

## AJONEUVON energiankulutuksen mallinnus

*Ajoneuvon energiankulutuksen mallinnus -projektissa tutkittiin, kuinka hyvin nykyisillä simulointiohjelmissa pystytään mallintamaan linja-autoja ja muita raskaan kaluston ajoneuvoja. Projektin tulosten valossa simuloinnin avulla pystytään valitsemaan energiataloudellisin kalusto halutulle reitille tai vastaavasti optimoimaan nykyisen kaluston käyttöä.*

Simuloinnit tehtiin Teknillisen korkeakoulun autotekniikan laboratoriossa. Simuloinneissa käytettiin Advisor-ohjelmaa, joka on kehitetty erilaisten voimalinjaratkaisujen energiatalouden tutkimiseen. Simulointeja varten ohjelmaan mallinnettiin neljä ajoneuvoa, jotka olivat kaupunkilinja-auto, maantielinja-auto, ajoneuvoyhdistelmän vetoauto ja jakeluauto. Mallinnetuista ajoneuvoista kaupunkilinja-auto oli automaattivaihteinen, muut olivat manuaalivaihteisia.

Ajoneuvomallit pohjautuvat mitattuihin moottorien kulutuskarttoihin ja saatavilla olevaan kirjalliseen materiaaliin. Mallit viimeisteltiin vertaamalla simulointituloksia VTT Prosessien alustadynamometrimittausten tuloksiin. Niitä parametreja, joita oli jouduttu arvioimaan tarkan tiedon puuttuessa, tarkennettiin vertailun yhteydessä. Tarkennusten suuruusluokka oli sellaisissa rajoissa, että tarkennetut tiedot olisi paremmilla lähtötiedoilla voitu jo

*Teknillisen korkeakoulun autotekniikan laboratoriossa simuloitiin ajoneuvon energiankulutusta.*

### TUTKIMUKSEN TULOKSENA

TKK:n simulointiohjelma on toimiva menetelmä, kun ajoneuvoja valitaan käyttöolosuhteiden mukaisiksi. Mikäli käyttöolosuhteet ovat tiedossa etukäteen, voidaan simuloinnin avulla jo ajoneuvon hankintavaiheessa valita energiataloudellisesti paras ratkaisu.

aluksi arvioida oikein. Vertailulla selvitetiin myös sitä, kuinka hyvin mallinnus oli onnistunut ilman mittaustuloksia.

Automaattivaihteisen ajoneuvon simulointimalli toimi hyvin, mutta manuaalivaihteisen ajoneuvon simulointimallia jouduttiin muokkaamaan paremmin raskaalle kalustolle sopivaksi. Manuaalivaihteisilla ajoneuvoilla tutkittiin myös vaihtevaihtotavan vaikutusta polttoaineen kulutukseen. Vastavasti automaattivaihteisella kaupunkilinja-autolla simuloitiin eri komponenttien, syklien optimoinnin sekä apulaitteiden oikea-aikaisen käytön vaikutusta polttoaineen kulutukseen.

## Tulokset

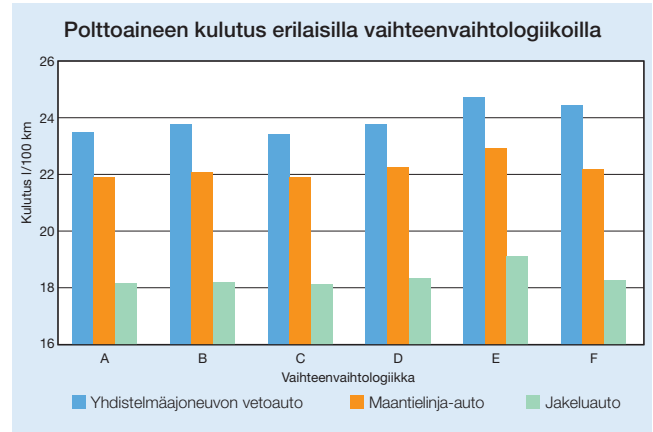
Simulointiohjelma osoittautui toimivaksi työkaluksi valittaessa ajoneuvoja käyttöolosuhteiden mukaan. Manuaalivaihteisen ajoneuvon mallinnus onnistui ja tuloksena oli simulointiohjelman automaattivaihteistoa monipuolisempia vaihtamismalleja. Näin ollen perusohjelmaa pystyttiin laajentamaan huomattavasti myös raskaan kaluston puolelle.

Mikäli käyttöolosuhteet ovat tiedossa etukäteen, voidaan simuloinnin avulla jo ajoneuvon hankintavaiheessa valita energiataloudellisesti paras ratkaisu. Lisäksi simulointituloksia voidaan käyttää suunniteltaessa linja-autojen aikataulut sellaisiksi, että reiteillä kulkevaa kalustoa käytetään mahdollisimman taloudellisesti.

Komponenttien kohdalla tuloksista voidaan todeta, ettei suuritehoisenkaan sähkölaitteen käyttöajankohdalla ole vaikutusta polttoaineen kulutukseen kaupunkiliikenteen linja-autoissa. Sen sijaan valitsemalla oikeanlainen rengaskoko ja vaihteiston välitykset voidaan polttoaineen kulutuksessa säästää useita prosentteja.

Muutos	kulutus [l/100km]	%
Ei muutoksia	60,7	100,0
Ilmanvastuskerroin 0,5 -> 0,79	61,4	101,2
Erlainen rengastus (pienemmät renkaat)	57,5	94,7
Perävälitys 4,87 -> 4,00	74,4	122,6
Mekaanisten apulaitteiden keskimääräinen kulutus 5 kW -> 10 kW	64,8	106,8
Sähköisten apulaitteiden keskimääräinen kulutus 2,5 kW -> 5 kW	62,6	103,1
Sähköisten apulaitteiden keskimääräinen kulutus 2,5 kW -> 10 kW	66,4	109,4

Komponenttien vaikutusta tutkittiin automaattivaihteisella kaupunkilinja-autolla Braunschweig-syklillä. Tulosten perusteella esimerkiksi ilmanvastuskerroin voidaan arvioida likimääräisesti kaupunkiajosimulointeja varten. Lisäksi nähdään, että välitys voisi olla hieman lyhyempi, jos auto haluttaisiin optimoida tälle ajosyklille.



*Erilaisten vaihtamistapojen vaikutus polttoaineen kulutukseen manuaalivaihteisilla ajoneuvoilla.*

## RASKAAN AJONEUVOKALUSTON ENERGIANKÄYTÖN TEHOSTAMINEN 2003–2005

Ajoneuvon energiankulutuksen mallinnus -projekti kuului Raskaan ajoneuvokaluston energiankäytön tehostaminen -tutkimushankkeeseen, jonka tavoitteena oli saada 5–10 prosentin säästöt polttoaineen kulutuksessa.

### Tutkimushankkeen koordinointi

VTT Prosessit ja TEC TransEnergy Consulting Oy

### Tutkimushankkeen viestintä

Motiva Oy

Lisätietoja ohjelmasta, projektien kuvaukset, raportit ja esitteet osoitteesta [www.motiva.fi/raskaskalusto](http://www.motiva.fi/raskaskalusto)

## Lisätietoja

Teknillinen korkeakoulu  
Autotekniikan laboratorio  
Osku Kaijalainen  
puh. (09) 451 5706  
osku.kaijalainen@tkk.fi

Antti Lajunen  
puh. (09) 451 5029  
antti.lajunen@tkk.fi