

RASTU - Ajoneuvojen energiankulutus ja päästöt kaupunkiliikenteessä

Rastu päätösseminaari
Innoli 1, Otaniemi
4.11.2009
Kimmo Erkkilä



Teknologiasta liiketoimintaa

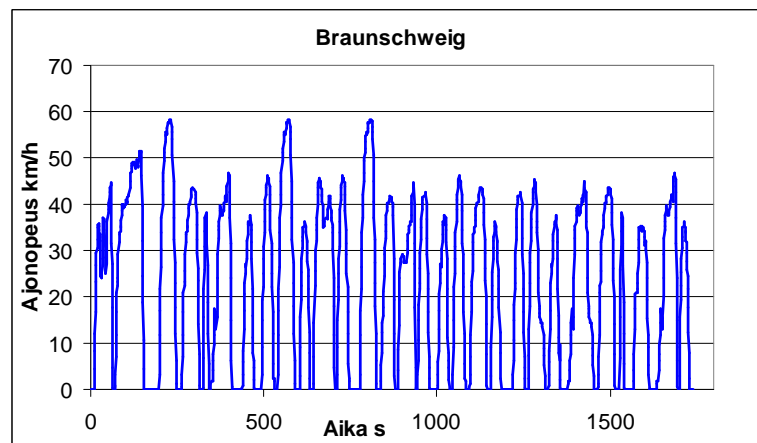
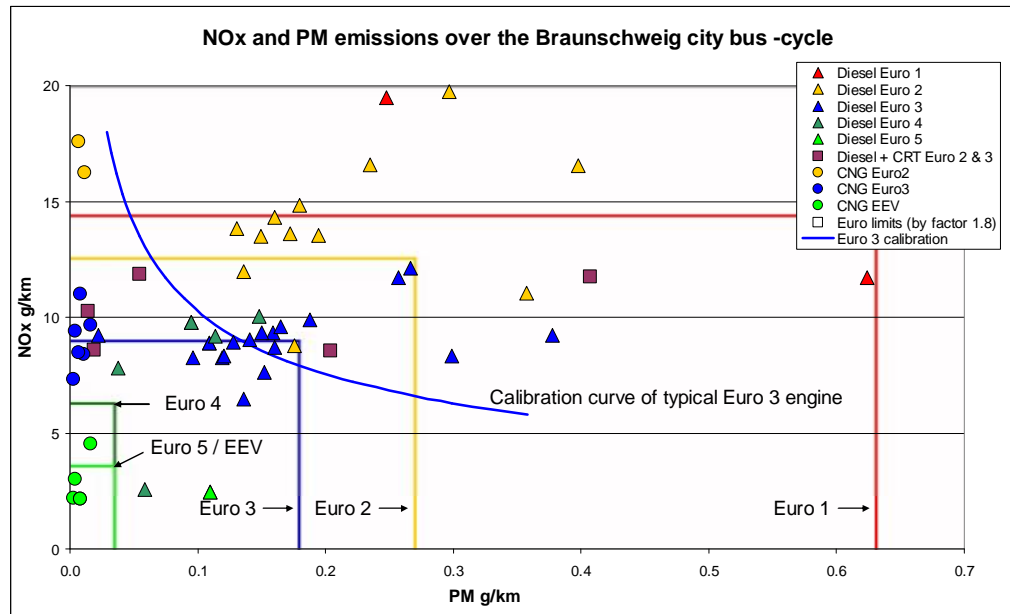
SISÄLTÖ

- Taustat ja menetelmät
- Uusien ajoneuvojen energiatehokkuus ja päästöt
- Päästöjen pysyvyys
- Ajo-opastimen vaikutuksia
- Voidaanko valinnoilla vaikuttaa?
- Yhteenveto

TAUSTAT JA MENETELMÄT (1)

- Säännölliset kaupunkibussien todellista ajoa kuvaavat päästö- ja energiankulutusmittaukset aloitettiin VTT:llä raskaan kaluston alustadynamometrin valmistuttua vuonna 2002 (RakeBus-projekti)
- Alussa kehitettiin menetelmät ja mitattiin ajoneuvokalustoa referenssitietokannan muodostamiseksi
- VTT:n ”standardiksi” kaupunkibussimittauksissa muodostui myös muualla Euroopassa tunnettu Braunschweig-ajosykli
- Rastu-projekti (2006-2008) jatkoi aikaisemmassa RakeBus-projektissa aloitettua työtä

TAUSTAT JA MENETELMÄT (2)



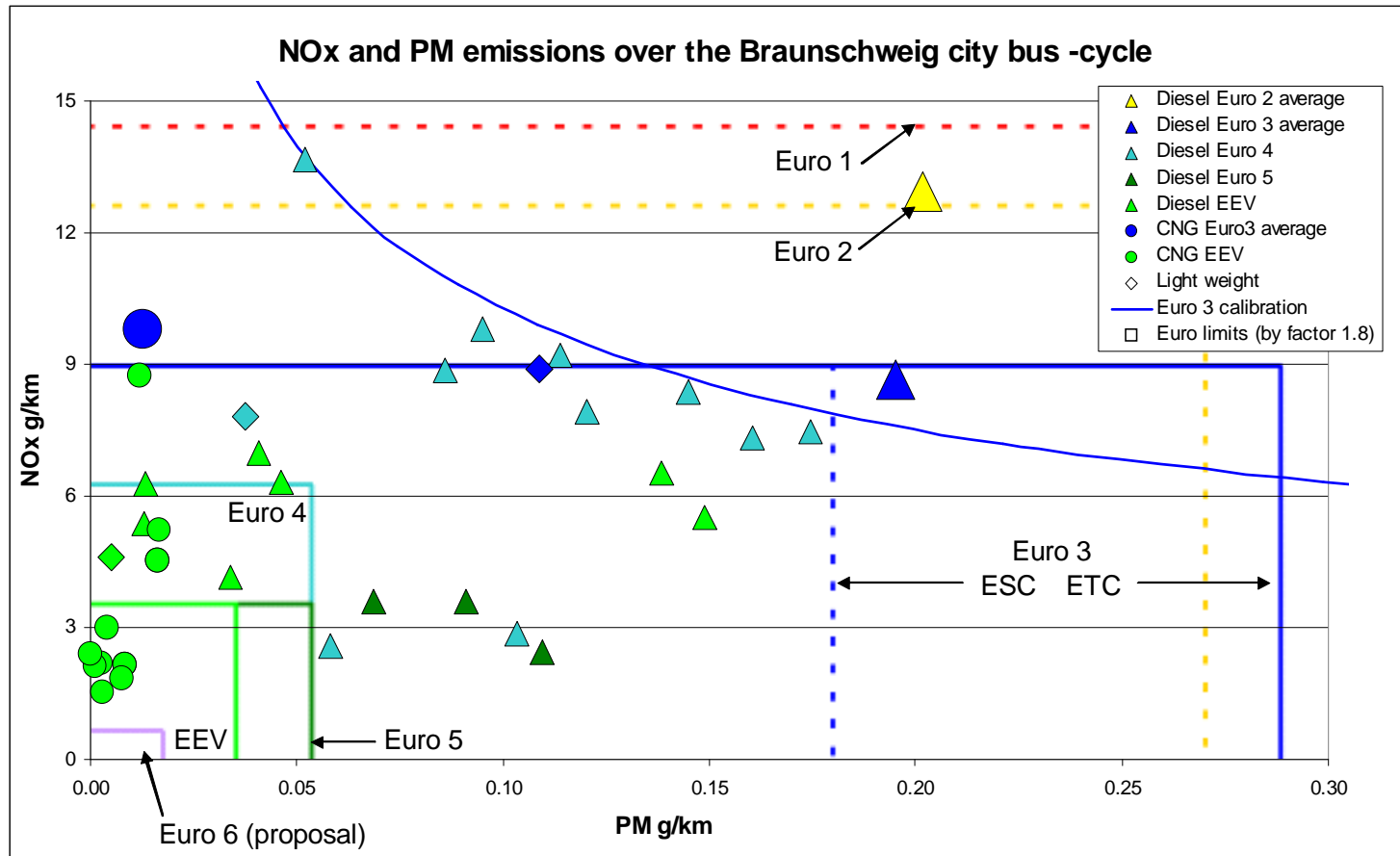
Braunschweig kaupunkibussisykli

- ajoaika 1740 s
- ajomatka 10.873 km
- keskinopeus 22.5 km/h
- maksiminopeus 58.2 km/h
- tyhjäkäynnin osuus 25 %

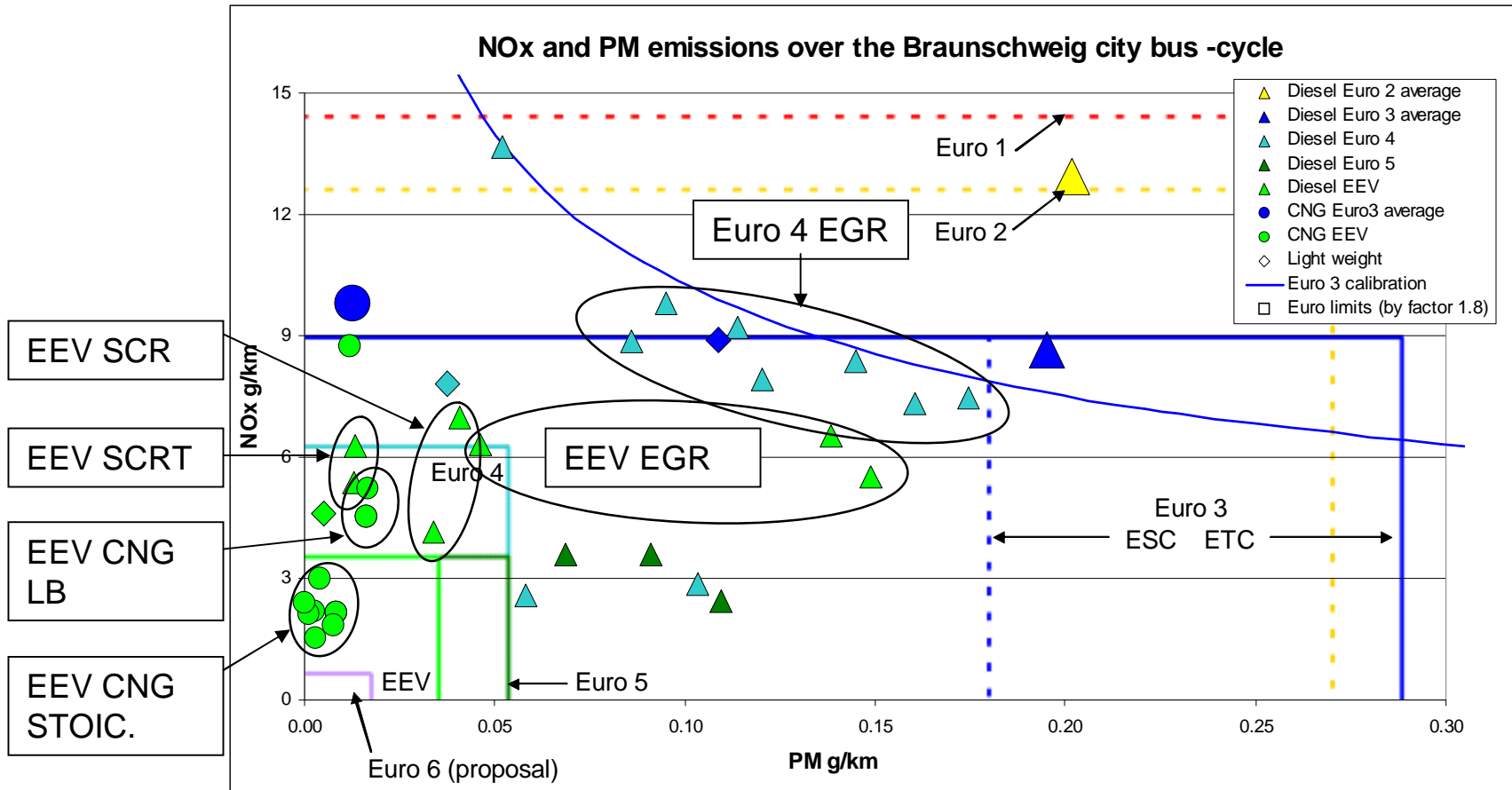
UUSIEN AJONEUVOJEN ENERGIATEHOKKUUS JA PÄÄSTÖT

- Rastu-projektin aikana markkinoille saatiin myös EEV-dieselautoja, kun aikaisemmin EEV-luokkaan päästiin vain maakaasuautoilla
- Euro 4/5/EEV –päästönormien myötä raskaisiin ajoneuvoihin tuli uusia päästöjä vähennystekniikoita, joiden vaikutuksia ei ennalta tunnettu. Selvitettävänä mm.:
 - Päästöt todellisissa ajosuoritteissa
 - Polttoaineenkulutus
 - Päästöjen pysyvyys

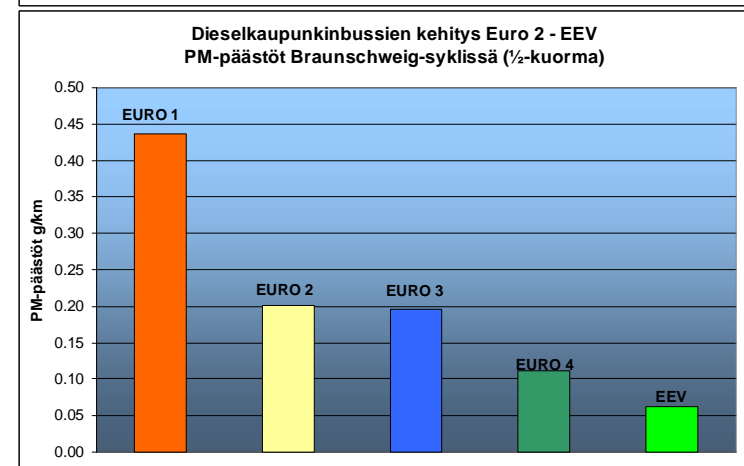
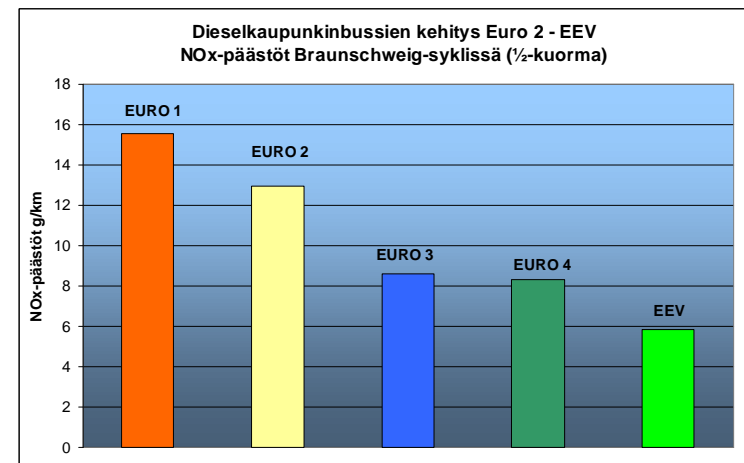
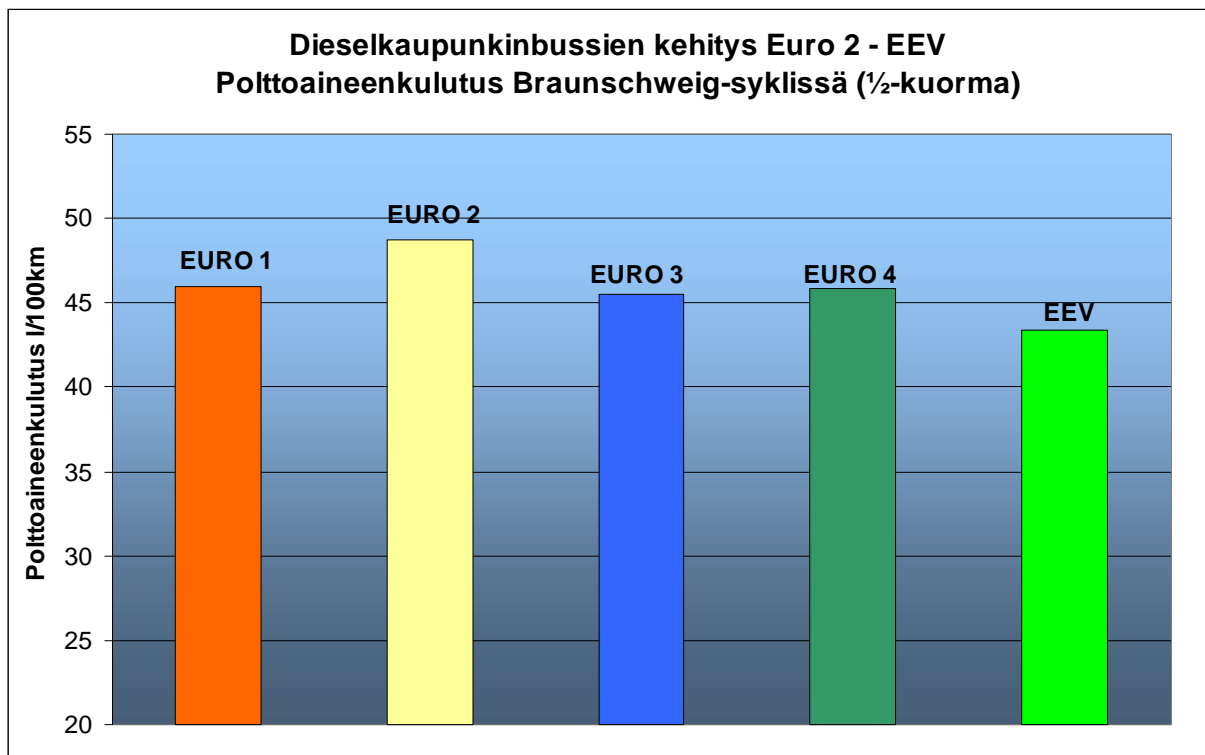
KAUPUNKIBUSSIEN MITTAUSTULOKSIA



KAUPUNKIBUSSIEN MITTAUSTULOXSIA



KAUPUNKIBUSSIEN MITTAUSTULOKSIA

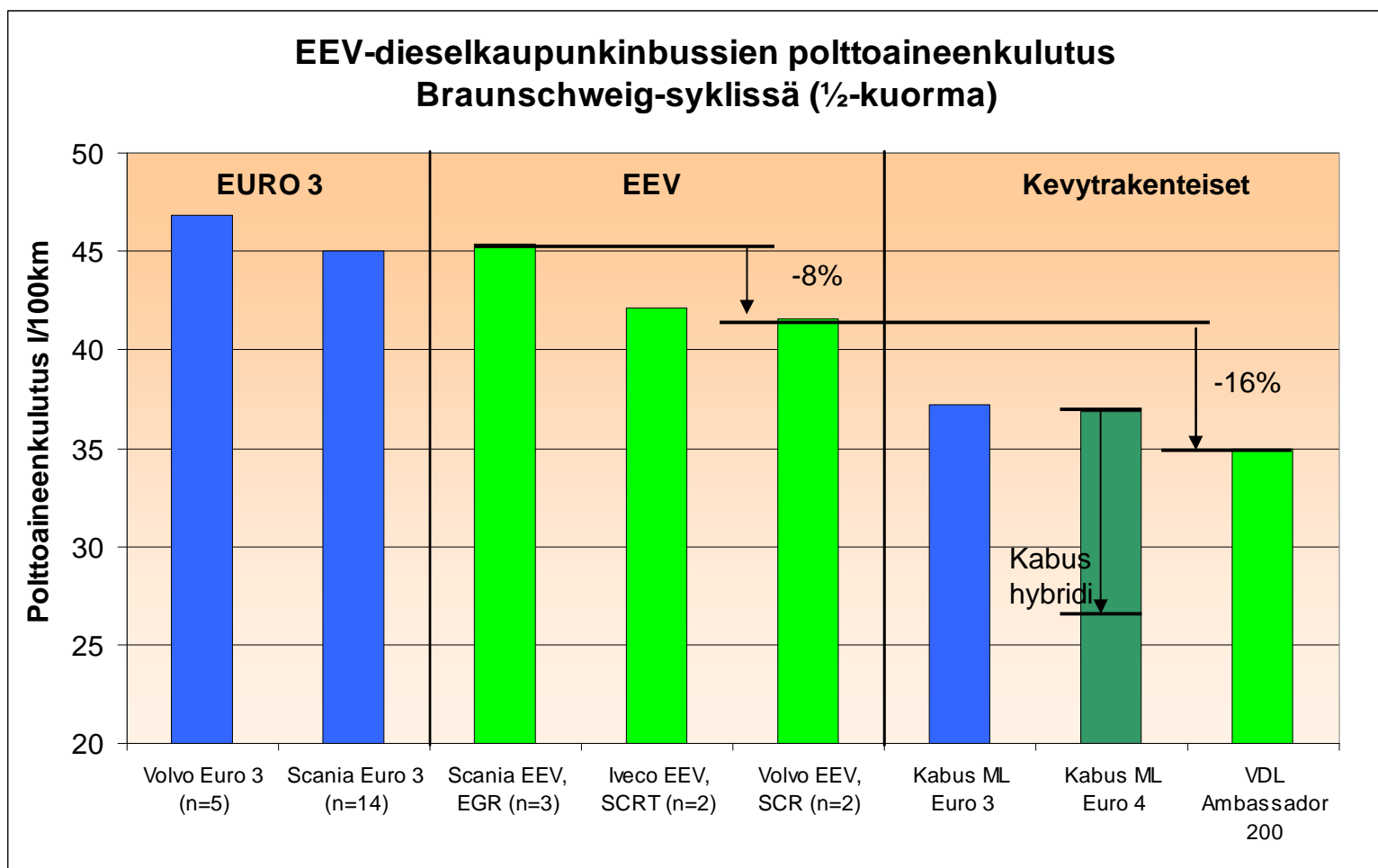


Euro 2 → Euro 3, kulutusvaikutus -7%

Euro 3 → Euro 4, kulutusvaikutus +1%

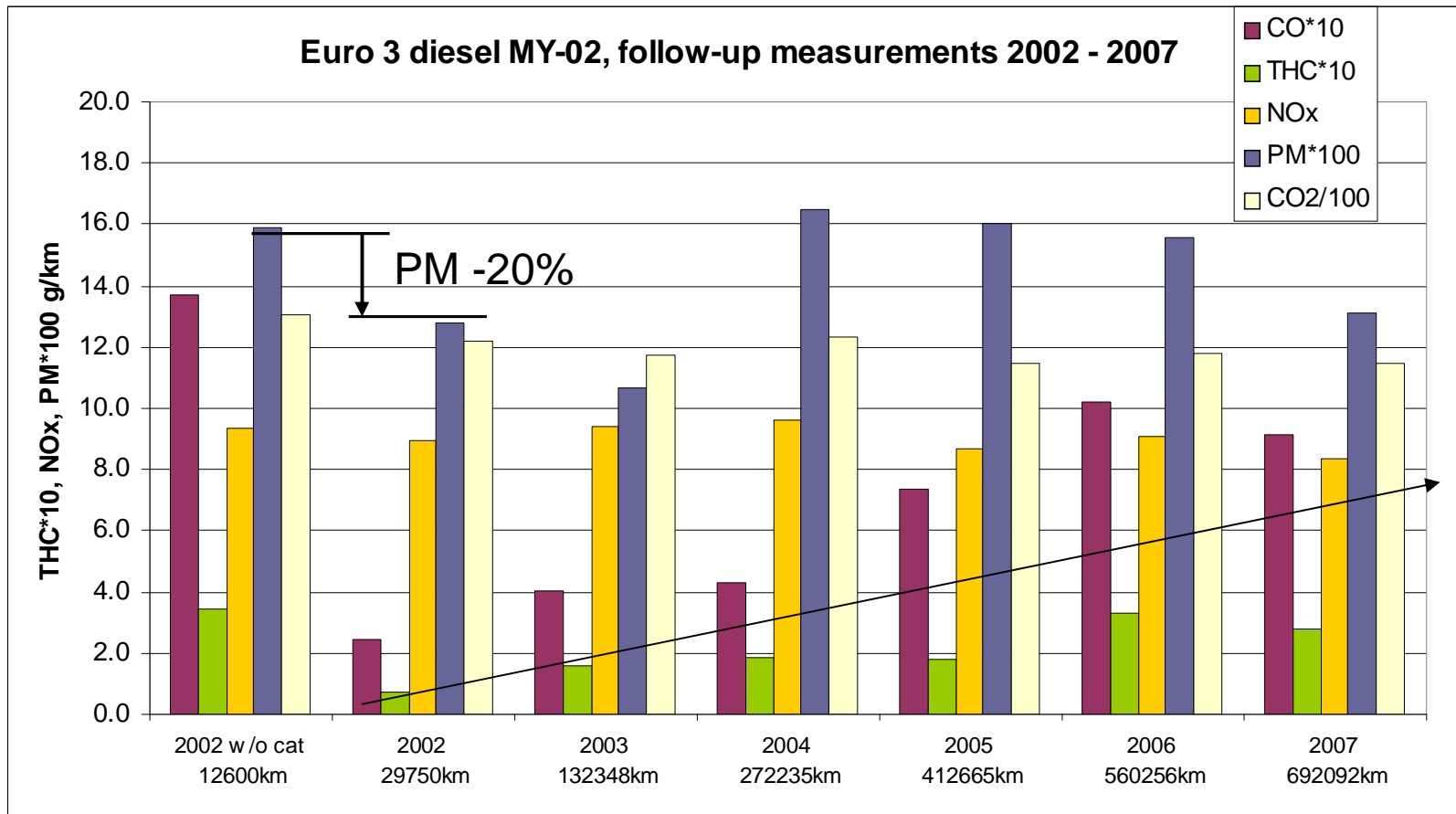
Euro 3 → EEV, kulutusvaikutus -5%

KAUPUNKIBUSSSIEN MITTAUSTULOKSIA



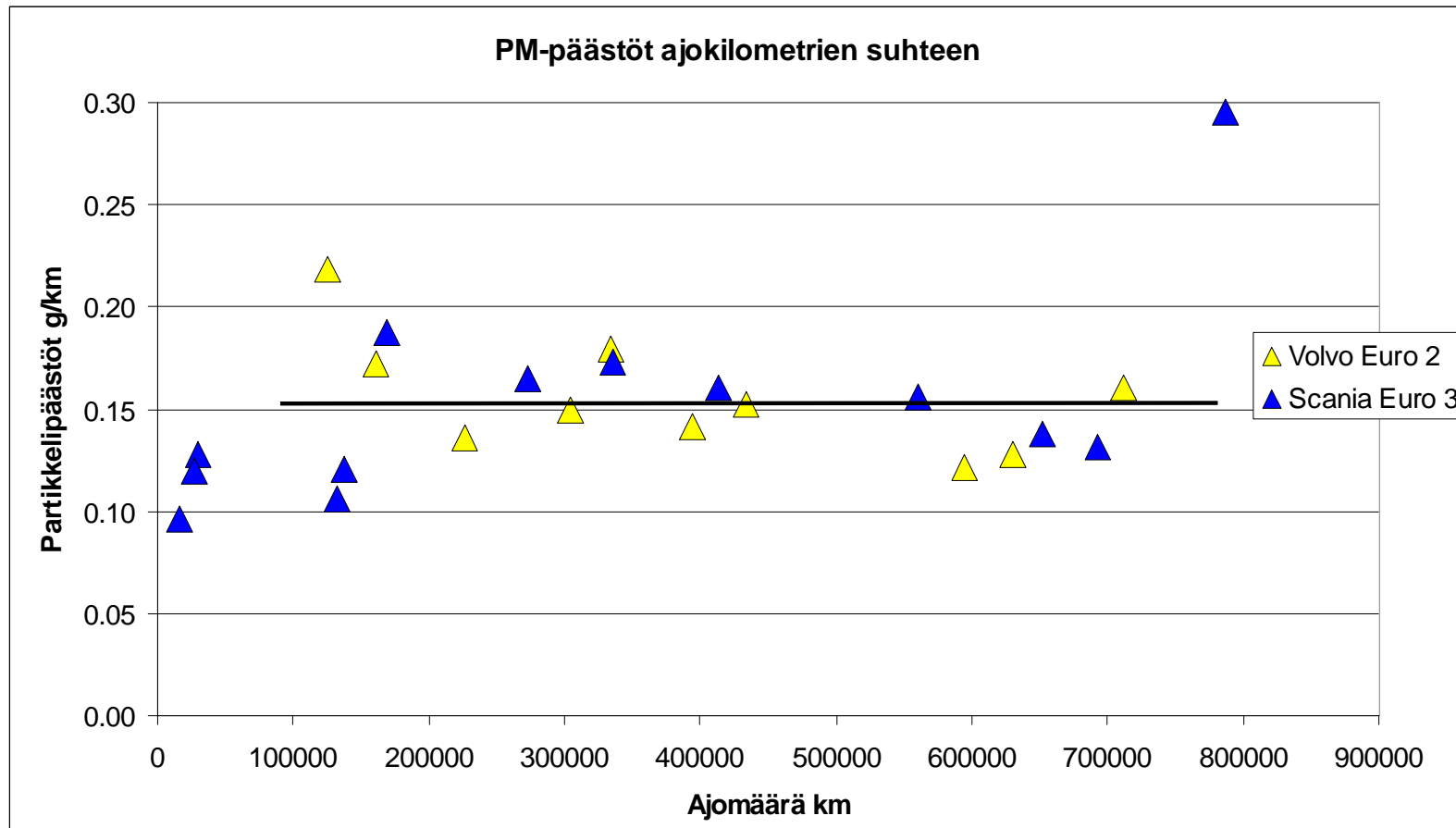
SCR ja SCRT tekniikoilla varustetuissa autoissa lisäksi ureankulutus tyypillisesti 4-6% polttoaineenkulutuksesta

KAUPUNKIBUSSSIEN MITTAUSTULOKSIA PÄÄSTÖJEN PYSYVYYS



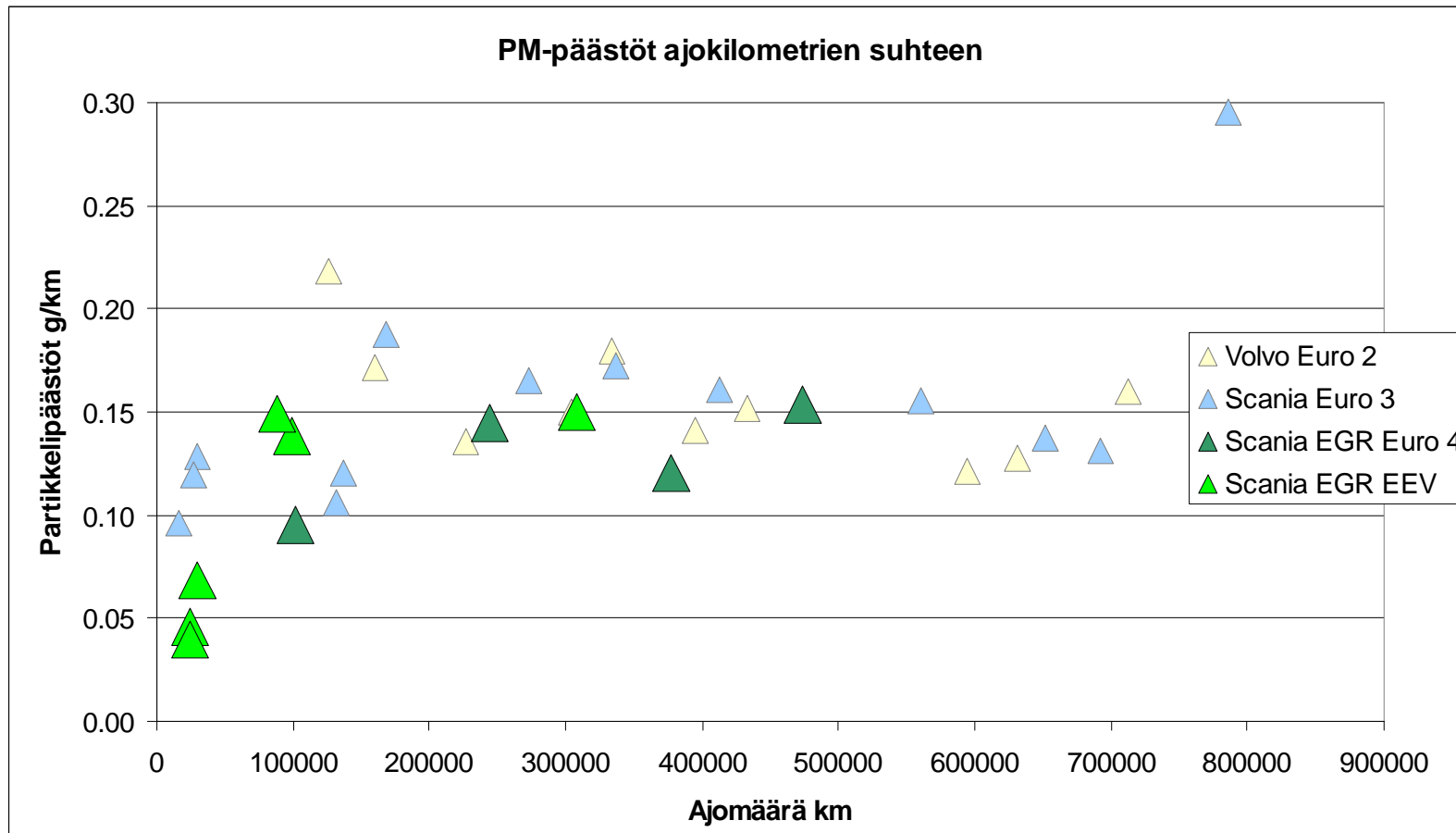
Katalysaattorin hiipuminen näkyy hiilivety- ja hiilimonoksidipäästöissä, mutta myös partikkelipäästöissä.

KAUPUNKIBUSSSIEN MITTAUSTULOKSIA PÄÄSTÖJEN PYSYVYYS



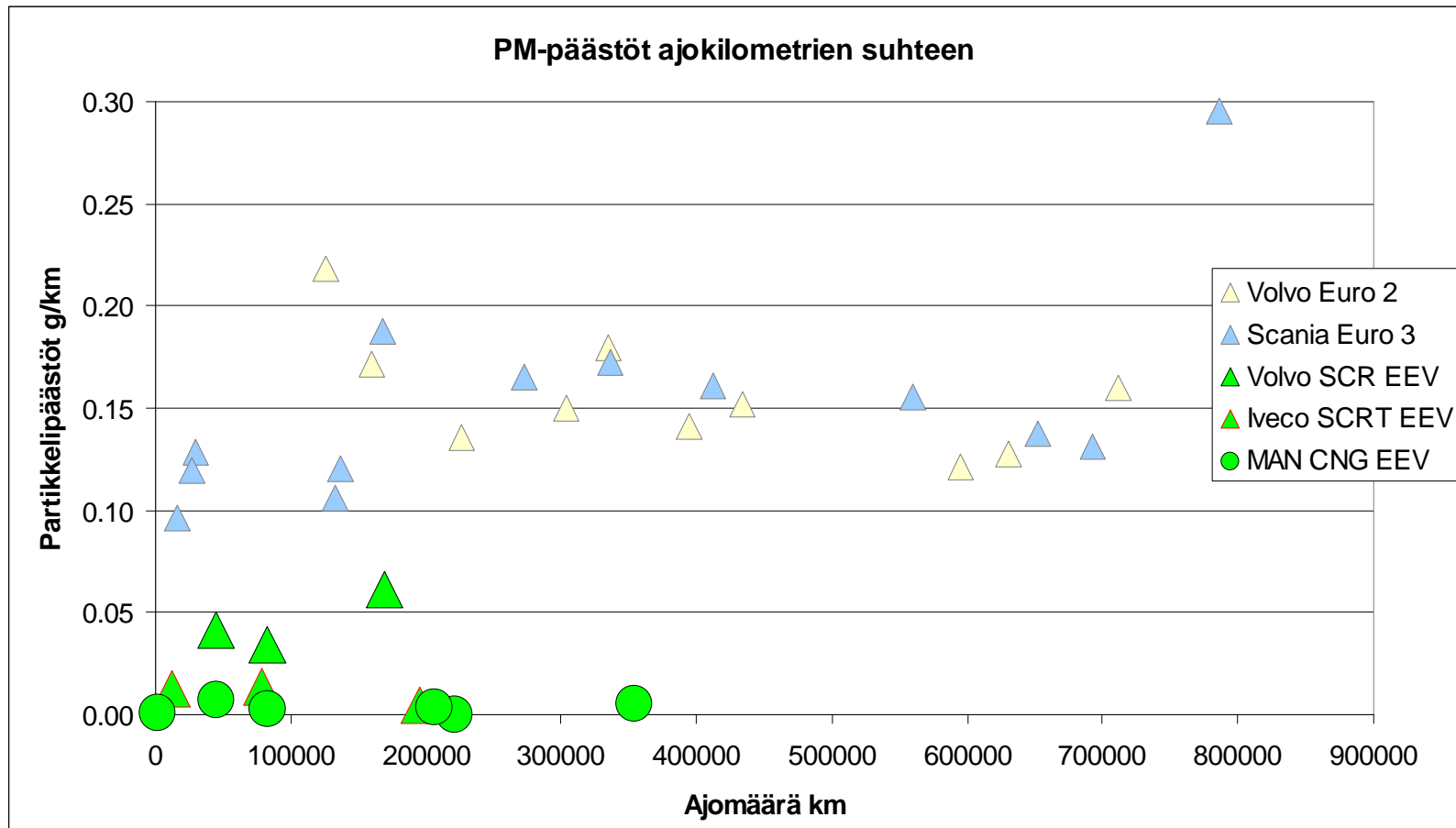
Sekä Volvo Euro 2 että Scania Euro 3 ovat pysyneet yleensä 0.15 g/km tasolla, joitain poikkeuksia lukuunottamatta

KAUPUNKIBUSSSIEN MITTAUSTULOKSIA PÄÄSTÖJEN PYSYVYYS



Enemmän ajettujen EGR-autojen partikkelipäästöt ovat olleet samalla tasolla kuin referenssinä toimivat Euro 2 ja Euro 3 -autot

KAUPUNKIBUSSSIEN MITTAUSTULOKSIA PÄÄSTÖJEN PYSYVYYS



SCR- ja SCRT-tekniikoilla varustettujen autojen partikkelipäästöt ovat pysyneet hyvällä tasolla, mutta kilometrejä on kertynyt vielä vaatimattomasti. CNG-autojen partikkelipäästöt ovat myös erittäin pienet, kuten oletuskin.

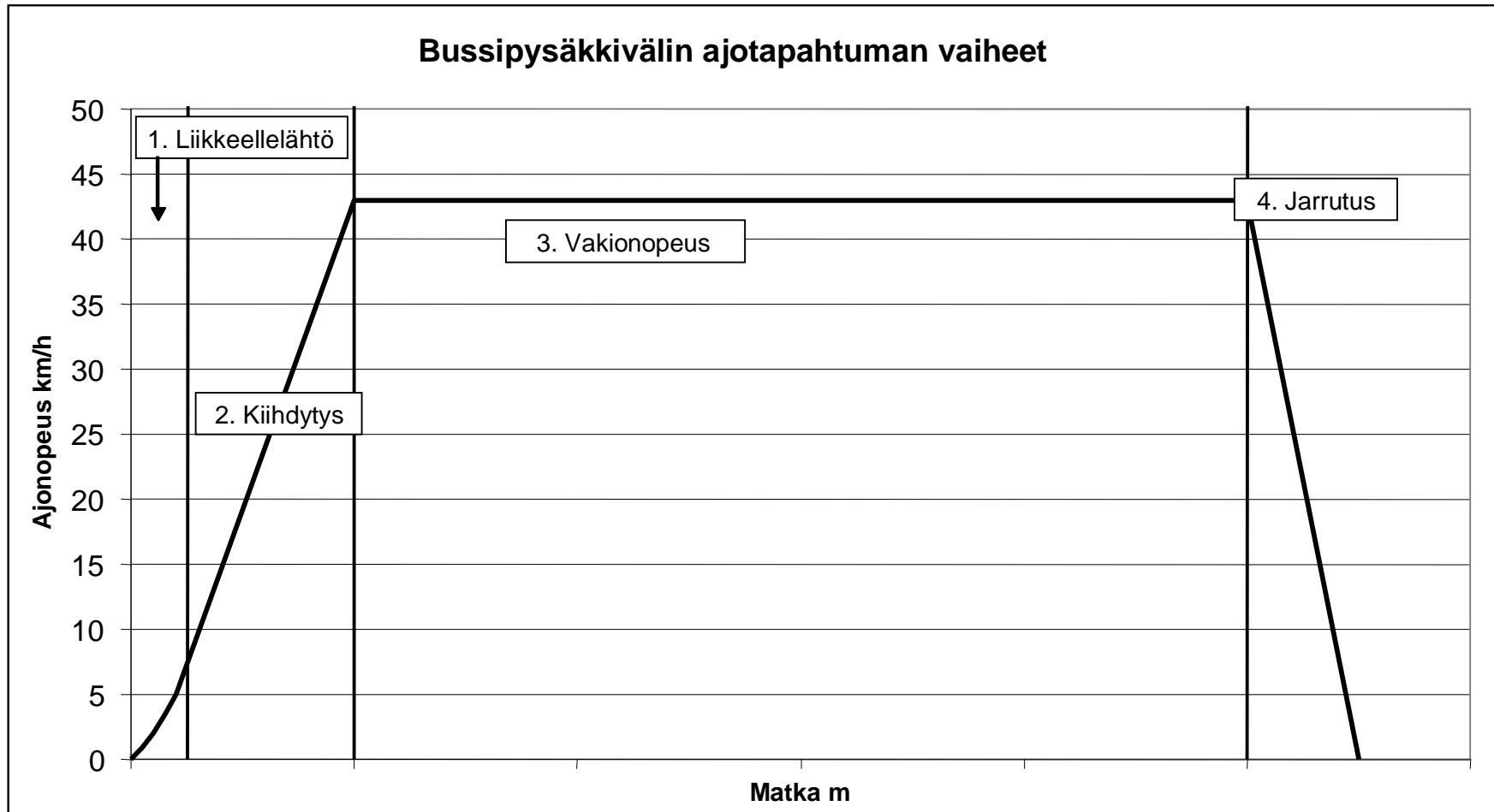
KAUPUNKIBUSSSIEN AJO-OPASTIN



KAUPUNKIBUSSIEN AJO-OPASTIN

- Tavoitteet
 - edellä ollessa lasketaan tavoitenopeutta ja jäljessä ollessa ajetaan maksimissaan nopeusrajoitusten mukaan
 - Ylimääräinen käytettävissä oleva aika käytetään polttoaineenkulutuksen laskemiseen
 - opastin pitää huolen aikataulussa pysymisestä
 - erityisesti edellä aikataulusta ajamista rajoitetaan voimakkaasti

KAUPUNKIBUSSIEN AJO-OPASTIN



KAUPUNKIBUSSSIEN AJO-OPASTIN PÄÄTELAITE AUTOSSA



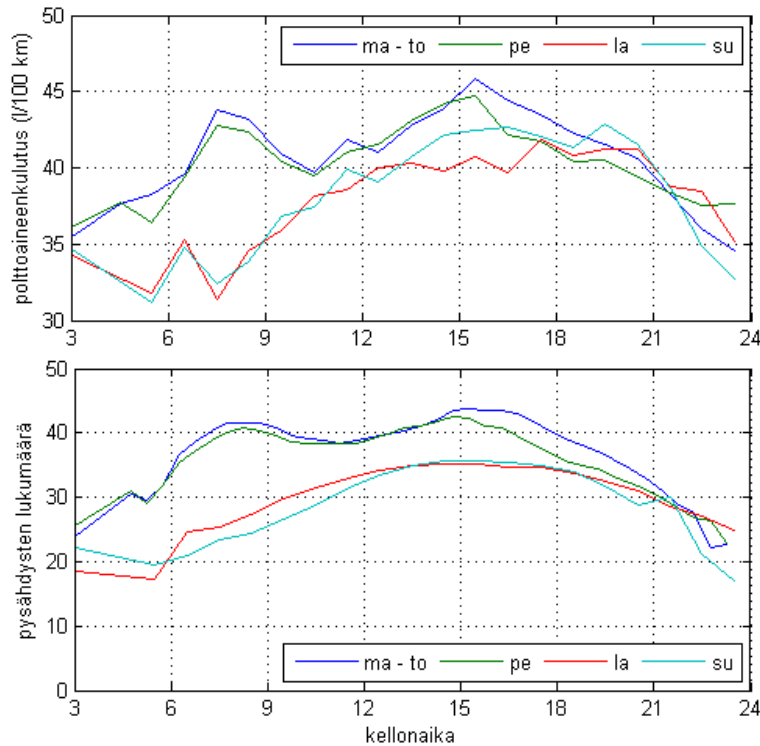
KAUPUNKIBUSSIEN AJO-OPASTIN TULOKSIA

- Mittausdataa ajalta kesäkuu 2008 - syyskuu 2009
- Ajoja noin 12 900
- Opastettuja ajoja 500

- Seuraavissa tuloksissa tarkasteltu polttoaineenkulutusta ja ylinopeuksien ajamista ennen ja jälkeen opastuksen

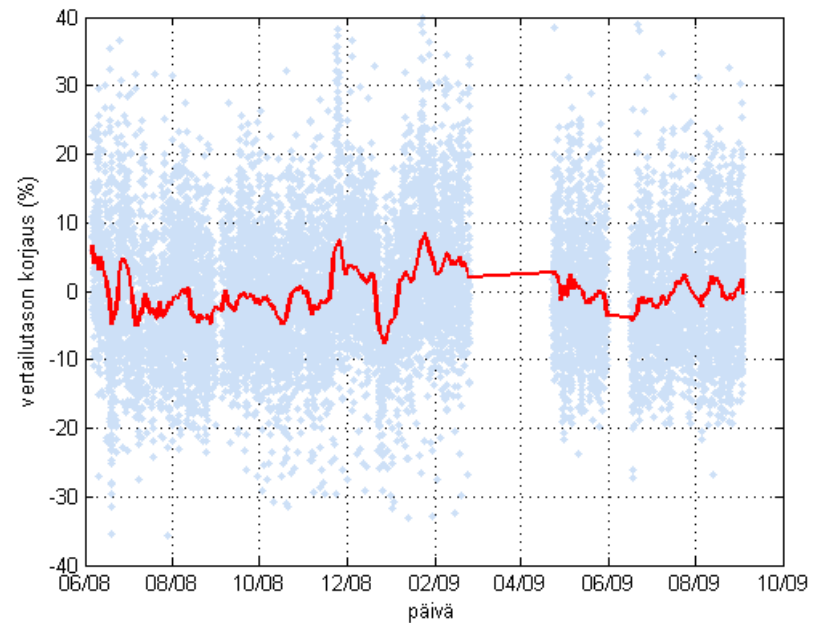
KAUPUNKIBUSSIEN AJO-OPASTIN REFERENSSITASOT

- 1) Vuorokauden ajan vaikutus eri viikonpäivinä: liikennetilanteet ja matkustajamäärät



Analysit Pekka Rahkola

- 2) Tarkasteluajan trendi: ajo-olosuhteet, ajoneuvon ominaisuudet



KAUPUNKIBUSSIEN AJO-OPASTIN POLTTOAINEENKULUTUS

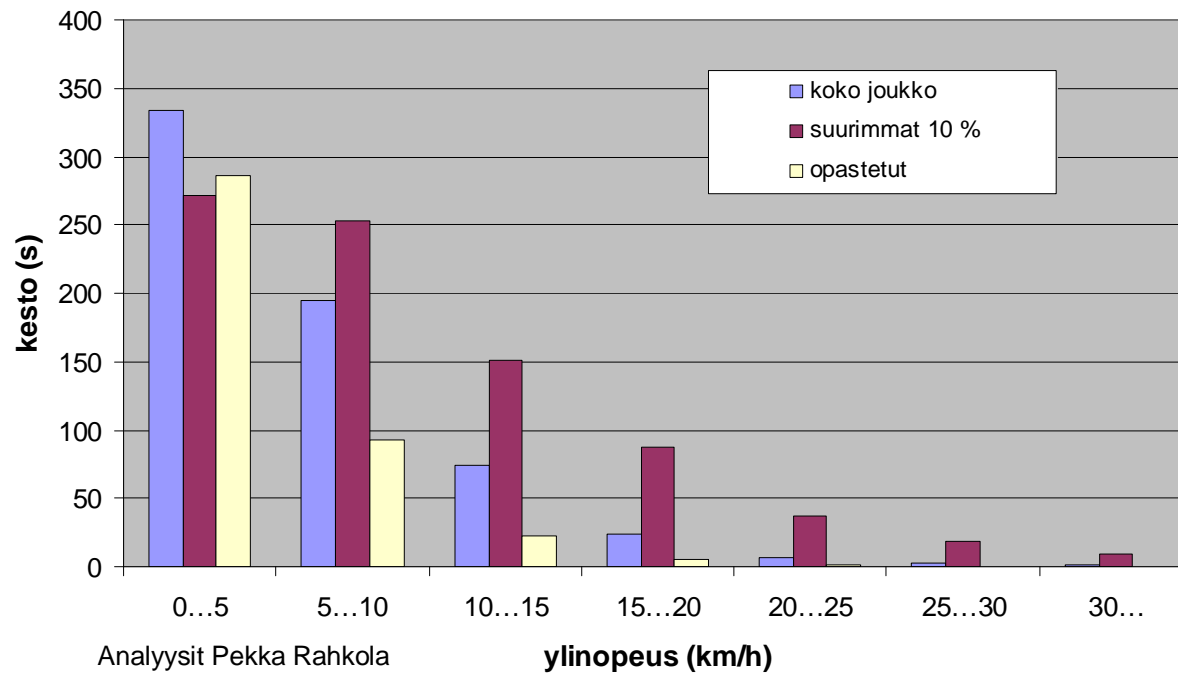
Polttoaineenkulutus suhteessa referenssiin (%)

kuljettaja	ajojen lkm	ennen opastusta	ajojen lkm	opastuksen kanssa	muutos (%-yks)
1	14	4.0	10	-2.9	-6.9
2	32	-4.1	105	-3.3	0.9
3	20	-14.0	90	-9.8	4.2
4	59	0.4	13	-1.9	-2.4
5	55	1.8	21	-6.9	-8.8
6	281	0.4	46	-2.6	-3.1
7	122	3.9	54	0.8	-3.1
8	69	2.7	69	-0.5	-3.2
9	70	-9.1	88	-9.2	0.0

- Eniten ajaneilla kuljettajilla opastuksen vaikutus polttoaineenkulutukseen -4.5 %

KAUPUNKIBUSSIEN AJO-OPASTIN YLINOPEUDET

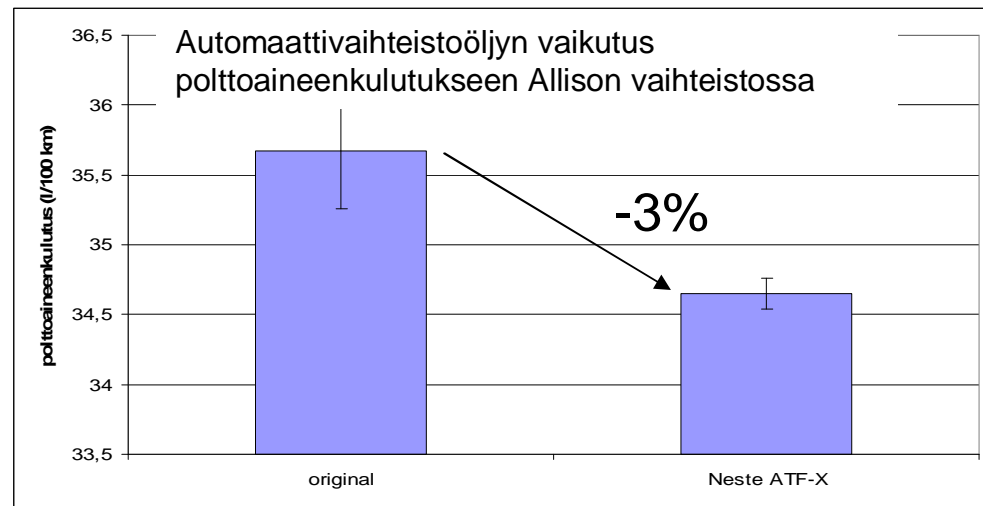
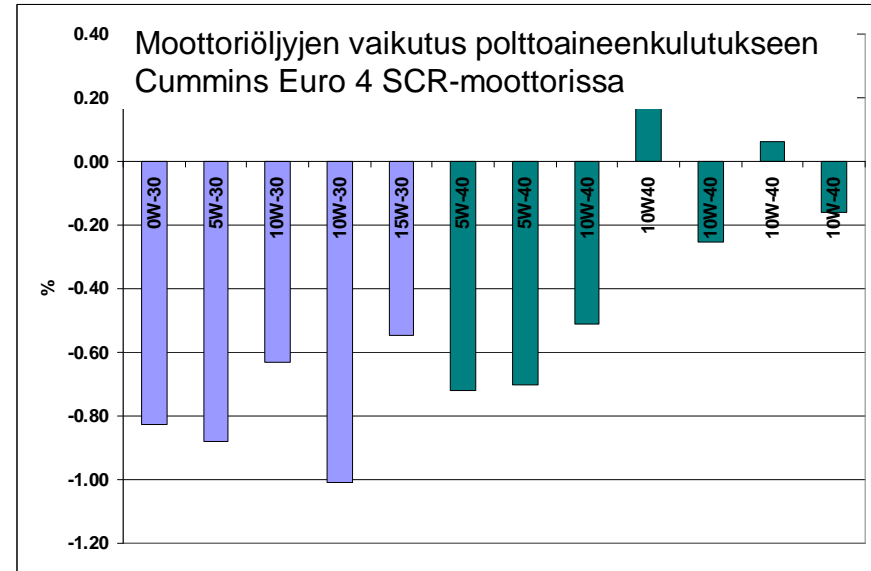
- Keskimääräiset ylinopeuskertymät vuoron aikana kolmelle eri kuljettajajoukoille
- Tarkastelu-aika kesäkuusta 2008 syyskuuhun 2009



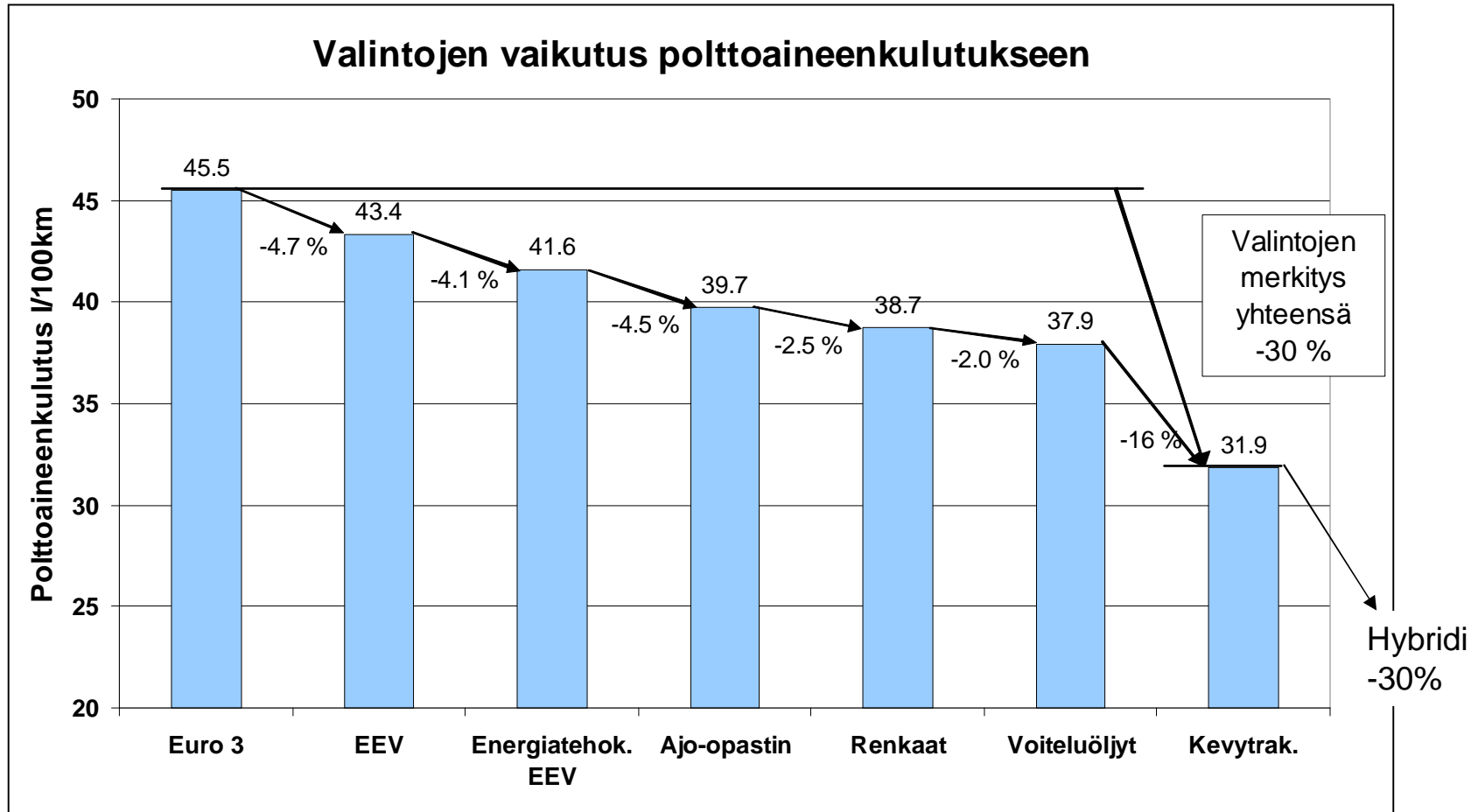
KAUPUNKIBUSSIEN AJO-OPASTIN JOHTOPÄÄTÖKSET

- Opastuksella onnistuttiin vaikuttamaan kuljettajan ajamiseen halutulla tavalla
- Kuljettajan viihtyvyys paranee
 - opastin poistaa kuljettajalta vastuun aikataulussa pysymisestä, ts. ei jatkuvaa tarvetta arvioida aikataulun toteutumista
 - ei houkutetta (~velvoitetta) ylinopeuden ajamiselle
- Polttoaineenkulutus laski keskimäärin 4,5 %
- Ylinopeudet
 - yli 5km/h ylinopeudet laskivat n. 60%
 - yli 10 km/h ylinopeudet laskivat n. 80%
 - Yli 15 km/h ylinopeudet käytännössä hävisivät

VOITELUAINEET



VOIDAANKO VALINNOILLA VAIKUTTAA?



- Ajosuoritteella 80 tkm/a, ja lähtötasolla 45,5 l/100km:
 - 5%:n säästö tarkoittaa 1800 l/v, tai 9100 l/5v
 - 30%:n säästö tarkoittaa 11000 l/v, tai 55000 l/5v

YHTEENVETO

- Uudet autotyypit ovat sekä puhtaampia että energiatehokkaampia
- Todellisista ajotilanteista sekä hyviä että huonoja tuloksia
- Päästötason säilyttäminen auton elinkaaren yli on selvästikin haasteellista
- Ajo-opastimella voidaan vähentää energiankulutusta ja samanaikaisesti lisätä palvelutasoa ja turvallisuutta
- Valinnoilla voidaan vaikuttaa!