivälle, lähellä ei ole työpaikka ruokalaa, tos. 10-1935	42,00			
Ruokaraha Kalasataman robottibussin operointipäivälle, lähellä ei ole työpaikka ruokalaa, tos. 10-1948	21,00			
Ruokaraha Kalasataman robottibussin operointipäivälle, lähellä ei ole työpaikka ruokalaa, tos. 10-1953	31,50			
<b>Yhteensä</b>	<b>205,59</b>	<b>2445,95</b>	<b>2244,95</b>	
- joista innovaatorahaston osuus	0,00	755,05	2244,95	

#### Kustannusten perustelut

Matkakustannuksia on kertynyt lähinnä kilometrikorvauksista tavarain kuljettamisesta robottibussipilottia varten, kun työntekijät ovat käyttäneet omia autojaan asi-

oiden hoitamiseen. Ateriakorvauksia on maksettu työntekijöille operointipäiviltä, sillä robottibussireitin läheisyydessä ei ole ollut Metropolian omaa toimipistettä eikä kunnollisia-sosiaalituloja, ja lounastaukoja varten on täytynyt liikkua muualle. Suuremmat yksittäiset matkakulut voidaan perustella bussihankintaan liittyvällä selvitysvierailulla bussivalmistajan tiloihin sekä valmistajan ennakkoon antamalla bussin käyttökoulutuksella, jotta bussi voitiin vastaanottaa Suomeen ennen reitille ohjelmoinnin aloitusta.

- **Toimisto- ja vuokratkustannukset** (kustannuksen tarkoitus ja kohde sekä menon tositenumero hankkeen kirjanpidossa)

Kustannus	2019	2018	2017	2016
<b>Yhteensä</b>				
- joista innovaatorahaston osuus				

**Kustannusten perustelut**

- **Muut kustannukset** (kustannuksen tarkoitus/kohde ja toimittaja sekä menon tositenumero hankkeen kirjanpidossa)

Kustannus	2019	2018	2017	2016
<b>Yhteensä</b>				



- joista innovaatorahaston osuus				
----------------------------------	--	--	--	--

Kustannusten perustelut

**Hankkeen kustannukset yhteensä**

Palkat, ostopalvelut ja muut hankinnat, matkat, tilat- ja vuokrat, ja muut kustannukset yhteensä	2019		2018		2017		2016		Yhteensä
	kokonais- kulut	...joista IR osuus	kokonais- kulut	...joista IR osuus	kokonais- kulut	...joista IR osuus	kokonais- ...joista kulut osuus	IR	
	117 401,55	78 809,00	114 365,56	78 809,00	110 787,56	102 600,00			342 554,67

**Tulot (toteutuneet tulot ja tulon lähde)**

Tulot	2019	2018	2017	2016	Yhteensä
Yhteensä					

**Liitteet**
**1. Kaupunkiorganisaation ulkopuolisen hanketoteuttajan raporttiin liitetään kaupungin lausunto hankkeen toteutumisesta**

Raportit pdf-muodossa toimitettava innovaatorahastolle ja kaupungin kirjaamoon viimeistään kuusi kuukautta hankkeen päättymisen jälkeen.

[helsinki.kirjaamo@hel.fi](mailto:helsinki.kirjaamo@hel.fi), [innovaatorahasto@hel.fi](mailto:innovaatorahasto@hel.fi)

Lisätietoja:

[www.hel.fi/innovaatorahasto](http://www.hel.fi/innovaatorahasto)

Lausunnossa pitää käydä ilmi miten hanke on toteutunut, hankkeen tuloksellisuus ja vaikuttavuus suhteessa saatuun avustukseen sekä miten tuloksia aiotaan hyödyntää ja sisällyttää kaupungin toimintaan.

- 2. Hankkeen ohjausryhmän pöytäkirjanote, jossa väliraportti hyväksytty.**
- 3. Hankkeen kirjanpidon ote.**