

Ympäristöystävällisen kaupunki- liikenteen kehittäminen Helsingissä



Julkaisija HELSINGIN KAUPUNKI LIIKENNELAITOS Suunnitteluosasto		KUVAILEHTI Julkaisun päivämäärä 27.11.2007	
Tekijä(t) Ville Lehmuskoski, Petri Saari ja Nils-Olof Nylund			
Julkaisun nimi Ympäristöystävällisen kaupunkiliikenteen kehittäminen Helsingissä			
Tiivistelmä <p>Tässä raportissa käsitellään toimenpiteitä, joita Helsingin kaupungin liikennelaitoksella on ympäristöystävällisen kaupunkiliikenteen kehittämiseksi Helsingissä. Toimenpiteet kohdistuvat lähinnä liikenteen energiankulutukseen, kasvihuonekaasupäästöihin ja lähipäästöihin (myrkylliset päästöt).</p> <p>Osa toimenpiteistä on jo nykyhetken tai lähitulevaisuuden toimenpiteitä. Osa toimenpiteistä taas esimerkiksi teknologian kypsyttömyyden vuoksi edellyttää vielä vuosien kehitystä ennen mahdollista soveltamista Helsinkiin. On lisäksi mahdollista, että osa raportissa käsitellyistä aihealueista ei koskaan kehity Helsingissä toteutuskelpoiseksi.</p> <p>Joukkoliikennejärjestelmän rungon vahvistaminen sähkökäyttöisen raideliikenteen varaan on toimenpidealue, jossa seuraavan vuosikymmenen aikana Helsingissä tapahtunee paljon. Dieselmoottorien tekniikan kehittyminen on myös alue, jossa edetään jatkuvasti ja joka vuosi vuodelta tekee Helsingissäkin käytössä olevasta bussikalustosta vähäpäästöisempää. Hybridibussien teknologia on viime vuosina kehittynyt asteelle, joka mahdollistaa Helsingin olosuhteisiin soveltuvan kaluston sarjatuotannon aivan lähitulevaisuudessa. HKL pyrkii kokeilemaan hybriditekniikkaa yhdessä liikennöitsijöiden kanssa jo vuoden 2008 lopulla. Hybridibussi kerää jarrutusenergiaa talteen sähköksi, jota hyödynnetään kiihdytyksissä. Energiankulutus vähenee noin 30 %.</p> <p>Kaupunkipyöräkonseptin kehittäminen luotettavuudeltaan ja laatuolosuhteiltaan sellaiseksi, että se mahdollistaa jokapäiväisten matkojen suunnittelun kaupunkipyörän ja joukkoliikenteen varaan, on kansainvälisten kokemusten perusteella potentiaalinen tehokas keino kaupunkilaisten kulkutapa- valintoihin vaikuttamiseksi. Myös yhteiskäyttöautoilun kehittäminen kuuluu keinoihin, joilla kannustetaan autottomaan elämäntapaan Helsingissä.</p> <p>Konkreettinen lähiajan toimenpide informaation kehittämiseksi on Liikenneneuvonnan laajentaminen Liikenneinfokeskukseksi vuoden 2009 alusta. Saatavissa olevat palvelut ja aukioloajat laajenevat.</p>			
Avainsanat (asiasanat) HKL, ympäristöystävällisyys, kasvihuoneilmiö, päästöt			
Muut tiedot Taitto ja oikoluku: Tarja Jääskeläinen, kansikuva: Harri Pakarinen			
Sarjan nimi ja numero D: 9/2007		ISSN-numero	ISBN-numero
Painopaikka ja -vuosi Helsinki 2007	Kieli suomi	Sivuja 46	Liitteitä

Publisher HELSINKI CITY TRANSPORT Planning Unit		DESCRIPTION Date of publication 27.11.2007	
Author(s) Ville Lehmuskoski, Petri Saari and Nils-Olof Nylund			
Name of publication Development of environmentally friendly urban transport in Helsinki			
Abstract <p>This report concerns Helsinki City Transport's actions for developing environmentally friendly urban transport in Helsinki. These actions mostly concern the use of energy in transport, greenhouse emissions and local emissions (poisonous emissions) from transport.</p> <p>Some of the actions are already being implemented or will be implemented in the near future. Other actions will need several years of development for various reasons such as a lack of mature technology before being applicable for Helsinki. It is also possible that some of the topics covered in this report will never develop sufficiently to allow them to be implemented in Helsinki.</p> <p>Increasing the role of electric rail transport as the backbone of the public transport network is an area in which major development can be expected in Helsinki over the next decades. Diesel engine technology is also a constantly progressing area, which decreases the emissions from Helsinki's bus fleet every year. In recent years hybrid bus technology has reached a level, which will allow serial production of suitable vehicles for Helsinki's conditions in the imminent future. HKL will strive to test hybrid technology in cooperation with bus operators before the end of 2008. A hybrid bus stores its braking energy as electricity, which is utilized for subsequent accelerations. This can decrease energy consumption by approximately 30%.</p> <p>International experience shows that developing the city bike concept to a level which allows people to plan their daily trips based on a combination of public transport and city bikes can be an efficient way of affecting people's mode choices. Developing car sharing schemes is also one of the tools used to encourage a car free lifestyle in Helsinki.</p> <p>A concrete action for the near future is the expansion of the current public transport information service to form a comprehensive traffic information centre from the beginning of 2009. The range of available services and opening hours will be improved.</p>			
Key words HKL, sustainability, greenhouse effect, emissions			
Other information Layout and proofreading: Tarja Jääskeläinen, cover picture: Harri Pakarinen			
Serie number D: 9/2007		ISSN number	ISBN number
Printing place and year Helsinki 2007	Language Finnish	Pages 46	Appendices

Sisältö

1	Johdanto	5
2.	Ympäristöystävällinen käyttövoima joukkoliikenteessä	6
2.1	Sähkökäyttöinen raideliikenne	6
2.2	Dieselmoottorien tekniikan kehitys	10
2.3	Biodiesel	14
2.4	Maa- ja biokaasu	16
2.5	Bioetanoli	20
2.6	Vety ja hytaani	22
2.7	Hybridibussit	24
2.8	Johdinautot	26
3.	Ympäristövyöhykkeet	28
4.	Kaupunkipyöräkonseptin kehittäminen (yhteiskäyttöpyörät)	30
5.	Yhteiskäyttöautoilun kehittäminen	34
6.	Liityntäpysäköinnin kehittäminen	36
7.	Laajamittaisen kutsuohjatun liikennemuodon kehittäminen	38
8.	Liikkumisen ohjauksen tehostaminen	40
9.	Yhteenveto	42
10.	Lähteet	44

Lyhenneluettelo

Päästöt, päästöluokat

Euro = Päästöjen raja-arvot ja mittausmenetelmät määritellään ns. Euro-normeissa

EEV = ympäristöystävällinen ajoneuvo (environmentally enhanced vehicle)

Lähipäästöt = myrkylliset päästöt, esim. PM, CO, NO_x

CO = häkä, hiilimonoksidi

CO₂ = hiilidioksidi

HC = hiilivedyt (hydro carbon)

THC = kokonaishiilivedyt (total hydro carbon)

NMHC = metaanittomat hiilivedyt (non methane hydro carbon)

NO = typpimonoksidi

NO₂ = typpidioksidi

NO_x = typen oksidit

O₃ = otsoni

PAH = polyaromaattiset hiilivedyt

PM = hiukkaset (particulate matter)

POP = pysyvät orgaaniset yhdisteet (persistent organic pollutants)

VOC = haihtuvat orgaaniset yhdisteet (volatile organic compounds)

Polttoaineet

BTL = biomassasta nestepolttoaineeksi (biomass-to-liquids)

NExBTL = synteettinen biodiesel

CNG = paineistettu maakaasu (compressed natural gas)

CTL = hiilestä nestepolttoaineeksi (coal-to-liquids)

FAME = kasviöljypohjainen esteröity biodiesel

GTL = (maa)kaasusta nestepolttoaineeksi (gas-to-liquids)

RME = rypsimetyyliesteri, rypsiä tehty biodiesel

Ajoneuvotekniikka

EGR = Pakokaasujen takaisinkierätyjärjestelmä (exhaust gas recirculation)

SCR = Ureakatalysaattori, selektiivinen katalyyttinen pelkistys (selective catalytic reduction)

1 Johdanto

Ilmastonmuutos on koko yhteiskuntaa koskeva tekijä, joka kasvaa päivä päivältä polttavammaksi ongelmaksi. Ilmastonmuutokseen tulee reagoida yhteiskunnan eri sektoreilla tarkoituksenmukaisin toimin. Liikenteen osuus hiilidioksidipäästöistä on Suomessa noin viidennes. Liikenteen kasvihuonekaasupäästöihin vaikuttamiseksi on lukuisia keinoja, joita tässäkin raportissa käsitellään.

Kasvihuonekaasupäästöjen lisäksi liikennejärjestelmän niin sanottuihin lähipäästöihin vaikuttamiseksi on lukuisia mahdollisuuksia. Lähipäästöjä ovat esimerkiksi typenoksidit (NO_x), partikkelit (PM) ja häkä (CO). Erityisesti pääkaupunkiseudulla, jossa väestötiheys on suuri, on liikenteen myrkyllisillä päästöillä vaikutusta ihmisten terveyteen, elinikään ja elämänlaatuun.

Joukkoliikenteen käyttämien energialähteiden monipuolisuudella on merkitystä myös polttoaineen saatavuuteen ja hintaan liittyvien riskien hallinnan kannalta.

Tässä muistiossa on käsitelty ensisijaisesti niitä keinoja, joihin Helsingin kaupungin liikennelaitoksella (HKL) on parhaat mahdollisuudet vaikuttaa ympäristöystävällisen kaupunkiliikenteen kehittämiseksi. Tämä muistio ei kata lähimain-

kaan kaikkia mahdollisia toimenpiteitä ympäristöystävällisen liikennejärjestelmän kehittämiseksi. Esimerkiksi kävely-ympäristöjen ja kävelykeskustan kehittämistä ei ole käsitelty. Myös henkilöautoliikenteen saralla on lukuisia tekniikan kehittymiseen liittyviä keinoja ja mahdollisuuksia ympäristöystävällisyyden kehittämiseksi. Muistion ulkopuolelle on jätetty myös liikenteen ja maankäytön vuorovaikutus sekä liikenteen hinnoitteluun liittyvät keinot, joilla kuitenkin eri selvitysten, mallinnusten ja ulkomaisten kokemusten perusteella voidaan aikaansaad huomattaviakin yhteiskuntataloudellisesti ja ympäristöllisesti myönteisiä vaikutuksia ihmisten liikkumiskäyttäytymiseen.

Joukkoliikenteen osalta on käsitelty vain käyttövoimaan liittyviä mahdollisuuksia, joukkoliikenteen ja henkilöauton sekä polkupyörän yhteistyötä, liityntäpysäköinnin kehittämistä, ympäristövyöhykettä ja uudenlaisen kutsuohjatun joukkoliikennemuodon kehittämistä. Tulee kuitenkin muistaa, että kaikki muutkin HKL:llä käynnissä olevat joukkoliikenteen kehittämistoimet ovat ympäristöystävällisen liikennejärjestelmän kehittämistä sikäli, kun ne lisäävät joukkoliikenteen houkuttelevuutta ja kilpailukykyä suhteessa henkilöautoon.

2. Ympäristöystävällinen käyttövoima joukkoliikenteessä

2.1 Sähkökäyttöinen raideliikenne

Yleiskuvaus

Helsingin ja pääkaupunkiseudun joukkoliikennejärjestelmän runko on raskas raideliikenne. Esikaupunkialueiden liikenne rakentuu suureksi osaksi jo nyt ja entistä vahvemmin tulevaisuudessa metron ja kaupunkiratoihin tukeutuvaan liityntäliikenteeseen. Kantakaupungin alueella raitiovaunuliikenteen asemaa vahvistetaan entisestään. Yhä suurempi osa joukkoliikennematkuksesta tulee tapahtumaan sähkökäyttöisellä raideliikenteellä.

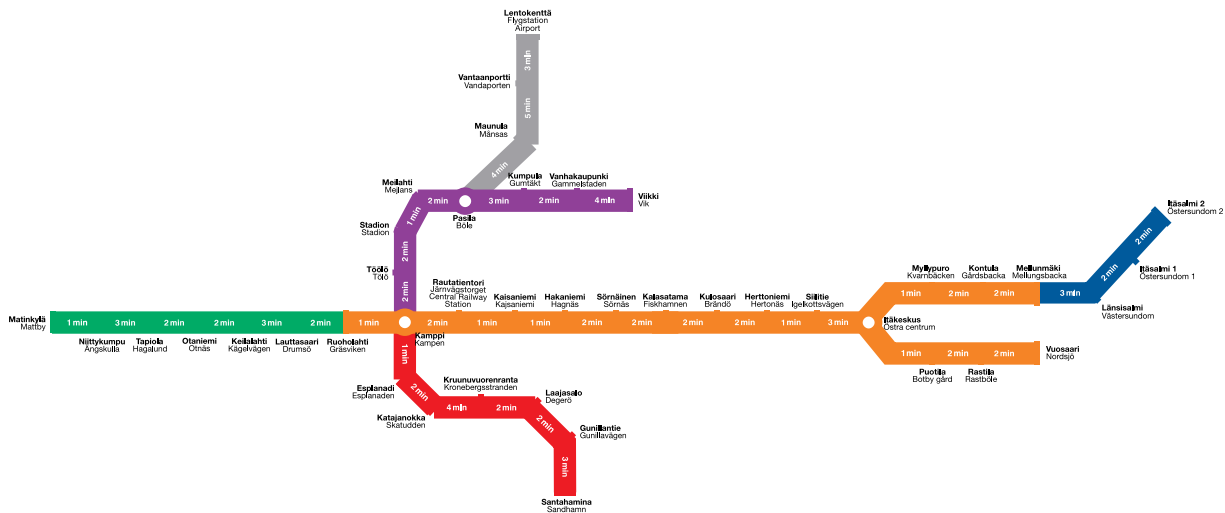
HKL:n tavoiteohjelmaan vuosille 2005–2012 sisältyy tavoite, että joukkoliikenteen paikkakilometrituotannosta 70 % tuotetaan sähkö- ja kaasukäyttöisellä kalustolla vuoteen 2012 mennessä. Vuonna 2007 sähkö- ja kaasukäyttöisen kaluston osuus Helsingin sisäisen liikenteen paikkakilometrituotannosta on noin 65 %. Asetetun tavoitteen saavuttaminen vuoteen 2012 mennessä näyttää tällä hetkellä haasteelliselta, muttei mahdottomalta.

Raideliikennettä voidaan nykyisellä infrastruktuurilla lisätä lähinnä pidentämällä junapituuksia, lyhentämällä vuoroväliä hiljaisen liikenteen

aikoina tai muokkaamalla raitiolinjastoja. Näillä toimenpiteillä saavutettavissa oleva hyöty on kuitenkin enää vähäinen. Raideliikenteen lisääminen edellyttääkin investointeja. Olennaisia vuoteen 2020 mennessä toteutettavaksi suunniteltuja Helsinkiin sijoituvia investointeja ovat:

- Raitiolinja 9 Pasilaan
- Kampin raitioradat
- Jätkäsaaren raitiolinjat
- Metron automatisointi
- Metro Ruoholahdesta Espooseen
- Raitiolinja 9 Ilmalaan
- Laajasalon raideyhteys
- Sompasaaren raitiolinja
- Sipoon metro
- Pisara-rata
- Raide-Jokeri
- Metro Kamppi–Pasila–(Viikki/Maunula)

Infrastruktuuri-investointien kokonaiskustannukset Helsingin maantieteellisten rajojen sisällä ovat noin 1,4 miljardia euroa. Valtio osallistuu useiden hankkeiden rahoitukseen. Infrastruktuuri-investointien lisäksi raideliikenteeseen tulee tehdä kalustoinvestointeja.



Kuva 1. Yksi mahdollisuus tulevaisuuden metroverkoksi.

HKL ja Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto ovat keväällä 2008 käynnistämässä kantakaupungin raideliikennejärjestelmän kehittämissuunnitelman, josta käytetään nimeä KARA2050. Työssä arvioidaan eri raideliikennemuotojen (metro, juna, raitiovaunu) vaihtoehtoisia kehittämisspolkuja ja eri hankkeiden yhteentoimivuutta ja taroituksenmukaista toteutusjärjestystä.

Raideliikenteelle tyypillistä on, että kaluston käyttöikä on olennaisesti pidempi kuin bussin käyttöikä. Bussit poistuvat pääkaupunkiseudun liikenteestä viimeistään 16 vuoden ikäisenä, kun raitio-, metro- ja junakaluston käyttöikä on 30–40 vuotta. Raideliikenteen kilpailukyvyyn kannalta onkin olennaista, että kaluston ominaisuuksia voidaan kehittää vaatimusten mukaisiksi kaluston elinkaaren aikana. HKL on parhailaan lisäämässä 1980-luvun raitiovaunuihin matalalattiaisen välipalan esteettömyyden parantamiseksi. Raidekalustoon voidaan jälkiasennuksena asentaa myös mm. ilmastointi.

Raideliikenteen houkuttelevuuden ja palvelutason kannalta tärkeä ominaisuus on luotettavuus. Metron luotettavuus on lähes koko historiansa ajan ollut hyvä. Junaliikenteen ja raitio-

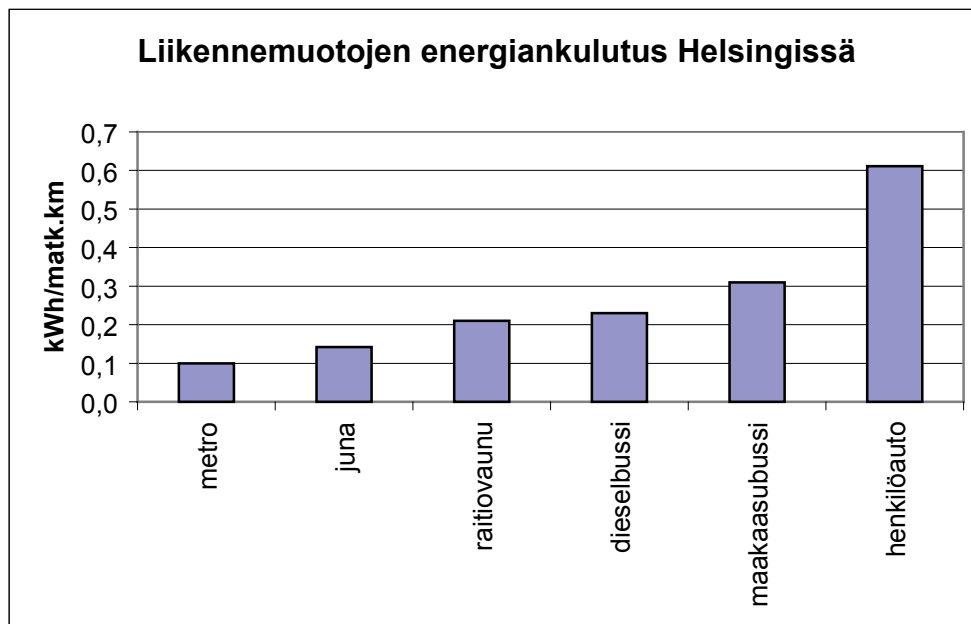
vaunuliikenteen luotettavuuden parantamiseksi tulee lähitulevaisuudessa löytää keinoja.

Vaikutus päästöihin ja energiankulutukseen

Sähkökäyttöinen raideliikenne on paikallisesti päästötöntä. Lähipäästöjä ei tule liikenneympäristöön, jossa ihmiset liikenteen päästöille altistuvat.

Sähköenergian tuotantotavasta riippuen myrkyllisiä päästöjä ja hiilidioksidipäästöjä kuitenkin syntyy seudullisesti tai globaalisti. Nykyisin Helsingin käyttämä sähköenergia tuotetaan pitkälti hiilivoimalla. Jatkossa sähkökäyttöisen raideliikenteen seudullisiin ja globaaleihin päästöihin voidaan haluttaessa vaikuttaa Helsingin käyttämän sähköenergian tuotantotapaan vaiuttamalla.

Eri liikennemuotojen energiankulutus vaihtelee melko paljon. Myös raideliikennemuotojen välillä on eroja johtuen esimerkiksi pysähtymistiheydestä ja kaluston massasta. Alla olevassa kuvassa on esitetty liikennemuotojen energiankulutus Helsingissä matkustajakilometriä kohden.



Kuva 2. Eri liikennemuotojen energiankulutus Helsingissä. Maakaasubussin osalta on huomattava, että vaikka sen energiankulutus on dieselbussia suurempi, ovat näiden hiilidioksidipäästöt yhtä suuret.



Kuva 3. Metro ja raitiovaunu eivät tuota kaupunkiympäristöön lähipäästöjä. Kuvat HKL.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

Joukkoliikenteen seudullista palvelutasoa ja kilpailukykyä parannetaan erityisesti laajentamalla metro- ja raitioliikenneverkkoa sekä kaupunkiratoja, tehostamalla liityntälinjastoja raideliikenteen asemille sekä parantamalla asemien liityntäpysäköintimahdollisuuksia. Erityishuomiota kiinnitetään lisäksi poikittaisen joukkoliikenteen kehittämiseen. Joukkoliikenteen kehittämisen avulla pyritään henkilöautosidonnaisuuden vähentämiseen, ohjaamaan pääosa liikenteen kasvusta joukkoliikenteeseen sekä kasvattamaan joukkoliikenteen kulkumuotoosuutta ja tätä kautta pitämään Helsingin ja koko pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmä toimivana ja liikenteen kokonaisenergian kulutus mahdollisimman pienenä.

Raideliikennejärjestelmän runko ja liikennemuotojen välinen työnjako kantakaupungissa määritellään vuoden 2008 aikana osana HKL:n ja kaupunkisuunnitteluviraston yhteistä KARA2050-työtä (kantakaupungin raidejärjestelmä).

2.2 Dieselmoottorien tekniikan kehitys

Tavoite säänneltyjen päästöjen (typen oksidit, hiukkaset, hiilimonoksidi, hiilivedyt) alentamiseksi on viime vuosina voimakkaasti ohjannut moottorien kehitystä. Hiukkaset ja typen oksidit ovat dieselmoottorin ongelmallisimmat päästökäsitteet. Päästöjen raja-arvot ja mittausmenetelmät on määritelty ns. Euro-normeissa. Hyväksymistestissä erillistä moottoria kuormitetaan annetun kuormasyklin mukaan.

Tällä hetkellä uusien ajoneuvojen vähimmäisvaatimustasona on Euro 4. Euro 4 -luokas-

sa hiukkasten raja-arvo on peräti 80 % alempi kuin edeltäneessä Euro 3 -luokassa. Euro 5 -vaatimustaso astuu voimaan portaittain 2008 ja 2009. Euro 4 ja Euro 5 -luokissa on sama hiukkasten raja-arvo, mutta typen oksidien raja-arvo laskee edelleen. Laissa säädettyjen EURO-päästölukien rinnalle on lisäksi määritelty vapaaehtoinen EEV-luokka (Environmentally Enhanced Vehicle), jonka täyttäkseen moottorin täytyy alittaa vielä Euro 5 -luokkaakin tiukemmat raja-arvot. Parhaimmat diesel- ja kaa-subussit täyttävät jo nyt EEV-vaatimukset.

Taulukko 1. Päästökäsitteiden enimmäismäärät eri Euro-luokissa.

Päästötaso	Voimassa vuodesta	Testisykli	Nox g/kWh	PM g/kWh	CO g/kWh	THC g/kWh	NMHC g/kWh
Euro 0	1988	ECE R-49	14,4	*	11,2	2,40	
Euro 1	1992	ECE R-49	8,0	0,35	4,5	1,10	
Euro 2	1995	ECE R-49	7,0	0,15	4,0	1,10	
Euro 3	2000	ESC+ELR	5,0	0,10	2,1	0,66	0,78
		ETC		0,16			
Euro 4	2005	ESC+ELR	3,5	0,02	1,5	0,46	0,55
		ETC		0,03			
Euro 5	2008	ESC+ELR	2,0	0,02	1,5	0,46	0,55
		ETC		0,03			
EEV	(vapaaehtoinen)	ESC+ELR	2,0	0,02	1,5	0,25	0,40
		ETC		0,02			

HKL ja YTV ovat bussiliikenteen kilpailutuksessa kaluston pisteytyksessä käyttäneet pisteytyskriteereinä Euro-normien mukaisia partikkel- ja typenoksidipäästöjä sekä EEV-normin täyttymistä. Käytännössä käytetty pisteytys on johtanut siihen, että liikennöitsijöiden hankkimat uudet bussit ovat dieselbussien osalta olleet parasta saatavilla olevaa dieselbussien päästötasoa ja maakaasubussien osalta parasta maakaasubussien päästötasoa.

Bussiliikenteen kilpailutuksessa käytettävää pisteytysjärjestelmää laadittaessa on pyritty asettamaan pisteiden painoarvot päästöjen yhteiskuntataloudellisten haittavaikutusten perusteella. Päästötasojen pisteytystä on jatkossakin syytä kehittää kaluston kehittymisen ja uuden tutkimustiedon myötä.

Helsingin sisäisessä bussiliikenteessä 1.1.2008 käytössä olevien bussien määrät Euro-päästölukittain on esitetty seuraavassa kuvassa.

Taulukko 2. Linja-autot Helsingin sisäisessä liikenteessä päästölukittain.

LINJA-AUTOT HELSINGIN SISÄISESSÄ LIIKENTEESSÄ				
ALK. 1.1.2008 (ei sisällä palvelulinjoja)				
Päästötaso	bussien määrä (kpl)	bussien osuus (%)	bussien ajosuorite (milj.km/v)	bussien ajosuoritteen osuus (%)
Euro 0				
Euro 1	5	1%	0,31	1%
Euro 2	212	45%	14,64	46%
Euro 3	131	28%	8,58	27%
Euro 4	26	6%	1,99	6%
Euro 5	9	2%	0,52	2%
EEV / cng + diesel	44	9%	2,81	9%
EX-cng kaasu	43	9%	3,29	10%
YHTEENSÄ	470	100%	32,13	100%

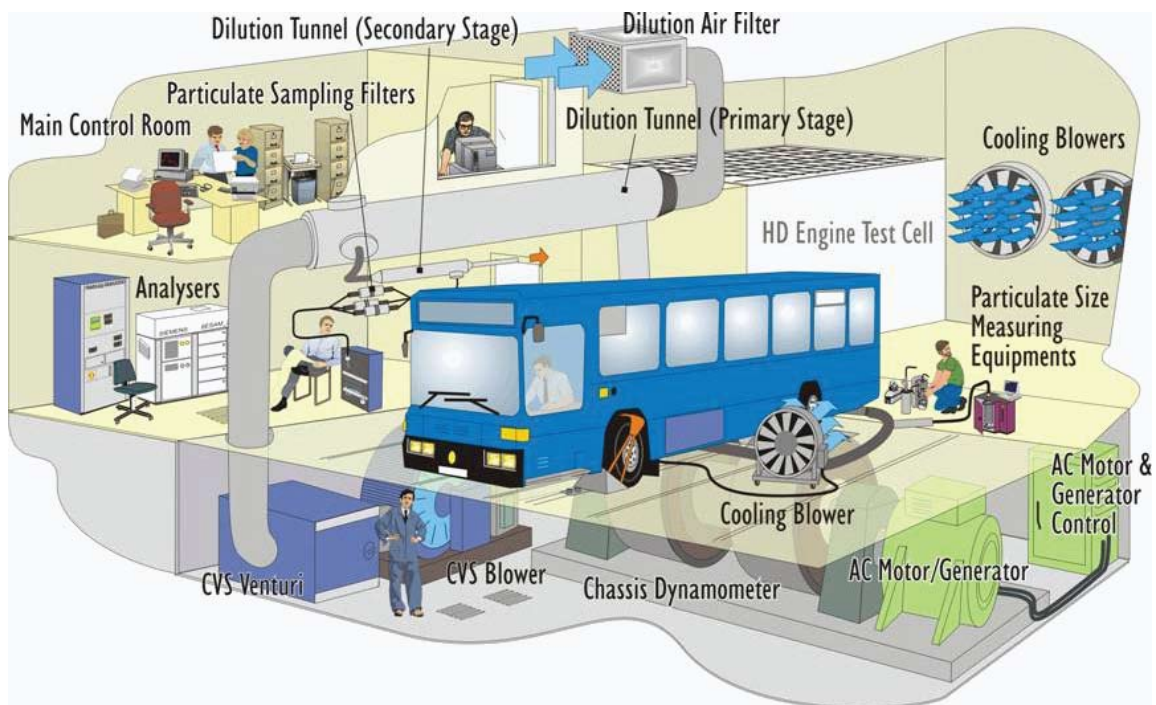
Päästönormien mukaiset tasot on mahdollista täyttää erilaisilla moottoritekniikoilla. Pakokaasujen takaisinkierätystä (EGR) käytettäessä osa pakokaasuista ohjataan takaisin moottoriin palamislämpötilan ja typenoksidipäästön alentamiseksi. Ureakatalysaattoria (SCR) käytettäessä typen oksideja puolestaan rajoitetaan pakokaasujen jälkikäsitteilyllä. Pakokaasuihin ruiskutetaan AdBlue-lisäainetta (ureaa), ennen kuin ne kulkeutuvat katalysaattoriin. Hiukkasten vähentämiseen saatetaan sekä EGR:n että SCR:n yhteydessä tarvita joko ns. hiukkaskatalysaattoria tai varsinaista hiukkassuodatinta.

Syksystä 2006 lähtien useimmilla linja-autonvalmistajilla on ollut markkinoilla dieselmoottoreita, jotka täyttävät EEV-normin. Maakaasubussien osalta EEV-tason vaatimukset on saavutettu jo pitemmän aikaa.

Linja-autonvalmistajista ainakin Scaniaalla on tarjolla dieselmoottori, joka uuden polttoaineen

ruiskutusjärjestelmän ansiosta täyttää Euro 5 -vaatimukset EGR-tekniikalla ilman hiukkaskatalysaattoria, -suodatinta tai lisäaineita.

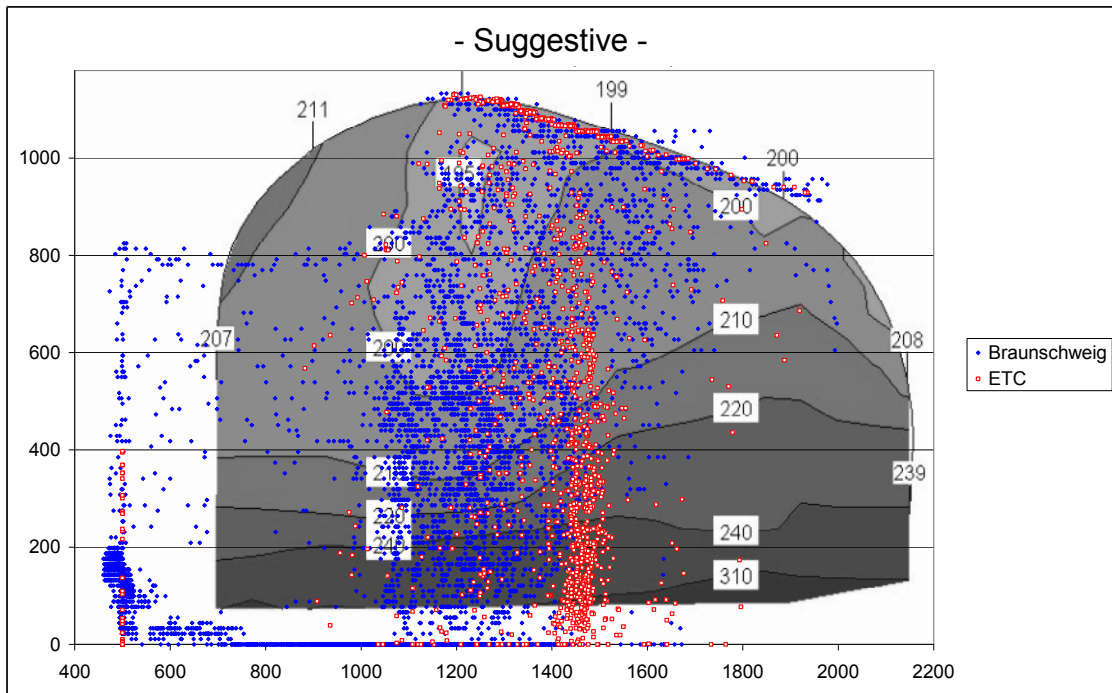
Moottorin Euro-normitus tehdään teoreettisessa kuormitustilanteessa, joka ei vastaa kovinkaan hyvin bussiliikenteen todellista kuormitusta Helsingissä. HKL onkin yhdessä YTV:n ja VTT:n kanssa tutkinut kaupunkibussien todellisia päästöjä alustadynamometrillä suoritettavilla ajosykleillä, jotka ovat huomattavasti moottoreiden virallisia tyypityssyklejä haastavampia. Mittauksia on tehty noin sadalla bussilla (tuloksia on esitetty kappaleen 2.4 kuvassa). Tulokset ovat poikenneet merkittävästi bussien Euro-normien mukaisista päästöarvoista. Jatkossa bussiliikenteen kilpailutuksessa käytettävää laatupesteytystä tuleekin kehittää siten, että laatupesteet määräytyvät mahdollisimman pitkälle bussin aiheuttamien todellisten päästöjen perusteella.



Kuva 4. Periaatekuva VTT:llä käytössä olevasta alustadynamometrillä ja siihen liittyvästä laitteistosta, jolla päästöjä mitataan. Kuva VTT.

Jo käytössä olevia ajoneuvoja voidaan päivittää päästötasoltaan paremmiksi jälkiasennettavien pakokaasun puhdistuslaitteiden avulla. Tärkeimmät laitteet ovat ns. hiukkaskatalysaattori ja varsinainen hiukkassuodatinta, joilla vähennetään hiukkaspäästöjä 50–90 %. Varsinainen

hiukkassuodatinta on tehokkain, mutta suodatinta ei välttämättä sovi kaikkiin tilanteisiin tukkeutumisvaaran vuoksi. Jälkiasennusten kohdalla on tärkeää varmistaa yhteensopivuus, todellinen suorituskyky ja kestoikä.



Kuva 5. Raskaan kaluston moottorin kuormitusprofiili moottorin sertifiointissa käytettävällä ajo-ajasyklillä (ETC, punainen) ja kaupunkiliikennebussin todellista kuormitusta paremmin kuvaavalla ajo-ajasyklillä (Braunschweig, sininen). Kuva VTT/Nils-Olof Nylund.

Lähipäästöjen määrien tutkimuksen lisäksi HKL osallistuu Kansanterveyslaitoksella käynnissä olevaan useampivuotiseen tutkimukseen (Bio-terveys), jossa tutkitaan eri bussien päästöjen terveysvaikutuksia. Mikäli tämän tutkimuksen tulokset osoittavat eri moottorityyppien päästöjen haittavaikutukset olennaisesti erilaisiksi, tulee tämäkin tekijä ottaa huomioon bussiliikenteen kilpailutusperusteissa.

Lähipäästöjen lisäksi moottorien kehittämistä ohjaa myös polttoaineenkulutus, koska tällä on merkitystä liikennöitsijöiden kustannuksiin ja siten heidän hankintapäätöksiinsä. Liikennöitsijä ei kuitenkaan pääsääntöisesti laske arvoa kasvihuonekaasupäästöistä syntyville ulkoisille haitoille. Nykyisin EU:ssa käytössä oleva bussien päästöluokitus (ns. Euro-luokat) perustuu

ainoastaan lähipäästöjen (esim. PM, NO_x) määriin eikä ota mitään kantaa bussin polttoaineenkulutukseen. Energiatehokkuuden tulisi kuulua vähäpäästöisen bussin määrittelyihin. Tällöin liikenteen tilaaja (HKL, YTV) voisi käyttää energiakulutusta pisteytysperusteena esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen haittavaikutusten perusteella.

Hyvin alhaisen päästötason ja energiatehokkuuden samanaikainen saavuttaminen voi moottorinvalmistajalle olla haastavaa, sillä yleisimmin käytössä olevat tekniset ratkaisut päästöjen vähentämiseksi saattavat lisätä polttoaineen kulutusta. Tästäkin syystä sekä lähipäästöjen että energiankulutuksen seuranta ja pisteytys olisi tarkoituksenmukaista.



Kuva 6. Proventian jälkiasennettava hiukkassuodatin. Kuva Arno Amberla.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

HKL yhdessä YTV:n kanssa jatkaa tutkimusta eri moottoreiden aiheuttamista todellisista päästöistä helsinkiläisissä liikenneolosuhteissa. HKL kannustaa bussiliikennöitsijöitä ympäristön kannalta puhtaampiin moottorivalintoihin bussiliikenteen kilpailuttamisessa käytettävän laatu- ja pisteytyksen avulla, jota kehitetään jatkuvasti. Lisäksi HKL pyrkii osaltaan vaikuttamaan, että bussin moottorin energiankulutus lisätään EU-tasolla yhdeksi standardoidusti mitattavaksi aiheeksi lähipäästöjen rinnalle.

2.3 Biodiesel

Yleiskuvaus, tekninen valmius ja levinneisyys maailmalla

Biodieselillä tarkoitetaan dieselöljyä, joka on valmistettu uusiutuvista raaka-aineista. EU on biopolttoainedirektiivissään 2003/30/EC asettanut liikenteen biopolttoaineosuuden tavoitteeksi 5,75 % vuonna 2010. Biopolttoaineiden etuna pidetään lähtökohtaisesti sitä, että niiden valmistuksessa käytettävät raaka-aineet sitovat kasvaessaan ilmakehän hiilidioksidia ja näin polttoaineen elinkaaren aikainen kasvihuonekaasutase paranee.

Kasviöljypohjainen esteröity biodiesel (FAME, rypsiä tehty biodiesel RME) on ns. ensimmäisen sukupolven biodiesel, jolle on myös olemassa standardi. Eurooppalainen dieselpolttoainenormi EN590 sallii 5 % FAME:a dieselpolttoaineen joukossa. Tämä tarkoittaa, että 5 % FAME:a voi käyttää normaaleissa dieselmootoreissa. Esimerkiksi Saksassa on käytetty myös 100 %:n FAME:a. Varsinkin suuremmilla pitoisuuksilla FAME:n ongelmia ovat kuitenkin huono kylmäkäynnistyvyys, huono säilyvyys ja joissain moottorityypeissä typenoksidipäästöjen (NO_x) kasvu. Ensimmäisen sukupolven biodiesel (FAME) on seoskomponenttina käytössä laajalti maailmalla.

Toisen sukupolven biodieselillä tarkoitetaan lähinnä synteetikaasuteknologialla valmistettuja synteettisiä dieselpolttoaineita. Käyttö- ja päästöominaisuuksiltaan toisen sukupolven biodiesel on parempaa niin tavanomaiseen dieselpolttoaineeseen kuin ensimmäisen sukupolven biodieseliin verrattuna. Toisen sukupolven biodieseliä voidaan käyttää komponenttina tai jopa sellaisenaan ilman moottoreihin tai jakelujärjestelmiin tehtäviä muutoksia. Synteetikaasuteknologiaan perustuvien biopolttoaineiden kaupallisen mittakaavan tuotannon oletetaan käynnistyvän 5–10 kuluessa.

Neste Oil on kehittänyt kasvi- ja eläinrasvojen verkäsitelyyn perustuvan biopohjaisen dieselpolttoaineen (NExBTL), jonka kaupallinen tuotanto (170 000 tonnia vuodessa) alkoi syksyllä 2007. Tämä tuotantolaitos on laatuaan maailman suurin. NExBTL-polttoaineessa yhdistyvät ensimmäisen sukupolven tuotteiden raaka-ainepohja ja toisen sukupolven tuotteiden korkea laatu. EU:n luokittelussa NExBTL luetaan toisen sukupolven tuotteisiin ("A vision for 2030 and beyond" - Biofuels in the European Union 2006).

HKL, YTV, Neste Oil ja Proventia ovat käynnistäneet kolmivuotisen (2007–2010) hankkeen, jonka tavoitteena on toisen sukupolven biodieselin laajamittainen käyttöönotto pääkaupunkiseudun bussiliikenteessä lähipäästöjen vähentämiseksi ja liikenteen biopolttoaineosuuden lisäämiseksi sekä yleensäkin ympäristöarvojen korostaminen joukkoliikenteessä. Kokeen alkaessa polttoaineena on korkeintaan 30 % NExBTL-komponenttia sisältävä dieselpolttoaine, ja myöhemmin valikoiduissa autoissa tulee käyttöön myös 100 %:n NExBTL. Kokeilun yhteydessä demonstroidaan lisäksi mahdollisuudet alentaa bussien päästöjä jälkiasennettavilla pakokaasujen puhdistuslaitteilla. Tavoitteellinen hankkeeseen osallistuva bussien määrä pääkaupunkiseudulla on luokkaa 300–500 autoa. Koska NExBTL vastaa käyttöominaisuuksiltaan synteetikaasuteknologialla valmistettua biodieseliä, kokeilu kuvaa käyttömielessä myös tulevia polttoainelaatuja.

Vaikutus päästöihin ja energiankulutukseen

Toisen sukupolven biodieselin kohdennettu käyttö korkeana pitoisuutena mahdollistaa sekä hiukkaspäästöjen että typenoksidipäästöjen merkittävän alentamisen. Alustavien testien perusteella 100-prosenttisella NExBTL-dieselillä typen oksidien (NO_x) päästöt vähenivät 15 % ja hiukkaset (PM) 30 % tavanomaiseen dieselpolttoaineeseen verrattuna. Olennaista on, että päästövähennykset voidaan aikaansaadaks pelkällä polttoaineen vaihdolla. Vaikutukset päästöihin tarkentuvat edellä mainitun kolmivuotisen hankkeen aikana tehtävissä tutkimuksissa.

Polttoaineen elinkaaren aikainen kasvihuonekaasutase riippuu olennaisesti käytettävästä raaka-aineesta. Neste Oilin selvitysten perusteella tällä hetkellä elinkaaren aikaisilta vaikutuksiltaan ja saatavuudeltaan paras vaihtoehto raaka-aineeksi on palmuöljy. Palmuöljyn käyttö vähentää kasvihuonekaasutasetta noin 50 % fossiiliseen dieseliin verrattuna (the RTFO process Iso-Britanniassa sekä "Criteria for Sustainable Biomass production" Alankomaissa). Neste Oil tutkii mahdollisuuksia hyödyntää muita raaka-aineita, kuten hakkuutähdettä ja ruoaksi kelpaamattomia öljykasveja.

Palmuöljyn käyttö raaka-aineena sisältää kuitenkin riskejä. Säännöstelemätön ja sertifioi-

maton öljypalmun viljelyalan kasvu voi aiheuttaa erilaisia haittoja. Näitä ovat mm. sademetsien hävittäminen ja luonnon monimuotoisuuden kaventuminen. Tästä syystä Neste Oil on asettanut korkeat vaatimukset palmuöljyn hankinnal-

le, jotka edellyttävät, että toiminta on kestävän kehityksen mukaista. Neste Oil varmistaa asian riippumattoman tarkastajan auditoinneilla ja tulevaisuudessa sertifiointilla.



Kuva 7. Tavanomaisen (vasemmalla) ja synteettisen dieselpolttoaineen (oikealla) palaminen avonaisessa astiassa. Kuva ASFE (2006), Nylund & Aakko-Saksa (2007).

Kustannukset ja sovellettavuus Helsingissä

Toisen sukupolven biodiesel on nykyisin valmistuskustannuksiltaan lähes 50 % fossiilista dieseliä kalliimpaa. Kustannustaso tulee tekniikan kehittyessä alenemaan.

Valtiovarainministeriö on myöntänyt NExBTL-polttoaineelle verohelpotuksen HKL:n, YTV:n,

Neste Oilin ja Proventian kolmivuotiseen kokeiluun. Verohelpotuksen myötä polttoaine on kustannuksiltaan verrannollinen fossiiliseen dieseliin.

Kolmivuotisen kokeilun aikana hankitaan kokemuksia toisen sukupolven biodieselin soveltuvuudesta ja vaikutuksista pääkaupunkiseudun joukkoliikenteeseen.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

HKL toimii aktiivisena osapuolena kolmivuotisessa toisen sukupolven biodieselin NExBTL-hankkeessa. Lähipäästöjä vähentävää biodieseliä pyritään käyttämään erityisesti niiden katu- ja bussiliikenteessä, joissa EU:n ilmanlaadulle asettamat raja-arvot ylittyvät.

Mikäli kokeilu vahvistaa lähipäästöjen ja elinkaaren aikaisten kasvihuonekaasupäästöjen vähenemisen oleellisesti ja polttoaineen kustannukset ovat edulliset suhteessa saavutettaviin hyötyihin ja polttoaineen raaka-aineen tuotanto voidaan ratkaista kestäväällä tavalla, HKL ryhtyy toimenpiteisiin toisen sukupolven biodieselin osuuden kasvattamiseksi olennaisesti fossiilisen dieselpolttoaineen kustannuksella.

2.4 Maa- ja biokaasu

Yleiskuvaus, tekninen valmius ja levinneisyys maailmalla

Maakaasuteknikka on vakiintunutta ja maailmalla laajalle levinnyttä. Maailmassa on noin seitsemän miljoonaa maakaasuautoa, joista kuitenkin valtaosa on henkilöautoja. Ajoneuvon kannalta maakaasu ja puhdistettu biokaasu (kumpikin metaania) ovat yhdenveroisia. Maakaasun ja puhdistetun biokaasun käyttö liikennepolttoaineena kasvaa maailmanlaajuisesti jatkuvasti. EU:n alueella on käytössä lähes 8 000 metaanikäyttöistä linja-autoa. Muun muassa Malmön, Göteborgin ja Ranskan Lillen kaupunkiliikenteen kaikki bussit ovat kaasukäyttöisiä. Tukholman seudun joukkoliikenteessä on käytössä noin 50 biokaasubussia ja koko Ruotsissa 50 % liikennekäytön metaanista on biometaania.

HKL:n tavoiteohjelmaan vuosille 2005–2012 sisältyy kaasukäyttöisen liikenteen osalta tavoite, että Helsingin sisäisen bussiliikenteen tuotannosta 40 % tuotetaan kaasukäyttöisellä kalustolla vuoteen 2012 mennessä. Vuonna 2007 kaasubussien osuus on 14 % eli alle puolet vuodelle 2012 asetetusta tavoitteesta.

Pääkaupunkiseudulla on tällä hetkellä käytössä hieman alle 100 kaasubussia. Liikennöitsijöistä kaasubusseja on Helsingin Bussiliikenne Oy:llä, Tammelundin linja Oy:llä ja Concordia Bus Finland Oy:llä. Bussien käyttöön soveltuvat kaasun tankkausasemat ovat Ruskeasuolla ja Malmilla. Vuonna 2007 pääkaupunkiseudulla maakaasua polttoaineena käyttävistä liikennöitsijöistä Helsingin Bussiliikenne Oy:n käyttämän maakaasun määrä tulee olemaan noin 2,3 milj. kg ja Tammelundin Linja Oy:n vastaavasti 0,45 milj. kg.



Kuva 8. Maakaasubussi linjalla 18. Kuva HKL.

Vaikutus päästöihin ja energiankulutukseen

Metaanibussin energiankulutus on noin 30 % suurempi kuin vastaavan dieselbussin. Kaasubussin moottori toimii bensiinimoottorin lailla, ja tästä syystä sen hyötysuhde on dieselmoottoria huonompi. Metaanin lämpöarvoon suhteutettu hiilidioksidin omaispäästö on kuitenkin alempi kuin dieselpolttoaineella (56 g CO₂/MJ vastaan 72 g CO₂/MJ), ja tästä syystä hiilidioksidipääs-

töt ovat maakaasubusseilla yhtä suuret kuin dieselbusseilla.

Jätepohjaisen biokaasun hiilidioksiditase on puolestaan erittäin edullinen, koska polttoainetta syntyy uusiutuvasta lähteestä tavallaan itsestään. Biokaasua syntyy mm. kaatopaikoilla ja jätevedenpuhdistamoilla. Kustannustehokkaimmin biokaasua voidaan hyödyntää bussiliikenteessä siten, että puhdistettu biokaasu syö-

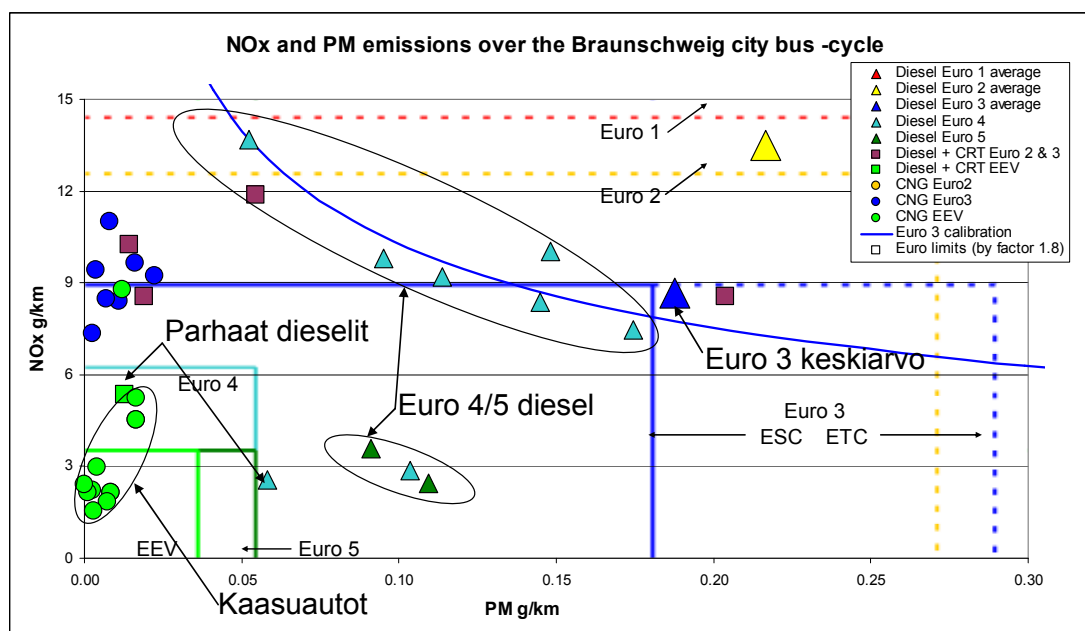
tetään maakaasuverkkoon ja kirjaamismenettelyllä osoitetaan tämä kaasu käytetyksi ajoneuvoissa. Biometaania siirretään maakaasuverkostossa mm. Ruotsissa, Tanskassa, Itävallassa, Ranskassa, Sveitsissä ja Hollannissa.

Perinteiseen dieseliin verrattuna maa- ja biokaasun olennainen etu on säänneltyjen ja ei-säänneltyjen myrkyllisten päästöjen väheneminen. Erityisesti hiukkaspäästöt (PM) ovat kaasuautoissa vähäiset hiukkasten kaikissa kokoluokissa. Maakaasumoottorin ominaisuuksiin kuuluu lisäksi, että alhainen päästötaso toteutuu paitsi laboratorio-olosuhteissa myös todellisessa liikennetilanteessa. Dieselmoottoireilla hyviä päästöarvoja saavutetaan usein labora-

torio-olosuhteissa, mutta todellisessa liikennetilanteessa päästötaso heikkenee selvästi.

VTT on mm. HKL:n toimeksiannosta tutkinut eri bussien pakokaasupäästöjä bussien todellisten ajosykliden aiheuttamissa kuormitustilanteissa. Pakokaasumittaukset ovat alustavasti osoittaneet, että uusien dieselbussikalusto (Euro 4 ja paremmat) ei todellisessa kuormitustilanteessa toimikaan hyvin, vaan päästötasot ovat korkeammat kuin mitä Euro-luokka antaisi odottaa. Kaasubussit taas toimivat hyvin myös todellisissa kuormitustilanteissa ja ajotavasta riippumatta.

Kaasubussien melutaso on jonkin verran dieselbusseja alhaisempi.



Kuva 9. Eri Euro-normien rajat sekä Euro-normiluokkiin kuuluvien diesel- ja maakaasubussin todelliset partikkeli- ja typenoksidipäästöt VTT:n alustadynamometrillä mitattuna. Kuva Nils-Olof Nylund.

Kustannukset ja sovellettavuus Helsingissä

Maakaasubussin hankintakustannus on noin 20–40 % suurempi kuin vastaavan dieselbussin. Huoltokustannukset ovat puolestaan noin 20–25 % kalliimmat kuin dieselbusseissa. Polttoaineena metaani on sen sijaan dieselöljyä edullisempää. Maakaasun hinta on riippuvainen käytön määrästä, mutta hintaero on suuruusluokkaa 30 % maakaasun hyväksi. Karkean arvion mukaan maakaasuauton käytöstä tulee kokonaisuutena dieselbussin käyttöä edullisempää noin seitsemän vuoden käytön jälkeen tyypillisessä liikennekäytössä Helsingissä.

Maakaasun ja biokaasun käytön lisääminen liikennepolttoaineena edellyttää riittävän kattavan tankkausasemaverkoston rakentamista. Tällä hetkellä Suomessa on vasta kuusi julkista metaanikaasun tankkausasemaa. Nykyiset linja-autovarikot pääkaupunkiseudulla sijaitsevat maakaasuverkon alueella. Tankkausverkoston laajentaminen on investointina liikennöitsijöiden näkökulmasta kuitenkin suuri. Gasum Oy on tarjonnut liikennöitsijöille ratkaisua, jossa alkuinvestoinnin kustannukset liikennöitsijälle olisivat pienemmät. Toistaiseksi uusia liikennöitsijöitä ei kuitenkaan ole tullut nykyisin maakaasua käyttävien rinnalle.

Pääkaupunkiseudulla kaasun käytön lisääntymistä bussiliikenteen polttoaineena haittaa kiellon liikennöidä kaasubusseilla Kampin terminaalissa. Helsingin kaupunki on vuonna 2005 esittänyt viranomaisille kiellon perusteiden uudelleen arviointia ja pyytänyt ohjetta kaasuajoneuvojen käytössä olevien maanalaisten tilojen rakentamiseen. Muualla maailmassa ei juurikaan ole rajoitettu kaasuautojen käyttöä liikennetunneleissa tai maanalaisissa terminaalissa. Lähimmät esimerkit tästä löytyvät Tukholmasta.

Ämmässuon kaatopaikka on merkittävä biometaanilähde, jonka biokaasuteho on noin 40 MW. Suurin osa kaasusta käytetään nykyisin Kauklahden lämpövoimalaitoksessa. 40 MW:n biokaasuteho riittäisi noin 600 bussin (lähes puolet busseista) liikennöintiin pääkaupunkiseudulla. Biokaasun hyödyntämismahdollisuuksista pääkaupunkiseudun liikennekäytössä tulee laatia selvitys, jossa mm. kartoitetaan biokaasun tuotantopotentiaali sekä arvioidaan hyödyt ja haitat biokaasun käytöstä liikennepolttoaineena verrattuna hyödyntämiseen sähköntuotannossa.

Bussiliikenteen kilpailutuksessa on syytä harkita myös käyttövoiman mukaan ottamista uutena pisteytyskriteerinä. Lisäpisteitä voitaisiin antaa,

mikäli autot todistettavasti ovat vähäpäästöisiä (eli esim. käyttövoimana on maakaasu tai bio-kaasu). Alustavia perusteita tähän antavat mm. VTT:n alustadynamometrillä tehdyt tutkimukset. Mittaukset osoittavat, että dieselmootoreilla varustetuilla vähäpäästöisiksi luvatuilla autoilla (Euro 4, Euro 5) on käytännössä vaikeuksia päästä luvutulle tasolle. Vastaavaa ongelmaa ei kaasubussien osalta ole ja on lisäksi todettu, etteivät erilaiset ajotilanteet tai moottorin käytötapa vaikuta kaasubussien hiukkaspäästöihin käytännössä lainkaan toisin kuin dieselbusseilla. Metaani (maakaasu ja biokaasu) on luontaisesti puhdas polttoaine, jonka käytöstä syntyvät hiukkasmäärät ja terveydelle haitallisten komponenttien (mm. PAH) määrät ovat olennaisesti dieselkäyttöä alhaisemmat. Auton iästä ja tekniikasta riippumatta kaasubusseilla hiukkaspäästöt ovat erittäin alhaiset.

Edellä mainituin perustein saattaa olla syytä antaa kilpailutuksessa kaasuautoille päästöluokkaan perustuvien pisteiden lisäksi lisäpisteitä luontaisesti puhtaan polttoaineen käytöstä. Tieteellisiä mittaustuloksia on kuitenkin syytä kerätä lisää, jotta tuloksia voidaan pitää luotettavina. VTT tekee asiasta lisätutkimuksia vuosina 2007 ja 2008.



Kuva 10. Kaasubussien hiukkaspäästöt ovat dieselbusseja alhaisemmat. Kuva Nils-Olof Nylund.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

HKL selvittää tutkimuksin maakaasubusseista todellisessa ajossa syntyvät päästöt dieselbusseihin verrattuna. Mikäli todelliset päästöt antavat perusteen, HKL hyvittää maakaasusta käyttövoimana bussiliikenteen kilpailuttamisessa käytettävässä laatupisteytyksessä.

HKL yhteistyössä YTV:n, Gasumin ja bussiliikennöitsijöiden kanssa edistää maa- ja biokaasun uuden tankkausinfrastruktuurin syntymistä siten, että maa- ja biokaasun tankkauspiste on tarvittaessa saatavissa ainakin liikennöitsijöiden keskeisimmille varikoille kohtuullisin kustannuksin.

HKL neuvottelee ja selvittää Gasumin, Helsingin Veden ja YTV:n kanssa biokaasun hyödyntämismahdollisuudet joukkoliikenteessä.

HKL vaikuttaa aktiivisesti viranomaisiin, jotta maakaasuaajoneuvojen käyttökielto Kampin terminaalissa voitaisiin poistaa.

2.5 Bioetanoli

Yleiskuvaus, tekninen valmius ja levinneisyys maailmalla

Etanoli on maailman yleisin vaihtoehtoinen polttoaine. Kokonaistuotanto oli noin 20 Mtoe vuonna 2005, ja suurimmat tuottajamaat olivat Brasilia ja USA.

Etanoli ei kuitenkaan sellaisenaan sovi dieselmoottorin polttoaineeksi. Etanolikäyttöä varten joko moottoria tai polttoainetta on modifioitava syttymisen varmistamiseksi. Tekniikka perustuu etanolin lisäämisen mm. syttyvyydenparantaja- ja voitelevuuslisäaineilla. Tämä polttoaine poikkeaa henkilöautojen E85-polttoaineesta.

Etanoli on ensimmäisen luokan palava neste. Tästä syystä kaikissa etanolibusseissa on automaattinen sammutusjärjestelmä. Normaali dieselkorjaamo ei sovellu etanolibusseille polttoaineen palovaaran takia.

Ruotsissa etanolibusseja on käytetty yli 15 vuoden ajan. Tukholman seudun joukkoliikenteessä liikennöivistä 2 000 bussista noin 400 on vuoden 2007 lopulla etanolibusseja. Yksi etanolipolttoaineella toimivien bussien käytännön ongelma Ruotsissa on ollut, että niiden kylmäkäynnistyvyys ollut heikompi kuin dieselbussien. Lisäksi pakokaasuissa oleva asetaldehydi tuntuu pistävänä hajuna Tukholman liikenteessä.

EU-rahoitteisen BEST-projektin (BioEthanol for Sustainable Transport) tavoitteena on bioetanoli kokeilu noin kymmenessä kaupungissa maailmalla. Yksi näistä kaupungeista on Brasilian Sao Paolo.

Vaikutus päästöihin ja energiankulutukseen

Etanolibussissa etanoli (C_2H_5OH) yhtyy ilmassa olevaan happeen (O_2) ja tuloksena vapautuu energiaa ja syntyy hiilidioksidia (CO_2) ja vettä (H_2O). Käytännössä ilman typpi (N_2) reagoi myös palotapahtumassa hapen (O_2) kanssa ja syntyy typenoksideja (NO_x). Epäpuhtaan palamisen johdosta syntyy myös partikkeleja (PM).

Etanolin lämpöarvo on huomattavasti dieselpolttoaineen lämpöarvoa huonompi (diesel noin

36 MJ/l, etanoli noin 20 MJ/l). Tästä syystä tilavuuspohjainen polttoaineen kulutus on etanolilla noin 70 % korkeampi kuin dieselillä. Moottori toimii kuitenkin edelleen dieselperiaatteella, ja tästä syystä hyötysuhde on lähes sama kuin vastaavassa dieselmoottorissa.

Etanoli palaa savuttomasti ja lisäksi etanoli alentaa palamislämpötilaa. Näistä syistä etanolimoottori tuottaa vähemmän hiukkasia ja typen oksideja kuin vastaava dieselmoottori. Ero ei kuitenkaan ole yhtä suuri kuin kaasumoottorien kohdalla. Etanolimoottorin pakokaasuissa on haitallista asetaldehydiä. Aldehydeille ei toistaiseksi ole olemassa raja-arvoja.

Scania on hiljattain julkistanut uuden kolmannen sukupolven etanolimoottorin. Uudet etanolimoottorit myös täyttävät Euro 5 -päästönormin ja ovat siten typenoksidi- ja partikkelipäästöjen (NO_x ja PM) osalta tiukimpien rajojen mukaisia. Ruotsissa liikennekäytössä oleva etanoli on pääosin valmistettu Brasiliassa kasvatetusta sokeriru'osta. Tätä polttoainetta käytettäessä fossiiliset hiilidioksidipäästöt vähenevät merkittävästi, mutta muita raaka-aineita käytettäessä koko elinkaaren ajalta kasvihuonekaasutase voi kuitenkin olla huonompi kuin fossiilisen dieselin. Polttoaineen elinkaaren aikainen energiatehokkuus ja ilmastovaikutus riippuvat olennaisesti tuotantotavasta, valmistuspaikasta ja käytetystä raaka-aineesta. Problematiikka on samantyyppinen kuin biodieselillä.

Kustannukset ja sovellettavuus Helsingissä

Tukholman joukkoliikenteestä vastaavan SL:n mukaan etanoli on polttoaineena 15–20 % dieseliä kalliimpaa. Ruotsin tapauksessa etanoli saa täyden verohuojennuksen. Etanolibussikalusto on hinnaltaan noin 10 % dieselibusseja kalliimpaa.

Toistaiseksi ainoa raskaan kaluston etanolimoottoreita valmistava kalustonvalmistaja on ruotsalainen Scania. Vahvistamattomien ennakkotietojen mukaan muutama muukin valmistaja on kehittelemässä omaa etanolimoottoria. Riippuvuus yhdestä kalustonvalmistajasta on luonnollisesti riski.



Kuva 11. Ruotsalainen Scania on toistaiseksi ainoa etanolibussien valmistaja. SL:n liikenteessä on noin 400 etanolibussia. Kuva Scania.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

HKL seuraa bioetanolin käytöstä saatavia kokemuksia Ruotsissa. Mikäli bioetanoliksi osoittautuisi ympäristön kannalta elinkaarivaikutustensa osalta muita biopolttoaineita (esim. biodiesel) paremmaksi ja bioetanolia käyttäviä moottoreita tulisi markkinoille useilta valmistajilta, harkitaan bioetanolin soveltuvuutta Helsingin joukkoliikenteeseen.

2.6 Vety ja hytaani

Yleiskuvaus, tekninen valmius ja levinneisyys maailmalla

Vetyä voidaan käyttää niin polttomoottorien kuin polttokennojen polttoaineena. Polttokennotekniikkaa käyttävän vetyauton pakokaasuissa on ainoastaan vesihöyryä (H₂O). Energiaa vapauttava reaktio tapahtuu niin matalassa lämpötilassa, ettei typen oksideja synny. Mäntämoottoritekniikkaa käytettäessä pakokaasuissa on veden lisäksi jonkin verran hiilivetyjä (voiteluöljyjen jäämät) sekä typen oksideja palotapahtuman korkeasta lämpötilasta johtuen (happi yhtyy ilmassa olevaan tyypeen).

EU-projekti CUTE:ssa (Clean Urban Transport in Europe) vuosina 2001–2006 haettiin kokemuksia vetybussien käytöstä kokeilemalla liikennöintiä kolmella vetykäyttöisellä polttokennobussilla kussakin kymmenessä projektiin osallistuneessa eurooppalaisessa kaupungissa (yhteensä 30 bussin kokeilu). Helsinkiä lähin pilottikaupunki oli Tukholma. CUTE-projektin yhtenä lopputuloksena oli, että vetykäyttöisten polttokennobussien laajamittainen yleistyminen edellyttää vielä mm. polttoaineena käytettävän vedyn valmistustekniikan kehittymistä (kustannukset, valmistukseen kuluva energia) sekä vedyn varastointitekniikan kehittymistä pitemmän käyttöajan mahdollistamiseksi yhdellä tankkauksella.

Madridissa on säännölliseen liikenteeseen otettu vetykäyttöisiä busseja. Vetybusseja kokeilee myös Islanti, jonka maaperästä saatava energia mahdollistaa vedyn tuotannon edullisesti. Samoin Australiassa on käynnissä vetybussikokeilu. Berliini tulee ottamaan koekäyttöön 14 MAN:in valmistamaa polttomoottorilla varustettua vetybussia. USA:ssa Ford valmistaa pieninä sarjoina vetykäyttöisiä midibusseja.

Pekingissä on tavoitteena vuoden 2008 olympialaisiin liittyen ottaa käyttöön 2000 hytaanibussia. Hytaani on polttoaine, joka on maakaasun ja vedyn sekoitus. Maakaasu on perinteistä dieseliä puhtaampi polttoaine, mutta kaasun terästäminen vedyllä vähentää päästöjä edelleen merkittävästi. Maakaasuun voi lisätä jopa 20 prosenttia vetyä ilman, että maakaasubussin tekniikkaa on tarpeen muuttaa.

Euroopan komissiossa on parhaillaan käynnissä asetuksen laatiminen vetyajoneuvojen ja -laitteistojen vaatimusten säätämiseksi. Asetus astuu voimaan nopeimmillaan vuonna 2010.

Vaikutus päästöihin ja energiankulutukseen

Lähipäästöt häviävät vetykäyttöisessä polttokennobussissa lähes kokonaan ja bussin pakokaasu on vesihöyryä. Paikallisesti vetybussi on päästötön, mutta kokonaispäästöt riippuvat vetypolttoaineen valmistuksesta ja jakelusta aiheutuvista päästöistä. Vetykäyttöinen polttokennomoottori on myös melutasoltaan alhainen.

Hytaanin käyttö polttoaineena voi vähentää olennaisesti päästöjä maakaasuun verrattuna. Alustavien tulosten perusteella seitsemän prosentin vetyosuus voi puolittaa typenoksidin- ja häkäpäästöt (NO_x, CO).

Vedyn ongelmana liikenteen energianlähteenä on vedyn valmistukseen kuluva energian suuri määrä. Vetyä voidaan tuottaa termisin menetelmän maakaasusta, öljystä ja myös biomassasta. Sähkön avulla vetyä voidaan valmistaa elektrolyytisesti vedestä. Nykyisin suurin osa vedystä tehdään maakaasusta höyryreformoinnilla. Tällaisia laitoksia on usein öljynjalostamoilla (esim. Neste Oil Porvoo), koska öljyteollisuus parantaa vetyä käyttäen öljyjalosteiden laatua. Nykyisellä teknologialla vedyn valmistus vie paljon enemmän energiaa kuin perinteisten polttoaineiden käytössä kuluu. Siten kasvihuonekaasutaseen kannalta vedyn käyttö ei toistaiseksi ole edullista.

Polttokennovoimalaitteella varustetun bussin valmistuksesta aiheutuva ympäristön kuormitus on CUTE-projektin mukaan noin kaksinkertainen nykyaikaisen dieselbussin valmistukseen verrattuna. Lisäksi CUTE-busseissa ei ollut energiavarastoa, toisin sanoen autoissa ei ollut hybridijärjestelmää. Tästä syystä autojen energiankulutus oli suurempi kuin tavallisten dieselbussien energiankulutus. Myös polttokennobussi hyötyy hybridisoinnista.

Kustannukset ja sovellettavuus Helsingissä

Vetybussit ovat noin kolmin- tai nelinkertaisesti kalliimpia kuin tavanomaiset dieselbussit. Kustannusero johtuu pääosin polttokennojen kalliista hinnasta. Laajentuva tuotanto laskee hintoja pitkällä aikajänteellä. Kansainvälisen vetybussialianssin (Hydrogen Bus Alliance) arvion mukaan vetybussit voivat olla dieselbussien kanssa hinnaltaan kilpailukykyisiä noin vuonna 2015.

Vedyn valmistukseen kuluva suuren energiamäärän johdosta polttoaine on moninkertaisesti perinteisiä polttoaineita kalliimpaa. Menetelmien kehittyminen tulee laskemaan polttoaineen hintaa pitkällä aikajänteellä.

Vetybussin yhtäjaksoinen toiminta-aika ei toistaiseksi ole riittävä koko päivän liikennöivän linjan käyttöön. CUTE-projektissa Tukholman kokemusten mukaan yhtäjaksoinen toiminta-aika voi

olla noin kuusi tuntia. Myös vetybussien käyttöikä on toistaiseksi dieselbusseja lyhyempi.

Vetybussien käyttöönotto edellyttäisi polttoaineen jakeluverkon rakentamista.

Vetybussien käyttö suuressa mittakaavassa on toistaiseksi perusteltua vain olosuhteissa, joissa energiaa polttoaineen valmistamiseksi on rajattomasti (esim. Islanti / geoterminen lämpö).



Kuva 12. Polttokennobussi Pekingissä lokakuussa 2006. Kuva Nils-Olof Nylund.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

HKL seuraa vetybussien teknologian kehitystä, vedyn valmistusteknologioiden kehitystä, Pekingin olympialaisten hytaanibussikokeilua sekä EU:n vetyajoneuvoja koskevan asetuksen valmistelua.

2.7 Hybridibussit

Yleiskuvaus, tekninen valmius ja levinneisyys maailmalla

Kaupunkiliikenteessä bussi kiihdyttää ja jarruttaa tiheällä syklillä. Tavanomaisissa busseissa jarrutusenergia muuttuu pääosin lämmöksi. Hybridibussin idea on, että jarrutusenergia kerätään talteen ja muutetaan sähköksi (regeneraatio). Uusimmissa ratkaisuissa energian varastointiin käytetään perinteisten akkujen sijasta superkondensaattoreita.

Hybridit jaetaan kahteen pääluokkaan, rinnakkaishybrideihin ja sarjahybrideihin. Rinnakkaishybridissä on nimensä mukaisesti rinnan mekaaninen ja sähköinen voimansiirto. Varastoitua sähköenergiaa käyttävä sähkömoottori avustaa kiihdytyksessä erityisesti dieselmoottorille hankalimmissa toimintaolosuhteissa. Sarjahybridissä ei ole mekaanista voimansiirtoa, vaan ajo tapahtuu aina sähkömoottoreiden avulla. Tässä tapauksessa moottori pyörittää pelkästään generaattoria.

Hybridibussin varsinaisena voimalähteenä on polttomoottori, joka voi olla joko perinteinen dieselmoottori, kaasumoottori (maakaasu, bio-kaasu) tai etanolimoottori. Polttomoottorista otetaan tehoa vain, mikäli varastoidun sähköteho ei riitä. Hybridibussien suuri etu onkin, että itse hybriditekniikka ei aseta rajoitteita polttomoottorille (tai polttokennovoimantalteelle). Hybridibussissa tarvittava polttomoottori voi kooltaan kuitenkin olla huomattavasti tavanomaisen bussin moottoria pienempi, koska tehontarve on vähäisempi. Tyypillisesti hybridibussin polttomoottori painaa noin puolet vastaavan tavanomaisen bussin polttomoottoriin verrattuna. Kuitenkin kokonaisuutena hybriditekniikan edellyttämän laitteiston johdosta hybridibussi painaa nykyteknologialla noin tonnin tavanomaista kaupunkibussia enemmän.

Kaupunkien linja-autot ovat otollinen sovelluskohde hybridibusseille, koska bussien toistuvissa jarrutuksissa vapautuva energia saadaan talteen ja voidaan hyödyntää kiihdytyksessä.

Sarjahybridiratkaisussa voimansiirron vaatima tila on normaalia vähäisempi. Sähkö kulkee esim. pyöriin integroituihin sähkömoottoreihin sähköjohtoja pitkin ja jokaisella pyörällä voi siis olla oma moottorinsa. Tämä antaa paremmin mahdollisuuksia kokomatalalattiaisten ratkaisujen toteuttamiselle sekä esimerkiksi bussin luis-

tonesto- ja ajo-ominaisuuksien kehittämiseksi. Hybridibusseissa on myös mahdollista käyttää muiden bussiin integroitujen laitteistojen, kuten ilmastoinnin tai ohjaustehostimen voimalläänä varastoitua sähköä ja näiden laitteiden sijoittelu on tällöin vapaampaa kuin polttomoottoribussissa.

Sarjahybridi mahdollistaa joustavamman rakenteen, mutta rinnakkaishybridi puolestaan antaa paremman hyötysuhteen. Sarjahybridin hyötysuhde kärsii siitä, että polttomoottorin mekaaninen energia aina muutetaan sähköksi ja sitten takaisin mekaaniseksi energiaksi.

Eri kalustonvalmistajien hybridibusseja on eri puolilla maailmaa ollut pilottikäytössä jo useiden vuosien ajan. Esimerkiksi Yhdysvalloissa ja Kanadassa on vuonna 2007 käytössä noin 1 200 hybridibussia. Valtaosa näistä on rinnakkaishybridejä (GM Allison). Vuonna 2008 vas-taava määrä tulee vuonna olemaan noin 2 100 hybridibussia, mikä antaa käsityksen teknologian kypsymisestä tuotantokäyttökelpoiseksi. Ruotsissa Volvon dieselhybridibusseja on onnistuneesti pilotoitu. Lisäksi Tukholman liikennelaitos SL saa vuosien 2008 ja 2009 aikana käyttöönsä 12 kappaletta Scania etanolihybridibusseja. Scania on valinnut tekniikaksi sarjahybridin, kun taas Volvo on päätenyt rinnakkaishybridiratkaisuun.

Suurista kalustonvalmistajista ainakin Scanialla, Mercedes-Benzillä, MANilla ja Volvolla on hybridibussi tuotannossa tai tulossa lähiaikoina tuotantoon. Mercedes-Benz julkaisee uuden Citaro City hybridibussinsa vuoden 2007 lopulla. Tätä hybridibussia on saatavissa pilottikäyttöön vuonna 2008 ja sarjatuotanto alkaa vuonna 2009. Suomessa Koiviston Auto -yhtymään kuuluva Kabus on kehittänyt rinnakkaishybridin, joka on nyt koekäytössä.

Vaikutus päästöihin ja energiankulutukseen

Hybridisointi säästää polttoainetta 20–35 %, mikä on suoraan verrannollinen energiankulutukseen. Polttoainesäästö riippuu tosin olennaisesti ajosyklistä, mutta kaupunkiliikenteen sykli on hybriditekniikalle otollinen.

Ruotsissa kahdella Volvon dieselhybridibussilla tehdyn noin vuoden mittaisen kokeilun aikana polttoainesäästöt ovat olleet 35 % luokkaa. New Yorkissa hybridibussien polttoainesäästöt ovat olleet noin 30 %.

Lähipäästöt vähenevät hybridibusseissa jopa enemmän kuin polttoaineenkulutus. Sähköenergian käyttö keventää polttomoottorin toimintaa juuri polttomoottorin heikoimmilla toiminta-alueilla, joilla palotapahtuma on epätodellinen ja tavanomaisessa bussissa päästöjä syntyy eniten. Yhdysvalloissa saatujen kokemusten mukaan partikkelivähennykset ovat olleet jopa 90 % ja typenoksidivähennykset 40 %. Näihin arvoihin tulee kuitenkin suhtautua varauksella ja hankkia kokemuksia suomalaisista olosuhteista.

Melutasot ovat hybridibusseissa olennaisesti alhaisemmat, koska sähkömoottorin äänet ovat erittäin vähäiset.

Kustannukset ja sovellettavuus Helsingissä

Hybridibussitekniikka on kehittynyt voimakkaasti ja teknologia on kypsä tasolle, jossa piloteista ollaan siirtymässä sarjatuotantoon. Tosin koko bussin elinkaaren (15 vuotta) aikaisia kokemuksia hybridibusseista on niukasti. Ruotsissa, muualla Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa saadut kokemukset ovat kuitenkin rohkaisevia ja kannustavat ottamaan kehitysaskelen myös Helsingin joukkoliikenteessä. Liikkeelle on tar-

koituksenmukaista lähteä pilotoimalla pienellä volyymillä kumppanuusyhteistyössä kalustonvalmistajien ja liikennöitsijöiden kanssa.

HKL:n tekemien tietokyselyjen perusteella useat eri kalustonvalmistajat ovat halukkaita kokeilemaan hybridibusseja Helsingissä jo vuonna 2008. Myös liikennöitsijöillä on halua osallistua pilotointiin.

Helsingin hybridibussipilotissa tulee kiinnittää huomiota auton kestävyteen, huoltotarpeeseen, käytettävyyteen, päästötasoihin, energiankulutukseen ja kustannuksiin. Näiden tietojen perusteella on myöhemmin tarkoituksenmukaista tehdä ratkaisuja hybridibussien laajemmasta käytöstä.

Nykyisin hybridibussit ovat hankintahinnaltaan jopa 50 % perinteisiä dieselbusseja kalliimpia. Myös huolto on sähköjärjestelmän ja energia-varaston vuoksi dieselbusseja kalliimpaa mutta polttoainekustannukset ovat alhaisemmat. Lisäkustannusten korvaamisesta liikennöitsijöille tulee sopia pilotin yhteydessä. Pilotin kokemusten perusteella tulee arvioida lisäkustannuksia suhteessa saavutettuun yhteiskuntataloudelliseen hyötyyn (päästöt, energiankulutus, melu).



Kuva 13. Volvon hybridibussit käyttävät sekä mekaanista että sähköistä voimansiirtoa. Kuva Volvo.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

HKL yhteistyössä liikennöitsijöiden kanssa käynnistää pilotin muutamien hybridibussien liikennöinnistä vuoden 2008 aikana. Pilotista saatavien päästöjen, kustannusten ja käytettävyyden koskevien kokemusten perusteella päätetään jatkotoimenpiteistä.

2.8 Johdinautot

Yleiskuvaus, tekninen valmius ja levinneisyys maailmalla

Johdinauton (johdinlankabussin, trollikan) energianlähteenä on virroittimesta saatava sähkö. Raitiovaunujärjestelmästä johdinautojärjestelmä eroaa mm. siinä, että ajolankoja on kaksi (johdinauto tarvitsee myös maajohdon). Sen sijaan johdinautot eivät tarvitse raideinfrastruktuuria, kuten raitiovaunut. Nykyiset johdinlankabussit ovat kooltaan ja ulkonäöltään hyvin samanlaisia kuin uudet raitiovaunut.

Johdinautojärjestelmiä on maailmalla nykyisin noin 400 kaupungissa, joista vajaa 300 on entisissä kommunistisissa maissa. Länsi-Euroopassa johdinautojärjestelmiä löytyy noin 50 kaupungista. Pohjoismaissa johdinautoja on Bergenissä (Norja) ja Landskronassa (Ruotsi).

Helsinkiä lähimpänä olevat johdinautot löytyvät Tallinnasta.

Viime vuosina kiinnostus johdinautoihin on ollut kasvussa. Uusia järjestelmiä on tullut mm. Espanjaan, Italiaan, Englantiin, Ranskaan, Kanadaan, USA:an ja Kiinaan. Innsbruckin ja Linzin kaupungit (Itävalta) ovat luopumassa johdinautoista. Pohjois-Amerikassa ja Keski-Euroopassa erilaiset ympäristönäkökulmista myönnettyt tuet ja verohelpotukset ovat edesauttaneet johdinautojärjestelmien syntymistä.

Johdinautojen saatavuus on kasvaneesta kysynnästä johtuen nykyisin hyvä. Euroopassa toimii noin viisi kalustonvalmistajaa. Euroopan ulkopuolella Venäjä rakentaa uutta johdinauto-tehdasta Etiopiaan tavoitteenaan 5 000 auton vuosituotanto.



Kuva 14. Johdinauto Lyonissa. Kuva Bruno Thaller.

Vaikutus päästöihin ja energiankulutukseen

Koska johdinautojen energianlähde on virroittimesta saatava sähkö, ei paikallisia päästöjä synny. Koko ekosysteemin kannalta päästöt riippuvat siitä, millä tavalla käytettävä sähkö tuotetaan.

Johdinauto on moottoriäänien osalta lähes meluton. Rengasmelun osalta se vastaa bussiliikennettä ja on huomattavasti meluttomampaa kuin raitiovaunuliikenne.

Kustannukset ja sovellettavuus Helsingissä

Suomessa johdinautoja on ollut Helsingissä (linja 14) ja Tampereella (useita linjoja). Helsingissä liikennöinti alkoi 5.2.1949 ja päättyi ensimmäisen kerran 14.6.1974, kun autot olivat käytännössä loppuun ajettuja ja ajojohtojärjestelmä olisi vaatinut kalliin peruskorjauksen.

Helmikuussa 1977 Helsingin joukkoliikennelautakunta päätti, että johdinautoliikenne aloitetaan uudelleen viimeistään vuoden 1979 alus-

sa ja liikennettä laajennetaan seuraavan vuoden aikana. Tarjousten perusteella päätettiin vuoden 1977 alussa tilata SWS koejohdinauto suomalaisilta valmistajilta (Sisu, Wiima, Strömberg). Kesällä 1979 se oli ensimmäisen Helsingissä pidetyn UITP-kongressin vetonaulana, koska auto oli ensimmäinen vaihtovirtakäyttöinen johdinau-

to maailmassa. Tämän jälkeen alkoi normaali liikennöinti ajojohtoverkon kevyen kunnostuksen jälkeen. 1970- ja 1980-luvuilla tehtiin lukuisia selvityksiä ja 1985 valmistuneen selvityksen perusteella kaupunginhallitus päätti 9.12.1985, että johdinautoliikenne lopetetaan ja ajojohtojärjestelmä puretaan.



Kuva 15. Johdinauto Helsingin linjalla nro 14. Kuva Suomen Raitiotiesseura ry.

Päällimmäisin syy johdinautoliikenteen lakauttamiseen Helsingissä vuonna 1985 oli kustannussäästö. Johdinautoliikenne oli noin 15 % kalliimpaa kuin dieselbussiliikenne. Lisäksi ei katsottu järkeväksi usean liikenne muodon ylläpitoa. Oman rasitteensa johdinautoliikenteelle aiheutti myös ajojohtojärjestelmä.

Viime vuosina tapahtuneella kysynnän kasvulla on ollut myönteinen vaikutus kaluston hintaan. Keski-Euroopassa johdinautojen hinnat ovat 2000-luvulla laskeneet yli 10 %. Johdinauto on silti hankintahinnaltaan noin 30 prosenttia kalliimpi kuin dieselbussi. Hybridijohdinautot, jotka on varustettu itsenäisen ajon mahdollistavalla apuvoimalähteellä (dieselgeneraattori), ovat noin 40 % dieselbusseja kalliimpia. Kustannuseroa tasaa johdinauton pidempi käyttöikä (20–25 vuotta) dieselbussiin (15 vuotta) verrattuna.

Käyttökustannuksiltaan johdinauto on ainakin Keski-Euroopan kokemusten perusteella pienemmistä energiakustannuksista johtuen hieman (noin 5 %) dieselbusseja edullisempi. Lisäsäästöä saadaan käytettäessä teknologiaa, jossa autojen jarrutusenergia hyödynnetään.

Johdinautojärjestelmän lasketaan kokonaisuutena olevan hieman dieselbussiliikennettä kalliimpaa. Kustannuseroa voi kaupungista riippuen kaventaa se, jos kaupungissa on raitiovaunuliikennettä, joiden tasasuuntaamoja voidaan johdinautoliikenteessä hyödyntää. Tyypillisesti näissä kaupungeissa, kuten ennen Helsingissäkin, johdinautojen ylläpito on raitiovaunuliikenteestä vastaavan toimijan vastuulla, jolloin olevaa sähköalan tietotaitoa hyödynnetään parhaiten.

Norjasta, Ruotsista ja Suomesta saatujen kokemusten perusteella johdinautotekniikka toimii myös pohjoisissa olosuhteissa.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

HKL laatii esiselvityksen nykyaikaisen johdinautojärjestelmän toteuttavuudesta, hyödyistä ja kustannuksista Helsingissä. Selvityksen perusteella päätetään mahdollisista jatkotoimenpiteistä.

3. Ympäristövyöhykkeet

Yleiskuvaus

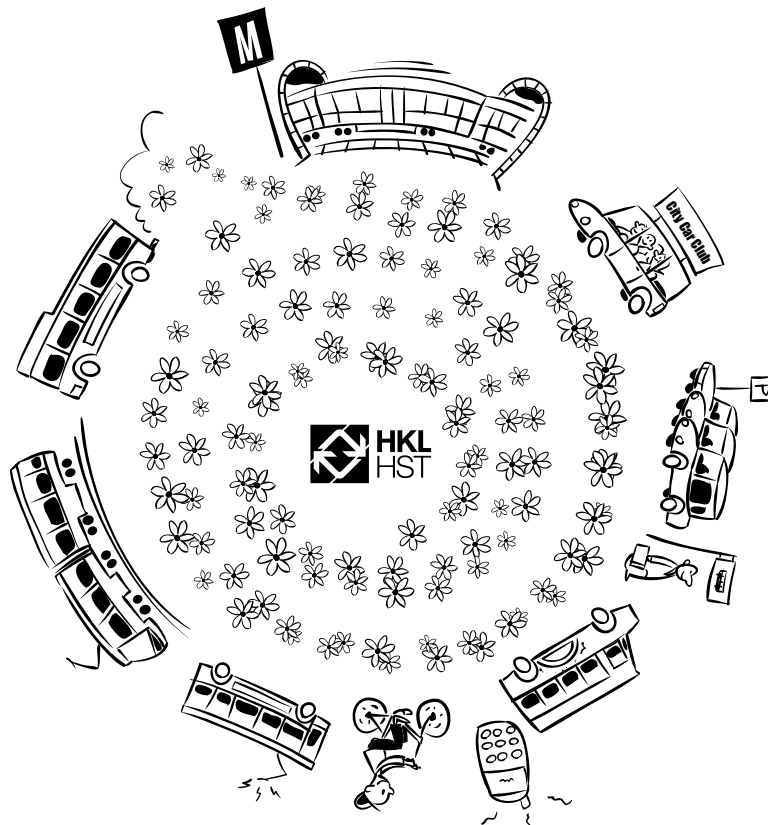
Liikenteen vähäpäästöisyyttä keskusta-alueilla edistetään maailmalla useissa kaupungeissa rajoittamalla vanhempien ja suuripäästöisten ajoneuvojen liikkumista tietyn alueen sisällä. Tällaisista ympäristövyöhykkeistä käytetään esimerkiksi nimiä miljözon (Ruotsi), low emission zone (LEZ, Englanti) tai Umweltzone (Saksa). Ruotsissa Tukholma, Göteborg, Malmö ja Lund ovat määrittäneet keskustansa ympäristövyöhykkeeksi.

Selkeimmillään ympäristövyöhyke tarkoittaa sitä, että päästöjen kannalta kriittisellä alueella, tyypillisesti ydinkeskustan alueella, liikennöiviltä autoilta edellytetään tiettyä suorituskykytasoa päästöjen, lähinnä typen oksidien ja hiukkasien osalta. Suorituskykyvaatimus voi perustua auton Euro-luokkaan tai välillisesti auton ikään. Ideana tässä on, että koska päästömääräykset ovat tiukentuneet progressiivisesti, eliminoimalla vanhimmat autot saadaan aikaan merkittäviä päästövähennyksiä. Energiatohokkuusvaatimuksen liittäminen ympäristövyöhykkeen vaatimukseen on käytännössä mahdotonta ainakin raskaan kaluston osalta, koska mitään vaatimuksia

raskaan kaluston polttoaineen kulutuksen raportoinnista ei ole olemassa.

Ympäristövyöhykkeiden käyttöönottoa perustellaan haitallisten päästöjen vähentymisellä yleensä ja erityisesti terveyshaittojen vähentymisellä. Toisaalta ympäristövyöhykkeen käyttöönotosta aiheutuu kustannuksia, niin hallinnollisia kustannuksia kuin autokaluston nopeutetusta uusimisesta tai päivityksestä johtuvia kustannuksia.

Ruotsi on toiminut eräänlaisena tiennäyttäjänä ympäristövyöhykkeiden osalta. Määräykset otettiin käyttöön vuonna 1996, ja ne koskevat raskasta dieselkalustoa. Ruotsin järjestelmä perustuu autojen maksimi-ikä rajoittamiseen. Vuonna 2008 ympäristövyöhykkeiden lukumäärä lisääntyy merkittävästi, kun ympäristövyöhykkeitä otetaan käyttöön mm. Kööpenhaminassa, Lontoossa ja Saksan eri kaupungeissa. Näissä kohteissa rajoitukset perustuvat ensisijaisesti Euro-luokkiin, mutta säännökset sallivat myös dieselautojen päivittämisen jälkiasettavissa hiukkasia vähentävillä laitteilla. Niinpä painotus on ensisijaisesti hiukaspäästöjen vähentämisessä.



Kuva 16. Ympäristövyöhykkeen perustaminen Helsinkiin voisi olla perusteltua terveydellisistä syistä. Piirros Harri Pakarinen.

Vaikutukset päästöihin

Varsin yleisesti arvioidaan, että raskaaseen kalustoon kohdistuvat vaatimukset vähentävät raskaan kaluston hiukkaspäästöjä 30–40 %. Vaikutus liikenteen kokonaispäästöihin ja ennen kaikkea epäpuhtauksien pitoisuuksiin on kuitenkin vähäisempää. On myös olemassa vyöhykejärjestelmiä, jotka kieltävät bensiiniautot, joissa ei ole katalysaattoria. Eri järjestelmien yhteydessä on arvioitu niin kustannus- kuin terveysvaikutuksiakin. Näiltä osin arviot vaihtelevat suuresti.

Sovellettavuus Helsinkiin

Helsingin kaupungin ympäristökeskus teetätti vuonna 2007 esiselvityksen ympäristövyöhykkeen soveltuvuudesta Helsinkiin. Maantieteellisesti Helsingin niemi sopii hyvin määriteltäväksi ympäristövyöhykkeeksi. Mahdollisen ympäristövyöhykkeen raja-alue voisi olla samantapainen kuin raskaan liikenteen rajoitusalueen kohdalla. Raskaan liikenteen rajoitusalue toimii jo nyt rajoitusalueena ilmanlaadun varautumissuunnitelman NO₂-episoditilanteessa.

Helsingissä ilmanlaatuongelmia aiheuttavat lähinnä hiukkaset, otsoni ja typpidioksidi. Pienhiukkaset (PM_{2,5}) ovat nykytietämyksen mukaan terveydelle haitallisin ulkoilman epäpuhtaus. Ilmanlaadun raja-arvot on kuitenkin asetettu

hengitettävälle hiukkasille (PM₁₀) ja typpidioksidille (NO₂).

Helsingin tapauksessa PM₁₀:n tärkein lähde on katupöly, eikä tähän voida vaikuttaa ajoneuvo-teknisin keinoin. NO₂ taas on pääosin peräisin autojen pakokaasuista. Uusin dieseltekniikka ja jälkiasennetut puhdistimet saattavat jopa lisätä suoraa NO₂-päästöä. Helsingin tapauksessa raskaaseen dieselkalustoon kohdistuvilla toimenpiteillä voitaisiin vaikuttaa hyvinkin pakokaasuista peräisin oleviin hiukkasiin, muttei niinkään ulkoilman hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin eikä typpidioksidipäästöihin, jotka siis ovat ilmanlaadun perusmittareita. Niinpä hiukkaspäästöjen vähentämisen tarpeellisuutta tulisi tarkastella terveysvaikutusten kannalta. PM₁₀ kuvaa pakokaasupäästöjen terveysvaikutuksia suhteellisen huonosti. Pakokaasuperäisten hiukkasten vaikutus näkyy paremmin pienhiukkasten pitoisuuksissa, mutta niihinkin vaikuttavat myös muut tekijät, mm. kaukokulkeuma ja katupöly.

Jos raskaalle kalustolle asetettaisiin nyt Euro 2-tasoinen ja huonomman kaluston kieltö, tämä vaikuttaisi noin puoleen pääkaupunkiseudun busseista. Näin ollen kustannusvaikutus joukkoliikenteeseen olisi huomattava. Jälkiasennettujen pakokaasupuhdistimien salliminen ympäristövyöhykkeellä saattaisi olla kustannustehokas tapa alentaa hiukkaspäästöjä.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

Helsingin kaupungin ympäristökeskus jatkaa ympäristövyöhykettä koskevia selvityksiä katu- ja liikennemallinnusten ja terveysvaikutusarviointien osalta. Jos täydentävillä selvityksillä pystytään osoittamaan, että ympäristövyöhykkeen käyttöönotto olisi perusteltua terveysvaikutusten vähentämiseksi, Helsingin kaupungin pitäisi asettaa varsinainen työryhmä ympäristövyöhykkeen käyttöönottoa valmistelemaan.

4. Kaupunkipyöräkonseptin kehittäminen (yhteiskäyttöpyörät)

Yleiskuvaus, tekninen valmius ja levinneisyys maailmalla

Nykyisen tyyppiset kaupunkipyörät ovat olleet Helsingissä kesäisin käytössä vuodesta 2000. Pyöriä on kesästä riippuen ollut käytettävissä 200–400 kappaletta. Käyttöaika on pääsääntöisesti ollut kesäkuun alusta syyskuun loppuun. Kesän jälkeen palautuneet pyörät on talven aikana korjattu ja huollettu kuntoon. Vikoja on korjattu myös kesän aikana saatujen vikailmoitusten perusteella. Kaupunkipyörät eivät kuulu kaupungin minkään hallintokunnan ydintoihintoihin, mutta Liikennelaitos on hallinnoinut kaupunkipyöriä ja vastannut niiden käytöstä ja kunnossapidosta. Pyörähankinnat on tehty Liikennelaitoksen, Rakennusviraston, Satamalaitoksen, Nuorisoasiankeskuksen ja Ympäristökeskuksen yhteisellä rahoituksella.

Helsingissä kaupunkipyörän on saanut lainattua 26:sta eri telineestä kahden euron panttia vastaan. Kaupunkipyörien sallittu käyttöalue on ydinkeskusta rajautuen pohjoisessa Töölöön ja Hakaniemeen, idässä Katajanokkaan ja lännessä Ruoholahteen. Kaupunkipyörien suunnittelussa lähtökohtana on ollut, että ”pyörän tulee olla sen verran hankala ajettava ja ruman näköinen, ettei se herättäisi vääränlaista omistamisen halua.” Kuitenkin vuosittain kymmeniä, jopa yli sata kaupunkipyörää katoaa, ja säilyneidenkin yksilöiden käyttöikä jää yleensä korkeintaan kolmeen vuoteen.



Kuva 17. Helsingissä käytössä oleva kaupunkipyörämalli. Kuva HKL.

Koska kaupunkipyörien ajettavuus on heikohko, käyttöalue suppea ja pyörän saatavuudesta tai toimivuudesta ei voi olla varma, eivät Helsingin kaupunkipyörät nykyisellään palvele säännöllistä liikkujaa. Puutteistaan huolimatta kau-

punkipyörät ovat Helsingin imagolle positiivisia, kaupunkikuvaa virkistäviä ja palvelevat jossain määrin esim. turistien tarpeita.

Uudet korkealaatuiset kaupunkipyöräjärjestelmät ovat viime vuosina huomattavasti lisääntyneet Euroopassa. Lyonissa 3 000 kaupunkipyörää ja 350 pyörätelinettä käsittävä järjestelmä otettiin käyttöön vuonna 2005. Vuonna 2007 uusia järjestelmiä on otettu käyttöön mm. Pariisissa, Orleansissa, Marseillessa, Mulhousesa, Besanconissa, Brysselissä, Barcelonassa, Sevillassa ja Washingtonissa. Kaikissa pohjoismaisissa pääkaupungeissa on käytössä tai suunnitteilla kehittynyt kaupunkipyöräjärjestelmä. Pääsääntöisesti uudet konseptit on toteutettu kaupunkien ja ulkomaisoperaattoreiden (esim. JC Decaux, Clear Channel) yhteistyönä.

Nykyaikaiset kaupunkipyöräjärjestelmät perustuvat pyörissä ja pyörätelineissä oleviin tietokoneisiin, jotka reaaliaikaisesti seuraavat pyörien toimintakuntoa ja sijaintia, sekä henkilökuntaan, joka tarvittaessa siirtää pyöriä telineistä toisiin ja korjaa ja vaihtaa pyöriä. Järjestelmien tärkeimpiä ominaisuuksia ovat:

- *Hyvä ajettavuus.* Kaupunkipyörät ovat aiempaa kevyempiä ja vaihteistolla varustettuja. Pyörissä on hyvälaatuiset jarrut etu- ja takapyörissä sekä valot.
- *Varma saatavuus.* Kaupunkipyörä on aina saatavilla, koska tietokone seuraa pyörien määrää eri telineissä. Tarvittaessa henkilökunta siirtää pyöriä telineille, joissa pyörät uhkaavat loppua.
- *Luotettavuus.* Tietokone seuraa esim. pyörän jarrujen ja valojen toimintaa ja renkaiden ilmanpainetta. Mikäli pyörä ei ole toimintakunnossa, se lukittuu telineeseen niin, että vain huoltohenkilökunta saa pyörän irti. Huolto tehdään lyhyellä viipeellä.
- *Maantieteellinen kattavuus.* Kaupunkipyörätelineitä on 300–400 metrin välein, jolloin telineelle on aina lyhyt kävelymatka.

Edellä mainituista laatutekijöistä johtuen nykyaikaiset kaupunkipyöräjärjestelmät ovat myös kustannuksiltaan selvästi Helsingin nykyistä kaupunkipyöräjärjestelmää kalliimpia.



Kuva 18. Lyonissa kaupunkipyörät ovat olleet käytössä vuodesta 2005 lähtien. Pyörä irtoaa telineestä paitsi järjestelmän omalla kortilla myös pankki- tai luottokortilla. Järjestelmän ylläpidosta vastaa JC Decaux. Kuva Jean-Christophe Dubacq.



Kuva 19. Barcelonassa kaupunkipyörät ilmestyivät katukuvaan keväällä 2007. Pyörän saa käyttöön etukäteen hankittua viikko- tai vuosikorttia vastaan. Järjestelmää ylläpitää Clear Channel. Kuva Tarja Jääskeläinen.

Vaikutukset päästöihin ja energiankulutukseen

Nykyaikainen kaupunkipyöräjärjestelmä, jossa ajettavuus, saatavuus, luotettavuus ja maantieteellinen kattavuus ovat hyviä, mahdollistaa matkan (matkaketjun) suunnittelun siten, että koko matkan tai osan siitä voi tehdä pyöräillen. Tämä on edellytys sille, että kaupunkipyöräjärjestelmällä voidaan olennaisesti vaikuttaa ihmisten kulkutapavalintoihin ja siten liikennejärjestelmän päästöihin ja energiankulutukseen. Toimiva kaupunkipyöräkonsepti on joillekin ihmisryhmille olennainen osa sellaista liikkumisjärjestelmää, joka mahdollistaa elämän ilman omaa henkilöautoa. Esimerkiksi joukkoliikenne ja toimivat luotettavat kaupunkipyörät yhdessä voivat mahdollistaa autottoman elämäntavan, mutta kumpikaan ei tee sitä yksinään.

Lyonissa vuodesta 2005 käytössä olleilla kaupunkipyörillä (3 000 kpl) tehdään pyörää kohden keskimäärin kahdeksan matkaa päivässä. Tämä tarkoittaa jotakuinkin sitä, että yksi prosentti kaupunkilaisten matkoista tehdään kaupunkipyörillä koko puolen miljoonan asukkaan kaupungin alueella. Kulkumuoto-osuutta on pidettävä huomattavana, sillä esimerkiksi joukkoliikenteen kulkumuoto-osuuden kasvattaminen yhdellä prosenttiyksiköllä edellyttäisi Helsingissä useiden satojen miljoonien hintaisia infrastruktuuri-investointeja tai huomattavaa muuta joukkoliikenteen palvelutason parantamista. Toisaalta on otettava huomioon, että kaupunkipyörämatkat ovat melko lyhyitä matkoja (Lyonissa matkan keskipituus on 2,6 km).

Helsingin sääolosuhteissa kaupunkipyörien käyttö ainakin talven aikana jäisi olennaisesti Lyonia vähäisemmäksi. Kuitenkin, vaikka kaupunkipyörien käyttö jäisi vain puoleen Lyonin vastaavasta, olisi vaikutus päästöihin ja energiankulutukseen Helsingissä liikennejärjestelmätasolla merkittävä.

Tanskalaisen tutkimuksen mukaan pyöräilyn terveydelliset ja tuotannolliset hyödyt ovat noin 0,7 euroa kilometriltä. Kööpenhaminaan pohjautuvan arvion mukaan, mikäli helsinkiläiset pyöräilisivät kolmanneksen nykyistä enemmän, terveydenhoitojärjestelmä säästäisi 8 miljoonaa euroa vuodessa, tuotannolliset menetykset olisivat 20 miljoonaa euroa vähemmän ja sairauspoissaolot 3,3 % pienemmät. (Poljin 8/2007)

Kustannukset ja sovellettavuus Helsingissä

Helsingin nykyisten kaupunkipyörien hankintakustannus on ollut noin 400 euroa/pyörä. Korjaus ja ylläpitokulut ovat lisäksi muutamia kymmeniä tuhansia euroja vuodessa.

Nykyaikaisen kaupunkipyöräjärjestelmän kustannukset ovat olennaisesti Helsingin nykyistä konseptia suuremmat. Pyörien ja telineiden investointikustannukset ovat yhteensä keskimäärin hieman yli 1 000 euroa/pyörä. Järjestelmän ylläpidon ja pyörien korjauksen kustannukset vaihtelevat järjestelmän ominaisuuksista riippuen lisäksi muutamasta sadasta muutamaan tuhanteen euroon pyörää kohti vuositasolla.

Useissa kaupungeissa kaupunkipyöräjärjestelmän operaattori on ulkomainosyhtiö ja kaupunkipyörät rahoitetaan kokonaan tai osaksi yhtiön käyttöönsä saamalla mainostilalla. Helsingissä kokonaan uutta mainostilaa voisi olla esim. kaupunkipyörätelineisiin sijoitettavat mainokset. Itse pyörissä mainoksia ei juuri pidetä.

Korkealaatuisen kaupunkipyöräkonseptin toteuttaminen Helsingissä edellyttäisi mm. selvästi nykyistä laajempaa pyörätelineverkostoa. Telineiden kaupunkikuvallisessa sijoittamisessa ja rakennuslupaprosesseissa kaupunkisuunnitteluviraston ja rakennusvalvontaviraston panokset olisivat olennaiset edellytykset.



Kuva 20. Matkantekoa kaupunkipyörällä Helsingissä. Kuva HKL.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

Helsingin kaupunkipyöräkonseptia kehitetään osana ympäristöystävällistä liikennejärjestelmää, joka mahdollistaa ennakkoon suunnitellut joukkoliikenteen ja kaupunkipyörän matkaketjut. Nykyisen kaupunkipyöräjärjestelmän tilalle hankitaan nykyaikainen, luotettava ja asiakasystävällinen järjestelmä. Vuonna 2008 laaditaan suunnitelma järjestelmän tarkoituksenmukaisista ominaisuuksista Helsingissä sekä soveltuvasta hankintamallista ja toteutuspolusta. Tavoitteena on uuden kaupunkipyöräkonseptin käyttöönotto kesällä 2009.

5. Yhteiskäyttöautoilun kehittäminen

Yleiskuvaus

”Jos et voi voittaa pahinta kilpailijaasi (henkilö-autoa), niin liittoudu sen kanssa!”

Yhteiskäyttöautoa voi käyttää palveluun rekisteröitynyt käyttäjä varaamalla auton etukäteen. Järjestelmäoperaattori toimittaa auton asiakkaan valitsemaan noutopisteeseen

ja auto on asiakkaan käytössä valitusta ajan-kohtasta lähtien. Asiakas voi palauttaa auton joko samaan tai johonkin muuhun noutopisteeseen. Perinteiseen autonvuokraukseen verrattuna auton käyttö on vaivatonta, sillä asiakkaan ei tarvitse autoa noutaessaan tai palauttaessaan käydä vuokraamossa. Varauksen voi tehdä internetissä ja auton ovi aukeaa tekstiviestillä.



Kuva 21. City Car Clubille varattuja paikkoja on ympäri kaupunkia. Kuvat City Car Club.

Sovellettavuus Helsinkiin

HKL on 1.4.2007 alkaen yhteistyössä City Car Clubin kanssa tarjonnut HKL:n suoraveloitusasiakkaille edullista tuotetta, jossa yhdistyvät HKL:n suoraveloituslippu (kausilippu) ja City Car Clubin jäsenyys ja kuukausimaksu. Asiakas maksaa tuotteesta 43,90 euron kuukausimaksua (vuoden 2007 hintataso), joka on 2 euroa suurempi, kuin pelkkä Helsingin sisäisen joukkoliikenteen kausilippu. Normaalihintaisena City Car Clubin kuukausimaksu on 9,90 euroa eli yhteisessä tuotteessa alennus on 7,90 euroa/kk.

Lisäksi City Car Club ei veloita yhteistuotteen ottajalta normaalia 69 euron liittymismaksua.

Ympäristöystävällisen kaupunkiliikenteen näkökulmasta yhteiskäyttöautoilun hyödyt ja perusteet HKL:n ja yhteiskäyttöyritysten kumppanuudelle voidaan tiivistää seuraavasti:

- Asiakkaiden näkökulmasta yhteinen lipputuote on vaivaton ja se laajentaa tiettyjen asiakasryhmien osalta olennaisesti HKL:n tarjoamaa kaupunkiliikennepalettia. Asiakas myös välttyy auton omistamiseen liittyviltä haitoilta ja kustannuksilta.

- Tarjoamalla kaupunkilaisille edullinen mahdollisuus yhteiskäyttöautoon kannustetaan elämään ilman omistusautoa. On tyypillistä, että ostettuaan oman auton ihminen käyttää sitä sellaisiinkin matkoihin, joilla voisi hyvin käyttää joukkoliikennettä. Useimmissa suurissa kotitalouksissa on oma auto ja yhteiskäyttöautolla voidaan vähentää tarvetta hankkia kakkosauto.
- Lähes jokaiselle ihmiselle tulee tilanteita, joissa henkilöauto syystä tai toisesta on välttämätön. Ympäristöystävällisen kaupunkiliikenteen kokonaispaletissa nämä tarpeet palvelevat yhteiskäyttöautolla. Yhteiskäyttöautosta maksettavat tunti- ja kilometrikorvaukset nostavat matkan hinnan kuitenkin selvästi joukkoliikennematkaa korkeammaksi, joten kaupunkilainen käyttää yhteiskäyttöautoa vain todellisessa tarpeessa.
- HKL:n ja yhteiskäyttöautoyritysten kumppanuuden ydintuotteena oleva suoraveloituslippu (kausilippu) on HKL:n kannalta taloudellisesti edullinen. Suoraveloituslipun käyttöön kannustaminen tuo HKL:lle pitkällä aikajänteellä todennäköisesti suuremmat lipputulot ja sitoutuneemmat asiakkaat. Suoraveloituslipuissa HKL säästää muutaman prosentin myyntiprovision, joka useimmissa muissa myyntikanavissa veloitetaan.

Lisäksi yhteiskäyttöautot ovat tyypillisesti uusia ja vähäpäästöisiä verrattuina tyypillisiin omistusautoihin. Yhteiskäyttöautoilu myös vähentää pysäköintipaikkojen kokonaistarvetta, kos-

ka sama auto on päivän aikana usean ihmisen käytössä.

HKL:n yhteistyökumppanina on ollut City Car Club. Käytettävät yhteistyöperiaatteet ovat kuitenkin sellaisia, joita voidaan soveltaa minkä tahansa yhteiskäyttöautoja välittävän yrityksen kanssa tehtävään yhteistyöhön. Kumppanuutta voidaan laajentaa uusiin osapuoliin, mikäli muita riittävän volyymin toimijoita tulee Helsinkiin. Yhteiskäyttöautoilu on Suomessa kansainvälisesti ja pohjoismaisestikin verrattuna vähäistä. City Car Club on Helsingissä toiminut seitsemän vuoden ajan saavuttaen vajaan kahden tuhannen asiakkaan määrän. HKL:n kanssa aloitetun yhteistyön myötä ensimmäisen vajaan puolen vuoden aikana asiakasmäärä kasvoi yli kolmanneksella ja suuntaus jatkuu. HKL:n toiminnan mittakaavassa kyse on kuitenkin pienistä määristä, vaikka suhteellinen kasvu on huomattava.

Kasvupotentiaalia arvioitaessa tulee ottaa huomioon, että yhteisen tuotteen markkinointi on toistaiseksi ollut melko pienimuotoista. Vain pienehkö osa kaupunkilaisista tietää tarjolla olevasta tuotteesta. Markkinointia tullaan tehostamaan, kun yhteisen tuotteen myyntiin liittyvä suoraveloitusjärjestelmä saadaan parempaan kuntoon keväällä 2008. Omistusauto on myös niin juurtunut suomalaiseen identiteettiin, että tästä ajatuksesta luopuminen ei tapahdu hetkessä, vaan tehtävä työ on nähtävä hyvin pitkäjänteisenä.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

Henkilöautojen yhteiskäyttöä lisätään. Kaupungin ja yhteiskäyttöautoja tarjoavien yritysten yhteistyötä kehitetään tavoitteena vähentää tarvetta yksityisauton hankintaan Helsingissä. Nykyisen yhteistuotteen hankintaa helpotetaan ja käytettävyyttä parannetaan sekä markkinointia lisätään.

6. Liityntäpysäköinnin kehittäminen

Liityntäpysäköinnin merkitys pääkaupunkiseudulla on kasvussa. Sukkulointi kehyskunnista kasvaa nopeasti. Suuri osa kehyskuntien maankäytöstä on paikoissa, joissa hyvälaatuista joukkoliikennettä ei ole. Henkilöautolla pääkaupunkiseudulle tulevia voidaan kuitenkin houkuttaa joukkoliikenteeseen liityntäpysäköinnin ja korkealaatuisten raideliikenneyhteyksien avulla. Myös Helsingin sisällä bussiliikenne ei melko hyvästä palvelutasostaan huolimatta houkuttele vaativimpia asiakasryhmiä, mutta hyvin järjestetyn liityntäpysäköinnin ja raideyhteyden avulla näidenkin asiakasryhmien matkat voidaan saada joukkoliikenteeseen.

Liityntäpysäköinti on joukkoliikenneoperaattorin näkökulmasta perusteltua, koska se tuo lisää matkustajia joukkoliikenteeseen. Liityntäpysäköinnin järjestämisen kustannukset ovat kuitenkin pääsääntöisesti suuret ja puhtaasti joukkoliikenteen näkökulmasta ajateltuna samalla rah summalla saataisiin monesti muihin kehittämis-toimenpiteisiin sijoitettuna suuremmat matkustajamäärät. Liityntäpysäköinnin edut kaupungille ja liikennejärjestelmälle ovat kuitenkin laajemmalla. Liityntäpysäköinti parantaa erityisesti keskustan viihtyisyyttä ja liikenteen toimivuutta, koska keskustaan suuntautuva henkilöautomäärä ja pysäköintitilan tarve on vähäisempi.

Nykyisten liityntäpysäköintialueiden käyttöasteet vaihtelevat, mutta pääsääntöisesti liityntäpysäköintipaikoista on pulaa. Liityntäpysäköintialueet sijoittuvat raskaan raideliikenteen asemien läheisyyteen ja maanarvo on tällöin melko suuri. Liityntäpysäköintipaikkoja tulee kuitenkin kyetä tarjoamaan niin paljon, ettei niiden puutteen vuoksi henkilöauto jää käytännössä ainoksi vaihtoehdoksi.

Liityntäpysäköinnin määrää voidaan säädellä pysäköintipaikkojen hinnoittelulla. Muutamia

poikkeuksia lukuun ottamatta liityntäpysäköinti on pääkaupunkiseudulla nykyisin maksutonta.

Liityntäpysäköinnin kustannustehokkuuden parantaminen on mahdollista myös yhteistyöllä yksityisen sektorin kanssa. Pysäköintipaikkojen kustannuksia voidaan jakaa eri toimijoiden kesken, mikäli niiden tarvitsema pysäköintitila on ajallisesti erilaista (yhteiskäyttöpotentiaali). Esimerkiksi liityntäpysäköinnin tarpeisiin kysyntä on voimakkain työaikaan, kun taas päivittäistavarakauppa tarvitsee pysäköintitilaa työajan jälkeen. Yksityinen sektori hyötyy myös siitä, jos liityntäpysäköinti tuo potentiaalisia asiakkaita lähelle heidän palvelujaan. Suositeltavassa ratkaisussa joukkoliikenne, liityntäpysäköinti ja kaupalliset palvelut on yhdistetty toisiinsa laadukkaan välitilan avulla. Välitilan tulee olla säältä suojattu ja sisältää palveluita, levähtämismahdollisuuksia ja virikkeellisiä toimintamahdollisuuksia.

Herttoniemen liityntäpysäköintilaitoksesta tehtyjen esimerkkilaskelmien (WSP 2007) perusteella yhteistyö yksityisen ja julkisen sektorin välillä voi tuottaa merkittäviä hyötyjä molemmille osapuolille. Yksityisen sektorin hyödyt perustuvat pääasiassa lisääntyneeseen myyntiin ja liityntäpysäköintipaikkojen tarjoamiin ylimääräisiin asiakaspysäköintipaikkoihin kaupan ruuhka-aikoina. Kaupungin hyödyt perustuvat kaupan osittain tai kokonaan maksamien asiakaspaikkojen hyödyntämiseen liityntäpysäköinnin ruuhka-aikoina ja arvokkaan maa-alan tehokkaampaan käyttöön. Merkittäviä hyötyjä syntyy myös yksityisen sektorin maksaessa liityntäpysäköintipaikkojen ylläpitokustannukset.

Henkilöauton liityntäpysäköinnin lisäksi polkupyöräpysäköinnin määrällisestä ja laadullisesta riittävydestä asemilla ja keskeisillä pysäkeillä tulee huolehtia.



Kuva 22. Kulosaaren metroaseman liityntäpysäköinti. Kuva HKL.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

HKL yhteistyössä kaupunkisuunnitteluviraston, rakennusviraston ja YTV:n kanssa huolehtii liityntäpysäköinnin riittävydestä kysyntää vastaavasti. Liityntäpysäköintiä lisättäessä pyritään ensisijaisesti yhteistyöhankkeisiin yksityisen sektorin (esim. kauppakeskukset) kanssa. HKL:n kannalta on jatkossa tärkeää selvittää liityntäpysäköinnin hyötyjen ja kustannusten jakoa kaupungin hallintokuntien välillä ja seudullisesti.

7. Laajamittaisen kutsuohjatun liikennemuodon kehittäminen

Kutsujoukkoliikennettä ja kutsuohjattua suljettuja kuljetusjärjestelmiä on tutkittu ja pienessä muodossa kokeiltu 1990-luvulta lähtien. Vaikka alan tekninen kehitys on nopeaa, suuren mittakaavan läpimurtoa laajamittaisessa kutsujoukkoliikenteessä ei kansainväliselläkään tasolla ole vielä tapahtunut. Liikenne- ja viestintäministeriön tuella on Suomessa kehitetty ja kokeiltu lukuisia kutsujoukkoliikenteitä pääosin maaseutuolosuhteisiin mutta myös kaupunkiin. Liikenne- ja viestintäministeriön kokoamassa Joukkoliikenne nousuun -työryhmässä (2004) kutsujoukkoliikenne tunnistettiin potentiaalisiksi keinoksi parantaa joukkoliikenteen kilpailukykyä perustavaa laatua olevalla tavalla ja saavuttaa merkittävä kulkumuotosiirtymä henkilöautosta joukkoliikenteeseen. EU on osallistunut kutsujoukkoliikenteen kansainvälisen tutkimuksen rahoitukseen useissa hankkeissa merkittäväällä panoksella.

Helsingissä kutsujoukkoliikennejärjestelyt ovat olleet melko pienimuotoisia. Lukuisilla palvelulinjoilla on reittiosuuksia, joita ajetaan vain kutsusta. Palvelulinjalla P22 Haagassa on muutamia kiinteitä pysäkkejä ja niiden välillä reitti muodostuu kutsujen perusteella. Palvelulinjalla P14 Töölössä kutsuohjausta kokeiltiin, mutta linja lopetettiin vähäisen kysynnän takia. Lokakuussa 2007 HKL aloitti ensimmäisen täysin kutsuohjautuvan palvelulinjan P10, joka liikennöi Kallio-Koskelan alueella 297 pysäkin välillä siten, että reitti muodostuu ainoastaan asiakkaiden tekemien kutsujen perusteella.

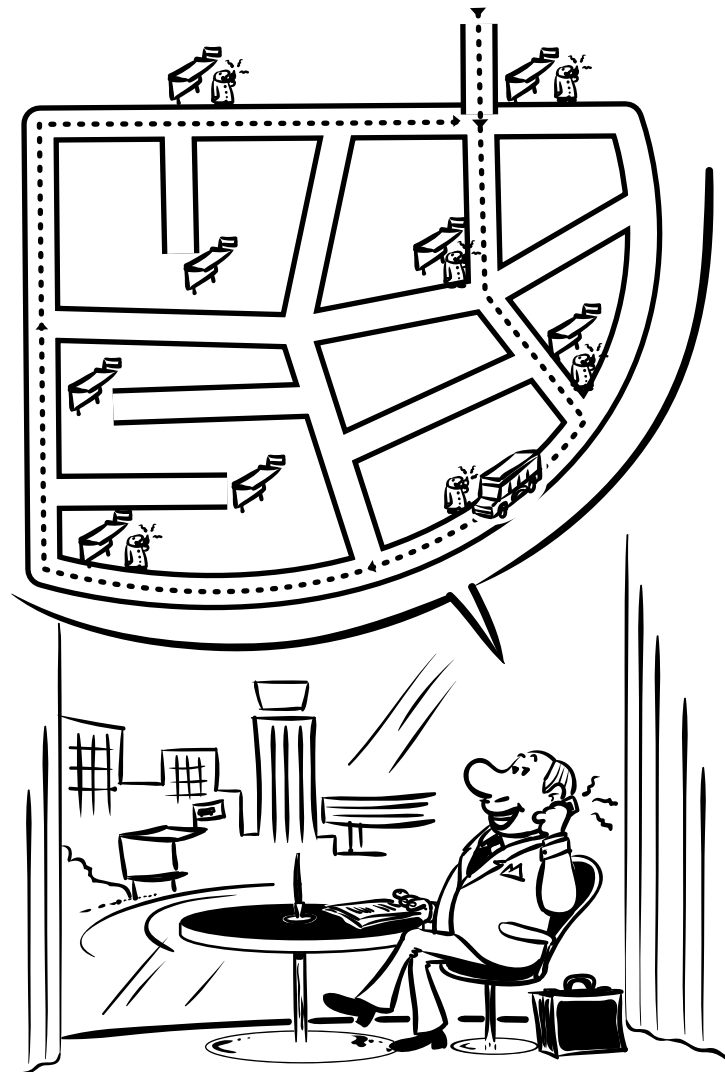
Laajamittainen kutsujoukkoliikenne Helsingissä tai pääkaupunkiseudulla voisi tarkoittaa vapaasti reitittyvää koko kaupungin (seudun) kattavaa järjestelmää, jossa asiakkaille järjestettäisiin matkat tilausten perusteella osoitteista osoitteisiin (tai pysäkeiltä pysäkeille). Järjestelmä olisi perinteisen joukkoliikenteen ja taksin välissä. Palvelutasoltaan se olisi monilla matkoilla selvästi tavanomaista joukkoliikennettä parempi, mutta kustannuksiltaan selvästi taksiliikennettä alempi. Kun suuri määrä matkoja organisoidaan yhdistelyjärjestelmän avulla, voidaan kuljetukset järjestää olennaisesti henkilöautoja ja takseja vähäisemmällä ajoneuvomäärällä palvelutason kuitenkin juuri kärsimättä. Henkilöautomatkaan nähden palvelutaso jopa paranee,

sillä kuljettajan huolehtiessa ajamisesta matkustaja voi käyttää matka-ajan tehokkaasti eikä myöskään pysäköinnistä tarvitse huolehtia.

Laajamittaisen kutsujoukkoliikenteen tavoite on tarjota kohtuuhintaan niin hyvä palvelutaso, että merkittävä osa henkilöautoilijoista siirtyy kutsujoukkoliikenteen käyttäjiksi. Koska matkoja yhdistellään, kokonaisajoneuvosuorite vähenee olennaisesti. Päästöt vähenevät ja liikenneväylien ruuhkaisuus vähenee, mikä edelleen vähentää päästöjä ja muita yhteiskuntataloudellisia haittoja.

Laajamittaisen kutsujoukkoliikenteen potentiaalia pääkaupunkiseudulla on teoriatasolla tutkinut mm. Kansanterveyslaitoksen tutkijaryhmä Jouni Tuomiston johdolla (Tuomisto 2005). Ryhmän tarkastelussa kutsujoukkoliikenne muistuttaa tekstiviestillä tilattavaa kimpptaksia, joka kuljettaa käyttäjän päämääräänsä käyttäjän halutun aikana. Liikenteessä tarvittavien autojen määrä vähenisi huomattavasti. Puolet nykyisistä henkilöautomatkoista voitaisiin hoitaa noin 16 000 ajoneuvolla, kun pääkaupunkiseudulla on tällä hetkellä yli 340 000 ajoneuvoa. Tarkastelun mukaan kutsujoukkoliikenne vähentäisi liikenteen hiilidioksidipäästöjä jopa 70 % ja pienhiukkaspäästöjä noin 20 %. Tutkimus on hyvin karkea, mutta antaa suuruusluokkakäsityksen laajamittaisen kutsujoukkoliikenteen potentiaalista.

Syksyllä 2007 on käynnistynyt kolmivuotinen tutkimushanke ”Metropolialueen kysyntäohjautuva joukkoliikenne”. HKL on osarahoittajana hankkeessa, jonka päärahoittaja on TEKES ja jonka käytännön toteutuksesta vastaa Teknillisen korkeakoulun Ohjelmistoliiketoiminnan ja -tuotannon laboratorio. Hankkeessa selvitetään, miten nykyistä joukkoliikennejärjestelmää voidaan täydentää uudella kysyntäohjautulla palvelulla, jonka toiminta perustuu matkustajien valitsemiin kriteereihin ajasta, hinnasta ja muusta laadusta. Järjestelmän tulee huolehtia kustannustehokkaasti sekä (1) olemassa olevien joukkoliikennelinjojen syöttö- ja purkuliikenteestä että (2) kysyntäohjautusta ovelta-ovelle -liikenteestä. Hankkeen yhtenä tavoitteena on pilotoida laajamittaista kutsujoukkoliikennejärjestelmää pääkaupunkiseudun alueella.



Kuva 23. Kutsuohjatulla joukkoliikenteellä pyritään houkuttelemaan henkilöautoilijoita joukkoliikenteen käyttäjiksi. Piirros Harri Pakarinen.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

HKL jatkaa kutsuohjatun joukkoliikenteen kehittämistä Helsingissä. HKL osallistuu aktiivisesti kolmivuotiseen Metropolialueen kysyntäohjautuva joukkoliikenne –hankkeeseen ja hankkeen tuloksista riippuen valmistautuu laajamittaisen kutsujoukkoliikenteen pilotointiin Helsingissä.

8. Liikkumisen ohjauksen tehostaminen

Yleiskuvaus ja kokemukset muualta

Liikkumisen ohjauksen tavoitteena on edistää kestävästä liikkumisesta ja siten vähentää ja tehostaa henkilöautoliikennettä. Kestävästä liikkumisesta edistetään useista eri vaihtoehdoista muodostuvana kokonaisuutena. Liikkumisen ohjauksen työkalut perustuvat tiedon tuottamiseen, välittämiseen ja koordinaatioon. Ne ovat ns. pehmeitä keinoja, jotka pääsääntöisesti eivät rajoita tai estä kenenkään toimia.

Suomeen on mm. liikenne- ja viestintäministeriön (LVM) toimesta suunniteltu liikkumisen palvelukeskusten perustamista. Niiden tehtäviin kuuluisi:

- informaatio ja neuvonta kestävästä liikkumisesta vaihtoehdoista (puhelinpalvelu, asiakaspalvelupiste, mobiilipalvelut, internet-palvelut, esitteet, tiedotteet)
- suoramarkkinointi yrityksille ja yksityishenkilöille (työpaikkojen liikkumissuunnitelmien laatiminen, työsuohjejoukkoliikennelipun markkinointi, erilaisten tapahtumien liikkumisen järjestely)
- koulutusmateriaalien tuottaminen ja koulutuksen järjestäminen
- myynti-, vuokraus- ja varauspalvelut (autojen yhteiskäyttöpalvelu, kutsuohjatun joukkoliikenteen varaus, maksullisen pyöräpysäköinnin varaus).

Tampereen kaupungin joukkoliikennetoimisto yhteistyössä Ympäristötietokeskus Moreenian kanssa tekee pieniä kampanjoita 1–2 kertaa vuodessa suoramarkkinoiden joukkoliikennepalveluita ja lipputuotteita postitse kotitalouksiin. Lisäksi suoramarkkinointia on tehty seudun yrityksiin. Tampereen kaupungin enemmistöomistuksessa olevan Moreenian tehtävänä on ympäristötiedotus ja koulutus ja tärkeänä tavoitteena on ilmastonmuutoksen hillintä. Keskuksessa on pysyvät näyttelyt sekä joukkoliikenteestä että kevyestä liikenteestä. Moreenia on mm. jakanut opetusmateriaaleja kouluihin, viestinyt työsuohjeistuksesta yrityksille sekä selvittänyt yhteiskäyttöautopalvelun edellytyksiä Tampereen seudulla.

Kansainvälisistä esimerkeistä vanhimpia on Itävallan Grazissa vuodesta 1997 toiminut liikkumisen palvelukeskus MobilZentral. Keskuksen toiminta käsittää joukkoliikenteen neuvonnan puhelimitse ja asiakaspalvelupisteessä, lipunmyynnin, yrityskonsultoinnin ja polkupyörien

vuokrauksen. Keskuksessa kuukausittaisen vierailukäyntien (3 000 asiakasta) ja puheluiden (3 500 kpl) määrä on suuri suhteessa alueen asukaslukuun (240 000 as.) Keskuksen rahoituksesta vastaavat yhtä suurilla osuuksilla kaupunki, lääni ja ministeriö.

Myös Englannissa ja Ruotsissa viime vuosina saadut kokemukset joukkoliikenteen suoramarkkinoinnista ovat olleet myönteisiä.

Kustannukset ja sovellettavuus Helsingissä

LVM:n ja YTV:n teettämän selvityksen *Pääkaupunkiseudun liikenneinfokeskus. Esiselvitys* (ALNO-julkaisu 42/2007) perusteella on tarkoituksenmukaista perustaa liikkumisen palvelukeskus pääkaupunkiseudulle ensi vaiheessa laajentamalla nykyisen Liikenneneuvonnan toimintaa. Liikenneneuvonnan henkilöstö on ammattitaitoista ja tuntee hyvin seudun joukkoliikenteen. Liikenneneuvonta on auki seitsemänä päivänä viikossa ympäri vuoden ja henkilökunnan nykyinen määrä on 9 henkilöä. Aukioloaikaa tullaan aikaistamaan tunnilla arkaamuisin, mikä voidaan hoitaa yhden henkilön päivystyksenä henkilöstön työvuoroja muuttamalla.

Nykyisestä laajennettua Liikenneneuvontaa voitaisiin kutsua Infokeskukseksi. Ensi vaiheessa sen tehtäviin kuuluisi:

- kestävien kulkumuotojen liikenneneuvonta
- joukkoliikenteen poikkeusinformaation koordinaatio (nykyistä laajempaan kattaen myös bussiliikenteen).

Myöhemmin tehtäviä voitaisiin laajentaa joukkoliikenteen markkinointiyhteistyöhön kiinteistöväliittäjien kanssa (korkeatasoinen osoitekohtainen joukkoliikenneinformaatio kaikille asunnon ostoa harkitseville) ja yrityksille suunnattuun suoramarkkinointiin esimerkiksi työsuohjejoukkoliikennelipusta tai yritysten liikkumissuunnitelmista.

Liikkumissuunnitelman avulla työpaikka voi kehittää työmatkaliikkumista johdonmukaisesti. Suunnitelmallisuus tehostaa yksittäisten keinojen vaikuttavuutta ja antaa henkilöstölle tietoa käytettävissä olevista liikkumisen vaihtoehdoista ja eduista. Resurssien lisääminen suurten työpaikkojen liikkumissuunnitelmien tekemiseen on todennäköisesti varsin kannattavaa HKL:lle. Kontaktoitavan suuren matkustajapotentiaalin lisäksi suunnitelmien tekoon liittyvät

nykytilan kartoitukset ja kehittämisideat välittäisivät tietoa mm. joukkoliikennetarjonnassa olevista puutteista ja auttaisivat kohdistamaan joukkoliikenteen reittejä ja aikatauluja paremmin kysyntää vastaavasti.

Toimintaan voitaisiin jatkossa sisällyttää myös muita joukkoliikennejärjestelmän hyvää tunte-
musta edellyttäviä asiakaspalvelutoimintoja kuten kutsuohjatun joukkoliikenteen kutsujen vastaanottoa ja välitystä.



Kuva 24. Liikenneneuvonnan toimenkuvaa ollaan laajentamassa infokeskukseksi. Kuva HKL.

Esitys toimenpiteiksi Helsingissä

HKL yhteistyössä YTV:n kanssa perustaa vuoden 2009 alusta seudullisen Liikenneinfokeskuksen nykyisen Liikenneneuvonnan päälle kehittämällä palvelua siten, että aukioloaikoja kasvatetaan ja palvelutarjontaa laajennetaan poikkeusinformaation koordinoituihin (ml. kokonaan uusi bussiliikennettä koskeva poikkeusinformaatio). Lisäksi resursseja lisätään toiminnan alusta tai vaiheittain joukkoliikenteen suoramarkkinointiin suurille työpaikoille (työsuhdejoukkoliikennelippu, liikkumissuunnitelmat) ja kiinteistövälittäjien kautta asuntoa vaihtaville henkilöille.

9. Yhteenveto

Kaupunkiliikenteen ympäristöystävällisyyden kehittämiseksi on Helsingissä paljon mahdollisuuksia. Tässä raportissa on käsitelty lähinnä niitä toimenpiteitä, jotka ovat HKL:n toteutettavissa.

Valinnoissa keskeisimpiä periaatteita on, että hyödynnetään parhaita käytettävissä olevia ja hyötyihin nähden kustannustehokkaita ratkaisuja sekä toisaalta tuetaan ja osallistutaan tuotekehitykseen, joka tähtää ympäristön kannalta entistä parempien ratkaisujen kehittämiseen tuotantokäyttöön soveltuviksi.

Kunakin aihealueen osalta on raportissa esitetty tarkoituksenmukaiset Helsingissä toteutettavat toimenpiteet. Lyhyellä, korkeintaan muutaman vuoden aikajänteellä toteutettavat toimenpiteet liittyvät sähkökäyttöisen raideliikenteen kehittämiseen, dieselmoottoritekniikan kehitykseen, maa- ja biokaasun käyttöön, toisen sukupolven biopolttoaineiden hyödyntämiseen, hybridibusseihin, kaupunkipyöräkonseptiin, yhteiskäyttöautoilun edistämiseen, liityntäpysäköinnin kehittämiseen ja liikkumisen ohjauksen tehostamiseen. Pitemmällä aikajänteellä edellä mainittuihin aihepiireihin liittyvien toimenpiteiden lisäksi mahdollisesti konkretisoituvat toimenpiteet voivat lisäksi liittyä vetybusseihin, johdinautoihin ja laajamittaiseen kutsujoukkoliikenteeseen. Ympäristövyöhykkeiden toteutuminen voi ajoitukseltaan olla lyhyen tai pitkän aikavälin toimenpide.

Raportissa Helsinkiin esitetyt toimenpiteet on lueteltu kootusti seuraavassa.

Sähkökäyttöinen raideliikenne

- Joukkoliikenteen seudullista palvelutasoa ja kilpailukykyä parannetaan erityisesti laajentamalla metro- ja raitioliikenneverkkoa sekä kaupunkiratoja, tehostamalla liityntälinjastoja raideliikenteen asemille sekä parantamalla asemien liityntäpysäköintimahdollisuuksia. Erytishuomiota kiinnitetään lisäksi poikittaisen joukkoliikenteen kehittämiseen. Joukkoliikenteen kehittämisen avulla pyritään henkilöautosidonnaisuuden vähentämiseen, ohjaamaan pääosa liikenteen kasvusta joukkoliikenteeseen sekä kasvattamaan joukkoliikenteen kulkumuoto-osuutta ja tätä kautta pitämään Helsingin ja koko pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmä toimivana ja liikenteen kokonaisenergian kulutus mahdollisimman pienenä.

- Raideliikennejärjestelmän runko ja liikenne-
muotojen välinen työnjako kantakaupungissa määritellään vuoden 2008 aikana osana HKL:n ja kaupunkisuunnitteluviraston yhteistä KARA2050-työtä (kantakaupungin raidejärjestelmä).

Dieselmoottorien tekniikan kehittyminen

- HKL yhdessä YTV:n kanssa jatkaa tutkimusta eri moottoreiden aiheuttamista todellisista päästöistä helsinkiläisissä liikenneolosuhteissa. HKL kannustaa bussiliikennöitsijöitä ympäristön kannalta puhtaampiin moottori-
valintoihin bussiliikenteen kilpailuttamisessa käytettävän laatupisteytyksen avulla, jota kehitetään jatkuvasti. Lisäksi HKL pyrkii osaltaan vaikuttamaan, että bussin moottorin energiankulutus lisätään EU-tasolla yhdeksi standardoidusti mitattavaksi aiheeksi lähipäästöjen rinnalle.

Biodiesel

- HKL toimii aktiivisena osapuolena kolmi-
vuotisessa toisen sukupolven biodieselin NExBTL-hankkeessa. Lähipäästöjä vähentävää biodieseliä pyritään käyttämään erityisesti niiden katukuilujen bussiliikenteessä, joissa EU:n ilmanlaadulle asettamat raja-arvot ylittyvät.
- Mikäli kokeilu vahvistaa lähipäästöjen ja elinkaaren aikaisten kasviuonekaasupäästöjen vähenevän oleellisesti ja polttoaineen kustannukset ovat edulliset suhteessa saavutettaviin hyötyihin ja polttoaineen raaka-
aineen tuotanto voidaan ratkaista kestäväällä tavalla, HKL ryhtyy toimenpiteisiin toisen sukupolven biodieselin osuuden kasvattamiseksi olennaisesti fossiilisen dieselpolttoaineen kustannuksella.

Maa- ja biokaasu

- HKL selvittää tutkimuksin maakaasubusseista todellisessa ajossa syntyvät päästöt dieselbusseihin verrattuna. Mikäli todelliset päästöt antavat perusteen, HKL hyödyntää maakaasusta käyttövoimana bussiliikenteen kilpailuttamisessa käytettävässä laatupisteytyksessä.
- HKL yhteistyössä YTV:n, Gasumin ja bussiliikennöitsijöiden kanssa edistää maa- ja biokaasun uuden tankkausinfrastruktuurin syntymistä siten, että maa- ja biokaasun tankkauspiste on tarvittaessa saatavissa ainakin liikennöitsijöiden keskeisimmille varikoille kohtuullisin kustannuksin.

- HKL neuvottelee ja selvittää Gasumin, Helsingin Veden ja YTV:n kanssa biokaasun hyödyntämismahdollisuudet joukkoliikenteessä.
- HKL vaikuttaa aktiivisesti viranomaisiin, jotta maakaasuaajoneuvojen käyttökielto Kampin terminaalissa voitaisiin poistaa.

Bioetanoli

- HKL seuraa bioetanolin käytöstä saatavia kokemuksia Ruotsissa. Mikäli bioetanoli osoittautuisi ympäristön kannalta elinkaari-vaikutustensa osalta muita biopolttoaineita (esim. biodiesel) paremmaksi ja bioetanolia käyttäviä moottoreita tulisi markkinoille useilta valmistajilta, harkitaan bioetanolin soveltuvuutta Helsingin joukkoliikenteeseen.

Vety ja hytaani

- HKL seuraa vetybussien teknologian kehitystä, vedyn valmistusteknologioiden kehitystä, Pekingin olympialaisten hytaanibussikokeilua sekä EU:n vetyajoneuvoja koskevan asetuksen valmistelua.

Hybridibussit

- HKL yhteistyössä liikennöitsijöiden kanssa käynnistää pilotin muutamien hybridibussien liikennöinnistä vuoden 2008 aikana. Pilotista saatavien päästöjä, kustannuksia ja käytettävyyttä koskevien kokemusten perusteella päätetään jatkotoimenpiteistä.

Johdinautot

- HKL laatii esiselvityksen nykyaikaisen johdinautojärjestelmän toteutettavuudesta, hyödyistä ja kustannuksista Helsingissä. Selvityksen perusteella päätetään mahdollisista jatkotoimenpiteistä.

Ympäristövyöhykkeet

- Helsingin kaupungin ympäristökeskus jatkaa ympäristövyöhykettä koskevia selvityksiä katukuilumallinnusten ja terveysvaikutusarviointien osalta. Jos täydentävillä selvityksillä pystytään osoittamaan, että ympäristövyöhykkeen käyttöönotto olisi perusteltua terveysvaikutusten vähentämiseksi, Helsingin kaupungin pitäisi asettaa varsinainen työryhmä ympäristövyöhykkeen käyttöönottoa valmistelemaan.

Kaupunkipyöräkonseptin kehittäminen (yhteiskäyttöpyörät)

- Helsingin kaupunkipyöräkonseptia kehitetään osana ympäristöystävällistä liikennejärjestelmää, joka mahdollistaa ennakkoon suunnitellut joukkoliikenteen ja kaupunki-

pyörän matkaketjut. Nykyisen kaupunkipyöräjärjestelmän tilalle hankitaan nykyaikainen, luotettava ja asiakasystävällinen järjestelmä. Vuonna 2008 laaditaan suunnitelma järjestelmän tarkoituksenmukaisista ominaisuuksista Helsingissä sekä soveltuvasta hankintamallista ja toteutuspolusta. Tavoitteena on uuden kaupunkipyöräkonseptin käyttöönotto kesällä 2009.

Yhteiskäyttöautoilun kehittäminen

- Henkilöautojen yhteiskäyttöä lisätään. Kaupungin ja yhteiskäyttöautoja tarjoavien yritysten yhteistyötä kehitetään tavoitteena vähentää tarvetta yksityisauton hankintaan Helsingissä. Nykyisen yhteistuotteen hankintaa helpotetaan ja käytettävyyttä parannetaan sekä markkinointia lisätään.

Liityntäpysäköinnin kehittäminen

- HKL yhteistyössä kaupunkisuunnitteluviraston, rakennusviraston ja YTV:n kanssa huolehtii liityntäpysäköinnin riittävydestä kysyntää vastaavasti. Liityntäpysäköintiä lisätessä pyritään ensisijaisesti yhteistyöhankkeisiin yksityisen sektorin (esim. kauppakeskusten) kanssa.
- HKL:n kannalta on jatkossa tärkeää selvittää liityntäpysäköinnin hyötyjen ja kustannusten jakoa kaupungin hallintokuntien välillä ja seudullisesti.

Laajamittaisen kutsuohjatun liikennemuodon kehittäminen

- HKL jatkaa kutsuohjatun joukkoliikenteen kehittämistä Helsingissä. HKL osallistuu aktiivisesti kolmivuotiseen Metropolialueen kysyntäohjautuva joukkoliikenne -hankkeeseen ja hankkeen tuloksista riippuen valmistautuu laajamittaisen kutsujoukkoliikenteen pilotointiin Helsingissä.

Liikkumisen ohjauksen tehostaminen

- HKL yhteistyössä YTV:n kanssa perustaa vuoden 2009 alusta seudullisen Liikenneinfokeskuksen nykyisen Liikenneneuvonnan päälle kehittäen palvelua siten, että aukioloaikoja kasvatetaan ja palvelutarjontaa laajennetaan poikkeusinformaation koordinointiin (ml. kokonaan uusi bussiliikennettä koskeva poikkeusinformaatio). Lisäksi resursseja lisätään toiminnan alusta tai vaihteittain joukkoliikenteen suoramarkkinointiin suurille työpaikoille (työsuhdejoukkoliikennelippu, liikumissuunnitelmat) ja kiinteistönvälittäjien kautta asuntoa vaihtaville henkilöille.

10. Lähteet

AINO-ohjelma 2007. Pääkaupunkiseudun liikenneinfokeskus. Esiselvitys. (Ramboll: Juhani Bäckström, Strafica: Tomi Laine) AINO-julkaisuja 42/2007. http://www.aino.info/julkaisut/1_jlinfo/aino42_07.pdf

ASFE, 2006. Strategic EU Energy Review. Note for consideration – Synthetic Fuels. Alliance for Synthetic Fuels in Europe.

ASFE, 2007. Availability of synthetic fuels. Alliance for Synthetic Fuels in Europe. http://www.synthetic-fuels.org/about_synthetic_fuels/availability_en.php

Biopolttoainetyöryhmä, 2006. Liikenteen biopolttoaineiden tuotannon ja käytön edistäminen Suomessa. Työryhmän mietintö. KTM Julkaisuja 11/2006. [http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/all/92AA9268109E88ECC2257180002A497E/\\$file/jul11eos_2006_netti.pdf](http://ktm.elinar.fi/ktm_jur/ktmjur.nsf/all/92AA9268109E88ECC2257180002A497E/$file/jul11eos_2006_netti.pdf)

CUTE-projekti / EU-komissio. Clean Urban Transport for Europe (CUTE). A hydrogen Fuel Cell Bus Project in Europe 2001-2006. Summary of achievements.

Eric Britton & Associates, marraskuu 2007. The Paris City Bike Project “Velib”, A New Mobility Advisor/Brief.

Eurotransport, issue 5/2007. Russell Publishing Ltd. www.eurotransportmagazine.com

HS 2007. Helsingin Sanomien pääkirjoitus 13.7.2007

Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2006. Vähäpäästöiset ajoneuvot Helsingissä. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 9/2006.

Helsingin kaupungin ympäristökeskus 2007. Selvitys ympäristövyöhykkeen soveltuvuudesta Helsinkiin. Luonnos lokakuu 2007.

Helsingin kaupunki, 2002. Helsingin kestävän kehityksen toimintaohjelma, 12.6.2002.

Helsingin kaupunki, 2005. Helsingin ekologisen kestävyuden ohjelma, 30.3.2005.

Liikenne- ja viestintäministeriö 2007. Liikkumisen palvelukeskusten perustaminen Suomeen? Liikkumisen ohjaus osaksi liikennepolitiikkaa. Luonnos marraskuu 2007.

Nordisk Direktorsmöte 1.10.2007. Ann-Sofie Schudin (Storstockholms lokaltrafik SL) esitelmä bioetanolin käytöstä SL:n liikenteessä Tukholmassa.

Nils-Olof Nylund & Päivi Aakko-Saksa, TEC TransEnergy Consulting Oy 31.10.2007. Liikenteen polttoainevaihtoehdot kehitystilanneraportin tiivistelmä.

Nils-Olof Nylund & Päivi Aakko-Saksa, TEC TransEnergy Consulting Oy 31.10.2007. Liikenteen polttoainevaihtoehdot kehitystilanneraportti, laaja taustaraportti.

Poljin 8/2007. Pyöräilykuntien verkosto ry:n uutislehti.

Trafik Forum Nr 8/2007. www.rt-forum.com

Tuomisto JT, Tainio M 2005. An economic way of reducing health, environmental, and other pressures of urban traffic: a decision analysis on trip aggregation. BMC Public Health 2005. <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/5/123/abstract>

UITP 2007. Development Policy for Public Transport Trolleybus Subsystems.

VTT 2004 (Nils-Olof Nylund, Kimmo Erkkilä, Maija Lappi, Markku Ikonen). Transit bus emission study: Comparison of emissions from diesel and natural gas buses. Research report pro3/p5150/04 15.10.2004. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/jurelinkit/VTTNylund.pdf>

VTT 2005 (Nils-Olof Nylund, Kimmo Erkkilä). Bus emission evaluation: 2002–2004 Summary report. Research report pro3/p3015/05 25.4.2005. <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2005/BusEmissionEvaluation.pdf>

VTT 2007 (Nils-Olof Nylund). Raskas ajoneuvokalusto: turvallisuus, ympäristöominaisuudet ja uusi tekniikka "RASTU". RASTU-vuosiraportti 2006. Projektiraportti VTT-R-04802-07. 25.5.2007, päivitetty 20.6.2007. <http://www.motiva.fi/fi/raskaskalusto/rastu/raportit/rastu-vuosiraportti-2006.html>

WSP 2007. Julkisen ja yksityisen tahon yhteistyö ja kustannustenjakko liityntäpysäköinnissä. JYLP.



HKL:n julkaisusarja D

- 9/2007 Ympäristöystävällisen kaupunkiliikenteen kehittäminen Helsingissä
- 8/2007 Bussiliikenteen lisäliikenne Helsingissä vuonna 2006
- 7/2007 Ympäristöraportti 2006
- 6/2007 Helsingin lähijuna-asemien kehittämisselvitys
- 5/2007 Joukkoliikenteen yksikkökustannukset 2006
- 4/2007 Laajasalon raideyhteys – supistettu metro
- 3/2007 Metroporttiselvitys
- 2/2007 Henkilöstöraportti 2006
- 1/2007 Helsingin joukkoliikenteen liikennevaloetus- ja matkustajainformaatiojärjestelmä (Helmi)

- 12/2006 Bussiliikenteen liittäminen poikkeustiedotukseen
- 11/2006 Matkustajainformaation käytettävyyden toimenpideohjelma
- 10/2006 Selvitys liputtamatkustajista Helsingin joukkoliikenteessä
- 9/2006 Toimenpide-ehdotuksia liputtomuuden vähentämiseksi
- 8/2006 Joukkoliikenteen yksikkökustannukset 2005
- 7/2006 Helsingin vaihtopysäkkien luokittelu ja kehittäminen
- 6/2006 Lippu korkealle - Selvitys tariffitason vaikutuksista liputtomuuteen sekä BEST-kaupunkien toimenpiteistä liputtomuuden vähentämiseksi

- 5/2006 Ympäristöraportti 2005
- 4/2006 Henkilöstöraportti 2005
- 3/2006 Lentokenttämetro, Toiminnalliset tarkastelut
- 2/2006 Matkustajien tyytyväisyys joukkoliikenteen hintaan
- 1/2006 Helsingin kutsuohjauksisten palvelulinjojen esiselvitys ja pilotointi
- 6/2005 Terveysaseman sijoittaminen luoteiselle esikaupunkialueelle
- 5/2005 Metron liityntälinjaston kehittämisselvitys
- 4/2005 Raitioliikenteen häiriötiedotuksen laajentaminen
- 3/2005 Raitioliikenteen häiriötiedotus 2004–2005, vaikutukset
- 2/2005 Raideliikenteen kustannusselvitys 2004
- 1/2005 Henkilöstöraportti 2004
- 2/2004 Henkilöstöraportti
- 1/2004 Ympäristöraportti
- 3/2003 Kokemuksia kesän 2003 liikennemuutoksista
- 2/2003 Raitioliikenteen häiriötiedotus, 1. vaihe
- 1/2003 JL Digi -info: Toteutusmahdollisuuksien selvittäminen – 250 Helsingin joukkoliikennepysäkin varustaminen matkustajanäytöllä, 1. vaihe

