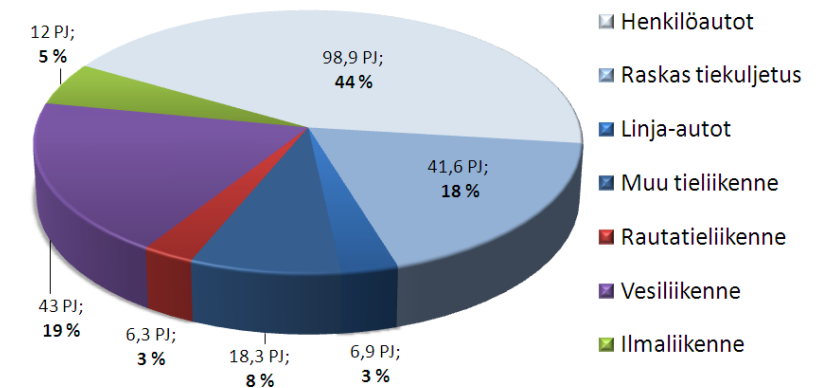


JOLEN - Joukkoliikenteen energiatehokkuuden seuranta, raportointi ja kehittäminen

Kasvihuoneilmiö ja maapallon öljyvarojen pieneminen ovat globaaleja haasteita, jotka vaikuttavat voimakkaasti kansalliseen ja paikalliseen päätöksentekoon kaikilla yhteiskunnan sektoreilla, myös liikenteessä. Tällä hetkellä hyvin merkittävä osa liikenteessä käytetystä energiasta tuotetaan fossiilisista polttoaineista. Energiankäytön hillitsemiseksi voidaan yhtenä ratkaisuna nähdä energiatehokkuus. Yleisesti sanalla energiatehokkuus ymmärretään saman tuotteen tai palvelun tuottamista entistä pienemmällä energiamäärällä. Joukkoliikenteessä energiatehokkuus voidaankin siis ajatella pyrkimyksenä ylläpitää sama palvelutaso ja matkustajamäärä pienemmällä energiamäärällä. Tähän on koottu lyhyt tietopaketti liikenteen energiankäytöstä nykytilasta sekä tietoa joukkoliikenteen energiatehokkuussopimuksesta ja ETS-tietopankista. Lisäksi tässä on esitelty parhaita käytäntöjä energiankäytön tehostamiseksi.

Liikenteen energiankäyttö Suomessa

Suomessa tieliikenteen osuus on selkeästi suurin liikenteen kokonaisenergiankulutuksesta. Vuonna 2008 Tieliikenteen osuus oli 73 % liikenteen energiankulutuksesta, vesiliikenteen 19 %, ilmaliikenteen 5 % ja rautatieliikenteen 3 %. Henkilöautojen osuus liikenteen energiankulutuksesta Suomessa on 44 % ja raskaiden tiekuljetusten osuus 18 %. Linja-autolla tehdyt matkat vievät 3 % liikenteen energiankäytöstä ja muilla tieliikenteen muodoilla osuus on 8 %, joka koostuu pääosin pakettiautojen ja moottoripyörien energiankulutuksesta.

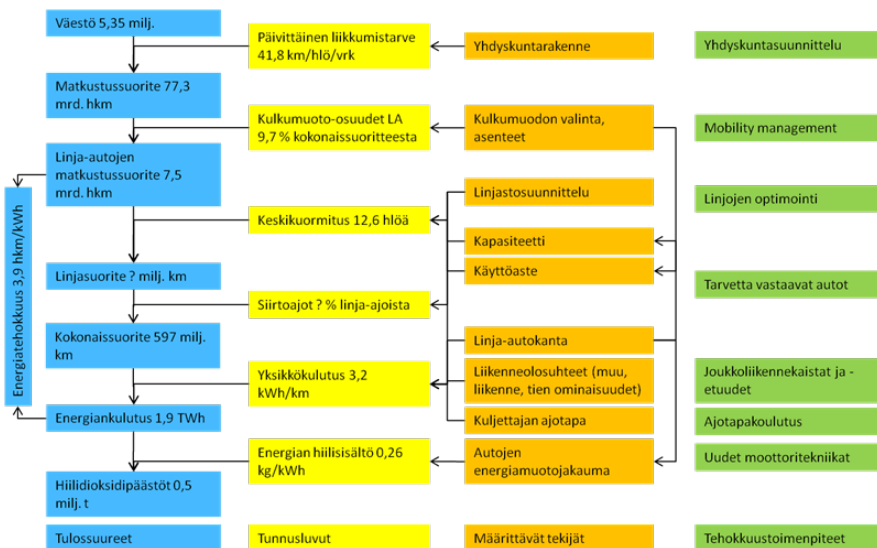


Energiankulutuksen jakautuminen liikennemuodoittain vuonna 2008 (VT)

Energiatehokkuuden arviointikehikko

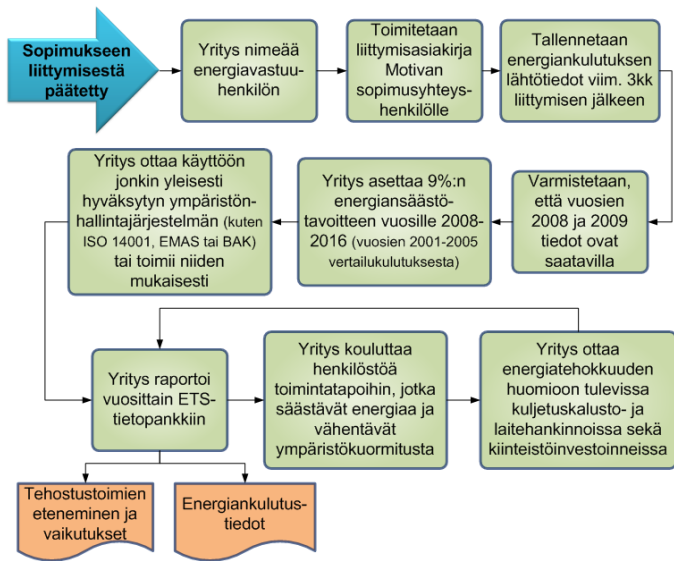
Energiatehokkuus määritellään energiapalveludirektiivissä (2006/32/EC) tehdyn suoritteen ja siihen käytetyn energian suhteeksi. Joukkoliikenteessä tämä on luonnollisesti matkustussuoritteen ja energiankulutuksen suhde henkilökilometriä energiayksikköä kohti (hkm/kWh tai MJ). Energiatehokkuus on siis ensisijaisesti riippuvainen liikennevälineen käyttöasteesta, mutta myös liikennevälineen ominaisenergiankulutuksesta. Energiatehokkuus muodostuu kuitenkin monen osatekijän tuloksena, eikä energiatehokkuuden tasoa voi

arvioida pelkästään hkm/kWh -tunnusluvun avulla, vaan energiatehokkuutta on arvioitava osatekijöidensä summana. Kokonaisuuden tarkastelun myötä myös energiatehokkuustoimenpiteet voidaan kohdistaa niihin tekijöihin, joissa niiden potentiaali on suurin. Tätä kokonaisuutta voidaan kuvata seuraavalla joukkoliikenteen energiatehokkuuden arviointikehikolla:



Joukkoliikenteen energiatehokkuuden arviointikehikko. (luvut tekijöiden laskemia perustuen lähteisiin: LIPASTO 2010, Tietilasto 2009, HLT 2004-05)

Energiatehokkuusopimus ja ETS-tietopankki



Päävalikko

Kaluston muokkaus	Raportit	Suoritiedot kalustosta
Yrityksen perustiedot	Energiatehokkuustoimenpiteet ja kiinteistötiedot	Lopetus

Käyttäjä: test (yrityskäyttäjä)

Suomi on EU:n jäsenenä sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä ja parantamaan energiatehokkuutta kaikilla yhteiskunnan sektoreilla. Joukkoliikenteen osalta näiden tavoitteiden toteuttamiseksi on ministeriöiden ja alan liittojen kesken solmittu energiatehokkuussopimus vuosille 2008–2016. Sopimuksen tavoitteena on 9 % energiansäästö ja 80 % kattavuus joukkoliikenteestä sopimuskauden loppuun mennessä. Sopimuksen toteutumista seurataan uuden joukkoliikenteen ETS-tietopankin avulla. Sopimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi sopimusosapuolet ovat sitoutuneet tukemaan tutkimus- ja kehityshankkeita.

Sopimukseen liittyessään yritys saa oikeuden käyttää hyödyllistä tietoa sisältävää ETS-tietopankkia. ETS-tietopankkiin on suunnitteilla osio, johon yritykset voivat kertoa kokemuksia energiatehokkuustoimenpiteistä sekä niiden vaikutuksista. Järjestelmään on myös tarkoitus tehdä työkalu, jolla yritys voi ennakoida energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutuksia omalla kalustollaan. ETS-tietopankin avulla on myös mahdollisuus vertailla oman yrityksen energiatehokkuutta saman liikennetyypin keskiarvoihin. Yrityksen omien kalusto- ja energiankulutustietojen raportointi järjestelmään on mahdollista tehdä automaattisesti CSV-muodossa. Yksittäisen yrityksen tietoja järjestelmästä ei ole mahdollista saada.

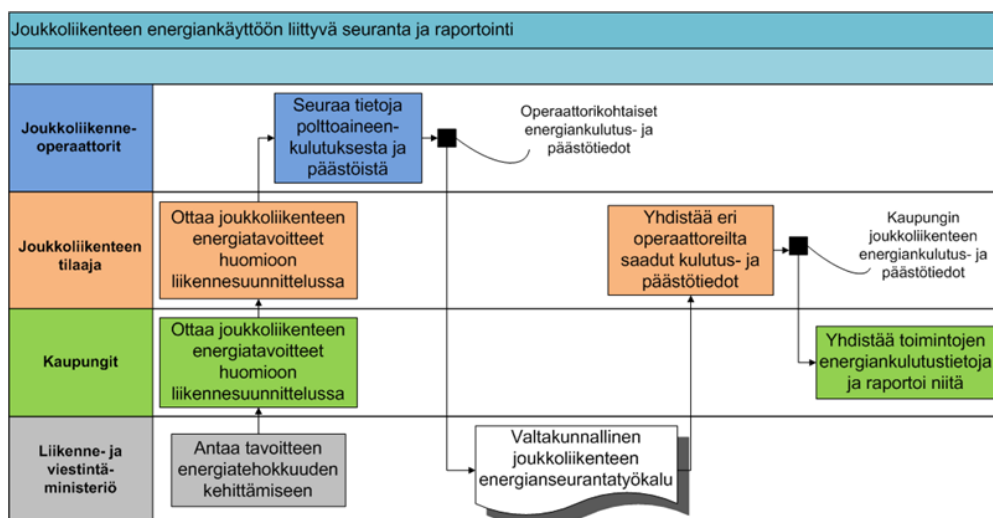
Parhaita käytäntöjä energiankäytön tehostamiseksi

Energiatehokkuustoimenpide	Vaikutus	Kenen tehtävä?
Hybridibussien käyttöönotto	20-30%	Operaattori
Kevytrakenebussin käyttöönotto	10-20%	
Biodieselin käyttö + moottorin säätö	1 %	
SCR:n käyttö EGR:n sijaan	5-8 %	
Aerodynaaminen muotoilu	1-10 %	
Oikeat rengaspaineet ja renkaiden valinta	1-4 %	
Oikeat avaruskulmat	1-2 %	
Taloudellinen ajotapa / koulutus	3-6 %	
Koulutukseen liitetty kuljettajakohtainen seuranta ja kannustepalkkaus	5-15 %	
Kuljettajan opastinlaitteet	4-10 %	
Koulutussimulaattorin käyttö	alle 1 %	
Start-stop -toiminto	alle 1 %	
Kaluston sovittaminen linjastoon	10-30 %	
Raportoinnin edellyttäminen	välillinen	Tilaaja / Valtio
Liikennejärjestelmien parannukset	välillinen	Tilaaja / Kaupunki / Valtio
Operaattoreiden / kaupunkien benchmarking	välillinen	Tilaaja / Operaattori

Oheiseen taulukkoon on koostettu yhteenvedona JOLEN-hankkeessa esitellyjä energiatehokkuustoimenpiteitä. Taulukossa on esitelty toimenpide ja sen vaikutus energiatehokkuuteen. Taulukossa on lisäksi mainittu taho, joka on vastuussa kyseisen toimenpiteen tekemisestä. Merkittävimpiä energiatehokkuuden parannuksia saadaan aikaan esimerkiksi korvaamalla dieselbussit kevytrakenteisillä hybridibusseilla ja käyttämällä kuljettajan opastinlaitetta sekä ajotavan seurantajärjestelmää. Tilaajan merkittävimpiä energiatehokkuustoimenpiteitä ovat linjaston optimointi ja joukkoliikenne-etuksien parantaminen sekä kaluston sovittaminen linjastoon.

Energiankäytön raportointi

Oheisessa kuvassa on esitetty energiankäytön raportointimalli. Tavoite energiatehokkuuden parantamiseksi määritellään joukkoliikenteen energiatehokkuussopimuksessa. Joukkoliikenneoperaattoreilla on mahdollisuus seurata tavoitteiden toteutumista automaattisella seurantajärjestelmällä, joka raportoi tiedot myös ETS-järjestelmään. Valtakunnan tason tavoitteiden toteutumista taas voidaan seurata ETS-tietopankista. Lisäksi joukkoliikenteen tilaajalla voi olla mahdollisuus seurata tilaamansa liikenteen energiankulutusta.



Energiatehokkuutta kilpailutuskriteerien avulla

Alla olevassa taulukossa on esitetty mahdollisia kriteerejä, joita käyttämällä tilaaja voi osaltaan vaikuttaa joukkoliikenteen energiatehokkuuteen. Energiatehokkuuteen liittyvät kilpailutuskriteerit on jaettu kahteen, joista toiset määrittävät vähimmäistason ja toiset tuottavat lisäpisteitä kilpailutukseen. Pakollisiksi kriteereiksi on valittu taloudellisen ajotavan koulutus, raportointi ETS-tietopankkiin sekä EURO 4 -päästörajat alittava kalusto.

Tilaaja voi antaa lisäpisteitä esimerkiksi korkeamman EURO-luokan kalustosta. Lisäpisteitä voitaisiin antaa myös siitä, että yrityksellä on osoittava järjestelmä, jolla se pystyy automaattisesti seuraamaan esimerkiksi autokohtaisia polttoaineen kulutuksia, jolloin ETS-tietopankkiin syötetyt kulustiedotkin perustuisivat arvioin sijasta tarkkaan laskentaan. Kuljettajakohmainen ajotavan seuranta ja siihen liitetty tulospalkkaus on myös tuottajien keino alentaa liikennöinnin energiankulutusta, jonka käytöstä tilaaja voisi antaa lisäpisteitä.

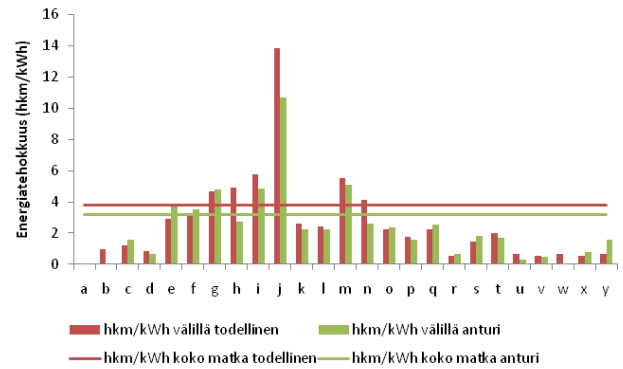
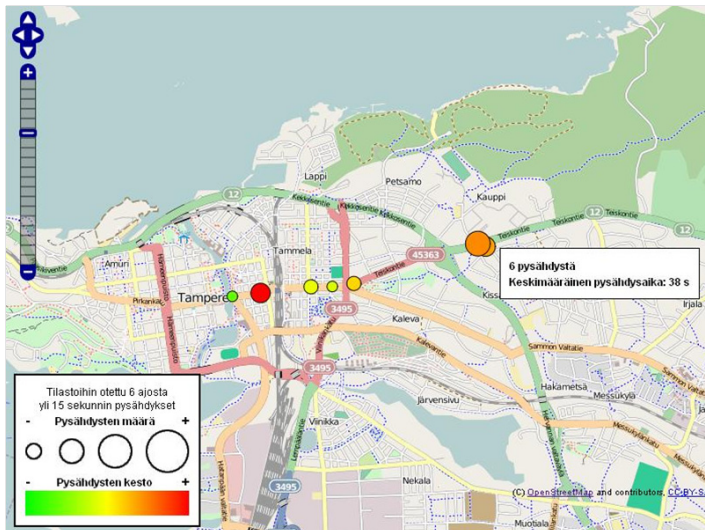
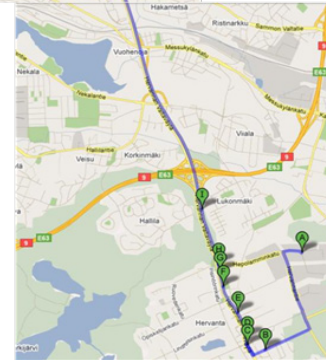
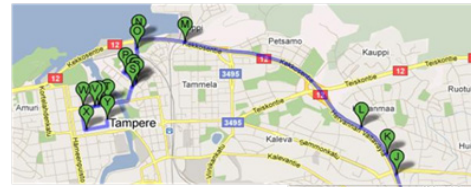
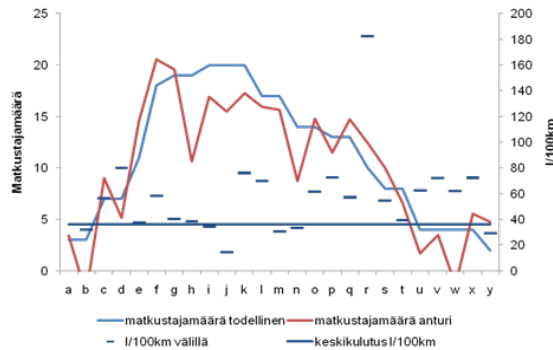
	Kriteeri	Pisteytysperiaate	Käytännöllisyys	
			1-5	Huomioita
Pakollinen Must Be	Taloudellisen ajotavan koulutus	yli 90 % kuljettajista	5	
	Raportointi valtakunnalliseen tietopankkiin ja sitoutuminen energiansäästötavoitteisiin	Raportointi vuosittain	3	
	EURO 4 -päästörajan alitus	Kaikki bussit	5	
Pisteytettävä Should Be	EURO 5 / 6 / EEV -päästörajojen alitus	bussien määrä, EURO-luokka	5	
	Automaattinen seurantajärjestelmä	Todennettu seurantajärjestelmä	4	
	Kuljettajakohmainen seurantajärjestelmä (+ siihen liitetty tulospalkkaus)	Todennettu seurantajärjestelmä	4	
	Kuljettajan opastinlaitteen käyttäminen	bussien määrä	3	Parantaa myös täsmällisyyttä
	Hybridibussit	bussien määrä	3	
	Start-stop-toiminto	bussien määrä	2	
	Rengaspaineiden automaattinen vahti	bussien määrä	2	
	Kevytrakennebussit	bussien määrä	2	vaikea määrittellä
	Pienemmän kaluston käyttö hiljaisemmillä reiteillä	Käytetään tarvittaessa	2	Määrittely jo linjastosuunnittelussa
Aerodynaamiset rakenteet		1	vaikea määrittellä	

Matkustussuoritteiden mittaaminen

Matkustajamäärätieto voidaan järjestelmällä yhdistää myös auton väylästä saatavaan polttoaineenkulutustietoon ja paikkatietoon, jolloin voidaan tehdä yksittäisistä lähdöistä hyvin tarkkoja matkustaja- ja kulutusprofileja. Oheisessa kuvassa on esitetty matkustaja- ja kulutusprofiili Tampereen joukkoliikenteessä aamuruuhkassa linjalla 24.

Kuvasta nähdään, että anturin tuottama matkustajamäärä vaihtelee melko paljon, mutta pääosin muoto noudattelee todellista matkustajamäärää. Polttoaineenkulutuksesta on selkeästi havaittavissa reitin osat, joilla linja-auto on päässyt kulkemaan

sujuvasti ($i \Rightarrow j$) tai joutunut kulkemaan hitaasti ja pysähtelemään ($q \Rightarrow r$). Polttoaineenkulutustiedon ja matkustajamäärätiedon yhdistelmänä voidaan laskea myös energiatehokkuus linjan osille ja koko lähdölle.



Hankkeessa kehitettiin internet-käyttöliittymä, jonka kautta voidaan tarkastella mittausbussin viive-, matkustajaprofiili- ja energiankulutustietoja eri linjoilla ja haluttuna ajankohtana. Vasemmalla olevassa kuvassa on esitetty viivetiedot kesäkuulta 2010 linjalta 19 suunnassa Atala-Keskustori (Tampere).

JOLEN-hanke

Joukkoliikenteen energiatehokkuuden seuranta, raportointi ja kehittäminen (JOLEN) -hanke on liikenne- ja viestintäministeriön rahoittama tutkimushanke, jonka tavoitteena on kehittää energiatehokkuuden seuranta- ja raportointijärjestelmiä joukkoliikenteessä, kartoittaa joukkoliikenteen energiatehokkuuden kehittämisen toimenpiteitä ja parhaita käytäntöjä sekä kehittää energiatehokkuuden huomiointia liikennepalvelujen tilaamisessa. Tutkimuskonsortion muodostavat Tampereen teknillisen yliopiston tiedonhallinnan ja logistiikan laitos, EC-Tools Oy, Tampereen kaupunkiliikenne (TKL) ja Tampereen joukkoliikenne. Tutkimus palvelee käytännönläheisesti Suomessa toimivia joukkoliikenteen tilaajaorganisaatioita sekä tarjoaa liikennöitsijöille sovellettavia keinoja parantaa energiatehokkuutta omassa toiminnassaan. Tutkimusraportti on luettavissa Sektoritutkimuksen neuvottelukunnan julkaisusta *Joukkoliikenteen energiatehokkuuden seuranta, raportointi ja kehittäminen*.

Lisätietoja

Tutkija Heikki Liimatainen, heikki.liimatainen@tut.fi, 0408490320

Tutkija Pasi Metsäpuro, pasi.metsapuro@tut.fi, 0408490795



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Yhteistyössä

