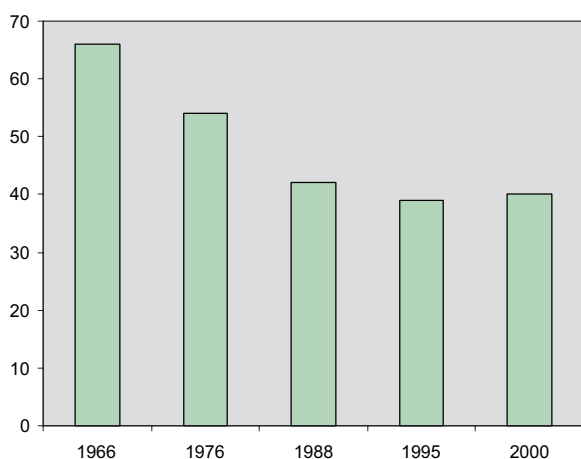


Joukkoliikenteen kustannusvertailu

Antero Alku, DI
Sähköposti: antero.alku@alkutieto.fi
www.kaupunkiliikenne.net

Joukkoliikenne pääkaupunkiseudulla

Helsingin seutu on Suomen laajin kaupunkiseutu, jossa on myös maamme kattavin joukkoliikenne. Pääkaupunkiseutu on ainoa kaupunkiseutu, jossa on bussiliikenteen lisäksi raideliikennettä. Helsingissä on säilynyt perinteinen raitiotie sekä rautateiden paikallisliikenne. Lähijunaliikenteen rinnalla on myös junien kanssa saman kokoinen toinen raskas raideliikennejärjestelmä, Helsingin metro.



Joukkoliikenteen osuus on laskenut nykytasolleen 40 %:iin 1980-luvulla. Seudun liikennesuunnittelun tavoitteena on ollut pyrkiä pitämään osuus nykyisellään.

Joukkoliikenteen periaatteessa kattavasta tarjonnasta huolimatta joukkoliikenteen osuus on seudulla laskenut. 1960-luvun alussa joukkoliikenteellä tehtiin lähes 70 % seudun matkoista, mutta 20 vuotta myöhemmin joukkoliikenteen osuus oli laskenut noin 40 %:iin. Osuus on pysynyt tällä tasolla, eikä liikennesuunnittelussa ennusteta osuuden nousevan, vaan tavoitteena on joukkoliikenteen osuuden pitäminen ennallaan.

Autoilun osuuden kasvun perusedellytys on elintason nousu, mikä tekee mahdolliseksi autojen hankinnan ja käytön. Mutta auton käyttöä on tuettu myös tierakentamisessa ja kaavoituksessa. Kaikki Helsingin keskustaant johtavat päätiet on raken-

nettu 4-kaistaisiksi, ja esikaupunkeja on sijoitettu näiden pääteiden varteen. Lisäksi on rakennettu kehätiet, jotka on tehty puhtaasti henkilöautoilun tarpeeseen. Tämä tierakentaminen on tapahtunut pääasiassa samaan aikaan, jolloin joukkoliikenteen osuus on laskenut nykyiselle tasolle.

Joukkoliikenne on jäänyt perinteisen keskustapainotteisen kaupunkirakenteen tasolle. Joukkoliikenneyhteydet toimivat sormimallilla, ainoastaan esikaupunkien ja Helsingin keskustan välillä. Kaupungin toiminnot ovat kuitenkin hajautuneet vanhan kaupunkikeskustan ympärille, ja näin syntynyt kehämäinen liikennetarve on katettu ainoastaan henkilöautoilulla.

Liikenteen kasvu seudun ydinalueella on pysähtynyt, koska asuntojen ja työpaikkojen määrä ydinkeskustassa ei enää kasva. Liikenteen kasvua tapahtuu ja ennustetaan tapahtuvaksi edelleen kehämäisillä suunnilla.

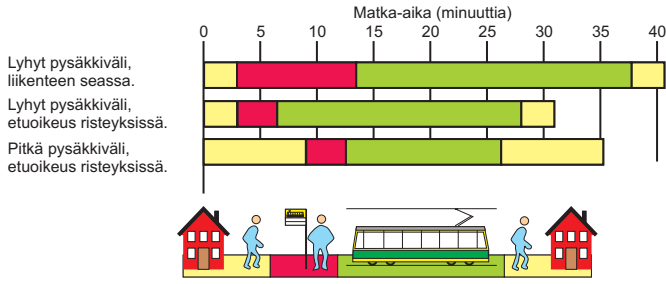
Joukkoliikenteen sormimalli ei ole pystynyt vastaamaan tapahtuneen liikenteen kasvun haasteeseen. Joukkoliikenteen kustannuksia on vähennetty liityntäliikenteellä, jossa osa bussiliikenteestä korvataan halvemmalla raskaalla raideliikenteellä. Kustannusten säästäminen on kuitenkin huonontanut joukkoliikenteen palvelutasoa, eikä liityntäliikenteen sormimalli tarjoa kehämäisiä yhteyksiä, ainoastaan alueen keskustan kautta kiertäviä yhteyksiä.

Kilpailukyinen joukkoliikenne

Henkilöauton suosio liikennevälineenä perustuu suoraan yhteyden matkan lähtö- ja päätepuoleiden välillä sekä lyhyeen kokonaismatka-aikaan. Henkilöautoilu on hinnaltaan moninkertaista joukkoliikenteeseen nähden, mutta autoiluun liittyvät muut arvot, auton muun käytön mahdollisuudet sekä autoilun elintasoon nähden huokea hinta johtavat siihen, että hinnalla ei ole ratkaisevaa merkitystä valittaessa auton tai joukkoliikenteen välillä.

Jotta joukkoliikenne olisi autoilun kanssa kilpailukyistä, sen olisi siis tarjottava mahdollisimman suoria ja nopeita yhteyksiä, joissa kävelymatka ja odotusaika ovat mahdollisimman lyhyet.

Joukkoliikenteen nykyisen sormimallin sijasta yhteyksiä olisi oltava kehämäisillä suunnilla, joissa liikenne kasvaa ja jota henkilöautoilu käyttää. Joukkoliikenneverkko tulisi olla mahdollisimman tiheä, jotta joukkoliikenne olisi saavutettavissa kaikkialla.



Joukkoliikenteessä on optimoitava kokonaismatka-aikaa ovelta ovelle, ei pelkästään liikennevälineen nopeutta. Avaintekijät ovat etuoikeudet ja riippumattomuus katuliikenteestä ja kohtuullisen tiehän pysäkkiväli.

Matka-aika joukkoliikenteessä koostuu

- kävelystä lähtöpysäkille,
- odotusajasta,
- matkustusajasta vaunussa,
- mahdollisesta vaihtoajasta sekä
- kävelyajasta pysäkiltä matkan päätepisteeseen.

Jotta tämä ovelta-ovelle-matka-aika olisi mahdollisimman lyhyt,

- pysäkkejä on oltava tiheään,
- vaihtojen määrä on minimoitava ja
- joukkoliikenne on vietävä lähemmäksi kuin pysäköinti.

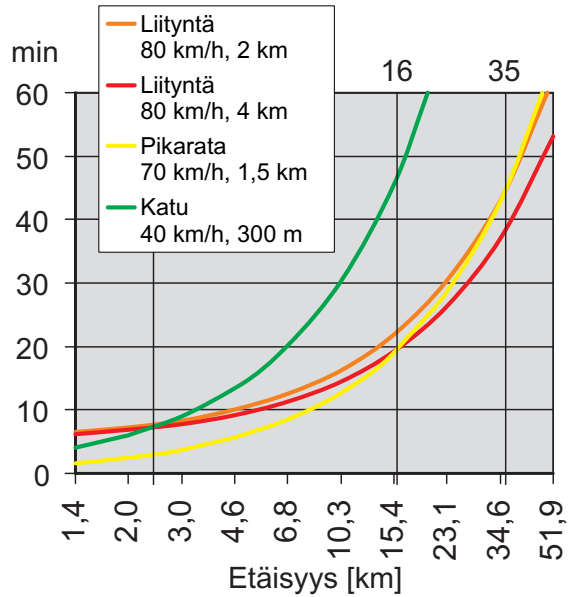
Joukkoliikenteen keskittäminen liityntäliikenteellä raskaisiin raideyhteyksiin on ristiriidassa näiden kilpailukykyyn edellytysten kanssa. Raideliikenteen syöttölinjat voivat tarjota kattavan ja tiheän pysäkkiverkon, mutta matkareitistä muodostuu tarpeettoman pitkä. Matka-aika kasvaa sekä tarpeettoman pituuden että vaihtamiseen kuluvan ajan vuoksi.

Raskas raideliikenneyhteys on vain vähän nopeampi kuin moottoritieellä kulkeva bussi. Vaihto-aika huomioiden liityntäliikenteen matkustusetäisyyden tulee olla 20 – 35 km, ennen kuin vaihtamiseen menetetty aika saadaan korvatuksi. Jos kehämäinen matka on tehtävä keskustan kautta kiertävällä liityntäliikenneyhteydellä, liityntäyhteys ei käytännössä koskaan voi olla taajaman sisäisessä liikenteessä yhtä nopea kuin suora yhteys.

Moderni raitiotie

Helsingin seudun joukkoliikenteen vaatimukset eivät ole erityisiä, vaan tilanne on samanlainen useissa maailman kaupungeissa. Ratkaisuna niissä on monimuotoinen raideliikenne, joka yhdistää raskaan raideliikenteen edut perinteisen raitiovaunun ominaisuuksiin ilman liityntäliikenteen ja keskittämisen haittoja.

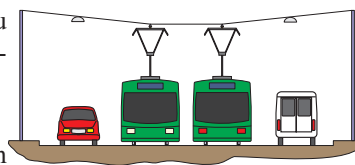
Runkolinjan matkustusaika eri etäisyyksillä liityntäliikenteessä ja suorilla yhteyksillä



Liityntäliikenteen vahtoon kuluvaa aikaa ei saavuteta runkolinjan hieman suuremmasta nopeudesta huolimatta kuin erittäin pitkillä 20 – 35 km:n etäisyyksillä. Liityntäliikenne on kilpailukykyinen siten vain taajamien välisessä liikenteessä tai ruuhkautuvassa kaupungissa.

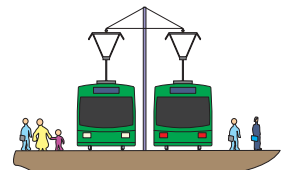
Moderni raideliikenne, pikaraitiotie (Stadtbahn, Light Rail) voidaan rakentaa kaupungin keskustassa metron tapaan tunneliin, mutta samalla vaunulla voidaan liikennöidä kävelyalueilla ja kortteleiden sisällä. Tunnelissa joukkoliikenne on keskusta-alueella katujen ruuhkista riippumaton, ja kävelyalueilla ja kortteleissa joukkoliikenne tuo lähemmäksi kuin henkilöauto.

Esikaupunkialueilla ja kehämäisillä yhteyksillä rata rakennetaan pääkadun keskelle omille kaistoilleen tai kokonaan erilliselle väylälle junaradan tapaan. Molemmissa tapauksissa joukkoliikenne on riippumaton muusta liikenteestä. Asunto- ja työpaikka-alueilla rata voi kulkea kadulla.



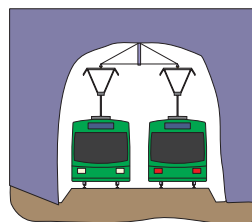
KADULLA (RAITIOVAUNU)

- Lähellä
- Nopeahko
- Halpa



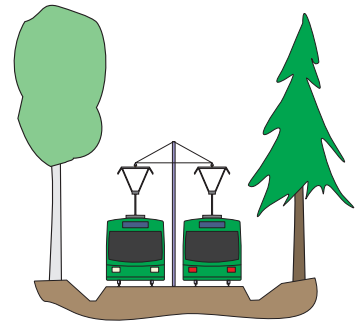
KÄVELYALUEELLA (RAITIOVAUNU)

- Lähellä
- Rauhallinen



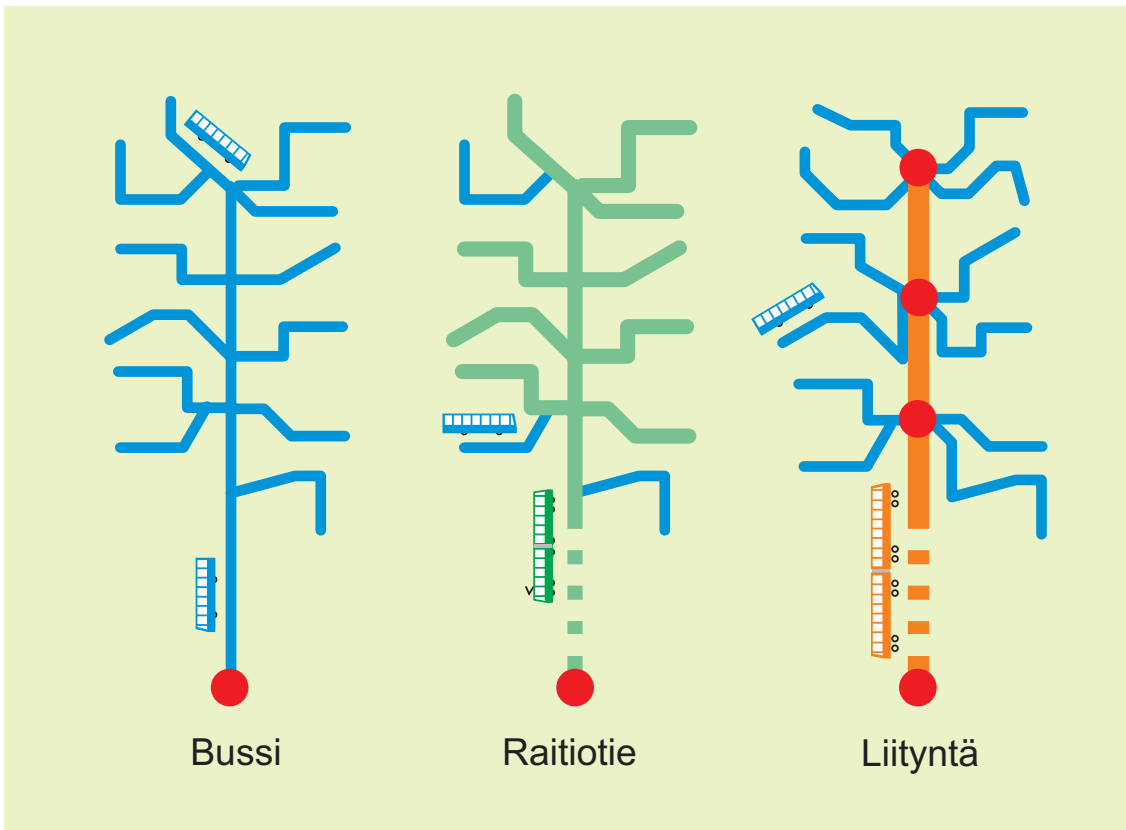
TUNNELISSA (METRO)

- Nopea
- Vapaa linjaus
- Kallis



OMALLA VÄYLÄLLÄ (KAUPUNKIJUNA)

- Nopea
- Huokea



Joukkoliikenteen kustannusmalli

Seudulla tehdyissä liikennetutkimuksissa on verrattu usein bussiliikennettä liityntäliikenteeseen. YTV:n raideliikennevisiossa vuodelle 2050 on vertailtu erilaisia raideliikennematkustajia, ja päädytty suosittamaan monimuotoista raideliikenneverkkoa, joka koostuu sekä raskaasta raideliikenteestä (nopeat junat, raskas lähiliikenne), pikaraitioiteistä ja keskustan raitiotieverkosta. Espoon liikennejärjestelmävertailussa on verrattu metroa ja pikaraitiotietä. Molemmista kustannuslaskelmat ovat vielä karkealla tasolla.

Liityntäliikennekonseptissa joukkoliikenteen kustannuksia säästetään keskittämällä matkustajat suureen yksikköön, yhteen junaan, monen pienen yksikön eli bussin sijasta. Raskaasta raideliikenteestä olemme oppineet, että sekä rata että asemat kuitenkin maksavat paljon, joten raideliikennettä ei voi

rakentaa kuin suurille asukasmäärille. Rataa ei myöskään voi rakentaa kuten katuja, koska jyrkät kaarteet ja nousut eivät ole mahdollisia.

Eri liikennejärjestelmien hintaa ja käyttökustannuksia verrataan tässä 20 km pitkän joukkoliikennekäytävän muodossa. Pääkaupunkiseudulla kukin päätie sekä päärata ja Martinlaakson rata muodostavat joukkoliikennekäytävän. Vertailun joukkoliikennekäytävän kapasiteetti on noin 11.000 matkustajaa tunnissa esikaupunkialueilta kaupungin keskustaan. Samaa palvelua verrataan toteutettuna bussiliikenteenä, liityntäliikenteenä tai modernina raitiotienä. Kaikissa malleissa on 12 esikaupunkeja palvelevaa joukkoliikennelinjaa, joista raitiotiemallissa kolme on liityntäbussilinjoja harvan asukastiheyden alueille.

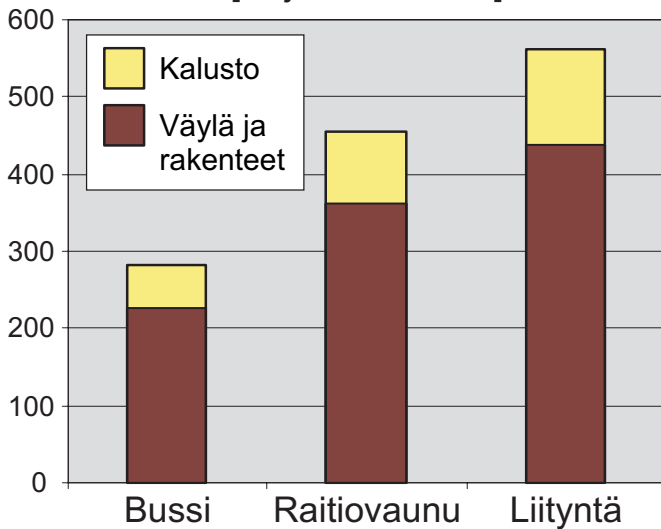
Malli tuottaa liian suuren vuorotiheyden keskustan päässä sekä yksittäisille raitiovaunuille että busseille. Raitiovaunujen

	Bussi	Raitiovaunu	Liityntä
Käytävän pituus		20 km	
Bussilinjoja	12	3	12
Raidelinjoja		9	1
Busseja	204	6	48
Kiskokulkuneuvoja		45	22
Vuoroväli ruuhkassa	4 min	12 min	4 min
Suurin kapasiteetti	11.700 hlö/h	11.250 hlö/h	12.000 hlö/h
Bussiverkon pituus	80 km	18 km	60 km
Pääradan pituus		20 km	20 km
josta tunnelissa		4 km	4 km
Katurataa		42 km	
Tunneliasemia		3	3
Pinta-asemia	1	3	2
Liityntäasemia			3
Bussipysäkkejä	260	72	240
Raitiovaunupysäkkejä		150	
Raideliikenteen vaikutusalue		38,3 km ²	6,3 km ²

tapauksessa tilanne voidaan korjata vaunujen kytkemisellä pareiksi. Todellisessa tilanteessa tarkoituksenmukaisempi ratkaisu on jakaa liikenne eri puolille aluetta.

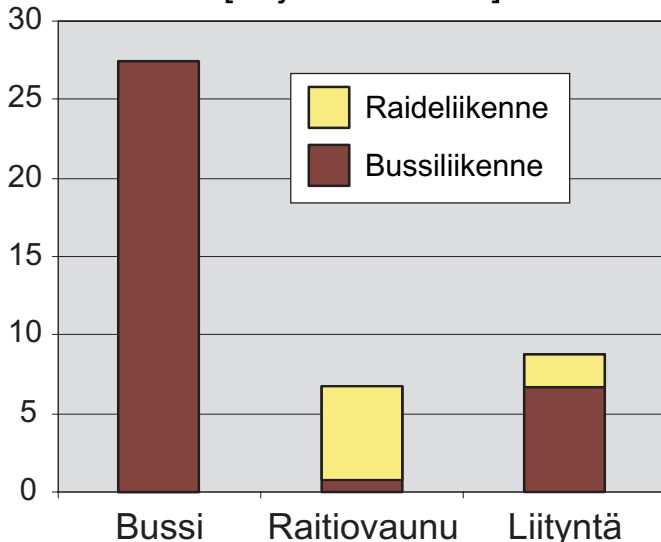
Vertailussa on käytetty samoja yksikkökustannuksia kuin pääkaupunkiseudun liikennevertailuissa. Bussiliikenteen perustamiskustannuksiin on laskettu bussiliikenteen lisävaatimukset katuverkolle sekä bussiasema kaupungin keskustassa. Molemmissa raideliikennemalleissa on laskettu rata rakennetuksi tunneliin kaupungin keskustassa. Liityntäliikennemalli sisältää kolme liityntäasemaa ja kutakin asemaa kohden sillan. Raitiotie on laskettu rakennetuksi runko-osuudeltaan erillisradaksi raskaan raideliikenteen tapaan, mutta ilman siltoja. Esi-kaupunkialueilla rata on laskettu rakennetuksi kadulle.

Perustamiskustannukset [miljoonaa euroa]

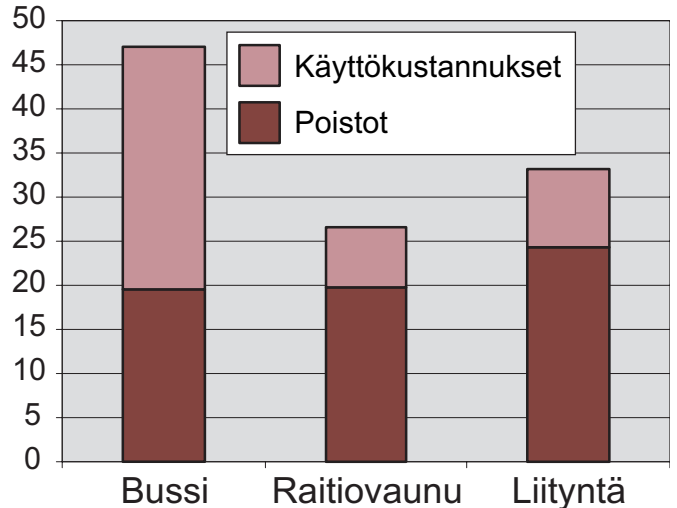


Vertailu osoittaa, että bussijärjestelmän kustannukset painottuvat voimakkaasti käyttökuluihin, kun raideliikenne painottuu verkon rakentamiskuluihin. Liityntäliikenteessä raideliikenteellä korvattu bussiliikenne säästää kustannuksia ratkaisevasti, mutta käyttökustannuksista suurin osa on edelleen bussiliikenteen kustannuksia. Raitiotiemallissa käyttökustannukset ovat alhaisimmat, ja vain pieni osa on bussiliikenteen kustannuksia.

Käyttökustannukset vuodessa [miljoonaa euroa]

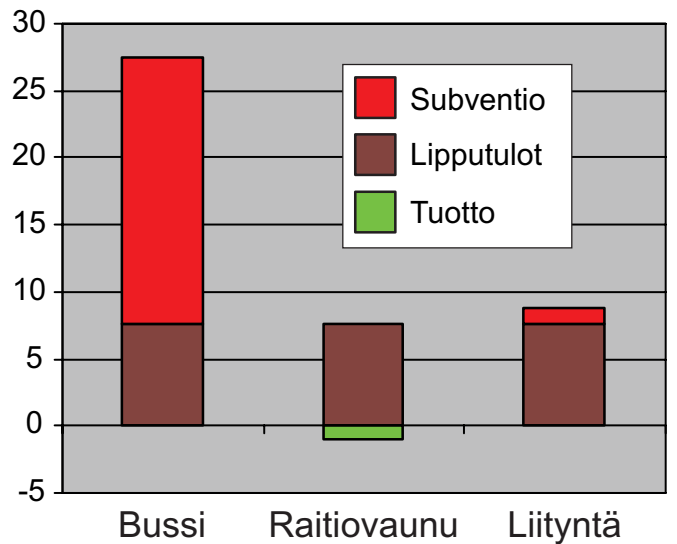


Kokonaiskustannukset vuodessa [miljoonaa euroa]



Raitiotiemalli on edullisin käyttökustannuksiltaan ja käytännössä saman hintainen investointikustannuksiltaan. Vaikka bussijärjestelmän perustamiskustannukset ovat alhaisimmat, bussien raitiovaunuja lyhyemmän käyttöiän johdosta vuosittaiset investointikulut ovat molemmilla yhtä suuret.

Joukkoliikenteen subventio vuodessa [miljoonaa euroa]



HKL:n matkalipputulosten hintatasolla ja 80 %:n käyttöasteella raitioliikenteessä käyttökustannukset voidaan kattaa lipputulolla, mutta ylijäämä ei riitä investointikulujen kattamiseen.

Liityntäliikenteessä jää lipputulosten jälkeen katettavaksi pienehkö subventio.

Bussimallissa suurin osa kustannuksista on katettava subventiolla, joka on moninkertainen raideliikennemallien käyttökustannuksiin verrattuna. Bussimallin subventio on suunniteltu yhtä suuri kuin raitioliikennemallin investointikustannukset.

Loppupäätelmä

Kustannusmalli osoittaa raideliikenteen erittäin kilpailukykyiseksi bussiliikenteeseen verrattuna. Vaikka bussiliikenteen käynnistäminen on halvin vaihtoehto, bussijärjestelmä tulee raideliikennettä kalliimmaksi jo ennen kuin raideliikenteessä on tehtävä uushankintoja.

Bussin kalleus

Bussin tekee kalliiksi pieni yksikkökoko. Kuljettajan palkkakustannus ja kilometriperustaiset kulut ovat kuitenkin lähes samat busseilla ja raideliikenteessä, joten matkustajaa kohden kustannukset ovat suuret. Tähän vaikuttavat bussin suuri energiankulutus ja suurempi huollon ja korjauksen tarve monimutkaisemmasta rakenteesta ja tien rasituksesta johtuen.

Liitynnän suuret perustamiskulut

Liityntäliikenteen perustamisen tekee kalliiksi runsas asemien tarve sekä kallis, kaikkialla muusta liikenteestä eri tasoon rakennettava rata. Koska raskaalla raideliikenteellä voi korvata vain osan bussiliikenteestä, käyttökustannukset jäävät raitioliikennettä korkeammiksi, vaikka säästö bussiliikenteeseen on erittäin suuri.

Raitoliikenteen edullisuus

Raitioliikenteen edullisuus perustuu raskaasta raideliikennettä joustavampaan ja halvempaan rataverkkoon. Tunnelointi keskustassa tekee siitä selvästi bussiverkkoa kalliimman, mutta myös nopeamman. Yhdessä kaluston kanssa investointikulut ovat kuitenkin yhtä suuret, mutta raitioliikenteen erittäin pienet käyttökustannukset ovat vahva pysyvä etu.

Joukkoliikenteen kilpailukyky

Sekä bussi- että raitioliikenteellä voidaan toteuttaa mahdollisimman kilpailukykyinen joukkoliikenne henkilöautoiluun nähden. Bussiliikenteenä kustannukset käyvät kuitenkin kestämättömiksi. Näin ollen moderni raitioliikenne on optimaalinen valinta, joka on niin käyttö- kuin investointikustannuksiltaan liityntäliikennettä edullisempi.

Raskas raideliikenne ei sovellu taajaman sisäiseen liikenteeseen, koska vaihtaminen tekee siitä hitaamman kuin suorat bussi- tai raitiotieyhteydet. Sen sijaan taajamien väliseen liikenteeseen raskas ja nopea raideliikenne on sopiva ratkaisu.

Joukkoliikennejärjestelmän valinnan perusteena on asukastiheys. Pääkaupunkiseudun kaavoituksessa on lähdetty siitä, että seudun rakennettujen alueiden asukastiheydet ovat luokkaa 1500 – 2500 asukasta neliökilometrillä. Tämä tiheys on liian vähän pelkälle raskaalle raideliikenteelle, mikä on johtanut liityntäliikennemalliin. Modernille raitioliikenteelle tämä asukastiheys on hyvin sopiva, ja siinä on myös joustovaraa reilusti ylöspäin.

Työssä käytettyjä yksikkökustannuksia

Investointi

Kalusto

- Pikaraitiovaunu 250 hlö: 1,8 milj.eur.
- Metrojuna 400 hlö: 2,7 milj.eur.
- Dieselbussi 65 hlö: 0,25 milj.eur.
- Varakaluston tarve: 10%

Väylärakenteet

- Kadun pohja raitiotietä varten: 1,2 milj. eur / km.
- Pariraide ja ilmajohdot kadulla: 1,5 milj. eur / km.
- Bussin kestävä katu: 3 milj. eur / km.
- Pariraide erillisenä nopealle liikenteelle: 5 milj. eur / km.
- Pariraide tunnelissa: 7,5 milj. eur / km.
- Pariraidesilta: 9,3 milj. eur / kpl.

Pysäkit ja asemat

- Bussin tai raitiovaunun pysäkki katoksella: 120.000 eur / pari.
- Raitiovaunun ja bussin katettu vaihtopysäkki: 0,7 milj. eur.
- Tunneliradan asema maanpäällisellä lippuhallilla: 20 milj. eur.
- Liityntäliikenteen vaihtoterminaalieritasoratkaisuna: 25 milj. eur.
- Varikko: 20 milj. eur.

Käyttökustannukset

Käyttökustannukset on laskettu tuntikustannuksista ja kilometriperustaisista kustannuksista. Tuntikustannus on kuljettajan palkka. Kilometriperustainen erä sisältää energian, huollon ja korjaukset.

- Tuntikustannus: 24 euroa.
- Kilometrikustannus raideliikenteessä: 0,3 eur / km.
- Kilometrikustannus bussiliikenteessä: 0,4 eur / km.

Järjestelmän hallinnolliset ja yleiskulut: 4 milj. euroa vuodessa.

Liikennöintiajaksi on laskettu 16 h/vrk, josta tiheämmin liikennöityjä ruuhkatunteja on kuusi. Liikennöintikulut on laskettu arkipäivälle, ja ne on laajennettu vuositasolle kertoimin.

Matkustajamäärä on laskettu ruuhkatunnin matkustajamäärän perusteella, joka on 12 % arkivuorokauden kokonaismatkustajamäärästä. Tämä on laajennettu vuositasolle kertoimella 289. Lipputulona on käytetty 0,4 eur/matka, joka on HKL:n vuoden 2001 toteutunut lipputulo.

Antero Alku, DI: Joukkoliikenteen kustannusvertailu

Hinnat [Milj. euroa]	Bussi	Raitovaunu	Liityntä
Kiinteiden rakenteiden hinta	226,20	359,14	440,30
Kaluston hinta	225,00	97,00	120,50
Kokonaisinvestointi	451,20	456,14	560,80
Vuosittaiset käyttökustannukset	27,46	6,75	8,82
Vuosittaiset poistot	19,52	19,73	24,26
Vuosittaiset kulut yhteensä	46,98	26,48	33,08
Bussien osuus käyttökuluissa	100%	25%	32%
Perustamiskulu	282,45	456,14	560,80
Kiinteiden rakenteiden poisto	9,79	15,54	19,05
Kaluston poisto	9,73	4,20	5,21
Käyttökulut + kaluston poisto	37,20	10,94	14,04
Lipputulot vuodessa (80% käyttöaste)	7,68	7,68	7,68
Subventio	19,78	-0,93	1,14