



# Linja-auton renkaiden energiätehokkuus





## Renkaan tehtävät

- Kuorman kantaminen
- Ohjaaminen
- Kulun pehmentäminen
- Vieriminen
- Voimien välittäminen
- Kulutuksen kestäminen





## Renkaiden kehityssuuntia

- Matalampi ja leveämpi rengasprofiili
- Paripyörän korvaaminen leveällä yksikköpyörällä
- Suuremmat akselipainot
- Parantunut kulutuskestävyys
- Pienempi vierinvastus

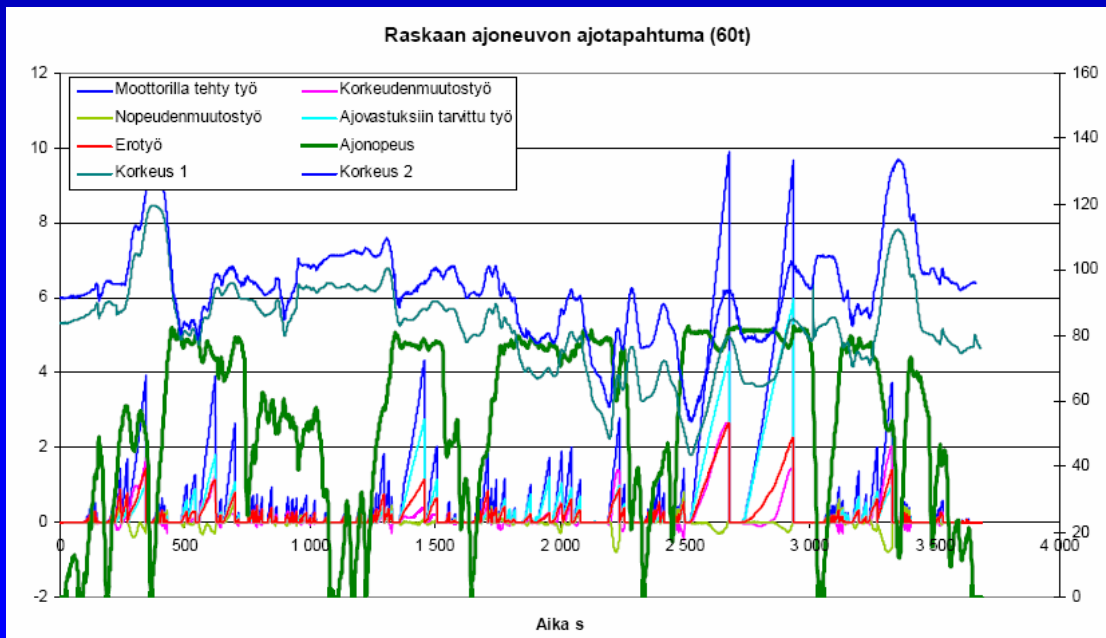
Pinnoitettu rengas on edelleen voimissaan





## HD Energia-hankkeen rengastutkimus

Tarkastelun kohteena oli erityyppisten renkaiden vaikutus linja-auton energiankulutukseen. Tutkimuksessa vertailtiin uusien, pinnoitettujen ja kuluneiden renkaiden vaikutusta saman auton energiankulutukseen. Tutkimuksessa tarkasteltiin myös paripyörän korvaavaa leveää yksikköpyörää. Tutkimus alkoi vuonna 2003 diplomityönä.



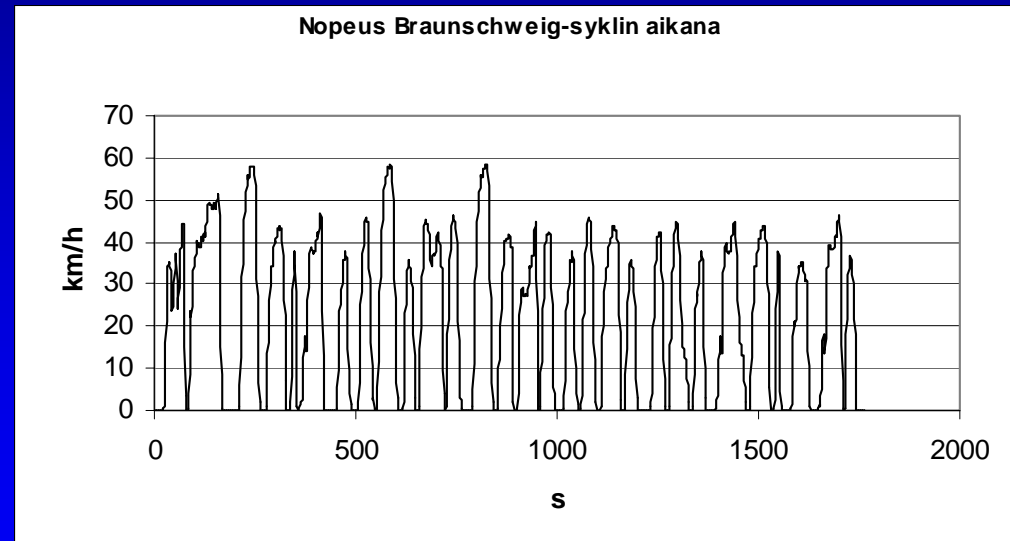


Mittaukset suoritettiin laboratorio-olosuhteissa VTT:n raskaan kaluston alustadynamometrillä.





**Mittaukset vuonna 2003:  
Auto: Scania L94 Lahti 402 (kaupunkilinja-auto)  
Ajosykli: Braunschweig**





### Eturenkaat:

- Michelin XZU+ 275/70
- Bridgestone R297 275/70

### Takarenkaat:

- Michelin X One XDU 455/45
- Michelin XDU 275/70
- Pinnoitettu Michelin 295/80
- Pinnoitettu Michelin 275/70
- Pinnoitettu Michelin 275/70, kulunut
- Pinnoitettu Bridgestone 275/70





## 0-vastusrullaukset dynamometrillä:

<b>Rengas</b>	<b>Hidastuvuus rullauskokeessa [m/s<sup>2</sup>]</b>
Bridgestone R297	0,048
Michelin XZU +	0,050

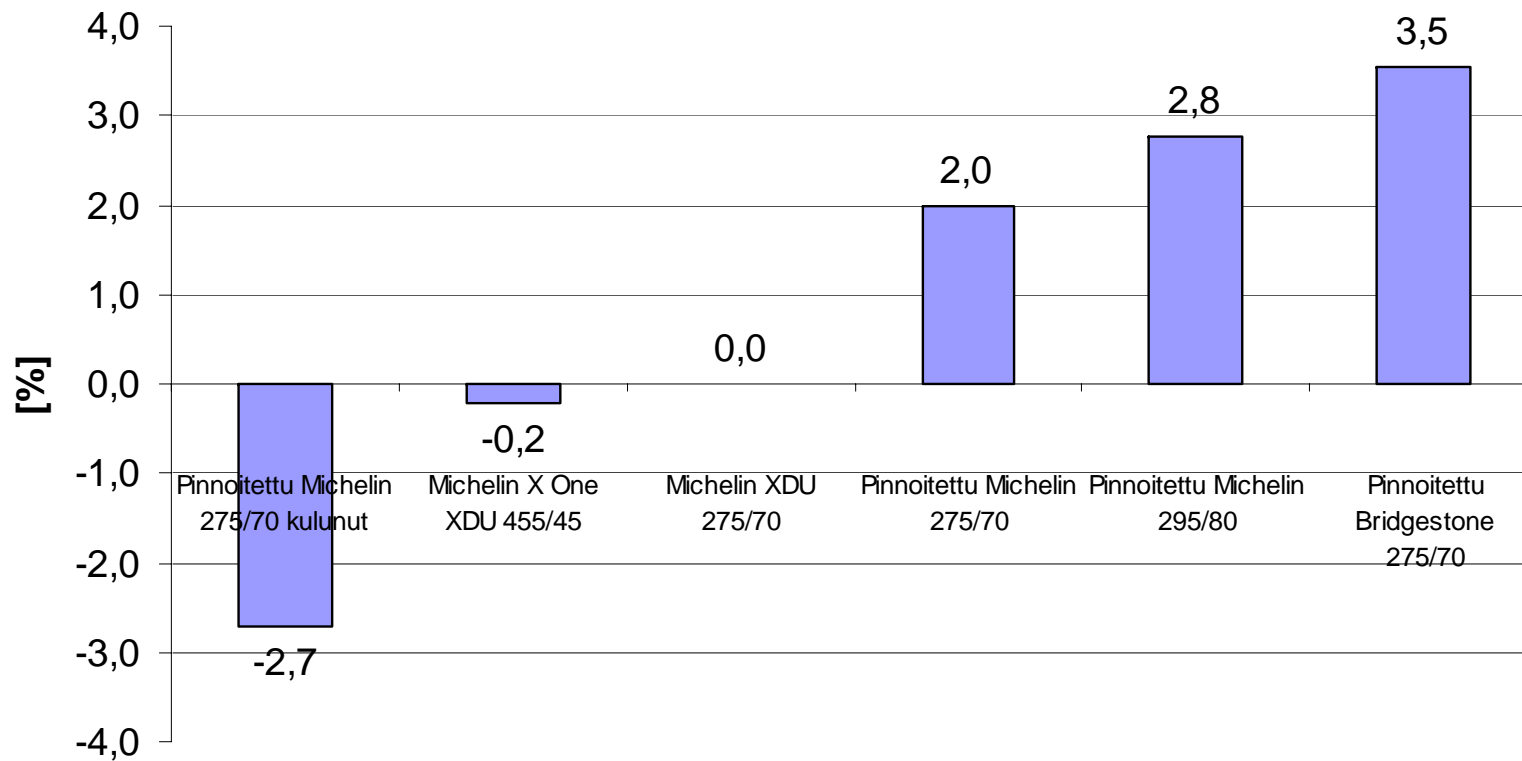


## Ajosityklien ja rullauskokeiden tulokset:

<b>Rengas</b>	<b>Kulutus [l/100 km]</b>	<b>Hidastuvuus rullauskokeessa [m/s<sup>2</sup>]</b>
Pinnoitettu Michelin 275/70 kulunut	47,80	0,087
Michelin X One XDU	49,00	0,096
Michelin XDU 275/70	49,10	0,099
Pinnoitettu Michelin 275/70	50,10	0,116
Pinnoitettu Michelin 295/80	50,50	0,113
Pinnoitettu Bridgestone 275/70	50,90	0,125



## Kulutuksen ero referenssirenkaasen (Michelin XDU 275/70)





## Yhteenveto

- Mittausmenetelmäkehitys onnistui.
- Yksikköpyörä hieman taloudellisempi kuin vastaava paripyörä.
- Kuluneella renkaalla päästiin yli 4 % pienempään kulutuslukemaan kuin vastaavalla ajamattomalla renkaalla. Huonoissa keliolosuhteissa energiatalous on ristiriidassa turvallisuuden kanssa.
- Rengasrungon tyypillä näissä mittauksissa 1% vaikutus samalla pinnalla varustetun renkaan kulutukseen.





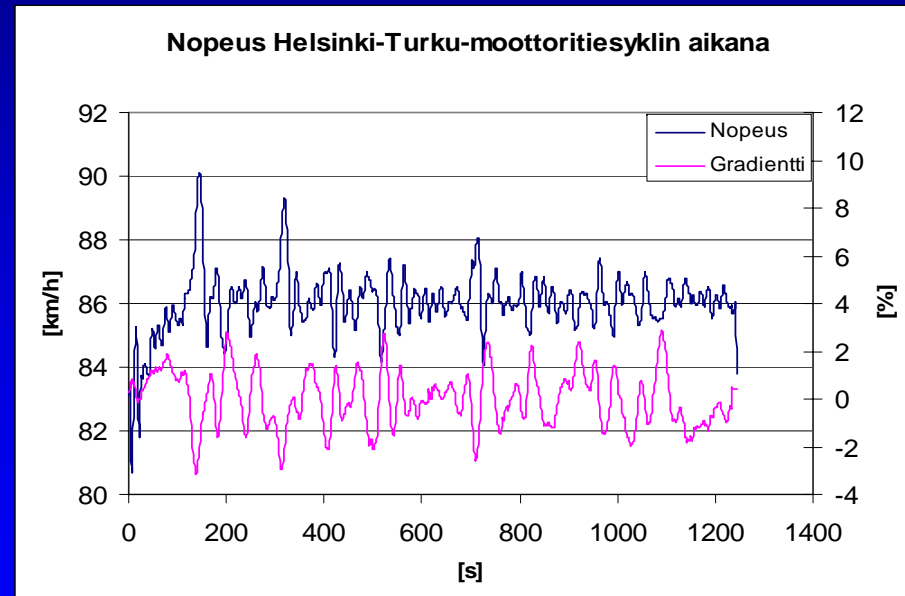
## Jatkotutkimus

Mittauksista saadut tulokset osoittivat, että renkaissa on selviä eroja. HD Energia-hankeessa päätettiin vuonna 2004 toteuttaa lisää rengasmittauksia sekä kaupunki- että maantielinja-autoilla.





Mittaukset kesällä 2004:  
Auto: Kabus TC-6Z3/7300 (pikavuoroauto)  
Ajosykli: Helsinki-Turku





Pikavuoroautolla mitatut renkaat:  
Rengaskoko 275/70 R 22,5

Rengas	Urasyyvyys [mm]
Michelin XZE 2+ uritettu, kulunut	4
Michelin XZE 2+ uritettu	9
Michelin XZA 2 Energy	15
Michelin XDA 2 Energy	18
Michelin XZE 2+	15
Michelin XZE 2+ Remix	16
Michelin XDE 2/Noktop 141	20



## Renkaat:



Michelin XZE 2+ uritettu, kulunut



Michelin XZE 2+ uritettu



Michelin XZA 2 Energy



Michelin XDA 2 Energy



Michelin XZE 2+



Michelin XZE 2+ Remix



Michelin XDE 2/Noktop 141

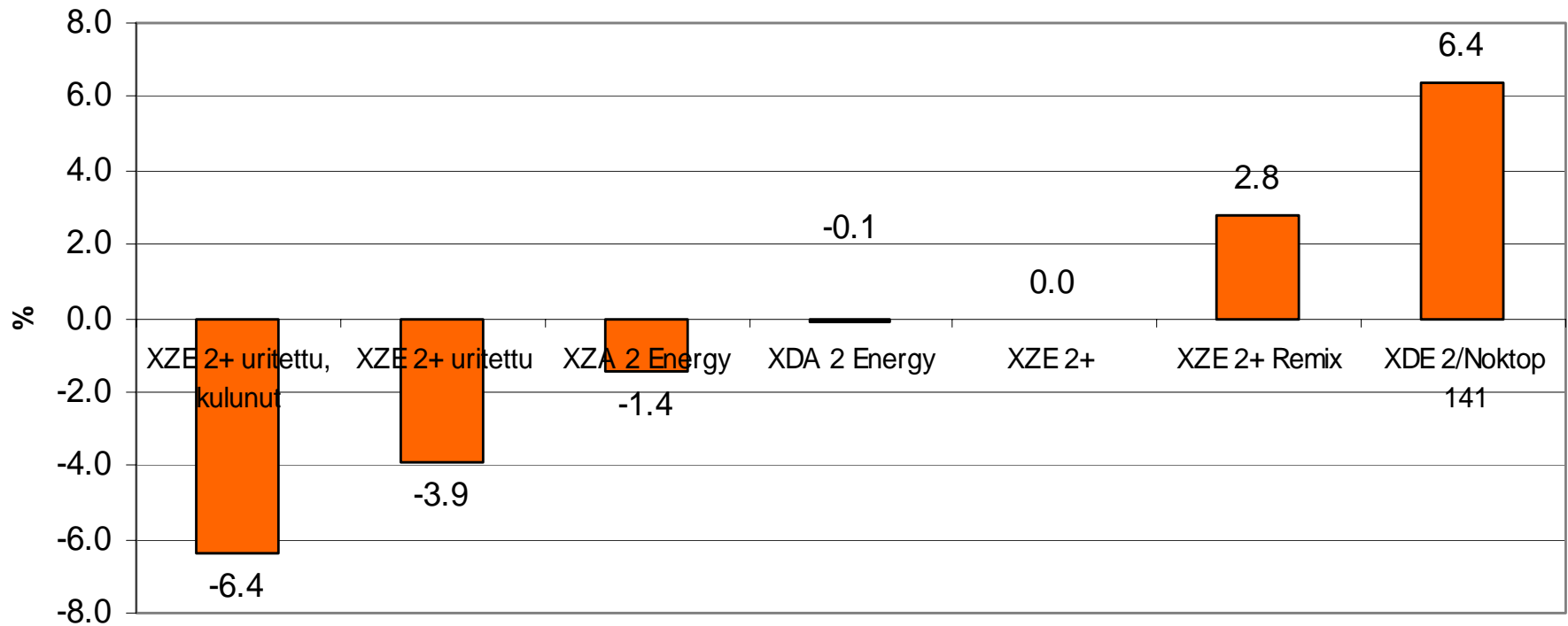


## Ajosyklien ja rullauskokeiden tulokset:

Rengas	Kulutus [l/100 km]	Hidastuvuus Rullauskokeessa [m/s <sup>2</sup> ]
Michelin XZE 2+ uritettu, kulunut	15,72	0,044
Michelin XZE 2+ uritettu	16,10	0,050
Michelin XZA 2 Energy	16,49	0,058
Michelin XDA 2 Energy	16,71	0,061
Michelin XZE 2+	16,73	0,061
Michelin XZE 2+ Remix	17,21	0,069
Michelin XDE 2/Noktop 141	17,87	0,075

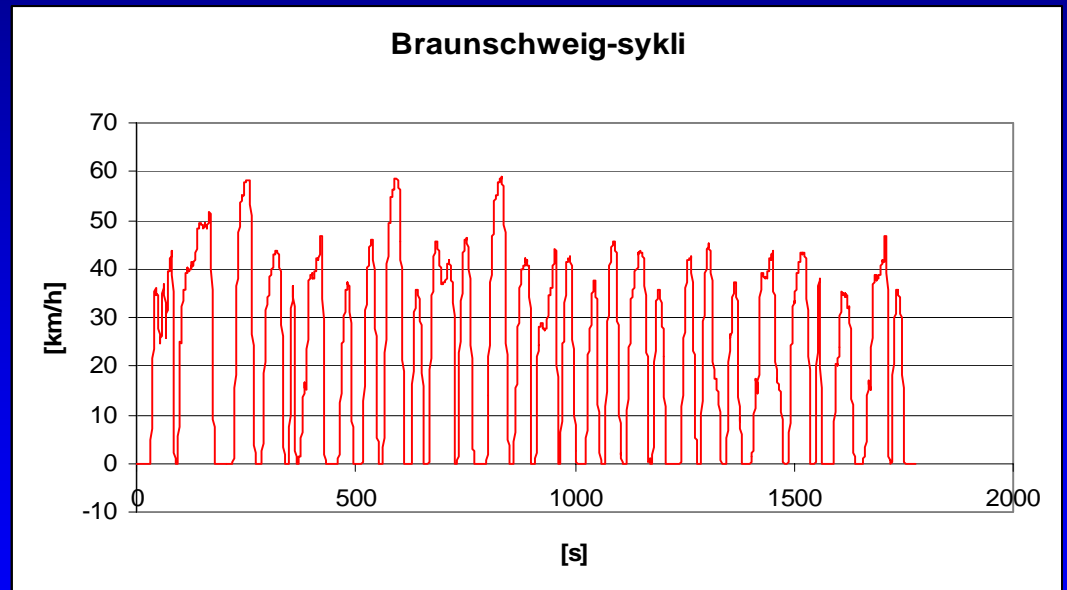


### Kulutuksen ero referenssirenkkaaseen (Michelin XZE 2+)





**Mittaukset kesällä 2004:  
Auto: Kabus TM-6Z2/6800 (kaupunkilinja-auto)  
Ajosykli: Braunschweig**



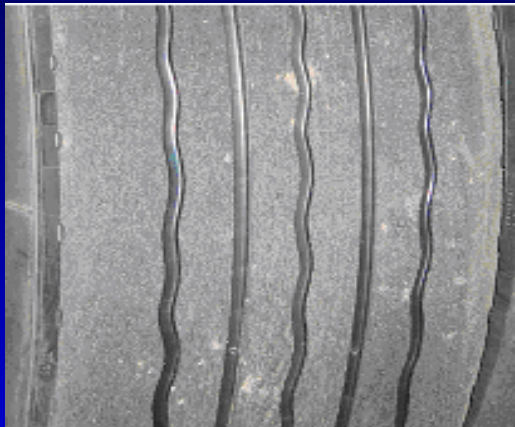


## Kaupunkiautolla mitatut renkaat: Rengaskoko 275/70 R 22,5

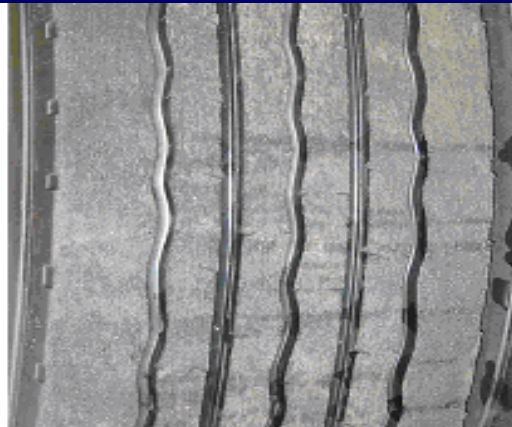
Rengas	Urasyyvyys [mm]
Michelin XZU + uritettu, kulunut	4
Michelin XZU + uritettu	9
Michelin XZE 2+ Bandag BDU kulunut	6
Bridgestone R192	19
Michelin XDU Remix	16
Michelin XDU Remix (toisto)	16
Michelin XZE 2+ Bandag BRR	16
Michelin XZU +	18
Continental HDU	20
Dunlop SP 531	20
Michelin XDE 2 Noktop 141	20
Michelin XZE 2+ Bandag BT-S	16
Michelin XZE 2+ Bandag BDU	20



## Renkaat:



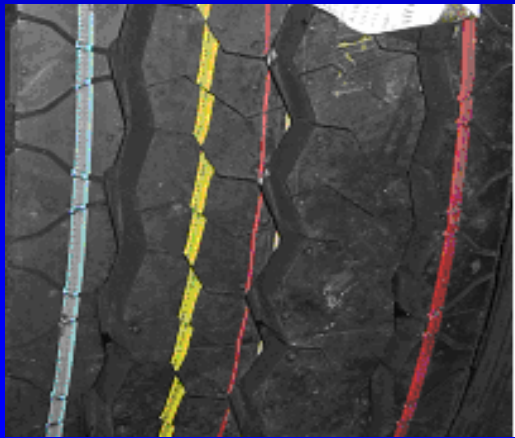
Michelin XZU + uritettu, kulunut



Michelin XZU + uritettu



Michelin XZE 2+ Bandag BDU kulunut



Bridgestone R192



Michelin XDU Remix



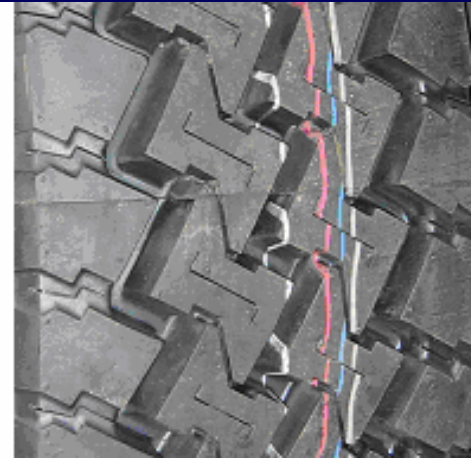
Michelin XZE 2+ Bandag BRR



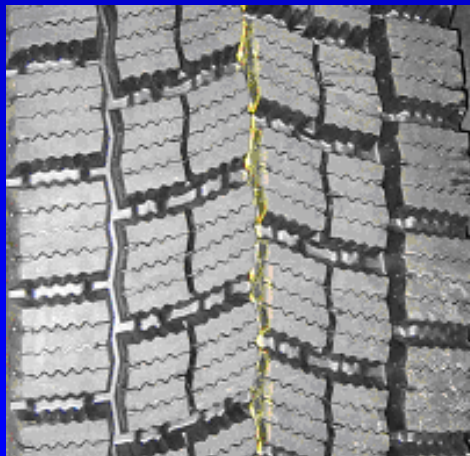
Michelin XZU +



Continental HDU



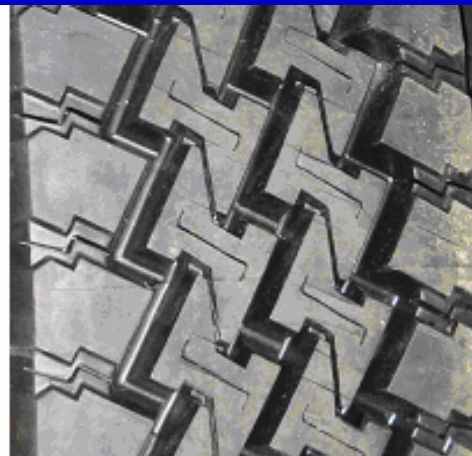
Dunlop SP 531



Michelin XDE 2 Noktop 141



Michelin XZE 2+ Bandag BT-S



Michelin XZE 2+ Bandag BDU

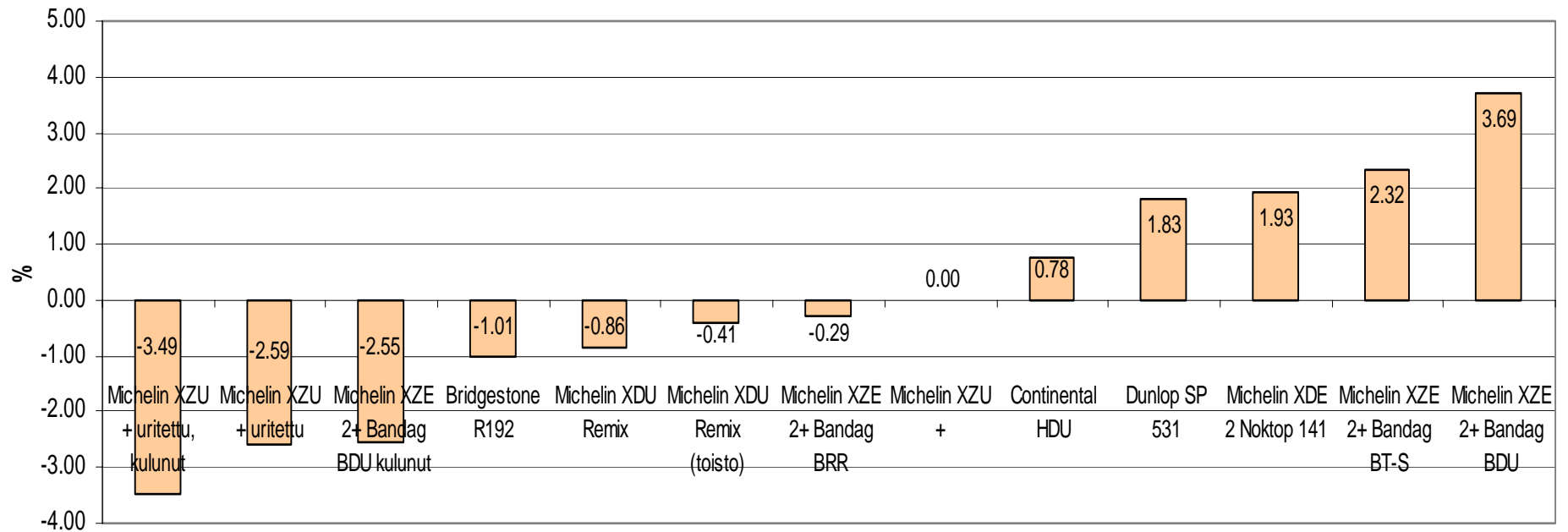


## Ajosyklien ja rullauskokeiden tulokset:

<b>Rengas</b>	<b>Kulutus [l/100 km]</b>	<b>Hidastuvuus rullauskokeessa [m/s<sup>2</sup>]</b>
Michelin XZU + uritettu, kulunut	48,47	0,074
Michelin XZU + uritettu	48,92	0,083
Michelin XZE 2+ Bandag BDU kulunut	48,94	0,078
Bridgestone R192	49,72	0,093
Michelin XDU Remix	49,79	0,094
Michelin XDU Remix (toisto)	50,02	0,096
Michelin XZE 2+ Bandag BRR	50,08	0,099
Michelin XZU +	50,23	0,098
Continental HDU	50,62	0,101
Dunlop SP 531	51,14	0,102
Michelin XDE 2 Noktop 141	51,20	0,114
Michelin XZE 2+ Bandag BT-S	51,39	0,120
Michelin XZE 2+ Bandag BDU	52,08	0,131

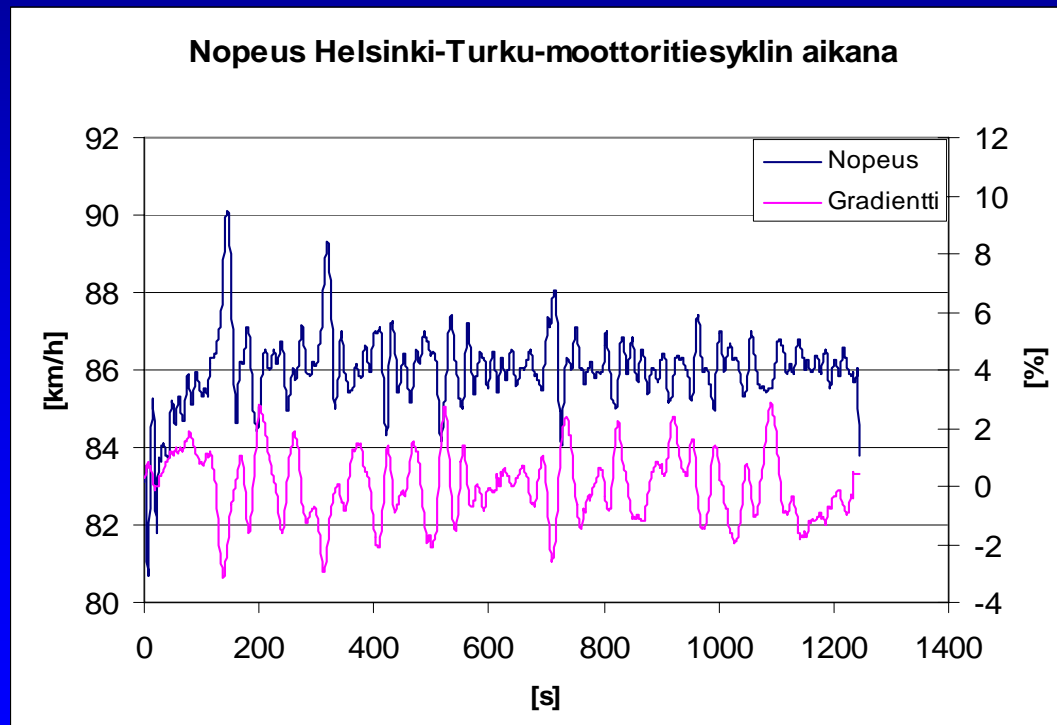


### Kulutuksen ero referenssirenkkaaseen (Michelin XZU +)





Mittaukset syksyllä 2004:  
Auto: Kabus TC-6Z3/7300 (pikavuoroauto)  
Ajosykli: Helsinki-Turku





Pikavuoroautolla mitatut renkaat:  
Rengaskoko 275/70 R 22,5

Rengas	Urasyyvyys [mm]
Bridgestone M788	18
Continental HDR	18
Dunlop SP 452	18
Michelin XDW	18
Michelin XZE 2+	16



## Renkaat:



**Bridgestone M788**



**Continental HDR**



**Dunlop SP 452**



**Michelin XDW**



**Michelin XZE 2+**

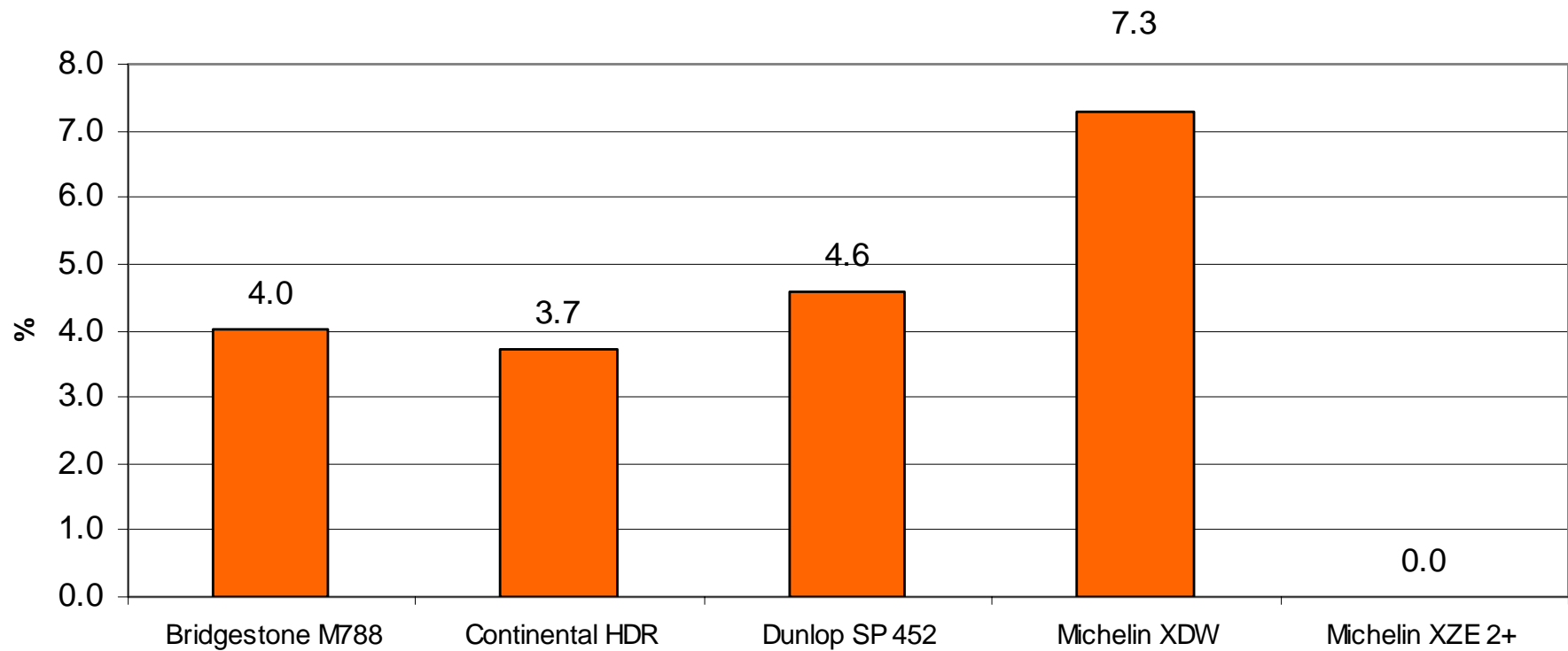


## Ajosyklien ja rullauskokeiden tulokset:

<b>Rengas</b>	<b>Kulutus [l/100 km]</b>	<b>Hidastuvuus rullauskokeessa [m/s<sup>2</sup>]</b>
Bridgestone M788	17,63	0,062
Continental HDR	17,56	0,061
Dunlop SP 452	17,73	0,063
Michelin XDW	18,24	0,067
Michelin XZE 2+	16,91	0,057



### Kulutuksen ero referenssirenkaaseen (Michelin XZE 2+)





## Yhteenveto:

Pinnoitetulla renkaalla voidaan päästä yhtä pieneen energiankulutukseen kuin uudella renkaalla.

Uudella renkaalla ajettaessa suurin vaikutus kulutukseen on pintakuvion karkeudella.

- Urituksella renkaalle annetaan lisää käyttöaika sen ollessa taloudellisimmillaan. Uritetun renkaan käyttö tulisi ajoittaa mahdollisuuksien mukaan hyvien keliolosuhteiden ajalle.





## Jatko:

- Tutkitaan rengaspaineen vaikutus vierinvastukseen ja energiankulutukseen.
- Tarkastellaan renkaan lämpötilaa tarkemmin mittausten aikana.
- Mitataan uusia pintakuvioita 22,5-tuumaisissa renkaissa.
- Mitataan 19,5-tuumaisia renkaita.

