



TRANSECO TUTKIMUSOHJELMA: TIELIIKENTEEN ENERGIAANSÄÄSTÖ JA UUSIUTUVA ENERGIA

Vuosiraportti 2009

Toimittaja Nils-Olof Nylund

Julkisuus: Julkinen

Suorittajaorganisaatio ja osoite VTT PL 1604 02044 VTT Projektin vastuhenkilö Nils-Olof Nylund Projektin asiakirjanumero (VTT)	Tilaaja Tilaajan yhdyshenkilö Tilaajan tilaus- tai viitenumero	
Hankkeen nimi, lyhytnimi ja suoritetunnus TransEco-koordinaatio, 40981	Raportin numero ja sivumäärä 51 s.	Päiväys 15.4.2010

Projektiraportin nimi ja kirjoittajat
TransEco-tutkimusohjelma: Tieliikenteen energiansäästö ja uusiutuva energia. Vuosiraportti 2009. Toimittanut Nils-Olof Nylund.

Tiivistelmä

VTT käynnisti vuonna 2009 tieliikenteen energiansäästön ja uusiutuvan energian tutkimusohjelman TransEcon. Viisivuotinen (2009 – 2013) TransEco-ohjelma muodostaa tutkimusplatformin, jonka puitteissa kokonaisvaltaisesti tarkastellaan ja kehitetään tieliikennesektorin energia- ja päästöratkaisuja, ja johon tukeudutaan Suomelle sopivia toimintamalleja kehitettäessä ja markkinoille tuotaessa.

TransEcon käynnistyessä mukana ovat seuraavat tutkimusosapuolet: VTT (koordinaattori), Oulun yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto, Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu, Metropolia ja Turun ammattikorkeakoulu. Tutkimushankkeet jakautuvat neljään pääryhmään: ajoneuvotutkimus, polttoainetutkimus, järjestelmätutkimus ja kansainvälinen yhteistyö. Näiden lisäksi hankkeen koordinaatio ja viestintä muodostavat viidennen kokonaisuuden. Järjestelmätutkimuksella tarkoitetaan tässä lähinnä strategiseen päätöksentekoon ja ohjauskeinoihin liittyvää tutkimusta.

Vuotta 2009 koskevat rahoituspäätökset saatiin aikavälillä kesä- lokakuu 2009. Osa hankkeista ehdittiin vain käynnistämään vuoden 2009 puolella, osasta hankkeita on jo käytettävissä alustavia tuloksia. Vuosiraportissa 2009 on kuvattu yleinen viitekehys, TransEco-ohjelman rakenne ja tavoitteet. Lisäksi vuosiraportissa on esitetty lyhyt yhteenveto yhteensä 12 alahankkeen tekemisistä ja suunnitelmista. Näistä 7 liittyy ajoneuvotutkimukseen, 2 polttoainetutkimukseen ja 3 järjestelmätutkimukseen.

Jakelu: Päivitykset:	Julkisuus Julkinen Päivämäärä:
---	--

Projektin vastuhenkilö **Tarkastus- ja hyväksymisallekirjoitukset**

SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE.....	1
1 TRANSECO-TUTKIMUSOHJELMAN YLEISESITTELY	2
1.1 YLEINEN VIITEKÄYTTÖ	2
1.2 TRANSECO-OHJELMAN RAKENNE JA TAVOITTEET	4
2 VUODEN 2009 TUTKIMUSHANKKEET JA TUTKIMUSOSAPUOLET	8
2.1 YLEISTÄ	8
2.2 AJONEUVOTUTKIMUS	8
2.3 POLTTOAINETUTKIMUS	9
2.4 JÄRJESTELMÄTUTKIMUS (SUOMI 2020 – 2030).....	10
2.5 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ.....	11
2.6 KOORDINAATIO JA VIESTINTÄ.....	13
3 OHJELMAN RAHOITUS JA VOLYYMI.....	15
4 HANKEKOHTAINEN RAPORTOINTI.....	16
HANKE 1.1: EFFICARUSE – KÄYTTÄJÄLÄHTÖISET TOIMENPITEET HENKILÖAUTOLIIKENTEEN ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMISEN VÄLINEINÄ.....	16
HANKE 1.2: HDENIQ – ENERGIATEHOKAS JA ÄLYKÄS RASKAS AJONEUVO	19
HANKE 1.3: RAMSES - RASKAAN AJONEUVON MASSAN SEKÄ LIUKKAUDEN ESTIMOINTIJÄRJESTELMÄ	22
HANKE 1.4: AJONEUVOJEN JA TYÖKONEIDEN SÄHKÖISEN VOIMANSIIRRON KEHITTÄMINEN.....	24
HANKE 1.5: AJONEUVOTEKNIikkaAN LIITTYVÄT DIPLOMITYÖT: HVAC, APULAITTEIDEN TEHONTARVE & RENKAIDEN TASAPAINOTUKSEN.....	27
HANKE 1.6: RASKAIDEN AJONEUVOJEN ELINKAAREN HALLINTA.....	28
HANKE 1.7: ASIAKASKOHTAINEN KULJETUSTEN PÄÄSTÖJEN MITTAAMINEN JA RAPORTOINTI & ENERGIATEHOKKUUS-TOIMENPITEIDEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI .	30
HANKE 2.1: KORKEAN PITOISUUDEN ETANOLIPOLTTOAINEET	33
HANKE 2.2: KORKEASEOSTEISET BIOKOMPONENTIT HENKILÖAUTOJEN POLTTOAINEISIIN – MUUT KUIN ETANOLI	37
HANKE 3.1: TARKASTELUKEHIKKO: AJONEUVOJEN ENERGIAN-KÄYTTÖÖN JA PÄÄSTÖIHIN LIITTYVIEN TOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSET.....	38
HANKE 3.2: VEROTUSMALLIT JA MUUT OHJAUSKEINOT	40
HANKE 3.3: AHMA – HENKILÖAUTOKANNAN ENNUSTEMALLI	48
5 VIITTEET	51

ESIPUHE

VTT käynnisti vuonna 2009 tieliikenteen energiansäästön ja uusiutuvan energian tutkimusohjelman TransEcon. TransEco-ohjelma muodostaa tutkimusplatformin, jonka puitteissa kokonaisvaltaisesti tarkastellaan ja kehitetään tieliikennesektorin energia- ja päästöratkaisuja, ja johon tukeudutaan Suomelle sopivia toimintamalleja kehitettäessä ja markkinoille tuotaessa.

TransEcon vuoden 2009 kokokohta oli 4.11.2009 Espoon Otaniemessä pidetty käynnistysseminaari, joka kokosi lähes 200 osanottajaa. Seminaarin yhteydessä järjestettiin myös noin 25 autoa kattanut ympäristöstävällisten autojen näyttely.

TransEcon johtoryhmässä ovat edustettuina neljä liikenteen ja energian osalta keskeistä ministeriötä, liikenne- ja viestintäministeriö, työ- ja elinkeinoministeriö, ympäristöministeriö ja valtiovarainministeriö. Lisäksi johtoryhmässä ovat mukana Tekes, liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan virastot, yritykset, kuntasektori ja ajoneuvo- ja energia-alan etujärjestöt. TransEcon vahvuus on yhteistyöhön perustuva toimintamalli. Johtoryhmässä ovat edustettuina kaikki keskeiset tieliikennealaan vaikuttavat tahot. TransEcon käynnistyessä mukana ovat seuraavat tutkimustahot: VTT (hoitaa myös ohjelman koordinoinnin), Oulun yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto, Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu, Metropolia ja Turun ammattikorkeakoulu.

Käsillä oleva raportti on TransEcon ensimmäinen vuosiraportti. TransEcoa koskevat rahoituspäätökset saatiin aikavälillä kesä- lokakuu 2009. Näin ollen osa hankkeista pääsi käynnistymään vasta loppuvuodesta 2009. Osa hankkeista taas käynnistettiin jo ennen virallisia rahoituspäätöksiä, ja näissä on jo syntynyt tutkimustuloksia vuoden 2009 puolella.

Espoo 17.3.2010

Nils-Olof Nylund

TransEco-ohjelman ohjelmapäällikkö ja koordinaattori

1 TRANSECO-TUTKIMUSOHJELMAN YLEISESITTELY

1.1 YLEINEN VIITEKEHYS

Vuosina 1993 - 1998 silloisella kauppa- ja teollisuusministeriöllä oli Mobile-niminen tutkimusohjelma liikenteen energiankäyttöön liittyen. Vuosina 1999 – 2003 toiminta jatkui Mobile²-tutkimuskokonaisuudessa. Moottoritekniikkaa, moottoripolttoaineita ja pakokaasun puhdistusta käsiteltiin Tekes:in vuosien 1999 – 2003 ProMOTOR-teknologiaohjelmassa. Vuosina 2004 – 2008 liikenteen energiankäyttö- ja päästöasiat olivat osa Tekes:in ClimBus-teknologiaohjelmaa.

Raskaiden ajoneuvojen energiankäytön tutkimusta tehtiin VTT:n aloitteesta HDenergia- (2003 – 2005) ja RASTU- (2006 – 2008) –tutkimushankkeissa. HDENERGIA painottui vahvasti raskaan kaluston energian säästöön. RASTU-kokonaisuudessa (www.rastu.fi) energiansäästöteema oli varsin keskeinen, mutta siinä käsiteltiin myös raskaiden ajoneuvojen päästöjä. Lisäksi toimintakenttää laajennettiin siten, että raskaan kaluston turvallisuustason parantaminen esim. IT–tekniikkaa hyödyntämällä sai hankkeessa tärkeän sijan.

Tällä hetkellä biopolttoaineet sisältyvät yhtenä osateemana Tekes:in BioRefine-teknologiaohjelmaan. Liikenteeseen liittyviä aiheita sivutaan BioRefinen lisäksi yhteensä kuudessa muussa Tekes:in teknologiaohjelmassa (esim. ICT, rakennettu yhdyskunta, polttokennot), mutta Tekesillä ei tällä hetkellä ole pelkästään liikenteen energiakysymyksiin keskittyvää tutkimusohjelmaa.

Tietynlaista tyhjiötä täyttämään VTT ryhtyi kesällä 2008 suunnittelemaan uutta tutkimuskokonaisuutta tieliikenteen energiansäästöön ja uusiutuvaan energiaan. Tämä kokonaisuus tuli kattamaan sekä henkilöautot että raskaat ajoneuvot. Ammattiliikenne on perinteisesti toiminut järkiperaisesti energiatehokkuutta tavoitellen. Henkilöautopuolella taas on saavutettavissa merkittäviä päästövähennyksiä autojen käyttöä järkiperaistamalla ja autokalustoa uudistamalla.

Koko energiasektori mukaan lukien liikenne on merkittävien energia- ja ympäristöhaasteiden edessä. Vuoteen 2020 mennessä tieliikennesektorin tulee pienentää energian kulutusta, vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja lisätä uusiutuvan energian käyttöä. Kehitystä ohjaa EU:n energiastrategia, jonka mukaan kasvihuonekaasupäästöjä pitäisi vähentää 20 % ja energiankäyttöä tehostaa niin ikään 20 % vuoteen 2020 mennessä kaikilla energia-aloilla. Lisäksi energian loppukäytössä uusiutuvan energian osuuden tulisi olla 20 %. Liikenteen osalta vaatimus uusiutuvan energian osalta on 10 % (biopolttoaineet ja uusiutuva sähkö yhteensä). EU:n Ympäristöneuvoston vuoden 2050 alustava tavoite on vähentää kasvihuonekaasuja 80 % nykyisestä.

Kansainvälisen energiajärjestön IEA:n Renewable Energy Technology Deployment - tutkimussopimus toteaa liikenteen sopeuttamisesta kestäväan kehitykseen seuraavaa (RETRANS 2010):

Liikennesektorin kasvihuonekaasupäästöjen ja öljyriippuvuuden vähentämiseksi liikennesektorilla ja sen energijärjestelmissä tarvitaan todellinen muutos. Muutoksen pääelementit ovat:

- ajoneuvojen energiantarpeen vähentäminen
- siirtyminen vähähiilisiin tai hiilineutraaleihin energiamuotoihin
- siirtyminen energiatehokkaampiin tai vähähiilisiin kuljetusmuotoihin
- liikenteen kysynnän kasvun taittaminen

Vuosina 2008/2009 tehtiin päätökset useasta energiastrategiaa myötäilevästä direktiivistä, jotka liikenteen osalta viitoittavat tietä vuoteen 2020. Näitä ovat mm.:

- uusiutuvaa energiaa koskeva direktiivi (2009/28/EY)
- polttoaineiden laatudirektiivin päivitys (2009/30/EY)
- henkilöautojen CO₂-päästöjä rajoittava asetus (EY 443/2009)

Lisäksi tehtiin periaatteellinen päätös raskaiden ajoneuvojen uusista Euro VI -päästömääräyksistä.

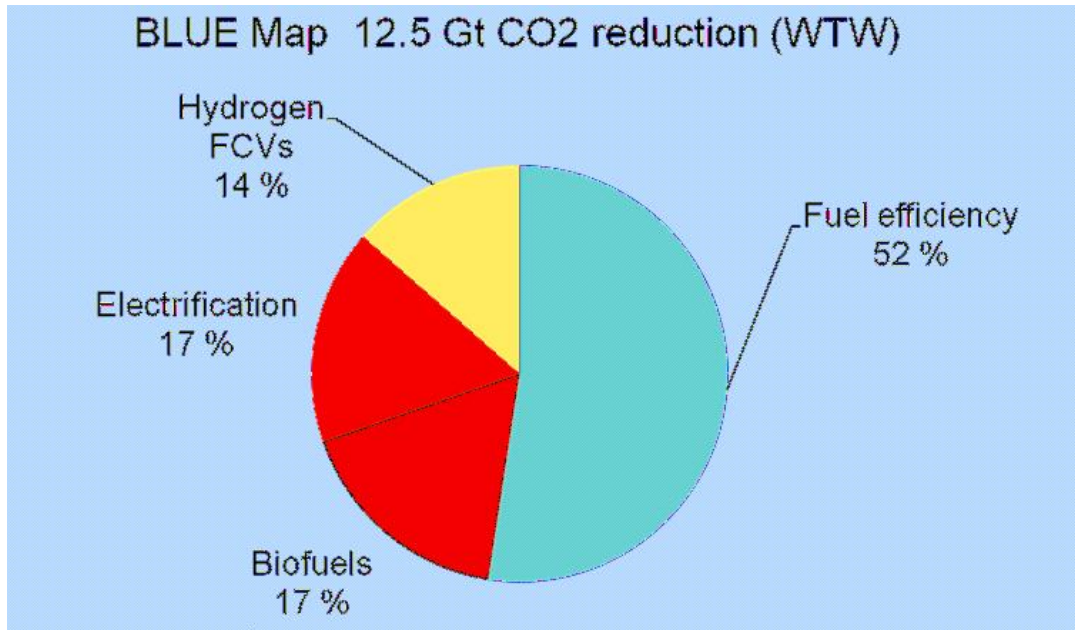
Suomen osalta energia- ja ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi tarvittavia toimenpiteitä on arvioitu mm. Valtioneuvoston marraskuussa 2008 julkistamassa pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategiassa (VNS 6/2008 vp), Valtioneuvoston lokakuussa 2009 julkistamassa tulevaisuusselonteossa (VNS 8/2009 vp) sekä liikenne- ja viestintäministeriön maaliskuussa 2009 julkistamassa liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittisessa ohjelmassa vuosille 2009–2020 (ILPO 2009). Tulevaisuusselonteossa on numeraalinen tavoite Suomen henkilöautokannan hiilidioksidipäästöille, 20 – 30 g/km vuonna 2050.

ILPO:ssa todetaan, että liikenteen CO₂-päästöjä tulee biopolttoaineiden käytön lisäksi leikata 2,8 miljoonalla tonnilla vuoden 2020 arvioituun päästötasoon verrattuna. ILPO luettelee seuraavat kohteet/toimenpiteet/teknologiat liikennesektorin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi:

1. Liikenteen biopolttoaineet
2. Liikenteen uudet teknologiat (lähinnä henkilöautot)
3. Liikenne ja maankäytön suunnittelu
4. Joukkoliikenteen edistäminen
5. Kevyen liikenteen edistäminen
6. Liikkumisen ohjaus
7. Taloudellinen ohjaus
8. Energiatehokkuus (lähinnä hyötyliikenne)
9. Älykäs liikenne
10. Tietoyhteiskunta- ja viestintäpolitiikka

Kansainvälinen energijärjestö IEA toteaa, että huomioiden maailmanlaajuisten automäärien ja ajosuoritteiden lisääntyminen, autojen yksikköpäästöjä CO₂:n osalta pitäisi leikata vuoteen 2050 mennessä 2/3-osaa liikenteen päästöjen stabiloimiseksi ja vieläkin enemmän kokonaispäästöjen vähentämiseksi (IEA ETP 2008). IEA:n mukaan henkilöautojen osalta

energiankulutusta pystytään leikkaamaan luokkaa 50 % ja muiden ajoneuvojen osalta luokkaa 30 %. Kuvassa 1 on esitetty, millä toimenpiteillä IEA:n vuoden 2050 BLUE Map skenaariossa esitetty 12,5 Gt CO₂-päästövähennelmä saadaan aikaan. Energiatehokkuuden lisäämisen osuus on noin 50 %. Biopolttoaineille ja ajoneuvojen sähköistymiselle on kullekin arvioitu 17 %:n osuus.



Kuva 1. Eri toimenpiteiden osuudet vuoden 2050 CO₂-päästövähennyksistä (IEA ETP 2008, BLUE Map).

IEA toteaa, että pitkällä aikavälillä henkilöautojen osalta teknisiä ratkaisuja energiankäytön vähentämiseksi ja CO₂-päästöjen alentamiseksi on enemmän kuin raskaiden ajoneuvojen osalta. Henkilöautojen osalta erilaiset sähköiset voimalinjaratkaisut ovat mahdollisia, kun taas raskas kalusto joutuu tukeutumaan dieselmootoreihin ja BTL-tyyppisiin polttoaineisiin.

Maaliskuussa 2009 IEA, OECD:n alainen International Transport Forum, kansainvälinen autoliitto FIA ja UNEP julkaisivat yhteisen ”50 by 50” aloitteensa henkilöautojen energiatehokkuudesta. Tavoitteena on leikata koko maailman henkilöautokaluston ominaiskulutusta 50 % vuoteen 2050 mennessä. Uusien autojen osalta ominaiskulutuksen laskutavoitteet ovat 30 % vuodelle 2020, 50 % vuodelle 2030 ja yli 50 % vuodelle 2050 (50 by 50).

1.2 TRANSECO-OHJELMAN RAKENNE JA TAVOITTEET

VTT:n käynnistämä viisivuotinen (2009 – 2013) TransEco-ohjelma muodostaa tutkimusplatformin, jonka puitteissa kokonaisvaltaisesti tarkastellaan ja kehitetään tieliikennesektorin energia- ja päästöratkaisuja, ja johon tukeudutaan Suomelle sopivia toimintamalleja kehitettäessä ja markkinoille tuotaessa. Suomesta löytyy osaamista mm. polttoainejalostuksen, liikenteen biopolttoaineiden, IT-tekniikan ja ajoneuvotekniikan (mm. kevytrakenne-

tekniikka, sähkö- ja hybridautot, renkaat, pakokaasupuhdistimet, työkonemoottorit) alueilla. Kaikkia mahdollisia elementtejä pitäisi käyttää hyväksi liikenteen ympäristövaikutusten vähentämiseksi.

Hankkeen alussa toiminta painottuu tutkimukseen ja päätöksenteossa tarvittavan perustiedon generointiin. Tästä siirrytään vaihtoehtoisten toimintapolkujen teknis-taloudelliseen arvioinnin ja ohjaustoimien suunnittelun kautta uusien teknologioiden markkinoille tulon avustamiseen ja toivottujen toimintatapojen juurruttamiseen.

TransEcon tavoitteet määriteltiin seuraavasti:

TransEco-tutkimuskokonaisuus toimii työkaluna sopeutettaessa Suomen tieliikenne mahdollisimman kustannustehokkaasti EU-tason ja kansallisiin ilmasto- ja energiatarvoitteisiin. Näin kyetään myös tehokkaimmin vaikuttamaan EU:n direktiivivalmisteluun ja Suomelle sopivimpien ratkaisujen ja teknologiaviennin kehittämiseen. Keskeisiä tehtäviä ovat energiankäytön tehostaminen ja uusiutuvan (hiilidioksidipäästöttömän) energian käyttöönotto tieliikenteessä. Ohjelman avulla luodaan Suomelle uusiutuvan energian, energian säästön ja CO₂-vähennysten kehityspolut sekä identifioidaan tärkeimmät sellaiset keinot, joilla kehitystä voidaan pyrkiä ohjaamaan halutulle uralle. Toimintamalli perustuu päättäjien, yritysten, tutkijoiden ja muiden liikennesektorin toimijoiden hyvään yhteistyöhön.

Henkilöautojen osalta mahdollisia vaihtoehtoisia energialähteitä ovat biopolttoaineet ja sähkö, raskaiden ajoneuvojen osalta lähinnä biopolttoaineet, synteettiset vaihtoehtoiset polttoaineet ja kaasut. Liikenteen energiaomavaraisuuden nostaminen otetaan yhdeksi tavoitteeksi. Pelkästään uusiutuvien energiamuotojen käyttöönotolla (vaatimus 10 %:n osuusvuonna 2020) Suomi ei kuitenkaan pysty täyttämään kaikkia EU:n asettamia vuoden 2020 ilmasto- ja energiatarvoitteita, joten myös energian säästöllä, kasvihuonekaasujen vähentämisellä ja ohjauskeinojen kehittämisellä on tärkeä asema ohjelmassa.

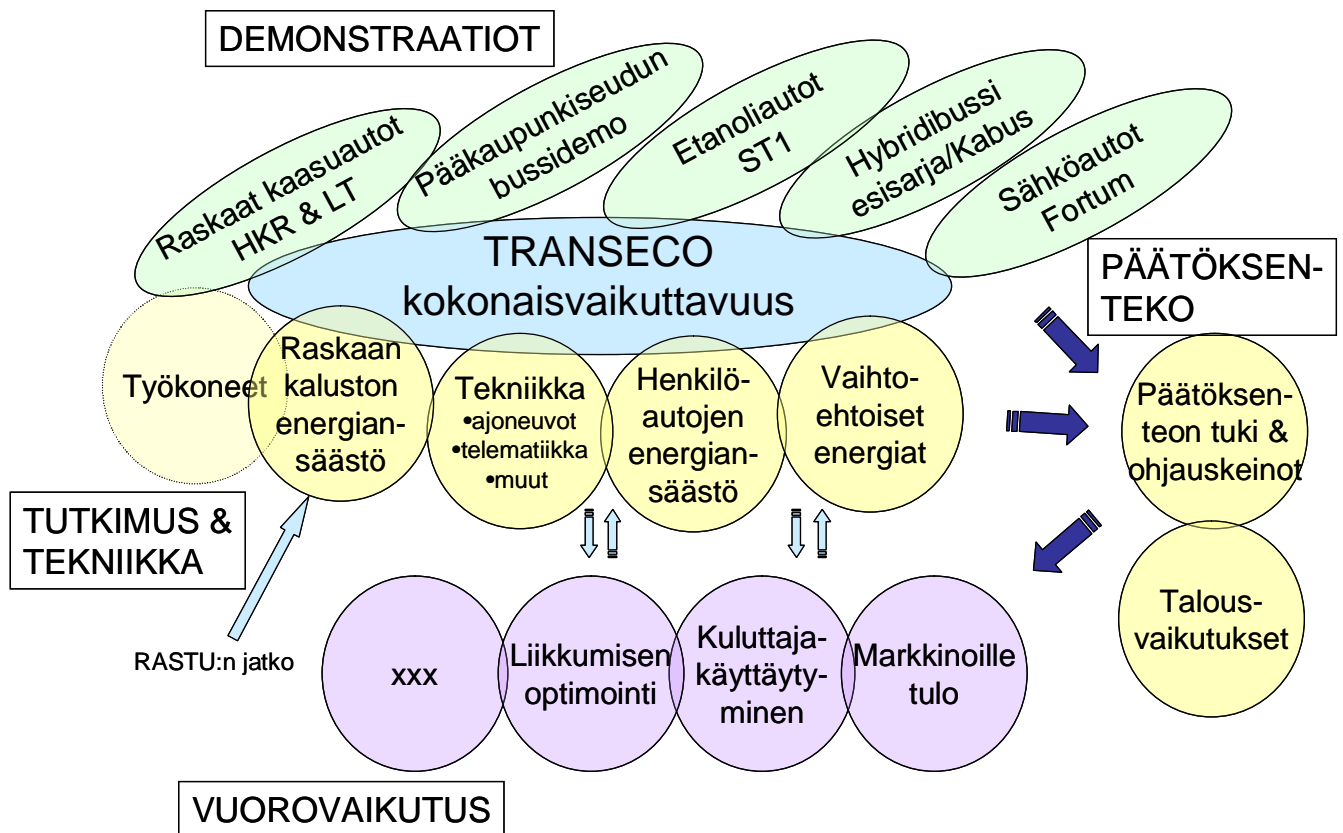
TransEco-ohjelma rakentuu neljän ”tukipilarin” varaan:

- tutkimus ja tekniikka
- demonstraatiot (ensisijaisesti yritysveltoiset)
- päätöksenteko ja ohjauskeinot
- vuorovaikutus

Kuvassa 2 on esitetty TransEco-kokonaisuus. TransEco kattaa useimmat kohdan 1.1 ”ILPO-listan” aiheet. TransEcon ulkopuolelle jäävät kokonaan otsikot ”3. Liikenne ja maankäytön suunnittelu”, ”5. Kevyen liikenteen edistäminen” ja ”10. Tietoyhteiskunta- ja viestintäpolitiikka”. Teemoja ”2. Liikenteen uudet teknologiat”, ”8. Energiatehokkuus” ja ”9. Älykäs liikenne” käsitellään TransEcon ajoneuvohankkeiden puitteissa. Lisäksi ajoneuvohankkeissa käsitellään bussiliikenteen kalustoa, kilpailutusmekanismeja ja palvelutason parantamista.

Koska TransEco on luonteeltaan tekninen ohjelma, esim. kuluttajakäyttötutkimus ei ole TransEcon painopistealueita. Tästä huolimatta TransEcon piirissä pitää huomioida mm. viestintä, kuluttajien valistaminen ja kulutustottumuksiin vaikuttaminen. Vahva vies-

tintäfunktio takaa informaation kulun päättäjille, yrityksille, yksityisille auton käyttäjille sekä ammattimaiselle liikenteelle.



Kuva 2. TransEco-kokonaisuus.

Ilman riittävää tietopohjaa ei voida tehdä pitkälle tähtäviä päätöksiä liikenteen energiaratkaisuista ja näihin vaadittavista ohjauskeinoista. Tietopohjaa taas luodaan tutkimuslaitosten, korkeakoulujen ja yritysten tutkimustoiminnalla ja pääsääntöisesti yritysten vetämillä demonstraatiohankkeilla. Osa tutkimushankkeista rakennetaan siten, että ne palvelevat yritysten demonstraatiohankkeita teknisellä tuella. Uusien ratkaisujen markkinoille saamiseen tarvitaan ohjausta kannustimien ja tietyissä tapauksissa velvoitteiden avulla. Varsinkin henkilöautoliikenteen osalta jossa päätöstentekijöiden lukumäärä on huomattava, on myös panostettava vuorovaikutukseen tiedotus-, informaatio- ja koulutustoiminnan muodossa.

TransEcon puitteissa tapahtuva tutkimus painottuu soveltavaan tutkimukseen ja kohtuullisen lyhyellä aikavälillä markkinoille tuleviin tuotteisiin ja palveluihin. Erilaisten palveluiden ja päätöksenteon apuvälineiden kehittämisellä on tärkeä asema TransEco:ssa. Klusterimaisella toimintamallilla haetaan tehokkuutta päättäjien, yritysten ja tutkijatahojen yhteistyöhön sekä uusien ympäristömyötäisten toimintamallien, palveluiden ja tuotteiden kehittämiseen.

TransEco-ohjelma toimii neljällä tasolla. Ylätasolla ohjelma luo strategisen päätöksentekotyökalun julkisen sektorin toimijoiden käyttöön. Järjestelmätasolla ohjelma vahvistaa

osaamista mm. liikenteen uusiutuvan energian ja kuljetusketjujen osalta. Interface-teknologioiden osalta hanke yhdistää mm. IT-osaamisen ja materiaalitekniikan liikenteen energiansäästöön. Teknologisen osaamisen ja komponenttien tasolla ohjelma kehittää mm. liikenteen IT-sovelluksia, käyttöominaisuuksien kannalta Suomeen optimoituja biopolttoaineita ja ajoneuvojen energiansäästöön liittyvää teknologiaa.

TransEco ei ole Tekes-ohjelma eikä myöskään minkään muun olemassa olevan mallin mukainen ohjelma. TransEco käynnistettiin VTT:n sisäisenä ns. innovaatio-ohjelmana vuoden 2008 lopussa. TransEcon johtoryhmä teki kokouksessaan 20.5.2010 yksimielisen päätöksen siitä, että TransEco voidaan katsoa käynnistetyksi VTT:n ulkopuolelle ulottuvana laajempuna kansallisena kokonaisuutena. TransEco toteuttaa sektoritutkimuksen periaatteita vähäpäästöisen tieliikenteen alueella kokoamalla yhteen sektorin tärkeimmät toimijat.

2 VUODEN 2009 TUTKIMUSHANKKEET JA TUTKIMUSOSAPUOLET

2.1 YLEISTÄ

TransEcon käynnistysvaiheessa varsinaiset tutkimushankkeet on jaettu neljään päälohkoon:

1. Ajoneuvotutkimus
2. Polttoainetutkimus
3. Järjestelmätutkimus
4. Kansainvälinen yhteistyö

Näiden lisäksi hankkeen koordinaatio ja viestintä muodostavat viidennen kokonaisuuden. Järjestelmätutkimuksella tarkoitetaan tässä lähinnä strategiseen päätöksentekoon ja ohjauskeinoihin liittyvää tutkimusta. Operatiiviset tehtävät kuten raskaiden ajoneuvojen energia- tehokkuuden raportointi on sisällytetty ajoneuvotutkimus-otsikon alle.

Tässä raportissa ei referoida yritysten vastuulla olevia demonstraatiohankkeita. Näitä hankkeita ovat kuitenkin:

- Kaasukuorma-autojen demonstraatio (Helsingin kaupunki ja Lassila & Tikanoja)
- Uusiutuvan NExBTL-dieselpolttoaineen demonstrointi pääkaupunkiseudun bussikalustossa (HKL, YTV, Neste Oil & Proventia Emission Control)
- Korkeaseosteisen Refuel-etanolipolttoaineen kokeilu pääkaupunkiseudulla (St1)
- Sähköautojen demonstraatiot (Fortum ja Espoon kaupunki)
- Muut sähköajoneuvojen demonstraatiohankkeet

Tutkimusosapuolet TransEcon käynnistyessä ovat:

- Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu (ajoneuvotekniikka)
- Motiva Oy (viestintä)
- Metropolia (sähköajoneuvojen tekniikka)
- Oulun yliopisto/Sähkö- ja tietotekniikan osasto (ajoneuvojen IT-sovellukset)
- Tampereen teknillinen yliopisto (raportointijärjestelmät, toimintamallit ja ohjauskeinot)
- Turun ammattikorkeakoulu (ajoneuvotekniikka)
- VTT (ajoneuvotekniikka, polttoainetekniikka, toimintamallit ja ohjauskeinot, kansainvälinen yhteistyö, koordinaatio)

Alustavia keskusteluja on käyty myös Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen (VATT) ja Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen (TUTU) kanssa.

2.2 AJONEUVOTUTKIMUS

Ajoneuvotutkimus kattaa sekä henkilöautot että raskaan kaluston. TransEcon ajoneuvoihin liittyvän tutkimuksen keskeisiä tavoitteita ja tehtäviä ovat:

- autojen järkevä valinta ja valintaa helpottavien työkalujen ja palveluiden kehittäminen
- uusien teknisten ratkaisujen todellisen suorituskyvyn määrittäminen Suomen olosuhteissa
- sähköisten voimansiirtoratkaisujen kehittäminen
- kuljettajien opastaminen taloudelliseen ajotapaan
- seurantajärjestelmien kehittäminen mm. energiatehokkuuden raportointiin
- IT-ratkaisujen kehittäminen energiatehokkuuden, turvallisuuden ja palvelutason parantamiseen
- ajoneuvoteknisten laitteiden, komponenttien ja menettelytapojen kehittäminen polttoaineen kulutuksen vähentämiseksi tai uusiutuvan energian käytön mahdollistamiseksi
- ajoneuvojen elinkaaren hallinta
- yritysten demonstraatiohankkeiden tekninen tuki ja uuden ajoneuvotekniikan käyttöönoton mahdollistaminen
- palautetiedon generointi mahdollisia uuden teknologian edistämistä ja tukitoimenpiteitä varten
- autojen ostajille ja käyttäjille suunnattu viestintä

TransEcon käynnistyessä ajoneuvotutkimus jakautuu seuraaviin osahankkeisiin (suluissa vastuutaho):

- 1.1 EFFICARUSE – Käyttäjälähtöiset toimenpiteet henkilöautoliikenteen energiatehokkuuden parantamisen välineinä (VTT)
- 1.2 HDENIQ – Energiatehokas ja älykäs raskas ajoneuvo (VTT)
- 1.3 RAMSES - Raskaan ajoneuvon massan sekä liukkauden estimointijärjestelmä (Oulun Yliopisto, liittyy HDENIQ:iin)
- 1.4 Ajoneuvojen ja työkoneiden sähköisen voimansiirron kehittäminen (Metropolia)
- 1.5 Ajoneuvotekniikkaan liittyvät diplomityöt: HVAC, apulaitteiden tehontarve & renkaiden tasapainotuksen ja paineen vaikutuksista energiankulutukseen (Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu, liittyy HDENIQ:iin)
- 1.6 Raskaiden ajoneuvojen elinkaaren hallinta (Turun ammattikorkeakoulu, liittyy HDENIQ:iin)
- 1.7 Asiakaskohtainen kuljetusten päästöjen mittaaminen ja raportointi & energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten arviointi (Tampereen teknillinen yliopisto, liittyy HDENIQ:iin)

2.3 POLTTOAINETUTKIMUS

Polttoainetutkimus keskittyy henkilöautokaluston polttoainevaihtoehtoihin. Hankkeita, jotka liittyvät uusiutuvan dieselpolttoaineen valmistukseen ja demonstrointiin raskaassa

kalustossa (mm. pääkaupunkiseudun OPTIBIO-bussihanke) on jo käynnissä mm. BioRefine-ohjelman puitteissa.

Henkilöautoissa vaihtoehtojen lukumäärä on suurempi kuin raskaassa ajoneuvokalustossa, joka toimii pääosin dieselpolttoaineella myös vuonna 2020. Vain pieni osuus taajamien raskaista ajoneuvoista voi toimia muilla polttoaineilla, lähinnä maa- tai biokaasulla. Nykyisin bensiini on pääpolttoaine, mutta dieselin osuus on kasvanut viime vuosina myös kevyessä kalustossa. Tämä siirtymä näkyy myös polttoaineiden myynissä: bensiinin myynti laski vuonna 2008 runsaat 5 % ja vastaavasti dieselin myynti kasvoi 2 %. Verotuksella voidaan ohjata bensiinin ja dieselin osuutta haluttuun suuntaan.

Polttoainetutkimus jakautuu kahteen osaan, toisaalta korkean pitoisuuden etanolipolttoaineisiin ja toisaalta toisen sukupolven biokomponentteihin, jotka bensiiniin tai dieselpolttoaineeseen lisättyinä mahdollistaisivat vähintään 10 %:n uusiutuvan energian osuuden. Jälkimmäinen tehtävä jakautuu puolestaan kahteen lohkoksi, bensiiniin ja dieseliin. **Tavoitteena on hakea Suomeen sopivia kustannustehokkaita ratkaisuja, joilla myös henkilöautoihin saadaan biopolttoaineilla vähintään 10 %:n energiaosuus.** Tällöin varsinkin etanolipolttoaineiden osalta on huomioitava toiminnallisuus Suomen talviolosuhteissa.

Varsinaisen polttoainetutkimuksen hankkeet ovat seuraavat:

- 2.1 Korkean pitoisuuden etanolipolttoaineet (VTT ja Metropolia yhteistyössä St1:n kanssa)
- 2.2 Korkeaseosteiset biokomponentit henkilöautojen polttoaineisiin – muut kuin etanoli (VTT yhteistyössä Neste Oilin kanssa)

Sähköautoihin liittyvä tutkimus toteutuu pääasiassa TransEcon ajoneuvohankkeiden puitteissa. Ajoneuvohankkeissa tutkitaan myös vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttöä yleisellä tasolla niin henkilöautoissa kuin raskaassa kalustossa.

2.4 JÄRJESTELMÄTUTKIMUS (SUOMI 2020 – 2030)

Tässä osiossa kehitetään työkaluja ja –menetelmiä tieliikenteen eri toimintavaihtoehtojen vaikuttavuuden ja kustannusten arvioimiseksi. **Tavoitteena on määritellä Suomelle mahdollisimman kustannustehokkaat toimintamallit vuoden 2020 ilmasto- ja energiatavoitteiden saavuttamiseksi. Tarkastelut ulotetaan kuitenkin vuoteen 2030 ja osittain vuoteen 2050 asti, koska energiateollisuudessa tehdään ratkaisuja pitkälle aikavälille. Uusien ratkaisujen vaikutukset alkavat näkyä voimakkaana vasta viiveellä.** TransEcon päättyessä vuonna 2013 hankittavat ajoneuvot voivat hyvinkin olla liikenteessä vielä vuonna 2030.

Osakokonaisuus mm. kerää tietoa mm. TransEcon ajoneuvo- ja polttoainehankkeista sekä eri yritysten demonstraatiohankkeista tehden synteesejä eri teknisten ratkaisujen soveltuvuudesta ja potentiaalista Suomessa. Tämä tieto yhdistetään mm. ILPO-ohjelmassa ja energiansäästön ja energiatehokkuuden toimikunnan liikennejaoksessa ehdotettuihin toimenpiteisiin näiden energia- ja päästövaikutusten sekä kustannusvaikutusten arvioimiseksi.

Tehtävään kuuluu kiinteästi erilaisten uuden teknologian kannustustoimenpiteiden arviointi ja tieliikenteen verotusmallien kehittäminen.

Vaikka ajoneuvotekniikan kehityksellä on potentiaalia, ja sille on annettu suuri painoarvo mm. LVM:n ilmastopoliittisessa ohjelmassa, Suomi ei voi merkittävästi vaikuttaa ajoneuvotekniikan kehityssuuntiin, vaan joudumme mukautumaan yleismaailmalliseen/yleiseurooppalaiseen kehitykseen. Suomi on kuitenkin bioenergian edelläkävijämaita, ja Suomella on mahdollisuus toimia edistyksellisten biopolttoaineiden teknologiaveturina. Tämä kuitenkin edellyttää, että luomme tutkimuksen ja erilaisten demonstraatioiden sekä uusien polttoaineiden käyttöön otolla edellytykset johtajuudelle.

Järjestelmälohkon hankkeet käynnistysvaiheessa ovat:

- 3.1 Tarkastelukehikko: Ajoneuvojen energiankäyttöön ja päästöihin liittyvien toimenpiteiden vaikutukset (VTT)
- 3.2 Verotusmallit ja muut ohjauskeinot (VTT)
- 3.3 AHMA – Henkilöautokannan ennustemalli (TTY ja VTT)

Vuonna 2009 ei vielä ehditty varsinaisten vaihtoehtoisten toimintapolkujen muodostamiseen. ”Tarkastelukehikko” ja ”AHMA” –osatehtävät tuottavat työkaluja ja dataa erilaisten vaihtoehtoisten skenaarioiden tarkasteluihin. Verotuksen osalta jatkettiin aikaisemmin VM:n suoralla toimeksiannolla tehtyä liikennepolttoaineiden verotusjärjestelmän uudistus-työtä. VM:n toivomuksesta tarkastelu ulotettiin myös muihin polttoaineisiin.

2.5 KANSAINVÄLINEN YHTEISTYÖ

TransEcon runkosuunnitelmaan kirjattiin pitkä luettelo kansainvälisen toimintaan liittyviä tehtäviä. Vuonna 2009 mm. kaikki kansainväliseen energiajärjestöön IEA:han liittyvät tehtävät toteutettiin muulla kuin TransEco-rahoituksella. Näitä olivat mm. tutkimushanke ”Fuel and technology alternatives for buses” sekä yleinen toiminta Advanced Motor Fuels-, Bioenergy- ja Hybrid and Electric Vehicles –tutkimussopimuksissa. Lisäksi VTT:n edustaja hoiti EUWP Vice Chairman for Transport-tehtävää, joka on näköalapaikka IEA:n liikennetutkimukseen.

Kansainvälisen yhteistyön osalta TransEcon puitteissa vuodelle 2009 avattiin kaksi hanketta:

- 4.1 Yleinen kansainvälinen toiminta (VTT)
- 4.2 ERANET Transport (ENT) –toiminta (VTT)

Yleiseen kansainväliseen toimintaan sisällytettiin seuraavat tehtävät:

- CEN TC 320 WG 10 Transports logistics and services- Energy and Green house gas emissions of transport services

- kuljetuspalveluiden energia- ja kasvihuonekaasupäästöjen raportointijärjestelmät
- Nordisk Vägforum (NVF) Fordon och Transporter –jaoksen toimintaa osallistuminen

Euroopan standardisointikeskus CEN perusti vuoden 2008 lopulla työryhmän tekemään standardia CEN/TC 320 WG10 Energy consumption and Green house gas emissions of transport services. Tarkempi määrittely kuuluu: “Standard on methodology for calculation, declaration and reporting on energy consumption and GHG emissions in transport services (goods and passengers transport)”.

Standardin Suomen vastuutaho on Yleinen Teollisuusliitto (Pertti Isoniemi). YTL nimitti Suomen jäseneksi ensin Nils-Olof Nylundin ja sen jälkeen Kimmo Erkkilän. Erkkilä kävi ensimmäisessä kokouksessa vuoden 2008 lopulla. Kokouksessa ilmeni, että kyse on hyvin paljon samasta aihepiiristä, jota VTT:n Kari Mäkelän tekemä LIPASTO yksikköpäästöt edustaa. Vuoden 2009 alkupuolella Kari Mäkelä nimitettiin Suomen edustajaksi. Mäkelä osallistui vuoden 2009 aikana kaikkiaan viiteen kokoukseen Pariisissa ja Brysselissä. Työ on suunniteltu kolmivuotiseksi ja vuoden 2010 syksyllä työryhmä antaa tekstin lausunto-kierrokselle.

VTT järjesti LVM:n pyynnöstä Helsingissä 3.2.2010 NVF Fordon och Transporter –seminaarin aiheesta raskaan kaluston energiatehokkuus. Seminaarin suunnittelu ja käytännön järjestelyt tehtiin vuoden 2009 puolella. Seminaarin esitykset on ladattavissa verkko-osoitteesta <http://www.nvfnorden.org/Pages/985>.

LVM tukee erillisellä panostuksella ENT:n kautta tapahtuvaa verkostoitumista ja kaksisuuntaista tiedonsiirtoa TransEcon ja useiden ENT-jäsenten kansallisten ohjelmien välillä. Käynnistymässä on mm. sähkö- ja hybridautojen sekä vaihtoehtopolttoaineiden käytön tutkimus- ja tukiohjelmiä ainakin Tanskassa, Hollannissa ja Norjassa, ja niiden kanssa verkottuminen tuo todennäköisesti käyttökelpoista lisätietoa täydentämään TransEcon ko. aihepiirissä tehtävää työtä. ENT-yhteistyötä VTT:llä hoitaa Juhani Laurikko.

Syksyn 2009 aikana ENT-forumissa valmisteltiin ”Electric Mobility” –työnimellä kahta yhteishakua (Joint Call). Laurikko edusti LVM:n valtuuttamana Suomea näissä valmistelukokouksissa. Ensimmäinen haku, jossa oli kyseessä selvitystyypinen tutkimustyö, avattiin joulukuussa, ja tutkimusesityksiä pyydettiin helmikuun 23. päivään mennessä. Haussa olivat lopulta mukana Hollanti, Norja, Itävalta, Puola ja Suomi, tasasuuruksilla rahoitusosuuksilla (n. 50 k€). Hakuun saatiin määräaikaan mennessä tarjoukset neljältä eri konsortiolta, joilla oli tarvittavat osapuolet kaikista mukana olevista maista. Tarjouksien käsittely on meneillään, ja valinnan on määrä tapahtua maalikuun loppuun mennessä.

Toisessa vaiheessa valmistelu suuntautui enemmän teknologiakehitykseksi luokiteltavaan hakuun, ja samalla tavoitebudjettia kasvatettiin moninkertaiseksi. Osin LVM:n rahoitusresurssien niukkuuden ja osin myös aihevalintojen (akkuteknologia, sähköajoneuvojen turvallisuus) LVM päätti, että Suomi ei aktiivisesti voi olla mukana tässä toisessa hakukierroksessa.

Lisää hauista ENT19 web osoitteessa: <http://www.transport-era.net/action-groups/ent-19-electric-mobility.html>

2.6 KOORDINAATIO JA VIESTINTÄ

Koordinaation puitteissa hoidetaan ohjelman jokapäiväistä hallintoa ja kommunikointia ohjelman osapuolten kesken. Koordinaatiosta vastaa VTT.

Koordinaation puitteissa VTT palvelee valtionhallintoa ”help-desk” palvelulla. Käytännössä tämä tarkoittaa pienimuotoista konsultaatiota ajoneuvo- ja polttoaineteknisissä kysymyksissä. Vuonna 2009 sähköajoneuvoihin liittyvät kysymykset olivat kuuma aihe.

Ulkopuolisesta viestinnästä vastaa Motiva Oy. Rahoitus viestinnän hoitamiseen tulee suoraan työ- ja elinkeinoministeriöstä. Viestinnät osalta vuoden 2009 tärkeimmät tapahtumat olivat:

- TransEcon graafisen ilmeen luominen
- TransEco-verkkosivujen luominen ja avaaminen lokakuun 2009 lopulla (www.transec.fi)
- 4.11.2009 Espoon Otaniemessä pidetyn käynnistysseminaarin järjestäminen ja tilaisuuteen liittyvä viestintä
- vuoden 2010 viestintäsuunnitelman laatiminen joulukuussa 2009

Käynnistysseminaari kalustonäyttelyineen sai varsin paljon medianäkyvyyttä osakseen. Seminaarin puhujista mainittakoon elinkeinoministeri Mauri Pekkarinen, liikenne- ja viestintäministeriön kansliapäällikkö Harri Pursiainen sekä Valmet Automotiven toimitusjohtaja Ilpo Korhonen. Seminaarin aineisto on ladattavissa verkko-osoitteesta http://www.transec.fi/media/seminariaineistot/transec-tutkimusohjelman_aloitusseminaari_4.11.2009.

Kuvassa 3 on yleisnäkymä seminaarisalista ja kuvassa 4 näkymä kalustonäyttelystä.



Kuva 3. TransEco-ohjelman käynnistyseseminaari Innopoli 1:n tiloissa Otaniemessä 4.11.2009.



Kuva 4. TransEco-käynnistyseseminaarin kalustonäyttelyä.

3 OHJELMAN RAHOITUS JA VOLYYMI

Ohjelman rahoitus on koottu siten, että osaprojekteihin on tapauskohtaisesti haettu rahoitusta eri rahoituslähteistä. Tilanne ei siis ole sellainen, että TransEcolle on annettu eri rahoittajien toimesta tietty rahapotti, jota sitten jaetaan eri projekteille. Eri rahoittajat sitoutuivat vuonna 2009 1 – 3 vuoden rahoitusjaksoon.

Suurin yksittäinen rahoittaja on Tekes. Tekesin rahoitus, joka kohdistuu varsinaiseen tekniseen kehitystyöhön, on seuraava:

- Hankkeet 1.1 EFFICARUSE ja 1.2 HDENIQ (VTT) yhteensä 1.000.000 € vuosille 2009 – 2011
- Hanke 1.3 RAMSES (Oulun yliopisto) yhteensä 185.000 € vuosille 2009 – 2011
- Hanke 1.4 Ajoneuvojen ja työkonien sähköisen voimansiirron kehittäminen (Metropolia) yhteensä 425.000 € vuosille 2009 – 2010

Tekesin yhteissumma TransEcon ajoneuvohankkeisiin vuosille 2009 – 2011 on näin ollen 1.610.000 €

Muita merkittäviä rahoitussitoumuksia ovat:

- Työ- ja elinkeinoministeriö: biopolttoainetutkimus yhteensä 600.000 € vuosille 2009 – 2010 (lisäksi TEM kattaa Motivan kustannukset ulkoisesta viestinnästä)
- Valtiovarainministeriö: veromallit, ohjaukset ja skenaariotarkastelut yhteensä 300.000 € vuosille 2009 – 2010
- Liikenne- ja viestintäministeriö 150.000 € vuodelle 2009 (lisäksi erillisrahoitusta ENT-toimintaan)
- Ajoneuvohallintokeskus AKE 120.000 € vuodelle 2009
- St1: biopolttoaine- ja sähköautotutkimus yhteensä 110.000 € vuosille 2009 – 2010
- Neste Oil: biopolttoaine- ja energiansäästötutkimus yhteensä 78.000 € vuosille 2009 – 2010
- YTV: energiansäästötutkimus 70.000 € vuodelle 2009
- HKL Suunnitteluyksikkö: energiansäästötutkimus 60.000 € vuodelle 2009
- Fortum: sähköautotutkimus yhteensä 60.000 € vuosille 2009 – 2010
- VTT: omarahoitusosuus yhteensä 1.400.000 € vuosille 2009 -2010

Likimääräinen arvio vuosien 2009 – 2010 volyymista on 2,8 M€ vuositasolla. Todellisuudessa vuoden 2009 volyyymi jäi selvästi pienemmäksi hankkeiden myöhäisen käynnistymisen takia. Vuosien 2009 ja 2010 yhteenlaskettu volyyymi on työaikana yhteensä noin 300 henkilötyökuukautta.

4 HANKEKOHTAINEN RAPORTOINTI

Kaikkia TransEcoon kuuluvia varsinaisia tutkimushankkeita pyydettiin toimittamaan lyhyet yhteenvedot vuoden 2009 tekemisistä ja mahdollisista tarkennuksista vuoden 2010 toimintaan. Kontribuutioille ei annettu tarkkaa formaattia, joten esitystavat poikkeavat toisistaan toimija- ja hankekohtaisesti. Osa hankkeista ehdittiin vain käynnistämään vuoden 2009 puolella, osasta hankkeita on jo käytettävissä alustavia tuloksia.

Hankkeet esitellään tässä kappaleessa 2 esitetyn järjestyksen mukaisesti.

HANKE 1.1: EFFICARUSE – KÄYTTÄJÄLÄHTÖISET TOIMENPITEET HENKILÖAUTOLIIKENTEN ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMISEN VÄLINEINÄ

Vastuutaho: VTT

Raportointi: Juhani Laurikko

Lähtökohta ja tavoite

Henkilöauton käytön ja koko henkilöautoliikenteen energiatehokkuus riippuu useasta osatekijästä, joista huomattava osa on käyttäjäriippuvia, eli ajoneuvon omistaja (tai haltija) ja käyttäjä omilla valinnoillaan ja toimillaan vaikuttaa energian kulutukseen.

Hankkeen tavoitteena on kartoittaa ne käyttäjästä riippuvat toimet (ja niiden potentiaalit), joilla henkilöautoliikenteen energiatehokkuutta voidaan parantaa. Näitä ovat *a) oikein tehty uuden auton valinta*, jolla kehitetään koko autokannan ominaisuuksia parempaan suuntaan, sekä *b) auton energiatehokas käyttö*, johon sisältyvät sekä ajaminen että ylläpito. Tutkimushankkeen tavoitteena on pyrkiä tuottamaan sellaista käytännönläheistä tietoa, joka tulee molempiin näihin päätekijöihin liittyviä toimia, ja jota voidaan hyödyntää sekä aiheeseen liittyvässä valistus- ja koulutustoiminnassa että suunniteltaessa ohjaus- ja tukitoimia, joilla pyritään vaikuttamaan henkilöautokannan kehittymisen suuntaamiseen.

Tutkimuksen kohteet ja alatehtävät

Markkinoilla olevien autojen vertailu: kulutus ja päästöt ”todellisessa ajossa”

Tämän alatehtävän tavoitteena on tuottaa keskenään vertailukelpoista perustietoa markkinoilla jo olevien tai seuraavien 5 vuoden kuluessa markkinoille tulevien henkilöautojen voimalaite- ja käyttövoimavaihtoehtojen suorituskyvystä erityisesti suomalaisissa ajolosuhteissa. Autoista mitataan eri ajotavoilla ja eri käyttöolosuhteissa polttoaineen kulutus ja pakokaasupäästöt, säänneltyjen päästöjen lisäksi myös mahdollisimman laajasti ns. sääntelemättömiä päästöjä. Tällä tavoin pyritään luomaan laaja kokonaiskuva eri vaihtoehtojen ominaisuuksista ja eroista toisiinsa nähden, jolloin voidaan paremmin hahmottaa, mitä seurausvaikutuksia eri vaihtoehtojen yleistymisellä on, ja millainen voisi olla suomalaisissa olosuhteissa paras yhdistelmä.

Energiatehokas auton käyttö

Taloudellinen ajotapa nykyautoissa

Taloudellinen ajotapa on tunnistettu yhdeksi merkittävimmistä keinoista vähentää henkilöautojen energiankulutusta ja päästöjä. Se on jo pitkään ollut osa kuljettajaopetusta, ja eri sisältöisiä kurseja on tarjolla kokeneemmillekin ajajille. Periaatteet, johon koulutuksessa nojataan, ovat a) omaksua ajotapa, jolla auton liikkumiseen tarvittavan energian tarve minimoidaan, ja b) miten moottorin ominaisuuksien oikealla käytöllä tarvittava energia tuotetaan mahdollisimman hyvällä hyötysuhteella.

Näiden kahden tehtävän samanaikainen toteuttaminen on varsin haasteellista. Hybridiautossa tämä on helpompaa kuin normaaliautossa, koska auton oma ohjausjärjestelmä huolehtii hyvin pitkälle b-kohdan toteuttamisesta. Tavanomaisessa autossa kuljettajan tulisi kyetä pääasiassa oikealla vaihteiden valinnalla pitämään moottorin käynti kulutuksen kannalta parhaalla alueella. On kuitenkin epäiltävissä, että uusimman sukupolven autot, joissa on hyvin pitkälle kehittynyt elektroninen moottorinohjausjärjestelmä, ovat vaikeammin ajettavia, koska kuljettajalta puuttuu osa moottorin suorasta kontrollista, kun ohjausjärjestelmä ”suodattaa” ajajan toimia liittyen mm. pakokaasupäästöjen vähentämistekniikkaan. Tästä esimerkkinä nykyautojen sähköinen kaasupoljin, jossa ohjausjärjestelmä toimii polkimen ja kaasuläpän välillä, eikä poljin enää avaa tai sulje läppää mekaanisesti.

Keskeinen osa tutkimusta onkin osio, jossa mitataan joukosta yleisiä, uudehkoja henkilöautosta ns. ominaiskäyrästöt ja polttoaineen kulutus eri vaihteiden toiminta-alueilla ja ajonopeuksilla. Tämän perusteella pyritään selvittämään, millä tavalla kutakin niistä tulisi optimaalisella tavalla ajaa, ja osatehtävän tuloksena saadaan nykyistä paljon parempi teoreettinen pohjatieto uusien, kehittyneitä moottoritekniikka edustavien henkilöautojen kuluksista ja päästöistä eri ajotilanteissa.

Kuljettajan apuvälineet taloudelliseen ajamiseen

Itse ajamisen teorian ohessa tutkitaan mahdollisuuksia käyttää ja kehittää erilaisia kuljettajaa avustavia ja ohjeita antavia teknisiä apuvälineitä, joilla ajamisen taloudellisuutta pyritään lisäämään. Näitä on tulossa uusiin autoihin, ja niitä tutkittu ja kehitetty jo raskaalle liikenteelle.

Elinkaaren hallinta: huolto ja ylläpito, rengasvalinnat

Selvitetään, mitä potentiaalisia pakokaasun puhdistuslaitteiden toimintahäiriöitä esiintyy, ja mikä on niiden seurauksena tapahtuva polttoaineen kulutuksen kasvu. Tässä osiossa pyritään keskittymään erityisesti noin 8 – 12 vuotta vanhoihin autoihin, koska niissä huoltamattomuus on jo todennäköisesti laajaa, mutta käyttöiän ja ajokilometrien kertymän mukaan vikojen ja kulumien todennäköisyys kasvanut. Alatehtävässä hyödynnetään mm. AKatsastus Oy:n keräämiä tietoja käytön aikaisessa valvonnassa tapahtuvista hylkäämisistä. Niiden avulla etsitään malleja, joissa vikaantuminen on huomattavan yleistä. Samalla selvitetään, onko nykyinen käytäntö käytön aikaisessa päästöjen valvonnassa tarkoituksenmukainen ja miten sitä voisi kehittää.

Tutkitaan rengastyypin ja rengaspaineen vaikutusta polttoaineen kulutukseen. Mitataan esim. samassa autossa ns. vakioirenkaina sallittujen eri rengaskokojen ajovastukset ja vaikutukset kulutukseen. Selvitetään, miten suuria voivat olla erot eri merkkisten ja -mallisten renkaiden ja pyörien välillä, ja arvioidaan kuinka paljon nämä erot vaikuttaisivat kulutukseen.

Sähköautojen energiatase ja -talous

Omana selkeänä osaprojektinaan toteutetaan sähköautojen ja lataushybridien energiankäytön tutkimus, jossa laajalla mittausarjalla selvitetään erityyppisten sähköautojen suorituskyky vaihtelevissa ajosykleissä ja eri käyttölämpötiloissa. Tutkimuksella selvitetään mm. kokonaishyötysuhdetta, toimintamatkaa, akkujen latauksen ja purkauksen tehokkuutta sekä eri osajärjestelmien tehohäviöitä.

Tutkimuksen eteneminen

Edellä luetelluista osatehtävistä pisimmälle on edennyt sähkö- ja lataushybridiautoja koskeva osuus. Sen puitteissa on käytötestattu todellisessa ajossa rinnakkain tavallista, ns. autonomista hybridi-autoa (Toyota Prius), jossa kaikki ajoenergia otetaan polttoaineesta ja samanlaista autoa, johon on asennettu lisäakusto (Hymotion, 5 kWh), jota voidaan ladata sähköverkosta. Täyteen ladatusta akusta riittää apuenergiaa noin 40 - 50 km ajoon.

Autot ovat VTT:n hallinnassa, ja niitä käyttää kymmenkunta eri ajajaa jokapäiväisissä ajotehtävissä. Tulosten vertailu ristiin autojen välillä antaa hyvän kuvan tämän tyyppisen lisäsähköjärjestelmän potentiaalista tuoda sähköä henkilöauton energiankäyttöön. Havaintojen mukaan sopivissa olosuhteissa ajomatkan kokonaisenergiankäytöstä jopa 30 - 40 % voi tulla sähköstä. Kylmä ilma kuitenkin vähentää tätä potentiaalia, koska moottoria on käytettävä matkustamon lämmittämiseksi enemmän kuin kesäolosuhteissa.

Sähköautojen energiatasetta koskevassa osassa on tutkittu lataushybridiautojen lisäksi myös akkusähköautoa (FEVT'in konvertoima VW Passat BEV). Siitä on mitattu laboratorio-olosuhteissa energiahävikki energiaketjun eri osissa, kun edetään latauksesta pyörien tuottamaan vetovoimaan. Tähän on liittynyt myös menetelmäkehitystä, jolla em. mittaukset on voitu suorittaa. Tavoitteena on lisätä tutkittavien autojen määrää ja tehdä mittauksia myös hyvin kylmissä olosuhteissa, joiden merkitystä kuluneen talven lämpötilaprofiili on osaltaan korostanut.

VTT:n henkilöautojen tutkimustilan kapasiteetti on ollut täyskäytössä siitä lähtien kun hankkeista saatiin lopulliset päätökset, mutta kapasiteetin käyttöä on jouduttu priorisoidaan niihin osatehtäviin, joilla aikataulu on määritelty kriittisimmäksi. Siten ajetuista noin 250:stä testistä valtaosa kohdistui joko edellä mainittuun sähkö- ja hybridi-autojen osatehtävään, tai rinnakkaiseen, polttoaineita käsittelevään hankkeeseen ("TransBioPolttoaine"), jossa keskeisenä tutkimuskohteena on ollut bensiini-etanoliseoksen (ns. E85) optimointi kylmiin olosuhteisiin. Laboratoriossa on näiden lisäksi tehty testejä myös parille muulle käynnissä olevalle hankkeelle. (Vertailun vuoksi: koko vuonna 2008 tehtiin vain noin 80 testiä ja aikaisempina tutkimusintensiivisinä vuosina 1998-2002 noin 350-450 testiä vuodessa, joka on jo lähellä kapasiteetin ylärajaa.)

Koska kokeellinen kapasiteetti on ollut muiden hankkeiden varaama, on autojen voimalaitteivaihtoehtojen vertailuosiossa keskitytty selvittämään uusimpien voimalaitteivaihtoehtojen teknisiä ominaisuuksia kirjallisuustyönä. Samoin on pyritty perehtymään pakokaasun puhdistustekniikan viimeaikaiseen ja tulevaan kehitykseen, jotta voitaisiin tunnistaa sen myötä mahdollisesti esiin tulevia ongelmia. Oma osaselvityksensä on meneillään myös uusien autojen päästöprofiileista, jotta tuleviin kokeellisiin mittauksiin osataan ottaa mukaan oikeanlaiset analyysit.

Säästävän ajotavan ja energiatehokkaan auton käytön tutkimusta on myös aloitettu kartoittamalla ajajan apuneuvojen saatavuuden nykytilaa.

Hankkeen resurssien käyttö on edennyt toiminnan suuntaamisen vuoksi hieman epätasaisesti, mutta sopusoinnussa suhteessa saavutettuihin tuloksiin. Nyt vähemmälle painolle jääneiden osatehtävien töitä pyritään vauhdittamaan mm. lisärekrytoinnilla.

HANKE 1.2: HDENIQ – ENERGIATEHOKAS JA ÄLYKÄS RASKAS AJONEUVO

Vastuutaho: VTT

Raportointi: Kimmo Erkkilä

Yleistä

HDENIQ-projekti käynnistettiin vuoden 2009 maaliskuussa, kun Tekes-rahoitushakemus oli jätetty. Töiden valmistelu ja koetoiminta alustadynamometrilla voitiin aloittaa välittömästi edeltäneen RASTU-projektin osallistujien rahoitussitoumusten nojalla. Projektille saatiin Tekesin rahoituspäätös juuri ennen kesälomien alkua 2009. Näin ollen projektin tutkimustoiminta voitiin aktivoida täyteen volyymiin vasta syksyllä.

Ajo-opastin

RASTU-projektin ajo-opastinlaitteiden kenttäkoetta jatketaan edelleen HDENIQ-projektissa. RASTU:n aikana asennettiin viisi laitetta Nobinan (ex. Concordia) operoimalle 550 (YTV - Jokeri) linjalle, viisi laitetta Pohjolan Liikenteen operoimalle 58 (HKL) linjalle ja viisi laitetta Jyväskylän Liikenteen vaihtelevia linjoja ajaviin busseihin.

RASTU:ssa laitteiden vähäinen määrä linjoilla hankaloitti tulosten tilastollista käsittelyä. Tästä syystä laitteita hankittiin 10 kpl lisää linjalle 550, ja päätettiin siirtää 58 linjalta vapautuneet laitteet Jyväskylän Liikenteen autoihin. Uudet laitteet linjalla 550 saatiin käyttöön kesällä, ja Jyväskylän Liikenteen laitteet odottavat Jyväskylään soveltuvan linjanmuodostuslogiikan valmistumista.

Ajo-opastimesta kerätyn datan analysointityökaluja kehitettiin edelleen ja aloitettiin selvitys ajo-opastimen vaatimien ohjetiedostojen automaattisesta muodostamisesta. Automaattinen ohjetiedostojen muodostus nähdään välttämättömänä mm. Jyväskylän tapausta ajatellen, jossa autoyksilöt ajavat saman päivän aikana useita eri linjoja. Tällöin aikataulujen, nopeusrajoitusten, yms. lähtökohtaisien tietojen manuaalinen syöttäminen hukkaisi re-

sursseja kohtuuttomasti. Lisäksi ajo-opastimen ensimmäisen version kaupallistamisen selvitys aloitettiin VTT:n yrityskehityksen kanssa.

LIKU (Liukkauden ja kuorman tunnistus)

Liukkaudentunnistusta edistettiin kolmella eri rintamalla. Ensinnäkin vanhat RASTU-projektissa hankitus tiedonkeruulaitteet päätettiin päivittää ja järjestellä uudelleen Transpointin ajoneuvoihin. Tavoitteena on saada laitteet toimimaan aikaisempaa luotettavammin ja sijoittaa ne autoihin, jotka pysyisivät projektin ajan Transpointin käytössä ja liikkuisivat mahdollisimman paljon samoilla tieosuuksilla. Näin jo hankituista laitteista saataisiin mahdollisimman suuri hyöty, ja niitä voitaisiin hyödyntää myös rengastutkimuksessa. Asiasta on käyty neuvotteluja laitevalmistajan, Transpointin ja Nokian Renkaiden kanssa.

Toinen rintama on uudet menetelmätutkimuksen käyttöön hankittavat laitteet. Laitteilta vaadittavia ominaisuuksia on määritelty ja laitteista on järjestetty tarjouskilpailu. Kun hankintaprosessi saadaan käytyä, voidaan asennustyöt aloittaa.

Kolmas rintama on menetelmän kaupallistaminen. Yksinkertaistettujen laskenta-algoritmien sovittamisesta kaupallisiin ajotapaa tarkkaileviin päätelaitteisiin on selvitetty ja käyty neuvotteluja niin laitetoimittajan kuin liikennöitsijänkin kanssa. Asiaa edistetään erillisessä projektissa HDENIQ:n rinnalla.

LIKU-hanketta tutkitaan yhteistyössä Oulun yliopiston kanssa (RAMSES).

Rengastutkimus

Raskaiden ajoneuvojen rengastutkimuksesta on aloitettu diplomityö, joka käsittelee epätasapainon ja rengaspaineen vaikutuksia (kts. Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun osuus).

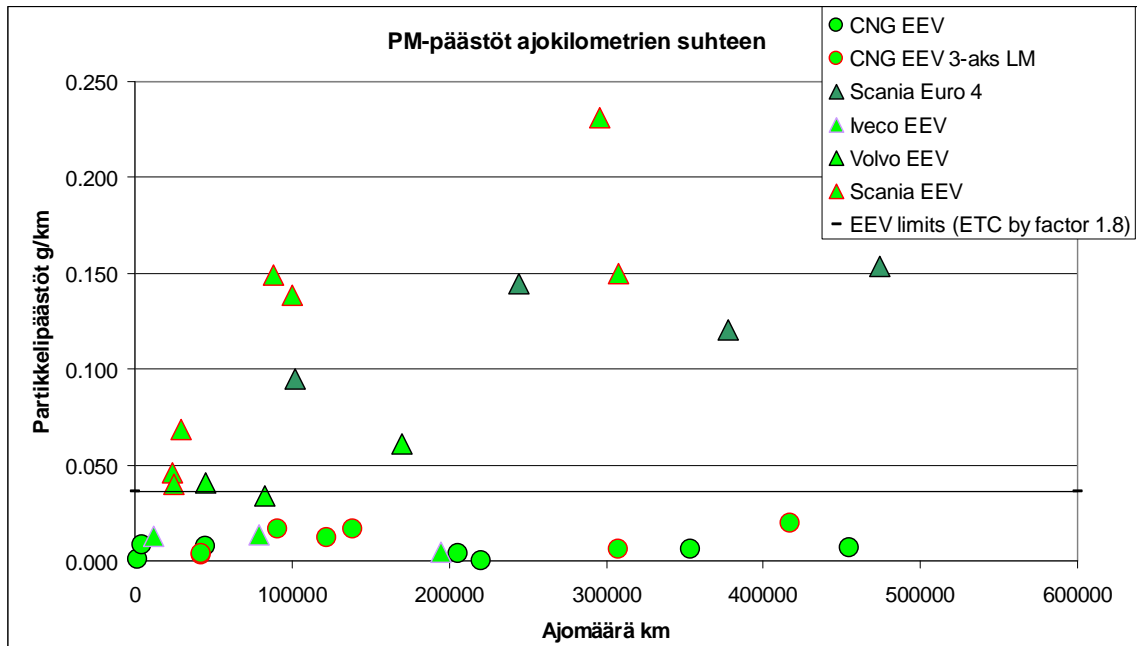
Diplomityön tueksi on suunniteltu maantiemittauksia, joissa keinotekoisesti aiheutetaan renkaihin tunnetut epätasapainot ja määritellään niiden vaikutus ajovastuksiin ja sitä kautta polttoainekulutukseen. Myös renkaiden ilmanpaineen vaikutusta ja rengastyyppejä tullaan arvioimaan vastaavilla menetelmillä. Renkaiden käytännön suoriutumista Suomen olosuhteissa tullaan arvioimaan RASTU-projektissa kehitettyjen liukkaudentunnistuslaitteiden avulla.

Edellä mainittujen rengastutkimuksen tehtävien suunnittelua varten pidettiin kaksi kokousta projektiin osallistuvien liikennöitsijöiden, tutkijoiden ja rengasvalmistajan kanssa.

Päästömittaukset

Vuoden 2009 aikana VTT:n päästötietokantaa täydennettiin 8 kaupunkibussilla ja 7 kuorma-autolla. Kaupunkibussien mittauksissa keskistyi pääasiassa uusimpien päästöluokkien mittaamiseen ja käytönaikaisten päästöjen seuraamiseen. EEV kaupunkibussien tuloksissa nähtiin useiden yksilöiden tuottavan huomattavan suuria partikkelipäästöjä. Verrattessa partikkelipäästötuloksia autojen ajokilometreihin, voidaan huomata selvää päästöjen kasvua ajokilometrien myötä (kuva 5). Monessa tapauksessa EEV-päästötason dieselbussit ovat taantuneet Euro III -tasolle pian 100 000 km ajokilometrin jälkeen. Tämä on huoles-

tuttavaa, sillä kaupunkibusseilla ajetaan jo pääkaupunkiseudullakin tyypillisesti yli miljoona kilometriä, ja tämän jälkeen elinkaari jatkuu vielä muissa kaupungeissa.



Kuva 5. Kaupunkibussien hiukkaspäästöt (PM) ajokilometrien suhteen.

Kuorma-autojen tuloksissa ei nähty vastaavaa trendiä. Pääsääntöisesti sekä EGR- että SCR-tekniikkaan perustuvat ajoneuvot ovat olleet sekä NO_x- että PM-päästöiltään hyvällä (vastaavat odotusta) tasolla.

Menetelmäkehitys

Ajovastusten määrittelymenetelmiä kehitettiin tarkemmaksi lisäämällä mitattavan auton varustuksiin tuulennopeusmittari, jonka avulla pienet tuulen vaikutukset ja puuskat voidaan laskennallisesti korjata ajovastusten tulostenkäsittelyn yhteydessä. Lisäksi Nurmijärvellä sijaitsevan mittaussuoran korkeuskoordinaatit tarkastettiin maanmittauskäyttöön tarkoitettulla Trimblen tarkkuus-GPS:llä, jolla differentiaalitulokasemien avustuksella päästiin käytännössä alle 5 cm tarkkuuteen. Johtopäätöksenä voitiin todeta, että aikaisemmin käytetty tien korkeusprofiili on hyvin tarkka, eikä näin ollen korkeustiedon muuttamiselle ole tarvetta.

VTT:n ajosyklivalikoimaa täydennettiin muodostamalla uusi sykli palveluliikenneautoille. Sykli sisältää linjalta 32 kerättyä nopeustietoa. Sykliä tullaan hyödyntämään aluksi maa-kaasu- ja dieselkäyttöisten Mercedes-Benz Sprinter ”minibussien” vertailuun.

HANKE 1.3: RAMSES - RASKAAN AJONEUVON MASSAN SEKÄ LIUKKAUDEN ESTIMOINTIJÄRJESTELMÄ

Vastuutaho: Oulun yliopisto, Sähkö- ja tietotekniikan osasto

Raportointi: Kai Noponen

Yleiskatsaus tutkimuksen tilanteeseen

Oulun yliopiston osuus TransEco-tutkimusohjelmassa, RAMSES-projekti, alkoi Tekes-päätöksellä takautuvasti 1.3.2009. TransEco-kokonaisuus koostuu useista rinnakkaisista projekteista. Oulun yliopiston tutkimus suoritetaan kolmivuotisessa “Älykäs raskas ajoneuvo” -projektissa, joka on osa laajempaa “HDENIQ — Energiategokas ja älykäs raskas ajoneuvo” -projektikokonaisuutta. Käytännössä varsinaiseen työhön päästiin vasta kesälomien jälkeen syksyllä päätöksen tultua. Kuitenkin jo heti keväällä 2009 aloitettiin omalla riskillä älykkään linja-auton esiselvityksen laatiminen.

Älykkään linja-auton esiselvitys

Ensimmäisen projektivuoden aikana tehtiin esiselvitys erilaisiin älykkäisiin autojärjestelmiin, joita esiintyy sekä tieteellisestä kirjallisuudesta että patenteissa. Koska autojärjestelmien tietotekniset sovellukset ovat viime vuosina lisääntyneet nopealla tahdilla, niiden tuoma laskentateho mahdollistaa älykkäiden algoritmien suunnittelun mm turvallisuuden parantamista varten. Lisäksi älykkään ohjauksen avulla on mahdollista saavuttaa muitakin etuja, kuten mm. polttoaineen säästö. Tämä toisi esimerkiksi liikennepalveluja tuottaville yrityksille taloudellisia etuja.

Selvityksessä keskityttiin erityisesti siihen, kuinka älykkäitä järjestelmiä voitaisiin soveltaa linja-autoon. Lähtökohtana oli ITS (Intelligent Transportation Systems) ja aihealueena olivat auton sisäiset järjestelmät ja tietoinfrastrukturi. Pääpainoalueena olivat älykkäät algoritmit. Selvityksestä luotiin kirjallinen raportti, joka sisältää 74 viitettä tieteellisiin julkaisuihin ja patenteihin.

Selvitys auton sisäiseen järjestelmään käsitti aihealueinaan anturit, sisäisen tietoliikenteen, kuljettajan tiedottamisen, opastamisen ja arvioinnin, diagnostiikan ja huollon, turvallisuuden, ajotapahtuman optimoinnin eri kriteereillä, navigaation sekä matkustusmukavuuden.

Kuljettajaan liittyvistä aihealueista tiedottamisessa keskityttiin turvallisuusnäkökantaan ja siihen, miten tiedottaminen on järjestettävä ajon aikana. Kuljettajan arvioinnissa puolestaan tarkasteltiin kirjallisuudesta löytyviä mitattavia parametreja, joilla tutkimuksessa voitaisiin esimerkiksi luoda indeksejä ajon turvallisuudesta tai taloudellisuudesta.

Sekä diagnostiikkaa, huollon automatisointia että turvallisuutta on kirjallisuudessa luonnollisista syistä tutkittu erittäin paljon. Näiltä aloilta löytyy myös suuri määrä patenteja. Turvallisuuden osalta selvityksessä keskityttiin valmiisiin tuotteisiin, joilla ympäristöä voidaan tarkkailla sekä mahdollisesti rajoittaa auton toimintaa vaaratilanteissa.

Ajotapahtuman optimoinnissa selvitettiin kuinka ajotapahtumaa ja auton toimintaa voidaan säädellä automaattisesti. Lisäksi tarkasteltiin, millä optimointikriteereillä tällaista säätelyä voidaan tehdä. Esimerkkinä suorasta auton toiminnan säätelystä voidaan mainita esimerkiksi adaptiivinen ajonopeuden säädin, jota voidaan käyttää sekä turvallisuuden parantamiseen että muiden optimointikriteerien mukaan. Näistä aihealueista tieteellisessä kirjallisuudessa on eniten tutkittu turvallisuuteen liittyviä sovelluksia.

Älykäs ohjaus vaatii linja-auton paikkatiedon reaaliajassa. Tämän vuoksi selvitettiin navigaation toteutusta eri tavoin. Selvityksessä pyrittiin määrittelemään, mitä ominaisuuksia navigaatio-sovelluksen on linja-autojen tapauksessa toteutettava. Lisäksi tarkasteltiin valmiita navigaatio-sovelluksia sekä tällaisen toteutusta itse joko kaupallisilla tai vapailla kartoilla.

Tietoinfrastruktuurin selvityksessä keskityttiin tietoliikenneyhteyksiin. Selvityksessä katsottiin, miten kommunikaatio autoihin ja niiden välillä voidaan toteuttaa. Linja-autojen ja liikennöitsijän kannalta järkevimmäksi vaihtoehdoksi todettiin keskuspalvelimen malli. Lisäksi selvitettiin tietoliikenneyhteyden toteuttamista auton ja keskuspalvelimen välillä. Vaihtoehtoina ovat mm. GPRS- tai @450-verkko. Näistä @450-verkko todettiin teknisesti pätevimmäksi tällaiseen sovellusskenaarioon, sillä se mahdollistaa vakaan ja nopean yhteyden.

Erityisen tärkeää tietoinfrastruktuurissa on keskittyä tietoturvaluuteen. Selvityksen mukaan järjestelmälle on jo suunnitteluvaiheessa luotava uhkakuva-analyysi sekä suunniteltava turvallisuusarkkitehtuuri. Erityisesti tietoturvaluus korostuu, mikäli verkoista on kytkös auton sisäisiin järjestelmiin. Selvityksen perusteella telematiikkapalvelut kannattaa toteuttaa käyttäen yleisiä web-rajapintoja, jolloin voidaan käyttää niiden tarjoamia tietoturvapalveluja.

Älykkään kuorma-auton esiselvitys

Älykkään linja-auton esiselvityksen laatimisen jälkeen käynnistettiin älykkään kuorma-auton esiselvityksen tekeminen. Tältä osin työ on juuri alkanut, eikä enempää raportoitavaa vielä ole.

Ajoneuvon tiedonkeruujärjestelmän suunnittelu ja toteutus

Syksyn 2009 aikana olemme laatineet seikkaperäisen vaatimusmäärittelyn, jossa selvitetään, mitä tietoja tiedonkeruujärjestelmän tulee kyetä mittaamaan. Vaatimusmäärittelyssä on määritelty mm. laitteen vaatimat liitännät ja mittausanturit, GPS-navigointitoiminnallisuudet, käyttöliittymään ja hallittavuuteen liittyvät asiat sekä tietojen tallennus ja edelleen lähettäminen langattoman tiedonsiirtoyhteyden yli. Erityistä huomioarvoa on asetettu ajoneuvotietokoneen ja siihen tulevan ohjelmisto suorituskyvyn varmistamiseen. Tässä yhteydessä on myös otettu kantaa etäpalvelimen vaatimaan tietojen hallintaan, tallennukseen ja käsittelyyn sekä ohjelmistokehityksessä tarvittavan laitteiston, kirjastojen ja ympäristön vaatimuksiin.

Laaditun vaatimusmäärittelyn perusteella on VTT:n toimesta jätetty julkinen tarjouspyyntö ajoneuvojen mittausjärjestelmän laitetoimittajille. Tarjouspyyntöön vastasi 15.1.2010 mää-

räaikaan mennessä kolme toimittajaa. Tarjousten sisältöä, soveltuvuutta ja hintaa selvitetään.

Kun hankittavat laitteet toimitetaan ja asennetaan ajoneuvoihin, niin aletaan saada dataa ajoneuvoista ja pystytään sekä jatkamaan jo RASTU-projektissa aloitettua liukkauden tunnistusmenetelmän kehittämistä että aloittamaan massan estimointimenetelmän varsinainen kehittäminen. Näissä tehtävissä ollaan hieman jäljessä aikataulusta. Eräs tähän vaikuttanut syy on se, että yksi projektin yritysrahoittajista, Vibsolas Oy, päätti 7.12.2009 olla osallistumatta projektiin. Heidän lopullisen päätöksensä viipyminen viivästytti osaltaan vaatimusmäärittelyn loppuun saattamista ja tarjouspyyntöjen jättämistä. Myöhemmille vuosille etsitään myös uutta yrityskumppania. Erityisesti EC-Tools Oy on osoittanut kiinnostusta projektiimme ja neuvottelut heidän kanssaan ovat alkamassa yhdessä VTT:n kanssa.

HANKE 1.4: AJONEUVOJEN JA TYÖKONEIDEN SÄHKÖISEN VOIMANSIIRRON KEHITTÄMINEN

Vastuutaho: Metropolia

Raportointi: Sami Ruotsalainen

Toteutetut työvaiheet ja saavutetut tulokset

Maaliskuu 2009:

- Moottorien jatkosuunnittelu ja ensimmäisten moottorien valmistus
- Akkujen spesifikaation laadinta ja toimittajavalinnan valmistelu
- Ohjausjärjestelmän arkkitehtuurisuunnittelu

Huhtikuu 2009:

- Ohjausjärjestelmän arkkitehtuurisuunnittelu
- HV suunnittelun aloitus
- Sähkökäyttöjen suunnittelu
- Akkutoimittajan valinta

Toukokuu 2009:

- Akku ja pikalatausaseman tilaus
- Ohjausjärjestelmän komponenttien valinta ja hankinta
- Moottorien testauksen jatko ja magneettien irtoamisongelman toteaminen
- Akuston suunnittelun aloitus

Kesäkuu 2009:

- Akuston suunnittelu
- Ohjausjärjestelmäkehityksen suunnittelu
- Järjestelmäintegraation aloitus
- Tekesin rahoituspäätöksen saaminen

Elokuu 2009:

- Akuston suunnittelu
- Moottorien uudelleensuunnittelun aloitus
- Ohjausjärjestelmäkehityksen aloitus
- Konsortiosopimuksen laadinnan valmistelu
- Sähkökäyttöjen käyttöönotto LUT:lla

Syyskuu 2009:

- Akuston suunnittelu
- Moottorien suunnittelu
- Ohjausjärjestelmäkehitys
- Jäähdytysjärjestelmän suunnittelu

Lokakuu 2009:

- Ohjausjärjestelmäkehitys
- Uusien moottorien valmistuksen suunnittelu
- Akuston tarkastuskäynti toimittajalla
- Järjestelmien integrointia
- Jäähdytysjärjestelmän suunnittelu

Marraskuu 2009:

- Ohjausjärjestelmäkehitys
- Akkujen paketoinnin suunnittelu
- HV suunnittelu ja komponenttien hankinta
- Moottorien valmistus
- Konsortiosopimuksen allekirjoitus

Joulukuu 2009:

- Ohjausjärjestelmäkehitys
- Moottorien valmistus
- HV komponenttien hankinta
- Akkulaatikoiden suunnittelu

Tammikuu 2010:

- Ohjausjärjestelmäkehitys
- Moottoreiden testaus penkissä
- Akkulaatikoiden valmistus
- HV Suunnittelu valmis

Helmikuu 2010:

- Ohjausjärjestelmäkehitys
- Moottoreiden integrointi ajoneuvoon
- Jäähdytysjärjestelmän toteutus
- Akkulaatikoiden integrointi ajoneuvoon
- Akkupaketin vastaanottotarkastus toimittajalla

Maaliskuu 2010:

- Akuston rahdin järjestely
- Dynamometritestaus Teknillisen korkeakoulun autolaboratoriossa 1-4.3.2010
- Akunhallintajärjestelmän integrointi
- DC-DC muuntimen ja hidaslaturin integrointi
- Akuston saapuminen 12.3

Resurssien käyttö ja yhteistyö

Kokoukset:

- TransEcon ajoneuvohankkeiden johtoryhmäkokous 23.9.2009, VTT
- Sähköpropulsio 1. ohjausryhmäkokous 10.11.2009
- Sähköpropulsio 2. ohjausryhmäkokous 21.1.2010

Tärkeimmät toimittajat ja yhteistyökumppanit yllä luetelluissa työvaiheissa ovat olleet:

- LUT, moottorien suunnittelu ja testaus
- AXCO-Motors, moottorien valmistus
- Vacon, sähkökäyttöjen toimittaminen ja käyttöönoton tukeminen
- AeroVironment, akuston toimitus

Ongelmat ja muutostarpeet alkuperäiseen suunnitelmaan

Projektisuunnitelmaan tehtiin muutos syyskuussa johtuen Valmet Automotiven liittymiseen projektin tukijaksi. Moottoreissa havaittujen ongelmien korjaamiseksi tarvittiin uusi suunnittelukierros, jota oli ryhdytty toteuttamaan jo elokuussa. (Toimittajan huomautus: Genevessä maaliskuussa 2010 esitellyssä Valmet Automotiven EVA konseptiautossa on niin ikään Axcon moottorit ja Vaconin tehoelektronikka).

Hankkeen aikataulu on muuttunut hakemuksessa esitettyyn nähden puolella vuodella pidemmäksi. Tekes on huomionnut tämän jo ennakoivasti ja myöntänyt hankkeelle toteutus-aikaa 30.6.2010 asti.

Toimittajan kommentit:

Metropolian ERA (Electric RaceAbout) sähköauto on valittu mukaan Yhdysvalloissa vuonna 2010 järjestettävään X-PRICE kilpailuun (<http://www.xprize.org/>). Teknologiateollisuuden 100-vuotissäätiön hallitus päätti kokouksessaan 27.1.2010 tukea RaceAbout klubin ja Metropolian X-PRICE kilpailuoperaatiota 150 000 eurolla. Auto esiteltiin julkisuudessa ensimmäisen kerran 31.3.2010, josta on peräisin sitä esittävä kuva (Kuva 6).



Kuva 6. Metropolian ERA-sähköauto

HANKE 1.5: AJONEUVOTEKNIikkaAN LIITTYVÄT DIPLOMITYÖT: HVAC, APULAITTEIDEN TEHONTARVE & RENKAIDEN TASAPAINOTUKSEN JA PAINEEN VAIKUTUKSISTA ENER- GIANKULUTUKSEEN

Vastuutaho: Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu, Ajoneuvotekniikan tutkimusryhmä

Raportointi: Osku Kaijalainen

Vuosi 2009

Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun tehtävät liittyvät HDENIQ-kokonaisuuteen.

Projektin aloituskokouksessa johtoryhmässä sovittiin TKK:lla (2010 alusta Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu) tehtäväksi 3 diplomityötä aiheina:

- HVAC – heating, ventilation, air-conditioning (lämmitys, ilmanvaihto ja ilmastointi)
- Renkaiden tasapainotuksen ja paineen vaikutuksista energiankulutukseen ja liikenne-turvallisuuteen
- Auxiliary power needs (apulaitteiden tehontarve)

Sopivien opiskelijoiden hakeminen aloitettiin heti ja töistä kaksi ensimmäistä (HVAC ja renkaiden tasapainotus) aloitettiin syyslukukauden päättyttyä 21.12. Vuoden 2009 puolella töissä ei ehditty tiedonhakua pidemmälle.

Vuosi 2010 suunnitelmat

Vuonna 2009 aloitetut kaksi diplomityötä diplomityöt etenevät aikataulussa ja töiden pitäisi valmistua kesäkuun 2010 alussa.

Kolmas diplomityö (auxiliary power needs) tullaan aloittamaan sopivan tekijän löydyttyä ja se pyritään saamaan valmiiksi viimeistään lokakuun 2010 lopussa.

HANKE 1.6: RASKAIDEN AJONEUVOJEN ELINKAAREN HALLINTA

Vastuutaho: Turun ammattikorkeakoulu, Auto- ja kuljetustekniikka

Raportointi: Markku Ikonen & Rami Wahlsten

Johdanto

Ajoneuvokaluston tarkoituksenmukaisella käytöllä sekä sen asianmukaisesta kunnosta huolehtimisella on merkittävä osuus ajoneuvoliikenteen ympäristöhaittojen vähentämisessä. Ajoneuvon elinkaaren hallinta vaikuttaa siis siihen, kuinka kauan ajoneuvo voidaan tarkoituksenmukaisesti käyttää sekä myös siihen, minkä verran ajoneuvo tuottaa pako-kaasupäästöjä.

Osana TransEco tutkimuskokonaisuutta ja sen raskaisiin ajoneuvoihin keskittyvää HDENIQ-osiota Turun ammattikorkeakoulun Auto- ja kuljetustekniikan koulutusohjelma toteuttaa raskaiden ajoneuvojen elinkaaren hallintaan kohdistuvan kehityshankkeen. Hankkeen aluksi tutkimuskohteena on raskaiden ajoneuvojen katsastus ja mahdollisuudet kehittää katsastustoimintaa osana elinkaaren hallintaa entistä kustannustehokkaammaksi toiminnan vaikuttavuuden eli liikenne- ja ympäristöturvallisuuden kärsimättä. Katsastustoiminta on Ajoneuvohallintokeskuksen (nytemmin TraFi) erityisen mielenkiinnon kohde.

Tutkimuksen tavoitteet

Ajoneuvojen teknisellä kunnolla on suora yhteys liikenneturvallisuuteen. Puheena olevan tutkimushankkeen tavoitteena on kehittää raskaiden ajoneuvojen katsastusmenetelmiä siten, että saadaan nykyistä luotettavampi kuva niiden teknisestä kunnosta (esim. jarrut) nykyistä kustannustehokkaammin. Lisäksi selvitetään mahdollisuuksia yhdenmukaistaa raskaiden ajoneuvojen katsastuskäytäntöjä Pohjoismaissa tai mahdollisesti laajemminkin.

Jos raskaiden ajoneuvojen katsastustoimitusta olisi mahdollista yksinkertaistaa vaikuttavuuden vähenemättä eli liikenne- ja ympäristöturvallisuuden heikentymättä, toimialan aiheuttamat yhteiskunnalliset kustannukset pienenisivät. Toisessa vaakakupissa on kuitenkin turvallisuus: katsastustoimintaan ei voida tehdä muutoksia turvallisuuden kustannuksella.

Jarrutarkastukset erityisenä tutkimuskohteena

Jarrulaitteiden kunto vaikuttaa olennaisesti erityisesti raskaiden ajoneuvojen turvallisuuteen. Raskaan ajoneuvon katsastukseen liittyvistä toimenpiteistä jarrujen tarkistaminen on yksi työläimmistä katsastuksen vaiheista. Kahden katsastajan läsnäolovaatimuksesta aiheutuva henkilöstöreservin tarve lisää katsastustoimialan kustannuksia.

Nykyisiin jarrutarkastuksiin liittyy runsaan työvoiman tarpeen lisäksi toinenkin epäkohta. Käytössä olevien menetelmien tarkkuudessa on toivomisen varaa, koska eri valmistajien laitteilla tehdyt jarrutarkastukset samalle autoyksilölle saattavat antaa tuloksia, jotka poikkeavat toisistaan runsaastikin.

Hankkeen ensimmäisenä vuonna keskitytään katsastuksen jarrutarkastuksen tekniseen kehittämiseen. Tavoitteena myös, että jarrutarkastuksen kustannustaso ei ainakaan nousisi. Lisäksi selvitetään, olisiko mahdollista yhdenmukaistaa katsastuksen jarrutarkastusmenettely kaikissa Pohjoismaissa.

Vuoden 2009 toimenpiteet

Rahoituspäätösten viivästymisen takia työ pystyttiin aloittamaan vasta joulukuun 2009 alussa. Päähuomio kohdistettiin lähdemateriaalin keräämiseen sekä tutkimusmenetelmien valintaan. Lähdemateriaaliksi saatiin entisestä Ajoneuvohallintokeskuksesta (AKE, nyk. TraFi) mm. selostukset muissa Pohjoismaissa käytössä olevista raskaiden ajoneuvojen jarrujen katsastustarkastusmenettelyistä.

Lisäksi päädyttiin menettelyyn, jossa jarrujen kuntoon, vikaantumisherkkyteen ja esiintyneiden tyyppillisten vikojen laatuun liittyvää kokemuseräistä tietoutta kerätään lähinnä haastattelujen avulla seuraavilta sidosryhmiltä:

- Katsastustoimiala
- Kuljetusliikkeet
- Kuljettajat
- Korjaamot
- Maahantuojat
- Ajoneuvovalmistajat
- Perävaunuvalmistajat
- Viranomaiset (esim. tienvarsitarkastuksen tulokset)

Jatkosuunnitelmat

Tutkimus jatkuu paineilmajarrujärjestelmän teoreettisella tarkastelulla sekä sidosryhmien haastatteluilla. Olennainen osa selvitystyötä on ajoneuvojen maahantuojien edustajien haastattelut sekä suomalaisten perävaunuvalmistajien käytännön kokemusten selvittäminen. Selvitystyöhön tulee kuulumaan myös kuljetusliikkeiden ja kuljettajien käytännön kokemusten selvittäminen. Myös korjaamoilta saataneen varteenotettavaa tietoa selvitystyön pohjaksi. Katsastuksen koulutus- ja operatiiviselta puolelta saadaan tietoa nykyiseen

toimintaan liittyvistä ongelmakohdista, joiden poistamisella voitaisiin parantaa nykyistä järjestelmää.

Tutkimuksessa selvitetään myös eri Pohjoismaissa käytössä olevien tarkastusmenetelmien etuja ja haittoja. Lähinnä Suomi ja Ruotsi ovat ajoneuvokalustoltaan vastaavia maita, joten Suomen ja Ruotsin väliset eroavaisuudet saanevat pääpainon tutkimuksessa. Norjassa käytössä olevat tiehidastuvuuskokeet vaativat myös oman tarkastelunsa, jotta voidaan ottaa huomioon, olisiko myös Suomessa kannattavaa ottaa tiehidastuvuuskokeet laajemmin käyttöön sähköhjattujen jarrujärjestelmien tarkastuksissa.

Muissa Pohjoismaissa käytössä olevista menetelmistä pyritään saamaan käsitys ensisijaisesti kirjallisten lähteiden perusteella. Tarvittaessa tiedonhankintaa täydennetään haastatteluin ja mahdollisin vierailuin/yhteydenotoin paikallisiin katsastustoimipaikkoihin tai vieranomaisiin.

HANKE 1.7: ASIAKASKOHTAINEN KULJETUSTEN PÄÄSTÖJEN MITTAAMINEN JA RAPORTOINTI & ENERGIATEHOKKUUS-TOIMENPITEIDEN VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Vastuutaho: Tampereen teknillinen yliopisto, Tiedonhallinnan ja logistiikan laitos

Raportointi: Heikki Liimatainen

Asiakaskohtainen kuljetusten päästöjen mittaaminen ja raportointi

Tutkimuksen tavoitteet määritettiin hakemuksessa seuraavasti: ”*Tutkimuksen tavoitteena on toteuttaa tarkan polttoaineenkulutuksen mittaamisen mahdollistavat toimintaprosessit ja tekniset järjestelmät Transpoint Oy:n käyttöön. Tavoitteena on, että järjestelmä tuottaa kuljetussuoritekohtaista polttoaineenkulutustietoa, jota voidaan hyödyntää sekä yrityksen sisäisessä että ulkoisessa polttoainetehokkuuden seurannassa monella tasolla. Järjestelmän on tarkoitus mahdollistaa ennen kaikkea rahtikirjakohtainen polttoaineenkulutuksen seuranta ja tämän myötä asiakaskohtainen kuljetusketjun hiilidioksidi- ja muiden päästöjen raportointi. Tämän toteuttamiseksi tutkimuksessa selvitetään kuljetusasiakkaiden ja julkisen sektorin tarpeet kuljetusketjujen hiilidioksidi- ja muiden päästöjen raportoinnin suhteen nykyään ja näkemykset tulevaisuuden tarpeista.*”

Kirjallisuusselvitys

Tutkimus aloitettiin kirjallisuusselvityksellä, jossa etsittiin tietoa rahtikirja- ja kuljetussuoritekohtaisen energiankulutustiedon mittaamenetelmistä sekä kuljetusketjujen päästöjen raportoinnin käytännöistä. Kirjallisuusselvityksen perusteella liiketoiminnan ympäristövaikutusten seuraaminen ja vähentäminen on noussut tärkeäksi osaksi yrityksen yhteiskuntavastuuta ilmastonmuutoksen hillitsemiseen tähtäävien yhteiskunnallisten tavoitteiden myötä. Suomessa erityisesti eri alojen energiatehokkuussopimukset ovat välineitä energiatehokkuuden raportoinnin ja parantamisen edistämiseksi. Julkisten tavoitteiden lisäksi asiakkaiden ympäristötietoisuus lisääntyy ja tämä asettaa vaatimuksia yritysten ympäristövaikutusten raportoinnille. Joissain yrityksissä on asetettu tavoitteita varustaa yksittäiset tuotteet

hiilijalanjälkimerkinnällä näihin kasvaviin odotuksiin vastaamiseksi ja toteutettu hiiliauditointeja joidenkin tuotteiden osalta. Myös julkisella sektorilla tuotteiden ilmastomerkintöjen kehittäminen on sisällytetty ilmastopoliittisiin linjauksiin.

Hiilijalanjäljen arviointiin on olemassa joitain kansainvälisiä ohjeistuksia, kuten PAS2050, GHG Protocol ja ISO 14064, mutta mikään näistä ei ole saavuttanut kansainvälisen standardin asemaa. Ohjeistukset ovat myös melko yleisellä tasolla ja jättävät monia tärkeitä kysymyksiä arviointia tekevän yrityksen vastuulle. Kehittyvä ympäristöraportointi asettaa haasteita myös logistiikan ympäristövaikutusten mittaamiselle ja raportoinnille. Toimitusketjun hiiliauditointien ongelmiksi on tunnistettu rajaus, kohdentaminen, muutokset, kustannukset ja tietojen saatavuus. Näiden ongelmien vuoksi tuotetason hiilijalanjälkimerkintöihin suhtaudutaan hyvin skeptisesti ja niitä pidetään jopa mahdollisina esteinä toimitusketjutason hiiliauditointien avulla tunnistettaville päästövähennyksille. Kuljetusten ympäristömerkintä kuitenkin lisäisi kuljetusten läpinäkyvyyttä kuljetusasiakkaiden kannalta ja helpottaisi vertailua kuljetusyritysten ja kuljetusmuotojen välillä. Merkintä ei kuitenkaan johtaisi kuljetusten siirtämiseen kuljetusmuodosta toiseen, eivätkä kuljetusasiakkaat ole valmiita maksamaan ylimääräistä ympäristömerkinnän vuoksi.

Kyselytutkimus

Suomalaisten kuljetusasiakkaiden tarpeita kuljetusten ympäristöraportoinnin suhteen selvitettiin kyselytutkimuksella. Kysely oli suunnattu suurille ja keskisuurille, yli 20 henkilöä työllistävälle suomalaisille teollisuuden ja kaupan alan yrityksille. Vastaaajien yhteystiedot toimitti MicroMedia. Kysely toteutettiin internetissä Webropol-ohjelmalla tammihelmikuussa 2010. Kutsu vastata kyselyyn lähetettiin sähköpostitse 2 273 yrityksen toimitusjohtajalle tai vastaavan tason henkilölle. Kutsutuilla oli mahdollisuus toimittaa kutsu eteenpäin organisaatiossaan. 2 009 kutsua toimitettiin onnistuneesti perille ja vastauksia saatiin 115 yrityksestä. Vastusprosentiksi muodostui näin 5,7 %. Vastausprosentti jäi melko pieneksi, mutta vastauksia saatiin monipuolisesti eri toimialoilta ja eri kokoluokan yrityksistä. Näin ollen tutkimuksen tuloksia voidaan pitää edustavina, vaikkakin on syytä huomauttaa, että kyselyyn vastaaminen voi jo kertoa myönteisestä suhtautumisesta ympäristöasioihin, joten kyselyn tulokset saattavat olla ympäristömyönteisempiä kuin todellinen tilanne koko yritysjoukossa on.

Kyselyn perusteella enemmistö suomalaisista kaupan ja teollisuuden yrityksistä ei ole toistaiseksi kokenut vaatimuksia yrityksen ulkopuolelta ympäristöraportoinnin suhteen. Suurissa yrityksissä tällaisia vaatimuksia kuitenkin on olemassa. Myöskään alihankkijoilta yritykset eivät ole ympäristöraportointia laajamittaisesti edellyttäneet. Yritykset ovat olleet proaktiivisia ja kehittäneet omaa ympäristöraportointiaan vaatimuksia laajemmin. Suurin osa yrityksistä myös ennakoivat toteuttavansa vuosittaista ympäristöraportointia vuonna 2016.

Yksittäisten tuotteiden hiilijalanjäljen arviointia oli tehty 15 yrityksessä. Arvioinneista saaduista kokemuksista tulivat esiin samat ongelmat, joita aiemmissa tutkimuksissa on esitetty. Erityisesti arviointimenetelmien standardoinnille nähtiin tarvetta. Ongelmista huolimatta tuotteiden hiilijalanjälkimerkintöjen yleistymiseen uskottiin hiiliauditointeja jo tehneissä yrityksissä selvästi vahvemmin kuin muissa yrityksissä. Hiilijalanjälkimerkintöjen tulevaisuuteen liittyvästä kysymyksestä tuli selkeästi esiin asiaan liittyvä epätietoisuus, kolmannes vastaajista ei pitänyt niitä todennäköisenä eikä epätodennäköisenä. Sama epävarmuus

oli nähtävissä myös muiden tulevaisuusväittämien kohdalla. Vastauksista välittyy kuitenkin selkeä tahtotila liiketoiminnan ympäristövaikutusten vähentämiseen, mutta vähentämisen keinot ovat epäselviä.

Kuljetusten ympäristöraportoinnin kehittämiseksi nähtiin selkeä tarve, erityisesti CO₂-päästöistä, kuljetussuoritekohtaisesta polttoaineenkulutuksesta ja kaluston käyttöasteesta haluttaisiin tietoa. Kyselyn perusteella varsin yksinkertainen raportointi riittäisi monille. Neljännesvuosittain lähetettävä taulukkolaskentatiedosto, joka sisältäisi toimipaikkakohtaiset tiedot kuljetusten ympäristövaikutusten tärkeimmistä tunnusluvuista, vastaisi useimpien yritysten tarvetta. Vastauksista tuli myös selkeästi esiin, että vaikka raportointia arvostetaan ja joissain tapauksissa jopa edellytetään, siitä ei olla valmiita maksamaan ylimääräistä. Myös kuljetusten ympäristöraportoinnin osalta tuli esiin tarve raportoinnin standardoinnille vertailukelpoisuuden varmistamiseksi.

Kyselyn perusteella suomalaisten kaupan ja teollisuuden yritysten suhtautuminen ympäristöstävällisyyden kehittämiseen voidaan kiteyttää kolmeen pääviestiin: ympäristöstävällisyyttä halutaan kehittää, mutta siitä ei olla valmiita maksamaan, ja kehittämisen keinot ovat epäselviä.

Suunnitelmat

Kyselytutkimuksen tulosten analysointia jatketaan edelleen. Kirjallisuusselvityksen ja kyselyn pohjalta arvioidaan asiakaskohtaisen ympäristöraportoinnin tarvetta ja luodaan vaatimusmäärittely mahdollisesti toteutettavalle järjestelmälle. Vaatimusmäärittelyn avulla voidaan suunnitella tiedon tuottamiseksi tarvittavat prosessit ja kehitetään vaatimusten mukaiset tietojärjestelmät.

Energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten arviointi

Tutkimuksen tavoitteet määritettiin hakemuksessa seuraavasti: ”*Tutkimuksen tarkoituksena on luoda määrittelyt energiatehokkuustoimenpiteiden arviointimallille. Energiapalveludirektiivi ja niiden pohjalta laaditut energiatehokkuussopimukset edellyttävät joukko- ja tavaraliikenteen energiatehokkuuden parantamista ja tehostamistoimenpiteiden vaikutusten todentamista. Todentamisessa sovellettavat laskentaperiaatteet ovat kuitenkin epäselviä niin kansallisella kuin yritystasollakin. Tutkimuksen tavoitteena on selkiyttää nämä periaatteet ja luoda niiden pohjalta vaatimusmäärittely laskentasovellukselle, jolla voidaan arvioida energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusta eri tarkastelutasoilla. Vaatimusmäärittelyssä on tarkoitus kuvata mallin tietosisältö, käyttöliittymä ja käyttötapaukset.*”

Kirjallisuusselvitys

Tutkimus aloitettiin kirjallisuusselvityksellä, jossa selvitettiin julkiselle sektorille ja yritysisiin kohdistuvat vaatimukset energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten laskennan ja raportoinnin suhteen. Tärkein energiatehokkuuden kehittämistä ohjaava tekijä on EU:n energiapalveludirektiivi, jonka kansallisessa toimeenpanossa energiatehokkuussopimukset joukkoliikenteelle sekä tavarankuljetuksille ja logistiikalle ovat tärkein työkalu. Energiapalveludirektiivin toimeenpanoon liittyen EU:n tasolla on tehty tutkimuksia energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten arvioinnin kehittämiseksi. Nämä tutkimukset eivät kuitenkaan ole liittyneet raskaan ajoneuvokaluston energiatehokkuuteen. Näin ei ole olemassa

mitään virallista listausta energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutuksista. Suomessa energiatehokkuussopimuksen toimeenpanoon liitettiin myös tiedon tuottaminen tehokkuustoimenpiteiden vaikutuksista. Tällaista tietoa ei kuitenkaan ole tuotettu.

Joukkoliikenteen ets-tietopankki

Joukkoliikenteen energiatehokkuussopimukseen liittyen on käynnissä valtakunnallisen seurantatyökalun, ets-tietopankin kehitystyö. Ets-tietopankkia on kehitetty yhteistyössä alan toimijoiden kanssa ja se mahdollistaa kalustotietojen, suorite- ja energiankulutustietojen sekä myös energiatehokkuustoimenpiteiden syöttämisen järjestelmään. Näin ollen ets-tietopankkia voi käyttää myös energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten arvioinnissa. Tällainen mahdollisuus voi myös lisätä yritysten motivaatiota käyttää järjestelmää.

Joukkoliikenteen tilaajien ja tuottajien energiatehokkuudesta ja ets-tietopankista kartoitetaan kevään aikana tilaajaorganisaatioiden haastatteluilla ja tuottajien internet-kyselyllä. Tehdyissä tilaajahaastatteluissa on jo tullut esiin tilaajan tarve seurata joukkoliikenteen energiatehokkuutta alueellaan. Ets-tietopankki voisi soveltua tähän. Haastatteluissa myös esitettiin idea energiatehokkuustoimenpiteiden markkinoinnista ets-tietopankin yhteydessä. Energiatehokkuustoimenpiteiden tarjoajat voisivat antaa tuotteensa tai palvelunsa riippumattomaan arviointiin ja saada siten oikeuden markkinoida tuotetta tai palvelua ets-tietopankissa arvioinnin tuloksia hyödyntäen. Yrityksen ottaessa arvioidun toimenpiteen käyttöön sen vaikutuksista saataisiin todellista tietoa, joka myös näytettäisiin ets-tietopankissa. Tavarankuljetuspuolella EMISTRA-järjestelmää voitaisiin myös kehittää tähän suuntaan tai korvata se ets-tietopankilla.

Suunnitelmat

Energiatehokkuustoimenpiteistä ja ets-tietopankista tehdään kysely joukkoliikenneoperaattoreille kevään aikana. Näiden tietojen pohjalta muodostetaan ehdotukset energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten arvioinnin kehittämiseksi ets-tietopankkia hyödyntäen. Lisäksi tutkimustuloksia energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutuksista kerätään eri lähteistä ja kootaan tietokannaksi, mikäli resursseja tähän riittää.

HANKE 2.1: KORKEAN PITOISUUDEN ETANOLIPOLTTOAINEET

Vastuutaho: VTT yhteistyössä St1:n kanssa, St1:n yhdyshenkilö Jari Suominen

Raportointi: Juhani Laurikko

Lähtökohta ja tavoite

Jos bensiinin osalta haetaan keskimäärin 10 %:n energiakorvaustasoa, tarvitaan joko autoja jotka voivat käyttää korkeampia etanolipitoisuuksia tai vaihtoehtoisesti muita bensiiniä korvaavia biokomponentteja.

Erityisissä FFV (Fuel Flexible Vehicle) ajoneuvoissa voidaan käyttää myös korkeaseosteista etanolipolttoainetta. Valmistuskustannuksiltaan FFV-auto ei juurikaan ole tavallista bensiiniautoa kalliimpi, ja näin ollen FFV-tekniikan mahdollinen käyttöönotto uusissa ajo-

neuvoissa ei aiheuta merkittäviä kustannuksia autokaluston puolella. Tässä suhteessa FFV-tekniikka poikkeaa edukseen mm. kaasuautoista ja sähköautoista. Nykyinen markkinatarjonta on myös kohtuullinen, sillä näitä autoja on myynnissä mm. Ruotsissa, Isossa-Britanniassa ja Ranskassa.

FFV-tekniikan haittapuolena kuitenkin on, ettei tavanomainen E85-polttoaine (85 % etanolia ja 15 % kauppalaatuista bensiiniä) toimi parhaimmalla mahdollisella tavalla kylmissä olosuhteissa. Etanolihankkeen keskeinen tavoite onkin etanolia sisältävän polttoaineen optimointi kylmiin olosuhteisiin.

St1 käynnisti huhtikuussa 2009 kaksivuotisen korkeaseosteisen etanolipolttoaineen kenttäkokeen yhdessä eräiden automaahantuoja (Ford, Volvo, Saab) ja muiden autoalan toimijoiden kanssa. Polttoaineen jakelu tapahtuu seitsemältä asemalta pääkaupunkiseudulla (Espoossa Kilo ja Suomenoja, Vantaalla Petikko ja lentoasema, sekä Helsingissä Mäkkylä, Vallila ja Herttoniemi).

Tuotteessa on noin 80 % bioetanolia, jota St1 valmistaa suomalaisesta elintarviketeollisuuden biojätteestä Etanolix® -konseptillaan. Valtiovaranministeriö on myöntänyt kokeiluhankkeessa käytettävälle polttoaineelle verohuojennuksen.

VTT:n tehtävä on tukea St1:n kokeiluhanketta sekä FFV-tekniikan optimoinnissa kylmään ilmastoon että kenttäkokeen teknisellä tuella siihen liittyvine mittauksineen ja analyysineen.

FFV ajoneuvot voivat käyttää polttoaineena korkeaseosteista etanolipolttoainetta (E85), bensiiniä sellaisenaan, tai mitä tahansa näiden polttoaineiden seosta. E85 polttoaineessa on etanolia nimellisesti 85 %. Käytännössä talvella etanolin osuus on pienempi, kuitenkin vähintään 70 – 75 %. Sallittu alaraja E85 standardissa (CEN Workshop Agreement) on vielä neuvottelujen kohde. E85-polttoaineessa hiilivetykomponenttia tarvitaan sekä parantamaan kylmäkäynnistyvyyttä että lisäämään paloturvallisuutta. Paloturvallisuus parantuu koska hiilivetylisäys muuttaa puhtaan etanolin lähes näkymättömän liekin kellertäväksi ja näkyväksi. Lisäksi hiilivetylisäys nostaa polttoainesäiliöiden ilmatilassa olevan seoksen höyrynpainetta niin, että seos useimmissa tilanteissa muuttuu ylikylläiseksi ja syttymiskelvottomaksi.

Hiilivetykomponenttina käytetään tavallisesti kauppalaatuista bensiiniä. Tavallinen bensiini ei kuitenkaan riitä takamaan optimaalista toimivuutta kylmissä olosuhteissa. Esimerkiksi Ruotsin Vägverket on saanut teettämässään mittauksissa tuloksia, joiden mukaan kylmäkäytössä esiintyy korkeita etanoli ja aldehydipitoisuuksia.

Perusajatuksena on polttoaineen optimointi korvaamalla tavallinen bensiini E85-polttoaineessa esim. butaani-, pentaani- tai ETBE –seoksilla. Optimaalinen polttoaine voi olla erilainen eri vuodenaikoina, välipitoisuuksien käyttötarve talviaikana ja vaikutukset polttoainejakeluun ovat tarkastelun kohteena.

Tutkimuksen eteneminen

FFV-autojen pakokaasukoheet

Hankkeessa on tehty noin 100 pakokaasukoetta VTT:n jäädytetyssä henkilöautojen pakokaasulaboratoriossa eri lämpötiloissa. Mitattavia suureita ovat olleet:

- säännellyt pakokaasupäästöt
- sääntelemättömät päästöt (etanoli, asetaldehydi, formaldehydi)
- polttoaineen kulutus
- käynnistyvyysraja
- ajettavuus/käynnin tasaisuus

Testeissä on käytetty kolmea eri FFV-autoa, jotka kaikki ovat normaaleja markkinoilla olevia malleja (Volvo V70 FlexiFuel, Saab 9-3 1.8t BioPower ja Ford Mondeo FFV). Polttoaineseoksia on tutkittu viittä erilaista, ja lisäksi vertailumielessä E10-polttoaineet (kesä- ja talvilaatu), joka edustaa tulevaa ”normaalibensiiniä”. Taulukossa 1 on esitetty tutkitut yhdistelmät.

Taulukko 1. Etanolipolttoainehityksessä tutkitut yhdistelmät.

polttoaine	koelämpötila					
Pa1	+23	-7				
Pa2	+23	-7				
Pa3	+23	-7				
Pa1T			-15	-20	-25	-25 LL
Pa5			-15	-20	-25	
Pa6	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Pa7		-7		-20	-25	
E10K	+23	-7				
E10T		-7			-25	

Tulosten analyysi ja johtopäätösten teko on vielä kesken, mutta näyttää varsin selvältä, että kokeillut seokset ovat parempia kylmäpäästöominaisuuksiltaan kuin ”perus-E85”, eli pelkän etanolin ja bensiinin seos.

FFV-plug-in demonstraattori

Metropolia varusti St1:n tilauksesta 2. sukupolven Toyota Prius hybridi-auton sekä FFV-konversiosarjalla että jälkiasennetulla plug-in akkupaketilla (Hymotion, kts. myös 1.1 EFFICARUSE). Konversion tuloksena syntyi auto, joka pystyy toimimaan lähes 100 %:sti uusiutuvalla energialla. Periaatteessa auto täyttää vuodelle 2050 asetetut CO₂- päästötavoitteet. Auto on ollut lähinnä esittelykäytössä, ja VTT tulee myöhemmässä vaiheessa tekemään autolle tarkempia energiankulutus- ja päästömittauksia.

Konversiossa käytetyt komponentit on esitetty kuvassa 7.

Viina & Tuuli - liikenteessä

Litium lisäakkupaketti

- 5 kWh
- 190 V
- 177 Ah
- 85 kg



White Lightning FFV/E85 konversiokitti

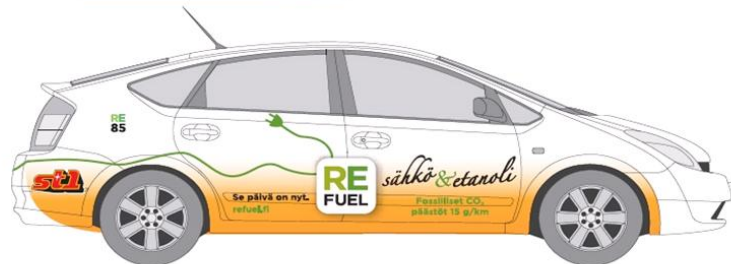


V2Green-GridPoint datalogger

- Käytetyn energian mittaus
- GPS paikannus
- Historiatiedon tallennus



- ~1.3 kWh NiMh akku,
- ~0.3 kWh käytössä
- 45 l polttoainesäiliö
- 57 kW polttomoottori ja
50 kW sähkömoottori



Fossiilinen CO2 15 g/km

www.st1.fi

Ei paha energiayhtiö



Kuva 7. St1:n FFV-plug-in Toyota Prius. Kuva Jari Suominen.

Etanolipolttoaine raskaassa autokalustossa

Osahankkeessa tehdään tilannekatsaus etanolin käytöstä raskaissa ajoneuvoissa. Etanoli ei sellaisenaan sovellu vakiokuntoisen dieselmoottorin polttoaineeksi, sillä se ei syty pelkällä puristuslämmöllä. Scanialla on jo pitempään ollut tarjolla moottori, joka toimii syttyvyydenparantajalla lisäaineistetulla etanolilla. Toinen teknologinen ratkaisu olisi varustaa moottori syttymisen varmistavilla järjestelmillä, sytytystulpin, hehkutulpin tai diesel pilotruiskutuksella.

Suomessa ei toistaiseksi ole lainkaan kokemusta raskaista etanoliautoista. Osatehtävässä on pyritty käynnistämään käyttökoe Scanian etanolimoottorilla varustetuilla autoilla. Myöhemmin käynnistyvässä kokeellisessa osuudessa on tarkoitus tehdä mittauksia VTT:n raskaan kaluston alustadynamometrissa. Mittaukset ovat tarpeen, koska etanoliautojen todellisesta suorituskyvystä niin päästöjen kuin polttoaineen kulutuksen osalta on esitetty erittäin niukasti julkista tietoa.

HANKE 2.2: KORKEASEOSTEISET BIOKOMPONENTIT HENKILÖAUTOJEN POLTTOAINEISIIN – MUUT KUIN ETANOLI

Vastuutaho: VTT yhteistyössä Neste Oilin kanssa, Neste Oilin yhdyshenkilöt Ari Juva, Seppo Mikkonen ja Leena Rantanen

Raportointi: Päivi Aakko-Saksa & Matti Kytö

Yleistä

Osahanke ”Korkeaseosteiset biokomponentit henkilöautojen polttoaineisiin – muut kuin etanoli” jakautuu bensiini- ja dieselosuuksiin. Suunnittelubudjettien mukaan bensiiniosuuden laajuus on 330 k€ ja dieselosuuden 70 k€.

Bensiiniosuus

Bensiinin biokomponentteja voidaan valmistaa useilla vaihtoehtoisilla reiteillä, esim. kasviöljyjen ja rasvojen vetykäsittelyllä, Fischer-Tropsch synteesillä, ”Metanolista bensiiniä, MTG”-prosessilla ja korkeampien alkoholien prosesseilla. Avainkysymys onkin, mitkä prosessit ovat potentiaalisia ja kustannustehokkaita ja missä mittakaavassa. VTT aloitti vuonna 2009 aiheesta kirjallisuusselvityksen, jonka ensimmäinen versio esiteltiin projekti-ryhmälle 11.1.2010. Kirjallisuusselvitys viimeistellään keväällä 2010.

Hankkeen kokeellisessa osiossa valituilla polttoaineilla tutkitaan päästöjä ja toimintaa autoissa, myös polttoaineenkulutusta. Neste Oil ja VTT ovat panostaneet polttoainematriisin suunnitteluun vuonna 2009 ja alkuvuodesta 2010. Uusien mahdollisten polttoainekomponenttien osalta on otettu yhteyttä ulkomaisiin toimijoihin, ja kysytty mahdollisuutta saada näitä komponentteja mittauksiin. Polttoaine- ja mittausräyhkät viimeistellään keväällä 2010. Tutkimuspolttoaineet valmistetaan keväällä/kesällä 2010. Mittaukset ajoittuvat syksyllä 2010.

Dieselosuus

Dieselosuus toteutetaan pääosin diplomityön puitteissa, diplomityöntekijä aloitti työnsä tammikuussa 2010. Työn ydin on polttoaineen merkitys hiukkassuodattimella varustetun henkilöauton toimintaan, tarkemmin hiukkassuodattimen regenerointiväliin ja sitä kautta polttoaineenkulutukseen, huoltokustannuksiin ja kestävyys. Myös voiteluaineen laimentuminen kuuluu tutkimusalueeseen, mutta hiukkassuodattimen toiminta on ensisijainen kohde. Taustalla on polttoaineen laatuvaatimusten pitkäaikainen trendi entistä puhtaampaan suuntaan ja pelko FAME-osuuden ylärajan noston aiheuttamasta askeleesta taaksepäin ja edelleen mahdollisesta pakokaasujen puhdistusjärjestelmien kuormittumisen lisääntymisestä.

Kirjallisuuden perusteella on arvioitu paitsi saavutettavissa olevia hyötyjä myös parasta mahdollista tapaa tehdä ajoneuvokokeet. Ajoneuvokokeet tehdään yhdellä autolla ja neljällä polttoaineella maaliskuussa 2010. Neste Oil Oyj toimittaa kokeissa tarvittavat polttoaineet. Ajoneuvovalmistajilta on toivottu tukea (teknistä, ei rahallista) kokeiden suunnitteluun ja toteutukseen.

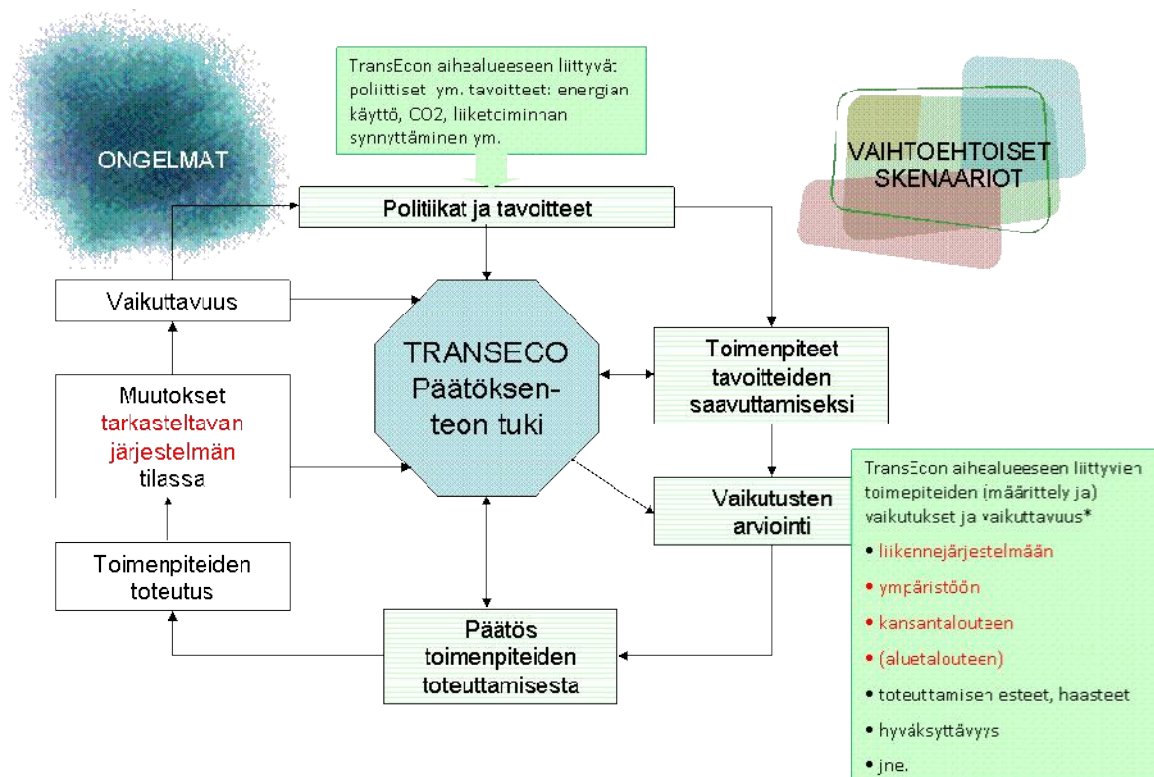
HANKE 3.1: TARKASTELUKEHIKKO: AJONEUVOJEN ENERGIANKÄYTTÖÖN JA PÄÄSTÖIHIN LIITTYVIEN TOIMENPITEIDEN VAIKUTUKSET

Vastuutaho: VTT

Raportointi: Jutta Jantunen, Anu Tuominen, Kari Mäkelä & Tuuli Järvi

Tausta

TransEco tutkimusohjelma koostuu tutkimus- ja tekniikkahankkeista sekä demonstraatioista. Toimenpiteiden järkevä käyttöönotto ja eri tavoitteiden keskinäiset suhteet ja painotukset edellyttävät tutkimus- ja demonstraatiotulosten vaikuttavuuden ja vaikutusten arviointia. Tämä osahanke käsittää liikennejärjestelmätason arviointikehikon ja arviointimetodii-kan luomisen (kuva 8). Hanke täydentää koko tutkimusohjelman hankkeiden hyödynnettävyyttä.



Kuva 8. Liikennejärjestelmään kohdistuvien toimenpiteiden vaikutusten arviointi TransEco:ssa

Vuoden 2009 työt

Hanke alkoi vasta lokakuussa 2009. Vuoden 2009 lopussa on aloitettu arviointikehikon luominen ja metodiikan kehittäminen, jota tullaan käyttämään läpi koko TransEco-ohjelman. Työssä hyödynnetään soveltuvin osin liikenneväylähankkeen arviointikehikkoa (Liikenneväylähankkeiden arvioinnin yleisohje, LVM 2003)

Vuoden 2009 aikana määriteltiin oletuksia, rajoituksia ja tavoitteita. Menetelmän kehittämistyötä sekä arviointikehikon suunnittelua on myös aloitettu. Aluksi tunnistettiin keskeiset kansalliset liikennepoliittiset painopistealueet, joihin myös TransEcon hankkeilla pyritään vaikuttamaan. Painopistealueita ovat toimiva arjen liikenne, kilpailukykyä tukeva liikennejärjestelmä, turvallinen liikenne ja hallitut riskit sekä puhdas ja kestävä liikenne (taulukko 2).

Taulukko 2. Liikennepoliittikan painopistealueet. (STRAVA luonnos, LVM 2.11.2009)

Toimiva arjen liikenne	Kilpailukykyä tukeva liikennejärjestelmä	Turvallinen liikenne ja hallitut riskit	Puhdas ja kestävä liikenne
1. Joukkoliikenteen, kevyen liikenteen osuuden kasvattaminen	4. Ulkomaankaupan logistiikan häiriöttömyys	7. Tieliikenteen turvallisuuden parantaminen	9. Liikenteen CO ₂ päästöjen vähentäminen
2. Peruspalvelutason piirissä olevien asukkaiden osuuden kasvattaminen	5. Toimivat yhteyden keskusten välillä	8. Itämeren kuljetusten ympäristöriskien vähentäminen	
3. Ajantasainen informaatio liikkuminen valintojen avuksi	6. Ulkomaanliikenteen solmukohtien häiriöttömyys		

Vuoden 2009 aikana tarkasteltiin myös TransEco:n muiden käynnissä olevien hankkeiden linkityksiä Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittisen ohjelman ja LVM:n uuden Älyliikenteen strategian esittämien liikennejärjestelmän kehittämistoimien välillä. Työtä jatketaan vuoden 2010 aikana

Hankkeeseen liittyen on tehty tarjous yhdessä Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskuksen kanssa 'Ilmastonmuutoksen hillinnän toimenpiteiden vaikutusten ja vaikuttavuuden arviointi liikennesektorilla (ILARI) sektoritutkimuksen neuvottelukunnan kestävä kehityksen jaoston ilmastopoliittikkaa tukevan tutkimuksen hakujulistukseen (21.12.2009). Tarjouksessa esitetty hanke tukisi vahvasti arvioinnin kokonaisvaikutusten selvittelyä.

Vuosi 2010

Työnkuva vuonna 2010 painottuu arviointikehikon kehittämistyöhön. Lisäksi kuvataan arvioinnin kannalta tärkeimmät seurattavat ja mitattavat parametrit. Arviointikehikon edistyessä, siihen otetaan mukaan myös Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittisen ohjelman esittämät kehittämistoimet ja Älyliikenteen strategian esittämät kärkihankkeet. Näin pystytään arvioimaan TransEo -hankkeiden ja muiden samanaikaisten liikenteen kehittämistoimien yhteisvaikutuksia. Lisäksi arvioidaan liikenteeseen vaikuttavien megatrendien ja PESTE- muutosvoimien. (PESTE: poliittiset, ekonomiset, sosiaaliset, ekologiset ja teknologiset epävarmuudet) vaikutuksia. Vuoden 2010 yhtenä tehtävänä on suunnitella arviointikehikon testaus ja varsinainen käyttö (vaikutusten arviointi) seuraaville vuosille.

HANKE 3.2: VEROTUSMALLIT JA MUUT OHJAUSKEINOT

Vastuutaho: VTT

Raportointi: Nils-Olof Nylund

Tausta

Valtiovarainministeriö tilasi syyskuussa 2008 ennen TransEcon käynnistymistä VTT:ltä selvityksen polttoaineverotuksen laaturastuksen kehittämismahdollisuuksista selvittääkseen, voitaisiinko ympäristöystävällisten polttoaineiden käyttöä edistää esimerkiksi porrastamalla polttoaineiden energiaverot hiilidioksidi- ja muihin päästöihin perustuvaksi. VTT kehitti liikennepolttoaineiden verotarkasteluihin laskentamallin eri ratkaisujen arviointiin. Tarkastelussa lähtökohtana oli henkilöautojen polttoainekäyttö ja uudet tekniikkavaihtoehdot. Mallissa huomioidaan energia, hiilidioksidi ja vaikutukset lähipäästöihin. Eri ratkaisumalleja on työstetty ryhmässä, johon kuulu edustajia valtiovarainministeriöstä, työ- ja elinkeinoministeriöstä, ympäristöministeriöstä ja VTT:stä.

Laskentamalli esitettiin 3.6.2009 pidetyssä tiedotustilaisuudessa. VTT:n tekemä työ raportointiin taustaraportissa, joka on ollut saatavavilla verkkojulkaisuna kesästä 2009 lähtien (luonnoksena), ja joka ilmestyy varsinaisena julkaisuna maaliskuussa 2010.

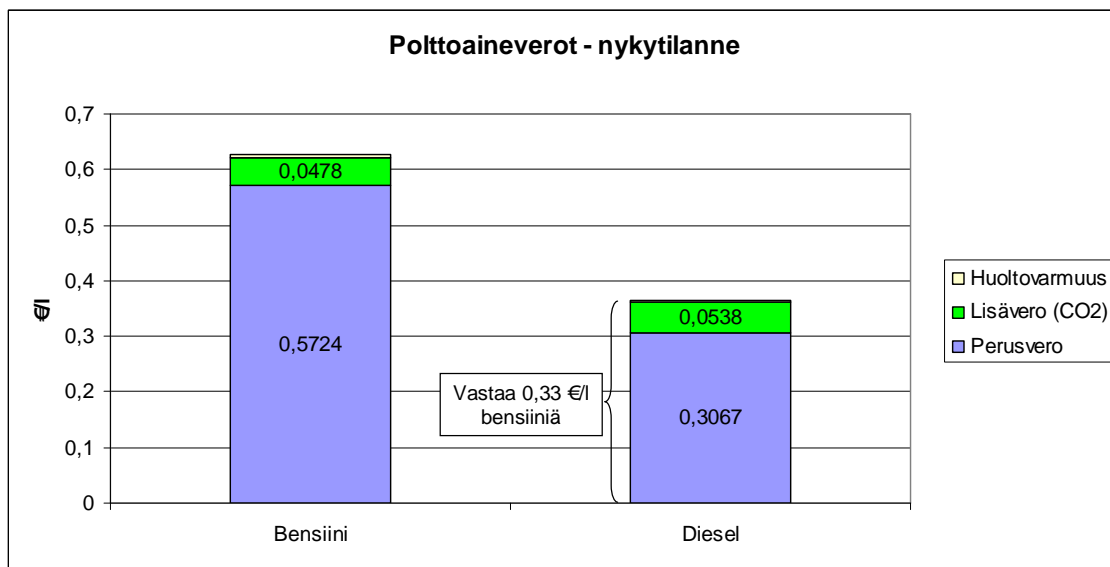
Syksystä 2009 lähtien veromallien työstöä on jatkettu TransEcon puitteissa. 8.2.2010 järjestettiin uusi tiedotustilaisuus. Tässä tilaisuudessa valtiovarainministeri Jyrki Katainen ilmoitti, että verotusta lähdetään uudistamaan VTT:n esittämien periaatteiden mukaisesti, ja että uusi verojärjestelmä tulee käyttöön vuoden 2011 alussa. Tässä yhteydessä on syytä huomauttaa, että VTT on ainoastaan tehnyt laskentamallin eri polttoaine- ja energiavaihtoehtojen verotuksen objektiiviseen tarkasteluun. VTT ei kuitenkaan tee päätöksiä verotasoista tai joidenkin vaihtoehtojen mahdollisesta suosimisesta verotusmielessä.

Seuraavassa on yhteenveto VTT:n kehittämästä veromallista. Esimerkeissä esitetyt verotasot ovat viitteellisiä, ja lopulliset päätökset tehdään poliittisessa päätöksentekoprosessissa. VTT on myös VM:n toivomuksesta työstänyt myös muiden kuin liikennepolttoaineiden veromalleja, mutta tätä työtä ei raportoida tässä yhteydessä.

Liikennepolttoaineiden verotuksen nykytilanne

Hiilidioksidipohjainen autovero (hankinta) on tällä hetkellä ainoa autoiluun liittyvä verokomponentti, jolla on voimakas ympäristöohjaus. Ajoneuvoveron perusosa on myös muuttunut hiilidioksidiperustaiseksi 2010, mutta se on tasoltaan suhteellisen matala.

Bensiinillä ja dieselillä on kiinteät litramääräiset verot. Bensiinin energiaverot ovat 0,627 €/l ja dieselin 0,364 €/l (bensiinilitran energiamäärään suhteutettuna 0,33 €/l, kuva 9). Verokomponentit ovat perusvero, lisävero (CO₂) ja huoltovarmuusmaksu (pieni). Lisäveron suuruus vastaa CO₂ hintaa 20 €/tonni. Etanolia verotetaan kuten bensiiniä ja uusiutuvia dieselpolttoaineita kuten fossiilista dieseliä. Dieselpolttoaineen verotaso on lähellä EU-minimiä. Maakaasua verotetaan lievästi vain lisäverolla joka vastaa CO₂ hintaa 10 €/tonni. Biokaasua ei veroteta lainkaan. Dieselkäyttöisillä henkilöautoilla ja sähköautoilla on käyttövoimaverot, maa- ja biokaasuautoilla ei. Mikään verokomponentti ei huomioi lähipäästöjä.



Kuva 9. Bensiinin ja dieselin nykyiset verotasot.

Dieselpolttoaineen vero on pidetty lähellä minimitasoa raskaan hyötyliikenteen kustannusten minimoimiseksi. Käyttövoimaverolla (ent. dieselvero) on dieselhenkilöautojen osalta kompensoitu alempaa polttoaineveroa.

Nykyinen veromalli kohtelee eri polttoaine- ja energiavaihtoehtoja epätasapuolisesti. Järjestelmä suosii kaasumaisia polttoaineita mutta syrjii etanolia. Etanolista peritään sen energiasältöön nähden liian korkea vero, ja lisäksi uusiutuvasta polttoaineesta maksetaan sama lisävero (CO₂) kuin fossiilisesta polttoaineesta.

Parannusmahdollisuudet

Polttoaineverojärjestelmän objektiivisuutta voidaan parantaa mm. seuraavilla toimenpiteillä:

- Perusvero suhteutetaan polttoaineiden energiasisältöön
 - korjaa tilannetta esim. etanolin osalta
- Lisävero (CO₂) todellisten CO₂-päästöjen mukaan
 - etua CO₂-tehokkaille biopolttoaineille
 - arvot RES-direktiivin oletusarvojen mukaan, tai todennetut päästöt
 - RES-direktiivin mukaiset jätöpohjaiset tuplalaskettavat biopolttoaineet voitaisiin vapauttaa kokonaan CO₂ komponentista
- Muutetaan perusveron ja lisäveron suhdetta korostamaan CO₂ ohjaavuutta
 - perusveroa lasketaan ja lisäveroa nostetaan
 - selvempi jako energia- ja CO₂-komponenttiin
- Otetaan käyttöön laatuporrastus lähipäästöjen kannalta
 - koskisi ensisijaisesti parafiinistä dieseliä ja metaania (maa- ja biokaasu)
- Rakennetaan objektiivinen veromalli, joka tukee ympäristön kannalta parhaimpien biopolttoaineiden ja ajoneuvojen käyttöönottoa

Käyttämällä CO₂:lle korkeampaa hintaa kuin 20 €/tonni luodaan huojennusvaraa parhaimmille biopolttoaineille. RES-direktiivin (2009/28/EY) perusmäärittelyt täyttävistä sekä niin sanotuista tuplalaskettavista biopolttoaineista pitäisi kantaa fossiilisia polttoaineita alemmaa CO₂ veroa.

Laskennallisesti voidaan osoittaa, että parafiinisen dieselpolttoaineen ympäristöhyöty alentuneina hiukkas- ja NO_x -päästöinä on enimmillään luokkaa 0,10 €/l. Metaanille luku on enimmillään luokkaa 0,20 €/l dieselekvivalenttia. Luvut pätevät vertailukohteen ollessa taajamissa toimivat raskaat dieselautot, joissa ei ole kehittyntä pakokaasujen puhdistustekniikkaa. Parafiinista dieselpolttoainetta edistämällä vähennettäisiin siis ensisijaisesti vanhemman raskaan dieselkaluston terveydelle haitallisia päästöjä. Määrittelyissä voitaisiin tukeutua CEN esistandardiin parafiinisista dieselpolttoaineista (CEN CWA 15940).

Laatuporrastuksessa on kuitenkin huomioitava, että puhtaasti palavien polttoaineiden merkitys päästöihin pienenee autojen ja pakokaasujen puhdistustekniikan kehittyessä. Vuonna 2020 tuskin on enää perusteita tällaiselle laatuporrastukselle.

Lopullisesti vuonna 2011 voimaan tulevien henkilöautojen Euro 5 -päästömääräysten myötä uusissa dieselhenkilöautoissa on hiukkassuodatin, eikä dieselautojen lähipäästöt enää oleellisesti poikkea bensiiniautoista. Näin ollen uusia dieselhenkilöautoja ei ole tarpeen lähipäästöjen osalta verottaa bensiiniautoja ankarammin.

Yhdistämällä huojennukset sekä CO₂:n että lähipäästöjen perusteella saadaan veromalli, joka tukee vahvasti ympäristön kannalta parhaimpien biopolttoaineiden, metsätähdepohjaisen BTL dieselpolttoaineen ja biokaasun käyttöönottoa. Etanolille ei tällä hetkellä voi esittää laatu-preemiota lähipäästöistä, koska korkeaseosteinen etanoli lisää esim. kylmäkäynnistyksen päästöjä.

Tarkastellut veromallit

Tarkasteluissa keskityttiin neljään päämalliin:

- Nykytilanne A
- Tasamalli B
 - kaikilla perusvero energiasisällön mukaan
 - lisävero todellisen CO₂ kuormituksen mukaan
 - ei käyttövoimaveroa
 - ei vielä huomioi lähipäästöjä
- ”Ympäristömalli C”
 - peruseriaate kuten tasamallissa
 - lisäksi laatuvarastus parafiiniselle dieselille ja metaanille
 - ”tuplalaskettavat” biopolttoaineet kokonaan ilman lisäveroa
 - energia, CO₂ ja lähipäästöt objektiivisin yhtenäisin kriteerein
- ”Sovitettu ympäristömalli D”
 - C:n veroprofiili mutta toteutettuna polttoaineverojen ja käyttövoimaveron yhdistelmällä
 - ei edellytä merkittäviä muutoksia verotusjärjestelmiin
 - lähentää bensiinin ja dieselin verotasoja EU:n tavoitteiden mukaisesti
 - pitää raskaan liikenteen verotason lähellä nykyistä

Lähtöarvona tarkasteluille annettiin, että bensiinin verotaso pidetään nykyisellään (0,627 €/l) ja että muut vaihtoehdot suhteutetaan tähän tasoon. Peruslaskelmissa CO₂ hintana käytettiin arvoa 50 €/tonni.

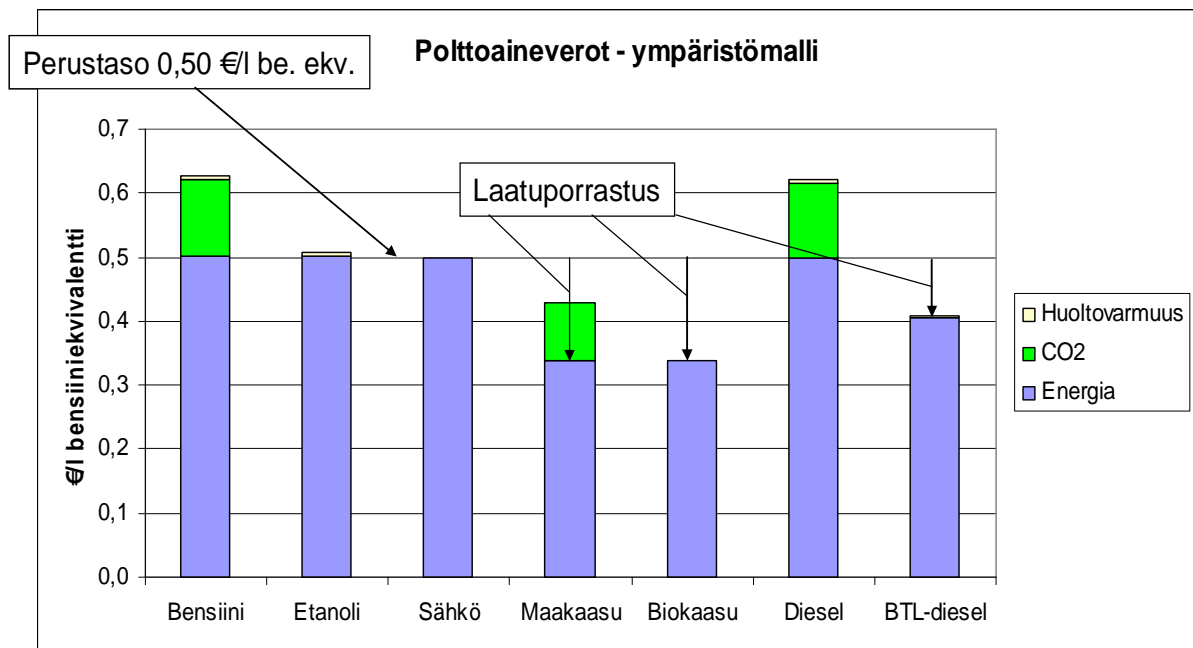
Tasamallissa B dieselpolttoaineen ja kaasujen verot nousisivat merkittävästi, dieselin verotasolle 0,70 €/l.

Ympäristömalli C on peruseriaatteeltaan kuten B (vakioitu energiasisältöön suhteutettu perusvero), mutta ympäristöohjausta on lisätty vapauttamalla tuplalaskettavat biopolttoaineet kokonaan CO₂ verokomponentista ja antamalla laatu-premio parafiiniselle dieselille ja metaanille alentuneista lähipäästöistä. C-malli antaa tuloksena asetelman, jossa energiaa, CO₂ päästöjä ja lähipäästöjä on tarkasteltu objektiivisin kriteerein.

Sähköautoille ei kuitenkaan ole annettu erikseen hyvitystä lähipäästöistä. Koska verotuksen perusteena on käytetyn energian määrä, sähköauto saa merkittävää etua alhaisen energian kulutuksensa ansiosta. Mallissa on käytetty samaa verotaso polttoaineille (verotetaan lämpöarvoa) ja sähkölle (energiaa jalostetuimmassa muodossa). Sähköautojen käyttöön ei

kohdisteta CO₂ veroa, koska sähkön tuotanto on päästökaupan piirissä. Vastaavasti polttoaineiden kohdalta tarkastellaan vain loppukäytön päästöjä, koska öljyn jalostus on sekään päästökaupan piirissä.

Kuvassa 10 on näytetty, miten C-malli kohtelisi eri polttoaine- ja energiavaihtoehtoja. Verot on suhteutettu yhden bensiinilitran sisältämään energiamäärään (32 MJ). Kuvassa on oletettu, että biopolttoaineet ovat tuplalaskettavia, ts. ne on kokonaan huojennettu CO₂ komponentista.



Kuva 10. Verotasot ympäristömalli C:ssä. (Esimerkki, ei lopullinen päätös).

Vaikkakin C-malli on periaatteessa ihanteellinen, siihen liittyy tiettyjä käytännön ongelmia:

- Dieselpolttoaineen vero nousee 0,36 -> 0,70 €/l
 - raskaan hyötyliikenteen kilpailukyky vaarantuu ilman veron palautusjärjestelmää
- Kaasut eivät olisi kilpailukykyisiä raskaassa kalustossa
 - kaupunkibussit ovat yksi tärkeimmistä käyttökohteista
- Sähkön ja kaasujen verottaminen käyttökohteen mukaan ei tällä hetkellä ole mahdollista
 - ei ole olemassa liikennesähköä tai liikennekaasua

D-mallissa toteutetaan C-mallin veroprofiili polttoaineverojen ja käyttövoimaveron yhdistelmällä. Mallille on ominaista:

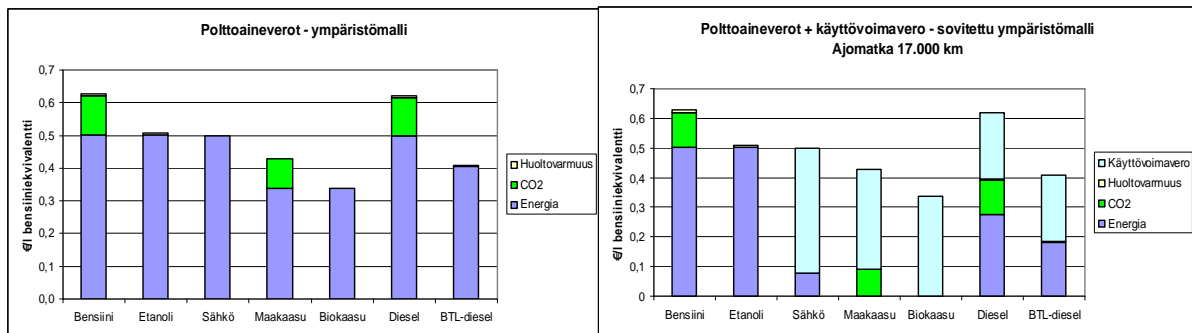
- Sama veroprofiili kuin C-mallilla
- Käyttövoimavero porrastettu C-veroprofiilin saavuttamiseksi

- sähköautoilla, kaasuautoilla ja dieselillä yksilölliset käyttövoimaverotasot
- Pieni korotus dieselpolttoaineen veroon (0,36 -> 0,44 €/l, ei kuitenkaan C-mallin mukainen 0,70 €/l)
- Kaasun ja sähkön verotus nykyrakenteen mukaan
- Kaasun kilpailukyky raskaassa kalustossa säilyy
- Tukee C:n tavoin ympäristön kannalta parhaimpien biopolttoaineiden ja vähäpäästöisten ajoneuvojen käyttöönnottoa

Kuvassa 11 on vertailu C- ja D –mallien veroprofiileista. Kuvasta nähdään, että profiili voidaan toteuttaa joko pelkillä polttoaine- ja energiaveroilla tai sitten polttoaineveron ja käyttövoimaveron yhdistelmällä. Ajoneuvon tasolla verokertymän määrää energiaveron tason lisäksi kulutettu energiamäärä, joten vähän polttoainetta käyttävä ajoneuvo saa aina etua.

C-malli ilman käyttövoimaveroa

D-malli käyttövoimaverolla



Kuva 11. C- ja D- mallien veroprofiilien vertailu.

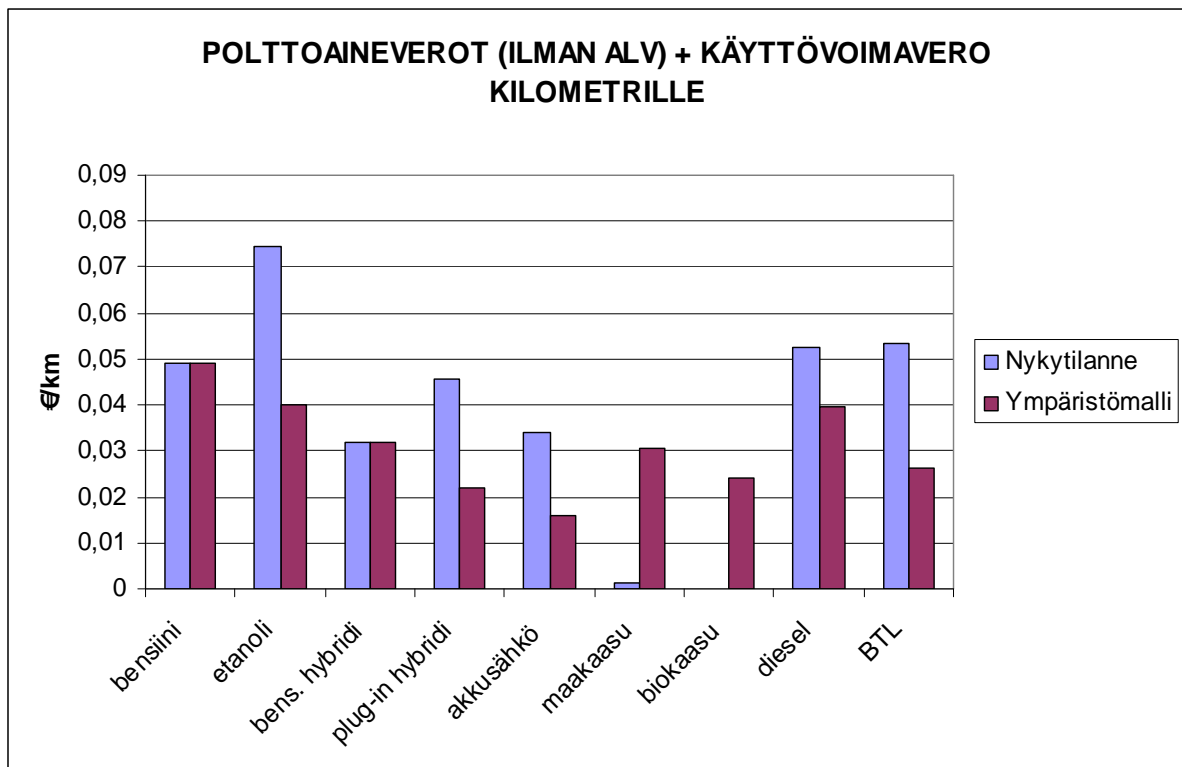
D-mallia varten ohjeistettiin käyttämään nykyistä dieselin perusveron tasoa, mutta kasvatamaan CO₂ osuutta vastaamaan laskennassa käytettyä CO₂:n hintaa 50 €/tonni nykyisen 20 €/tonni asemasta. Tämä muutos merkitsee 0,08 €/l korotusta dieselpolttoaineen veroon. Tällä muutoksella VM haluaa EU:n tavoitteiden mukaisesti kaventaa eroa bensiinin ja dieselin verotasoissa.

Henkilöautojen osalta kohonnut polttoainevero voidaan kompensoida käyttövoimaveron pienellä laskulla. Raskaan hyötyliikenteen osalta joudutaan harkitsemaan mahdollisia muita kompensatiotoimenpiteitä.

Kuvassa 12 on esitetty ajokilometriä kohti laskettu polttoaineveron ja ajokilometrille jaetun käyttövoimaveron summa nykytilanteessa sekä C- ja D –ympäristömalleissa. Verokertymä on periaatteessa yhtä kuin vero energiayksikköä kohti kertaa energian kulutus. Kuvasta 12 nähdään, ettei nykytilanne ole johdonmukainen tai oikeudenmukainen. Ympäristömallit asettavat eri vaihtoehdot järjestykseen ensisijaisesti energian kulutuksen mukaan. Lisäksi CO₂-tehokkaat biopolttoaineet (jätepohjainen etanoli, biokaasu, puupohjainen BTL) ja lähipäästöjä vähentävät vaihtoehdot (maa- ja biokaasu, parafiininen diesel) saavat lisäetua.

Kuvasta 12 nähdään, että bensiiniauton ja bensiinihybridin verorasitus säilyisi muuttumattomana. Etanoliauton, lataushybridin (plug-in), akkusähköauton ja BTL dieseliä käyttävän dieselauton verorasitus pienenee merkittävästi.

Myös verorasitus tavallisella dieselpolttoaineella laskee laskentaesimerkissä hieman. Tämä johtuu siitä, että tarkastelu on tehty 17.000 km/a ajosuoritteelle, ja suhteellisen vähän polttoainetta kuluttavalle (5,7 l/km) dieselautolle. Nykyinen dieselauton käyttövoimaverotaso on asetettu suuremmalla ajosuoritteella ja suuremmalla kulutuksella. Maa- ja biokaasuautojen verorasitus kasvaa. Maakaasuauton verorasitus on kuitenkin samalla tasolla kuin bensiinihybridin verorasitus, ja biokaasuauton verorasitus alhaisempi kuin BTL dieseliä käyttävän dieselauton.



Kuva 12. Ajokilometrille laskettu polttoaineverojen ja käyttövoimaveron summa. Luvut Volkswagen Passat Variant –autolle ja vuotuiselle 17.000 km:n ajosuoritteelle.

Käyttövoimaveron perusongelmana on keskimääräisyys, ts. se että vero toimii oikein vain tietyllä vuosittaisella ajosuoritteella ja tietyllä keskimääräisellä polttoaineen kulutuksella. Lopullisia käyttövoimaveron tasoja määriteltäessä olisi kohtuullista käyttää erilaisia ajosuoritteita eri ajoneuvotyypeille. Akkusähköautojen toimintamatka on rajoitettu, ja tämä rajoittaa käytännössä ajokilometriä karttumista. Dieselautoilla taas ajetaan keskimäärin enemmän kuin muilla autotyypeillä.

Henkilöautojen keskimääräinen vuosisuorite on tällä hetkellä noin 17.000 km, jota on käytetty edellä esimerkkilaskennassa. Mallia voitaisiin kehittää vastaamaan paremmin eri ajoneuvotyyppien ajosuoritteita siten, että käyttövoimaveron määrittämisperusteena olevat ajosuoritteet asetettaisiin esimerkiksi seuraavasti:

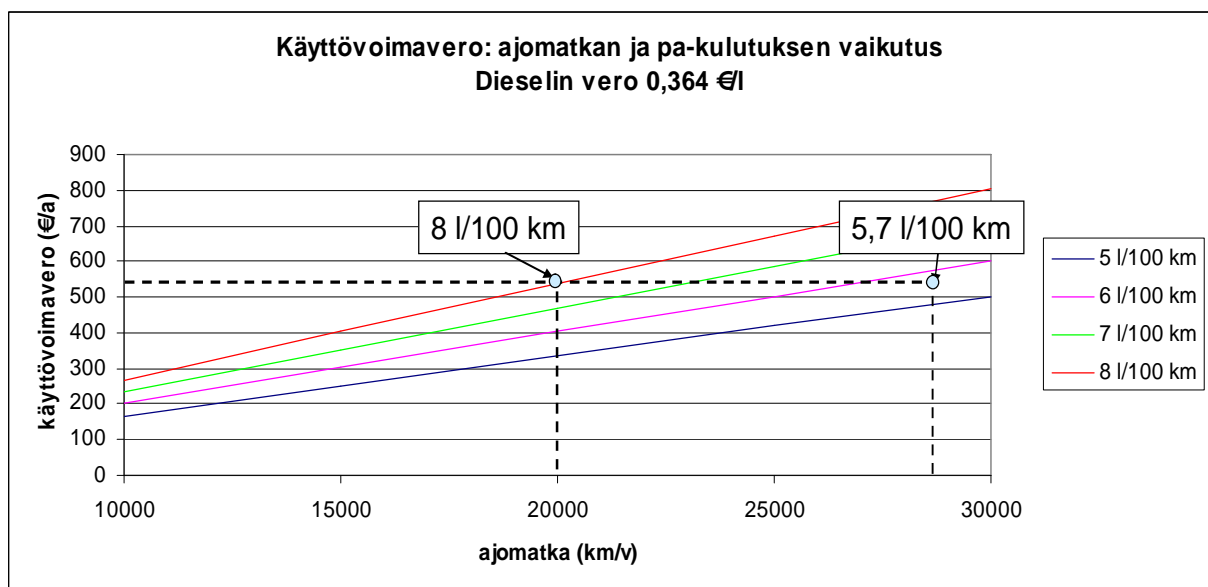
- akkusähköauto 10.000 km
- lataushybridi 17.000 km
- kaasuauto 17.000 km
- dieselauto 25.000 km

Näin menetellen käyttövoimaverojen likimääräiseksi tasoksi saadaan:

- dieselillä käyttövoimaveron laski jonkin verran mutta polttoainevero nousi
- kaasulle käyttövoimaveron lähelle dieselin tasoa (polttoainevero alhainen)
- sähköauton käyttövoimaveron laski merkittävästi (energiaveron alhainen)

Työtä jatketaan mm. selvittämällä tarkemmin millä kulutusarvoilla ja ajosuoritteilla verotus pitäisi kiinnittää.

Kuvassa 13 on havainnollistettu miten käyttövoimaveron teoreettisesti oikea suuruus riippuu polttoaineen kulutuksesta ja vuosittaisesta ajosuoritteesta. Kun käyttövoimaveron on kiinnitetty tiettyyn keskimääräiseen ajosuoritteeseen, tätä enemmän ajavat hyötyvät ja vähemmän ajavat häviävät.



Suomen henkilöautokannan keskimääräinen CO₂ päästö 180 g/km (ILPO),
vastaa 7,6 l bensiiniä/100 km tai 6,9 l dieselä/100 km
VW Passat Variant 5,7 l/100 l/100 km

Kuva 13. Käyttövoimaveron riippuvuus ajomatkasta ja polttoaineen kulutuksesta. Dieselin polttoainevero nykytasolla.

HANKE 3.3: AHMA – HENKILÖAUTOKANNAN ENNUSTEMALLI

Vastuutahot: Tampereen teknillinen yliopisto, Tiedonhallinnan ja logistiikan laitos & VTT

Raportointi: Hanna Kalenoja

Taustaa

Hankkeen tavoitteena on tuottaa ennustemalli henkilöautokannan koostumuksen ja alueellisten liikennesuoritteiden arviointiin. Menetelmällä on mahdollista arvioida erilaisten yhteiskunnallisten ohjaustoimenpiteiden – kuten verotuksen ja lainsäädännön – vaikutuksia autokannan kehitykseen ja henkilöautosuoritteeseen. Ajosuoritteen ja autokannan koostumuksen avulla on mahdollista tuottaa tarvittavia lähtötietoja tietoja esimerkiksi liikenteen energiankulutuksen ja ympäristövaikutusten arviointiin.

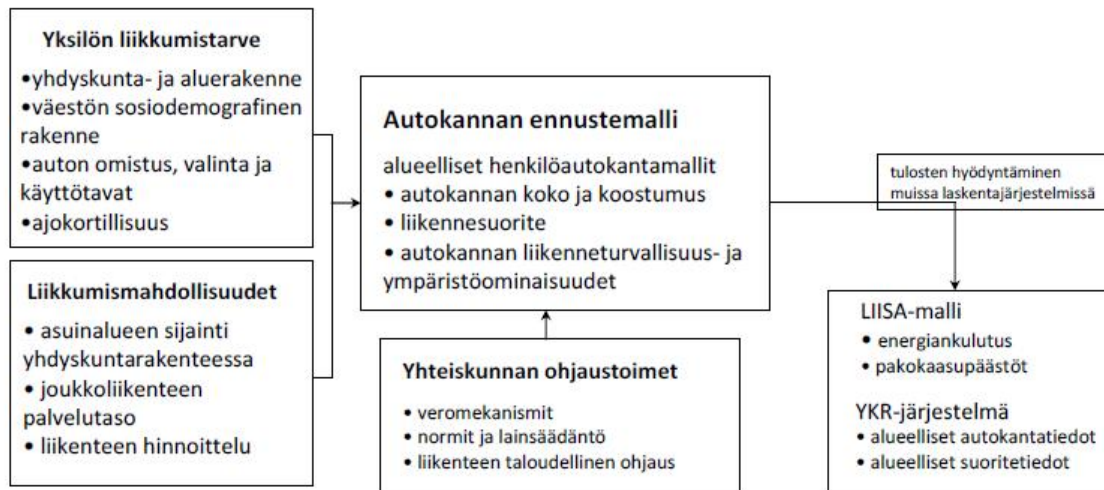
Autokannan ennustemallilla on yhteyksiä autoistumisen ja autokannan kehityksen taustamuuttujiin. Muuttujia säätelevät yhteiskunnan ohjaustoimet kohdentuvat toisaalta liikkumistarpeisiin ja toisaalta liikkumismahdollisuuksiin. Väestö- ja yhdyskuntarakenteen vaikutavat huomattavasti ajokortin hankintaan ja autoistumiseen. Ennustemallin kehittämiseen sisältyvällä väestö- ja yhdyskuntarakenteen sekä autoistumisen ja liikenteen välisiä yhteyksiä selvittävällä analyysillä voidaan täydentää autoistumisen ja yhdyskuntarakenteen välisen vuorovaikutuksen kuvaustapaa. Samalla voidaan ottaa huomioon auton valintaa, hankintapäätöksiä ja auton käyttötapoja kuvaavat taustatekijät aiempaa yksityiskohtaisemmin. Liikkumismahdollisuuksien näkökulmasta olennaisimpia autoistumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat eri kulkutapojen palvelutaso ja toisaalta liikkumisen hinnoittelu sekä energian saatavuus.

Tehtävän sisältö ja työvaiheet

Malli laaditaan kuvaamaan henkilöautokannan kehitystä vuosina 2010–2030. Mallin yleinen rakenne on esitetty kuvassa 14.

Ennustemallityö jakaantuu seuraaviin työvaiheisiin:

1. Mallin yleissuunnittelu
2. Väestö- ja yhdyskuntarakenteen analyysi
3. Tutkimukset kuluttajakäyttäytymisestä ja autonvalintaan vaikuttavien tekijöiden painoarvoista, autojen käytöstä poistosta ja romutuksesta
4. Autonomistus- ja ajokortillisuusmallien laatiminen
5. Autokantaa valtakunnallisesti koskevat analyysit ja autokantamallin laatiminen
6. Liikennesuoritteen valtakunnalliset mallit
7. Väestön, yhdyskuntarakenteen, autoistumisen ja liikennesuoritteen yhteyksiä koskevat mallit
8. Autokannan ja liikennesuoritteen alueellistaminen
9. Ennustemallin IT-arkkitehtuurin ja käyttöliittymän suunnittelu ja toteutus



Kuva 14. Henkilöautokannan ennustemallin rakenne.

Tutkimusryhmä

Hanke toteutetaan Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) Tiedonhallinnan ja logistiikan laitoksen, VTT:n ja Suomen Ympäristökeskuksen yhteishankkeena. Hankkeen vastuullinen toteuttaja on TTY. Hankkeen toteuttamiseen osallistuvat seuraavat yksiköt (sulkeissa avainhenkilöt):

- Tampereen teknillinen yliopisto (TTY), Tiedonhallinnan ja logistiikan laitos (erikoistutkija Hanna Kalenoja)
- VTT (erikoistutkija Juhani Laurikko Ajoneuvot-tiimistä, erikoistutkija Tuuli Järvi ja erikoistutkija Kari Mäkelä Liikennejärjestelmien hallinta –tiimistä)
- Suomen ympäristökeskus (SYKE) (vanhempi tutkija Mika Ristimäki ympäristöpolitiikan tutkimusohjelmasta, Ristimäki toimii hankkeessa YKR-aineistoasiantuntijana)

Hankkeen ohjausryhmään kuuluvat Heikki Kuitunen valtiovarainministeriöstä, Saara Jääskeläinen liikenne- ja viestintäministeriöstä, Kari Alppivuori ja Juhani Intosalmi TraFista, Juha Kenraali Tullihallituksesta, Nils Halla Liikennevirastosta ja Harri Kallberg Tielikenteen Tietokeskus Oy:stä. Ohjausryhmä on kokoontunut ensimmäisen kerran tammikuussa 2010.

Aikataulu ja vuoden 2010 työvaiheet

Hanke käynnistyi joulukuussa 2009 ja päättyi elokuun 2011 lopussa. Hankkeen tärkeimmät vuonna 2010 toteuttavat työvaiheet ovat mallin yleissuunnittelu, väestö- ja yhdyskuntarakenneanalyysi sekä autonomistus- ja ajokortillisuusmallien laatiminen.

Hankkeen toteutusaikataulu on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Hankkeen toteutusaikataulu.

Työvaihe	henkilötyökuukausien määrä	ajoittuminen
1. Mallin yleissuunnittelu	1	12/09–2/10
2. Väestö- ja yhdyskuntarakenneanalyysi	3	12/09–5/10
3. Tutkimukset autonvalintaan vaikuttavien tekijöiden painoarvoista sekä autojen käytöstä poistosta ja romutuksesta	3	2/10–6/10
4. Autonomistus- ja ajokortillisuusmallien laatiminen	4	5/10–10/10
5. Autokantaa valtakunnallisesti koskevat analyysit ja mallit	3	9/10–1/11
6. Liikennesuoritteiden valtakunnalliset mallit	3	10/10–3/11
7. Väestön, yhdyskuntarakenteen, autoistumisen ja liikennesuoritteiden yhteyksiä koskevat mallit	3	8/10–5/11
8. Autokannan ja liikennesuoritteiden alueellistaminen	2	3/11–6/11
9. Ennustemallin IT-arkkitehtuurin ja käyttöliittymän suunnittelu ja toteutus	1	2/11–8/11

5 VIITTEET

IEA ETP. (2008). Energy Technology Perspectives 2050. International Energy Agency 2008. http://www.iea.org/Textbase/techno/etp/ETP_2008.pdf

ILPO. (2009). Liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan ilmastopoliittinen ohjelma 2009–2020. 17.3.2009.
http://www.lvm.fi/c/document_library/get_file?folderId=476654&name=DLFE-6914.pdf&title=Liikenne-%20ja%20viestint%C3%A4ministeri%C3%B6n%20hallinnonalan%20ilmastopoliittinen%20ohjelma%202009-2020.%2017.3.2009

RETRANS. (2010). Opportunities for the use of renewable energy in transport. Policy makers report. IEA Implementing Agreement on Renewable Energy technology Deployment. http://www.iea-retd.org/files/RETRANS_PolicyMakersReport_draft.pdf

VNS 6/2008 vp. Pitkän aikavälin ilmasto- ja energiastrategia. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle 6. päivänä marraskuuta 2008.
[http://www.parliament.fi/triphome/bin/thw/?\\${APPL}=akirjat&\\${BASE}=akirjat&\\${THWIDS}=0.2/1246298822_64777&\\${TRIPPIFE}=PDF.pdf](http://www.parliament.fi/triphome/bin/thw/?${APPL}=akirjat&${BASE}=akirjat&${THWIDS}=0.2/1246298822_64777&${TRIPPIFE}=PDF.pdf)

VSN 8/2009 vp. Valtioneuvoston tulevaisuusselonteko ilmasto- ja energiapolitiikasta: koh- ti vähäpäästöistä Suomea. Valtioneuvoston julkaisusarja 28/2009.
[http://www.parliament.fi/triphome/bin/thw/?\\${APPL}=akirjat&\\${BASE}=akirjat&\\${THWIDS}=0.54/1268808414_318994&\\${TRIPPIFE}=PDF.pdf](http://www.parliament.fi/triphome/bin/thw/?${APPL}=akirjat&${BASE}=akirjat&${THWIDS}=0.54/1268808414_318994&${TRIPPIFE}=PDF.pdf)

50 by 50. (2009). Global Fuel Economy Initiative.
<http://www.50by50campaign.org/Pages/Homepage.aspx>