

## RASKAAN KALUSTON ENERGIANKÄYTÖN TUTKIMUS

HDENERGIA-HANKE 2003 – 2005  
RASTU-HANKE 2006 – 2008



Nils-Olof Nylund

[www.rastu.fi](http://www.rastu.fi)

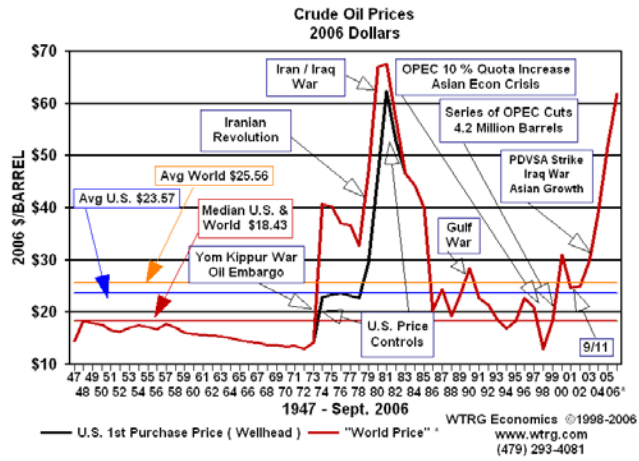
1

## SUOMI ON KUMIPYÖRIEN VARASSA

- ♦ Suomalainen yhteiskunta ja talouselämä ovat riippuvaisia raskailla ajoneuvoilla tapahtuvista henkilö- ja tavarakuljetuksista.
- ♦ Liikennepolttoaineiden kulutus oli suomessa 4,0 milj. tonnia vuonna 2005, josta bensiinin osuus oli 1,9 milj. tonnia ja dieselpolttoaineen osuus 2,1 milj. tonnia.
- ♦ Raskaan kaluston osuus dieselpolttoaineen kulutuksesta on arviolta 80 %, eli noin 1,7 milj. tonnia tai 2.000 milj. litraa.
- ♦ Polttoaineiden hinnannousu näyttäisi jatkuvan.
- ♦ Raskaan kaluston osalta jokainen saavutettava polttoaineen säästön prosenttiyksikkö merkitsee nykyisillä polttoaineen hinnoilla noin 20 M€:n säästöä vuositasolla (verollinen polttoaineen hinta).

2

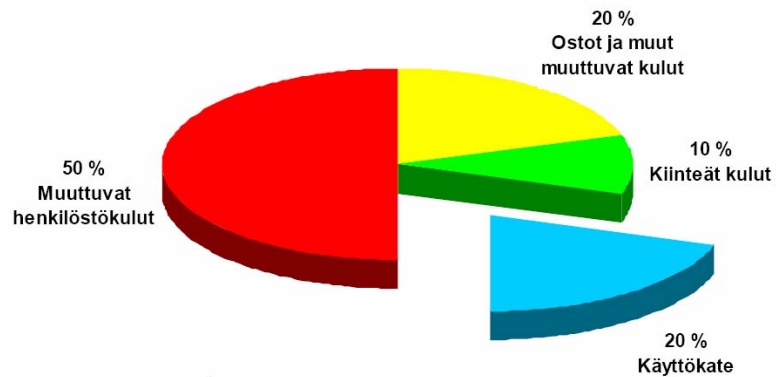
## ÖLJYN PITKÄAIKAINEN HINTAKEHITYS



Lähde: WTRG Economics 2006

3

## OY LINJA-AUTO AB 1. Tehokkaan toiminnan kustannusrakenne



KOIVISTON AUTO -YHTYMÄ

Martti Tommola/Kabus

4

## MITÄ TUTKIMUKSESSA TARVITAAN?

- ◆ Yhteistoimintaverkko
- ◆ Riittävä rahoitus
- ◆ Hyvät menetelmät ja välineet
- ◆ Hyviä ideoita
- ◆ Innostunut porukka
- ◆ Tarve/tilaus tehtävälle työlle

5

## LAAJAT TUTKIMUSHANKKEET

- ◆ Raskaan kaluston energiankäytön tehostaminen ajoneuvo- ja käyttöteknisin ratkaisuin ”**HDENERGIA 2003-2005**”
  - Vuosibudjetti n. 600.000 €/a, eli yhteensä n. 1.800.000 €
  - 13 tutkimuksellista alaprojektia, 6 tutkijaosapuolta, 20 rahoittajaa
  - Ajoneuvotekniikka & järjestelmätutkimus
- ◆ Uusi vuodet 2006 – 2008 kattava hanke ”Raskas ajoneuvokalusto: Turvallisuus, ympäristövaikutukset ja uusi tekniikka **RASTU**”
  - Vuosibudjetti n. 800.000 €/a, eli yhteensä n. 2.400.000 €
  - 9 tutkimuksellista alaprojektia, 7 tutkijaosapuolta, 22 rahoittajaa
  - Uutena elementtinä turvallisuus

[www.rastu.fi](http://www.rastu.fi)

6

## HDENERGIA: MITÄ SAATIIN AIKAISEKSI?

- ♦ Yhteistoiminta rahoittajien, tutkimuslaitosten ja liikennöitsijöiden kesken
  - selvää synergiahyötyä
  - jatkuva prosessi energiatehokkuuden parantamiseksi
  - kriittistä massaa: antaa mahdollisuuden myös viestinnälle ja tulosten jalkauttamiselle
  - vahva kytkentä Kuorma- ja pakettiautoliikenteen energiansäästöohjelmaan (ESS) ja sen tavoitteisiin
  
- ♦ Menetelmät ja metodiikka
  - kaupunkibussit, pitkän matkan bussit ja kuorma-autot laboratoriossa
  - maantiemittaukset (CAN -väylä mittaukset, rullauskokeet, perävaunu-mittaukset)
  - olennaisten polttoaineenkulutukseen vaikuttavien seikkojen tunnistaminen (paino, ilmanvastus, voimalinja, voiteluaineet, renkaat jne.)
  - riittävä tarkkuus kulutusmittauksiin

7

## MITÄ SAATIIN AIKAISEKSI?

- ♦ Säästöpotentiaalien kvantifiointi, esim.:
  - ajoneuvon paino ja aerodynamiikka jopa 30 %
  - kuljettajan opastus teknisin apuvälinein 5 - 15 %
  - autojen merkikohtaiset erot 5 – 15 %
  - renkaat 5 - 15 %
  - yhdistelmän ilmanohjaimen vaikutus 4 – 8 %
  - perävaunun tyyppi 3 – 5 %
  - voiteluaineet 1 – 2 %
  
- ♦ Innovaatioplatформи
  - hybridibussi, etenee Kabus Oy:n yrityshankkeena
  - ajo-opastin
  - kuorman tunnistus
  - liukkauden tunnistus

8

**TEC TransEnergy Consulting**

**Motiva** Info Haku Palautte Energiatekniikka  
Motiva Oy Toiminta alueet Yrityksille ja yhteisöille Kuluttajille Kirjasto Julkaisut Tutuskeskus Extranet

**RASTU 2006-2008**  
RAPORTIT  
RASTU-PROJEKTI  
SEMINAARIT  
RAHOITTAJAT  
TUTKIJASAPUOLET  
IN ENGLISH  
HDENERGIA 2003-2005

**RASTU 2006-2008**  
**Raskas ajoneuvokalusto: Turvallisuus, ympäristöominaisuudet ja uusi tekniikka: "RASTU"**



**Tutkimushanke vuosille 2006-2008**

Vuosina 2003-2005 toteutettiin laaja, kuuden tutkijasaapuolen ja noin 20 eri rahoittajan tutkimuskokonaisuus "Raskaan ajoneuvokaluston energiankäytön tehostaminen" (HDenergia). Hankkeeseen kuului yhteensä 13 alaprojektia. Hankkeen avulla pystyttiin tunnistamaan useita polttoaineen säästökohteita, ja lisäksi ideoitin uusia kuljetusalan IT-sovelluksia.

Tehtyä työtä jatkaa nyt uusi "RASTU" tutkimuskokonaisuus. Energiansäästön tutkimus jatkuu luonnollisesti. Uuteen hankkeeseen yhdistetään myös aiemmin erillisinä hankkeina toteutetut bussin ja kuorma-autojen päästömittausprojektit. Lisäksi hankkeen toimintakenttää laajennetaan siten, että raskaan kaluston turvallisuustason parantaminen esim. IT-tekniikka hyödyntämällä saa hankkeessa tärkeän osan.

[www.rastu.fi](http://www.rastu.fi)

**RASKAAN AJONEUVOKALUSTON ENERGIANKÄYTÖN TEHOVASTAMINEN "HDenergia" Yhteenvetoraportti 2003 - 2005**  
Kajottajat: TransEnergy Consulting  
Julkaisijat: Motiva

**RASKAAN AJONEUVOKALUSTON TURVALLISUUS YMPÄRISTÖOMINAISUUDET JA UUSI TEKNIikka "RASTU" Vuosiraportti 2006.**  
Kajottajat: TransEnergy Consulting  
Julkaisijat: Motiva

9

**TEC TransEnergy Consulting**

## RASTUN ALAPROJEKTIT

1. Euro 4/5 ajoneuvojen suorituskyky (VTT)
2. Euro 4/5 ajoneuvojen poltto- ja voiteluaineet (VTT)
3. Ajoneuvotekninen kehitystyö (TKK, VTT)
4. Ajoneuvojen IT-sovellukset (VTT, OY)
5. Linja-autojen liikennöinnin optimointi (VTT)
6. Kuorma-autoalan energiatehokkuuden hallinta ja kannustinjärjestelmät (TTY)
7. Energiansäästötoimenpiteiden tehokkuuden arviointi (VTT, TTY)
8. Menetelmäkehitys (VTT)
9. Pakokaasututkimus (VTT)
10. Koordinaatio ja viestintä (TEC, Motiva, VTT)

10

## ESIMERKKEJÄ OSAHANKKEISTA JA TULOKSISTA

- ◆ Menetelmäkehitys
- ◆ Bussien päästöt
- ◆ Kuorma-autojen polttoaineenkulutus
- ◆ Voiteluainetutkimus
- ◆ Rengastutkimus

## ALUSTADYNAMOMETRIMITTAUSTEN MENETELMÄKEHITYS - DYNAMOMETRI

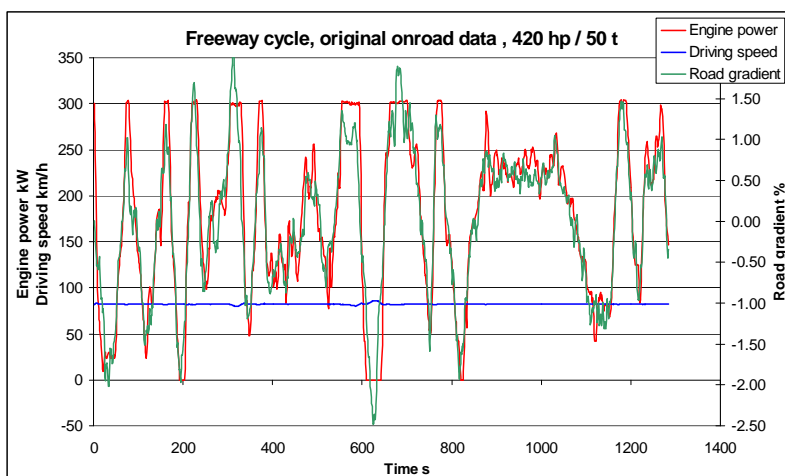
- ◆ Kokonaisien ajoneuvojen mittaamista varten VTT:llä on käytössään raskaiden ajoneuvojen alustadynamometri
- ◆ Alustadynamometrillä voidaan jäljitellä ajoneuvon todellista ajoa liikenteessä ottaen huomioon ajoneuvon ajovastukset ja käyttötarkoitusta vastaava ajoprofiili
- ◆ Mittauksissa tulee näin ollen huomioida mm.:
  - ilmanvastus ja rullausvastus (ajovastukset)
  - ajoneuvon massa
  - moottorin todellinen kuormitusprofiili
  - vaihteiston ja akseliston vaikutukset
  - apulaitteiden toiminta
  - jne.

## ALUSTADYNAMOMETRIMITTAUSTEN MENETELMÄKEHITYS - AJOPROFIILIT

- ♦ Todellisen ajotapahtuman jäljittelemiseksi dynamometrilla tarvitaan käyttötarkoitusta kuvaava ajoprofiili
- ♦ Muodostettu todellista ajoa kuvaavia testisyklejä
  - kaupunkilinja-autoille Helsingin keskustassa ja väylillä
  - kuorma-autoille jakeluajossa
  - raskaille ajoneuvoyhdistelmille moottoritie- ja maantieajossa
  - pikavuorolinja-autoille moottoritie- ja maantieajossa
- ♦ Tien kaltevuusmuutokset mukana ajo-ohjelmissa, pois lukien kaupunkibussisykleissä

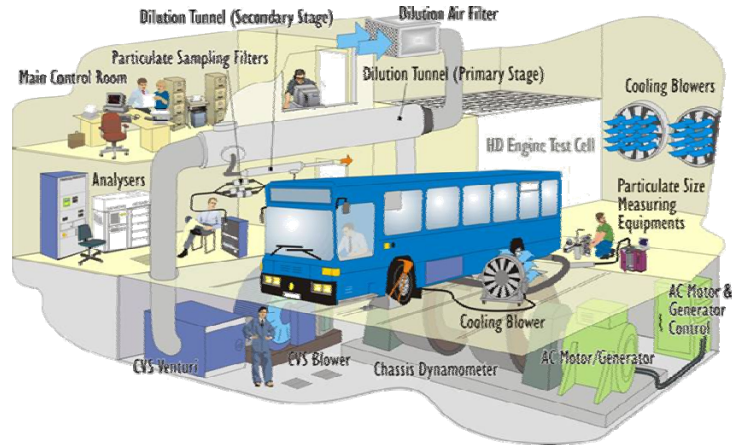
13

## ALUSTADYNAMOMETRIMITTAUSTEN MENETELMÄKEHITYS - AJOPROFIILIT



14

## MITTAUSLAITTEISTO

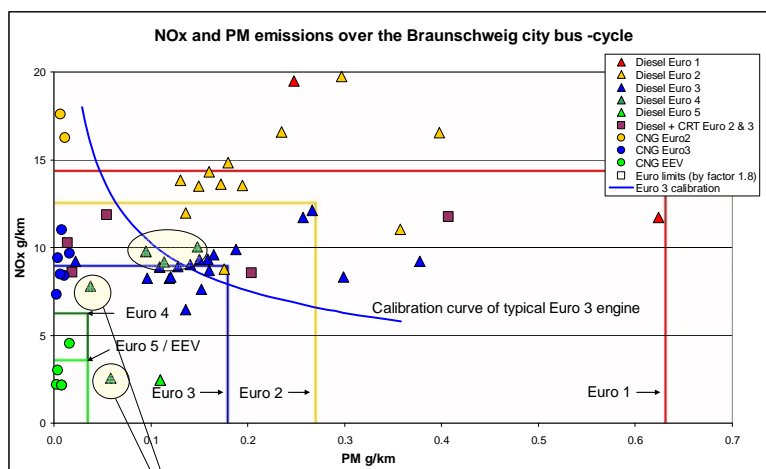


VTT on jo mitannut  
yli 80 bussia ja yli 70 kuorma-autoa!

Mittaustarkkuus:  
• polttoaineen kulutus  $\pm 1\%$   
• pakokaasupäästöt  $\pm 15\%$

15

## BUSSIEN PÄÄSTÖTULOKSIA



vain kaksi v. 2006 Euro 4/5 busseista vastasivat todellisilta päästöiltään likimain Euro -luokkaansa

16

## AJONEUVOJEN ILMOITTAMINEN

- ◆ Aikaisemmin VTT on ilmoittanut tulokset koodattuina
- ◆ Varsinkin polttoaineenkulutusarvojen ilmoittaminen voi vaikuttaa autojen kauppaan
  - merkkikohtaiset erot ovat suurimmillaan jopa 15 %
- ◆ Viranomaiset ja liikenteen tilaajat ovat kiinnostuneita autojen todellisesta päästöstä
  - bussiliikenteen pisteytysjärjestelmä pääkaupunkiseudulla
- ◆ PLL:n bussihanke oli ensimmäinen hanke jossa ilmoitettiin merkkikohtaiset tulokset
  - jatkossa tullaan ilmoittamaan tulokset merkeillä

17

ESPOO 2007

VTT TIEDOTTEITA 2372



Ensimmäinen  
raportti jossa  
julkistettiin merkit  
ja mallit

Nils-Olof Nylund, Kimmo Erkkilä &  
Tuukka Hartikka

**Kaupunkibussien polttoaineen-  
kulutus ja pakokaasupäästöt**

Uusimman dieseltekniikan suorituskyky

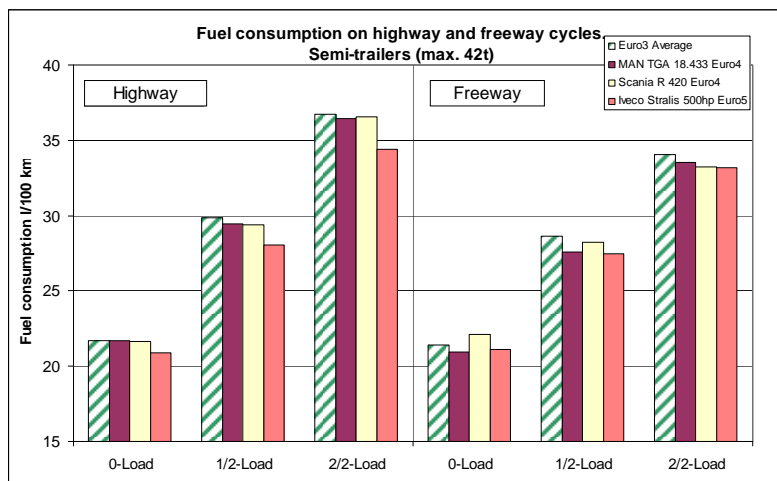
18

## KUORMA-AUTOMITTAUKSET

- ♦ Vuosina 2004 – 2005 mitattiin 16 uutta Euro 3 –tason autoa
  - neljä painoluokkaa: 18, 26, 42 ja 60 t
- ♦ Ensimmäiset Euro 4 –autot mitattiin 2005
  - kaksi 42 t autoa
- ♦ Vuonna 2006 mitattiin yhteensä kuusi Euro 4/5 autoa
  - yksi Euro 5 auto 42 t luokassa
  - viisi Euro 4 autoa 60 t luokassa, ajettiin myös 26 t versiona
- ♦ Seuraavassa esitetään kaikkien Euro 4/5 autojen tulokset suhteessa Euro 3 keskiarvoihin

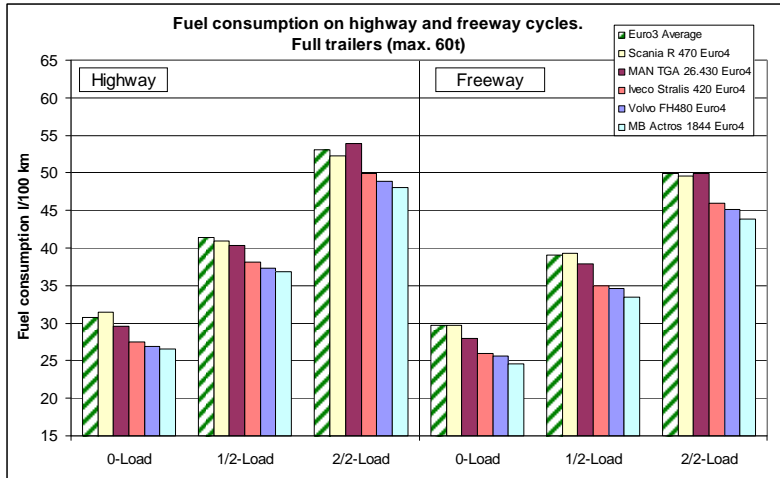
19

## POLTTOAINEEN KULUTUS 42 t



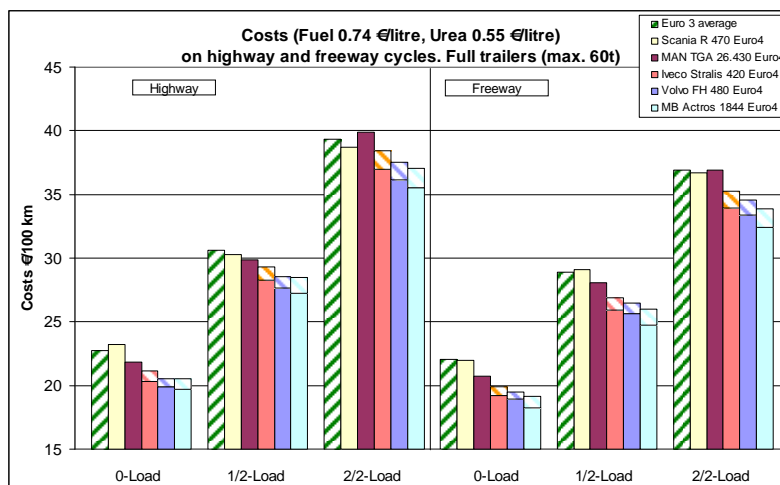
20

### POLTTOAINEEN KULUTUS 60 t



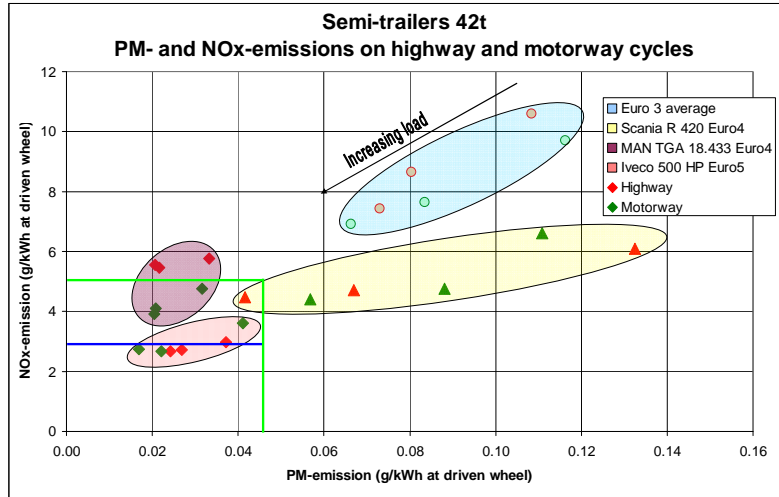
21

### POLTTOAINE- JA UREAKUSTANNUS 60 t



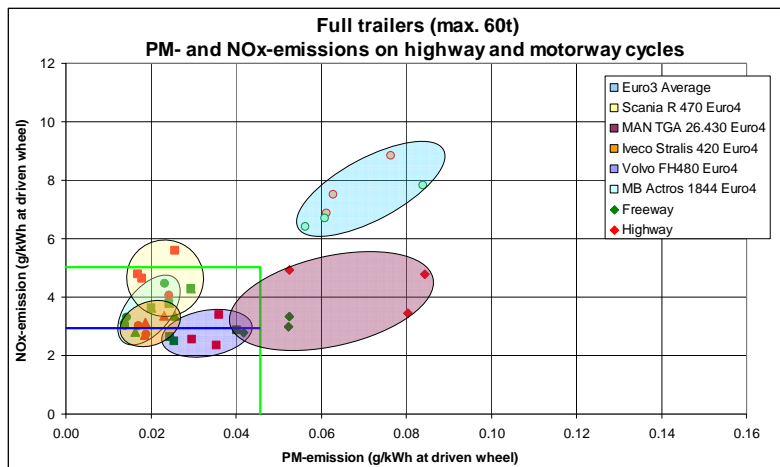
22

### PÄÄSTÖT 42 t



23

### PÄÄSTÖT 60 t



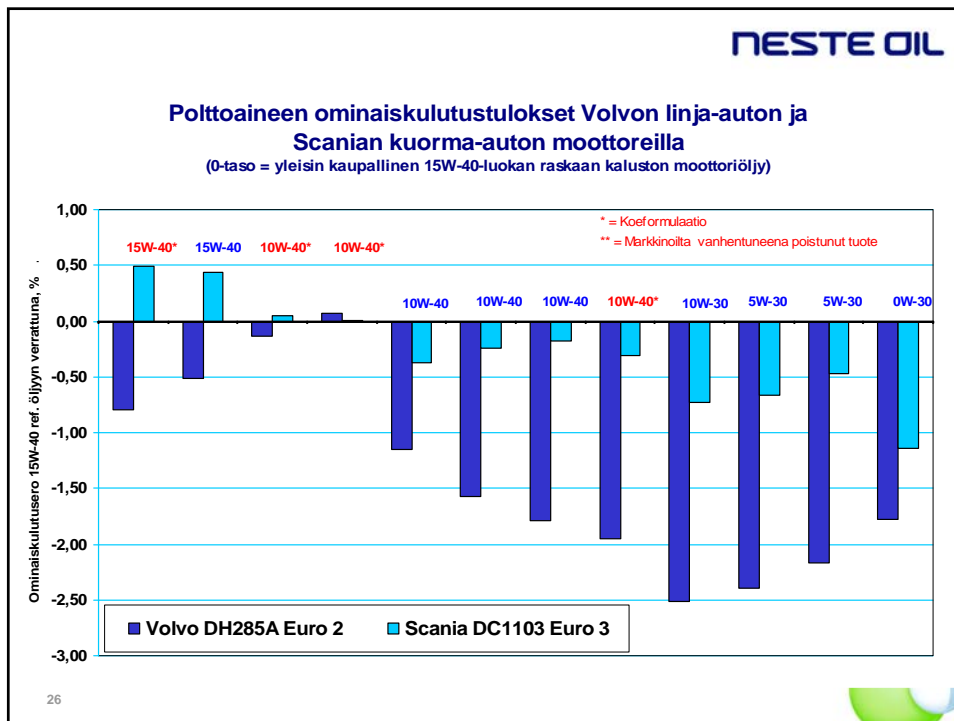
24

# Voiteluaineiden vaikutus raskaiden ajoneuvojen polttoaineen kulutukseen

NESTE OIL

Kari Kulmala  
Neste Oil Oyj / Komponentit / Perusöljyt

refining the future



## RASTU Alatehtävä 3, Rengasmittaukset

Kesällä 2006 tutkittiin kuorma-auton renkaiden vaikutusta polttoaineen kulutukseen ja rullausvastukseen. Kokeita tehtiin sekä maantiellä että alustadynamometrillä.



Koelaitteisto



27

## Alatehtävä 3, Rengasmittaukset

- Tutkittavia renkaita oli kolmeen eri tarkoitukseen soveltuvia
  - Vetoakselin renkaat
  - Perävaunun renkaat
  - Etuakselin renkaat
- Renkaita oli useaa eri merkkiä ja mallia
  - Vetoakselin renkaat: 6 eri mallia
  - Perävaunun renkaat: 5 eri mallia
  - Etuakselin renkaat: 5 eri mallia



28

## Alatehtävä 3, Rengasmittaukset

- Perävaunun renkaat



Nokia NTR-843

Bridgestone R168

Hankook TH10

Noktop 72

Michelin XTE2

(kulunut)

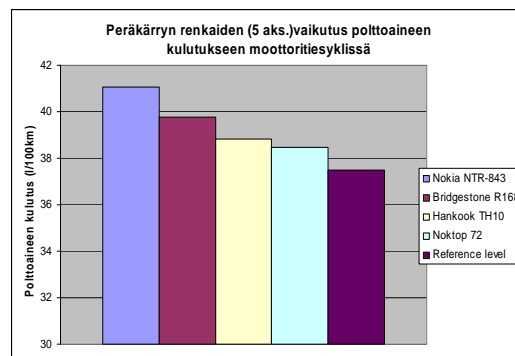
29



## Alatehtävä 3, Rengasmittaukset

- Perävaunun renkaat

- Ero polttoaineen kulutuksessa samantyyppisten renkaiden välillä jopa 3.5 %
- Suurin ero talvipintaisen ja kesäpintaisen renkaan välillä (jopa 9 %)



Windsor Workshop 2002

30



JA MATKA JATKUU!

