

Sähköbussihankinnan toteutus - Tampereen kokemuksia

Päivämäärä: 24.8.2016

Laatijat: Elli Kotakorpi ja Lilli Siikasmaa, Tampereen kaupunki.

Sisällysluettelo

1. Johdanto	4
2. Taustaa	4
2.2 Tampere tähtää sähköisen liikenteen edelläkävijäksi	5
3. Hankintaprosessin eteneminen	5
3.1. Hankinnan valmistelu	5
3.2. Markkinavuoropuhelu	6
3.3. Kilpailutus ja hankintaprosessin tulos	7
4. Keskeisiä kysymyksiä hankintaa valmisteltaessa	8
4.1. Hankintatapa	8
4.2. Innovaativisuus	9
4.3. Latausinfrastruktuuri/lataustavan valinta	10
4.4. Linjan valinta	13
4.5. Energiankulutuksen pisteytys	13
4.6. Leasing vai osto & sanktiot	14
4.7. Järjestelmän kannattavuus	15
4.8. Muita hankinnassa huomioitavia asioita	15
5. Viestintä	15
6. Lopuksi	16
Lähteet	17

1. Johdanto

Tampere tähtää sähköisen liikenteen valtakunnalliseksi suunnannäyttäjäksi vuoteen 2025 mennessä (Tampereen kaupunki 2014). Sähköisen liikenteen ratkaisut -projektin kautta Tampere on ottanut merkittävän askeleen sähköbussiliikenteen sekä muiden sähköisen liikenteen innovaatioiden edistäjänä. Hankkeessa on valmisteltu muun muassa yhden sähköbussilinjan sähköistäminen. Projekti on saanut rahoitusta Tekesin Huippuostajat -ohjelmasta. Sähköbussit aloittavat osana Tampereen kaupungin joukkoliikennejärjestelmää syksyllä 2016.

Tähän yhteenvetoon on koottu Tampereen kaupungin kokemukset ensimmäisestä sähköbussihankinnasta ja sen aikana opituista asioista. Raportti on tarkoitettu erityisesti muiden suomalaisten kaupunkien käyttöön, jotta Tampereen kokemukset ja osaaminen sähköisen liikenteen hankinnoista voidaan jakaa asiasta kiinnostuneiden kesken. Raportissa kerrotaan Tampereella tehdyistä ratkaisuista ja pohditaan hankintaprosessin etenemistä Tampereen kokemusten kautta. Raportti voi toimia oppaana ja muistilistana sähköbussihankintoja suunnitteleville kaupungeille. Jokaisella kaupungilla on kuitenkin omat ominaispiirteensä, jotka vaikuttavat hankintaprosessin suunnitteluun, eikä Tampereen valintoja voi välttämättä suoraan soveltaa muihin kaupunkeihin.

Hankinnan lähtökohtana on ollut, että sähköbussilinja tulee toimimaan älyliikenteen innovaatioalustana ja että bussit tulevat oikeaan joukkoliikenteen tuotantokäyttöön. Tampereella päätettiin sähköistää kokonainen bussilinja, jotta voitaisiin testata sähköbussijärjestelmän toimivuutta kokonaisuutena. Tampereelle hankittiin 4 täyssähköbussia viiden vuoden leasing sopimuksella, yksi pikalatausasema ja neljä hidaslatauslaitetta, jotka sijoitetaan bussivarikolle.

2. Taustaa

Sähköbussihankinnan taustalla ovat Tampereen kaupungin kaupunkistrategiassa ja muissa suunnitelmissa asetetut tavoitteet muun muassa päästöjen vähentämiseksi. Tampereen kaupunki tähtää ilmastopolitiikan edelläkävijä vuoteen 2025 mennessä. Tavoitteena on 40 prosentin hiilidioksidipäästövähennys vuoden 1990 tasosta vuoteen 2025 mennessä. (Tampereen kaupunki, 2013). Liikenteestä aiheutuvat päästöt muodostavat 25 % Tampereella syntyvistä kasvihuonekaasupäästöistä (CO₂-raportti 2016). Diesel-bussit aiheuttavat myös terveydelle haitallisia pienhiukkas- sekä typenoksidipäästöjä.

Liikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien edistäminen ja sähköbussijärjestelmän hankinta ovat yksi keino toteuttaa kaupungin ilmastotavoitteita. Päästötavoitteiden saavuttamisen lisäksi taustalla on halu kokeilla joukkoliikenteessä uutta lupaavaa tekniikkaa, joka saattaa johtaa kustannussäästöihin pidemmällä aikavälillä. Sähköbussien hankintahinta on dieselbusseja korkeampi, mutta niiden operointikustannukset ovat pienemmät. Kustannuslaskelmat perustuvat toistaiseksi vain arvioihin sähköbussien kustannuksista. Tampereella haluttiin kokeilla, millaisiksi kustannukset oikeasti muodostuvat ja miten sähköbussijärjestelmä toimii käytännössä.

Hankinnan taustalla oli myös tavoite muodostaa sähköbussilinjasta älyliikenteen innovaatioalusta, jonka avulla voidaan testata ja toteuttaa käytännössä älykkääseen liikenteeseen liittyviä tuotteita ja palveluita.

Sähköbussihankintaan haettiin energiainvestointitukea Työ- ja elinkeinoministeriöltä (TEM). TEM myönsi helmikuussa 2016 Tampereen kaupungille 812 000 € investointituen sähköbussijärjestelmän hankintaan. Tukisumma vastaa 30 % tuen piiriin hyväksyttävistä hankintakustannuksista.

2.2 Tampere tähtää sähköisen liikenteen edelläkävijäksi

Tampereen kaupunki teki vuonna 2013 Sähköisen liikenteen käyttöönottoselvityksen. Selvitys oli osa laajempaa strategiatyötä, jossa pohdittiin Tampereen kaupungin roolia sähköisen liikenteen edistäjänä. Käyttöönottoselvityksessä esiteltiin neljä erilaista roolivaihtoehtoa: kehityksen seurailija, toimiva toteuttaja, esimerkillinen vaikuttaja ja valtakunnallinen suunnannäyttäjä. Näistä vaihtoehdoista Tampereen kaupunginhallituksen suunnittelukokous valitsi elokuussa 2014 tavoitteelliseksi rooliksi olla sähköisen liikenteen valtakunnallinen suunnannäyttäjä.

Valtakunnallisen suunnannäyttäjän rooli edellyttää kaupungilta merkittäviä panostuksia sähköisen liikenteen kehittämisessä, niin julkisella kuin yksityisellä sektorilla. Suunnannäyttäjänä Tampereen kaupunki näyttää esimerkkiä asukkaille ja muille kaupungeille, valtakunnallisesti sekä kansainvälisesti.

Kaupungin näkökulmasta sähköinen liikenne tuo useita hyötyjä. Sähköinen liikenne vähentää liikenteestä syntyviä päästöjä, millä on suora vaikutus ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin. Merkittävimmät päästövähennykset tulevat lähipäästöistä, mm. haitallisista pienhiukkaspäästöistä, joita sähköajoneuvo ei tuota lainkaan. Kaupunkialueen viihtyisyyttä lisää myös sähköisen liikenteen alempi melutaso moottorimelun puuttumisen vuoksi. Sähköiseen liikenteeseen panostaminen ja edelläkävijänä toimiminen Suomessa sähköautoilussa ja latausinfrastruktuurirakentamisessa tuo kaupungille merkittäviä imagohyötyjä.

Sähköisen liikenteen käyttöönottoselvityksen pohjalta laadittiin sähköisen liikenteen toteutussuunnitelma, joka sisältää konkreettisia toimenpiteitä valitun roolin (valtakunnallinen suunnannäyttäjä) saavuttamiseksi. Toteutussuunnitelman tavoitteena on tehdä Tampereesta sähköisen liikenteen edelläkävijä vuoteen 2025 mennessä. Sähköbussien hankinta on osa toteutussuunnitelman toimeenpanoa.

Monilla Pohjoismaisilla kaupungeilla on suunnitelmia lisätä sähköbussien määrää merkittävästi (esim. Kööpenhamina ja Oslo: Mikkel Krogsgaard Niss 2016, Ruter 2016). Suomessa HSL:n alueella on jo ensimmäiset sähköbussit käytössä ja Turku on saamassa ensimmäiset sähköbussit myös tänä syksynä.

3. Hankintaprosessin eteneminen

3.1. Hankinnan valmistelu

Sähköbussihankinnan ympärille perustettiin projekti, johon haettiin ja saatiin rahoitusta Tekesin Huippuostajat-ohjelmasta. Sähköisen liikenteen ratkaisut -projekti käynnistyi tammikuussa 2015 ja päättyi elokuussa 2016. Hankkeelle nimettiin ohjausryhmä, johon kuuluivat projektipäällikkö Elli Kotakorpi (yleisten alueiden suunnittelu), joukkoliikennepäällikkö Mika Periviita (joukkoliikenneyksikkö), projektipäällikkö Mika Kulmala (ylsu), toimitusjohtaja Pekka Pirhonen (TKL), kehitysjohtaja Mika Pekkinen (Sähkölaitos) sekä kehityspäällikkö Pauli Välimäki (pormestarin esikunta). Kokouksiin osallistui tarvittaessa myös muita asiantuntijoita, kuten kalustopäällikkö Kalle Keinonen (TKL), rakennuttajainsinööri Mika Heikkilä (rary) ja kehityspäällikkö Jari Jokinen (Tredea). Elli Kotakorpi toimi Tekes-hankkeen projektipäällikkönä. Projektisihteeri Kirsi Viertola ja harjoittelija Lilli Siikasmaa osallistuivat myös hankkeen toteutukseen.

Hankinnan valmistelussa ja sen toteuttamisessa on ollut mukana useita tahoja. Hankkeen päätoteuttajana on toiminut Tampereen kaupunki. Bussit hankkii ja niillä operoi Tampereen kaupunkiliikenne liikelaitos (TKL). Yleisten alueiden suunnittelu vastaa laturihankinnasta. Tampereen kaupungin joukkoliikenneyksikkö toimii sähköisen liikenteen tilaajana. Hankkeen alkuvaiheessa Tampereen kaupungin ECO2-hanke toimi hankkeen vetäjänä ja koordinaattorina. Lisäksi projektissa on tehty yhteistyötä Tampereen sähkölaitoksen, Tampereen logistiikka liikelaitoksen sekä Tampereen kaupungin lakimiesyksikön kanssa.

Yhteistyö muiden isojen kaupunkien, erityisesti Helsingin seudun liikenteen (HSL) ja Turun kanssa on ollut merkittävä osa hankinnan valmistelua. Hankkeen aikana on käyty keskusteluja valittavasta sähköbussi- ja lataustekniikasta ja jaettu kokemuksia.

Alihankkijoina hankkeessa ovat olleet Robustco Oy ja Creadesign Oy. Creadesign on ollut vastuussa sähköisen liikenteen käyttäjäkokemuksen suunnittelusta (kts. luku 5). Robustco Oy toimi hankinnan valmistelussa konsulttina ja sähköbussiliikenteen asiantuntijana.

Tampereen kaupunki päätti hankkia neljä sähköbussia viiden vuoden leasing-sopimuksella. Busseja päätettiin hankkia neljä, koska neljällä bussilla pystytään operoimaan sähköbussilinjaksi valittua linjaa 2 Pyyrikintorilta Rauhaniemeen. Tarjouspyynnössä pyydettiin myös viiden vuoden huoltosopimusta sekä busseille että latauslaitteille. Hankinnan aikana tehtyjä valintoja kuvataan tarkemmin luvussa 4.

Hankintaprosessin aikataulu:



3.2. Markkinavuoropuhelu

Hankinnan valmistelu käynnistyi markkinavuoropuhelun muodossa. Markkinavuoropuhelua käytiin ensin kahdenvälisesti yritysten kanssa. Keskustelujen tarkoituksena oli selvittää markkinatilannetta, mitä ratkaisuja on tarjolla ja miten ne vastaavat kaupungin tarpeita. Potentiaalisille sähköbussi- ja latauslaittevalmistajille toimitettiin kysymyslista, johon he vastasivat kirjallisesti. Osa potentiaalisista tarjoajista tavattiin myös kasvotusten. Yhteensä vastauksia kysymyspaperiin saatiin kahdeksalta yritykseltä. Keskustelujen pohjalta voitiin todeta että varteenotettavia valmistajia on riittävästi, mikä täytti edellytykset avoimen kilpailutuksen järjestämiselle.

Toukokuun 27. 2015 järjestettiin yhteinen markkinavuoropuhelutilaisuus, johon kutsuttiin mukaan potentiaalisia sähköbussi- ja latauslaitetoimittajia. Keskusteluissa käytiin tarkemmin läpi hankintatapaa ja

kriteereitä. Tampere oli laatinut siihen luonnokset hankintapapereista, joita esiteltiin ja kommentoitiin tilaisuudessa.

Tilaisuudessa ja sen jälkeen valmistajilta saatiin runsaasti kommentteja. Yksi keskeisistä kommenteista koski hankintatapaa. Valmistajat olivat sitä mieltä, ettei suunnitellun mukainen yhtäaikainen hankintatapa olisi järkevä. Tampereella oli suunniteltu hankkia bussit ja laturit yhtä aikaa, kuitenkin niin, että nämä voitaisiin myös tarjota erikseen. Bussi- ja laturivalmistajalla olisi ollut velvollisuus varmistaa tuotteidensa yhteensopivuus tietyn ajan sisällä tarjousajan päättymisestä. Valmistajat kokivat tämän liian hankalaksi tavaksi toimia ja olivat sitä mieltä, että joko bussin tai laturin ominaisuudet pitäisi olla tiedossa etukäteen, jotta tarjousta kannattaisi lähteä viemään eteenpäin. Keskustelujen pohjalta päädyttiin hankintatavassa ratkaisuun, jossa koko paketista tehtäisiin yhteistarjous. Samalla tämä poistaisi turhia välikäsiä sekä vähentäisi yhteensopivuusriskejä.

Energiankulutuksen pisteyttäminen osoittautui myös hankalaksi valmistajien näkökulmasta. Valmistajien mukaan bussien energiankulutuksen mittaaminen ei olisi mahdollista niin, että luvut olisivat vertailukelpoisia keskenään. Vaatimus siitä, että rahoitusleasingia ei maksettaisi niiltä päiviltä kun bussi olisi poissa ajosta, herätti myös kritiikkiä valmistajien keskuudessa. Sanktiota pidettiin liian kovana, minkä vuoksi päädyttiin ratkaisuun, jossa bussi saisi olla 10 päivää vuodesta poissa käytöstä ilman sanktioita.

Innovaatiosuunnitelman laatiminen osana tarjousta herätti myös vastustusta. Yksi bussivalmistajista suhtautui innovaatiosuunnitelmaan myönteisemmin. Suunnitelman pisteyttäminen nähtiin hankalana sekä koettiin, että siitä tulisi helposti valituksia. Osa valmistajista kannatti innovatiivisten ratkaisujen tarjoamista optiona. Innovaatiosuunnitelma päätettiin valmistajien kritiikistä huolimatta pitää osana tarjouspyyntöä, koska sen nähtiin olevan yksi hankinnan perusedellytyksiä. Markkinavuoropuhelun pohjalta päätettiin kuitenkin, että pisteytysperusteita pyrittäisiin kuvaamaan mahdollisimman selkeästi.

Kilpailutuksen alussa pohdittiin, jääkö saatujen tarjousten määrä pieneksi liian kovaksi asetettujen kriteerien sekä suhteellisen pienen tilauksen vuoksi. Markkinavuoropuhelu auttoi tähän huolenaiheeseen. Vuoropuhelulla varmistettiin myös, ettei tarjouspyynnössä vaadita asioita, jotka käytännössä olisivat hankalia toteuttaa. Tästä esimerkkinä Tampereen seudun joukkoliikenteen busseissa yleensä vaadittu istumaväljyys, joka ei valmistajien mukaan ollut mahdollinen matalalattiaisissa sähköbusseissa. Keskustelun pohjalta päätettiin väljentää tätä vaatimusta. Valmistajien toiveesta päädyttiin myös pidentämään bussien ja latausaseman toimitusaikaa. Alkuperäisenä ajatuksena oli saada bussit liikenteeseen jo elokuun alussa 2016, mutta tätä aikataulua valmistajat pitivät liian tiukkana etenkin latausasemien pitkän toimitusajan vuoksi.

3.3. Kilpailutus ja hankintaprosessin tulos

Kilpailutus avattiin 1.7.2015 ja tarjousaika päättyi 30.9.2015. Kilpailutuksen myötä Tampereesta tuli ensimmäinen kaupunki Suomessa, joka hankki sähköbussijärjestelmän avoimella kilpailutuksella. Syyskuun alussa käytiin läpi tarjoukset ja toimittaja valittiin lokakuussa 2015.

Hankinnassa jaettiin pisteitä seuraavasti: hintaan liittyvät pisteet maksimissaan 87 ja laatuun liittyvät pisteet maksimissaan 15. Hankintaprosessin tulos oli lopulta helppo todeta. Tampere sai tarjouspyyntönsä kolme tarjousta, joista ainoastaan kaksi vastasi tarjouspyyntöä. Tarjouksensa jätti Volvo, Solaris sekä Linkker. Volvo tarjosi bussia, joka oli varustettu varavoimalla. Tämä olisi hyväksytty, mikäli bussit olisivat tarjouspyynnön mukaisesti selvinneet vaaditusta reitistä pelkällä sähköllä. Tämä ei Volvon tapauksessa kuitenkaan olisi ollut

mahdollista, minkä vuoksi heidän tarjouksensa jouduttiin hylkäämään. Linkkerin tarjous jouduttiin hylkäämään heidän esittämän hintavarauman vuoksi. Täten tarjouskilpailun voittajaksi selviytyi Solaris Bus & Coach. Latauslaitetoimittajana tarjouksessa oli Ekoenergetyka / Schunk.

4. Keskeisiä kysymyksiä hankintaa valmisteltaessa

Tampereen kaupungilla ei ollut aiempaa kokemusta sähköbussijärjestelmistä. Hankintaprosessin aikana jouduttiin ratkomaan monia kysymyksiä, jotka liittyivät hankintatapaan ja hankittavaan teknologiaan. Näitä kysymyksiä ja Tampereen ratkaisuja on avattu tässä luvussa.

4.1. Hankintatapa

Avoin menettely, neuvottelumenettely vai T&K-hankinta

Ensimmäinen kysymys hankintatapaan liittyen oli, toteutettaisiinko hankinta T&K-hankintana ilman kilpailutusta, avoimena tai rajoitettuna menettelynä vai neuvottelumenettelynä.

Bussihankinnan esiselvityksessä oli todettu, että sähköbussien hankintaan voitaisiin soveltaa T&K-hankintaa tai neuvottelumenettelyä. Menetelmät soveltuvat hyvin tilanteeseen, jossa hankittavat tuotteet sisältävät epävarmuustekijöitä käytännön ympäristössä. Lisäksi teknologia, kuten erilaiset akku- ja latauslaitteivaihtoehdot, poikkeavat tilaajan aiemmista hankinnoista ja tuovat siten myös uuden tekijän bussiliikenteen operoinnille. Osa järjestelmään liittyvistä asioista, kuten akkujen elinikä, latausaikojen toteuma ja energiankulutus selviävät vasta projektin aikana. (Markkula & Vilppo 2014, 25)

Hankkeen alettua Tampereella päädyttiin siihen, että T&K -hankinta ei ole mahdollinen, koska markkinat sähköbussijärjestelmille on jo olemassa. Neuvottelumenettelystä taas todettiin, että riittävästi neuvottelua voitaisiin käydä myös ennen avointa hankintaa markkinavuoropuhelun muodossa. Näin päädyttiin toteuttamaan hankinta avoimena kilpailutuksena.

Myöhemmin päätöstä avoimesta menettelystä kuitenkin kyseenalaistettiin. Tampereen kaupungin kokemus sähköbussijärjestelmistä on vielä rajallinen, minkä vuoksi hankinnan aikana heräsi paljon lisäkysymyksiä. Tässä suhteessa neuvottelumenettelyn olisi saattanut enemmän anteeksi.

Neuvottelumenettely sai myös kannatusta osalta potentiaalisia tarjoajia markkinavuoropuhelutilaisuudessa. Heidän näkemyksensä mukaan sähköbussijärjestelmän operointiin ja laajennettavuuteen liittyviä asioita olisi ollut hyvä suunnitella yhdessä neuvottelumenettelyn avulla. Neuvottelumenettelystä oli kuitenkin päätetty luopua jo hankinnan valmistelussa, eikä prosessia näin ollen haluttu enää aloittaa uudelleen ja siten viivästyttää hankintaa. Mainittuihin seikkoihin, kuten laajennettavuuteen, päätettiin varautua niin, että bussien teknisissä vaatimuksissa latausaika määritellään tiukasti (20 kilometrin reitillä latausaikaa 8 minuuttia, 9 kilometrin reitillä 4 minuuttia). Määrittely tehtiin huolimatta, että tämän hetkiselä aikataululla latausaikaa olisi päätepysäkillä enemmänkin. Laajennettavuuden potentiaalia tutkitaan enemmän kun järjestelmä on ollut käytössä jonkin aikaa.

Latauslaitteet ja bussit - yhdessä vai erikseen?

Diesel-busseista poiketen hankinnassa on mukana myös latausinfrastruktuuri. Keskeinen kysymys koskikin sitä, hankitaanko sähköbussi ja latauslaitteet erikseen vai yhdessä.

Hankintatapaan oli useita vaihtoehtoja:

1. Bussien ja latauslaitteiden kilpailutus yhtä aikaa samalta toimittajalta.
2. Bussien ja latauslaitteiden kilpailutus yhtä aikaa eri toimittajilta.
3. Bussien ja latauslaitteiden kilpailutus erikseen eri toimittajilta
 - a. latauslaitteet ensin, tai
 - b. bussit ensin.

Jos bussit ja latauslaitteet hankitaan erikseen, pitää varmistaa laturien ja bussien yhteensopivuus.

Hankinnan konsulttina toiminut Robustco oy päätyi ehdottamaan uudenlaista hankintatapa, jossa bussit ja latauslaitteet hankittaisiin eri toimittajilta, mutta yhtä aikaa. Järjestelmän yhteensopivuus varmistettaisiin seuraavasti: Sähköbussi- ja latauslaitetoimittaja esittävät tilaajalle yhteisen ratkaisuehdotuksensa sähköbussijärjestelmän kokonaisuudesta 21 päivän sisällä tarjouskilpailun päättymisestä. Bussi- ja/tai latauslaitteenvalmistajalla on oikeus vetäytyä tarjouksestaan 21 pv kuluessa tarjouskilpailun päättymisestä eli ennen yhteistä ratkaisuehdotusta. Sopimuksesta peräntyvä osapuoli maksaa 15 000 € sakkomaksun tilaajalle. Tilaajalla on oikeus peruuttaa hankinta ilman erillistä perustelua 14 pv toimittajien ratkaisuehdotuksen jälkeen. Yhden toimittajan peräntyessä tilaajalla on oikeus valita seuraavaksi paras kokonaistarjous jäljellä olevista tarjouksista.

Lisäksi määriteltiin, että bussivalmistaja maksaa bussin ja latausaseman integraatiokulut (digitaalinen, mekaaninen, sähköinen yhteensovittaminen), joten tarjouksessa latauslaitetoimittajan ei tarvitse niitä sisällyttää omaan tarjoukseensa. Bussivalmistajalle olisi myös annettu mahdollisuus tarjota alempaa hintaa jo integroidun latausaseman kanssa, kuin tuntemattoman latausaseman kanssa. Tällä olisi varmistettu, että kaupunki ei joudu maksamaan lisähintaa valmistajien kokemasta epävarmuudesta.

Yllä kerrottu hankintatapa ei kuitenkaan saanut kannatusta potentiaalisten tarjoajien keskuudessa. Sitä pidettiin liian monimutkaisena. Tarjoajat ehdottivat joko bussien ja laturien hankkimista peräjälkeen, tai sitten yhtä aikaa yhden vastuutoimittajan mallilla. Kaupunki päätyi yhden vastuutoimittajan malliin, koska sen koettiin yksinkertaistavan hankinta, jossa oli jo muutenkin riittävästi epävarmuustekijöitä. Tällä mallilla mahdollisilta bussi- ja latauslaitetoimittajan välisiltä erimielisyyksiltä voitaisiin välttyä.

4.2. Innovaativisuus

Yksi hankinnan lähtökohtia oli, että sähköbussilinja tulee toimimaan älyliikenteen innovaatioalustana. Innovaatioalusta-ajatuksen sisällyttäminen hankintakriteereihin oli mielenkiintoista, koska vastaavaa ei ole aiemmin tehty. Lopulta päädyttiin toteamaan hankinta-asiakirjoissa, että " Sähköbussilinja tulee toimimaan älyliikenteen innovaatioalustana. Toimittajan tulee mahdollistaa kolmansien osapuolien tuotteiden tai palvelujen kehittäminen bussilinjalla. Bussitoimittajan on esitettävä suunnitelma siitä, miten innovaatiolinjatoiminta mahdollistetaan."

Tärkeä osa innovaatioalustatoimintaa on busseista kerättävä reaaliaikainen data ja sen hyödyntäminen. Datankeruusta hankintavaatimuksissa todettiin, että "Autossa tulee olla rajapinta, jonka kautta saadaan auton väylästä tilaajan käyttöön oleelliset tiedot ajoneuvon tilasta esim. ajo-nopeus, akun nykyinen varaustila, energiankulutus (kumulatiivinen ja hetkellinen) jne."

Innovaatioalusta-ajattelun sisällyttämistä hankintaan pohdittiin monien asiantuntijoiden ja osapuolten kesken. Mukana keskusteluissa olivat muun muassa seuraavat tahot:

- Kaupungin omat asiantuntijat (älyliikenne, joukkoliikenne, hankinnat, smart city)
- Tampereen ITS Factoryn jäseniä
- Potentiaaliset bussi- ja latauslaitevalmistajat
- Hankinta-asiantuntijat Tampereen logistiikka liikelaitoksesta
- Living lab bus -hankkeen osapuolet (<http://www.vtt.fi/sites/livinglabbus/fi>)

Innovaatiosuunnitelman pisteyttäminen osoittautui haastavaksi. Koska suunnitelmien pisteyttämistä pidettiin vaikeana, olisi osa keskusteluun osallistuneista halunnut jättää pisteytyksen tekemättä kokonaan. Lopulta päädyttiin seuraaviin pisteisiin:

Innovaatiosuunnitelman pisteytys tarjouspyynnössä:

Osa-alue	Pisteitä
1) Sähköbussin tekniikkaan liittyvät innovatiiviset ratkaisut	1
2) Ehdotukset järjestelmän kehittämiseen ja seurantaan (esimerkiksi sähköbussijärjestelmän toiminnan optimointi, energiatehokkuuden parantaminen, matkustajakokemuksen parantaminen)	0,5
3) Kolmansien osapuolten (tilaaja, tutkija, yritykset) kehitystyön mahdollistaminen. (Esimerkiksi: bussien sisäinen verkko ja mahdollisuus kiinnittää siihen sensoreita, mahdollisuus kiinnittää runkoon minitietokoneita, äänijärjestelmät ja uudet kaiutintratkaisut, audiokaapeleiden sijoittaminen rakenteisiin, mahdollisuus pintojen anturointiin, mahdollisuus valaistuksen ohjelmointiin. Näiden ratkaisujen päälle voidaan kehittää mm. kosketusnäyttöjä, säätää valaistuksella erilaisia tunnelmia, seurata ihmisvirtojen liikettä bussin sisällä, kehittää infotainment-palveluja matkustajille jne).	0,5

Lopullisissa hankintapapereissa lueteltiin myös tilaajan arvostamia asioita, jotka vaikuttavat innovaatiosuunnitelman pisteytykseen:

- Ratkaisu tarjoaa hyvän alustan järjestelmälle ja sen jatkokehitykselle.
- Käytettävät teknologiat ovat nykyaikaisia ja niillä on pitkä elinkaari.
- Tarjoajan esittämien ratkaisun toteuttamiskelpoisuus sekä ratkaisun lisäarvo hankittavalle tuotteelle
- Optioiden sujuva integrointi järjestelmäkokonaisuuteen
- Tilaajalla on mahdollisuus seurata järjestelmän toimintaa ja sen laatua läpinäkyvästi.

Innovaatioalustaa rakennetaan yhteistyössä mm. Living Lab Bus -projektin kanssa, kun TKL on aloittanut sähköbusseilla liikennöinnin Tampereella.

4.3. Latausinfrastruktuuri/lataustavan valinta

Keskeinen päätettävä asia sähköbussijärjestelmähankinnassa on lataustavan valinta: ladataanko busseja yön aikana varikolla, päivän aikana päätepysäkeillä vai päivän aikana jokaisella pysäkillä. Sähköbussien asiantuntijoista suuri osa vaikuttaa pitävän päätepysäkkilatausta kannattavimpana vaihtoehtona (mm. Markkula & Vilppo 2014, Grauers 2016).

Markkulan ja Vilpon selvityksessä todetaan, että päätepusäkkilataus on paras vaihtoehto, koska tällöin bussin mukana kulkevan akun koko voi olla pieni (Markkula & Vilppo 2014). Jos busseja ladattaisiin pelkästään varikolla, pitäisi akkujen olla niin suuret, että matkustajia ei mahtuisi bussiin riittävää määrää. Jokaisella pysäkillä lataaminen vuorostaan tulee liian kalliiksi latureiden suuren määrän vuoksi. Myöskään akkujen vaihtoa päätepusäkillä ei pidetty järkevänä vaihtoehtona.

Päätepusäkkilataukseen päädyttiin myös Tampereen hankinnassa. Lisäksi Nekalan varikolle päätettiin hankkia neljä hidaslatauspistettä, niin että bussien akut voidaan ladata täyteen myös yön aikana.



Kuva 1 Ekoenergetykan latauspylväs.

Päätettäväksi jäi myös se, onko latauspantografi bussissa vai latausasemassa. Jos pantografi on bussissa, se on alttiina sääolosuhteille, esimerkiksi lumisateelle. Latauspylväessä se on paremmassa suojassa. Toisaalta, jos pantografi sijaitsee latauspylväessä ja menee rikki, mikään sähköbussista ei pääse lataukseen. Jos taas bussissa oleva pantografi hajoaa, on sillä vaikutuksia vain yhden bussin liikkumiseen. Pantografin sijoittaminen päätettiin jättää latauslaitteen toimittajalle. Tarjouskilpailussa voittaneessa järjestelmässä pantografi sijaitsee bussissa.

Koska kyseessä on uudenlainen toiminta, piti päättää myös se, kuka omistaa latausasemat ja kuka vastaa niiden huollosta. Sähköyhtiön ajateltiin voivan olla tässä luonteva toimija. Tampereella kuitenkin päätettiin, että alkuvaiheessa kaupunki omistaa latausasemat. Hankintaprosessi koettiin lähtevän helpommin käyntiin, kun kaupunki päätti tehdä itse latausasemainvestoinnin. Vastuu huollosta on toimittajalla viiden ensimmäisen vuoden aikana, ja latausasemassa on myös takuu. Jos latausasemia hankitaan tulevaisuudessa lisää, ja niitä käyttää useampi bussioperaattori, tarvitaan latausasemille mahdollisesti oma operaattori. Hankintapapereissa määriteltiin, että toimittaja vastaa latausaseman rakennustöistä, mutta kaupunki vastaa sähköliittymän hankinnasta ja kaapelien vetämisestä rakennuspaikalle.

Latausaseman paikan valinnassa on otettava huomioon myös kaupunkikuvalliset seikat. Paikan etsinnälle on varattava riittävästi aikaa. Latauslaitteelle tilattu sähköliittymä edellytti muuntamon rakentamista, joka

päätettiin sijoittaa Heinätorille Pyynikintorin viereen. Kaupunkikuvallisia syistä laturi olisi ollut hyvä sijoittaa samaan paikkaan muuntamon kanssa. Tämä olisi kasvattanut laturin ja pylvään etäisyyden 120 metriin, mikä olisi tuottanut ongelmia teknisestä näkökulmasta. Maksimietäisyys vaihtelee eri toimittajilla, mutta jotta eri tekniikoita ei suljettaisi turhaan tarjouskilpailun ulkopuolelle, etäisyys kannattaa pitää mahdollisimman pienenä. Tampereella latauspylvään ja laturin välinen etäisyys on noin 20 metriä.

Latauslaitteiden suunnittelu Pyynikintorille on myös edellyttänyt toimenpideluvan hankkimista sekä alueen naapureiden kuulemista. Kuullut taloyhtiöt eivät vastustaneet latausaseman rakentamista.

Bussien akut

Akut ja niiden mitoittaminen ovat keskeinen osa sähköbussijärjestelmän suunnittelua. Sähköbussiteollisuus on vielä alkuvaiheessa ja akkuteknologia on kehittynyt kovasti viime vuosina. Tästä johtuen empiirisiä kokemuksia akkujen kestävydestä liikennekäytössä on niukalti. Sähköbussia on tähän mennessä testattu yksittäisten kokeilujen kautta, minkä vuoksi vertailukelpoinen tieto busseista on vielä vähäistä. (Markkula & Vilppo 2014, 8-9)

Akuston kokoon ja teknologiaan liittyen Markkula ja Vilppo ovat listanneet esiselvityksessä asioita, joita kannattaa ottaa huomioon hankinnassa.

- Tarvittavan tehon määrittely: Oikeaa akkua valittaessa pitää ensin varmistaa riittävä purkuteho (tehotiheys, W/kg), joka riittää bussin liikennöintiin halutulla nopeudella ja ylämäkeen kiihdyttäessä. Myös riittävä sallittu latausteho, joka soveltuu jarrutusenergian takaisin syöttöön ja valittuun latausstrategiaan pitää varmistaa. Samalla lataus- ja purkutehojen pitää pysyä sellaisina, että ne eivät vanhenna akkua ennenaikaisesti.
- Akkujännite ja maksimivirratt (lataus/purku): mitoitetaan akku vastaamaan sähkömoottorin jännitetarvetta sekä maksimitehoa, ja toisaalta lataustehon tarvetta.
- Akuston koko: Akuston energiamäärän ja toisaalta fyysisen koon mitoittaminen (paino, tilavuus).
- Akun elinkaarikustannus.

Tampereella päädyttiin siihen, että toimittajalle jää päätettäväksi edellä mainitut akkuteknologiaan liittyvät seikat. Vaatimuksena oli vain, että akkuteknologian voi valita vapaasti, kunhan bussi selviää vaaditusta reitistä vaaditulla latausajalla (20 kilometrin reitillä latausaikaa 8 minuuttia, 9 kilometrin reitillä 4 minuuttia). Laturin tehoksi määriteltiin hankintakriteereissä 300 kW.

Bussien akut kuuluvat huolenpitosopimuksen piiriin, joka hankittiin viideksi vuodeksi. Tämän viiden vuoden jakson ylittävistä akkutakuusta tarjoaja saattoi saada lisäpisteitä hankintaan 1 piste / vuosi.

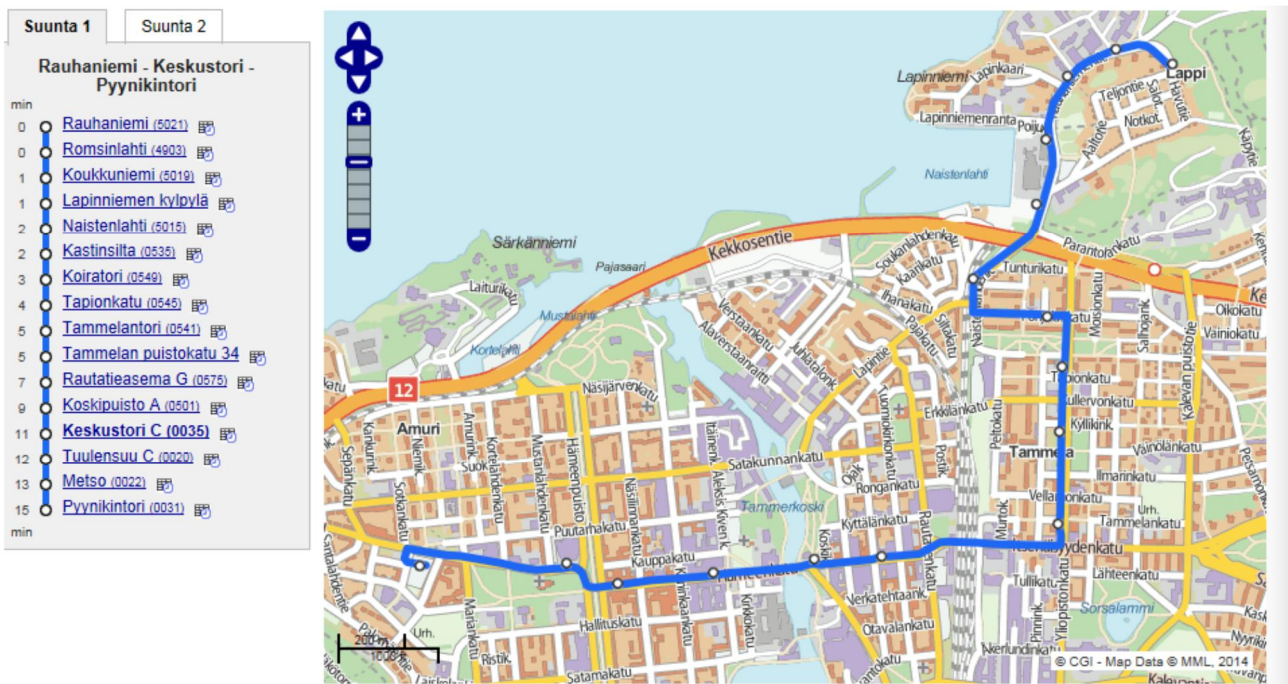
Pitkän harkinnan jälkeen tarjouspyynnössä päädyttiin sallimaan busseissa myös varavoiman käyttö. Ehtona kuitenkin oli, että bussien pitäisi selvitä linjan 2 reitistä pelkkien akkujen avulla. Anders Grauers totesi esityksessään Nordic Electric Bus -initiatives seminaarissa (12.5.2016), että varavoimanlähde busseissa voi olla hyvä idea, koska tällöin busseilla voidaan ajaa huolettomammin lähemmäs akun tyhjenemistä. Toisaalta taas varavoimanlähde saattaa vähentää sähköbussijärjestelmän kannattavuutta. Sähköbussien kannattavuus perustuu sähköllä kuljettavaan matkaan, ja tämä hyöty poistuu jos bussilla ajetaan varavoimalla. Lisäksi varavoimalähde tuo bussille lisähintaa. Varavoimalähde voi olla kannattava ratkaisu, jos bussien lataus on hyvin vikaherkkää. (Vilppo 2016b)

4.4. Linjan valinta

Sähköbussuja päätettiin testata yhdellä bussilinjalla. Bussilinjaksi valikoitui linja numero 2, joka operoi välillä Pyynikintori ja Rauhaniemi. Linjan 2 valikoitumiseen vaikutti useampi seikka. Markkula ja Vilppo vertailivat esiselvityksessä eri linjavaihtoehtoja keskenään ja totesivat, että linja 2 sopisi hyvin sähköbussille. Tämä johtuu mm. siitä että linja on suhteellisen hidas ja sisältää paljon liikennevaloja. Sähköbussit soveltuvat erittäin hyvin kaupunkiliikenteessä paljon pysäkkejä ja liikennevaloja sisältäville reiteille, jolloin energiatehokkuus dieseliin verrattuna korostuu. (Markkula & Vilppo 2014).

Linja 2 on sopiva sähköbussilinjaksi myös Pyynikintorin päätepysäkin vuoksi. Pyynikintorilla on useamman linja päätepysäkki, mikä mahdollistaa latausaseman käytön yhteisesti useammalla bussilinjalla. Latauslaitteen käyttö useammalla linjalla nostaisi järjestelmän kannattavuutta.

Linjaa valittaessa pitää ottaa huomioon myös, onko päätepysäkillä riittävästi aikaa lataukseen. Jos pidempien päätepysäkkiaikojen vuoksi joudutaan korvaamaan neljällä dieselbussilla viidellä sähköbussilla, sähköbussiliikenteen kannattavuus vähenee huomattavasti.



Kuva 2 Linjan 2 reitti.

4.5. Energiankulutuksen pisteytys

Hankinnan yhteydessä yhdeksi hankalimmista pisteytettävistä laatuseikoista osoittautui energiankulutus. Energiankulutuksen huomioiminen pisteytyksessä olisi tärkeää, koska se vaikuttaa merkittävästi elinkaarikustannuksiin. Energiatehokkaampi sähköbussi on ympäristöystävällisempi ja vähentää sähkön tuotannon aiheuttamia päästöjä. Energiankulutus vaikuttaa myös akkujen kestävyteen. Suurimman energiankulutuksen busseissa akut kuluvat nopeammin.

Robustcon oy arvioi sähköbussin energiankulutuksen vaikuttavan elinkaarikustannuksiin 200 000 € kulutuksen ollessa 1 kWh/km. Kerroin muodostuu seuraavista tekijöistä:

- 70 000 € on käytön aiheuttama sähkölasku bussin elinkaaren aikana kun kulutus on 1 kWh/km, ajomäärä 70 tkm/v ja sähkönhinta 10 snt/kWh
- 35 000 € on elinkaaren aikana suoritetun akunvaihdon ja vaihtoakkuun liittyvän käyttökilometrien kustannus
- 95 000 € on arvioitu seuraus palvelulaadun heikkenemisestä (pidemmät odotukset, latausasemaa hyödyntävien bussien matalampi määrä, ruuhka-aikoina aiheutuvat aikatauluongelmat) ja latauslaitteen korkeampi tehovaatimus kun energiankulutus on suurempi.

Robustcon ehdotuksessa tarjoajan tulisi ilmoittaa ajoenergian kulutus Brauschweig-syklille 0,01 kWh/km tarkkuudella matkustajakuorman ollessa 3000 kg. Mikäli valmistajalla ei olisi mahdollisuutta testata tarjoamansa tuotteen kulutusta Brauschweig-syksillä, voi valmistaja arvioida kulutuksen parhaan kykynsä mukaan. Tarjouskilpailun voittaneen valmistajan ilmoittama kulutus selvitettäisiin laboratoriomittauksessa toimituksen yhteydessä (esim. VTT:n testidynamometri). Mikäli ilmoitettu kulutus olisi arvioitu todellista kulutusta suuremmaksi, hyvitetäisiin valmistajalle 2000 € jokaista 0,01 kWh/km kohden, joka on poikennut ilmoitetusta kulutuksesta. Vastaavasti, jos ilmoitettu arvo on laboratoriossa mitattua kulutusarvoa pienempi, määrätään valmistajalle 2000 € sakko jokaista 0,01 kWh/km kohden. Sakko tai hyvitys olisi bussikohtainen, joten veloitus tai maksu tehtäisiin jokaista toimitettua bussia kohden.

Energiankulutuksen pisteytystä ei päädytty kuitenkaan tekemään, sillä sen todentaminen koettiin liian vaikeaksi. Energiankulutuksen pisteytyksestä luopuminen johtui myös siitä, että rahallinen sanktio saattaisi pudottaa potentiaalisia tarjoajia pois. Tämän sijasta päädyttiin määräämään maksimiaika, joka voidaan käyttää lataukseen, sekä reitti, josta bussin pitää pystyä suoriutumaan. Tämän nähtiin yksinkertaistavan hankintaa, mutta se ei varsinaisesti palkitse energiatehokkuudesta. Energiankulutuksen pisteyttäminen jollain tavalla olisi kuitenkin tärkeää, sillä energiankulutuksella on suuri vaikutus kustannuksiin.

4.6. Leasing vai osto & sanktiot

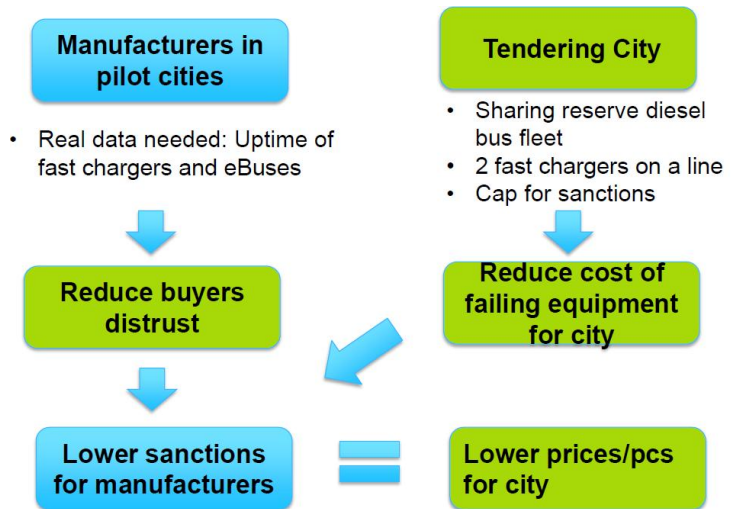
Hankinnan kannalta keskeinen kysymys oli, hankintaanko sähköbussit leasing-sopimuksella vai ostetaanko ne omaksi. Tampereella päädyttiin pyytämään tarjouskilpailussa tarjousta viiden vuoden leasing-sopimuksesta. Määräajan päätyttyä Tampere voi ostaa bussit omakseen, jos niihin ollaan tyytyväisiä. Leasing-jakso toimii näin ollen "vakuutuksena", jonka jälkeen sähköbusseista voitaisiin luopua, mikäli ratkaisun ei koettaisi toimivan Tampereella. Tavoitteena on kuitenkin, että busseja käytetään niiden koko elinkaaren ajan (noin 15 vuotta).

Vastuu bussijärjestelmän toimivuudesta on toimittajalla. Alun perin hankintapapereissa määriteltiin, että TKL ei maksa leasingmaksua lainkaan niiltä päiviltä, kun bussit ovat pois ajosta. Potentiaaliset tarjoajat pitivät tätä ehtoa liian kovana, minkä seurauksena ehtoa muutettiin. Lopullisessa hankintailmoituksessa busseille sallittiin vuodessa 10 päivää, jolloin ne voivat olla pois ajosta ilman sanktiota. Perusteluna sanktioihin oli, että kaupunki halusi hankkia kerralla toimivan tuotteen ja että oletuksena on, että valmistaja myös luottaa omaan tuotteeseensa.

Sanktiot haluttiin toteuttaa nimenomaan niin päin, että leasingmaksua jätetään tarvittaessa maksamatta. Erilaisten sakkomaksujen periminen toimittajalta voi osoittautua hankalaksi, joten niitä haluttiin välttää.

Hankinnan tulosten selvittyä spekulointiin, nostiko tämä melko kova sopimusehto hankinnan hintaa. Sähköbussijärjestelmien hintoja voitaisiin saada laskettua, jos sanktiot eivät olisi niin kovia, ja toisaalta myös sitä kautta, että oikeaan dataan perustuva tieto sähköbussijärjestelmien toimivuudesta lisääntyä (kuva 3, Vilppo 2016a).

Eryisesti pienet toimijat saattavat joutua hinnoittelemaan tarjoukseensa enemmän "varmuuskertoimia" kuin järjestelmän toimimattomuuden todennäköisyys olisi. Tämä johtuu siitä, että epäonninen tapaus voisi muuten tarkoittaa pienen toimijan konkurssia. Vilpon mukaan kaupungin kannattaisi ottaa hieman riskiä myös omille harteilleen, jolloin saatettaisiin päästä kaikkien toimijoiden kannalta parempaan lopputulokseen, ja myös aloittelevat toimijat pysyisivät mukana kilpailussa. (Vilppo 2016a).



Kuva 3 Olli Vilpon esitys Nordic Electric Bus -seminaarissa 2016.

4.7. Järjestelmän kannattavuus

Tässä yhteenvedossa on viitattu järjestelmän kannattavuuteen vaikuttaviin asioihin useassa kohdassa. Seuraavassa listassa on nämä asiat koottuna yhteen. Syvällisemmin näistä tekijöistä voi lukea sähköbussihankinnan taustaselvityksestä (Markkula & Vilppo 2016).

- Sähköistettävän linjan valinta ja aikataulun suunnittelu
 - o Mieluiten kaupunkilinja, jossa paljon pysähdyksiä ja hidas keskinopeus
 - o Päätepysäkillä riittävästi aikaa lataamiseen. Jos pidempien pysähdysaikojen vuoksi joudutaan korvaamaan 4 dieselbussia viidellä sähköbussilla, järjestelmä ei tule koskaan kannattavaksi.
- Bussien energiankulutus.
- Akkujen elinkaari.
- Lataustavan valinta. Päätepysäkkilataus kannattavin vaihtoehto.
- Tarjouspyyntöön sisällytetyt kovat sanktiot saattavat nostaa tarjoushintoja.

4.8. Muita hankinnassa huomioitavia asioita

Sähköbussijärjestelmän teknisistä ratkaisuista mm. bussin lämmityksen järjestäminen herätti keskustelua. Diesel-busseissa lämmitys toimii moottorin hukkalämmöllä, kun taas sähköbusseissa tämä ei ole mahdollista. Sähkölämmitys vie paljon energiaa akusta, mikä saattaisi edellyttää tiheämpiä latausvälejä tai isompia akkuja. Diesellämmityksen käyttäminen sähköbusseissa vuorostaan olisi ristiriitaista ajatellen tavoitetta puhtaammasta liikennöintimuodosta polttomoottoriajoneuvoihin nähden. Tampereen hankinnassa kaasukäyttöisestä lämmityksestä tai ilmalämpöpumpusta olisi saanut lisäpisteitä 2,5 pistettä. Tampereelle tulevissa busseissa lämmitin toimii biodieselillä.

5. Viestintä

Sähköbussien hankinnan yhteydessä on tärkeää miettiä, miten sähköiseen liikenteen siirtymisestä kerrotaan joukkoliikenteen käyttäjille. Tampereen projektissa oli mukana Credesign Oy, joka teki selvityksen sähköisen

liikenteen käyttäjäkokemuksesta. Käyttäjäkokemuksen suunnittelun taustalla oli ajatus, että "käyttäjää voidaan houkutella kokeilemaan ja sitouttaa siirtymään julkisen liikenteen käyttämiseen, uudenlaisiin vähäpäästöisiin ratkaisuihin juuri murroksessa kun sähköinen liikenne aloitetaan" (Creadesign 2015). Siirtymisestä sähköbussihin pitäisi tehdä "ilmiö" kaupunkilaisten kanssa, jolloin käyttöasteen kasvupotentiaali voidaan hyödyntää kokonaisuudessaan.

Tampereella päädyttiin luomaan sähköiselle liikenteelle oma visuaalinen ilme, jota tullaan käyttämään myös henkilöautojen latauspisteissä. Uudet sähköbussit esitellään kaupunkilaisille lokakuussa 2016, ja visuaalinen ilme julkaistaan samassa yhteydessä. Ilme kertoo tarinaa sähköisen liikenteen hyödyistä ja samalla vahvistaa mielikuvaa Tampereesta sähköisen liikenteen edelläkävijänä.

Viestintään liittyvien suositusten lisäksi käyttäjäkokemusselvityksessä määriteltiin kriteerit, joilla (sähkö)bussien käyttäjäkokemusta voitaisiin parantaa. Kriteerit otettiin huomioon hankinnassa mahdollisuuksien mukaan, ja loput jätettiin jatkojalostettavaksi tulevien hankintojen yhteydessä. Creadesign suosittelee muun muassa Pyynikintorin latausaseman hyödyntämistä torin jäsentelyssä, koska toritila kaipaisi selkeyttämistä. Pyynikintorin tulevaisuuden suunnitelmat ovat tällä hetkellä vasta kehitteillä, ei latausasemaa voitu tässä yhteydessä vielä suunnitella erityiseksi maamerkiksi.

Viestinnällisesti hankala asia hankkeessa oli sähköbussihankinnan tuloksesta tiedottaminen. Aamulehti otsikoi hankintapäätöksen nettisivuillaan "Kotimainen ei kelvannut Tampereelle, sähköbussit tulevat Puolasta", jonka jälkeen keskustelu keskittyi siihen, miksi suomalaista Linkkeriä ei valittu. Kaupunki ei osallistunut keskusteluun aktiivisesti, eikä oikonut siinä esiintyneitä virheellisiä käsityksiä. Kahden tarjouksen hylkäämisen syiden avaaminen avoimesti olisi voinut hillitä hankintapäätöksen ympärillä negatiivisena vellonutta keskustelua.

Keskustelu on sittemmin laantunut. Bussien tultua Tampereelle syyskuussa 2016, viestinnällä pyritään luomaan niiden ympärille positiivisempaa julkisuutta. Busseihin toteutetaan Tampereen sähköisen liikenteen graafinen ilme, ja bussien tultua Tampereelle järjestetään ilmaisia sähköbussikiertoajeluja tamperelaisille.

6. Lopuksi

Tampereen ensimmäisen sähköbussijärjestelmän hankinta ja siihen liittyvä uusi teknologia on edellyttänyt perusteellista suunnittelutyötä sekä yhteistyötä eri asiantuntijatahojen kanssa. Hankintaprosessi on myös opettanut paljon sitä valmisteleville ja toteuttaville tahoille. Hankintaprosessin aikana Tampereen kaupunki on kerännyt paljon kokemusta ja uutta tietoa sähköbussijärjestelmähankinnoista.

Jatkossa sähköbusseja tullaan todennäköisesti hankkimaan lisää, kunhan ensimmäisistä busseista ja järjestelmän toimivuudesta on saatu kerättyä kokemuksia. Sähköbussit aloittavat osana Tampereen joukkoliikennejärjestelmää syksyllä 2016.

Lähteet

Creadesign (2015). Sähköisen liikenteen käyttäjäkokemus. Julkaisematon taustaselvitys.

Grauers, Anders (2016). Building Effective Electric Bus Systems. Esitelmä Nordic Electric Bus Initiatives -seminaarissa 12.5.2016.

Krogsgaard Niss, Mikkel (2016). City of Copenhagen - experience with BYD electric buses. Esitelmä Nordic Electric Bus Initiatives -seminaarissa 12.5.2016.

Markkula, J. & Vilppo, O. (2014). Tampereen bussiliikenteen sähköistäminen. Julkaisematon taustaselvitys.

Ruter (2016). Fossil Free 2020. <https://ruter.no/en/about-ruter/reports-projects-plans/fossilfree2020/>
Nettilähde, viitattu 18.8.2016.

Vilppo, Olli (2016a). Feasibility of electric buses in public transport. Esitelmä Nordic Electric Bus Initiatives -seminaarissa 12.5.2016.

Vilppo, Olli (2016b). Suullinen tiedonanto.

Tampereen kaupunki (2013). Yhteinen Tampere - näköalojen kaupunki. Tampereen kaupunkistrategia 2025. http://www.tampere.fi/tiedostot/k/MJNThAyNH/DK_TRE_strategia_suomi_kevyt.pdf

Tampereen kaupunki (2014). Tampereen kaupungin sähköisen liikenteen toteutussuunnitelma. <http://www.tampere.fi/tiedostot/s/Jw2zIrs79/sahkoisenliikenteentoteutussuunnitelma.pdf>