

SÄÄSTÖJÄ POLTTOAINEEN KULUTUKSEEN

Raskaan ajoneuvokaluston
energiankäytön tehostaminen





RASKAAN AJONEUVOKALUSTON energiankäytön tehostaminen

Raskas ajoneuvokalusto käyttää Suomessa vuosittain noin 1 800 miljoonaa litraa dieselpolttoainetta. Raskaan kaluston energiankäytön tehostamiseksi on käynnistetty tutkimushanke, jonka tavoitteena on saada polttoaineen kulutukseen pysyvästi 5–10 prosentin säästöt.

Raskaan ajoneuvokaluston vuosittaiset viiden prosentin polttoainesäästöt vähentävät hiilidioksidipäästöjä 240 tuhatta tonnia. Rahassa mitattuna säästö on noin 70 miljoonaa euroa polttoaineen verollisessa hinnassa.

Linja-autoihin ja kuorma-autokalustoon kohdistuvassa energiansäästöhankeessa määritetään raskaiden ajoneuvojen energiankulutukseen vaikuttavat tekijät ja haetaan keinoja polttoaineen kulutuksen vähentämiseksi. Vuosina 2003-2005 toteutettavaa tutkimustyötä koordinoi VTT Prosessit.

Tutkimuskohteet

Raskaan ajoneuvokaluston energiankäytön tehostaminen -tutkimushankkeessa määritellään, miten energiankulutusta voidaan vähentää muun muassa ajoneuvoteknisillä ratkaisulla ja optimoiduilla ajoneuvovalinnoilla. Hankkeessa selvitetään myös, miten paljon ajoneuvon käytötavat ja huolto vaikuttavat energiankulutukseen. Kuljettajien opastukseen, kuljetusyritysten toiminnan ohjaukseen sekä yksittäisten ajoneuvojen ja koko-



naisten ajoneuvojärjestelmien toiminnan optimointiin kehitetään informaatiojärjestelmiä, joiden avulla voidaan vähentää käyttäjästä johtuvan energiankulutuksen osuutta.

Osallistujat

Tutkimusosapuolina hankkeeseen osallistuvat VTT:n eri yksiköiden lisäksi Teknillinen korkeakoulu, Tampereen teknil-

linen yliopisto, Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia ja Motiva Oy.

Hanketta rahoittavat Tekes, Ajoneuvohallintokeskus, liikenne- ja viestintäministeriö sekä useat kuljetuspalvelujen ostajat, tuottajat ja muut alan yritykset.

Kuljetusalan yritykset voivat hyödyntää tutkimushankkeesta syntyvää tietoa energiatehokkuuden parantamisessa.



PÄÄMÄÄRÄNÄ 5-10 PROSENTIN SÄÄSTÖT polttoaineen kulutuksessa

Tutkimushankkeen tavoitteena

- Pysyvä 5-10 prosentin polttoaineen säästö ajoneuvoja, niiden komponentteja sekä ajoneuvojen käyttöä ohjaavia järjestelmiä kehittämällä.
 - Ajoneuvotekninen ja järjestelmätason osaaminen yhdistetään.
 - Raskaiden ajoneuvojen energiankulutukseen vaikuttavat tekijät määritetään. Samalla saadaan tietoa siitä, miten energiankulutusta voidaan vähentää ajoneuvoteknisillä ratkaisuilla ja optimoiduilla ajoneuvovalinnoilla.
 - Kuljettajien opastukseen ja kuljetusyriyten toiminnan ohjaukseen kehitetään informaatiojärjestelmiä ja menetelmiä. Yksittäisten ajoneuvojen sekä kokonaisten ajoneuvojärjestelmien toiminnan optimointiin luodaan menetelmiä.
- Esimerkkejä tutkimushankkeessa tavoiteltavista tuloksista ja tuotteista*
- Raskaiden ajoneuvojen akkreditoitu polttoaineen kulutuksen mittaamenetelmä alustadynamometrillä
 - Mittausmenetelmät pienten kulutuserojen toteamiseksi raskaiden ajoneuvojen alustadynamometrikokeissa
 - Ominaiskulutuskäyrästöt erityyppisille ajoneuvoille kuorman ja ajosyklin funktiona
 - Linja-autojen ajostrategioiden optimointi
 - Simulointityökalu, jonka avulla on helppo arvioida erilaisten ajoneuvojen soveltuvuutta ja suorituskykyä erilaisissa ajotehtävissä
 - Voimalaite- ja voimansiirtovaihtoehtojen vertailu
 - Energiankulutus- ja ympäristöseurannan sekä raportoinnin työkalujen arviointi
 - Raskaiden ajoneuvojen seuranta- ja tiedonkeruujärjestelmien kehittäminen
 - Säästävään ajotapaan opastava aktiivinen kuljettajan informaatiojärjestelmä
 - Informaatiojärjestelmä reitin optimointiin
 - Raskaan kaluston vähävastuksiset rengasratkaisut
 - Kulutuksen kannalta optimaalinen polttoaine
 - Raskaan kaluston vähäkitkaiset voiteluaineet
 - Huoltotoimenpiteiden vaikutus autojen polttoaineen kulutukseen
 - Kuljettajien koulutukseen ja motivointiin soveltuvan aineiston työstäminen

OSAPROJEKTIT

AJONEUVOTEKNIikka

Mittausmenetelmien kehitys

Kun arvioidaan teknisten parannusten, esimerkiksi uudentyyppisten renkaiden tai voiteluaineiden vaikutuksia raskaan ajoneuvon polttoaineen kulutukseen mittaukselta vaaditaan suurta tarkkuutta, suunnitelmallisuutta ja huolellisuutta.

VTT:llä on käytössä uusi, raskaan kaluston alustadynamometri. Telojen halkaisija on 2,5 metriä ja hetkellinen tehon vastaanottokyky on 360 kW. Laitteistolla voidaan simuloida ajoneuvoyhdistelmän kokonaispainoa aina 60 tonniin asti.

Projektissa mittausmenetelmiä on jo kehitetty niin, että Mittatekniikan keskus MIKES on myöntänyt akkreditoinnin alustadynamometrissa tapahtuville raskaiden ajoneuvojen polttoaineen kulutus- ja pakokaasupäästämittauksille.

Toteuttaja: VTT Prosessit



Ajovastukset ja ajoneuvojen ominaiskulutus

Ajovastukset ja ajoneuvojen ominaiskulutus -osaprojektissa paneudutaan alustadynamometrissa tapahtuviin polttoaineen kulutusmittauksiin. Alustadynamometrissa päästään hyvään mittaustarkkuuteen ja lisäksi siinä on helppo simuloida erilaisia ajosyklejä ja kuormitusilanteita kuten ajoneuvoyhdistelmän painon vaihteluja.

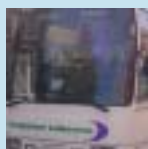
Jotta dynamometrimittaukset vastaisivat mahdollisimman hyvin todellisia ajoilanteita, on maantiellä tapahtuvien mittauksien, esimerkiksi rullauskokein, määriteltävä erityyppisten ajoneuvojen ajovastusarvot. Tämä tehdään erityyppisillä linja-autoilla, pakettiautoilla, kuorma-autoilla ja kuorma-autoyhdistelmillä, aina 60 tonnin kokonaispainoon asti.

Toteuttajat: VTT Prosessit ja Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia

Ajoneuvon energiankulutuksen mallinnus

Ajoneuvon suorituskykyä ja energiankulutusta voidaan arvioida simuloinnin avulla. Ajoneuvon valintaan vaikuttavat ajosuorituksen luonne ja suorituskyvyn tarve. Ajoneuvon energiankulutuksen mallinnus -osaprojektissa energiatehokkaan ajoneuvon valinnan tukena käytetään Advisor-simulointityökalua. Yksinkertainen esimerkki simuloinnin soveltamisesta on linja-auton moottoritehon optimointi tiettyä linjastoa varten.

Toteuttaja: Teknillinen korkeakoulu, Autotekniikan laboratorio

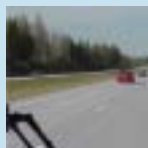


Aktiivisen ajo-opastinlaitteen kehittäminen

Aktiivisella ajo-opastinlaitteella tarkoitetaan esimerkiksi ohjelmoitavaa näyttöpaneelia, josta kuljettaja saa helposti tulkittavissa olevia toimintaohjeita ajoneuvon taloudelliseen ajotapaan. Ohje voi olla esimerkiksi vaihtamiskehoitus käsivalintaisen vaihteiston yhteydessä, varoitus turhan ripeästä kiihdytyksestä, muistutus liiallisesta jarrujen käytöstä tai turhasta joutokäynnistä.

Ajo-opastinlaitteella voidaan myös muistuttaa sellaisista ajoneuvon huolloista, jotka vaikuttavat ajoneuvon kulutukseen tai päästöarvoihin. Ajo-opastinlaite kytketään ajoneuvon CAN-väylään, josta saadaan informaatiota moottorin ja ajoneuvon toiminnasta. Lisäantureita voivat olla esimerkiksi jarrujen lämpötilatunnistimet tai indikaattorit jarrujen käytöstä.

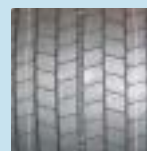
Toteuttajat: VTT Prosessit ja Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia



Rengashäviöiden minimointi

Rengashäviöiden minimointi -osaprojektissa määritetään eri rengasratkaisujen vaikutus vierinvastukseen. Tutkimusmenetelminä käytetään linja-autoilla sekä alustadynamometrillä että maantieolosuhteissa tehtäviä mittauksia. Vierinvastus riippuu muun muassa renkaiden rakenteesta, pintakuviosta ja rengaspaineesta. Tulokset ovat sovellettavissa yleisesti raskaaseen kalustoon.

Toteuttaja: Teknillinen korkeakoulu, Autotekniikan laboratorio



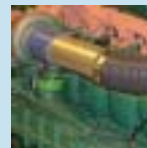
Poltto- ja voiteluainetekniset keinot polttoaineen kulutuksen vähentämiseksi

Tietyt polttoaineen ominaisuudet kuten tiheys ja hiilivetykoostumus vaikuttavat moottorin litramääräiseen polttoaineen kulutukseen ja moottorista saatavaan tehoon. Esimerkiksi talvilaauteisen, keveän dieselpolttoaineen turha käyttö lisää litroissa mitattua polttoaineen kulutusta ja alentaa moottorista saatavaa tehoa.

Voiteluaineiden kitkahäviöihin voidaan vaikuttaa perusöljyn koostumuksella, viskositeetilla ja voiteluöljyn lisäaineilla. Markkinoilla on jo kaupallisia tuotteita, joiden luvataan säästävän polttoainetta useita prosentteja tavanomaisiin öljyihin verrattuna.

Poltto- ja voiteluainetutkimuksen tutkimusmenetelminä käytetään moottoridynamo- ja alustadynamometrimittauksia sekä kenttäkokeita. Poltto- ja voiteluaineet ovat kiitollisia kehityskohteita, koska mahdolliset hyödyt saadaan nopeasti käyttöön suuressa automäärässä.

Toteuttaja: VTT Prosessit



Ajoneuvojen huolto ja päivitys

Huoltotoimenpiteillä voidaan selvästi vaikuttaa ajoneuvojen polttoaineen kulutukseen. Tyypillisiä toimenpiteitä ovat esimerkiksi ruiskutuslaitteiden ja turboahtimen uusiminen. Markkinoilla on myös lukuisia joukko erilaisia poltto- ja voiteluaineiden lisäaineita, joiden väitetään alentavan polttoaineen kulutusta ja vähentävän huollon tarvetta. Erilaisten lisäaineiden tehosta on tarpeellista saada tutkittua tietoa.

Linja-auton elinkaaren aikana siihen vaihdetaan moottori tyypillisesti 1-2 kertaa. Vaihto tapahtuu yleensä alkuperäistä vastaavaan moottoriin.

Ajoneuvojen huolto ja päivitys -osa- projektissa tehdään tekninen selvitys Suomessa käytössä olevasta linja-autokalustosta ja siitä, miten kalustoa voitaisiin moottorinvaihtojen yhteydessä päivittää vähemmän polttoainetta kuluttaviksi.

Toteuttajat: VTT Prosessit ja Helsingin ammattikorkeakoulu Stadia



JÄRJESTELMÄTUTKIMUS

Ajoneuvojen seurantajärjestelmien luominen

Ajoneuvojen seurantajärjestelmien luominen -osaprojektissa toteutetaan yleinen toimintamalli energiankulutuksen seurantaan. Lisäksi projektissa selvitetään soveltuvimmat keinot, joilla energiankulutusta voidaan vähentää linja- ja kuorma-autoalan yrityksissä.

Projektissa määritetään yrityksen kaluston polttoaineen kulutukseen soveltuva seurantajärjestelmä sekä laaditaan energiankulutuksen vähentämiseen ja kuljetusten laatu- ja ympäristötekijöiden parantamiseen kohdennettu toiminta-

malli. Tausta-aineistoa kerätään muun muassa varustamalla erityyppisiä ajoneuvoja tiedonkeruulaitteistoilla.

Energiankulutuksen vähentämiseen tähtäävien toimenpiteiden ja vaikutusten kannalta toimiva energiankulutuksen seurantajärjestelmä ja vähentämistavoitteiden asettaminen ovat olennaisen tärkeitä.

Toteuttaja: Tampereen teknillinen yliopisto, liikenne- ja kuljetustekniikan laitos



Kuljetusyri-tysten energia- ja ympäristö-seurantajärjestelmät

Kuljetusalan energiansäästöso- pimus edellyttää yrityksiltä toimeenpanon seuranta- ta. Yritykset voivat hyödyntää tietotekniikkaan perustuvaa kuljetusyri-tysten energia- ja ympäristöseurantajär-jestelmää, kun ne noudattavat energian- säästöso- pimuksen velvoitteita.

Osaprojektissa kartoitetaan olemas- sa olevat työkalut ja järjestelmät, mää- ritellään tarvittava seurantatieto, selvi- tetään tiedonkeruumenetelmät, sovitaan raportointikäytännöistä ja -muodoista, määritetään kuljetus- kaluston energiakatselmuksen sisältö ja energiansäästöso- pimuksen mukaiset aktiivisuustasot.

Toteuttaja: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka



Linja- autojen ajoprofiilit

Kuljettajan ajotavoilla on huomattava vaikutus linja- auton polttoaineen kulutukseen. Linja- autojen ajoprofiilit -osaprojektissa ajotapahtumaa tarkastel- laan koko linjan ja pysäkkivälien kan- nalta. Projektissa laaditaan menettely,

jonka avulla kuljettaja voi linjakohtaisesti määrittää edullisimman ajorytmin ja op- timoida ajoa niin kulutuksen kuin palve- lutason suhteen. Menettelyn avulla voi ennakoida myös ajamattomia linjaosuuk- sia.

Ajotapojen optimoinnin ansiosta lin- joilla voidaan saavuttaa 2-5 prosentin vähennys polttoaineen kulutuksessa sa- malla kun palvelu paranee esimerkiksi siten, että aikatauluissa pysytään parem- min. Tämä puolestaan lisää joukkoliiken- teen kilpailuedellytyksiä ja sitä kautta energiaa voidaan säästää edelleen.

Toteuttaja: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

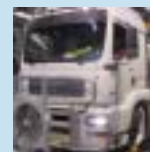


Kuljettajien koulutusmateriaali

Osaprojektissa kartoitetaan olemassa ole- vat koulutusmuodot ja niihin sisältyvät oppaat, ajotavan optimoinnin työkalut, kuljettajakoulutuksen välineet ja mene- telmät sekä tekniset ratkaisut.

Kuljettajien koulutusmateriaalia var- ten kootaan uutta tietoa Raskaan ajoneu- vokaluston energiankäytön tehostaminen - tutkimushankkeesta muun muassa talou- delliseen ajotapaan vaikuttavista tekijöis- tä sekä ajoneuvon uusien teknisten rat- kaisujen vaikutuksista polttoaineen ku- lutuksen vähentämiseksi. Kuljetusyri- tykset voivat hyödyntää koulutusmate- riaalia kehittäessään toimintatapojaan energiatehokkaammiksi.

Toteuttaja: Motiva Oy



RASKAAN AJONEUVOKALUSTON ENERGIANKÄYTÖN TEHOSTAMINEN -tutkimushanke 2003-2005

Tutkimusosapuolet



VTT PROSESSIT

Johtava tutkija Nils-Olof Nylund
Puh. (09) 456 5518
nils-olof.nylund@vtt.fi

VTT RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIikka

Erikoistutkija Kari S. Mäkelä
Puh. (09) 456 4586
kari.s.makela@vtt.fi



TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Autotekniikan Laboratorio

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Autotekniikan laboratorio
Laboratorioinsinööri Panu Sainio
Puh. (09) 451 3464
panu.sainio@hut.fi



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Liikenne- ja kuljetustekniikan laitos
Erikoistutkija Harri Rauhamäki
Puh. (03) 3115 2843
harri.rauhamaki@tut.fi

STADIA

HELSINGIN AMMATTIKORKEAKOULU

HELSINGIN AMMATTIKORKEAKOULU STADIA

Autolaboratorio
Erikoisopettaja Turo Tiillä
Puh. (09) 3108 3560
turo.tiilla@testcenter.fi

Motiva

MOTIVA OY

Asiakasryhmäpäällikkö Seppo Pyrrö
Puh. (09) 8565 3114
seppo.pyrro@motiva.fi

Rahoittajat

- Tekes
- Ajoneuvohallintokeskus
- Liikenne- ja viestintäministeriö
- YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta
- HKL Suunnitteluyksikkö
- Fortum Oil & Gas
- Neste Markkinointi
- HKL-Bussiliikenne
- Helsingin kaupungin rakennusvirasto
- Tampereen kaupungin liikennelaitos
- Tampereen kaupungin auto- ja konekeskus
- Pohjolan Liikenne
- Kabus
- Transpoint

Tutkimushankkeen koordinointi

VTT PROSESSIT

Tutkimushankkeen viestintä

MOTIVA OY

www.motiva.fi/raskaskalusto