

## Joukkoliikenneselvityksestä esitetyt kysymykset

KYSYMYS 1) Selvityksen liikennemallitarkastelut välityskyvyn tarvearvio on laskettu vuoden 2016 asukas- ja maankäyttötavoitteiden perusteella. Sen jälkeen yleiskaavan väestötavoitetta on nostettu ja Tie-depuiston maankäyttösuunnitelmia tehostettu. Väestötavoitteiden muutos näkyy sisäisenä ristiriitana selvityksen oheismateriaaleissa. Taustalaskennassa vuoden 2050 väestömäärä on ollut noin 220 000, kun selvityksen julkistustilaisuudessa vuoden 2050 väestötavoitteeksi ilmoitettiin 250 000. Miten vuoden 2016 jälkeen muuttuneet väestö- ja maankäyttötavoitteet vaikuttavat joukkoliikenneselvityksen liikennemalli- ja välityskykytarkasteluun etenkin Varissuon ja keskustan välillä? Päivitetäänkö välityskykytarpeen arvio ennen joukkoliikenneselvityksen päätöksentekovaihetta?

On olemassa erilaisia kasvuskenaarioita. Liikenne-ennusteen laadinnan jälkeen, kuten selvityksissä on mainittu, taustaoletukset mm. väestönkasvun ja keskustavision aiheuttamien liikenneverkkomuutosten osalta ovat muuttuneet merkittävästi.

Laadittu liikenne-ennuste perustuu Turun asukasmäärän osalta noin Turun rakennemalli 2035 mukaiseen kasvuun vuoteen 2035 mennessä, joka oli ennusteen laadintahetkellä paras olemassa oleva tieto Turun asukasmäärän kasvusta. Turun väestöennuste vuodelle 2050 valmistui tammikuussa 2018 eli se ei ollut käytössä työn alussa ennusteita laadittaessa eikä myöskään työn aikana. Turun aluekohtaisia väestöennusteita uudella väestöennusteella ollaan vasta laatimassa. Tilastokeskuksen vuonna 2014 laaditun ennusteen mukaan Turun kasvu on huomattavasti alhaisempi kuin Turun omassa väestöennusteessa.

Liikenne-ennuste laadittiin yleissuunnitelman tarkennuksen konsulttityön alussa, koska sitä käytettiin työn aikana mm. joukkoliikennelinjastojen vuorovälien ja liikennejärjestelyiden suunnittelussa, kustannusten laskennassa sekä vaikutusarvioinnissa. Liikenne-ennuste perustuu tuolloiseen käsitykseen väestömäärän kasvusta, sijoittumisesta sekä liikenneverkon kehityksestä. Liikenne-ennuste oli edellisen kerran päivitetty Turun maankäytön ja seudun liikenneverkon kuvauksen osalta vuonna 2016 juuri ennen tämän työn laatimista Turun yleiskaava 2029 varten.

Osittain liikenne-ennusteen epävarmuuksien vuoksi välityskyvyn tarpeesta laadittiin herkkyystarkasteluita sen osalta miten matkustajamäärät voisivat erilaisilla joukkoliikenteen matkustajamäärän kasvuskenaarioilla kasvaa.

Vuoden 2016 jälkeen kasvatetut väestö- ja maankäyttötavoitteet nostavat matkustajamääriä nyt laadituista ennusteista erityisesti kasvun kohdistuessa suunniteltujen reittien varten. Tarkempi arvio liikenteellisistä vaikutuksista edellyttäisi oletuksia maankäytön kasvusta, sen alueellisesta sijoittumisesta ja ajallisesta toteutumisesta sekä myös mm. asumisväljyyden ja ikärakenteiden aiheuttamista muutoksista nykyisillä alueilla.

Turun seudun liikennetutkimus valmistuu tämän hetken arvioiden mukaan keväällä 2018. Tämän jälkeen on tarkoitus päivittää koko liikennemallialueen osalta liikennekäyttäytyminen sekä ajantasaiset maankäyttö- ja liikenneverkoennusteet liikennemalliin. Tavoitteena on liikennemallin päivityksen valmistuminen kesäkuussa 2018. Mikäli liikenne-ennusteet halutaan päivittää, se olisi tarkoituksenmukaista syksyllä 2018 liikennemallipäivitysten jälkeen.

Liikenne-ennusteen päivittämiseen tässä työssä ei ole varauduttu. Liikenne-ennuste voidaan päivittää kesän 2018 jälkeen, mikäli näin päätetään. Päivittämiseen ei ole tällä hetkellä varattu rahoitusta. Mikäli päivitettyjen liikenne-ennusteiden perusteella haluttaisiin päivittää myös kustannuksiin ja vaikutusarvioihin, tulisi suuri osa laajoista laskelmista tehdä uudelleen ja päivittää kaikkiin raportteihin.

KYSYMYS 2) Jatkokysymys edelliseen: Välityskyvyn tarvearvio perustuu nykyisten matkustajamäärien tasaiseen kasvuun (joko 2, 4 tai 6 prosenttia vuodessa). Arviossa ei ole varauduttu matkustajamäärien mahdollisiin hyppäyksiin, joita voi syntyä mm. uuden joukkoliikennejärjestelmän käyttöönotosta itseltään, AMK-kampuksen keskittämisestä Kupittaaalle, Tunnin junasta, Yleiskaavan tarkennetuista väestötavoitteista tai Tiedepuiston Masterplanin etenemisestä seuraavan 30 vuoden aikana. Liikenneviraston Tunnin juna -selvityksissä Tunnin junan arvioidaan lisäävän Turun ja Helsingin välisiä työasiamatkoja 35-40%. Joukkoliikennematkustuksen vaikutus joukkoliikenteen kulkutapaosuuteen on arvioitu vain puoleksi prosenttiyksiköksi, kun Tampereella arvio on 2 prosenttiyksikköä ja Bergenissä raitiotie nosti joukkoliikenteen kulkutapaosuutta kyseisellä joukkoliikennekäytävällä 8,2 prosenttiyksikköä. Joukkoliikenneselvityksen oheismateriaalien mukaan brt-bussivaihtoehtokin voi nostaa merkittävästi matkustajamääriä, mm. Eindhovenissa matkustajamäärä on kasvanut kymmenessä vuodessa 65-75 prosenttia, Kentissä matkustajamääräennuste ylittyi 50 prosenttia ja Malmössä "superbussi" lisäsi matkustajamääriä 30 prosenttia 1. toimintavuoden aikana. Turun laskennassa ei ole edes vaihtoehtoisena skenaariona huomioitu tällaista matkamäärien kehitystä, vaikka nämä skenaariot vaikuttavat merkittävästi oleellisesti arvioon superbussin ja ratikan välityskyvyn riittävydestä. Miksi näitä tekijöitä ei ole otettu huomioon välityskykytarpeen arvioinnissa?

Rambollin vastauksen (liite 1) mukaan hyppäys sisältyy liikennemallitarkasteluihin eli työn varsinaiseen liikenne-ennusteeseen. Vuoden 2029 liikenne-ennusteessa suurimmat matkustajamäärät ovat superbussilla noin 65-105 % suuremmat kuin nykyisin ja raitiotiellä noin 95-160 % suurempia kuin lokakuussa 2017, mikäli oletetaan aamu- ja iltahuipputunnin välisen eron pysyvän nykyisellään.

Varsinaisen liikenne-ennusteen lisäksi on laadittu herkkyystarkasteluja mm. erilaisten joukkoliikenteen käytön kasvuskenaarioiden perusteella. Herkkyystarkastelut kuvaavat muutosta pitkällä aikavälillä, jolloin hyppäysten voidaan arvioida tasoittuvan. Hyppäyksellä voi olla merkittävä vaikutus superbussin mahdollisena välivaiheena toimimisen keston, mutta tulee huomata että raitiotien ja superbussin varsinaiseen liikenne-ennusteeseen sisältyy hyppäykset. Raitiotiellä ja superbussilla on varsinaisessa liikenne-ennusteessa erilaiset matkustajaennusteet ja siten myös erilainen välityskyvyn tarve. Mikäli superbussin matkustajaennusteet ylittävät ennusteet, superbussin välityskyky viiden minuutin vuorovälillä loppuu ennustettua aiemmin.

Kulikutapamuutos on sitä suurempi, mitä lähempänä raitiotie- tai superbussireittiä ollaan ja mitä pienempi tarkastelualue on. Kysymyksessä esitetty puolen prosenttiyksikön muutos koskee muutosta koko seudulla ve0+ (runkobussivaihtoehto) verrattuna, mutta koko seudun nykytilanteeseen (ve0 2016 linjasto) verrattuna joukkoliikenteen kulkutapaosuu- den ennustetaan kasvavan 1-2 prosenttiyksikköä vaihtoehdosta riippuen. Turun liikenne- mallitarkasteluiden ([https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files//turun\\_rai-  
tietien\\_yleissuunnitelman\\_tarkennus\\_-\\_liikennemallitarkastelut\\_15-12-2017.pdf](https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files//turun_rai-<br/>tietien_yleissuunnitelman_tarkennus_-_liikennemallitarkastelut_15-12-2017.pdf)) liitteessä 2 näkyy eri vaihtoehtojen kulkutapamuutoksia alueittain. Käytäväkohtaisia kulkutapamuu- toksia ei ole laskettu.

3) Mihin referensseihin perustuu oletus siitä, että superbussijärjestelmä tuottaa 88 prosenttia raitiotien aikaansaamasta maankäytön tehostamisvaikutuksesta?

Jo siitäkin syystä, että kaupungit ja niiden ominaisuudet poikkeavat hyvin paljon toisis- taan, ei ole olemassa yksiselitteistä laskentatapaa maankäytön tehostamisvaikutuksista eri skenaarioille.

Valinta oletuksista lukuarvojen osalta perustuu kaupungin asiantuntijatyöryhmän laati- maan yhteiseen arviointiin ja sitä seuranneeseen kaupunginhallituksen päätökseen. Työ- ryhmässä oli asiantuntijoita kaupunki-, liikenne- ja maankäytön suunnittelusta sekä kiin- teistökehityksestä, joiden kokemuksen perusteella oli tietoa realistisista aluetehokkuuk- sista sekä markkinoiden kiinnostuksesta eri alueiden kehittämiseen.

Maankäytön tehostamisvaikutuksen mitoitusta pohdittaessa pyrittiin oman arviointityön tueksi hakemaan ensisijaisesti tiedossa olleita toteutuneita superbussijärjestelmiä sekä niiden aikaansaamia toteutuneita ja arvioituja vaikutuksia. Vertailuaineistoa todettiin tosin olevan toistaiseksi varsin vähän ja suhteellisen lyhyeltä vaikutusajalta.

Koska superbussijärjestelmä tavoittelee kaikilta piirteiltään kokonaisvaikutuksista yksityis- kohtiin asti mahdollisimman samankaltaista lopputulosta kuin raitiotie, olisi periaatteessa kehitysvaikutuskin mahdollista arvioida lähes samaksi.

Lähinnä kapasiteettierojen lisäksi ainoastaan superbussijärjestelmän heikompi tunnetta- vuus tuo arviointiin alentavia prosenttilukuja. Kaupunkiympäristön lopullinen mitoitus ja kaupunkiympäristön toteutuva viihtyisyys ja laatu on arvioitu hyvin samankaltaisiksi. Pro- senttiluku sisältää lopullisen mitoituksen pienen eron lisäksi alentavana arvioidun maan- käytön kehityksen hitauden.

Raitiotiellä on oletettu olevan suurin maankäytön tehostamisvaikutus. Runkobussillakin on oletettu toteutuvan 63 % raitiotien maankäytöstä eli jos puhutaan raitiotien aiheuttamasta maankäytön tehostumisvaikutuksesta nykytilanteeseen nähden, niin superbussilla siitä oletetaan toteutuvan 88 %. Käytetyt periaatteet ja mitoitusluvut ovat jatkotyössä olleet samat kuin Turun raitiotien yleissuunnitelmassa 2014.

Määritellyt lukuarvojen ymmärrettiin vaikuttavan niin olennaisesti selvityksen laskelmiin, että luvut vietiin kaupunginhallitustasolle päätettäviksi. Turun kaupunginhallitus hyväksyi oletukset niiden luku- ja prosenttiarvoja esitetyssä muodossa ohjeellisesti noudatettavaksi 14.4.2014 § 158.

Viime kädessä maankäytön kehitys on riippuvainen kaavoituksen ohjelmoinnista, mitoituksesta ja suuntaamisesta. Se on ennen kaikkea maapoliittinen valinta ja on siltä osin tehtävissä riippumattomasti joukkoliikenteen välineestä.

Katso myös Rambollin vastaus (liite 1).

4) Mihin referensseihin perustuu superbussikaluston osalta 16 vuoden käyttöikäoletama? Göteborgissa kaksinivelbusseja on jouduttu uusimaan 10 vuoden välein ja Nantesissa Buswayn ensimmäinen bussisuku-polvi menee vaihtoon 12 vuoden kohdalla. Eikö olisi turvallisempaa arvioida käyttöiäksi esim. 12 vuotta? 12 vuoden käyttöiällä kalustoa tarvitaan kolme sukupolvea 30 vuodessa. 16 vuoden käyttöiällä kaksi sukupolvea.

16 vuoden käyttöikäoletama perustuu Rambollin tutkimustyöhön, ks. Rambollin vastaus.

Kysymykseen vastausta on tiedusteltu myös HSL:stä ja VTT:ltä:

- HSL olettaa tuplanivelsähköbussien pitoajaksi 20 vuotta, joka on sama kuin tuplaniveljohdinautoille. Akut vaihdetaan pitoajan aikana 1 – 2 kertaa. Asiaa on tutkittu mm. johdinautoliikenteen hankeselvityksessä: ([https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/13\\_2011\\_johdinautoliikenteen\\_hankeselvitys.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/13_2011_johdinautoliikenteen_hankeselvitys.pdf)).
- VTT:n kommenttien perusteella 16 vuotta kuulostaa korkealta, koska esim. Irizar lupaa 18m 1-nivelbussille 12 vuoden/ 600 000km takuun. Toisaalta taas Sveitsin Lucernessa on 1-nivelisiä sähköjohdinautoja käytetty paikoin jopa useita kymmeniä vuosia <http://www.trolleybus.ch/en/Vehicles/other-networks/Luzern>

Yhteenvetona voidaan todeta, että 16 käyttöikäoletama on realistinen, joskin täysin yhteensopivien referenssien puutteen vuoksi oletamaan liittyy epävarmuutta. Jos superbussin lähtökohdaksi otetaan tuplaniveljohdinauton käyttöikä, ja akusto oletetaan uusittavaksi käyttöiän aikana, niin käyttöikäoletamaa tai kustannusarviota ei ole tarvetta muuttaa.

Katso myös Rambollin (liite 1) ja VTT:n (liite 2) vastaukset.

5) Raportissa on arvioitu raitiotievaihtoehdon ja superbussivaihtoehdon kalustotarve lähes yhtä suureksi. Arvio perustuu Rambollin laskelmaan, joka on laskettu 7,5 minuutin vuorovälin perusteella. Selvitysraportin liitteen "Välityskyvyn tarve" perusteella on hyvin mahdollista, että superbussin vuoroväliä joudutaan tiivistämään 2030-luvun jälkipuolella viiteen minuuttiin. Tätä ei ole kuitenkaan huomioitu superbussivaihtoehdon kalustotarpeen arvioinnissa tai kustannuslaskennassa. Tampereen raitiotieselvityksessä on arvioitu, että Tampereen olosuhteissa 5 minuutin välein liikennöivä tuplanivelbussijärjestelmä edellyttäisi 8-9 yksikköä enemmän kuin raitiovaunujärjestelmä. Kuinka monta superbussia Varissuo-Raisio ja Varissuo-Runosmäki linjoille tarvitaan 5 minuutin vuorovälillä? Miten tämä vaikuttaa liikennöintikustannuksiin 30 vuoden tarkasteluajavälillä?

Liikenne-ennusteen huipputunnin maksimipoikkileikkauksen matkustajaennusteiden perusteella päädyttiin keväällä 2017 siihen arvioon, että sekä raitiotiellä että superbussilla riittäisi 7,5 minuutin vuoroväli sekä vuonna 2029 että 2050. Liikenne-ennusteen mukaan vuonna 2050 maksimikuormitus suurimmalla matkustajaennusteella (Varissuo-Raisio – linjauksella) on superbussilla 800 matkustajaa huipputunnissa suuntaansa ja raitiotiellä 1000 matkustajaa huipputunnissa suuntaansa. Näihin ennusteisiin lisättiin vielä 20 % ruuhkaisimman 15 minuutin matkustajakuorman kuvaamiseksi. Näin päädyttiin arvioon, että vuonna 2050 ruuhkaisimman 15 minuutin aikana yhdessä superbussissa olisi noin 120 matkustajaa/bussi ja vastaavasti noin 150 matkustajaa/raitiovaunu. Teoreettisen enimmäisvälityskyvyn (superbussi enintään noin 130-150 matkustajaa ja noin 30-33 metriä pitkä raitiovaunu noin 200 matkustajaa) arvioitiin riittävän 7,5 minuutin vuorovälillä.

Joulukuussa 2017 kerättiin vielä tuoretta tietoa toteutuneista matkustajamääristä Keskusta-Varissuo, Keskusta-Raisio-Naantali, Keskusta-Nätinummi ja Keskusta-Runosmäki –reiteillä. Lokakuussa 2017 toteutuneiden matkustajamäärien perusteella päädyttiin arvioon, että suurin matkustajakuormitus edellämainituilla reiteillä nykytilanteessa oli aamuhuipputunnin aikana Varissuo-Kupittaa välillä, noin 480 matkustajaa/huipputunti/suunta. Muilla ajankohdilla ja reiteillä suurin matkustajakuormitus oli nykytilanteessa noin 280-315 matkustajaa tunnissa suuntaansa.

Vuodenvaihteessa 2017-18 laadittiin vielä välityskykytarkasteluja. Näissä tarkasteluissa käytettiin varmuuden vuoksi teoreettisen enimmäisvälityskyvyn sijaan Ruotsissa käytettyjä matkustusmukavuuden huomioivia mitoituksia sekä superbussille että raitiotielle. Matkustusmukavuuden huomioon ottavalla mitoituksella päädyttiin siihen, että superbussin liikenne-ennusteen toteutuessa voitaisiin superbussilla pystyä vastaamaan matkustajakäyntään myös vuonna 2050. Kuitenkin matkustusmukavuuden huomioon ottava mitoitus edellyttäisi superbussilta viiden minuutin vuoroväliä jo 2030-luvulla, mitä ei oltu otettu huomioon aiemmin laadituissa liikennöintikustannuslaskelmissa.

Helmikuussa 2018 on laadittu lisää tarkasteluja välityskyvyn riittävydestä:

- Superbussilla käytettäessä matkustusmukavuuden huomioon ottavaa mitoitusta tarvittaisiin superbussiennusteella Varissuo-Keskusta –välillä aamuhuipputunnin aikana viiden minuutin vuoroväliä jo oletetusta aloitusvuodesta 2029 alkaen, mutta

viiden minuutin vuoroväli kuitenkin riittäisi 30 vuoden ajan käytetyllä liikenne-ennusteella.

- Raitiotiellä matkustusmukavuuden huomioon ottavalla mitoituksella tarvittaisiin raitiotie-ennusteella noin 30 metriä pitkillä raitiovaunuilla Varissuo-Keskusta –välillä aamuhuipputunnin aikana viiden minuutin vuoroväliä 2030-luvun lopulta alkaen. Noin 40 metriä pitkillä raitiovaunuilla 7,5 minuuttia arvioidaan riittävän koko 30 vuoden tarkasteluaikavälillä matkustusmukavuuden huomioon ottavalla mitoituksella.

Tarvittava kalustomäärä ja vuoroväli riippuu siis siitä, kuinka suuri osa seisomapaikoista katsotaan hyväksyttäväksi matkustajapaikoiksi ruuhkaisimpana aikana.

Mikäli vuoroväliä tihennetään superbussilla tai raitiotiellä 7,5 minuutista 5 minuuttiin, tarvitaan kalustoa noin 50 % enemmän.

Nykyisten matkustajakuormitusten perusteella aamulla matkustajakuormitus on erityisesti Varissuo-Keskusta välillä merkittävästi suurempi kuin muina aikoina tai muilla linjoilla. Näin voitaisiin liikennöidä tiheämmällä viiden minuutin vuorovälillä vain tällä osuudella aamulla ja muina aikoina riittäisi aluksi harvempi vuoroväli, kuitenkin hiljaisempia aikoja lukuun ottamatta vähintään 7,5 minuuttia helppokäyttöisyyden vuoksi.

Liikennöintikustannukset 30 vuoden aikavälillä siis riippuvat hyväksyttävästä matkustusmitoituksesta (tarvittava kalustomäärä) sekä liikennöintiaikataulusta (kuinka suurena aikana tarvitaan tiheämpää vuoroväliä). Tämän hetken tiedon perusteella mitoitusperusteena olisi perusteltua käyttää matkustusmukavuuden huomioon ottavaa mitoitusta laadukkaana joukkoliikenteen varmistamiseksi sekä ennusteiden epävarmuuksien vuoksi, jolloin superbussin ja raitiotien liikennöintikustannukset kasvavat aiemmin lasketusta. Kasvavan kalustotarpeen vaikutus varikon tilatarpeisiin ja varikkokustannuksiin täsmennetään. Superbussin liikennöintikustannukset kasvavat selvästi raitiotietä enemmän, koska raitiovaunuja voidaan pidentää eikä vuorovälin tihentäminen ole välttämätöntä. Toisaalta superbussin aiempaa tiheämpi vuoroväli parantaa superbussin houkuttelevuutta aiemmasta. Lisäksi Rambollin liikennöintikustannuslaskelmista on löytynyt helmikuussa 2018 laskuvirhe. Yhdessä edellä mainituilla seikoilla on merkittävä taloudellinen vaikutus 30 vuoden aikana, minkä vuoksi raportit tulee päivittää näiltä osin.

Katso myös Rambollin vastaus (liite 1).

6) Turun selvityksessä on päädytty erilaisiin käyttökustannusarvioihin kuin Tampereen raitiotien tai Raide-Jokerin selvityksissä. Mikä selittää sen, että sekä superbussin että raitiotien vaunupäiväkustannus on Turun selvityksessä kolminkertainen Tampereen selvitykseen nähden? Raitiotien osalta Raide-Jokerin ja Turun selvityksen vaunupäiväkustannuksen ero on 1,5 kertainen. Raitiotien päiväkustannusarvio on Tampereella 430 e/päivä, Raide-Jokerilla 1005 e/päivä ja Turussa 1351-1623 e/päivä. Varikon kustannukset on huomioitu myös Tampereen ja Raide-Jokerin vaunupäiväkustannusten laskennassa. Mikä selittää näin suuret erot vaunupäiväkustannusten laskennassa?

Viimeisimmissä julkaistuissa arvioinneissa (Tampereen raitiotien vaikutusten arviointi, yhteenvetoraportti 2016: [https://www.tampere.fi/tiedostot/t/yKwzQNhEx/raitioteallianssi\\_arviointiraportti.pdf](https://www.tampere.fi/tiedostot/t/yKwzQNhEx/raitioteallianssi_arviointiraportti.pdf) ja Raide-Jokerin hankearviointi 12.2.2016 <http://raidejokeri.info/wp-content/uploads/2016/03/hankearviointi.pdf>) päiväkustannusarviot ovat raitiovaunuille:

- Tampere 500,00 eur/kalustopv. Tampereen joukkoliikennejohtajan Mika Periviidan mukaan 500 eur/kalustopv ei sisällä varikon kustannuksia.
- Raide-Jokeri 30-metrinen raitiovaunu 1227,879 eur/vaunupv. Tämä jakautuu Raide-Jokerin allianssissa asiantuntijana toimivan Lauri Kangaksen mukaan siten, että kaluston osuus on 650 eur/vaunupv, varikon osuus 400 eur/vaunupv ja loput 178 eur/vaunupv ovat operaattorikuluja.

Turussa Varissuo-Raision raitiotielinjan vaunupäiväkustannus on 1351 eur/vaunupv, josta kaluston osuus 520 eur/vaunupv ja varikon osuus 549 eur/vaunupv.

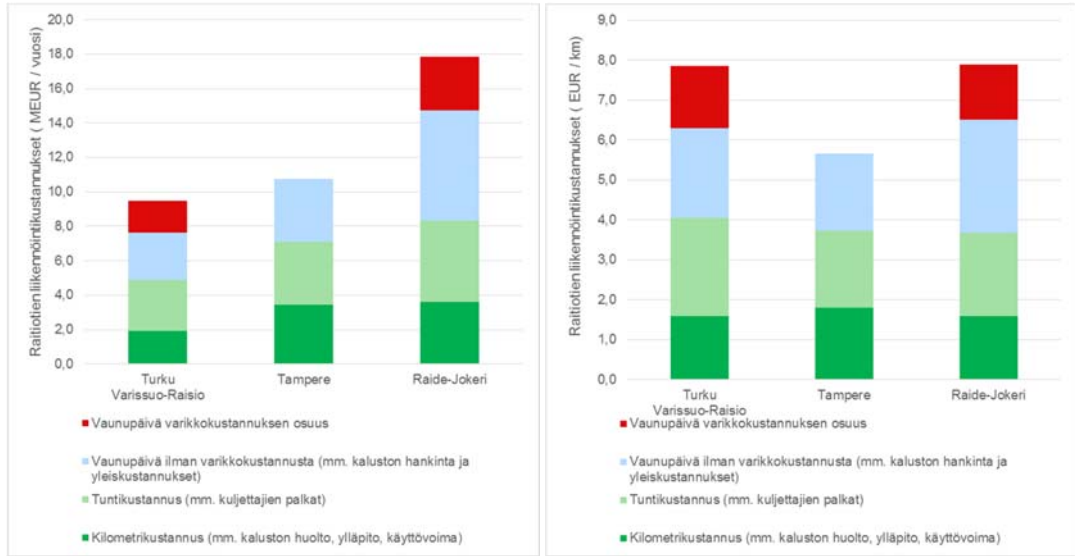
Keskeisin ero Tampereeseen on se, että Tampereella varikon kustannukset eivät sisälly vaunupäiväkustannukseen eikä liikennöintikustannuksiin vaan ovat osana investointikustannuksia. Tampereella on siis erilainen laskentatapa kuin Turussa tai Raide-Jokerissa, mikä vaikuttaa vaunupäiväkustannusten vertailuun, mutta ei vaikuta kannattavuuslaskelmaan.

Tampereella on käytetty kaluston osuudessa alhaisempaa korkokantaa (2 %) kuin Turussa tai Raide-Jokerissa (3,5 %), mikä alentaa Tampereen vaunupäiväkustannusta.

Tampereella ja Turussa raitiovaunujen käyttöikä on käytetty 40 vuotta, Raide-Jokerissa 30 vuotta.

Katso myös Rambollin vastaus (liite 1), jonka mukaan Raide-Jokerin suuremmalla kalustomäärällä varikon kiinteiden osien ja laitteiden kustannuksia voidaan jakaa suuremmalle kalustomäärälle. Tästä johtuen Turun varikon osuus vaunupäiväkustannuksessa on suurempi kuin Raide-Jokerissa.

Kun vertaillaan raitiovaunun liikennöintikustannuksia kokonaisuutena joko ilman varikkoa tai varikon kanssa, Turun luvut ovat hyvin lähellä Tampereen ja Raide-Jokerin liikennöintikustannuksia ajettua kilometriä kohden (kts. kuva 1).



Kuva 1. Turun (Varissuo-Raisio), Tampereen ja Raide-Jokerin (30 m) raitiovaunujen liikennöintikustannuksien vertailua. Tampereen yksikkökustannukset ja suoritteet perustuvat Tampereen raitiotien vaikutusten arviointi yhteenvetoraporttiin (2016) vuonna 2025 (s.65-66). Raide-Jokerin yksikkökustannukset ja suoritteet perustuvat Raide-Jokerin hankearviointiraporttiin 12.2.2016 (Raide-Jokerin hankearvioinnin liite 5).

KYSYMYKSIÄ 7) Miten Turun raitiotievarikon kustannukset vertautuvat referenssikaupunkeihin? Tampereella varikon kustannusarvio on 12 miljoonaa matalampi. Raide-Jokerin vaunupäiväkustannuksissa varikon osuus on noin 200 euroa, Turussa 550-820 euroa.

Katso Rambollin vastaus (liite 1).

Tampereen raitiotievarikon kustannusarvio on vuoden 2014 yleissuunnitelman mukaan noin 43 miljoonaa euroa.

Raide-Jokerin hankesuunnitelmassa (2016) raitiotievarikon kustannusarvio on 64 miljoonaa euroa. Raide-Jokerin varikon osuus vaunupäiväkustannuksista on 400 euroa (kts. vastaus kysymykseen 6).

Turun raitiotievarikon kustannusarvio on 47-54 meur linjauksesta riippuen. Turun raitiotievarikon kustannus on siis Tampereen ja Raide-Jokerin raitiotievarikoiden välissä. Tampereen joukkoliikennejohtaja Mika Periviidan mukaan Turun raitiotievarikon kustannus ei eroa olennaisesti Tampereen raitiotievarikon hinnasta.



KYSYMYS 8) Mihin referensseihin perustuu kustannusarvio superbussin latausjärjestelmän investointikustannuksista? Latausjärjestelmän kustannukseksi on arvioitu miljoona euroa riippumatta reittivaihtoehtojen pituudesta. Kustannusarvio on sama 7,8 ja 14,7 kilometrin reiteillä. Riittävätkö pelkät päätöspysäkkien latausasemat akkukäyttöisten tuplanivelbussien lataamiseen? Joidenkin tietojen mukaan Nantesin busway-uudistuksessa latausjärjestelmän kustannuksiksi on arvioitu 16 miljoonaa euroa ja latausasemia on reitin varrella neljä suuntaansa. Pitääkö tämä paikkansa?

Kustannusarvio perustuu toteutuneisiin latausjärjestelmäkustannuksiin Turussa, Helsingin seudulla ja Tampereella. Miljoonalla eurolla on arvioitu saatavan pääteasemille yhteensä kolme 300 kW tehon laturia, sekä varikolle hidaslatausjärjestelmä. Kustannusarvio on laskettu kalleimman vaihtoehdon mukaan. Kustannusarvio ei oleellisesti muutu lyhemmillä reittivaihtoehdoilla, koska linjan molempiin päiviin on toiminnan varmistamiseksi hankittava latausasemat, ja suuri osa kustannusta on latauspisteen tarvitsema tehoyksikkö.

VTT teki tarkentavien kysymysten perusteella simuloiteja, ja antoi tulosten perusteella suosituksen: "VTT suosittelee kahta 600 kW tehoyksikköä reitille Varissuo-Raisio, vähintään yhtä 300 kW varatehoyksikköä sekä 300 kW tehoyksikköä varikkolatausta varren. Yhteiskustannus kuvatulle latausjärjestelmälle asettunee vähintään noin 1,5-2 miljoonan euron kustannusluokkaan." Suosituksen perusteella kustannusarvio olisi perusteltua muuttaa 2 miljoonaan euroon.

Nantesin latausjärjestelmäkustannus ei ole suoraan verrannollinen Turun selvitykseen nähden. Nantesissa ABB toimittaa mm. myös bussien voimalinjat, ja toisaalta hintaan on laskettu yhteensä kymmenen latauspistettä. Jos Turun tapauksessa latureita hankittaisiin myös matkan varrelle, pitäisi liikennöintikustannuksia laskea alemmalle tasolle koska pääteasemalla ei tarvittaisi oletettua latausaikaa.

Turussakin olisi mahdollista järjestää latauspisteitä superbussille matkan varrella, mutta kyseessä on järjestelmämuutos. Ilman muuta bussiliikennettä, joka turvautuisi samoihin latauspisteisiin, olisivat latauspisteiden käyttöaste huomattavan alhainen. Kyseessä on energiahallinnan kokonaissuunnittelu. Käytännössä haetaan tilannetta, jossa koko sähköisen joukkoliikenteen lataustoiminnot on järjestetty luotettavasti ja kustannustehokkaasti, huomioon ottaen latausjärjestelmä-, ajoneuvojen hankinta-, sekä mm. kuljettajatarpeesta riippuvat operointikustannukset.

Katso myös Rambollin vastaus (liite 1).

Katso myös VTT:n vastaus (liite 2).

KYSYMYS 9) Mikäli superbussijärjestelmän latausjärjestelmä maksaa 15 miljoonaa arvioitua enemmän ja superbussikalustoa tarvitaan 2030-luvun puolivälistä alkaen arvioitua enemmän, miten nämä

muutokset vaikuttavat joukkoliikenne ratkaisun talouslaskentaan, mm. nettokustannusvaikutuksiin seuraavan 30 vuoden aikana?

Superbussijärjestelmän latausjärjestelmän kustannusarviota ei ole tarpeen muuttaa oleellisesti (ks. kysymys 8). Liikennöintikustannuslaskelmat ja niiden vaikutus muihin raportteihin päivitetään vuorovälitarpeen mukaisesti kohdassa 5 esitetyn mukaisesti.

KYSYMYS 10) Superbussiväylän vuotuisten yllä- ja kunnossapitokustannusten lähtökohdaksi on otettu Turun kaupungin olemassa olevat katujen ylläpitokustannustiedot. Miten hyvin sillä tavoin arvioidut ylläpitokustannukset vertautuvat muihin BRT referenssi kohteisiin? Miten kunnossapitokululaskelmassa on otettu huomioon se, että nykyiset kunnossapitokulut perustuvat telibusseihin ja tulevat kustannukset huomattavasti raskaampiin 7,5 minuutin välein liikennöiviin ajoneuvoyhdistelmiin?

Katso Rambollin vastaus (liite 1).

Katso VTT:n vastaus (liite 2).

KYSYMYS 11) Mistä johtuu, että Tampereen raitiotieselvityksessä päädyttiin johtopäätökseen "raitiotietä hyödyntävän joukkoliikennejärjestelmän käyttökustannukset ovat saman palvelutason tarjoavaa bussi-järjestelmää alemmat", mutta Turun selvityksessä lopputulos on päinvastainen?

Liikennöintikustannukset riippuvat mm. linjastorakenteista, vuoroväleistä ja käytetyistä yksikkökustannuksista.

Tampereen joukkoliikennejohtaja Mika Periviidan mukaan Tampereen viimeisimmät laskelmat löytyvät syksyn 2016 vaikutusarvioinneista, joiden perusteella myös toteutus päätös tehtiin. Vaikutusarvioinnin 2016 tuloksen voisi Periviidan mukaan kiteyttää tältä osin niin, että joukkoliikenteen (tilaajan) käyttökustannukset ovat Tampereen tapauksessa samansuuruiset bussi- ja ratikkavaihtoehdossa. Raitiotievaihtoehdo tuottaa suuremmat lipputulot ja on siten käyttötaloudeltaan positiivisempi. Tampereella joukkoliikenteen tilaajan kustannuksiin ei ole sisällytetty ratainfra investointi- ja ylläpitokustannusta.

Raide-Jokerin hankearvioinnin liite 5 mukaan raitiotien liikennöintikustannus (17,9-18,9 M€/v) on suurempi kuin tuplanivelbussin (12,6 M€/v) tai nivelbussin (14,7 M€/v). Raide-Jokerin raitiotievaihtoehdon lipputulot ovat 30 vuoden aikana diskontattuna 34,6 meur suuremmat kuin vertailuvaihtoehdolla (bussivaihtoehdolla), mutta liikennöintikustannukset ovat raitiotievaihtoehdolla samalla aikavälillä 45,2 meur suuremmat (hankearvioinnin taukko 6). Näin Raide-Jokerissa joukkoliikenteen käyttötalous on raitiotievaihtoehdolla negatiivinen.

Turussa raitiotievaihtoehdojen joukkoliikenteen käyttötalous (lipputulomuutos + liikennöintikustannusmuutos) on 30 vuoden aikana Varissuo-Matkakeskus reittiä lukuunottamatta

myös positiivinen eli lipputulot kasvavat enemmän kuin liikennöintikustannukset. Joukkoliikenteen käyttötalous paranee tarkasteluaikajakson loppua kohden mm. maankäytön ja matkustajamäärien kasvun vuoksi. Pelkkien liikennöintikustannusten osalta raitiotievaihtoehdoissa kustannukset kasvavat kuten Raide-Jokerissakin.

Katso myös Rambollin vastaus (liite 1).

KYSYMYS 12) Onko perusteltua, että kaikki johtosiirrot on budjetoitu raitiotien kustannuksiksi ilman kattavaa arviota siitä, kuinka suuri osa johdoista ja putkista joudutaan joka tapauksessa uusimaan 2020-luvun aikana? Joukkoliikenneselvityksen yleisötilaisuudessa tähän kysymykseen vastattiin arviolta, jonka mukaan merkittävä osa ratikkareitin varrella olevista johdoista ja putkista olisi uusittu 10 viime vuoden aikana. Pitääkö tämä paikkansa?

Katso Rambollin vastaus (liite 1).

Ei ole tiedossa kuinka suuri osa putkista ja johdoista joudutaan uusimaan 2020-luvun aikana. Yleisötilaisuudessa käytettiin esimerkkiä, että superbussissa ei ole nähty tarkoitukseenmukaiseksi uusia järjestelmällisesti kaikkia putkia superbussiväylän alta mikäli käyttöikä on vielä merkittävästi jäljellä. Superbussiinkin sisältyy putkien uusimiskustannuksia, joskin vähäisessä määrin raitiotiehen verrattuna.

KYSYMYS 13) Onko olemassa arviota siitä mikä on raitiotiejärjestelmän ja superbussijärjestelmän vaikutus ilmanlaatuun? Nykytiedon mukaan yksi keskeisistä kaupunkiympäristön pienhiukkaslähteistä on kumipyöräliikenne. Joukkoliikenteen vaikutukset ilmanlaatuun eivät siis riipu pelkästä käyttövoimavalinnasta (nykytilanteessa polttomootoreista).

Katso liite 3.

Katso myös Rambollin vastaus (liite 1).

KYSYMYS 14) Mitkä ovat esitettyjen superbussi- ja raitiotielinjaus investointivaihtoehtojen vaikutukset Turun käyttötalouteen lyhyellä ja pitkällä aikavälillä? Miten kaupungin budjetin tasapainoisuus on tarkoitus saavuttaa eri investointivaihtoehtojen kanssa?

Vertailulaskelmat on tehty suhteessa runkobussivaihtoehtoon.

Valmisteluaineistossa on esitetty vertailu eri reittilinjauksien osalta. Valmistelumateriaalin pohjalta liikennöinnin alkaessa esimerkiksi Varissuo-Raisio raitiotie olisi vuotuisilta nettokäyttömenoiltaan 10 milj. euroa superbussia tai runkobussia kalliimpi. Laskelmia tarkistetaan kohdan 5 mukaisesti ja ero raitiotien ja superbussin välillä kaventuu.

Superbussin käyttötalous on suhteellisen neutraali suhteessa runkobussiin, joskin kohdassa 5 esitettyjen laskelmien tarkentamisen jälkeen superbussin käyttötalous heikkenee. Raitiotien käyttötalous on merkittävästi enemmän negatiivinen. Käyttötalousvaikutuksia arvioitaessa tulee tilannetta katsoa ensisijaisesti koko tavoiteltavan verkoston osalta, jolloin superbussin ja raitiotien välinen ero kasvaa entisestään. Verkoston odotetaan rakentuvan pitkällä aikavälillä.

Kustannusero syntyy suurimmaksi osaksi pääomakustannuksista. Koska pääomakustannukset alenevat ajan kuluessa, vaihtoehtojen kustannukset ovat tarkastelujakson lopussa lähellä toisiaan.

Kaupungin tulorahoitus pohjautuu toimintatuottoihin, valtionosuuksiin ja verorahoitukseen. Kustannuseroa ei voitane viedä matkalipun hintoihin. Valtionosuuksilla eroa ei myöskään voi kattaa, joten ratkaisuksi jää kunnallisvero- tai kiinteistöveroprosentin muutos.

**KYSYMYS 15)** Mitkä vaikutukset ennakoidaan kasvavalla velkamäärällä olevan mahdollisesti kaupungin muihin tulevien vuosikymmenien investointeihin?

Kuntaliiton ohjeistuksen mukaan kunnan omavaraisuusaste on hyvä, mikäli tunnusluku on suurempi kuin 50%. Vuoden 2016 tilinpäätöksessä Turun kaupungin omavaraisuusaste oli 49,3 %. Turku –konsernin omavaraisuusaste oli 38,0%.

Kaupungille Varissuo-Runosmäki –raitiotielinjan infrastruktuuri- ja varikkoinvestointi on 281 miljoonaa euroa. Mikäli kaupunki saa 30 % valtionosuuden kaupungin investoinniksi jää 197 miljoonaa euroa. Tämä investointi merkitsee sitä, että omavaraisuusaste heikkenee 49,3 prosentista alle 45 prosenttiin. Varikkoinvestointi on yleissuunnitelman tarkoituksessa ja kuntatalouslaskelmassa kuoletettu liikennöintikustannusten yhteydessä.

Kaupungin talous on viimevuosien aikana ollut konsernin sisäisten järjestelyjen seurauksena positiivinen. Ilman sisäisiä järjestelyjä vuosikate on ollut lähellä poistojen tasoa. Talouden suorituskyky tarkoittaa sitä, että tulorahoituksella kyetään huolehtimaan olemassa olevan omaisuuden arvon säilyttämisestä. Kaikki uudisinvestoinnit on pitkään tehty velkaa lisäämällä. Oman toiminnan osalta kaupunki on velkaantunut keskimäärin 50 milj. euroa vuosittain. Vuoden 2017 tilinpäätöksessä kaupungilla on korollista velkaa noin 750 milj. euroa ja uutta velkaa tulisi vuoteen 2029 mennessä 550 + 197 miljoonaa euroa. Velkaa olisi yhteensä noin 1,5 miljardia euroa ja omavaraisuusaste olisi laskenut noin 35 prosenttiin. Tämän jälkeen tulisi toteuttaa vielä muut tavoiteltavat linjat.

Kasvava velkamäärä heikentää tunnuslukuja, eikä trendi voi jatkua loputtomiin. Korkoriskin osalta esim. 1,5 miljardin euron korollinen velka tarkoittaa, että koron muuttuessa 1% vuotuiset korkokulut muuttuvat 15 milj. euroa. Vuonna 2016 uusien lainojen (vaihtuvakorkeinen) korkotaso alitti 0,5%, mutta pitkällä aikavälillä kaupungin lainojen korko on ollut suurempi kuin 3,5% aina vuoteen 2008 asti. Tämän jälkeen korkotaso oli pitkään noin 2%.

KYSYMYS 16) Onko riskinä, että investointi yhteen runkolinjaan (raitiotie tai superbussi) syö edellytyksiä tulevaisuudessa investoida enenevässä määrin muihin joukkoliikenne ratkaisuihin mm. muiden linjojen sähköbussihin ja mahdollisesti robottibusseihin?

Turun kaupunginvaltuusto on päättänyt 14.12.2009 § 278, että Turun joukkoliikennejärjestelmäksi valitaan runkobussijärjestelmä. Joukkoliikenteen runkolinjaston tulee olla toteutettu kokonaisuudessaan vuoteen 2020 mennessä.

Tarve päälinjojen kehittämiseksi sekä niitä koskeva valtuuston päätös ovat olemassa raitiotie-/superbussipäätöksestä riippumatta. Runkolinjaston toteuttaminen ei ole riippuvainen raitiotie-/superbussiratkaisusta. Investoinnit ja liikennöintikustannukset ovat huomattavasti pienemmät kuin Turun raitiotie-/superbussipäätöksessä eikä runkolinjaston toteuttaminen voi matkamäärän kasvun vuoksi jäädä odottamaan useiksi vuosiksi muuta toteutusta.

Turun kaupunginhallitus päätti 8.8.2016 § 298 mm, että

- linjastouudistus toteutetaan yhdellä kertaa vuonna 2020,
- linjastouudistus perustuu Kauppatorin kautta kulkeviin runkolinjoihin sekä keskustan ulkopuolelle toteutettavaan kehärunkolinjaan,
- täydentävän linjaston roolia selkeytetään perustuvaksi entistä enemmän syöttöyhteyksiin ja,
- laskelma liikennöinnin lisäämisestä aiheutuvista kustannuksista tuodaan kaupunginhallituksen käsittelyyn vuoden 2018 loppuun mennessä.

Turun kaupunginhallitus hyväksyi 23.1.2017 § 41 runkolinjaston edellyttämien etuuksien toteuttamissuunnitelman.

Seudullinen joukkoliikenne on ottanut linjastosuunnittelussa huomioon mahdollisen raitiotien tai superbussin reitin.

Seudullinen joukkoliikenne valmistelee paraikaa runkolinjastoa, ja linjastosuunnitelma on lähdössä lausuntokierrokselle huhtikuussa 2018. Turun kaupunkiseudun joukkoliikennelautakunta tekee päätöksen runkolinjaston reiteistä lausuntokierroksen jälkeen. Laskelma liikennöinnin lisäämisestä aiheutuvista kustannuksista viedään kaupunginhallituksen käsittelyyn kaupunginhallituksen päätöksen mukaisesti vuoden 2018 loppuun mennessä.

Turun kaupunginhallitus päätti 8.10.2013 § 412 että Turun sisäisen joukkoliikenteen kaluston osalta pyritään siirtymään kilpailutusten yhteydessä asteittain sähkö- ja sähköhybridibussien käyttöön. Tällä hetkellä sähköbussiliikenne ei ole vielä riittävän luotettavaa,

jotta sähköbussiliikennettä voitaisiin edellyttää liikenteen kilpailutuksessa. Kun luotettavuus kasvaa ja kustannukset alenevat, siirrytään sähköbussiliikenteeseen asteittain kaupunginhallituksen päätöksen mukaisesti.

Seudullinen joukkoliikenne haluaa kokeilla myös automaattibusseja (robottibusseja) lähivuosina. Robottibussikokeilut ovat normaalia joukkoliikenteen toimintaa. Robottibussit voivat kyllä toimia raitiotien tai superbussien syöttöliikenteenä esim. Kupittaalla, mutta raitiotien / superbussien investointipäätöksellä ei ole vaikutusta joukkoliikenteen normaaliin ajanmukaiseen kehittämiseen.

Raitiotie tai superbussi ei siis poista mahdollisuutta eikä tarvetta investoida muihin joukkoliikenteen normaaleihin tarpeisiin kuten sähköbusseihin ja robottibusseihin tai valtuuston jo päättämään runkolinjastoon.

**KYSYMYS 17)** Onko suunnitelmissa pohdittu mahdollisia joukkoliikenteen liittymälinjoja uudelle runkolinjalle (raitiotie tai superbussi)? Ja jos on, niin onko näissä suunnitelmissa huomioitu Espoon metrohankkeen saama palaute liittymälinjoista?

Raitiotien bussilinjastoja on tutkittu suunnitelman liitteessä ”Turun raitiotien yleissuunnitelman tarkennuksen bussilinjastot eri vaihtoehtoissa”. Bussilinjasto perustuu Turun kaupunginhallituksen 8.8.2016 § 298 päätöksen mukaisesti suunniteltuun vuoden 2029 runkolinjastoon (Ve 0+). Jo itsessään runkolinjasto muuttaa nykyistä linjastoa enemmän syöttöihin perustuvaksi, ja tästä johtuen superbussin/raitiotien toteuttaminen ei tuo suuren mittakaavan muutoksia linjastoon/kustannuksiin.

Länsimetron liityntälinjasto aloitti 3.1.2018, eikä sen palautetta ole ollut mahdollista huomioida raitiotien suunnitelmissa, jotka valmisteltiin vuonna 2016 bussilinjaston osalta. Länsimetron linjastosuunnitelma, ja sen ratkaisut suunnittelun aikaisine vuorovaikutuksineen, on julkisena tietona ollut käytössä. Länsimetron liityntälinjastossa puhutaan kuitenkin täysin eri mittaluokan muutoksista linjastossa, eikä vertailu Turun suunnitelmiin ole mielekäästä.

Raitiotien eri vaihtoehtoissa on suunniteltu liityntälinjoja, jotka Länsimetron pienemmässä mittakaavassa aiheuttavat suorien yhteyksien muuttumisen vaihdolliseksi. Kuten länsimetronkin tapauksessa, toisessa vaakakupissa painaa raitiotien matkustajamäärät ja kustannukset. Jos raitiotie/superbussi päädyttäisiin toteuttamaan, suunniteltaisiin sitä tukeva bussilinjasto luonnollisesti tarkemmin. Yleissuunnitelman tarkennuksessa on oletettu seuraavat oleelliset muutokset (vrt. Ve 0+), jotka löytyvät tarkemmin liitteestä:

1. reitti välillä Varissuo - K:tori-Raisio

Erityisesti tätä vaihtoehtoa on kuvattu liitteessä.

#### Runkolinjat

Muuten samanlainen ratkaisu kuin Ve 0+, mutta runkobussi R3 (Naantali/Raisio – K:Tori – Varissuo) ajetaan vain välillä Raisio - K:tori varissuo. Runkobussit ajavat Turun keskustassa raitiotien/superbussin kanssa samaa reittiä Maariankatu – Brahenkatu - Läntinen Pitkäkatu - Aninkaisten silta.

#### Syöttöliikenne

Ve 0+ lisättynä Naantali – Raisio syöttölinjalla

#### Muut linjat

Ei muutoksia verrattuna Ve 0+

### 2. reitti välillä Varissuo - K:tori – Länsikeskus

#### Runkolinjat

Muuten samanlainen ratkaisu kuin Ve 0+, mutta runkobussia R3 (Naantali/Raisio – K:Tori – Varissuo) ei ajeta. Naantalin ja Raision suunta hoidetaan syöttölinjalla. Runkobussit ajavat Turun keskustassa raitiotien/superbussin kanssa samaa reittiä Maariankatu – Brahenkatu - Läntinen Pitkäkatu - Aninkaisten silta.

#### Syöttöliikenne

Erot Ve 0+ verrattuna:

uusi syöttölinja Naantali - Länsikeskus

Linjan "S41" reitti muutetaan, uusi reitti Linja-autoasema – Suikkila - Länsikeskus (6,3 km), linjaa ei ajeta Teräsrautelaan asti

#### Muut linjat

Erot Ve 0+ verrattuna:

Ruskon/Vahdon linjat päätetään Länsikeskukseen, ei linja-autoasemalle.

### 3. reitti välillä Varissuo - K:tori – Matkakeskus

#### Runkolinjat VE3b

Muuten samanlainen ratkaisu kuin Ve 0+, mutta runkobussi R3 ajetaan vain välillä Naantali/Raisio - K:tori. Runkobussit ajavat Turun keskustassa raitiotien/superbussin kanssa samaa reittiä Maariankatu – Brahenkatu - Läntinen Pitkätie - Aninkaisten silta.

#### Syöttöliikenne

Ei muutoksia verrattuna Ve 0+

#### Muut linjat

Ei muutoksia verrattuna Ve 0+

### 4. reitti välillä Varissuo - K:tori – Runosmäki

#### Runkolinjat

R2 ja R3 ovat erilaisia kuin Ve 0+ ratkaisussa -> Länsinummen ja Runosmäen runkolinjat korvataan raitiotiellä. Lisäksi runkobussit ajavat Turun keskustassa raitiotien/superbussin kanssa samaa reittiä Maariankatu – Brahenkatu - Läntinen Pitkätie - Aninkaisten silta.

#### Syöttöliikenne

Erot Ve 0+ verrattuna:

S41 jatketaan Teräsrautelasta Liljanlaaksoon niin, että päätepysäkki on Kuninkojankaarella.

Uusi S41 on Linja-autoasema – Suikkila - Liljanlaakso (9,0 km).

#### Muut linjat

Kaikki Paattisten (21,21A,21B,23,23A,23B) ja osa Jäkärän (22M,22MR,22X,22XR) suuntien linjoista ajaa Kärsämäentien sijasta Tampereen valtatieä pitkin.

### KYSYMYS 18) Energiakustannukset / henki, raitiotie vrt. superbussi?

Työssä ei ole laskettu energiakustannuksia / henki. Kustannukset riippuvat oleellisesti tarvittavasta vuorovälisestä ja matkustajamäärästä. Kysymykseen onko raitiotie vai superbussi energiakustannustehokkaampi ei voida antaa suoraa vastausta. Jos oletetaan samat matkustajamäärät ja vuoroväli, on alhaisemman kulutuksen omaava superbussi raitiovaunua edullisempi. Kuitenkin, jos paremman kapasiteetin omaavalla raitiovaunulla voidaan operoida suuremmalla vuorovälillä, muuttuu raitiovaunu edullisemmaksi.



KYSYMYS 19) Elin-ikä kustannukset Raitiotie vrt. superbussi?

Elinkaarikustannuksia voidaan määritellä monella eri tavalla. Raitiotieliikenteen ja superbussiliikenteen 30 vuoden elinkaarikustannuksia ja -hyötyjä on arvioitu kuntatalouslaskelmissa joukkoliikenteen liikennöintikustannusten, joukkoliikenteen lipputulojen, infrastruktuurin hoidon ja ylläpidon sekä kokonaisuutena kaupungin käyttö-, investointi- ja nettotalouden kannalta. 30 vuoden jälkeinen jäännösarvo on mukana laskelmissa.

Kustannuslaskelmat päivitetään kohdassa 5 mainittujen seikkojen osalta.

Liitteet:

1. Rambollin vastineet esitettyihin kysymyksiin 1-13
2. VTT:n asiantuntijalausunto
3. Ilmansuojeluasiantuntija Miika Meretojan vastaus kysymykseen 13

# MUISTIO

Projekti **Turun raitiotien yleissuunnitelman tarkennus**  
Aihe **Rambollin vastineet yleissuunnitelmasta esitettyihin kysymyksiin**  
Päivämäärä **20.2.2018**  
Koonnut **Jukka Räsänen, Pasi Rajala, Jakob Mirea, Maija Musto**

## 1. Johdanto

Turun raitiotien yleissuunnitelman tarkennus siihen liittyvien taustaselvityksineen julkaistiin 5.2.2018. Julkaisun jälkeen eri yhteyksissä on noussut esille selvitystä tarkentavia ja osin kyseenalaistavia kysymyksiä. Tähän muistioon on koottu Rambollin vastine kysymyksille. Kysymysten aihepiirit olivat seuraavat:

1. Maankäyttö: nostetut kasvutavoitteet
2. Välityskyvyn tarve ja liikenne-ennuste
3. Superbussin maankäyttömitoitus
4. Superbussin käyttöikä
5. Kalustotarve
6. Käyttökustannukset
7. Raitiotievarikon hinta
8. Superbussin latausjärjestelmä ja sen kustannukset #1
9. Superbussin latausjärjestelmä ja sen kustannukset #2
10. Superbussiväylän ylläpitokustannukset
11. Tampere-Turku käyttökustannusten johtopäätösten ero
12. Raitiotien johtosiirrot
13. Ilmanlaatu

Tarkemmat kysymykset ja vastineet niihin on käsitelty tässä muistiossa.

## 2. Maankäyttö: nostetut kasvutavoitteet sekä välityskyvyn tarve ja liikenne-ennuste

**KYSYMYS 1)** Selvityksen liikennemallitarkastelut välityskyvyn tarvearvio on laskettu vuoden 2016 asukas- ja maankäyttötavoitteiden perusteella. Sen jälkeen yleiskaavan väestötavoitetta on nostettu ja Tie-depuiston maankäyttösuunnitelmia tehostettu. Väestötavoitteiden muutos näkyy sisäisenä ristiriitana selvityksen oheismateriaaleissa. Taustalaskennassa vuoden 2050 väestömäärä on ollut noin 220 000, kun selvityksen julkistustilaisuudessa vuoden 2050 väestötavoitteeksi ilmoitettiin 250 000. Miten vuoden 2016 jälkeen muuttuneet väestö- ja maankäyttötavoitteet vaikuttavat joukkoliikennematkailun liikennemalli- ja välityskykytarkasteluun etenkin Varissuon ja keskustan välillä? Päivitetäänkö välityskykytarpeen arvio ennen joukkoliikennematkailun päätöksentekovaihetta?

**KYSYMYS 2) Jatkokysymys edelliseen:** Välituskäytön tarvearvio perustuu nykyisten matkustajamäärien tasaiseen kasvuun (joko 2, 4 tai 6 prosenttia vuodessa). Arviossa ei ole varauduttu matkustajamäärien mahdollisiin hyppäyksiin, joita voi syntyä mm. uuden joukkoliikennejärjestelmän käyttöönotosta itsestään, AMK-kampuksen keskittämisestä Kupittaaalle, Tunnin junasta, Yleiskaavan tarkennetuista väestötavoitteista tai Tiedepuiston Masterplanin etenemisestä seuraavan 30 vuoden aikana. Liikenneviraston Tunnin juna -selvityksissä Tunnin junan arvioidaan lisäävän Turun ja Helsingin välisiä työasiamatkoja 35-40%. Joukkoliikennematkustuksen vaikutus joukkoliikenteen kulkutapaosuuteen on arvioitu vain puoleksi prosenttiyksiköksi, kun Tampereella arvio on 2 prosenttiyksikköä ja Bergenissä raitiotie nosti joukkoliikenteen kulkutapaosuutta kyseisellä joukkoliikennekäytävällä 8,2 prosenttiyksikköä. Joukkoliikenneselvityksen oheismateriaalien mukaan brt-bussivaihtoehtokin voi nostaa merkittävästi matkustajamääriä, mm. Eindhovenissa matkustajamäärä on kasvanut kymmenessä vuodessa 65-75 prosenttia, Kentissä matkustajamääräennuste ylittyi 50 prosenttia ja Malmössä "superbussi" lisäsi matkustajamääriä 30 prosenttia 1. toimintavuoden aikana. Turun laskennassa ei ole edes vaihtoehtoisena skenaariona huomioitu tällaista matkustajamäärien kehitystä, vaikka nämä skenaariot vaikuttavat merkittävästi oleellisesti arvioon superbussin ja ratikan välituskäytön riittävästä. Miksi näitä tekijöitä ei ole otettu huomioon välituskäytön arvioinnissa?

Liikennemäärissä tapahtuu aina "hyppäys" kun uusi järjestelmä otetaan käyttöön. Se miten hyvin ennuste osuu oikeaan tällaisen suuren muutoksen ennustamisessa, riippuu monesta tekijästä. Usein kritisoidaan, että malleihin sisältyvät liikennemuotokohtaiset kertoimet (ns. raidefaktori tai nousuvastukset) vääristävät tuloksia, mutta juuri niiden avulla pyritään ennustamaan tällaisia nopeita muutoksia kysynnässä. Hyppäys siis sisältyy liikennemallitarkasteluihin ennustemuistiossa (Trafix Oy) esitettyjen oletusten mukaisesti.

### 3. Superbussin maankäyttömitoitus

**KYSYMYS 3)** Mihin referensseihin perustuu oletus siitä, että superbussijärjestelmä tuottaa 88 prosenttia raitiotien aikaansaamasta maankäytön tehostamisvaikutuksesta?

Maankäyttöpotentiaalin oletettu ero raitiotiellä ja superbussilla oli kaupungin asiantuntijoiden tekemä arvio ja työn lähtökohta. Se ei kuvaa vain lopputilanteen eroa, vaan myös uuden maankäytön toteutumisen nopeutta.

Kansainväliset ja kansalliset esimerkit osoittavat, että raideliikenteen vaikutus vaikutusalueensa maankäyttöpotentiaaliin on bussijärjestelmää suurempi. Superbussi on luonteeltaan tavanomaisen bussijärjestelmän ja raitiotien välimaastossa, mikä perustelee sitä, että myös superbussijärjestelmällä voidaan olettaa olevan merkittävää vaikutusta vaikutusalueensa maankäytön tehokkuuteen ja toteutumisaikatauluun, vaikkakin raitiotietä vähäisempi. Tässä selvityksessä suunniteltua superbussijärjestelmävaihtoehtoa täysin vastaavia kansainvälisiä tai kansallisia esimerkkejä (ottaen huomioon sekä liikennematkustuksen, että sitä ympäröivän kaupunkirakenteen ominaispiirteet) ei ole olemassa, mikä on todettava ennustamiseen liittyvänä epävarmuustekijänä. Turun kaupungin tämän työn pohjaksi laatimaa kaupunkirakenneselvitystä ja siihen sisältyvää asiantuntijaoletusta maankäyttöpotentiaalin eroista voidaan kuitenkin pitää perusteltuna ja riittävänä eri järjestelmien vertailun pohjaksi.

Lisätietoja: Pasi Rajala

#### 4. Superbussin käyttöikä

**KYSYMYS 4)** Mihin referensseihin perustuu superbussikaluston osalta 16 vuoden käyttöikäoletus? Malmössä kaksಿನivelbusseja on jouduttu uusimaan 10 vuoden välein ja Nantesissa Buswayn ensimmäinen bussisukupolvi menee vaihtoon 12 vuoden kohdalla. Eikö olisi turvallisempaa arvioida käyttöikäksi esim. 12 vuotta? 12 vuoden käyttöiällä kalustoa tarvitaan kolme sukupolvea 30 vuodessa. 16 vuoden käyttöiällä kaksi sukupolvea.

Kaksoisnivelbussien käyttöikää suomalaisissa olosuhteissa ei ole testattu, ja niihin sisältyy vielä epävarmuutta. Saksassa on koetellulla kalustolla päästy pitkiin käyttöikäisiin. Aihetta on selvityksen aikana tutkittu (Gerald Hamöller). Varsinkin sähköbussien käyttöikä voi akkuja lukuun ottamatta olettaa varsin pitkäksi, kuten johdinautojen kohdalla on havaittu. Dieselbusseilla nykyiset lyhyet käyttöiät johtuvat osittain jatkuvasti kiristyvistä päästömääräyksistä. Voidaan tiivistää, että raitiovaunukaluston käyttöikästä ja peruskorjaustarpeista on käytettävissä enemmän tietoa kuin superbussien. Tarkastelussa oletetuilla superbusseilla kaksoisnivelrakenteen kestävyys voi aiheuttaa joko kunnossapitokustannusten nousua tai käyttöikä lyhentymistä, toisaalta sähkökäyttöisyys taas tuo pidemmän käyttöikä ja hieman alemmat käyttö- ja kunnossapitokustannukset. Sähkökäyttöisten kaksoisnivelbussien tekniikka kehittyi koko ajan ja tarjonta oletettavasti lisääntyy lähivuosina.

Kaikella kalustolla, myös raitiovaunuilla, pitkä käyttöikä merkitsee jossain vaiheessa tehtävää peruskorjausta, minkä kustannus sisältyy operointikustannuksiin. Turun selvityksessä myös raitiovaunuille on oletettu pitkä 40 vuoden käyttöikä, joka merkitsee peruskorjausta noin 25 vuoden kohdalla. Käyttöikä, hankintahinnan ja vuorovälin merkityksestä kustannuksille on tehty vertailulaskelmia. Perusennusteen mukaisella liikennöinnillä superbussien käyttöikä lasku 16 vuodesta 12 vuoteen lisäisi vuosittaisia operointikustannuksia noin 0,35 miljoonalla eurolla, ja vastaavasti raitiovaunujen käyttöikä lasku 40 vuodesta 30 vuoteen tuottaisi lähes samansuuruisen kustannuslisän.

Lisätietoja: Jukka Räsänen

#### 5. Kalustotarve

**KYSYMYS 5)** Raportissa on arvioitu raitiotievaihtoehdon ja superbussivaihtoehdon kalustotarve lähes yhtä suureksi. Arvio perustuu Rambollin laskelmaan, joka on laskettu 7,5 minuutin vuorovälin perusteella. Selvitysraportin liitteen "Välityskyvyn tarve" perusteella on hyvin mahdollista, että superbussin vuoroväliä joudutaan tiivistämään 2030-luvun jälkipuolella viiteen minuuttiin. Tätä ei ole kuitenkaan huomioitu superbussivaihtoehdon kalustotarpeen arvioinnissa tai kustannuslaskennassa. Tampereen raitiotieselvityksessä on arvioitu, että Tampereen olosuhteissa 5 minuutin välein liikennöivä tuplanivelbussijärjestelmä

edellyttäisi 8-9 yksikköä enemmän kuin raitiovaunujärjestelmä. Kuinka monta superbussia Varissuo-Raisio ja Varissuo-Runosmäki linjoille tarvitaan 5 minuutin vuorovälillä? Miten tämä vaikuttaa liikennöintikustannuksiin 30 vuoden tarkasteluajavälillä?

Superbussi on hieman hitaampi kiihtymään, joten osassa vaihtoehtoja niitä on tarvittu yksi enemmän kuin raitiovaunuja liikennöinnin hoitoon. Tämä kustannus on otettu huomioon vaunupäiväkustannuksissa. Ennusteet sekä raitiotielle että superbussille on tehty 7,5 minuutin vuorovälille (Trafix Oy). Laskelman runkobussivaihtoehdossa ve0 liikennöintikustannuksissa on oletettu, että vuoden 2040 jälkeen ruuhka-aikoina tarvitaan lisävuoroja.

Ohessa on esitetty laskelmat paljonko superbussiliikennöinti maksaa 5 minuutin vuorovälillä ruuhka-aikoina (kello 6–9 ja 15–18) verrattuna 7,5 minuutin vuoroväliin kaikilla vaihtoehdoilla ja mitä raitiovaunuliikennöinti maksaa ruuhka-aikoina 5 minuutin vuorovälillä verrattuna 7,5 minuutin vuoroväliin kaikilla vaihtoehdoilla (molemmat ilman diskonttauksia). Jos palvelutasoa halutaan kasvattaa myös ruuhka-aikojen ulkopuolella vastaavasti ympäri koko liikennöintiajan, liikennöinnin hinta kasvaa 50 %. Tarvittava kalustomäärä määräytyy aina huipputunnin tarpeen mukaan, joten vaikka tiheää liikennöintiä olisi vain aamuisin ja iltaisin, kaluston pääomakustannukset kasvavat suhteessa muita operointikustannuksia enemmän. 30 vuoden tarkastelujaksolla näiden muutosten vaikutus riippuu siitä, milloin tiheämpään vuoroväliin joudutaan missäkin järjestelmässä siirtymään.

oper.kust. (M€/v)	Superbussi		Raitiotie	
	7,5 min	5 min	7,5 min	5 min
Raisio-Varissuo	7,09	9,43	9,47	12,60
Länsikeskus-Varissuo	5,80	7,72	7,90	10,51
Runosmäki-Varissuo	6,67	8,86	9,01	11,99
Matkakeskus-Varissuo	4,59	6,11	7,13	9,48

Havaitut virheet ja epätasällisyydet laskelmissa korjataan samalla kun kapasiteettia ja kaluston käyttöä koskevat lähtökohdat tarkistetaan.

*Lisätietoja: Jukka Räsänen*

## 6. Käyttökustannukset ja raitiotievarikon hinta

**KYSYMYS 6)** Turun selvityksessä on päädytty erilaisiin käyttökustannusarvioihin kuin Tampereen raitiotien tai Raide-Jokerin selvityksissä. Mikä selittää sen, että sekä superbussin että raitiotien vaunupäiväkustannus on Turun selvityksessä kolminkertainen Tampereen selvitykseen nähden? Raitiotien osalta Raide-Jokerin ja Turun selvityksen vaunupäiväkustannuksen ero on 1,5-kertainen. Raitiotien päiväkustannusarvio on Tampereella 430 e/päivä, Raide-Jokerilla 1005 e/päivä ja Turussa 1351-1623 e/päivä. Varikon kustannukset on huomioitu myös Tampereen ja Raide-Jokerin vaunupäiväkustannusten laskennassa. Mikä selittää näin suuret erot vaunupäiväkustannusten laskennassa?

**KYSYMYS 7)** Miten Turun raitiotievarikon kustannukset vertautuvat referenssikaupunkeihin? Tampereella varikon kustannusarvion on 12 miljoonaa matalampi. Raide-Jokerin vaunupäiväkustannuksissa varikon osuus on noin 200 euroa, Turussa 550-820 euroa.

Raide-Jokerin hankesuunnitelmassa käytettiin seuraavia oletuksia vaunupäiväkustannuksissa: 1228 eur/vaunupv, josta varikko 400, vaunu 650 ja 178 operaattorikuluja. Raitiovaunuilla on 30 vuoden käyttöikä, mikä on yleisesti käytössä oleva käyttöikäoletus. HKL ja Tampere ostavat vaunuja 40 vuoden käyttöikäoletuksella, mutta silloin päivähintakustannusten tulee sisältää myös peruskorjaukset.

Raide-Jokerin varikkovaihtoehtojen vertailulaskelmissa varikon osuus vaunupäivähinnasta oli 357–435 euroa riippuen siitä, valitaanko yksi vai kaksi varikkoa. Nyt on valittu yhden varikon malli, jonka kustannusarvio hankesuunnitelmassa oli 64 M€. Tampereella varikon hinnaksi arvioitiin yleissuunnitelmavaiheessa 43 M€.

Nämä ovat hyvin linjassa Turun raitiotievarikon kustannusten kanssa. Vaunukohtaista päiväkustannusta alentaa Raide-Jokerin tapauksessa suurempi kalustomäärä (29 vaunua). Varikkoon kuuluu kiinteitä osia ja laitteita, jotka tarvitaan pienemmällekin kalustolle, jolloin vaikutus yksikköhintaan on suuri. Tampereen em. päivähinnassa ei ole mukana varikon kustannuksia.

*Lisätietoja: Jukka Räsänen*

## **7. Superbussin latausjärjestelmä ja sen kustannukset #1 ja #2**

**KYSYMYS 8)** Mihin referensseihin perustuu kustannusarvio superbussin latausjärjestelmän investointikustannuksista? Latausjärjestelmän kustannukseksi on arvioitu miljoona euroa riippumatta reittivaihtoehtojen pituudesta. Kustannusarvio on sama 7,8 ja 14,7 kilometrin reiteillä. Riittävätkö pelkät päätöspysäkkien latausasemat akkukäyttöisten tuplanivelbussien lataamiseen? Joidenkin tietojen mukaan Nantesin busway-uudistuksessa latausjärjestelmän kustannuksiksi on arvioitu 16 miljoonaa euroa ja latausasemia on reitin varrella neljä suuntaansa. Pitääkö tämä paikkansa?

**KYSYMYS 9)** Mikäli superbussijärjestelmän latausjärjestelmä maksaa 15 miljoonaa arvioitua enemmän ja superbussikalustoa tarvitaan 2030-luvun puolivälistä alkaen arvioitua enemmän, miten nämä muutokset vaikuttavat joukkoliikenne- ja ratkaisun talouslaskentaan, mm. nettokustannusvaikutuksiin seuraavan 30 vuoden aikana?

Kustannusarvio perustuu latausasemiin päätepysäkeillä ja varikolla.

## **8. Superbussiväylän ylläpito**

**KYSYMYS 10)** Superbussiväylän vuotuisten yllä- ja kunnossapitokustannusten lähtökohdaksi on otettu Turun kaupungin olemassa olevat katujen ylläpitokustannustiedot. Miten hyvin sillä tavoin arvioidut ylläpitokustannukset vertautuvat muihin BRT referenssikohteisiin? Miten kunnossapitokululaskelmassa on

otettu huomioon se, että nykyiset kunnossapitokulut perustuvat telibusseihin ja tulevat kustannukset huomattavasti raskaampiin 7,5 minuutin välein liikennöiviin ajoneuvoyhdistelmiin?

Jo nykyisin bussien liikennöimät pääkadut ovat korkeassa kunnossapitoluokassa, ja samoja vuosikustannuksia on käytetty myös superbussiväylille.

Vaikka kalusto on suurempaa, akselipainot ovat samoja kuin nykyisellä kalustolla, joten katurakenteen kuormitus ei kasva kohtuuttomasti. Tavallisella kadulla voidaan yksinkertaistaa, että raskaat kuorma-autot rasittavat katurakenteita, ja henkilöautojen nastarenkaat kuluttavat päällystettä. Erillisellä bussiväylällä kokonaisliikennemäärä jää itse asiassa melko alhaiseksi, tarkastelluilla vuoroväleillä puhutaan vuorokaudessa pienemmästä liikennemäärästä kuin pääkatujen ja -teiden vilkkailla kaistoilla tunnissa. Liittymäalueilla ja sekaliihenekaistoilla (Kiinamylynkatu, Karvataskunkatu, Liinahaankatu, Munterinkatu ja Friskinkatu) kaksoisnivelebussit kulkevat myös muun liikenteen kuluttamalla katurakenteella. Nopeus-taso on silloin kuitenkin alhainen, noin 30-40 km/h. Alhaisissa nopeuksissa ison ajoneuvon kuten kaksoisnivelebussin kulku on rauhallista ja vakaata myös tapauksessa, että kadun pinnassa on epätasaisuutta.

*Lisätietoja: Jakob Mirea*

## 9. Tampere-Turku käyttökustannusten johtopäätösten ero

**KYSYMYS 11)** Mistä johtuu, että Tampereen raitiotieselvityksessä päädyttiin johtopäätökseen "raitiotietä hyödyntävän joukkoliikennejärjestelmän käyttökustannukset ovat saman palvelutason tarjoavaa bussijärjestelmää alemmat", mutta Turun selvityksessä lopputulos on päinvastainen?

Jokaisella kaupungilla ja kaupunkiseudulla on omat erityispiirteensä. Maankäytön määrä, tiheys ja sijointuminen vaikuttavat joukkoliikenteen toimintaedellytyksiin. Tie-, katu- ja rataverkko ovat muodostuneet paikallisten tarpeiden mukaiseksi, samoin joukkoliikennejärjestelmä. Turun tapauksessa kukin raitiotie/superbussilinja korvaa tyypillisesti vain 1–2 tiheästi liikennöityä bussilinjaa, jolloin ei saavuteta sitä operointikustannushyötyä, joka saadaan korvaamalla yhdellä uudella linjalla ja siihen liittyvällä liityntäbussijärjestelmällä useampia vilkkaita bussilinjoja.

## 10. Raitiotien johtosiirrot

**KYSYMYS 12)** Onko perusteltua, että kaikki johtosiirrot on budjetoitu raitiotien kustannuksiksi ilman kattavaa arviota siitä, kuinka suuri osa johdoista ja putkista joudutaan joka tapauksessa uusimaan 2020-luvun aikana? Joukkoliikenneselvityksen yleisötilaisuudessa tähän kysymykseen vastattiin arviolla, jonka mukaan merkittävä osa ratikkareitin varrella olevista johdoista ja putkista olisi uusittu 10 viime vuoden aikana. Pitääkö tämä paikkansa?

Yleinen periaate sekä Suomessa että muualla Euroopassa on siirtää kaikki pitkittäiset johdot ja putket raitiotien alta. Ratikka on haluttu painumattomaksi ja siksi siinä on paksuilla savikoilla käytetty paalulaattaa. Paalulaatan alle jäävien putkien ja johtojen korjaaminen myöhemmin on hyvin kallista. Johtosiirtojen kohdentaminen raitiotien kustannuksiksi on yleinen tapa, mikä perustuu "aiheuttaja maksaa" –

periaatteeseen. Superbussi ei vaadi tavallisesta bussista poikkeavia pohjarakenteita. Katujen rakenteiden tulee kestää normaali bussiliikenne, jolloin se kestää myös superbussiliikenteen. Putki- ja johtotöiden tekeminen bussiliikenteen kaistoilla on helpompaa kuin raitiotiellä, kun kalusto voi tarvittaessa käyttää kiertoteitä. Eri kaduilla on hyvin eri-ikäisiä putkia, minkä vuoksi päädyttiin yhdenmukaiseen käsittelyyn koko alueella

Raitioradan alle olisi mahdollista jättää putkia näillä linjaosuuksilla, joilla rata perustetaan maanvaraisesti. Tällöin putkityöt näillä osuuksilla tarkoittaisivat kuitenkin aina pitkäaikaisia liikennöintikatkoja ja radan rakenteiden osittaista purkamista. Tämä ei toteuta hankkeelle asetettuja tavoitteita, mm. liikennöinnin luotettavuus ja joukkoliikennejärjestelmän houkuttelevuus. Tämän takia raitioradan alle ei ole tarkoituksenmukaista jättää mitään johtoja maanvaraisestikaan perustettavilla radan osuuksilla. Paalu-laatalle perustettavilla rataosuuksilla johtojen jättäminen radan alle on teknisestikin mahdotonta, koska paalulaatan tekeminen niin, että putket ja johdot eivät rakennusaikana vahingoitu, ei todennäköisesti olisi mahdollista.

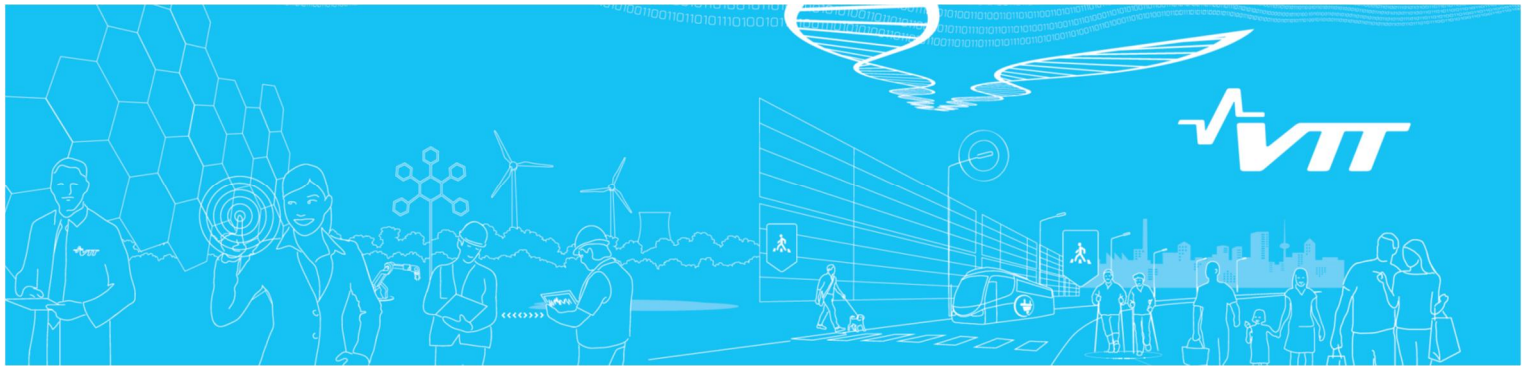
## 11. Ilmanlaatu

**KYSYMYS 13)** Onko olemassa arviota siitä mikä on raitiotiejärjestelmän ja superbussijärjestelmän vaikutus ilmanlaatuun? Nykytiedon mukaan yksi keskeisistä kaupunkiympäristön pienhiukkaslähteistä on kumipyöräliikenne. Joukkoliikenteen vaikutukset ilmanlaatuun eivät siis riipu pelkästä käyttövoimavalinnasta (nykytilanteessa polttomoottoreista).

Ilmanlaatu- ja melutarkastelut eivät sisältyneet toimeksiantoon. Voidaan kuitenkin olettaa, että sähkökäyttöiseen kalustoon siirtyminen vähentää varsinkin typen oksideja ja hengitettäviä hiukkasia niillä katujaksoilla, joilla dieselbussiliikenteen määrä vähenee eniten. Katupölyn suhteen raitiovaunu voi olla vielä hieman bussia parempi. Autoliikenteen väheneminen vähentää sekä pakokaasupäästöjä että katupölyä, mutta suhteellinen vaikutus vilkkailla väylillä on merkityksetön. Myös melun suhteen sähkökäyttöinen joukkoliikenne ja autoliikenteen väheneminen tuottavat pienen parannuksen.

*Lisätietoja: Jukka Räsänen*





## Kommentteja liittyen akkusähkö- käyttöisiin 2-nivelbusseihin ja -bussijärjestelmiin

Kirjoittaja: Joel Anttila

Luottamuksellisuus: Julkinen

<b>Raportin nimi</b> Kommenteja liittyen akkusähkö-käyttöisiin 2-nivelbusseihin ja bussijärjestelmiin		
<b>Asiakkaan nimi, yhteystiedot</b> Turun kaupunkiliikenne, Lauri Jorasmaa, lauri.jorasmaa@turku.fi		<b>Asiakkaan viite</b>
<b>Projektin nimi</b> Turun superbussit		<b>Projektin numero</b> 118667
<b>Raportin laatija</b> Joel Anttila		<b>Sivujen/liitesivujen lukumäärä</b> 5
<b>Avainsanat</b> Superbussi, 2-nivelbussi, sähköbussi, latausjärjestelmä		<b>Raportin numero</b> VTT-M-01056-18
<b>Tiivistelmä</b> <p>Tämä lausunto käsittelee kolmea Turun kaupunkiliikenne Oy:n esittelemää kysymystä liittyen ns. superbusseihin eli akkusähkökäyttöisiin 24-metrisiin 2-nivelbusseihin, ja niiden käyttöönottoon bussijärjestelmänä.</p> <p>Kysymykset on asettanut Turun kaupunkiliikenne, ja niiden tavoitteena on arvioida kriittisesti eräitä ko. busseista ja bussijärjestelmistä tehdyn selvityksen tuloksia, ja saada niihin lisävarmistusta.</p> <p>Ensimmäinen kysymys käsittelee superbussien käyttöikä. Lausunnossa todetaan, että 16 vuoden käyttöikä on hyvin mahdollinen superbusseille, vaikka superbusseihin liittyvää pitkää käyttökokemusta ei vielä ole.</p> <p>Toisessa kysymyksessä pohditaan laturijärjestelmän toimintaa ja kustannuksia. Simulointeihin ja muista käyttökohteista saatuihin kokemuksiin nojaten VTT suosittelee kahta 600 kW tehoyksikköä reitille Varissuo-Raisio, vähintään yhtä 300 kW varatehoyksikköä sekä 300 kW tehoyksikköä varikkolatausta varten. Yhteiskustannus kuvatulle latausjärjestelmälle asettunee vähintään noin 1,5-2 miljoonan euron kustannusluokkaan.</p> <p>Kolmannessa kysymyksessä tarkastellaan miten superbussit kuluttavat tienpintaa, ja miten se vertautuu tavallisiin 12-metrisiin busseihin. Teoreettisen tarkastelun tuloksena voidaan todeta, että yksi superbussi kuluttaa tietä kahden 12-metrisen bussin verran.</p>		
<b>Luottamuksellisuus</b>	Julkinen	
<b>Espoo 1.3.2018</b> <b>Laatija</b>	<b>Tarkastaja</b>	<b>Hyväksyjä</b>
Joel Anttila, Tutkija	Juhani Laurikko, Johtava tutkija	Mikko Pihlatie, Tutkimustiimin päällikkö
<b>VTT:n yhteystiedot</b> Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, PL 1000, 02044 VTT		
<b>Jakelu (asiakkaat ja VTT)</b> Turun kaupunkiliikenne, VTT		
<i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i>		

## 1. Lähtökohta ja kysymysten asettelu

---

Kysymykset liittyvät Turun kaupungin tilaamaan selvitykseen ”Turun raitiotien yleissuunnitelman tarkennus” (24.2.2018), jonka on pääosin laatinut Ramboll Oy. Siinä on verrattu ns. superbussi-järjestelmää, joka koostuisi 24-metrisistä, 2-nivelisistä akkusähköllä toimivista pikaladattavista sähköbuseista, raitiotievaunujen muodostamaan joukkoliikennejärjestelmään.

Kysymykset on asettanut joukkoliikennepalvelujohtaja Sirpa Korte, yhdessä muiden asianosaisten viranhaltijoiden kanssa.

Niiden tarkoituksena ja tavoitteena on ollut arvioida kriittisesti eräitä ko. busseista ja bussijärjestelmistä tehdyn selvityksen tuloksia, ja saada sen sisältämiin johtopäätöksiin lisävarmistusta.

## 2. Käyttöikäolettama

---

Kysymys nro 1:

*"Mihin referensseihin perustuu superbussikaluston osalta 16 vuoden käyttöikäolettama? Göteborgissa kaksinivelbusseja on jouduttu uusimaan 10 vuoden välein ja Nantesissa Buswayn ensimmäinen bussisukupolvi menee vaihtoon 12 vuoden kohdalla. Eikö olisi turvallisempaa arvioida käyttöäksi esim. 12 vuotta? 12 vuoden käyttöiällä kalustoa tarvitaan kolme sukupolvea 30 vuodessa. 16 vuoden käyttöiällä kaksi sukupolvea."*

Vastaus:

Käyttöiän arviointia hankaloittaa se, että 2-niveliset akkusähköbussit ovat teknologiana niin uusi, ettei niistä vielä ole pitkän ajan kokemuksia. Vertailu dieselkäyttöisiin nivelbusseihin ei ole mielekästä, sillä dieselkäyttöiset nivelbussit ovat usein ns. "työntäviä". Näissä busseissa moottori ja vetävä akseli ovat usein sijoitettu taaimmaiseen vaunuun, joka työntää edellä olevia vaunuja. Sähkökäyttöisissä nivelautoissa moottori ja vetävä akselisto pystytään helpommin sijoittamaan bussin etuosiin, jolloin bussista tulee "vetävä". Nivelistön rakenne on erilainen vetävillä ja työntävillä busseilla, sillä työntävissä nivelbusseissa nivelistö joudutaan rakentamaan raskaammaksi siihen kohdistuvien suurempien voimien vuoksi. Lisäksi sähköbussien voimansiirto poikkeaa dieselbusseista, koska sähköbusseissa ei yleensä ole monimutkaista vaihteistoa, myös koko voimalinjan rakenne on paljon yksinkertaisempi.

Sen sijaan vertailu sähkökäyttöisiin niveljohdinautoihin on asianmukaisempaa, sillä johdinautot ja akkusähköbussit ovat voimalinjaltaan usein samanlaisia. Molemmissa käytetään bussin liikuttamiseen sähkömoottoreita, jotka voidaan sijoittaa auton etuosiin vetävän ratkaisun saavuttamiseksi. Suurin ero johdinautojen ja akkusähköbussien välillä on käyttöenergianlähde. Akkusähköbusseissa käyttöenergia saadaan useita tonneja painavasta akustosta, kun johdinautot ottavat käyttöenergiansa suoraan verkosta ajojohtimien kautta. Siksi akkusähköbussit ovat usein massaltaan huomattavasti raskaampia kuin johdinautot. Sähkökäyttöisistä niveljohdinautoista on useiden vuosikymmenien kokemus eri Euroopan kaupungeissa, kuten Luzernissa<sup>1</sup>, mitä voidaan soveltaa tietyn varauksin myös 2-nivelisiin akkusähköbusseihin.

Muutamien eri lähteiden perusteella ainakin 2-niveliset johdinautot kestäisivät yli 16 vuotta. Esimerkiksi HSL:n julkaisemassa johdinautoraportissa<sup>2</sup> sekä Luzernissa toimivan julkisen liikenteen operaattorin "Verkehrsbetriebe Luzern" (VBL) mukaan 2-nivelisen johdinauton käyttöikä on arvioitu 20 vuotta. Toisaalta eräässä<sup>3</sup> ranskalaisessa BRT-elinkaaritutkimuksessa akkusähkökäyttöiselle 2-nivelbussille on oletettu 14 vuoden käyttöikä. Näihin tietoihin pohjautuen 16 vuoden käyttöikä ei vaikuta mahdottomalta 2-nivelisille akkusähköbusseille.

Toisaalta täytyy huomioida, että sähköbussin akusto ikääntyy nopeammin kuin muu rakenne. Akuston voi olettaa kestävän enintään kymmenen vuotta, esimerkiksi Nantesin Busway-superbussijärjestelmässä valmistaja myöntää akuille 7 vuoden takuun. Vaikka akuston vaihto tulee tietysti ottaa huomioon kustannuslaskelmassa, se ei ole pelkästään huono asia. Akkuteknologia kehittyi kovaa vauhtia, ja 7 vuoden kuluttua voi tarjolla olla selvästi parempaa akkuteknologiaa. Tulevaisuudessa akkujen hinnan voi myös olettaa laskevan, ja lisäksi suorituskyky voi parantua siinä määrin, että esimerkiksi operointi onnistuu lyhyemmällä latausajoilla ja siten pienemmällä vuoroväleillä.

---

<sup>1</sup> Trolleybusverein Schweiz, Saatavissa: <http://www.trolleybus.ch/en/Vehicles/other-networks/Luzern>

<sup>2</sup> Johdinautoliikenteen hankeselvitys, Saatavissa: [https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/13\\_2011\\_johdinautoliikenteen\\_hankeselvitys.pdf](https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/13_2011_johdinautoliikenteen_hankeselvitys.pdf)

<sup>3</sup> A. De Bortoli, "Environmental performance of urban transit modes: a Life Cycle Assessment of the Bus Rapid Transit", Saatavissa: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01586988/document>

### 3. Latausjärjestelmän investointikustannukset

---

Kysymys nro 2:

*"Mihin referensseihin perustuu kustannusarvio superbussin latausjärjestelmän investointikustannuksista? Latausjärjestelmän kustannukseksi on arvioitu miljoona euroa riippumatta reittivaihtoehtojen pituudesta. Kustannusarvio on sama 7,8 ja 14,7 kilometrin reiteillä. Riittävätkö pelkät päätöspysäkkien latausasemat akkukäyttöisten tuplanivelbussien lataamiseen? Joidenkin tietojen mukaan Nantesin Busway-uudistuksessa latausjärjestelmän kustannukseksi on arvioitu 16 miljoonaa euroa ja latausasemia on reitin varrella neljä suuntaansa. Pitääkö tämä paikkansa?"*

Vastaus:

Latauslaitekustannukset ovat tapauskohtaisia muun muassa verkkoliittymän ja perustamiskustannusten osalta. Esimerkiksi Helsingissä Rautatien torin tapauksessa oli vaatimus sijoittaa laturi katukivetyksen alle. Se ei onnistunut odotetulla tavalla, mikä johti viivästyksiin sekä kustannuksien nousuun. Laturin hinta riippuu myös lataustehosta, mitä tehokkaampi laturi, sitä kalliimpi. Pääkaupunkiseudun laturit ovat 350kW latureita, ja muiden kuin Rautatien torin latureiden kustannukset ovat olleet 300k€ luokkaa. Nyrkkisääntönä latauskustannuksiin voidaan tietyin varauksin pitää sitä, että yksi watti tehoa maksaa noin euron. Eli yksi 300 kW laturi maksaisi 300 000€. Tulevaisuudessa odotetaan hintojen laskevan tästä jonkin verran.

Linjan tukeutuminen vain yhteen pikalatauspisteeseen ei ole suositeltavaa käyttövarmuussyistä. Yksi latauslaite (tehoyksikkö) voi syöttää useampaa lähemmäs sijaitsevaa latauspistettä. Valinta siitä, käytetäänkö noilla eripituisilla reiteillä kahta tehokasta laturia, tai tarvitaanko reitin varrelle lisälatureita, riippuu monestakin tekijästä. Periaatteessa matkan varrelle rakennettavia latureita kannattaisi välttää, sillä kuten Nantesin tapauksessa, niitä käytetään vain 20s kerrallaan (tai sitten latureille kannattaa kehittää muutakin toimintaa). Muutoin käyttöaste jää vääjäämättä matalaksi ja resursseja menee hukkaan. On myös hyvä ottaa huomioon, että välipysäkkilatauksessa ei ole välttämättä varaa viivästyksiin samalla tavalla kuin päätepysäkkilatauksessa, jossa aikaa on yleensä käytettävissä enemmän kuin vain häiriöttömään lataukseen tarvittava aika. Viitaten kokemuksiin Helsingin seudun sähköbussikokeiluista, lisäksi ainakin Schunkin valmistamilla latureilla lataustapahtumat eivät ole sujuneet ongelmitta, vaan viiveitä on esiintynyt melko runsaasti. Tosin monet ongelmista liittyvät teknologian tuoreuteen, ja ne varmasti vähenevät ajan kuluessa. Toisaalta akun mitoitus voi pakottaa käyttämään lisälatureita matkan varrella, jotta bussi kykenee ylipäätään suorittamaan reitin riittävällä varmuudella ja myös ääriolosuhteissa. Kyseessä on energianhallinnan kokonaissuunnittelu, eli mihin reittipisteisiin varataan riittävä latausaika (sisältäen myöhästymisen marginaalit) operoinnin luotettavaksi toteuttamiseksi.

Teimme alustavia simuloituja pisimmälle suunnitellulle reitille Varissuo-Raisio sekä lyhyimmälle reitille Varissuo-Matkakeskus. Ajoneuvomalli simulaatioissa perustui omaan arvioomme superbussista, sillä valmista validoitua superbussimallia ei simuloitien aikana ollut käytettävissä. Superbussin massaksi oletettiin 35 tonnia matkustajineen. Akuston kapasiteetti oli simuloinneissa 120 kWh, mikä on sama kuin Nantesin Busway:lle tulevissa uusissa akkusähkökäyttöisissä 2-nivelbusseissa. Sähkömoottorin nimellistehoksi asetettiin 230 kW.

Simulaatiotuloksien perusteella yksi 300 kW latauspiste reitin molemmissa päissä ei riitä operointiin 7,5 minuutin vuorovälillä Varissuo-Raisio -reitillä. Lisäämällä Varissuon pääteasemalle toinen 300 kW latauspiste riittäisi latausjärjestelmän kapasiteetti jopa 5 minuutin vuorovälillä operoimiseen, sillä Varissuon 14 minuuttia pitkän kääntöajan puitteissa voisi asemalla ladata rinnakkain kahta bussia. 300 kW tehoyksiköihin perustuva bussijärjestelmä on tosin melko herkkä viivästymisille ja laturijärjestelmän vioille. Esimerkiksi Raision laturin vikaantuessa alkaa Varissuon laturille kertyä jonoa, mikä aiheuttaa viivästyksiä ruuhka-aikana. Kahdella 600 kW tehoyksiköllä akuston varaustila pysyy korkealla tasolla, mikä parantaa akuston elinikää. Varmuuden maksimoimiseksi tehoyksiköihin kannattaa varata ainakin kaksi latauspistettä, jolloin yhdellä 600 kW tehoyksiköllä voidaan tarvittaessa ladata kahta bussia samanaikaisesti 300 kW teholla. Yhtä bussia ladatessa

voidaan silti käyttää 600 kW maksimitehoa. 600 kW tehoyksikkö mahdollistaa nopean lataustapahtuman, jonka ansiosta viivästyksille jää eniten marginaalia. Operoinnin pitäisi onnistua viivästyksittä myös silloin, jos Raision pääteaseman laturi vikaantuisi. Silti on suositeltavaa järjestää kahden 600 kW tehoyksikön rinnalle vielä yksi 300 kW tehoyksikkö, esimerkiksi Varissuon pääteaseman läheisyyteen, jolla varmistettaisiin viivästykseton operointi ruuhkaisinakin aikoina.

Suuritehoinen pikalataus aiheuttaa epätasapainoa akustossa, eli varaustilaeroja akkupaketin yksittäisten kennojen välillä. Akuston suorituskyvyn ylläpitämiseksi sekä pitkän eliniän takaamiseksi akusto tulee tasapainottaa (balansoida). Jotkut bussit, muun muassa Linkkerit, pystyvät tasapainottamaan akustoa aktiivisesti ajon aikana, jolloin erillistä balansointia ei tarvita. Yleensä akuston balansointi tapahtuu kuitenkin matalatehoisessa lataamisessa.

Pienitehoinen varikkolatausjärjestelmä mahdollistaa balansoinnin yön aikana sekä varmistaa, että bussit lähtevät aamulla täyteen ladattuna. Suositeltu vaihtoehto olisi järjestää varikolle 300 kW tehoyksikkö, jossa on 14 kytkentäpaikkaa. Tällöin jokaisen Varissuo-Raisio välillä operoivan bussin saisi kiinni laturiin.

Arviomme mukaan, latauslaitetekustannusten voi olettaa olevan noin 1,5-2 miljoonan euron luokkaa, kun tehoyksiköitä on 2x600 kW sekä 2x300 kW. Lisäkuluja voi tulla riippuen rakennus- ja perustamiskustannuksista ja verkkoliitännästä. Lyhyemmille reiteille edellä mainittu latausjärjestelmä on ylimitoitettu. Alustavien simulointien perusteella esimerkiksi Varissuo-Matkakeskus reitillä tultaisiin toimeen 300 kW latureilla molemmissa päissä reittiä. Tällöin laturikustannukset olisivat vastaavasti pienemmät, noin 0,6-1 miljoonaa euroa, johon lisätään aiemmin mainitut lisäkulut.

Nantesiin suunnitellussa latausjärjestelmässä latureita on sijoitettu välipysäkeille. Välilatausasemilla pystytään vähentämään latausaikaa päätepysäkeillä, mikä mahdollistaa tiheämmän vuorovälin pienemmällä määrällä busseja. Bussien akkukapasiteetti ja latausjärjestelmä on mitoitettu niin, että tarvittaessa bussi voi ohittaa latauspisteen. Tämä lisää järjestelmän varmuutta. Nantesin reitti on noin 7 kilometrin pituinen, mutta reitin laajentamisesta on suunnitelmia. ABB:lta on tilattu 20 miljoonalla latausjärjestelmä (sis. bussien voimalinja sekä muu latausinfra). Latauspisteitä on tulossa yhteensä kymmenen siten, että yhteen suuntaan ajettaessa bussia on mahdollista ladata neljä kertaa. Yhteensä 1200kW latureita tulee 5 kpl. Hinta 16 miljoonaa viidestä laturista vaikuttaa yleiseen hintatasoon verrattuna todella korkealta, vaikka ABB:n laturit ovatkin Schunkin latureita monimutkaisempia.



#### 4. Ajoradan kuluminen ja kunnossapitotarve

---

Kysymys nro 3:

*"Superbussiväylän vuotuisten yllä- ja kunnossapitokustannusten lähtökohdaksi on otettu Turun kaupungin olemassa olevat katujen ylläpitokustannustiedot. Miten kadut kestävät raskaita kaksinivelbusseja?"*

Vastaus:

*Teoreettisesti tarkasteltuna:* Superbussien aiheuttama pintapaine on suhteellisen samalla tasolla kuin tavallisissakin nivelettömissä busseissa, sillä vaikka massa onkin vähintään kaksinkertainen, on kantavia akseleitakin kaksinkertainen määrä (ja joissain malleissa akseleita vielä enemmän, esim. kaksi akselia jokaisessa vaunussa). Eli superbussien suuremman massan ei pitäisi itsessään aiheuttaa sen suurempaa vauriota katuihin. Toisaalta, kun superbusseissa on pyöräpareja kaksinkertainen määrä 12-metrisiin busseihin nähden, tällöin voisi olettaa, että yksi superbussi kuluttanee tien pintaa lähes samalla tasolla kuin kaksi 12-metristä bussia.

## KYSYMYS

Onko olemassa arviota siitä mikä on raitiotiejärjestelmän ja superbussijärjestelmän vaikutus ilmanlaatuun? Nykytiedon mukaan yksi keskeisistä kaupunkiympäristön pienhiukkaslähteistä on kumipyöräliikenne. Joukkoliikenteen vaikutukset ilmanlaatuun eivät siis riipu pelkästä käyttövoimavalinnasta (nykytilanteessa polttomoottoreista).

## VASTAUS

Halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin ( $\mu\text{m}$ ) hiukkasia kutsutaan hengitettäväksi hiukkasiksi ( $\text{PM}_{10}$ ) ja niistä pienimpiä alle 2,5 mikrometrin ( $\mu\text{m}$ ) hiukkasia pienhiukkasiksi ( $\text{PM}_{2.5}$ ). Autoliikenteen vaikutus ilmanlaatuun korostuu alhaisen päästökorkeuden vuoksi. Liikenteen osuus suorista hiukkaspäästöistä on pieni, mutta liikenne aiheuttaa epäsuoria hiukkaspäästöjä, kun se nostattaa ilmaan hiukkasia teiden ja katujen pinnasta. Erityisesti kaupunki-ilman hengitettävistä hiukkasista merkittävä osa on tällaista liikenteen nostattamaa katupölyä. Käyttövoimavalinnan sijaan katupölyn esiintymiseen vaikuttavat mm. liikennemäärä, ajonopeus, nastarenkaiden ja hiekoituksen käyttö, katujen puhdistus sekä sääolot.

Raitiotien ekologisia vaikutuksia arvioitiin ennen yleissuunnitelman laatimista osana Turun ja Siemensin strategista yhteistyötä vuonna 2012. Tuolloin arvioitiin vaikutukset hiilidioksidin, typpien oksidien ja hiukkasten päästöihin. Selvityksessä tutkittiin kahta vaihtoehtoa: raitiotien toteutusta muista toimenpiteistä erillisenä ratkaisuna tai ns. integroituna ratkaisuna, jossa samaan aikaan toteutettaisiin muita henkilöautoliikenteen kulkutapaosuutta vähentäviä toimenpiteitä. Selvityksen perusteella päästövähennykset vuonna 2035 olisivat erilliselle ratkaisulle prosentin luokkaa ja integroidulle vaihtoehdolle kymmenen prosentin luokkaa verrattuna tilanteeseen, jossa raitiotietä ei toteutettaisi lainkaan. Seuraavalla sivulla on esitetty tuloksia kasvihuonekaasupäästöille – muille päästöille tulokset olivat samansuuntaisia.

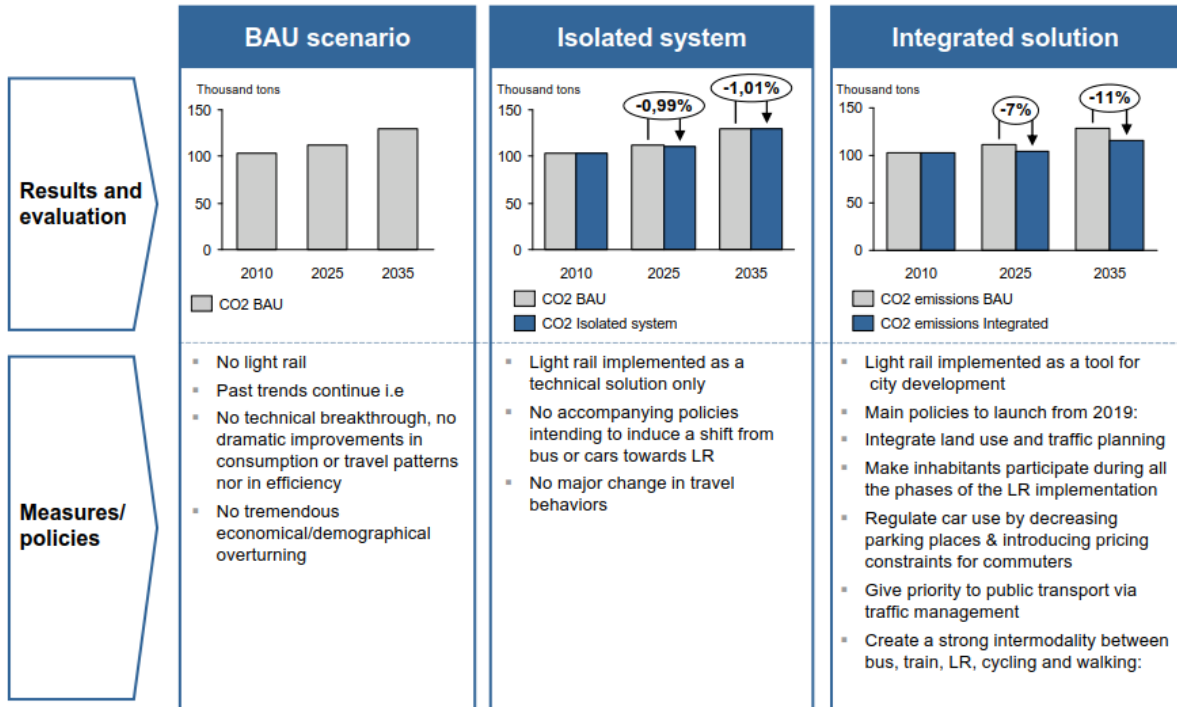
Itse raitiovaunujen tai superbussien ajosuorite on vähäinen verrattuna liikenteen kokonaissuoritteeseen, joten ilmanlaadun kannalta olennaista on ratkaisun vaikutus muun liikenteen suoritteeseen. Vuonna 2012 arvioidun integroidun ratkaisun tavoitteena oli suosia ympäristöystävällistä liikennettä, ja tuossa arviossa suuremmat päästövähennykset perustuivatkin auton käytön voimakkaampaan vähenemiseen suhteessa joukkoliikenteeseen. Yleissuunnitelmalle asetettujen tavoitteiden mukaan taas henkilöauton kulkutapaosuus ei Turussa kasva nykyisestä, mutta henkilöautomatkojen määrä kasvaa silti seudun kasvun myötä. Turun seudun liikennemallilla laadittujen ennusteiden mukaan autoliikenteen ajosuorite vuonna 2029 olisi kaikilla nyt tutkituilla raitiotie- ja superbussivaihtoehdoilla noin prosentin pienempi kuin runkobussivaihtoehdolla.

Esitetyn perusteella nyt tutkittujen vaihtoehtojen vaikutus autoliikenteen ajosuoritteisiin ja siten seudun ilmanlaatuun on vähäinen. Kaikissa tutkituissa vaihtoehdoissa henkilöautomatkojen määrä jatkaa kasvuaan, mikä tulee lisäämään liikenteen epäsuoria hiukkaspäästöjä, vaikka ajoneuvotekniikan kehittyminen vähentäisi muita päästöjä. Ilmanlaatuvaikutuksissa voi myös olla merkittäviä alueellisia eroja, ja niiden tarkempi analysointi edellyttäisi päästöjen leviämismallinnusta ennusteiden mukaisilla liikennetiedoilla.

Miika Meretoja, ilmansuojeluasiantuntija



# The integrated solution was selected as the most efficient to take advantage of the light rail



Lähde: Light Rail Impact Study - Complete Analysis

([https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/light\\_rail\\_impact\\_study.pdf](https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/light_rail_impact_study.pdf))