

Tampereen kaupungin tulevaisuuden joukkoliikennratkaisu

Simo Mäkinen

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2012
Liiketalouden koulutusoh-
jelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Liiketalouden koulutusohjelma

Simo Mäkinen
Tampereen kaupungin tulevaisuuden joukkoliikenne-
ratkaisu

Opinnäytetyö 40 sivua, josta liitteitä 0 sivua
Kesäkuu 2012

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli analysoida Tampereen kaupungin joukkoliikennettä koskevia tulevaisuuden ratkaisuvaihtoehtoja liiketaloudellisista lähtökohdista ja arvioida niiden ympäristövaikutuksia.

Kaupunki varautuu tulevaisuuden joukkoliikennetarpeiden kasvuun ja entistä tiukempiin liikenteen päästötavoitteisiin teettämällä asiantuntijoilla selvityksen modernin kaupunkiraitiotien hankinnasta. Tulevaa hankintaa silmälläpitäen kaupunki on jo aloittanut neuvottelut valtion kanssa kaupunkiraitiotien rahoituksen valtionosuudesta.

Opinnäytetyössä selvitettiin täysin uudenlaisen, innovatiivinen joukkoliikenne-
ratkaisun sopivuutta perinteisen kaupunkiraitiotien rinnalle. Työssä käsiteltiin joukkoliikenne-
ratkaisujen olennaisia osa-alueita ja vertailtiin ratkaisujen eri toteutusvaihtoehtoja. Lähteinä työssä käytettiin valtion ja Tampereen kaupungin julkaisuja ja projektiasiakirjoja. Lisäksi tietoa vaihtoehtoisista toteutusmalleista saatiin kaupallisilta toimijoilta.

Saadun tiedon ja tehtyjen vertailujen perusteella voitiin todeta, että opinnäytetyössä esitelty uusi, johdoton sähköinen joukkoliikenne-
ratkaisu on tulevaisuudessa varteenotettava joukkoliikennejärjestelmän toteutusmalli. Teknologian kehittyessä on todennäköistä, että joukkoliikenne-
ratkaisuja rakennetaan tulevaisuudessa nimenomaan langattomuutta suosien. Langattomuutta puoltavat turvallisuuteen, kaupunkikuvaan, hankintakustannuksiin ja reittien muunneltavuuteen vaikuttavat asiat.

Perinteinen kiskoin ja ajojohtimin toteutettu kaupunkiraitiotie on todennäköisesti Tampereen kaupungin tapauksessa opinnäytetyössä esiteltyä langatonta vaihtoehtoa mielekkäämpi perusta uudelle joukkoliikenne-
ratkaisulle. Perinteisen raitiotiemallin kuljetuskapasiteetti on suurempi, ja ajoneuvojen linkaari pidempi. Tästä huolimatta on oletettavaa, että opinnäytetyössä esitellyllä langattomalla teknologialla voidaan tulevaisuudessa toteuttaa perusratkaisua tukeva, kustannustehokas ja paikallispäästötön sähköinen joukkoliikenne-
ratkaisu.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Business and Administration
Business Economics

Simo Mäkinen
The Future Public Transportation System for the City of Tampere

Bachelor's thesis 40 pages, appendices 0 pages
June 2012

The aim of this thesis was to analyze the public transport of the city of Tampere. Special attention has been paid to future development options and their economic and environmental effects.

The city is preparing for a growth in demand for public transport, and tightening of emissions targets in the future. For these reasons, the city has commissioned an expert study to investigate the feasibility of procuring a modern urban railway. In addition, the city has initiated negotiations with the state in order to secure financing for such a project.

In this thesis, a new, innovative public transport solution is introduced as an alternative to the traditional tram option. The essential features of different public transport solutions were identified and compared. Publications from the city and the state were used as sources of information, as well as documentation from commercial suppliers.

Based on the information gained and comparisons made, it can be said that the new, wireless, electric public transport system is a formidable option for public transport projects. As the technology develops, it is probable that in the future wirelessness will become a major trend in this market segment. This is supported by its positive safety record, route customization capabilities, purchasing price and aesthetic benefits for the townscape.

The traditional tram approach is the most likely core option for the new public transport system of the city of Tampere. The transportation capacity is greater and the lifecycle of the vehicles is longer in the traditional option. Nevertheless, the cost efficient, safe, new wireless electric model with zero local emissions is the likely solution in the future to support the core transportation system.

Key words: public transportation, tram, zero local emission

SISÄLLYS

| | | |
|------|---|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | Ympäristotaloudellinen näkökulma..... | 9 |
| 2.1 | Ympäristön ja talouden symbioosi | 9 |
| 3 | Joukkoliikenteen vaikutusten arviointi..... | 11 |
| 3.1 | Joukkoliikenteen kustannukset | 12 |
| 3.2 | Joukkoliikenteen palvelutaso ja koettu laatu | 12 |
| 4 | Joukkoliikenneratkaisun yhteiskunnalliset vaikutukset | 15 |
| 4.1 | Liiketaloudelliset | 15 |
| 4.2 | Kansantaloudelliset | 15 |
| 4.3 | Alueelliset | 15 |
| 4.4 | Muut..... | 16 |
| 5 | Joukkoliikenteen globaalit trendit | 17 |
| 5.1 | Kaupungistuminen | 17 |
| 5.2 | Ilmastonmuutos..... | 17 |
| 6 | Kaupungin liiketaloudellisen toiminnan reunaehdot..... | 19 |
| 6.1 | Poliittinen päätöksenteko | 19 |
| 7 | Tampereen seudun liikennejärjestelmäsuunnittelun päivitystyö TASE 2025..... | 21 |
| 7.1 | Joukkoliikenteen eri vaihtoehdot Tampereella | 21 |
| 8 | Tampereen moderni kaupunkiraitiotie | 23 |
| 8.1 | Yleistä | 23 |
| 8.2 | Alustava yleissuunnitelma | 23 |
| 8.3 | Moderni kaupunkiraitiotie | 23 |
| 9 | Ympäristotaloudelliset näkökulmat Tampereen kaupunkiraitiotiessä..... | 25 |
| 9.1 | Ympäristö..... | 25 |
| 9.2 | Meluhaitta ja/tai hyöty | 25 |
| 9.3 | Kaupunkikuvan muutos | 25 |
| 9.4 | Maankäyttö | 25 |
| 10 | Uutta e-BRT teknologiaa hyödyntävä joukkoliikenneväline | 26 |
| 10.1 | e-BRT ratkaisu | 26 |
| 11 | Ympäristotaloudelliset näkökulmat e-BRT vaihtoehdossa | 30 |
| 11.1 | Ympäristö..... | 30 |
| 11.2 | Meluhaitta ja/tai hyöty | 30 |
| 11.3 | Kaupunkikuvan muutos | 30 |
| 11.4 | Maankäyttö | 30 |
| 12 | Joukkoliikenteen liikennejärjestelmien ominaispiirteitä | 31 |
| 12.1 | Bussiliikenne..... | 31 |

| | |
|--|----|
| 12.2 Sähköbussiliikenne e-BRT teknologialla..... | 31 |
| 12.3 Raitioliikenne e-BRT-teknologialla..... | 31 |
| 12.4 Perinteinen raitioliikenne | 32 |
| 13 Alustava vertailu kaupunkiraitiotie vs. e-BRT-sähköbussi..... | 34 |
| 13.1 Ympäristövaikutukset | 34 |
| 13.2 Taloudelliset vaikutukset | 34 |
| 13.3 Liikenteelliset vaikutukset ja toteutettavuus..... | 36 |
| 13.4 Matkustajanäkökulma | 37 |
| 13.5 Kokemukset maailmalla | 37 |
| 14 POHDINTA..... | 39 |
| LÄHTEET | 40 |

1 JOHDANTO

Tampereen kaupunkiseudun liikenne on maankäytön rakenteellisten muutosten, kaupungistumisen sekä elintason nousun johdosta voimakkaassa kasvussa. Tampereella on jo pitkään keskusteltu eri joukkoliikenteen muotojen sopivuuksista ja niiden tarjoamista ratkaisusta kaupungin sen hetken sekä tulevaisuuden tarpeisiin.

Viime vuosina keskustelu on käynyt erittäin vilkkaana ja ”ratikan” eli tamperelaisittain ”kaupunkiraitiotien” suosio tuntuu olevan vankkumaton niin virkamiesten kuin kaupunkilaistenkin keskuudessa. Joukkoliikenteen kehittämishankkeen toteuttaminen näyttää nyt etenevän vauhdilla ja kaupunki onkin tilannut ja vastaanottanut konsulttiselvityksen kaupungin joukkoliikenteen tulevaisuuden ratkaisusta. Eritoten lisätietoa kaivattiin bussin ja raitioliikenteen ja niitä tukevan lähijunaliikenteen yhdistävästä ratkaisusta. Tämän lisäksi kaupunki järjesti yleisölle mahdollisuuden vaikuttaa vapaasti ja suunnitella, tiettyjen reunaehtojen sisällä, Tampereen tulevan raitioliikenteen reittiä ja reitin varrelle tulevia pysäkkejä. Tämä Internetissä toteutettu kysely olikin huippusuositettu ja todennäköisesti kohotti hankkeen jo valmiiksi myönteistä yleistä mielipidettä.

Poliittisesti asiasta keskustellaan laajasti. Onhan kyseessä seudullisesti erittäin merkittävä hanke ja poliittisista ryhmittymistä eritoten vihreät ovat profiloituneet hankkeen kannattajiksi. Hankkeen rahoitus on noussut sidosryhmien keskuudessa huolenaiheeksi. Yleisen käsityksen valossa Tampereen raitioliikennehanke kilpailee samoista valtionosuuksista muiden Pirkanmaan alueen liikennehankkeiden kanssa. Tätä olettamusta on myös ministerin toimesta korjattu ja hallitus onkin valtioneuvoston liikennepoliittisessa vuoden 2012 selonteossa eduskunnalle ilmoittanut olevansa valmis sitoutumaan sekä Tampereen että Turun raideliikennehankkeisiin aiesopimuksella jo tällä hallituskaudella. Selonteossa mainitaan valtion osallistuvan kaupunkiraitiotieiden rakentamiseen 30 prosentin osuudella. Lopulliset valtion rahoitusosuudet päätetään kuitenkin tapauskohtaisesti riippuen muun muassa hankkeen kustannuksista, tarkoituksenmukaisuudesta sekä laajuudesta. Hankkeiden rahoituksen vastapainoksi valtio edellyttää, että maankäytön asumisen ja liikenteen kehittämisestä alueella sovitaan yhteistyössä kunnan ja valtion kesken. Raideliikenneinvestointeihin täytyy aina kuitenkin sisällyttää liityntäliikenteen järjestelyt.

Tampereen kaupunkiseudun liikennepoliittinen ohjelma on arvioinut kaupunkiseudun kasvavan noin 90 000 asukkaalla seuraavan 20 vuoden aikana. Tämä toteutuessaan johtaa siihen, että Tampereen julkista liikennettä on kehitettävä tukemaan väestön kasvua. Vaikka tulevaisuudessa joukkoliikenteen käyttäjämäärät eivät oleellisesti kasvaisikaan, tulee uusia joukkoliikenteen käyttäjiä väestön luontaisesta kasvusta siten, että kysyntää tyydyttämään tarvittavat bussit eivät kerta kaikkiaan mahdu Hämeenkadulle.

Edellä kuvatun lisäksi liikenteen päästöihin kiinnitetään tulevaisuudessa entistä enemmän huomiota ja esimerkiksi EU:n niin sanottu ”valkoinen kirja” linjaa melko radikaaleja tavoitteita tulevaisuudelle. Liikenteeltä vaaditaan 60 % vähennystä päästöissä vuoteen 2050 mennessä vuoden 1990 tasoon verrattuna. Uusia käyttövoimajärjestelmiä on kehitettävä ja otettava käyttöön, jotta tavoitteisiin päästäisiin. Matkaketjujen hallinta ja älyliikennetarkaisut lisäävät liikenteen tehokkuutta ja niin sanotut pakkotoimet eli tie- ja muut käyttöperusteiset maksut rantautunevat vääjäämättä myös Suomeen ja Tampereelle.

Suomen hallituksen vuoden 2012 liikennepoliittisessa selonteossa (Valtioneuvoston liikennepoliittinen selonteko eduskunnalle 2012) otetaan voimakkaasti kantaa vähäpäästöisemmän teknologian puolesta. Eduskunnan käsittelyssä oleva lausunto ohjaa julkisen sektorin päättäjiä poistamaan niin poliittiset kuin juridisetkin esteet puhtaamman teknologian käyttöönotolle julkisen sektorin omassa toiminnassa. Liikenneministeri Merja Kyllösen vetämä työryhmä luovutti selonteon eduskunnalle huhtikuussa 2012 ja yhden keskeisimpiä lähtökohtia on nimenomaan päästövähennykset. Liikenne tuottaa noin viidesosan maamme kasvihuonepäästöistä. Tieliikenteen osuus tästä on noin 76 prosenttia ja tarkasteltaessa kotimaista liikennettä nousee luku lähes 90 prosenttiin. Selonteossa todetaan, että julkisen sektorin tulee omalla toiminnallaan ja esimerkiksi toimia mallina niin yrityksille kuin kansalaisillekin. Keinona tähän kannustetaan julkisen sektorin toimijoita hankkimaan ympäristöystävällisempää teknologiaa niiden omaan käyttöön sekä perustellaan asiaa myös taloudellisesta näkökulmasta. Selonteko ottaa kantaa myös liikenteestä aiheutuvan melun torjuntaan. Arvioidaan että Suomessa altistuu noin 430 000 ihmistä liikenteestä johtuvaan yli 55 desibelin meluun. Suomi on asettanut tavoitteeksi laskea melualueilla asuvien ihmisten määrän vuoteen 2020 mennessä siten, että vähennystä tulisi 20 prosenttia vuoden 2003 tasoon verrattuna.

Tampereella päätökset joukkoliikennehankkeen jatkosta tehdään edellä mainitun konsulttiselvityksen sekä sitä seuraavan varsinaisen yleissuunnitelman perusteella Tampereen kaupunginhallituksen ja valtuuston toimesta syksyllä 2012.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on analysoida Tampereen kaupungin joukkoliikennettä koskevia vaihtoehtoja liiketaloudellisesta näkökulmasta. Kaupungin toiminnan reunaehdot asetetaan kuitenkin paljon laajemmasta näkökulmasta käsin ja pelkkien liiketaloudellisten faktojen lisäksi eri vaihtoehtojen vertailuun vaikuttavat kaupungin asukkaiden eli lopullisten päätöksentekijöiden kautta merkittävästi myös ympäristöön liittyvät seikat. Tällaisia ovat esimerkiksi visuaaliset kaupunkikuvaan vaikuttavat asiat, melu ja hajut, mielikuvat, asenteet joukkoliikennettä kohtaan sekä saasteet. Myös nämä asiat huomioidaan ja tuodaan esille tarkastelussa.

Opinnäytetyössä pohditaan Tampereen tulevaisuuden joukkoliikennetarkaisua vertaillen jo laajalti tiedossa ja käytössä olevien joukkoliikennemuotojen lisäksi täysin uutta tulevaisuuden teknologiaa ja sen taloudellisia sekä ympäristön kannalta merkittäviä kysymyksiä.

2 Ympäristotaloudellinen näkökulma

2.1 Ympäristön ja talouden symbioosi

Taloudellisella toiminnalla pyritään tuottamaan hyötyjä, tavaroita ja palveluita, joita ihmiset kokevat tarvitsevansa. Järjestelmää, joka on rakentunut tukemaan kyseistä toimintaa, kutsutaan taloudeksi. Kaikki taloudellinen toiminta tapahtuu ”ympäristössä”. Ympäristöllä voidaan esimerkiksi tarkoittaa maapallon ekosysteemiä tai pienempää tarkastelun kannalta oleellista osa-aluetta siitä. Ympäristö vaikuttaa taloudelliseen toimintaan tarjoamalla taloudelle palveluita. Ympäristö tarjoaa talouden näkökulmasta käyttöön resursseja kuten raaka-aineita ja energiaa. Näitä kutsutaan myös ympäristön käyttäjärvoiksi. Edellisen lisäksi tärkeitä ympäristön palveluita ovat taloudelle tarjotut niin sanotut viihtyisyys- sekä varastointipalvelut.

Viihtyisyyspalvelulla tarkoitetaan ympäristön luomaa viihdearvoa ihmisille, joita taloudellisella toiminnalla hyödynnetään. Viihtyisyyspalveluista käytetään myös nimitystä ympäristön epäsuorat palvelut. Esimerkkinä ympäristön tarjoamasta viihdearvosta voidaan pitää esimerkiksi metsää, jossa on miellyttävä patikoida uusilla vaelluskengillä ja järvenselkää, jossa purjevene tuottaa kuluttajalle varsinaisen arvonsa. Kuluttaja on valmis käyttämään resursseja taloudelliseen toimintaan, jolla ympäristöä muokataan halutun kaltaiseksi eli tuottamaan viihdearvoa. Esimerkiksi luonnontilassa olevan erämaan suojeluun käytetään resursseja, jotta luonnosta voidaan nauttia sen luonnollisessa tilassa. Toisaalta taas ihmiset ovat valmiita kuluttamaan aikaansa ja/tai rahaansa oman puutarhansa hoitoon.

Taloudellisessa tuotanto- ja kulutusprosessissa syntyy jokaisessa vaiheessa käyttökelvottomia ja ei-toivottuja asioita, jotka palautuvat ja varastoituvat ympäristöön. Mikäli tällainen sivutuote on ympäristölle tai ihmisille haitallinen, kutsutaan sitä saasteeksi. Tätä varten on ympäristöllä niin sanotut varastointipalvelut, joiden avulla talouden luoma ongelma poistetaan. Käytännön esimerkkeinä ympäristön varastointipalveluista ja niiden ilmenemismuodoista voidaan käyttää seuraavia jokapäiväisiä talouden ilmiöitä. Teollisuuden tuotantoprosessissa muodostuu, taikka niistä johtuu, ihmiselle ja luonnolle haitallisia kemikaaleja, jotka vielä nykypäivänäkin usein varastoidaan ympäristön tarjoamaan vesistöön. Kuluttaja varastoi käytetyn hyödykkeen, kuten esimerkiksi jogurttipurkin, jätteenkeräyksen kautta ympäristöön sijoitetulle kaatopaikalle. Liikenne on mal-

liesimerkki siitä kuinka talous toiminnallaan aiheuttaa ei-toivottuja pakokaasuja, jotka varastoituvat ympäristön ilmakehään siellä missä kaasuja tuotetaan.

Varastoitava ja ei-toivottu asia ei kuitenkaan aina ole ainoastaan materiaa. Liikennettä voidaan pitää myös merkittävänä melun aiheuttajana. Melu siirtyy ympäristöön ja useimmiten heikentää sen viihtyisyyspalvelua. Melu ei kuitenkaan varastoidu ympäristöön. Melun lisäksi tärkeää on huomioida myös taloudellisen toiminnan seurauksena syntyvä visuaalinen haitta. Esimerkkinä avohakkuu ei ole luonnolle tai ihmiselle biologisesti haitallinen, mutta se on sitä varmasti hakkuualueen vieressä kesämökkiään pitävälle.

Arvioitaessa talouden vaikutuksia ympäristön näkökulmasta on huomioon otettava helposti mitattavien varastointipalveluun vaikuttavien biologisten ja kemiallisten arvojen lisäksi myös muutokset ympäristön viihtyisyyspalveluissa. Samoin on huomioitava talouden tuotantotekijöinä käytettävien ympäristöressurssien riittävyys. (Paavola 1996, 101)

3 Joukkoliikenteen vaikutusten arviointi

Joukkoliikenne on yhteiskunnan peruspalvelu, jonka toivottaisiin olevan kohtuuhintainen ja kaikkien sitä tarvitsevien saatavilla. Joukkoliikenne vähentäessään yksityistä autoilua, edistää liikenneturvallisuutta sekä vähentää liikenteen ympäristöhaittoja. Joukkoliikenteen edistämiseksi yksi merkittävimmistä tavoitteista on niin sanotun kulkutapaosuuden kasvattaminen. Tavoite on toisin sanoen saada ihmiset käyttämään joukkoliikennettä muiden liikennevaihtoehtojen sijasta. Joukkoliikenteen käytön kasvun mahdollistajana julkishallinto näyttelee merkittävää roolia. Joukkoliikenteen vaikutusten arviointiin liittyy muun muassa seuraavia piirteitä:

- Palvelutaso, jonka liikkujat kokevat saavansa, syntyy infrastruktuurin, liikennepalvelujen ja hinnan muodostamasta kokonaisuudesta. Lisäksi liikkumisympäristön laadun, ajankohdan, sään tai matkan tarkoituksen merkitys voi vaihdella.
- Joukkoliikenteen edistämiseksi yksi merkittävimmistä tavoitteista on kulkutapaosuuden kasvattaminen. Toisaalta joukkoliikenteen kasvu kevyen liikenteen kustannuksella ei ole toivottavaa. Tällä on negatiivinen vaikutus ympäristön ja terveyden näkökulmasta.
- Liikenteessä käytetyllä ajalla on eri merkitys kun asiaa arvioidaan esimerkiksi vertailtaessa joukkoliikennettä ja oman auton käyttöä. Joukkoliikenteen osalta matka koostuu eri osista ja niiden painoarvot ovat toisistaan poikkeavat.
- Eri väestöryhmien välisen tasa-arvon ja sosiaalisen oikeudenmukaisuuden parantamisessa on joukkoliikenteellä selvä rooli.

Joukkoliikennevaihtoehtojen arvioinnissa oleellisia osa-alueita ovat eri vaihtoehtojen vaikutukset joukkoliikenteen kysyntään, eri liikkujaryhmien liikkumismahdollisuuksiin, talouteen, ympäristöön, turvallisuuteen, yhdyskuntarakenteeseen ja alueiden kehittämisedellytyksiin.

Joukkoliikenteen käyttö saadaan kasvamaan vaikuttamalla siihen muun muassa seuraavilla osa-alueilla:

- Infrastruktuuri kuten kiskot, ajoneuvot, pysäkit ja kaistat.
- Palvelut, kuten hyvin suunnitellut reitit ja vuorovälit sekä ammattitaitoinen henkilökunta, hyvin viestitty aikataulu- ja reitti-informaatio sekä joukkoliikennevälineen viihtyisyys.
- Vaikuttamalla joukkoliikenteen kysyntään tariffimuutoksilla ja markkinointitoimenpiteillä.

3.1 Joukkoliikenteen kustannukset

Joukkoliikenneratkaisun kustannukset muodostuvat operointi-, ajoneuvo- ja kulkumuotokustannuksista. Operointikustannukset sisältävät joukkoliikennepalveluja tarjoavan toimijan liikennöinnistä aiheutuvat muuttuvat ja kiinteät kustannukset. Näitä ovat esimerkiksi tuntikustannukset, jotka koostuvat henkilöstöön liittyvistä kustannuksista, sekä käyttöajasta riippuvainen osa energiakustannuksista (sähkö ja polttoaine). Operointikustannuksiin kuuluviin kilometrikustannuksiin luetaan ajosuoritteesta riippuvaiset energiakustannukset ja huoltoon ja ylläpitoon liittyvät kustannukset. Kalustokustannuksilla tarkoitetaan kalustotarpeesta riippuvaisia korko-, poisto-, vakuutus- ja yleiskustannuksia. Ajoneuvokustannuksia ovat ajoneuvojen käyttöön liittyvät kustannukset, kuten esimerkiksi polttoaine-, huolto ja rengaskustannukset. Kulkumuotokustannuksiin luetaan liikenne- ja väyläpalveluiden ylläpitoon liittyviä niin sanotun järjestelmätason kustannuksia. Näitä ovat esimerkiksi infrastruktuurikustannukset, kuten ratojen ja raiteiden, sähköjärjestelmien ja pysäköintialueiden kunnossapitokustannukset sekä tie- ja katuinfrastruktuurin kunnossapitokustannukset. Lisäksi kulkumuotokustannuksiin luetaan liikenteen palveluiden kustannuksia kuten liikenteen ohjauksen tai muiden palveluiden henkilöstökuluja, tilavuokria, tietotekniikkaa ja muita vastaavia kustannuksia.

3.2 Joukkoliikenteen palvelutaso ja koettu laatu

Joukkoliikenteen palvelutason voidaan katsoa koostuvan seuraavista asioista:

- tarjonta
- matka-aika
- matkan laatutekijät
- hinta
- liikennejärjestelmän ominaisuudet

Tarjonta koostuu joukkoliikenteen vuorovälistä ja vuorojen määrästä. Vuoroväli kuvastaa linjan tiheyttä ja vuorojen määrä taas liikennöintiä eri vuorokauden aikoina. Matka-aikaan sisältyy varsinaisen matka-ajan lisäksi myös odotusaika pysäkillä ja siirtyminen pysäkille.

Hinta tarkoittaa tässä yhteydessä euromääräistä menoa, jonka joukkoliikenteen matkustaja nimenomaan kokee maksavansa matkastaan. Todellisen hinnan lisäksi kokemukseen vaikuttaa maksutapa ja lippulaji (esimerkiksi kuukausikortti).

Liikennejärjestelmän ominaisuudet ovat isoon kokonaisuuteen liittyviä, kuten linjaston kattavuutta ja yhdistävyyttä sekä joukkoliikennepalveluiden alueellista ja sosiaalista tasapuolisuutta ilmentäviä asioita.

Laatutekijöillä puolestaan tarkoitetaan niitä asioita, joita matkustaja kokee matkan aikana osana matkan palvelua. Tärkeimpiä matkan laatutekijöitä ovat täsmällisyys, matkustusväljyys, koettu turvallisuus sekä matkustusmukavuus. Joukkoliikenteen käyttäjillä tehdyn tutkimuksen (Joukkoliikenteen kokonaislaatuun vaikuttavat tekijät, painopisteenä paikallisliikenne) mukaan joukkoliikenteen kokonaislaatu muodostuu seitsemästä päätekijästä alakohtineen. Näiden keskinäiset tärkeysjärjestykset ja painoarvot ovat seuraavat:

1. Reitti, linjasto, vuoroväli, luotettavuus, matka-aika (31 %)

- a. luotettavuus, aikataulussa pysyminen (11 %)
- b. vuoroväli (8 %)
- c. matka-aika (7 %)
- d. linjaston kattavuus (6 %)

2. Liikennöintikalusto (17 %)

- a. istumapaikkojen saatavuus (5 %)
- b. siisteys (5 %)
- c. esteettömyys (3 %)
- d. istuinmukavuus (3 %)
- e. virikkeellisyys (1 %)

3. Pysäkit, asemat, terminaalit (16 %)

- a. sääsuoja (6 %)
- b. siisteys (4 %)
- c. liityntäpysäköinti (3 %)
- d. esteettömyys (3 %)

4. Informaatio, tiedotus (13 %)

- a. pysäkeillä, asemilla, terminaaleissa (4 %)
- b. häiriötiedotus (3 %)
- c. Internetissä, mobiililaitteissa (3 %)
- d. painotuotteina (2 %)
- e. ajoneuvoissa sähköisenä (2 %)

5. Kontaktit henkilökunnan kanssa, asiakaspalvelu (13 %)

- a. kuljettajan ajotapa (4 %)

- b. järjestyksenvalvonta (3 %)
- c. kuljettajan / muun henkilökunnan asiantuntemus (2 %)
- d. kuljettajan / muun henkilökunnan huomaavaisuus (1 %)
- e. kuljettajan / muun henkilökunnan kohteliaisuus (1 %)

6. Matkakokemus (6 %)

- a. turvallisuuden tunne (2 %)
- b. sujuvuuden tunne (2 %)
- c. osaamisen tunne (1 %)
- d. tunnelma ajoneuvossa (1 %)

7. Matkustajien välinen kanssakäyminen (5 %)

- a. jonottamisen sujuvuus ja oikeudenmukaisuus (2 %)
- b. erityistarpeiden huomioon ottaminen (2 %)
- c. yksityisyys ja oma rauha (1 %)
- d. sosiaalisuus ja jutustelu (0 %)

(Joukkoliikenteen vaikutusten arviointi)

4 Joukkoliikenneratkaisun yhteiskunnalliset vaikutukset

4.1 Liiketaloudelliset

Välittömät taloudelliset vaikutukset kustannuksiin muodostuvat joukkoliikenneratkaisun hankinnasta ja hankinnan jälkeisestä ylläpidosta, kehittämisestä ja palvelun tarjoamisesta. Tulopuolella joukkoliikenneratkaus tuottaa lipputuloja. Tämän lisäksi tariffi- ja kysyntämuutokset vaikuttavat positiivisesti kunnan verotuloihin. Uusien sopimusmallien myötä yritykset osallistuvat enenevässä määrin liikenneratkaisujen suunnitteluun ja rahoittamiseen. Onnistuessaan näillä toimilla on talouden arvonlisää ja tuottavuutta kasvattava vaikutus.

4.2 Kansantaloudelliset

Toimiva joukkoliikenneratkaus edistää alueen vetovoimaa työllisyyden näkökulmasta. Työn liikkuvuuden muuntuessa yhä globaalimmaksi voi työmatkan ajallisesta pituudesta tulla todellinen kilpailutekijä huippuosajien rekrytoinnissa. Joukkoliikennepalvelujen tarjoaminen itsessään niin rakentamisvaiheessa kuin operoinninkin aikana luo työpaikkoja. Lisäksi joukkoliikennepalveluja tulee johtaa, kehittää ja huoltaa. Yritysten ja yhteisöjen näkökulmasta toimiva joukkoliikenneratkaus nostaa niiden menestymismahdollisuuksia. Joukkoliikenneratkaus mahdollistaa tarjottujen palveluiden helpon saatavuuden sekä niiden käyttäjien volyymin. Myös palveluiden tuottajien eli yritysten sekä yhteisöjen työntekijöiden saatavuus kohenee työmatkan matkavastuksen vähentyessä. Elinkeinoelämälle myönteisiin asioihin voidaan lisätä myös liikenteen rakentamiseen, kunnossapitoon, liikennöintiin ja liikenteen palvelujen hankintaan tehnyt panostukset. Tulevaisuuden älyliikenteen palvelut tulevat myös avaamaan täysin uusia ja vielä kartoittamattomia liiketoimintamahdollisuuksia.

4.3 Alueelliset

Joukkoliikennemalli ja palveluiden olemassaolo vaikuttaa yhdyskuntarakenteen hajautumiseen/tiivistymiseen sekä alueiden ja palveluiden saavutettavuuteen. Vaikutus näkyy maankäytön tai toimintojen sijoittumisena eri tavoin. Pidemmällä aikavälillä tällä on vaikutusta myös alueiden kehittymiseen. Näköpiirissä siintävän kuntarakenteen uudistuksen myötä mahdollistuu joukkoliikennejärjestelmien sekä yhdyskuntarakenteen suunnittelu entistä laajempina kokonaisuuksina. Tämän myötä kuntien ja valtion syvempi yhteistyö sekä yhteinen investointien rahoitusmalli mahdollistavat alueiden pitkäjänteisemmän kehityksen.

4.4 Muut

Joukkoliikenteen kulkutapaosuuden kasvaessa myös liikenneturvallisuus parantuu. Näin käy myös ihmisten kokemalle sosiaaliselle turvallisuuden tunteelle.

Rakentamisella on suoranainen negatiivinen vaikutus ympäristöön ratkaisun rakennusaikana. Rakentamisen jälkeen joukkoliikenneratkaistu näkyy, kuuluu, tuntuu ja tuoksuu kaupunkikuvassa. Ratkaisusta ja arvioijasta riippuen asia koetaan joko hyvänä tai huonona kehityksenä. Joka tapauksessa yksityisautoilun kulkutapaosuuden vähentyessä liikenteen aiheuttamat päästöt ja meluhaitat pienenevät. Sähköisen joukkoliikenneratkaisun paikallispäästöttömyys on ympäristön kannalta merkittävä tekijä kaupunkialueella. Vaikka sähkön tuotanto aiheuttaakin useimmissa tuotantomuodoissa ympäristöpäästöjä, tapahtuvat nämä tuotantolaitoksissa eivätkä kaupunkialueella. Henkilöauto- ja perinteisen bussiliikenteen aiheuttamat pakokaasut puolestaan heikentävät ilmanlaatua erityisesti tiheästi asutetulla kaupunkialueella, jossa myös liikkumistarve on suurin.

5 Joukkoliikenteen globaalit trendit

Joukkoliikenteen suunnittelua ja sen rakentamista ohjaavat monet globaalit trendit. Seuraavassa tarkastellaan yleisesti kahta joukkoliikenteeseen merkittävästi vaikuttavaa globaalia asiakokonaisuutta.

5.1 Kaupungistuminen

Maailmassa on nykyään yli 20 suurkaupunkia. Näitä kutsutaan myös nimellä Megacity. Suurkaupungissa asuu tämän määritelmän mukaan yli kymmenen miljoonan asukasta. Ihmisten määrä kasvaa maapallolla yhä kiihtyen ja samalla kaupungistuminen yleistyy entisestään. Vuosi 2007 jäi historiaan vuotena, jolloin ensimmäisen kerran kaupungeissa asui enemmän ihmisiä kuin maaseudulla. On arvioitu että vuoteen 2030 mennessä yli 60 prosenttia väestöstä asuu kaupungeista.

Lähitulevaisuuden isoina haasteina onkin ratkaista kohtuullisin kustannuksin kaupunkien asukkaille turvallinen ja saasteeton ympäristö. Liikennepoliittisilla päätöksillä tulee jatkossa olemaan entistäkin merkittävämpi rooli ihmisten hyvinvoinnin ja liike-elämän kukoistuksen varmistamisessa.

Kaupungistuminen näkyy Suomessakin sillä pienempien kaupunkien haasteet ovat melko yhteneväisiä suurkaupunkien kanssa. Tämä luonnollisesti korostuu pääkaupunkiseudulla, jossa asuu tätä nykyä jo noin 1,3 miljoonaa ihmistä, joka on noin neljännes koko maamme väestöstä. Ilmiön vaikutukset havaitaan myös Tampereen seudulla, jossa väestönkasvun on oletettu olevan noin 90 000 asukasta seuraavan 20 vuoden kuluessa.

5.2 Ilmastonmuutos

On todettu, että edellisen 50 vuoden aikana maapallon keskilämpötila on noussut noin 0,13 astetta / vuosikymmen. Pohjoisnavalla tämä kehitys on ollut noin kaksi kertaa nopeampaa kuin muualla. Etelä-Suomessa koettiin historian lämpimimmät talvet vuosina 2007 ja 2008. Näistä jälkimmäisenä talvena ei Etelä-Suomessa ollut lainkaan niin sanottua termistä talvea. Kansankielellä ilmaistuna ei kyseisenä talvena lämpötila siis pysynyt yhtäjaksoisesti kahta viikkoa pakkasen puolella. Seuraavana kolmena talvena taas Etelä-Suomessakin on eletty hyvin kylmiä ja eritoten runsaslumisia talvia. Tämä sinänsä tukee ilmastonmuutoksen väitettyjä ilmenemismuotoja, joista useimmin mainitaan ääriolojen yleistyminen sääilmiöiden osalta. Suomessa ilmastonmuutoksen on ennustettu

aiheuttavan todennäköisesti voimakkaita ukkosia, tulvia, rankkasateita, kuivuutta sekä muita ääri-ilmiöitä.

Lämpötilan nousun hillitsemiseksi on EU-tasolla sitouduttu rajoittamaan nousu kahteen asteeseen esiteolliseen aikaan verrattuna. Suomessa on sitouduttu päästöihin, jotka ovat vastaavalla tasolla vuoden 1990 päästöjen kanssa. (Megatrendit muuttavat maailmaa.)

Tampereen kaupunkiseudulle on luotu ilmastostrategia 2030. Visiossa on linjattu sen toteutuessa Tampereen kaupunkiseudun olevan valtakunnallista kärkitasoa vuonna 2030 kasvihuonepäästöjen vähennysten osalta. Tavoite on vähentää noin 40 % kasvihuonepäästöjä vuoden 1990 tasosta asukasta kohden laskettuna. Ilmastostrategia 2030 - työryhmä on identifioinut ja listannut yhtenä tärkeimpänä seutukunnan yhteisenä toimenpiteenä ja tavoitteeseen pääsyn edellytyksenä joukkoliikennettä ja kevyttä liikennettä tehostavan liikennejärjestelmän toteuttamisen.

6 Kaupungin liiketaloudellisen toiminnan reunaehdot

6.1 Poliittinen päätöksenteko

Siinä missä yritysten toiminnan tarkoituksena on kaikessa yksinkertaisuudessaan tuottaa omistajilleen voittoa, ohjaa kaupungin toimintaa paljon monimuotoisemmat asiat. Lähtökohtaisesti kaupungin päätöksenteko pohjautuu puhtaasti poliittiseen toimintaan. Kaupunkilaiset ovat valinneet päätöksentekijät valtuustoon, jolla on kaikki valta kaupungin toiminnassa.

Päätöksentekijät pyrkivät toimillaan lunastamaan äänestäjilleen antamansa lupaukset. Tämän toteuttaminen ei aina korreloi kaupungin taloudellisen hyödyn maksimoinnin kanssa. Tämän demokraattisesti hyväksytyyn toiminnan johdosta poliitikot ovat usein niin sanotun puun ja kuoren välissä puntaroidessaan päätöksiään luottamustehtävissä. Yhtäältä luottamustoimen saanut valtuutettu ei halua pettää äänestäjiään päättämällä heitä vastaan ja toisaalta on ilmeistä, että kyseinen päätös saattaa olla kaupungin taloudellisten etujen vastainen.

Usein isommat hankkeet valmistellaan virkamieslähtöisesti ja suurimmilta osin liiketalouden peruseriaatteita noudattaen. Valmisteluvaiheen jälkeen hanke viedään poliittiseen päätöksentekoon, jossa hankkeelle asetetaan sen lopullinen tavoite ja toteutuksen reunaehdot. Näissä huomioidaan talouden lisäksi myös muut ympäröivään yhteiskuntaan vaikuttavat asiat, kuten esimerkiksi viihtyisyys, aluepolitiikka, työllistämisasiat jne. Toisin sanoen hankkeelle voidaan asettaa kaupungin näkökulmasta liiketalouden periaatteiden vastainen budjetti, tavoite ja aikataulu. Hanke kuitenkin suunnitellaan ja toteutetaan liiketalouden periaatteiden mukaan, mutta pysyen poliittisen päätöksenteon asettamissa tavoitteissa.

Tampereen kaupunginvaltuusto on 14.5.2011 päättänyt Rantaväylän tunnelihankkeen toteuttamisesta niin sanotun Allianssimallin mukaisesti. Allianssimalli on alun perin Australiasta Eurooppaan rantautunut uusi hankintatapa, jossa hankkeen tilaaja, suunnittelijat sekä toimittaja muodostavat aidon yhteistyöryhmän, Allianssin, joka yhdessä vastaa kyseessä olevan hankkeen suunnittelusta ja sen toteuttamisesta. Mallin pyrkimyksenä on parantaa tuottavuutta, avoimuutta, laatua sekä kehittää yhteistyömalleja. Mallissa vaiheittaisen neuvottelumenettelyn aikana eri toimijat keskustelevat laajasti hankkeesta, sen tavoitteista, käytettävissä olevista resursseista ja aikataulusta. Arviointeja tehdään

neuvottelujen aikana puolin ja toisin. Kaikkia osapuolia askarruttavat asiat kuten organisaation kyky (niin tilaajan kuin toimittajankin) viedä projekti lävitse sekä toimijan taloudelliset realiteetit puntaroidaan tarkasti. Edellä kuvattujen, varsinaiseen toimituskykyyn keskittyvien realiteettien selvittämisen lisäksi, selvitetään organisaatioiden kirjanpito- ja laskentajärjestelmien taso ja toimivuus. Tämä tehdään siksi että Allianssimallissa toimitaan ”avoimet kirjat” -periaatteella ja hankeraportointi on aidosti täysin avointa yhteistyöryhmän välillä. Neuvottelujen viimeisessä vaiheessa tilaaja pyytää parhaiten soveltuvilta toimittajakandidaateilta tarjoukset, joiden perusteella niin sanottu kehitysvaiheen sopimus tehdään. Tässä vaiheessa itse hankkeen toteutusvaiheen sopimus on vielä ehdollinen. Kehitysvaiheessa neuvottelumenettelyn seurauksena muodostunut yhteistyöryhmä tekee tarkan suunnitelman hankkeen toteuttamisesta ja sitoutuu sen kustannusrakenteeseen. Kehitysvaihetta seuraavan toteutusvaiheen mahdollisista kustannuksiin kohdistuvista muutoksista Allianssiryhmä vastaa yhdessä. Malli ohjaa tehokkaasti kaikkia osapuolia tekemään kustannustehokkaita ratkaisuja töiden edetessä, sillä myös mahdolliset säästöt jaetaan sopimuksen mukaisesti. Jos tunnelihankkeen kokemukset Allianssimallista osoittautuvat positiivisiksi on mahdollista, että samaa hankintatapaa hyödynnetään myös tulevassa joukkoliikennehankkeessa.

7 Tampereen seudun liikennejärjestelmäsuunnittelun päivitystyö TASE 2025

Tase 2025 on Tampereen seudun liikennejärjestelmäsuunnittelun kehitysohjelma, jolla pyritään liikennejärjestelmän kestäväan kehitykseen pitkällä aikavälillä. Ohjelmassa on esitetty kaupunkiseudun rakenteeseen perustuvat liikenteen edellyttävät toimenpiteet. Kehittämisohjelmasta ei laadita ns. liikennejärjestelmäaiesopimusta, vaan ns. MAL-aiesopimus (maankäyttö, asuminen, liikenne), jonka osapuolina on kunta ja valtio. MAL-aiesopimus on 2.3.2011 allekirjoitettu Pirkanmaan kuntien (Kangasala, Lempäälä, Nokia, Orivesi, Pirkkala, Tampere, Vesilahti, Ylöjärvi) ja ministeriöiden edustajien toimesta. Liikennejärjestelmien kehittämisen toteutusta on arvioitu siten, että hankkeet on jaettu kolmeen eri kategoriaan. Ainoastaan kategorian ensimmäinen luokka on ajoitettu. Ensimmäisen luokan hankkeet ovat saaneet tavoitteen tulla toteutukseen vuosina 2010 – 2015. Ensimmäinen toteutusluokka toimii seudun liikennejärjestelmätyöryhmän työohjelmana. Luokat kaksi ja kolme on muodostettu harkitsemalla toimenpiteen tarvetta ja sen suhdetta liikennepolitiikan tavoitteisiin ja käytettävissä oleviin resursseihin. Näille luokille ei ole määrätty toteutuksen aikarajoja. Ensimmäisen toteutusluokan hankkeet ovat ehdottoman tarpeellisia ja niistä on toteutuspäätös tai niistä tullaan tekemään suurella varmuudella toteutuspäätös kyseessä olevalla ajanjaksolla. Allekirjoitettussa sopimuksessa kohdassa ”Joukkoliikenne b” Tampereen Kaupunki sitoutuu käynnistämään kaupunkiraitiotien 1. vaiheen suunnittelun ja tekemään kaupunkiraitiotien rakentamispäätöksen. (TASE 2025)

7.1 Joukkoliikenteen eri vaihtoehdot Tampereella

TASE 2025 -työssä on tarkasteltu neljää perusvaihtoehtoa Tampereen kaupunkiseudun tulevaisuuden joukkoliikenteen ratkaisuksi. Vaihtoehtoja on vertailtu siten, että maankäytön erot eri vaihtoehtojen välillä on pieniä. Toiminnalla on pyritty varmistamaan vertailukelpoisuus eri ratkaisuja tarkasteltaessa. Lisäksi kuhunkin vaihtoehtoon liittyy niille ominaiset alue- ja yhdyskuntarakenteen erikoispiirteet. Vaihtoehtoja on tarkasteltu niin itsenäisinä kuin rinnakkainkin toteutettuina ratkaisuuina. Kaikkiin ratkaisuihin sisältyy bussiliikenteen kehittäminen.

Työryhmä on identifioinut Tampereen seudulle seuraavat vaihtoehdot:

1. Bussiliikenteeseen perustuva järjestelmä.

2. Katuverkossa kulkeva raitiotie.
3. Rataverkon hyödyntämiseen perustuva pikaraitiotie.
4. Lähijunaliikenteeseen perustuva järjestelmä.

8 Tampereen moderni kaupunkiraitiotie

8.1 Yleistä

Tampereella on päädytty tutkimaan tarkemmin ratkaisua, jossa bussiliikenteen kehittämisen lisäksi rakennettaisiin katuverkkoa hyödyntävä kaupunkiraitiotie. Alustava yleissuunnitelma on valmistunut ja sen tilasi Tampereen kaupunki. Alustavan yleissuunnitelman pääkonsulttina toimi Ramboll Finland Oy ja alikonsultteina Tampereen teknillinen yliopisto ja Emch Berger AG. Syksyllä 2011 valmistunutta alustavaa suunnitelmaa seuraa varsinaisen yleissuunnitelman laatiminen.

8.2 Alustava yleissuunnitelma

Alustava yleissuunnitelma ja johtopäätökset tehtiin noudattaen Tampereen liikennejärjestelmän visiota, jossa tärkeässä asemassa on henkilöautoihin perustuvan liikenteen osuuden kasvun hillitseminen ja liikkumisen tapojen uudistaminen. Tampereen kaupunkiseudun liikennepoliittisessa ohjelmassa on esitetty minimitavoitteeksi vähintään pysäyttää henkilöautoliikenteen kasvu vuoteen 2025 mennessä. Myös Tampereella suunnittelun kantavana voimana on tavoite joukkoliikenteen kulkutapaosuuden kasvattamisesta joukkoliikennepalveluita parantamalla. Pyrkimyksenä on, että tulevaisuudessa bussiliikenteen niin sanotut laatukäytävät, lähijunat ja kaupunkiraitiotie muodostavat kaupunkiseudulle joukkoliikenneratkaisun, joka hyödyntää eri liikennemuotojen parhaita ominaisuuksia sekä viimeisimpiä älyliikenteen sovelluksia.

8.3 Moderni kaupunkiraitiotie

Moderni kaupunkiraitiotie on katuverkossa ja sen läheisyydessä toimiva joukkoliikenneratkaus, joka yhdistää nopean pikaraitiotien liikennöinnin ja perinteisemmän ratikan helppokäyttöisyyden. Jotta pikaraitiotien edellyttämä nopeus saadaan realisoitua, tulee junayksiköllä olla oma kulkuväylä mahdollisimman suurella osuudella reitistä. Tämän lisäksi tulee reittiä suunnitellessa varmistaa sen mahdollisimman suora ja riittävän laaja geometria. Helppokäyttöisyys puolestaan vaatii tiheän pysäkkivälin ja katutason pysäkit. Kaupunkiraitiotie tulee saamaan myös erityisen voimakkaat liikennevaloetudet. Vilkkaammissa liittymissä liikennettä ohjataan nykyisen kaltaisilla normaaleilla liikennevaloilla ja hiljaisemmissa liittymissä käytetään jokerivaloja. Jokerivaloissa joukkoliikenne saa etuajo-oikeuden, joka ilmaistaan niin sanotulla jokerivalo-opastimella. Jokerivalot ovat toiminnassa vain silloin, kun joukkoliikenneväline on liittymässä tai lähestymässä sitä.

Alustavan suunnitelman mukaan liikennöinti voitaisiin aloittaa yhdellä 30-metrisellä vaunulla, mutta kahden vaunun pituisiin juniin tullaan kuitenkin varautumaan. Kaupunkiraitiotien vaunu mahdollistaa noin 200–300 matkustajan kuljettamisen.

Alustavaksi reittisuunnitelmaksi muodostuneen Hervanta – Keskusta – Lentävänniemi liikennöintiin arvioidaan tarvittavan reittivaihtoehdosta riippuen 15–18 vaunua sekä kolme varavaunua. Suunnittelussa on pidetty tavoitteena ruuhka-ajan optimaalista 7,5 minuutin vuoroväliä. Laskelmien mukaan rakentamiskustannukset ovat vaihtoehdosta riippuen noin 176–184 miljoonaa euroa. Tämä arvio sisältää myös varikon, työnaikaiset järjestelyt, rakennuttamiskustannukset ja suunnittelukustannukset.

Kaupunkiraitiotien huippunopeutena on suunnittelussa käytetty 70 kilometrin tuntinopeutta. Keskusta-alueella kaupunkiraitiotien realistinen huippunopeus on noin 20–30 kilometriä tunnissa. Kaupunkiraitiotien juna pysähtyy kaikilla pysäkeillä ja yksittäisen pysähdyksen kestoksi on arvioitu noin 10–20 sekuntia. Näillä perusteilla matka-ajaksi suunnitellulla Hervanta - Keskusta – Lentävänniemi reitillä muodostuu 48–57 minuuttia. Linjan pituus on vaihtoehdosta riippuen noin 20–22 kilometriä. Pysäkkejä linjalla on 33–38 keskimäärin noin 600 metrin välein. Pysäkit ovat kadun keskellä tai reunassa sijaitsevia sivulaitureita. Ahtaisiin kohtiin on suunniteltu raiteiden väliin rakennettavia keskilaitureita. Pysäkit on mitoitettu 60-metrisiksi, jotta tulevaisuuden kahden vaunun junan liikennöinti on mahdollista.

Kaupunkiraitiotie vaatii leveyssuunnassa noin 7–8 metriä tilaa. Kahdeksan metrin alueelle saadaan mahtumaan kaupunkiraitiotien vaatimat varusteet, kuten liikennevalo- ja johdinpylväät. (Tampereen moderni kaupunkiraitiotie, alustava yleissuunnitelma.)

9 Ympäristötaloudelliset näkökulmat Tampereen kaupunkiraitiotiessä

9.1 Ympäristö

Sähköinen paikallispäästötön kaupunkiraitiotie on ympäristön kannalta suotuisa joukkoliikennetarkaisu myös Tampereelle. Kaupunkiraitiotie on avainasemassa Tampereen kaupungin vastatessa kansainvälisiin kasvihuonepäästöjen vähentämistavoitteisiin. Bussiliikenteen väheneminen tulee olemaan merkittävä paikallisten päästöjen vähentäjä. Tällä on suora ja välitön vaikutus kaupungin ilmanlaatuun ja viihtyvyyteen.

9.2 Meluhaitta ja/tai hyöty

Kaupunkiraitiotien myötä saavutetaan merkittäviä liikenteen meluun liittyviä parannuksia. Bussiliikenteen vähenemisen johdosta melu eritoten Hämeenkadulla vähenee huomattavasti.

9.3 Kaupunkikuvan muutos

Kaupunkiraitiotie, joka rakennetaan perinteisen tapaan muuttaa kaupunkinäkyä. Kaupunkiraitiotieratkaisu ajolankoineen ja kannatinpylväineen näkyy kaupunkikuvassa ja kaupunkiraitiotien myötä alueen kaupunkimaisuus korostuu. Tämä antaa selkeän signaalin joukkoliikennemyönteisestä ympäristöstä ja luo edellytyksiä katutilan jatkokehitykselle. Kaupunkiraitiotien avulla Tampereen modernia ja joukkoliikenneystävällistä imagoa voidaan vahvistaa.

9.4 Maankäyttö

Kaupunkiraitiotie mahdollistaa tiiviimpää maankäyttöä sen vaikutusalueella. Tällä on suora nouseva vaikutus alueen kiinteistöjen arvoon. Alustavan yleissuunnitelman mukaan olemassa olevien kiinteistöjen arvonnousun lasketaan olevan vähintään 200 miljoonaa euroa. Tiivistyvän maankäytön mahdollistaman asuinrakentamisoikeuden arvoksi suunnitelmassa arvioidaan 90–120 miljoonaa euroa. Lisäksi työpaikkojen ja liikekiinteistöjen osalta arvomuutosten arvioidaan olevan vähintään samantasoisia asuinrakentamisiin verrattuna. Olemassa olevien kaavojen lisäksi voidaan kaupunkiraitiotien mahdollistaman tiiviimmän maankäytön johdosta toteuttaa täydennysrakentamisella radan varteen 7000 asukkaan lisäpotentiaali.

10 Uutta e-BRT teknologiaa hyödyntävä joukkoliikenneväline

Edellä lueteltujen joukkoliikenne ratkaisujen lisäksi on nykypäivänä mahdollista rakentaa toimiva, olemassa olevia järjestelmiä tukeva joukkoliikenne ratkaisu, niin sanotun e-BRT teknologian avulla. Kuvaava luonnehdinta e-BRT ratkaisusta on huipputeknologiaa hyödyntävä ajoneuvo, joka soveltuu joko kumipyörin kulkeväksi johdinauton kaltaiseksi paikallis päästöttömäksi sähköbussiksi tai täysiveriseksi raitioliikenne ratkaisun johdottomaksi ajoneuvoksi. Molemmissa edellä mainituissa skenaarioissa e-BRT teknologia toimii ilman kaupunkikuvaa häiritseviä ja turvallisuutta vaarantavia ajoneuvon yläpuolisia ajojohtimia. Kyseessä on silti täysin sähköllä toimiva joukkoliikenne ratkaisu.

10.1 e-BRT ratkaisu

E-BRT ratkaisussa saavutetaan paikallis päästötön kokonaisuus niin sanottuja superkondensaattoreita ja erittäin edistyneitä energian talteenottoon liittyviä innovaatioita hyödyntäen. E-BRT teknologiaa hyödyntävä bussi tai raitiovaunu ajaa pysäkkien välit ilman ajojohtoa ja pysäkillä tullessa nostaa virroittimen ylös superkondensaattorin latausta varten. Tämän päivän teknologialla voidaan tarvittava määrä energiaa siirtää noin 20 sekunnissa. Superkondensaattori on akun kaltainen, mutta teknologialähtöisesti huomattavasti akkua kehittyneempi ratkaisu energian lyhytaikaiseen varastointiin ja sen kustannustehokkaaseen käyttöön. Jarrutettaessa bussin sähköjärjestelmä talteenottaa vapautuvan kineettisen energian ja varastoi sen auton sähköjärjestelmään seuraavaa kiihdytystä varten. Hyötysuhteeltaan erinomaisen energian siirron sekä kineettisen energian talteenottojärjestelmän ansiosta voidaan superkondensaattorijärjestelmällä rakentaa huomattavasti nykyisiä dieselteknologiaan perustuvia ratkaisuja energiatehokkaampi joukkoliikenne ratkaisu.

E-BRT-sähköbusseja on varustettu tietokonejärjestelmällä, jolla varmistetaan ajoneuvon optimaalinen sijainti pysäkillä tehokkaan ja turvallisen latauksen aikaansaamiseksi. Lisäksi ajoneuvon tietojärjestelmä optimoi sähköisten järjestelmien käyttöä maksimoimalla niiden hyötysuhteen ja minimoimalla huollon tarpeen.

Järjestelmä voidaan varmentaa mahdollisia vikatilanteita silmällä pitäen akuin ja/tai generaattorein. Tämän avulla saadaan häiriötilanteissa ryömintäominaisuudet myös raitioliikenteen käyttöön.

E-BRT teknologia voidaan integroida suurimpien ajoneuvovalmistajien 18 ja 24 metrin linja-autoihin. Tämän lisäksi teknologiaa voidaan implementoida ”täysiveriseen” kiskoilla kulkevaan raitiovaunuun. Näin varmistetaan uusimpien käyttömukavuuksiin perustuvien ratkaisujen käyttömahdollisuudet.

e-BRT teknologialla varustetun joukkoliikenneajoneuvon etuja:

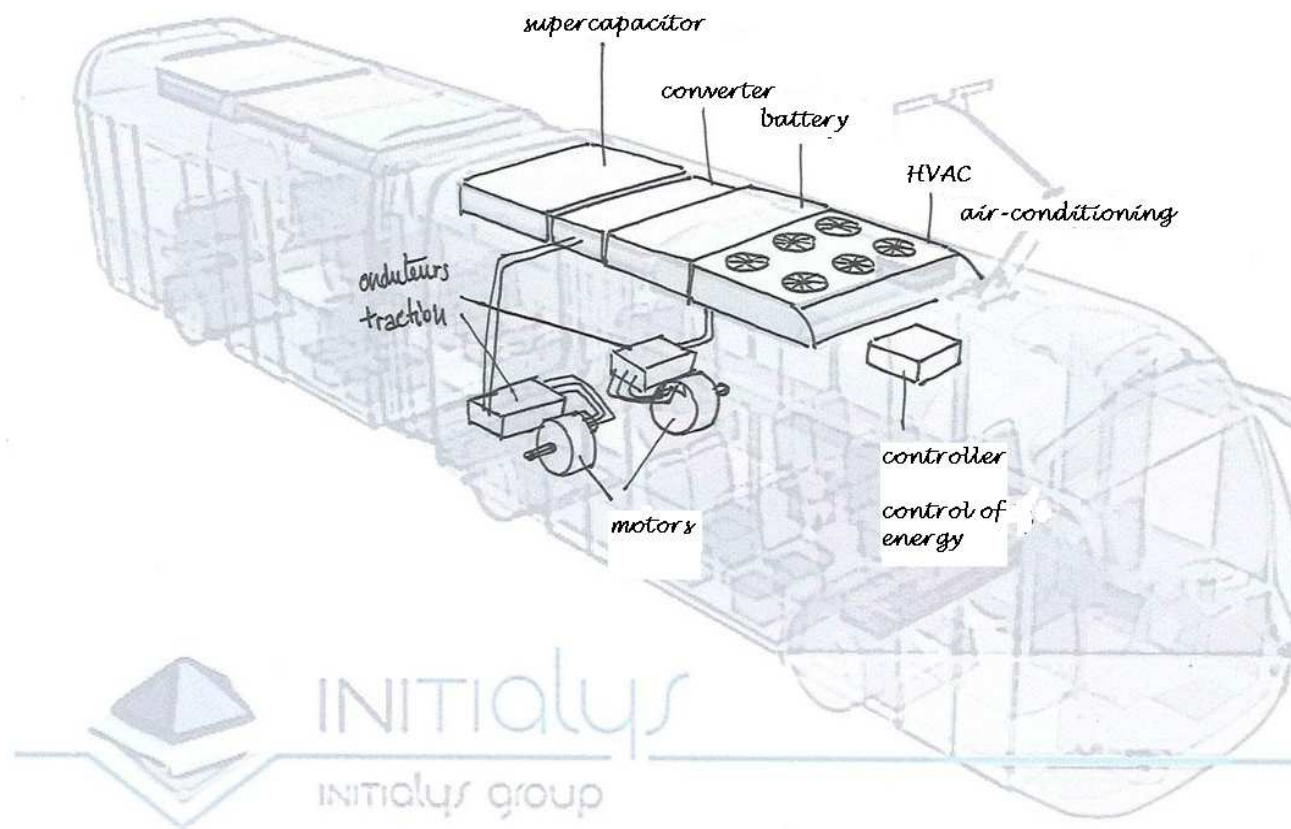
- ei paikallisia päästöjä
- ei visuaalisia haittoja eikä turvallisuuteen liittyvä riskejä ajoneuvojen yläpuolisista johtimista
- sähköteknologian tuoma matkustajamukavuus kiihdytys - ja jarrutustilanteessa
- hiljainen
- korkea energiatehokkuus
 - o erinomainen käyttövoimaenergian hyötysuhde
 - o myös apulaitteet sähkökäyttöisiä
 - o jarrutusenergian talteenotto, varastointi ja tehokas käyttö
 - o reaaliaikainen optimoitu energian hallinta
- helppo käyttöönotto (hajautettu kokonaisratkaisu sekä energian jakelujärjestelmä)
- optimoitu huoltoväli
- pitkäikäinen elinkaari
- vähäiset kokonaiselinkaarikustannukset



Kuva 1 e-BRT sähköbussi pysäkillä (Lähde Siemens markkinointimateriaali)



Kuva 2 e-BRT sähköbussi pysäkillä (Lähde Siemens markkinointimateriaali)



Kuva 3 energian varastointi sekä järjestelmän pääkomponentit asennetaan ajoneuvon katolle (Lähde Siemens markkinointimateriaali)

(The performance of the e-BRT solution)

11 Ympäristötaloudelliset näkökulmat e-BRT vaihtoehdossa

11.1 Ympäristö

Myös e-BRT-ratkaisu on paikallispäästötön ja siten ympäristön kannalta suotuisa joukkoliikennetarkaisu myös Tampereelle ja edesauttaa kansainvälisten päästötavoitteiden saavuttamista. Dieselbussiliikenteen väheneminen tulisi myös e-BRT-ratkaisussa olemaan merkittävä paikallisten päästöjen vähentäjä.

11.2 Meluhaitta ja/tai hyöty

E-BRT-sähköbussiratkaisu on erittäin hiljainen verrattuna nykyiseen dieselbussien avulla toteutettuun joukkoliikennemalliin.

11.3 Kaupunkikuvan muutos

Kaupunkikuvan muutos on melko maltillinen e-BRT-ratkaisussa. Poikkeuksen tähän voi tehdä erittäin jyrkkä mäki (kuten suunnitellulla reitillä oleva Haarlan mäki), mikä saattaa vaatia ajoneuvon yläpuolisia virtajohtimia. E-BRT-ratkaisun myötä myös kaupungin joukkoliikennemyönteisyys sekä eritoten hyvin innovatiivinen ja kehityshakuinen ajattelutapa korostuu.

11.4 Maankäyttö

Sähköinen joukkoliikennetarkaisu e-BRT joko kumipyörin tai raitioliikennettä hyödyntäen mahdollistaa entistä tehokkaamman maankäytön sen vaikutusalueella. Raitioliikenteen alustavassa suunnitelmassa kuvatut kiinteistöjen arvonmuutokset ja lisärakennusoikeudet voidaan olettaa olevan mahdollista hyödyntää suurimmilta osin myös e-BRT-ratkaisuissa.

12 Joukkoliikenteen liikennejärjestelmien ominaispiirteitä

12.1 Bussiliikenne

Hyödyt

- pienet investoinnit lähitulevaisuudessa
- mäkiominaisuudet

Haitat

- diesel saastuttaa
- lyhyt huoltoväli aiheuttaa kustannuksia
- huono matkustajakapasiteettikyky → bussit eivät mahdu Hämeenkadulle tulevaisuudessa

12.2 Sähköbussiliikenne e-BRT teknologialla

Hyödyt

- e-BRT-autot lähipäästöttömiä (ei pakokaasuja)
- melu vähäisempi verrattuna dieselbusseihin
- melu vähäinen verrattuna perinteiseen raitioliikenteeseen (ei kiskomelua ja runkoääniä), liikennöinti ja infrastruktuuri kustannustehokkaampaa
- ei tarvetta johdinautojärjestelmän edellyttämille ajoneuvon yläpuolisille ajojohtimille
- erittäin jyrkkiä mäkiolosuhteita varten voidaan tarvittaessa rakentaa myös niin sanotut perinteiset ajoneuvon yläpuoliset ajojohtimet

Haitat

- matkustajakapasiteetti voi tulla vastaan

12.3 Raitioliikenne e-BRT-teknologialla

Hyödyt

- tasainen kulku → ei sivuttaisliikettä
- matkustajakapasiteetti todella hyvä

Haitat

- mäkiominaisuudet
- ei voi poiketa reitiltä ja esimerkiksi väistää onnettomuuspaikkaa
- raiteiden rakennuskustannukset

12.4 Perinteinen raitioliikenne

Hyödyt

- tasainen kulku → ei sivuttaisliikettä
- matkustajakapasiteetti todella hyvä

Haitat

- mäkiominaisuudet
- ei voi poiketa reitiltä ja esimerkiksi väistää onnettomuuspaikkaa
- raiteiden sekä ajoneuvon yläpuolisten johdinten rakennuskustannukset

TAULUKKO 1. Joukkoliikennevälineiden vertailu

| OMINAISUUS | DIESEL-BUSSI | e-BRT SÄHKÖBUSSI | e-BRT RAITIOVAUNU | PERINTEINEN RAITIOVAUNU |
|--------------------------------------|--------------|---|---|--|
| Infrastrukturi | Ei erillistä | Latausteknologia pysäkeillä, sähkönsyöttöasemat | Latausteknologia pysäkeillä, sähkönsyöttöasemat, kiskot ja maarakenne | Yläpuoliset johtimet, sähkönsyöttöasemat, kiskot ja maarakenne |
| Käyttövoima | Diesel | Sähkö | Sähkö | Sähkö |
| Paikallispäästöt | Kyllä | Ei | Ei | Ei |
| Kapasiteetti | Pieni | Korkeahko | Korkea | Korkea |
| Melu | Meluisa | Hiljainen | Kiskomelua | Kiskomelua |
| Runkoäänet | Ei | Ei | Kyllä | Kyllä |
| Reitin muunneltavuus | Kyllä | Kyllä | Ei | Ei |
| Kulku | Nykii | Tasainen | Tasainen, ei sivuttaisliikettä | Tasainen, ei sivuttaisliikettä |
| Käyttöalue | Kaikkialla | Keskusta ja ympäristö | Keskusta ja ympäristö | Keskusta ja ympäristö |
| Soveltuvuus mäkiseen maastoon | Sopii | Sopii | Haasteita | Haasteita |

| | | | | |
|-----------------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| Kiihtyvyys | Hyvä | Hyvä | Heikompi | Heikompi |
| Kaluston käyttöikä (arvio) | 12–16 vuotta | 14–20 vuotta | 14–20 vuotta | 30–40 vuotta |
| Kaluston Hinta (arvio) | 0,25–0,35 MEUR | 1-2 MEUR | 2-4 MEUR | 2-3 MEUR |

13 Alustava vertailu kaupunkiraitiotie vs. e-BRT-sähköbussi

13.1 Ympäristövaikutukset

Koska molemmat joukkoliikennetkaisuut ovat täysin sähköllä toimivia kokonaisuuksia, ei eroja ympäristölle haitallisissa liikenteen päästöissä ja siten ympäristön varastointi-palveluiden tarpeessa muodostu. Erot joukkoliikennetkaisuujen ympäristövaikutuksissa kohdistuvatkin sen vaikutusalueen tarjoamiin viihtyisyyspalveluihin.

E-BRT teknologialla toteutetun joukkoliikennetkaisuun (joko kumipyörillä tai kiskoilla) eduksi voidaan laskea ainakin kaupungin keskustassa ratkaisun johdottomuus. Tämä on merkittävä kaupunkikuvallinen ja turvallisuuteen vaikuttava tekijä. On melko yleistä, että esimerkiksi Helsingissä korkeat ajoneuvot osuvat raitiovaunujen käyttämiin ajoneuvojen yläpuolisiin johtimiin aiheuttaen vaaratilanteita. Samalla pysähtyy myös raitiovaunuliikenne kyseisen johtimen vaikutusalueella. Ajojohtimien putoaminen aiheuttaa silloin tällöin vaaratilanteita ja jopa onnettomuuksia. Johdottomuudella on myös merkittävä esteettinen ja taloudellinen vaikutus. Ensimmäisen ja toisen kerroksen ikkunoista näkyvät johtimet eivät kohenna kenenkään mielialaa ja turvallisuudentunnetta, saati sitten ikkunoista avautuvaa näkymää. Tampereen kaupungin kaunis ja viihtyisä keskustamiljöö olisi kaupunkiraitiotien vaatiman energianjakelun sijaiskärsijä.

E-BRT-teknologialla toteutettu sähköbussi on hyvin hiljainen. Sähkömoottori ja kumipyörät on ideaali ratkaisu melun vähentämiseksi. Verrattaessa ratkaisua kiskoliikenteeseen ja siinä käytettävien rautapyörien aiheuttamaan kiskomeluun on ero huomattava. Toisaalta ratkaisun hiljaisuudella on myös jalankulkijan turvallisuutta heikentävä vaikutus, sillä kumipyörillä sähkömoottorin voimin kulkeva ajoneuvo voi olla sopivassa tilanteessa niin hiljainen, ettei jalankulkija tai pyöräilijä sitä huomaa.

13.2 Taloudelliset vaikutukset

Alustavan suunnitelman mukaiset kaupunkiraitiotien kustannukset on laskettu hyödyntäen muiden Suomessa laadittujen suunnitelmien ja rakentamisen tietoutta. Kaupunkiraitiotien alustavissa laskelmissa on huomioitu ainoastaan järjestelmän rakentamiseen välittömästi liittyvät kustannukset. Alustavien laskelmien mukaan Tampereen kaupunkiraitiotien rakentamiskustannukset ovat vaihtoehdosta riippuen noin 176–184 miljoonaa euroa. Tämä arvio sisältää myös varikon, työnaikaiset järjestelyt, rakennuttamiskustannukset ja suunnittelukustannukset.

Alustavassa yleissuunnitelmassa kustannuslaskennan pääkohdiksi nostettiin esiin:

- radan päällysrakenteen ja ajolankajärjestelmän nauhakustannukset
- sähkönsyöttöasemat noin kahden kilometrin välein
- radan rakennekerrosten rakentamiseen liittyvien töiden osalta kustannuslaskennassa on otettu huomioon radan sijoittuminen tulevaan katutilaan (oma kaista vai sekakaista), sijainti nykyiselle pääkadulle, sivukadulle tai maastoon (mm. rakennekerrosten paksuus), kallioleikkaukseen tai paalulaatalle
- erilliset suuremmat maaleikkaus- ja pengerrystyöt
- pysäkkiparit
- radan vaatimat välittömät katujärjestelyt esim. uudet kevyen liikenteen väylät, uudet ajokaistat, muut rataan liittyvät katujärjestelyt
- liikennevaloliittymät
- johtosiirrot on jaoteltu siirtomäärien mukaisesti kolmeen hintaluokkaan
- työnaikaiset liikennejärjestelyt on jaettu työn vaikeusasteen mukaan kolmeen hintaluokkaan
- erilliset rakenteet; sillat, tukimuurit, voimalinjan siirrot jne.
- maan päälle rakennettava varikko

Edellä kuvattujen kustannusten lisäksi kaupunkiraitiotiestä koituu ylläpidollisia kustannuksia esimerkiksi seuraavista osa-alueista. Radan ja sähköjohtimien kunnossapitokustannukset ovat noin 600–700 tuhatta euroa / vuosi (YTV 2009). Kaupunkiraitiotien arvioidaan tarvitsevan noin 18–21 vaunua suunnitellun palvelun toteuttamiseksi. Vaunujen kustannukseksi on arvioitu 2,5–3,0 miljoonaa euroa kappaleelta, yhteensä siis noin 45–63 miljoonaa euroa. Vertailtavien joukkoliikennevaihtoehtojen muiden operointi ja ylläpitokustannukset, pois lukien ajoneuvot, voidaan olettaa olevan yhtä suuria.

| Ominaisuus Tampereella | Kaupunkiraitiotie | e-BRT sähköbussi |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| Investointi | n. 200 miljoonaa euroa | n. 100 miljoonaa euroa |
| - kiskot | | |
| - ajojohtimet | | |
| - maanrakennus | | |
| - varikko | | |
| - pysäkit | | |
| - sähkönsiirto | | |
| Matkustajakapasiteetti | noin 300 matkustajaa | noin 240 matkustajaa |

| | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Pysäkkien lukumäärä | 33 kpl | 33 kpl |
| Vaunujen/e-BRT-bussien hinta | n. 45 miljoonaa euroa | n. 40 miljoonaa euroa |
| Vaunujen/e-BRT-bussien luku | n. 21 kpl | n. 25 kpl |
| Ratainvestoinnit | n. 30–50 miljoonaa euroa | ei tarvita |
| Ajojohdininvestoinnit | n. 10–20 miljoonaa euroa | ei tarvita |
| Sähkönsyöttöinvestoinnit | n. 30–40 miljoonaa euroa | n. 30–40 miljoonaa euroa |
| Tarvittavat rakennusinvestoinnit | n. 50–60 miljoonaa euroa | n. 30–40 miljoonaa euroa |
| Valvomo-, varikko-, signalointi, kommunikaatioinvestoinnit | n. 25–40 miljoonaa euroa | n. 20–30 miljoonaa euroa |
| Muut investoinnit | n. 10–15 miljoonaa euroa | n. 10–20 miljoonaa euroa |

E-BRT teknologian alkuinvestoinnit ovat siis kaupunkiraitiotie ratkaisua huomattavasti pienemmät. Lisäksi e-BRT ratkaisun eduksi voidaan laskea kaupunkiraitiotien ja ajojohdinten ja radan kunnossapitoon arvioidut noin 600–700 tuhatta euroa / vuosi. Tarkasteltaessa kokonaiskustannuksia 30 vuoden ajanjaksolla tasoittuvat ratkaisujen kokonaiskustannukset. Tämä johtuu siitä että nykytiedon mukaan täytyy e-BRT sähköbussit uusia 30 vuoden ajanjaksolla vähintään kerran. Ehkä kahdestikin. Kaupunkiraitiotien juniin osalta perusteellinen huolto ja päivitys 15 vuoden käytön jälkeen on riittävä. Superkondensaattoriteknologian ja sähköbussien käytöstä on vielä liian vähän todellista kokemusta, jotta vuotuisia huolto- ja ylläpitokustannuksia voidaan vertailla. Tästä johtuen lopullisten kokonaiskustannusten arvioiminen on mahdotonta.

13.3 Liikenteelliset vaikutukset ja toteutettavuus

Kaupunkiraitiotien matkustajakapasiteetti ja ennen kaikkea sen laajennettavuus tulevaisuudessa on yliverlainen verrattuna e-BRT-sähköbussiratkaisuun. Alustavassa kaupunkiraitiotiesuunnitelmassa liikennöinti on ajateltu aloitettavan 30 metrin junalla, joka mahdollistaa noin 300 matkustajan kapasiteetin. Suunnitelmassa kuitenkin varaudutaan jo 60 metrin juniin, jotka tarvittaessa pystyvät kuljettamaan noin 600 matkustajaa. Tämänhetkisen tiedon mukaan 24-metrinen e-BRT-sähköbussin kapasiteetti on noin 240 matkustajaa.

E-BRT-sähköbussi on riippuvainen vain latauksen mahdollistavista pysäkeistä ja on sen ansiosta raideratkaisua huomattavasti ketterämpi linjamuutoksille. Saman ominaisuuden ansiosta e-BRT-sähköbussi voi tarvittaessa, raideratkaisusta poiketen, kiertää esimerkiksi onnettomuuspaikan aiheuttamatta katkoa joukkoliikennepalveluun.

Tampereen kaupunkiraitiotien alustavassa reittisuunnitelmassa on esimerkiksi Paasikiventiellä haasteellinen mäkiolosuus niin sanotun Haarlan mäen kohdalla. Mäki voi aiheuttaa raideliikenteelle vaikeuksia etenkin poikkeusoloissa. e-BRT-sähköbussi on mäkiominaisuuksiltaan raideratkaisua parempi. Huomioitavaa on kuitenkin se, että jyrkässä mäessä e-BRT-sähköbussin energiatarve kasvaa huomattavasti ja saattaa johtaa siihen, että mäkiosuudelle joudutaan rakentamaan ajoneuvon yläpuoliset sähköjohtimet myös e-BRT-sähköbussille.

13.4 Matkustajanäkökulma

Matkustajan kannalta ei eri ratkaisujen välillä ole matkustajakapasiteetin riittäessä suuria eroja. Kaupunkiraitiotien kyyti on e-BRT-sähköbussiratkaisua hieman miellyttävämpää, sillä kaupunkiraitiotiessä ei esiinny lainkaan niin sanottua sivuttaisliikettä. Esteettömät pysäkkiratkaisut ovat hyvin samankaltaiset ja e-BRT-sähköbussin tietojärjestelmä huolehtii siitä, että sähköbussi sijoittuu aina pysäkillä matkustajille optimaaliseen paikkaan varmistaen nopean ja turvallisen sisään ja uloskäynnin. e-BRT sähköbussissa matkustaja myös välttyy raideratkaisussa matkustusmukavuutta häiritsevältä runkomehulta.

13.5 Kokemukset maailmalla

Superkondensaattoriteknologiaa hyödyntävää sähköbussiratkaisua on koestettu toisissa Shanghaissa. Kyseessä on sähköbussiratkaisu, jonka ovat toteuttaneet kiinalainen Sunwin Bus Corporation (SUNWIN) ja ruotsalainen Volvo. SUNWIN toimitti erilaisia tulevaisuuden teknologioita hyödyntäviä busseja Shanghai Expon tarpeisiin. Näitä on sittemmin kehitetty eri toimijoiden yhteistyöprojektien myötä. SUNWIN on toimittanut Shanghaihin 120 akkukäyttöistä sähköbussia, 40 superkondensaattoribussia ja 150 hybridibussia. Akkukäyttöisten bussien toiminta-aika on noin kolme tuntia, jonka jälkeen täyteen ladatut uudet akut vaihdetaan tyhjentyneiden tilalle päätepysäkillä. Toinen sähköbussiratkaisu on tässä opinnäytetyössä esille tuodun e-BRT-ratkaisun kaltainen superkondensaattoriratkaisu, jossa on hyödynnetty Volvon niin sanottua perusbussi alustaa.

Ratkaisussa hyödynnetään jarrutusenergian talteenottoa, joka hyödynnetään seuraavassa kiihdytyksessä. Shanghaissa käytettyjen superkondensaattoribussien teknisiä ominaisuuksia eritellään alla olevassa taulukossa.

| | |
|-------------------------|-----------------|
| Pituus, leveys, korkeus | 12m, 2,5m, 3,7m |
| Paino | 18 tonnia |
| Huippunopeus | 50 km/h |
| Suurin nousukulma | 12 astetta |
| Toimintasäde / lataus | 3-6 km |
| Teho | 100 kW |
| Latausaika | 30–80 sekuntia |

Shanghaissa on vuodesta 2008 operoitu linjaa numero 11 joka on 5,5 kilometriä pitkä ja sillä on 10 latausasemaa. Kokemukset Shanghaissa osoittavat, että siellä toteutetulla teknologialla on vielä melko huonot energian ja painon ominaisuudet verrattuna esimerkiksi litium-akkuja hyödyntäviin vaihtoehtoihin. Käytännön kokemukset ovat olleet pienoinen pettymys. Vuoden 2008 käyttöönotto ei sujunut ongelmitta, sillä ensimmäisen viikon aikana viisi käytössä olleesta seitsemästä superkondensaattoribussista rikkoutui. Syynä tähän oli todennäköisesti kondensaattoreiden ylikuumentuminen kaupungin ilmast-
to-olosuhteissa. Reitillä oli käyttöönottohetkellä seitsemän latauspysäkkiä, mutta kaikki sähköbussit eivät ajoneuvon sisäisen tietokonejärjestelmän puutteen vuoksi pystyneet täysimittaiseen lataukseen. Superkondensaattoriteknologiaa hyödyntävän bussin kiihdytys on Shanghaiin kokemusten mukaan hitaampi verrattuna perinteiseen johdinautoon, mutta matkustajakokemus on siinä parempi eritoten yli 30 kilometrin tuntinopeuksissa.

14 POHDINTA

Johtopäätöksenä voidaan todeta Tampereen tulevan joukkoliikennetkaisuun olevan mitä todennäköisimmin jo pitkän kokemuksen omaava niin sanottu perinteinen raitiotietratkaisu nykyaikaisin ominaisuuksin sekä teknologioin.

On ilmeistä, että teknologia sähköisen liikenteen saralla kehittyä tällä vuosikymmenellä merkittävästi. Johdoton joukkoliikennetkaisu näyttäisi ainakin lähivuosien aikana vielä olevan lähinnä täydentävä vaihtoehto paikallispäästöttömään joukkoliikenteeseen pyrittäessä.

Kondensaattoriteknologian sekä akkuteknologian kehittyessä on todennäköistä, että joukkoliikennetkaisuja tulevaisuudessa rakennetaan nimenomaan langattomuutta suosien. Tämä luonnollisesti tehdään kustannustehokkuus huomioiden. Esimerkkinä ja väitteen tukena voi muistella puhelimen historiaa vain kahdenkymmenen vuoden päähän. Myös raideliikennetkaisu rakennettaisiin johdottomasti jo tänä päivänä jos johdottomuuden mahdollistavien lataus- ja energianvarastointitapojen investointi ja ylläpitokustannukset sekä teknologia olisivat kilpailukykyiset. Langaton sähköinen joukkoliikennetkaisu on kiistatta langallista serkkuaan joustavampi, turvallisempi ja ennen kaikkea esteettisesti miellyttävämpi. Langattomuus ja kiskottomuus mahdollistavat reittiverkoston helpon ja edullisen muutoksen. Siinä missä kaupunkiraitiotie edellyttää kiskojen ja ajojohtimien vuoksi merkittäviä infrastruktuuriin liittyviä rakennustöitä, on langatonta ratkaisua mahdollista muuttaa pelkästään latauspisteitä eli pysäkkejä rakentamalla tai siirtämällä. Hyvin suunniteltu latauspysäkkiverkosto mahdollistaa esimerkiksi keskustan alueella täysin vapaan langattoman sähköisen joukkoliikenteen reittiverkoston suunnittelun. Ajojohtimiin ja kiskoihin sidottu, paikoittain muun liikenteen seassa kulkeva kaupunkiraitiotie on vaihtoehtoaan selvästi alttiimpi muille kuin teknisille häiriöille. Johtimissa, kiskoissa tai ennalta määrätyllä kulkureitillä sattuva häiriö tai este aiheuttaa helposti matkanteon katkeamisen.

Ympäristövaikutukset ovat paikallispäästöjen suhteen lähes identtiset. Sähköbussiratkaisussa ylivertaisena etuna voidaan pitää sen hiljaisuutta. Tämä on oiva keino vähentää melusaastetta ja nostaa kaupungin imagoa ja kohentaa kaupunkilaisten viihtyisyyttä.

Puhtaasti taloudellisesta näkövinkkelistä asiaa on, teknologian uutuuden takia, miltei mahdoton analysoida.

LÄHTEET

Joukkoliikenteen vaikutusten arviointi, 2012. Yleisohje: 978-952-201-929-5 (verkkojulkaisu). Viitattu 1.6.2012.

http://www.lvm.fi/fileserver/LVM50_2007.pdf

Joukkoliikenteen kokonaislaatuun vaikuttavat tekijät, painopisteenä paikallisliikenne, LVM julkaisu 66c/2007. Viitattu 6.6.2012.

http://www.lvm.fi/fileserver/LVM_66C_2007.pdf

Kaupunkiraitiotie. 2012. Viitattu 1.6.2012.

<http://www.tampere.fi/liikennejakadut/projektit/kaupunkiraitiotie.html>

Liikenteen valkoinen kirja, EU:n komissio, 28.3.2011. Viitattu 28.5.2012.

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:FI:PDF>

Megatrendit muuttavat maailmaa. 2012. Viitattu 11.5.2012.

<http://www.siemens.fi/fi/index/answers/megatrendit.htm>

Paavola, J. 1996. Ympäristötalouden perusteet. 2. painos. Helsinki: opetushallitus

Siemens esite: ”The performance of the e-BRT solution”, Siemens SAS 2010. Viitattu 1.6.2012.

https://www.swe.siemens.com/france/web/en/sts/products/our2/mass/optical/Documents/e-BRT_Eng.pdf

(e-BRT, Green Rapid Transit and Optiguide are registered trademarks of Siemens)

Tampereen moderni kaupunkiraitiotie, alustava yleissuunnitelma. 2012. Tampereen kaupunki, Ramboll Finland Oy, Tampereen teknillisen yliopisto, Emch + Berger Ag. Viitattu 1.6.2012.

http://www.tampere.fi/material/attachments/t/62BSQIK8E/tampereen_moderni_kaupun_kiraitiotie_raportti_20111003_1_14.pdf

http://www.tampere.fi/material/attachments/t/62BSY5E2O/tampereen_moderni_kaupun_kiraitiotie_raportti_20111003_15_34.pdf

TASE 2025. 2012. Viitattu 24.5.2012.

<http://www.tampere.fi/liikennejakadut/projektit/tase2025.html>

Valtioneuvoston liikennepoliittinen selonteko eduskunnalle 2012. Viitattu 1.6.2012.

<http://www.hare.vn.fi/upload/Julkaisut/17748/670671812912207.PDF>