

Älykäs ja vähähiilistä energiaa käyttävä liikenne "TransSmart" Vuosiraportti 2015

Toimittajat: Nils-Olof Nylund, Matti Kytö & TransSmart ydintiimi

Luottamuksellisuus: Julkinen

Raportin nimi Älykäs ja vähähiilistä energiaa käyttävä liikenne "TransSmart": Vuosiraportti 2015		
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot TransSmart ohjausryhmä pj. Liikenneneuvos Saara Jääskeläinen Liikenne- ja viestintäministeriö PL 31, 00023 Valtioneuvosto		Asiakkaan viite
Projektin nimi TransSmart 2015 extra		Projektin numero/lyhytnimi 105049
Raportin laatija(t) Nils-Olof Nylund, Matti Kytö & TransSmart ydintiimi		Sivujen/liitesivujen lukumäärä 30
Avainsanat kestävä älykäs liikenne, vähähiilinen energia, edistykselliset ajoneuvot, älykkäät liikennepalvelut, liikennejärjestelmä		Raportin numero VTT-R-03937-16
Tiivistelmä <p>TransSmart, Älykäs ja vähähiilistä energiaa käyttävä liikenne, on vuoden 2013 alussa käynnistynyt nelivuotinen (2013 - 2016) VTT:n strategisen tutkimuksen kärkiohjelma. Sen tarkoituksena on toimia sujuvan, kustannustehokkaan ja ympäristöystävällisen liikennejärjestelmän kehitysalustana kokoamalla yhteen eri tutkimusosapuolten liikennesektoria käsittelevää osaamista ja tutkimusta. Ohjelmassa tehtävän vähähiilisen energian, puhtaiden ja energiatehokkaiden ajoneuvojen, tehokkaiden ICT-ratkaisujen ja älykkäiden liikennepalvelujen tutkimuksen ja käyttöönoton sekä näitä tukevien ennakointi- ja arviointitoiminnan keinoin pyritään edistämään liikennejärjestelmän sosioteknistä muutosta kohti kestävää kehitystä.</p> <p>Vuosiraportissa 2013 -2014 esiteltiin TransSmartin rakenne ja sisältö, ja lisäksi esimerkkejä ohjelman hankkeista ja niiden tuloksista. Vuosiraportti 2015 esittelee eräitä vuoden 2015 tuloksia ja uusia hankekokonaisuuksia. Tämä katsaus ei kata kaikkia TransSmart hankkeita. TransSmartin verkkosivuilta löytyy täydellisempi listaus hankkeista lyhyine kuvauksineen. Jo valmistuneiden hankkeiden tai osatehtävien raportit löytyvät niin ikään TransSmart verkkosivuilta. Seuraava raportti tulee olemaan vuonna 2017 julkaistava ohjelman loppuraportti.</p>		
Luottamuksellisuus	julkinen	
Espoo 29.7.2016 Laatija	Tarkastaja	Hyväksyjä
Nils-Olof Nylund tutkimusprofessori	Matti Kytö johtava tutkija	Jukka Lehtomäki tutkimustiimin päällikkö
VTT:n yhteystiedot		
Jakelu (asiakkaat ja VTT) TransSmart ohjausryhmä, TransSmart verkkosivut (www.transsmart.fi)		
<p><i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i></p>		

Alkusanat

VTT:n käynnistämä TransSmart tutkimusohjelma toimii älykkään vähähiilisen liikenteen kehitysalustana. Ohjelma kokoaa laajasti yhteen alueen toimijat, ministeriöt, virastot, kuntasektorin, yritykset, etujärjestöt ja tutkijat.

Ohjelma käynnistyi varsinaisesti loppuvuodesta 2013. Käsillä oleva raportti on ohjelman toinen väliraportti, eli vuoden 2015 vuosiraportti. Vuosiraportti 2015 esittelee eräitä vuoden 2015 tuloksia ja uusia hankekokonaisuuksia.

TransSmartin käytännön ohjauksesta vastaa laaja-alainen ohjausryhmä, jonka puheenjohtajana toimii liikenneneuvos Saara Jääskeläinen. Vuoden 2014 lopulla muodostetun strategisen vaikuttajaryhmän puheenjohtajana toimii Helsingin seudun liikenteen HSL:n toimitusjohtaja Suvi Rihtniemi.

Espoo 29.7.2016

Tekijät

Sisällysluettelo

Alkusanat	3
Sisällysluettelo	4
1. TransSmart ohjelma lyhyesti	5
2. Esimerkkejä vuoden 2015 TransSmart hankkeista ja niiden tuloksista	7
2.1 Yleistä	7
2.2 Vähähiilinen energia	8
2.2.1 Yleistä	8
2.2.2 Biopolttoaineet	8
2.2.3 Sähkön varastointi ja sähköautojen lataus	13
2.2.4 Järjestelmätarkastelut	14
2.3 Edistykselliset ajoneuvot	14
2.3.1 Yleistä	14
2.3.2 Perinteisten ajoneuvojen suorituskyky	14
2.3.3 Sähköajoneuvot	18
2.4 Älykkäät liikennepalvelut	20
2.4.1 Yleistä	20
2.4.2 Palvelukonseptit ja liiketoimintaekosysteemit	21
2.4.3 Yhteistoiminnalliset järjestelmät (C-ITS) ja automaattiajaminen	22
2.4.4 Kehittynyt liikenteenhallinta	25
2.4.5 Älykkäät kaupungit ja liikennekäytävät	25
2.5 Liikennejärjestelmä	26
2.5.1 Yleistä	26
2.5.2 Järjestelmäanalyysit	26
2.6 Mikroelektroniikan ratkaisut liikenneympäristön havainnointiin	28
2.6.1 Yleistä	28
2.6.2 NIR-HIS	28
2.6.3 NIR Active HyperSpectral (AHS) imaging	28
2.6.4 Liikennetutka	28
2.6.5 BTbeacon	29
3. Yhteenveto	29

1. TransSmart ohjelma lyhyesti

TransSmart, Älykäs ja vähähiilistä energiaa käyttävä liikenne, on vuoden 2013 alussa käynnistynyt nelivuotinen (2013 - 2016) VTT:n strategisen tutkimuksen kärkiohjelma. Sen tarkoituksena on toimia sujuvan, kustannustehokkaan ja ympäristöystävällisen liikennejärjestelmän kehitysalustana kokoamalla yhteen eri tutkimusosapuolten liikennesektoria käsittelevää osaamista ja tutkimusta. Ohjelmassa tehtävän vähähiilisen energian, puhtaiden ja energiatehokkaiden ajoneuvojen, tehokkaiden ICT-ratkaisujen ja älykkäiden liikennepalvelujen tutkimuksen ja käyttöönoton sekä näitä tukevien ennakointi- ja arviointitoiminnan keinoin pyritään edistämään liikennejärjestelmän sosioteknistä muutosta kohti kestävää kehitystä.

TransSmart-ohjelman ensimmäinen päätavoite on kehittää ja viedä käytäntöön liikenteen teknologioita ja palveluita, jotka minimoivat sekä kustannukset että ympäristöhaitat. Toisena päätavoitteena on uuden vähähiiliseen ja älykkääseen liikenteeseen liittyvän liiketoiminnan kehittäminen yhdessä suomalaisten toimijoiden kanssa. Kolmantena ohjelman tavoitteena on tuottaa päätöksentekoa tukevaa tietoa ja työkaluja liikennejärjestelmän systeemisen muutoksen aikaansaamiseksi, suuntaamiseksi ja vaikutusten arvioimiseksi.

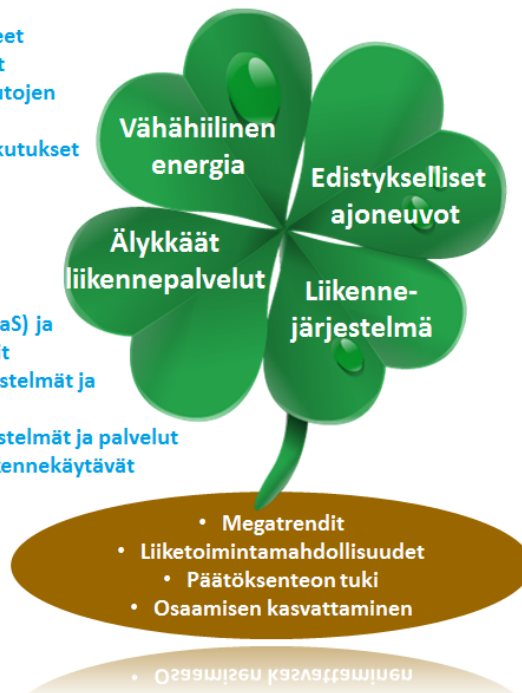
TransSmart-ohjelma pyrkii yhteiskunnallisesti vaikuttavaan toimintaan erityisesti liikenne- ja viestintäministeriön sekä työ- ja elinkeinoministeriön hallinnonalojen tutkimusalueilla.

TransSmart-kärkiohjelma rakentuu neljästä ohjelmateemasta (kuva 1), joita ovat: Vähähiilinen energia, Edistykselliset ajoneuvot, Älykkäät liikennepalvelut ja Kestävä liikennejärjestelmä. Megatrendien ja liiketoimintamahdollisuuksien tunnistaminen, päätöksentekoa tukeva tutkimus sekä osaamisen kasvattaminen muodostavat yhteisen perustan ja tukipilarin ohjelmateemoissa tehtävälle tutkimukselle.

TRANSSMART SISÄLTÖ JA TEEMAT

- Liikenteen biopolttoaineet
- Vähähiiliset polttoaineet
- Sähkö- ja polttokennoautojen energiainfrastruktura
- Pikalataus ja verkko-vaikutukset
- Energian varastointi

- Palvelukonseptit (ml. MaaS) ja liiketoimintaekosysteemit
- Yhteistoiminnalliset järjestelmät ja liikenteen robotisaatio
- Liikenteen hallinnan järjestelmät ja palvelut
- Älykkäät kaupungit ja liikennekäytävät kehitysympäristöinä



- Ajoneuvojen tehokas käyttö
- Ajoneuvoteknologia
- Hybridivoimalaitteet
- Sähkö- ja polttokennoautot
- Painopisteinä hyötyajoneuvot ja työkoneet
- Puhdas laivatekniikka

- Liikennejärjestelmän ennakointi
- Järjestelmätason vaikutusten arviointi
- Käyttäjien arvot, tarpeet, toiveet ja hyväksyntä
- Toimijaverkostot ja niiden hallinta

Kuva 1. TransSmartin sisältö ja teemat.

Hiilineutraaliuteen, resurssitehokkuuteen, palveluistumiseen ja automaatioon liittyvien tavoitteiden saavuttaminen vaatii suuria systeemisiä muutoksia, transiitioita, joiden hallintaan tarvitaan erityistä T&K –panostusta. Kehittyvä teknologia tarjoaa monia vaihtoehtoja ja mahdollisuuksia tavoitteiden saavuttamiseksi. Mahdollisuuksien hyödyntämiseksi tarvitaan teknologisten edistysaskelten ja uusien palvelumallien lisäksi muutosta myös muilla sektoreilla, kuten liikennejärjestelmän loppukäyttäjien arvoissa ja asenteissa, yritysten liiketoimintamalleissa sekä julkishallinnon toimintalinjoissa. Erityisen tärkeää on yhteistyö eri toimijoiden kesken.

Vuonna 2013 ohjelmalle laadittiin tiekartta ja visio ” Älykäs, vähähiilinen liikennejärjestelmä 2030¹”. Visio vuodelle 2030 muotoiltiin seuraavasti:

**TransSmart-kärkiohjelman visio:
Älykäs, vähähiilinen liikennejärjestelmä 2030**

Suomen liikennejärjestelmä toimii kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti tehokkaana kokonaisuutena niin yhteiskunnan, talouden kuin ympäristön näkökulmista:

- Liikenteen pääkäyttövoimana ovat sähkö, biopolttoaineet ja vety. Myös perinteisen ajoneuvoteknologian energian ja resurssien käyttö ovat tehostuneet. Liikenteen energijärjestelmät ovat tuotannon, varastoinnin ja jakelun osalta kiinteästi yhteydessä toisiinsa ja muihin infrastruktuureihin.
- Edistynyttä teknologiaa hyödyntävät liikenteen palvelut perustuvat liikenteen ja logistiikan käyttäjätarpeisiin.
- Polttoaineiden, ajoneuvojen, työkalujen, infrastruktuurin ja palveluiden kehittäminen ja tuotanto synnyttävät kannattavaa kansallista ja kansainvälistä liiketoimintaa.

Liikennejärjestelmää kehitetään systemaattisesti asiantuntija- ja käyttäjätietoa hyödyntäen sekä hallinnoidaan julkisen ja yksityisen sektorin kokonaisvaltaisilla yhteistyömalleilla.

Heinäkuussa 2016 Euroopan Komissio julkaisi strategian vähäpäästöisestä liikenteestä². Strategiassa on kolme pääkohtaa:

1. Liikennejärjestelmän tehokkuuden parantaminen hyödyntämällä digitalisaatiota maksimaalisesti, käyttämällä älykästä hinnoittelua ja siirtymällä vähäpäästöisempiin liikkumus- ja kuljetusmuotoihin
2. Liikenteen vaihtoehtoisten ja vähäpäästöisten energiamuotojen käyttöönoton nopeuttaminen, esimerkkeinä kehittyneet biopolttoaineet, sähkö, vety ja synteettiset uusiutuvat polttoaineet, lisäksi esteet liikenteen sähköistämiseksi tulisi poistaa
3. Siirtyminen kohti nollapäästöisiä autoja, esimerkkeinä tietyt plug-in hybridit, täyssähköautot ja polttokennoautot

On palkitsevaa huomata, että Komission linjaukset ovat pitkälti yhteneväisiä TransSmartin strategioiden ja toiminnan kanssa.

TransSmartin taustat, rakenne ja toimijat esiteltiin tarkemmin TransSmart vuosiraportissa 2013 - 2014³.

¹ http://www.transsmart.fi/files/79/TransSmart-karkiohjelman_visio_ja_tiekartta_Alykas_ja_vahahiilinen_liikennejarjestelma_2030.pdf

² http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/news/2016-07-20-decarbonisation_en.htm

2. Esimerkkejä vuoden 2015 TransSmart hankkeista ja niiden tuloksista

2.1 Yleistä

Seuraavassa esitetään poimintoja TransSmart hankkeista ja niiden tuloksista täydentäen vuosiraporttia 2013 – 2014. Esittely noudattaa pääasiassa ohjelman teemojen mukaista jakoa (vähähiilinen energia, edistykselliset ajoneuvot, älykkäät liikennepalvelut ja liikennejärjestelmä). Vuosiraportissa 2013 – 2014 kunkin teeman osalta on kirjoitettu johdantokappale. Taustoittavia tekstejä on päivitetty vain niiltä osin kuin toimintaympäristössä on tapahtunut merkittäviä muutoksia. Mikäli 2013-2014 esitellyissä projekteissa ei ole saavutettu merkittäviä uusia tuloksia projekteja ei esitellä tässä raportissa.

Tietyt hankkeet ja hankekokonaisuudet leikkaavat kuitenkin useampaa teemaa ja jopa koko toimintakenttää. Jäljempänä esiteltäviä teemoja ei siten pidä ymmärtää siiloiksi. Yksittäinen projekti on kuitenkin sijoitettu yhden teeman alle. Eräissä tapauksissa valinta esim. energia/ajoneuvo- tai palvelu/järjestelmä- teemojen välillä on haastavaa.

Tämä katsaus ei kata kaikkia TransSmart hankkeita. TransSmartin verkkosivuilta löytyy täydellisempi listaus hankkeista lyhyine kuvauksineen. Jo valmistuneiden hankkeiden tai osatehtävien raportit löytyvät niin ikään TransSmart verkkosivuilta (<http://www.transsmart.fi/julkaisut>).

Vuoden 2015 seminaari, jonka teemaksi valittiin ”Tulevaisuuden digitaaliset liikenne- ja logistiikkapalvelut”, pidettiin Finlandia-talossa Helsingissä 11.11.2015. Tilaisuuteen osallistui yhteensä 165 liikennealan asiantuntijaa (kuva 2). Seminaarissa kuultiin mm. seuraavat esitykset:

- Palvelevan joukko liikennejärjestelmän tarpeet digitaalisille palveluille ja reaaliaikaiselle informaatiolle
- Logistiikkapalvelut ja digitalisaatio
- Telematiikan ja sähköisen liikenteen synergia
- Automaatio uusien liikennepalvelujen mahdollistajana



Kuva 2. Seminaariyleisöä 11.11.2015 pidetyssä TransSmart vuosiseminaarissa.

Kaikki seminaariesitykset löytyvät TransSmart verkkosivuilta kohdasta <http://www.transsmart.fi/ajankohtaista/seminariaineistot>.

2.2 Vähähiilinen energia

2.2.1 Yleistä

Edellisessä raportissa käsiteltiin sekä EU:n vuoden 2030 ilmasto- ja energiapaketti (joka ei siis sisällä sitovaa tavoitetta liikenteen uusiutuvalle energialle) että direktiiviä vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta (2014/94/EU). Edellä mainittu EU:n vähäpäästöisen liikenteen strategia ja ei-päästökauppasektorin taakanjakoesitys ajoittuvat kesään 2016, jota niitä ei käsitellä tarkemmin tässä vuoden 2015 vuosiraportissa.

2.2.2 Biopolttoaineet

Perinteistä dieselpolttoainetta korvaavat biopolttoainevaihtoehdot: Yhteistyö ja verkostoituminen uusien vaihtoehtojen pilotoinnissa (BioPilot) – verkottunut Tekes-hanke

BioPilot on verkottunut hankekokonaisuus, joka koostuu yritysten pilotointihankkeista ja niiden rinnalla olevasta VTT:n tutkimuslaitoshankkeesta. Tästä syntyy vahva kotimainen yhteistoimintaverkko, joka lisäksi on kytketty IEA Advanced Motor Fuels –toimintaan synergiaetujen saavuttamiseksi. Hanke päättyy vuonna 2016.

Pilotointihankkeen yritysosiossa on kolme pääteemaa/lohkoa (suluissa Tekes-rahoitusta saava yritysosapuoli):

1. Etanolin osuuden lisääminen raskaassa kalustossa (NEOT/St1)
2. Mäntyöljyyn perustuva uusiutuva dieselpolttoaine (UPM)
3. Biometaanin osuuden lisääminen raskaassa kalustossa ja lisäarvo uusituvalle dieselpolttoaineelle dual-fuel ratkaisuissa (operaattorivetoinen ryhmähanke Stara ja Posti (ent. Itella), koordinaattorina Stara)

Näiden rinnalla oleva VTT:n tutkimuslaitoshanke keskittyy uudenlaisten biopolttoaineiden vaatimaan menetelmäkehitykseen ja vaihtoehtoihin polttoaineisiin liittyvään IEA-yhteistyöhön palvelun koko hankekokonaisuutta.

Kenttäkoeosuus

Kenttäkoeosuus on edennyt suunnitellusti. Etanolibussit saatiin liikenteeseen loppuvuodesta 2013, kaasukuorma-autot kesällä 2013. Vuoden 2015 lopulla etanolibussien kilometrikertymä oli n. 230 000 km. Dual-fuel kaasukuorma-autojen kilometrikertymät olivat haarukassa 32 000 – 135 000 km, Staran autot alapäässä ja Postin autot yläpäässä.

Autot ovat pääsääntöisesti toimineet hyvin. Staran autoilla kaasun osuus polttoaineenkulutuksesta jäi alhaisesta keskimääräisestä kuormitusasteesta johtuen noin 15 % tasolle. Käyttäjien palautteen mukaan autojen moottori oli liian pieni, autot eivät sovellu kovin hyvin Staran käyttökohteisiin. Vaikka keskikuorma oli alhainen, oli tehontarve ajoittain suuri. Postin autoilla kaasun osuus käytetystä polttoaineesta oli 30 - 40 %. Postin käyttökohteisiin auton sopivat kohtuullisen hyvin. Autot olivat kaupunkien välisessä maantieajossa, jossa kuormitus on selvästi tasaisempi kuin Staran käyttökohteissa ja joutokäynnin osuus on pieni.

UPM:n osahankkeessa BioVerno-polttoaineen testaus bussikalustossa käynnistyi lokakuussa 2015. Koeautoina toimii kaksi Transdevin Volvo Euro VI bussia, ja verrokkeina kaksi vastaava tavanomaisella dieselpolttoaineella ajavaa autoa. Koepolttoaine on aluksi 25 %:n BioVerno seos, ja asteittain siirrytään 50:n ja 100 %:n uusiutuvaan dieselpolttoaineeseen.

Mittausmenetelmien kehitys

Uusien polttoaineiden käyttöönotto tuo päätöksentekoon haasteita niin kansallisella kuin kansainväliselläkin tasolla. Alun perin autojen ja moottoreiden tyyppihyvaksymismittauksiin kehitetyt pakokaasujen mittausmenetelmät eivät riitä enää määrittämään kaikkia uusien polttoainelaatujen päästövaikutuksia. Menetelmiä tulee parantaa, jotta valintoja tehtäessä ja uusia polttoainelaatuja käyttöön otettaessa ei jouduta ns. ojasta allikkoon, ts. ettei aiheuteta uudenlaisia päästöongelmia. Asiaa voi lähestyä myös positiivisesti: tarvitaan entistä parempia pakokaasujen mittaus- ja arviointimenetelmiä, jotta paremmin pystytään määrittelemään uusien ja puhtaampien polttoaineiden päästöhyödyt. Yhteiskunnan päätöksenteon kannalta uusien teknologioiden osalta tulee pystyä määrittelemään sekä välittömät kustannukset että välilliset kustannukset. Päästövähennysten huomioon ottaminen ja arvottaminen parantavat eräiden tekniikoiden kilpailukykyä kokonaisvaltaisessa tarkastelussa.

Menetelmäkehitysosio toteutettiin osittain IEA:n Advanced Motor Fuels –ohjelman toimintaan liittyen (kts. seuraava kappale) kiinalaisen CATARC tutkimuslaitoksen vetämässä hankkeessa ”Unregulated Pollutants Emissions of Vehicles Fuelled with Alcohol Alternative Fuels” (Annex 44) kahdella FFV-autolla tutkimustyö, joka raportoitiin vuonna 2014. Vuonna 2015 tuloksia käytettiin kahteen kansainväliseen esitelämään.

Menetelmäkehitysosiossa on parannettu perinteistä karbonyyliyhdisteiden analysointimenetelmää etanolipolttoaineille sopivaksi huomioiden typpidioksidin häiritsevä vaikutus. Hiilivetyjen erittelyyn aiempaa paremmin vaihtoehtoisille polttoaineille sopivia menetelmiä on tutkittu (”MicroGC”, monikomponenttianalyysiä FTIR). Pakokaasujen mutageenisuuden ja karsinogeenisuuden arviointiin on etsitty uusia palveluja ja niiden toimivuutta on varmistettu. Edellä mainittujen menetelmien kehittämiseksi toteutettiin mittauskampanja huhtikuussa 2015. Mittauksissa oli mukana E85-polttoaine (Euro 6 FFV), CNG ja referensseinä bensiini- ja dieselpolttoaineet. Mittauksiin kuului VTT:n perinteisesti käyttämät päästömittaukset, mutta päähuomio on vaihtoehtoisille ja biopolttoaineille kehitetyissä mittauksissa sekä uusien kokonaisvaltaisten menetelmien validoinnissa, joilla pyritään edistämään erityisesti dieseliä korvaavien biopolttoaineiden käyttöä. Esimerkiksi oksidatiivinen potentiaali on tällainen uusi menetelmä. Menetelmäkehitystä tehtiin yhteistyössä Itä-Suomen yliopiston (Maija-Riitta Hirvonen & Pasi Jalava, hapettava potentiaali vs. hapettava stressi) ja Ilmatieteen laitoksen (Heidi Hellèn, Tenax-analysit) kanssa.

IEA yhteistyö

BioPilot-hankkeen puitteissa VTT osallistuu IEA Advanced Motor Fuels (AMF) – tutkimussopimuksen yleiseen toimintaan ja IEA:n End Use Working Party (EUWP) toimintaan sekä EUWP:n alaisen Transport Contact Groupin (TCG) toimintaan.

AMF:n Executive Committee kokoontuu kaksi kertaa vuodessa, kiertäen maasta toiseen. Vuoden 2015 kokoukset pidettiin Gwangjussa Koreassa (International Symposium on Alcohol Fuels konferenssin yhteydessä) ja Jerusalemissa Israelissa (jälkimmäisessä ei ollut suomalaista edustusta).

AMF:llä on hyvä verkkosivusto (www.iea-amf.org), johon sisältyy niin ajan tasalla oleva työohjelma, raporttiarkisto kuin VTT:n ylläpitämä ”Fuel info” tietopankki vaihtoehtoisten polttoaineiden loppukäyttöön liittyen.

VTT:n vastuulla on kaksi käynnissä olevaa Annexia (projektia), joihin ohjautuu Tekes-rahoitusta:

- Annex 43: CARPO - Performance Evaluation of Passenger Car Fuel and Powerplant Options (rahoitusta aikaisemmalla Tekes-päätöksellä)

- Annex 49: COMVEC - Fuel and Technology Alternatives for Commercial Vehicles (rahoitusta BioPilot-hankkeen kautta)

Task-share toimintana (osallistutaan työpanoksella) Suomi on lisäksi mukana seuraavissa Annexeissa:

- Annex 44: Research on Unregulated Pollutants Emissions of Vehicles Fuelled with Alcohol Alternative Fuels (suljetaan 2016)
- Annex 46: Alcohol Application in CI Engines (suljettu 2015)
- Annex 48: Value Proposition Study on Natural Gas Pathways for Road Vehicles (suljetaan 2016)
- Annex 50: Fuel and Technology Alternatives in Non-Road Engines (jatkuu)
- Annex 51: Methane Emission Control (jatkuu)
- Annex 52: Fuels for efficiency (uusi hanke, käynnistyspäätös Korean Gwangjussa)

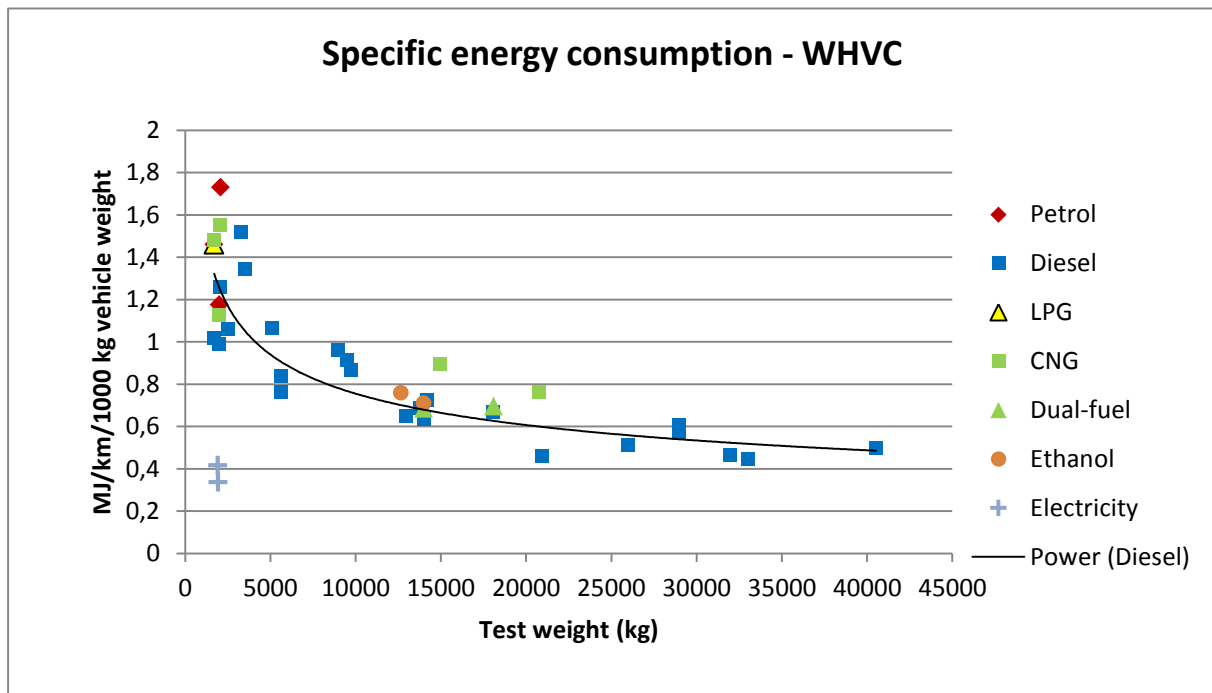
Vuoden 2015 aikana sekä CARPO- että COMVEC raportointia edistettiin, tavoitteena oli esitellä raportit kevään 2016 Executive Committee kokouksessa. Tarkoitus on, että molemmat projektit suljetaan syksyllä 2016.

COMVEC hankkeessa yhteensä 7 eri laboratoriota Pohjoismaista, Amerikan mantereelta ja Aasiasta tekivät tavara-autojen (paketti- ja kuorma-autoja) mittauksia yhteisellä mittausmetodiikalla. Kuvissa 3 (energian ominaiskulutus) ja 4 (NO_x-päästö) on esimerkkejä COMVEC tulokuvaaajista. Ominaisenergian kulutus pienenee ajoneuvokoon kasvaessa. Bensiini- ja kaasukäyttöiset ajoneuvot ovat keskimäärin vähemmän energiatehokkaita kuin dieselajoneuvot, ja sähköajoneuvot (pakettiautokokoluokka) taas ovat merkittävästi polttomoottoriautoja tehokkaammat.

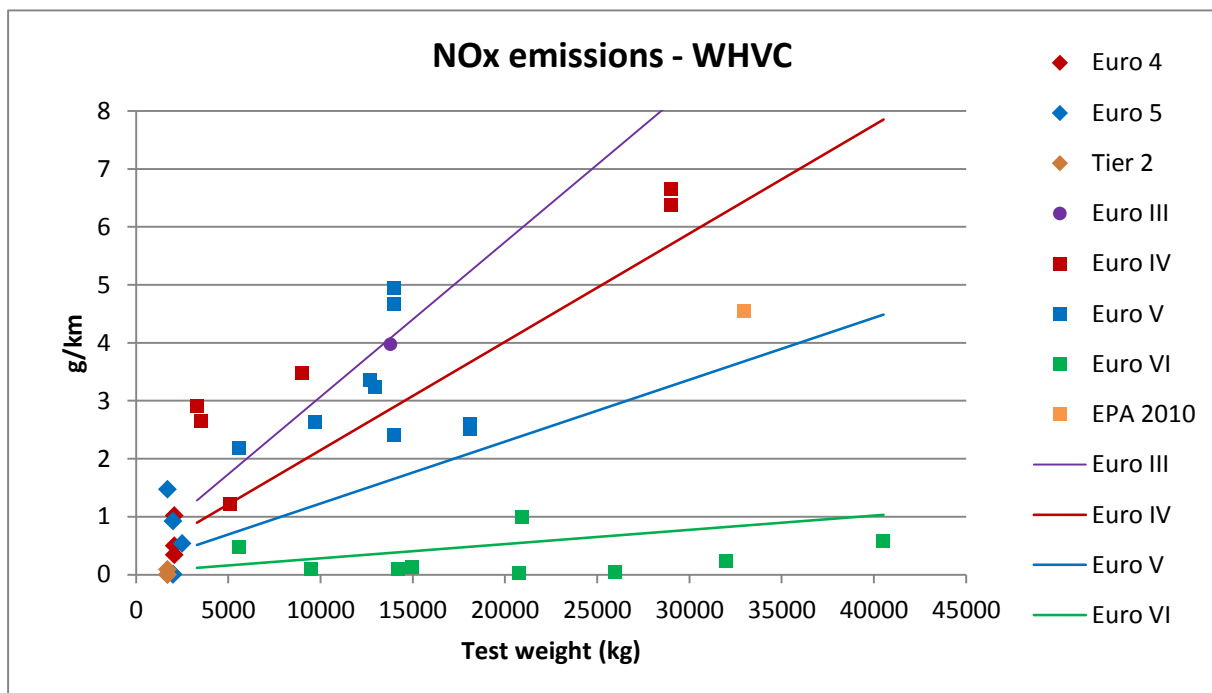
NO_x päästöissä on erittäin suurta hajontaa. Euro VI tasoiset ajoneuvot toimivat keskimäärin erittäin hyvin. Toisaalta, tiettyjen Euro V tasoisten autojen NO_x päästöt ovat jopa Euro III luokkaa korkeammat.

Raportin suosituksissa todetaan mm.:

- Kehittyvien maiden ei kannata siirtyä Euro II tai Euro III määräyksistä Euro IV tai Euro V määräyksiin, koska vaarana on, etteivät todelliset päästöt laske toivotusti. Suositus on mennä suoraan Euro VI määräyksiin.
- Pakokaasupäästöjen rajoittamiseen käytetty tekniikka (moottorin sisäiset toimenpiteet, pakokaasujen jälkikäsitely) määrää säänneltyjen päästöjen määrän, ei niinkään käytetty polttoaine.
- Toisaalta käytetyn polttoaineen tai energian hiili-intensiteetti määrää CO₂ päästöjen suuruuden, ei niinkään ajoneuvotekniikka.
- Vaihtoehtoisten energioiden kasvihuonekaasupäästövertailut tulisi aina tehdä elinkaari (well-to-wheel) periaatteella.
- Uusiutuvalla sähköllä toimiva sähköauto on hyvä vaihtoehto niin lähipäästöjen kuin kasvihuonekaasupäästöjen osalta
 - Sähköistäminen ei kuitenkaan toistaiseksi sovellu raskaimpiin ajoneuvoluokkiin
- Euro VI tekniikka (vaihtoehtoisesti US 2010) yhdistettynä kestävästi tuotettuun biopolttoaineeseen on niin ikään hyvä yhdistelmä niin lähipäästöjen kuin ilmaston kannalta.



Kuva 3. Tavara-autojen energian ominaiskulutus (MJ/km/1000 kg ajoneuvon massaa).



Kuva 4. Tavara-autojen NO_x päästöt. Suorat viivat edustavat eri päästöluokkien raja-arvoista johdettuja päästötasoja. Ainoastaan Euro VI tasoiset autot toimivat paremmin kuin raja-arvot antavat olettaa.

Vuoden 2015 Transport Contact Group kokous oli tarkoitus järjestää Pariisissa keväällä 2015, mutta kokous peruttiin laihan osanoton takia. Kokous toteutui tammikuussa 2016.

Lisätietoja: nils-olof.nylund@vtt.fi, juhani.laurikko@vtt.fi, paivi.aakko-saksa@vtt.fi

BioSata-hankkeen valmistelu

Helsingin Seudun Liikenteen (HSL) strategiana on vähentää bussiliikenteen päästöjä, sekä hiilidioksidipäästöjä että haitallisia lähipäästöjä, 90 % vuoteen 2025 mennessä. Hiilidioksidipäästöjen vähentäminen toteutetaan biopolttoaineiden ja sähköbussien yhdistelmällä. Biopolttoaineiden osalta tavoitteeksi on kirjattu, että polttomoottorikäyttöinen kalusto käyttää 100 % biopolttoaineita vuonna 2020.

Syksyllä 2015 Sitran johdolla käytiin keskusteluja perustettavasta pääkaupunkiseudun Smart & Clean säätiöstä. Smart & Clean - säätiön tarkoituksena on nostaa pääkaupunkiseutu kansainvälisesti tunnetuksi älykkäiden ja puhtaiden ratkaisujen referenssialueeksi ja testialustaksi. Kärkiteemoja ovat liikenne ja liikkuminen, rakentaminen, energia, jäte- ja vesihuolto sekä kuluttaja-cleantech. Digitalisaatio ja kiertotalous läpileikkaavat kaikkia sisältöjä. Sitran ja HSL välisissä keskusteluissa todettiin, että hiiletön joukkoliikenne sopisi hyvin Smart & Cleanin liikenneteeman kärkihankkeeksi.

Niinpä HSL aloitteesta ryhdyttiin ideoimaan usean toimijan ”BioSata” hanketta, jonka tarkoituksena on tuoda korkeaseosteisia biopolttoaineita HSL:n tilaamaan bussiliikenteeseen sekä Helsingin kaupungin rakentamispalvelu Staran omaan ajoneuvo- ja työkonelastoon. HSL:n ja Staran lisäksi valmistelutyössä olivat mukana energiayhtiöt Gasum, Neste, St1 ja UPM.

HSL teki loppuvuodesta 2015 BioSata-hankkeesta energiatukihakemuksen työ- ja elinkeinoministeriöön. Hakemuksessa sanotaan:

”Helsingin seudun liikenteen (HSL) tilaama pääkaupunkiseudun bussiliikenne ja Helsingin kaupungin rakentamispalvelun Staran auto- ja työkonelastu siirtyy portaittain biopolttoaineiden käyttöön. Staran kuorma-autokalustolla saatuja kokemuksia voidaan jatkossa hyödyntää mm. kaupunkien jakeluliikenteessä ja jätekuljetuksissa. Biopolttoaineiden rinnalla muissa hankkeissa edistetään myös sähköisten ajoneuvojen käyttöönottoa⁴. Biopolttoaineiden osalta tavoitteena on, että biopolttoaineiden osuus (todellinen energiaosuus) polttomoottorilla varustetussa kalustossa on vähintään 50 % vuonna 2017 ja 70 - 90 % vuonna 2019. HSL ja Stara toimivat tiennäyttäjinä niin pääkaupunkiseudun muiden toimijoiden kuin muidenkin kaupunkiseutujen osalta siirtymisessä hiilineutraaliin liikenteeseen.”

Työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) teki 29.12.2015 positiivisen rahoituspäätöksen, ja tarkentavan suunnitteluvaiheen jälkeen hanke siirtyi toteutukseen 2016. BioSata-hanke linkitetään Smart & Clean hankkeeseen, ja viestintä tapahtuu osittain Smart & Cleanin kautta.

VTT haki samassa yhteydessä omaa BioSata-hanketta tukevaa projektia, ”Bio-Sata selvitystä”. VTT:n hankkeessa on neljä osatehtävää:

- Biopolttoaineiden kohdennetulla käytöllä saavutettavissa olevat ympäristöhyödyt
- Biopolttoaineiden kohdennetun käytön kustannusvaikutukset
- Korkeaseosteisten biopolttoaineiden standardisointityö sekä Euro VI ajoneuvojen hyväksynnit biopolttoaineille
- Vertailu eurooppalaisiin toimintamalleihin ja arvio demonstraatio- ja lippulaivaprojektien kansantaloudellisia merkityksiä

TEM myönsi rahoitusta myös tälle hankkeelle.

Lisätietoja: reijo.makinen@hsl.fi, nils-olof.nylund@vtt.fi

⁴ Kts. 2.3.3, ePELI-hanke.

2.2.3 Sähkön varastointi ja sähköautojen lataus

ECV – eStorage & eCharge

Tekesin verkottuneessa tutkimus- ja kehityshankkeessa Sähköiset hyötyajoneuvot ECV (ks. tarkempi kuvaus kohdassa 2.3.3) on yhteisrahoitteiset julkisen tutkimuksen työpaketit eStorage3 ja eCharge.

Sähkön varastointiin keskittyvässä eStorage3:ssa käsitellään sähkön varastoinnin teknologioita, akkujärjestelmien suunnitteluperusteita, suorituskykyä ja mallinnusta.

Työpaketti eCharge puolestaan tutkii erilaisten sähköisten hyötyajoneuvojen käyttötapoja ja käyttökonsepteja erityisesti liittyen latauksen hallintaan ja suunnitteluun, sähköverkkoon, latauslaitteiden standardointiin ja omistajuuden kokonaiskustannusten arviointiin liittyviin teknistaloudellisiin tarkasteluihin. Erityisesti raskaiden hyötyajoneuvojen (mm. sähköbussit) latausteknologia ei ole vielä standardoitu. Kuvassa 5 on havainnekuva Helsingin rautatietorille suunnitellusta sähköbussin pikalatausasemasta.



Kuva 5. Havainnekuva Helsingin rautatietorille suunnitellusta sähköbussien pikalatausasemasta.

Lisätietoja: mikko.pihlatie@vtt.fi

Induktiivinen lataus

Metropolia ammattikorkeakoulu käynnisti jo TransEco-ohjelman aikana induktiivisen latauksen kokeilun, jonka tuloksista valmistui insinööri työ toukokuussa 2015.
https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/92168/Oksala_Aki.pdf?sequence=1

Induktiivinen lataus todettiin toimivaksi lataustavaksi. Latauslaitteiden hinta ja standardoinnin puute ovat esteitä lataustavan yleistymiselle.

Lisätietoja: vile.eskelinen@metropolia.fi.

2.2.4 Järjestelmätarkastelut

Liikenteen vaihtoehtoiset käyttövoimat 2030, vaikutukset päästöihin ja ansantalouteen (TEM 2030, 2013 – 2014, lopullinen valmistuminen 2015)

Vuosien 2103-2014 TransSmart ohjelman raportissa esitellyt järjestelmätarkastelujen tulokset eivät muuttuneet lopullisessa 11.6.2015 päivätyssä versiossa. Linkki

Järjestelmätarkastelujen loppuraporttiin on:

http://transsmart.fi/files/297/Tieliikenteen_40_hiilidioksidipaastojen_vahentaminen_vuoteen_2030_Kayttovoimavaihtoehdot_ ja_niiden_kansantaloudelliset_vaiikutukset_VTT-R-00752-15.pdf

2.3 Edistykselliset ajoneuvot

2.3.1 Yleistä

Sähköisten ajoneuvojen tarjonta lisääntyy edelleen nopeasti. Yksi vuoden 2015 kokokohta TransSmart ohjelman kannalta oli ensimmäisen Linkker täyssähköbussin luovutus HSL:lle joulukuussa 2015. Vuoden 2015 syksyllä paljastunut dieselhenkilöautojen päästökandaali on sekin omalta osaltaan lisännyt päättäjien mielenkiintoa sähköautoihin. Toisaalta on todettava, että uusimmat raskaat dieselajoneuvot ovat Euro VI päästömääräysten myötä erittäin vähäpäästöisiä myös todellisessa ajossa. Tällä hetkellä tilanne on se, että täyskokoisen Euro VI dieselbussin NO_x päästö saattaa olla alhaisempi kuin Euro 6 tasoisen dieselhenkilöauton NO_x päästö. Tilanne korjautunee kuitenkin dieselhenkilöautojen osalta päästövaatimusten kiristyessä.

2.3.2 Perinteisten ajoneuvojen suorituskyky

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on rahoittanut autojen ympäristövaikutuksiin liittyvää tutkimusta sekä TransEco (2009–2013) että TransSmart tutkimusohjelmissa. Yksi tärkeä tehtävä on ollut totuudenmukaisten päästökertoimien tuottaminen. Perinteisesti Helsingin seudun liikenne (HSL) on rahoittanut busseihin kohdistuvaa päästötutkimusta. Niinpä Trafirahoitusta on suunnattu pääasiassa muiden ajoneuvoryhmien (henkilö-, paketti- ja kuorma-autot) mittauksiin. Päästökertoimien määrittämiseen saatiin osarahoitusta norjalaiselta Transportøkonomisk Institutt (TØI) tutkimuslaitokselta, jota päästötutkimuksen osalta puolestaan rahoittaa Norjan tielaitos (Statens Vegvesen). Laajentamalla rahoituspohjaa ja sopimalla tulosten jakamisesta mittauksiin saadaan pohjoismaista vipuvartta. Vuodesta 2015 alkaen myös Ruotsin Trafikverket tuli mukaan tähän toimintaan.

Syksyllä 2015 paljastanut dieselhenkilöautojen päästökandaali on hyvä osoitus siitä, että autojen toimivuudesta todellisissa olosuhteissa on syytä varmistua. Euro VI päästötasosta raskailla ajoneuvoilla on voimassa ns. Real Driving Emission (RDE) vaatimus. Tämä tarkoittaa sitä, että miten tahansa ajoneuvolla ajetaan, todelliset päästöt saavat ylittää raja-arvot vain kertoimella 1,5. Kenttäolosuhteissa RDE testaus tehdään liikuteltavalla pakokaasujen mittauslaitteistolla, Portable Emission Measurement System eli PEMS-laitteistolla. Toki seurantamittaukset voidaan tehdä myös alustadynamometrissa. Edellisessä TransSmart vuosiraportissa voitiin todeta, että Euro VI tasoiset bussit näyttäisivät toimivan erittäin hyvin. RDE vaatimus on tulossa henkilöautoihin Euro 6c vaatimusten myötä 2017, ja viimeistään tuolloin voidaan olettaa, että todelliset päästöt vastaavat paremmin raja-arvoja myös henkilöautojen osalta.

Päästökandaalin seurauksena Trafi, VTT ja Turun ammattikorkeakoulu ryhtyivät valmistelemaan dieselhenkilöautojen kenttätestausta. Testaukseen tullaan sisällyttämään myös pohjoismaainen dimensio.

Bussien suorituskyky

Edellisessä vuosiraportissa esitettiin ensimmäiset Euro VI tasoisten bussien mittaustulokset. Sittemmin Euro VI tasoisia busseja on testattu enemmän.

Myös mittausmenetelmään on tehty muutos. Aikaisemmin kaikki VTT:n bussitietokantaan ajettujen päästötulokset ajettiin täysin lämmenteillä moottoreilla. Euro VI määräyksistä alkaen moottoridynamometrissa ajettavan varsinaisen sertifiointikokeen transienttiosuuden (aikaisemmin European Transient Cycle ETC, nyt World Harmonized Transient Cycle WHTC) tulos muodostuu kylmällä moottorilla (käynnistys normaalista huoneen lämpötilasta) ajettuna kokeen (painoarvo 14 %) ja lämpimällä moottorilla ajettuna kokeen (painoarvo 86 %) yhdistelmästä. Niinpä Euro VI autojen alustadynamometrimittauksista tullaan jatkossa esittämään kaksi lukusarjaa, toinen täysin lämmenteillä moottorilla ajettu tulos ("ihannetulos", vertailukelpoinen aikaisempien mittausten kanssa) ja toinen Euro VI testimenetelmän mukainen yhdistetty tulos (totuudenmukaisempi tulos).

Taulukossa 1 on vuoden 2015 versio bussien päästötietokannasta. Taulukkoon sisältyy 6 täysin lämmenteillä moottoreilla ajettua Euro VI tulosta ja yksi Euro VI yhdistelmä tulos. NO_x päästöjen osalta täysin lämmenteillä moottoreilla ajettujen kokeiden kesiarvo on 0,08 g/km, eli erittäin alhainen luku. Yhdistetyn kokeen (taulukossa on toistaiseksi vain yksi luku) osalta tulos on 0,5 g/km. Koska Euro VI autojen SCR-järjestelmät (Selective Catalytic Reduction) eivät kenttäolosuhteissa aina voi toimia optimaalisesti, tulisi päästöinventaariota tehtäessä käyttää yhdistelmä tulos, ei täysin lämmenteillä moottoreilla ajettuja tuloksia.

Taulukko 1: Linja-autojen päästötietokanta 2015.

Braunschweig	Lukumäärä n	Ajomäärä Min	Max	CO g/km	HC g/km	CH ₄ * g/km	NO _x g/km	PM g/km	CO ₂ g/km	CO ₂ eqv** g/km	FC kg/100k m	FC MJ/km
2 - akseliset												
Diesel Euro I	2	559025	672700	1.39	0.32		15.59	0.436	1220	1220	38.6	16.6
Diesel Euro II	13	160500	1125674	1.60	0.21		12.86	0.213	1286	1286	40.7	17.5
Diesel Euro III	14	15934	786164	0.85	0.12		8.48	0.209	1213	1213	38.4	16.6
Diesel Euro IV	8	6105	474152	2.96	0.10		8.36	0.112	1207	1207	38.2	16.5
Diesel Euro V***				2.96	0.10		7.51	0.089	1207	1207	38.2	16.5
Diesel EEV	21	1020	696931	1.08	0.03		6.49	0.068	1166	1166	36.9	15.9
Diesel Euro VI	6	15371	65201	0.16	0.00		0.08	0.013	1118	1118	35.4	15.3
Ethanol EEV	4	25249	133297	4.01	0.69		6.25	0.022	1321	1321	69.2	17.5
Diesel Hyb. EEV	5	2602	136255	0.89	0.02		5.12	0.046	848	848	26.9	11.6
Diesel Hyb. Euro VI	1	68310	68310	1.66	0.00		0.21	0.011	943	943	29.8	12.9
CNG Euro II	2	211000	672946	4.32	7.12	6.76	16.92	0.009	1068	1224	42.1	20.7
CNG Euro III	2	37600	237189	0.05	2.64	2.51	9.44	0.019	1111	1168	43.7	21.5
CNG EEV	8	1824	640252	2.78	1.28	1.21	3.17	0.008	1196	1224	47.1	23.2
2 - akseliset yhdistetty kylmä ja lämmin testi ****												
Diesel Euro VI****	1	26977	26977	0.21	0.02		0.50	0.035	1072	1072	33.9	14.6
2 - akseliset, kevyt												
Diesel****	4	993	26436	0.88	0.03		6.70	0.047	953	953	30.17	13.0
Diesel Euro VI	2	8977	21726	0.14	0.01		0.37	0.006	961	961	30.41	13.1
3 - akseliset												
Diesel Euro V	4	1400	232494	6.68	0.03		3.16	0.089	1414	1414	44.8	19.3
Diesel EEV	7	5444	94910	1.24	0.04		6.02	0.072	1462	1462	46.3	19.9
Diesel Euro VI	5	10215	86406	0.18	0.00		0.29	0.007	1379	1379	43.6	18.8
CNG EEV	5	121773	651529	10.96	1.69	1.61	6.37	0.010	1319	1356	51.9	25.5
(ind.x) = yksilön tunnistus												
*Maakaasuautoille käytetty CH ₄ = THC * 0.95, dieselille CH ₄ = 0												
** CO ₂ eqv = CO ₂ + 23 * CH ₄												
*** Euro V tulokset arvioitu Euro IV tulosten perusteella												
**** sisältää tulokset päästöluokista Euro III, Euro IV ja EEV												
***** Painotettu kesiarvo kylmän (14 %) ja lämpimän (86 %) testin tuloksista												

Euro VI bussien kenttätesti

Euro VI – kaupunkibussien kenttätestihanke perustettiin seuraamaan uusien Euro VI – bussien käytön aikaisia päästöjä. Hankkeessa keskityttiin typenoksidipäästöihin, jotka ovat Helsingin seudulla ilmanlaadun kannalta kriittisempiä ja lisäksi päästöjen käsittelylaitteiston toiminnan suhteen herkempiä käyttöolosuhteiden vaihtelulle.

Kolme Euro VI tason dieselbussia varustettiin seurantalaitteistoilla, jotka mahdollistavat SCR katalysaattorin konversiotehokkuuden mittaamisen jatkuvatoimisesti. Hankkeen aikana tehdään mittauksia laboratoriossa, suljetulla testiradalla ja normaalissa ajossa. Kuvassa 6 testiautot ovat Botniaring moottoriradalla talvissa olosuhteissa.



Kuva 6. Euro VI testibussit talvisissa olosuhteissa Botniaring moottoriradalla helmikuussa 2015.

Hankkeessa tullaan seuraamaan kaluston päästöjä ajanjaksolla 3/2015 – 6/2016. Seurantajakson pituudella pyritään saamaan riittävän kattava kuva ajoneuvojen toiminnasta päästöjen jälkikäsittelylaitteistojen kannalta kriittisissä talviolosuhteissa.

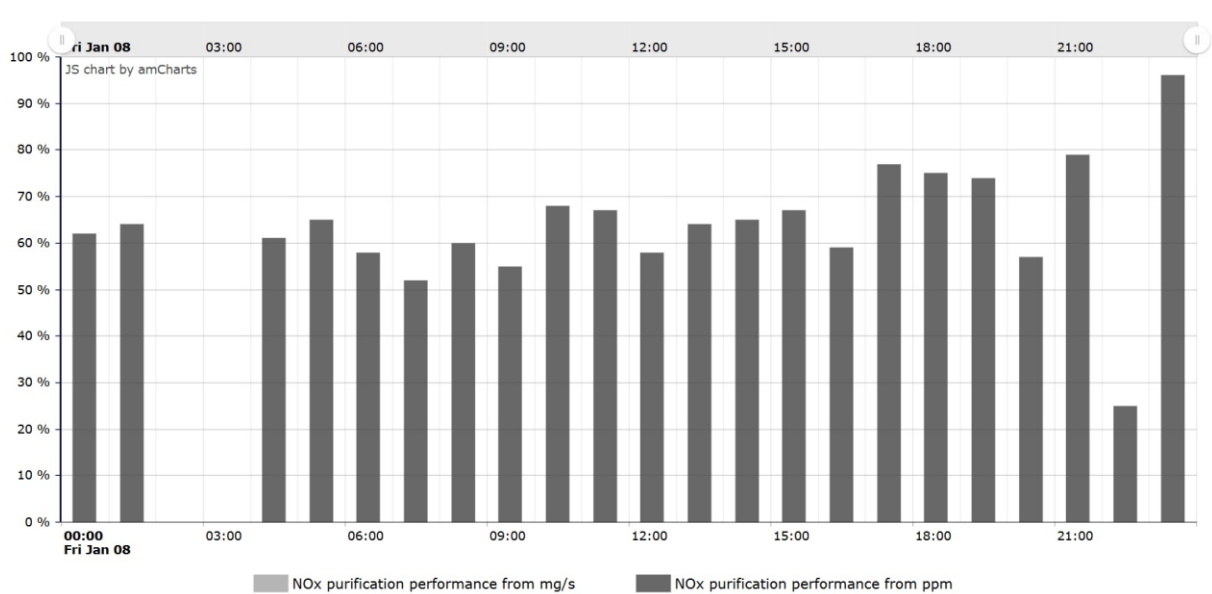
Perimmäinen tavoite on siis varmistaa, että laboratoriossa erittäin hyvin toimivat Euro VI bussit tuovat merkittäviä päästövähennyksiä typen oksideihin myös jokapäiväisessä ympärivuotisessa käytössä.

Hankkeen rahoittajat ovat:

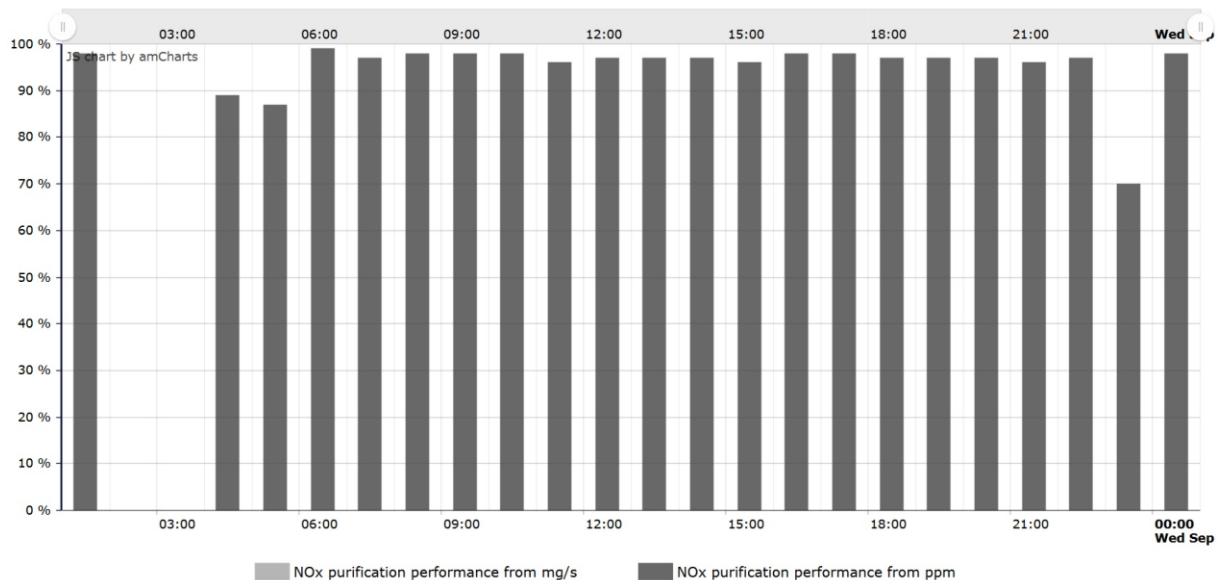
- Helsingin Seudun Liikenne HSL
- Helsingin kaupungin ympäristökeskus
- Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi
- Trafikverket (Ruotsi)
- Transportøkonomisk institutt TØI (Norja)

Hankkeen tutkijaosapuolena toimi Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy ja laitetoimittajana Proventia Emission Control Oy.

Kuvissa 7 ja 8 on esimerkkejä lämpötilan vaikutuksesta yhden auton SCR katalysaattorin konversioasteeseen. Kummassakin kuvassa on yhden päivän tuntikohtaiset tulokset. Kuva 7 on talviolosuhteista (-16 °C) ja kuva 8 melko kesäisistä olosuhteista (+16 °C). Kuvassa 7 keskimääräinen konversioaste on noin 65 %, kuvassa 8 noin 95 %. Ulkolämpötila vaikuttaa siis varsin voimakkaasti keskimääräiseen konversioasteeseen. Lohdullista on kuitenkin, että myös alhaisessa lämpötilassa SCR katalysaattori poistaa suuruusluokkaisesti 2/3 osaa moottorista ulos tulevista typen oksideista.



Kuva 7. Tuntikohtaiset konversioasteet vuorokauden keskilämpötilan ollessa -16 °C.



Kuva 8. Tuntikohtaiset konversioasteet vuorokauden keksilämpötilan ollessa +16 °C.

Varsinaiset arviot keskimääräisestä NO_x konversioasteesta tullaan tekemään tarkastelemalla päiväkohtaisia NO_x konversiota ulkolämpötilan funktiona.

Kenttäseurannassa pystytään mittaamaan ainoastaan SCR katalysaattorin konversioaste, ei NO_x massaemissiota. Päästöinventarioiden tekoon tarvitaan kuitenkin ajosuoritteeseen suhteutettuja massaemissioita muodossa g/km. Hankkeen loppuraporttiin tullaan kuitenkin muodostamaan arviota keskimääräisistä massaemissioista eri lämpötila-alueilla. Arviot

voitaneen tehdä niin, että oletetaan autojen NO_x päästöjen olevan esim. keskimääräistä Euro II tasoa (n. 13 g/km, kts. taulukko 1) silloin kun SCR järjestelmä ei ole toiminnassa, ja sovelletaan sitten keskimääräisiä ulkolämpötilasta riippuvia NO_x konversiokertoimia massapäästön laskemiseksi.

Lisätietoja: nils-olof.nylund@vtt.fi, hannu.kuutti@vtt.fi, seppo.kallonen@vtt.fi

2.3.3 Sähköajoneuvot

Tekesin EVE-ohjelmaan (Sähköisten ajoneuvojen järjestelmät 2011–2015) kuuluva, VTT:n koordinoima Sähköiset hyötyajoneuvot (Electric Commercial Vehicles) ECV-hankekokonaisuus muodostaa TransSmart-ohjelman sähköajoneuvoihin liittyvän toiminnan ytimen. VTT:n lisäksi ECV:n tutkijaosapuolia ovat Aalto yliopisto, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto ja Vaasan yliopisto. Aiemmin verkostossa ovat tutkimustoimijoina olleet mukana myös Metropolia ammattikorkeakoulu ja Rovaniemen ammattikorkeakoulu.

Järjestelmäajattelu on noussut jaksolla 2014–2015 erityisen tärkeäksi elementiksi ECV-kokonaisuudessa. Erityisen vahvana aiheena näkyy bussijärjestelmän sähköistäminen. ECV-hankekokonaisuuden uusien tietojen löytäminen osoitteesta <http://www.ecv.fi/>

Lisätietoja, mikko.pihlatie@vtt.fi

TransSmart-ohjelman puitteissa tehtävän työn tavoitteena on mahdollistaa innovatiivisten ajoneuvoteknologioiden kehitys ja edistää näiden kehittämistä ja pilotointia uusiksi kaupallisiksi tuotteiksi tai palveluiksi yhdessä kehitystyöhön liittyvien yritysten kanssa. Kokonaisvaltainen tutkimus ja kehitys sekä kotimarkkinan luominen synnyttävät edellytyksiä myös uuden kansainvälisen liiketoiminnan syntymiselle. Esimerkkeinä uudesta liiketoiminnasta sähköisten hyötyajoneuvojen alueella on Linkker Oy:n saamat täyssähköbussien tilaukset vuonna 2015 ja Kalmarin julkistama täyssähköisen satamaluodin tuotekonsepti. Linkkerin sähköbussit työllistävät alihankintaketjussa mm. voimalinjan (Visedo) ja kokoonpanon (Fortaco) osalta. Onnistuimme vuoden 2015 aikana laajentamaan sekä laskennallisten ja kokeellisten palveluiden asiakaskuntaa erityisesti akkujen ja akkujärjestelmien tutkimuksessa.

Seuraavassa on esitelty muutamia edistyneiden ajoneuvojen alueella käynnissä olleita keskeisiä projekteja ja hankkeita.

eBus-hanke ja ECV tutkimussisällöt

eBus-hanke käynnistettiin vuoden 2012 alusta, TransEco-ohjelman aikana. Hankkeen valmistelun alulle saattanut kysymys oli – ovatko sähköbussit valmiita liikennöintiin? Hankkeen valmistelussa sisältö jaettiin kolmeen osioon. Ensimmäisessä lähdettiin kehittämään sähköbussien komponenttien testausalustana käytettävää prototyyppisähköbussia, toisessa kehittämään sähköbussien testiympäristöä, sekä testaamaan kaupallisesti saatavilla olevia sähköbussia ja kolmannessa edistämään alan viranomais- ja yritystoimijoiden yhteistyötä sähköbussien käyttöönoton mahdollistamiseksi. Tämän lisäksi on hankkeen aikana kehitetty laaja voimalinjan ja koko bussin energiatasetta käsittelevä mallinnustyökalu, jota voidaan hyödyntää mm sähköbussien operoinnin simuloimisessa halutulla työsyklillä. Vuoden 2015 aikana on myös ECV-tutkimushankkeessa aloitettu karttapohjaisen sovelluksen rakentaminen reittien, työsykliä ja kokonaisjärjestelmän energiankulutuksen simulointia varten.

eBus-hankkeen osapuolia ovat hankkeen loppuvaiheessa olleet:

- Espoon kaupunki
- Helsingin seudun liikenne HSL
- Liikenne- ja viestintäministeriö
- Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi
- Fortum
- Kabus
- Linkker
- Visedo
- Tamware
- Leclanché
- Aalto-yliopisto
- VTT

ECV-kokonaisuudessa on myös toteutettu Suomen johtava soveltavan akkututkimuksen tutkimusympäristö ja verkosto, johon on elinkeinoelämän puolelta osallistunut kymmenen yritystä. VTT:lle rakennetussa akkulaboratoriossa mitataan kokeellisesti akkukennojen, -modulien ja täysimittaisten akustojen ominaisuuksia sekä hallintajärjestelmien toimintaa. Kaupallisten akkukennojen osalta on koottu tietokanta, jossa on tällä hetkellä noin 20 eri kennovalmistajan kennoa karakterisoituna. Osalle kennoista on käynnissä elinikätestit. Kokeellisten tulosten pohjalta on parametrisoitu kennotason akkumalleja, joita voidaan käyttää myös skaalattuna ylöspäin järjestelmätasoon. Näin akkujen toimintaa voidaan simulaatioissa tarkastella todellisten parametrisoitujen mallien avulla todellisen sovelluskohteen osana. Esimerkiksi eBus-hankkeessa kehitettyyn sähköbussin voimalinjamalliin on voitu implementoida akkumalli.

Lisätietoja: mikko.pihlatie@vtt.fi

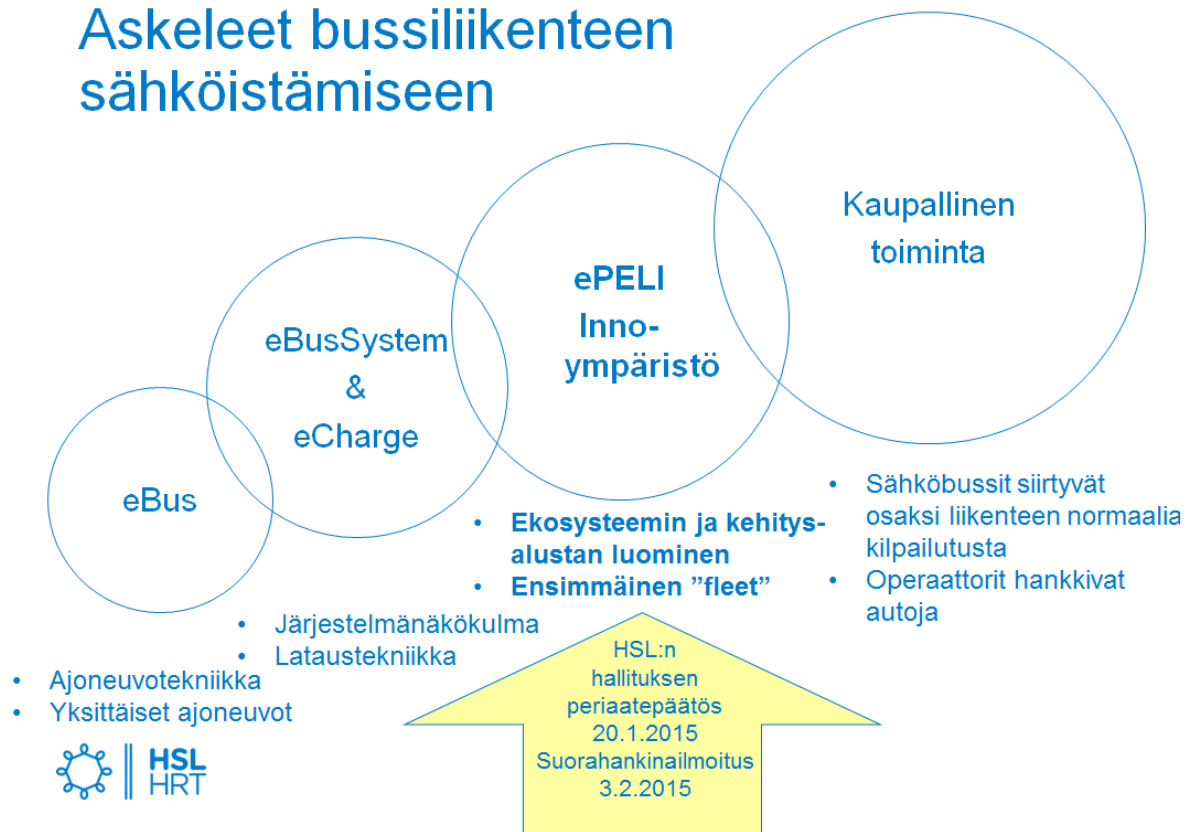
ePELI

Sähköisen päästöttömän ja elämyksellisen linja-autoliikenteen innovointiympäristö ePELI on kehityshanke, jonka kautta HSL-alueelle luodaan uusi innovatiivisten joukkoliikenteen ratkaisuiden ja teknologioiden käyttöönoton mahdollistava toimintamalli. Tulevaisuuden kestävässä kaupunkiliikenteessä on monia elementtejä, jotka edellyttävät uusien ratkaisuiden ja teknologioiden kehittämistä ja käyttöönottoa todellisessa käyttöympäristössään ja kaupallisin perustein. Tällöin tarvitaan myös tämän kehityspolun mahdollistava mekanismi ja toimintatapa. ePELI luo innovointiympäristön, jossa sovelletaan HSL:n normaalin kilpailutusjärjestelmän rinnalla uutta, liikennöitsijät sitouttavaa kaluston hankintamallia HSL:n ympäristö- ja sähköbussistrategian toteuttamiseksi. ePELI:ssä on määräaikaaisesti HSL:n hankkima kokeiluluontoinen, kehitysalustana toimiva sähköbussiliikenne Helsingin ja Espoon alueella yhteensä 12 sähköbussilla. Toimijoiksi Helsingissä sitoutetaan bussiopeeraattoreita sekä Helsingin kaupunki vastaamaan latausinfrastruktuurin järjestämisestä. Hankkeessa luodaan yleinen toimintamalli strategian mukaisten, innovatiivisten elementtien käyttöönottoon tavoiteltaessa joukkoliikenteen parempaa houkuttelevuutta, matkaketjujen sujuvuutta ja parempaa matkustuskokemusta.

ePELI-hankkeen sähköbussit toimittaa Linkker. Kalustoa ja latausjärjestelmiä sekä niiden toimintaa seurataan pilot-hankkeen ajan tiivistä ja järjestelmän toiminta- ja tuotantokyky raportoidaan HSL:lle. Kokemukset kokonaisjärjestelmän toiminnasta viitoittavat tietä tuleviin liikenteen kilpailutuksiin. Hankkeessa tarkastellaan myös koko HSL-alueen linjastojen soveltuvuutta sähköbusseille ja hyödynnetään ECV-eCharge –tutkimushankkeessa beta-vaiheeseen kehitettyä GIS-työkalua sähköbussijärjestelmän suunnittelussa ja skaalautuvuuden tarkasteluissa.

Keskeisiä ePELI-kokonaisuuden sisältöjä on sähköisen joukkoliikenteen osalta koko toimijaekosysteemin rakentaminen ja siihen liittyvä esikaupallisen ja kaupallisen markkinavuoropuhelun aikaansaanti. Eri teknologia- ja palvelutuottajat, liikenne- ja kaupunkisuunnittelu sekä hankkijaorganisaatiot muodostavat yhdessä toimijaverkon, joka on välttämätön jotta saavutetaan kilpailutusvalmius sähköbussien kokonaisjärjestelmien osalta.

Askeleet bussiliikenteen sähköistämiseen



Kuva 9. ePELI –projekti osana bussiliikenteen sähköistämiseen johtavaa tutkimusta.

Lisätietoja: mikko.pihlatie@vtt.fi

2.4 Älykkäät liikennepalvelut

2.4.1 Yleistä

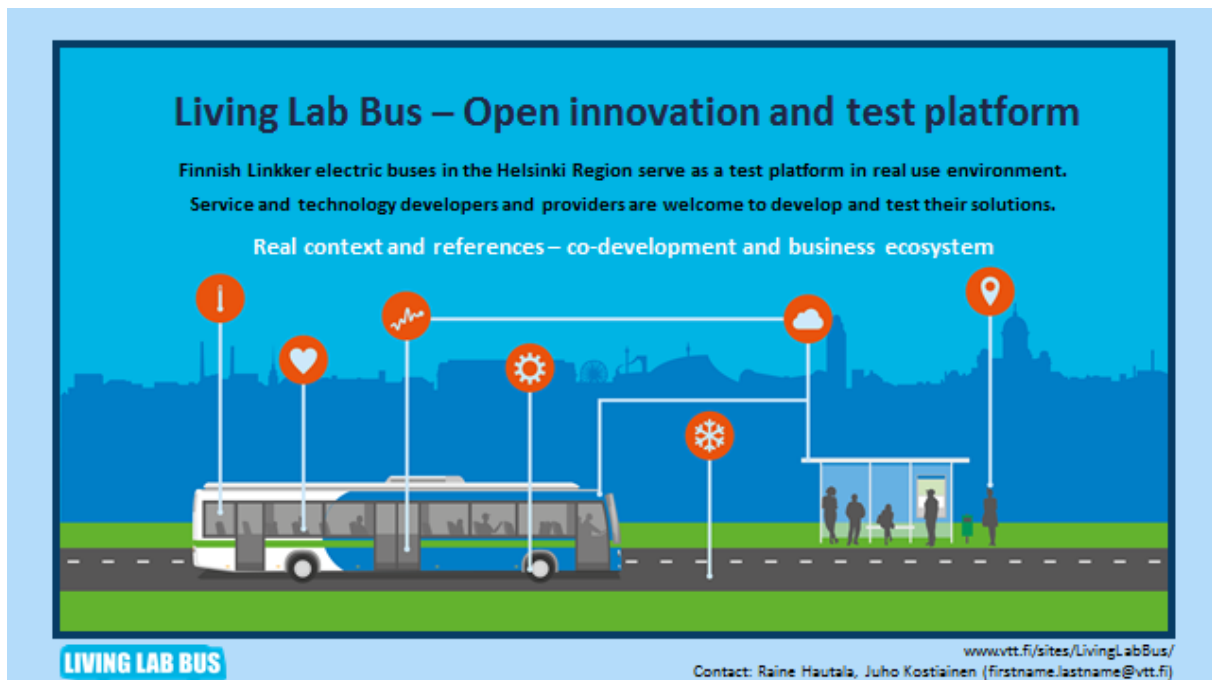
”Älykkäät liikennepalvelut” -teema tarjoaa TransSmart-ohjelman puitteissa älyliikenteen yhteistyöalustan, rakentaa arvoverkkoja ja palveluekosysteemejä, nopeuttaa uusien käyttäjäkeskeisten palveluiden ja kehittyneen teknologian käyttöönottoa, tukee julkisen sektorin päätöksentekoa sekä edistää yritysten tuotekehitystä, liiketoimintaa ja kansainvälistymistä. Teema tavoittelee T&K-tulosten nopeaa hyödyntämistä niin yritysten lyhyemmän aikavälin kuin kansallisten strategisten pidemmän aikavälin tavoitteiden näkökulmasta.

Seuraavassa on esitetty esimerkkejä teeman projekteista ja muista aktiviteeteistä painopistealueittain. Jotkut projektit voivat kuulua useampaan painopistealueeseen. Tarkemmat projektikuvaukset löytyvät TransSmart-ohjelman hankekorteista.

2.4.2 Palvelukonseptit ja liiketoimintaekosysteemit

LLB (Living Lab Bus) 2015-2018

Loppuvuodesta 2015 käynnistyneessä hankkeessa hyödynnetään HSL:n hankkimia kotimaisia Linkker sähköbussseja konkreettisenä kehitys- ja kokeilualustana, jossa yritykset voivat todentaa ratkaisujaan aidossa toimintaympäristössä. Busseissa voidaan testata älykkäitä palveluita ja teknologioita aina käyttäjärajapinnoista ja matkustajapalveluista sensoreihin ja liikenneoperaattorien ratkaisuihin. LLB:ssä luodaan uudenlainen arjessa toimiva kehitysympäristö, joka nopeuttaa yritysten tuotekehitystä ja käyttäjäkeskeisten ratkaisuiden käyttöönottoa ketterien kokeilujen avulla tiiviissä yhteistyössä loppukäyttäjien, HSL:n ja tutkimuslaitosten kanssa. VTT:n koordinoimaan Tekes-rahoitteiseen hankekokonaisuuden muut partnerit ovat Ajeco, EEE Innovtions, Foreca, iQ Payments, Linkker, HSL, Helsingin ja Tampereen kaupungit sekä Aalto yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto ja Tampereen yliopisto.



Kuva 10. Living Lab Bus – aidossa toimintaympäristössä toimiva avoin kehitys- ja kokeilualusta.

Lisätietoja: raine.hautala@vtt.fi, juho.kostiainen@vtt.fi, www.vtt.fi/sites/LivingLabBus/

[http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/kotimaisista-sähköbussseista-liikkuvia-kokeilualustoja-pääkaupunkiseudulle](http://www.vtt.fi/medialle/uutiset/kotimaisista-sahkobusseista-liikkuvia-kokeilualustoja-paakaupunkiseudulle), <http://www.vttresearch.com/media/news/finnish-electric-buses-serve-as-mobile-testing-platforms-in-the-helsinki-region>

MAAS (Mobility as a Service) –aktiviteetit 2015

- Osallistuminen Tekesin, LVM:n ja TEM:n MaaS-aloitteiden kehittämiseen
- Diplomityö ja artikkeli ”The Impact of Mobility as a Service concept to land use” .Karri Rantasila. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7399229/?arnumber=7399229>
- **MAASiFiE (Mobility As A Service For Linking Europe) 2015-2017.** Kesällä 2015 käynnistyneessä hankkeessa tutkitaan mm. MaaS-palveluiden liiketoimintamalleja sekä potentiaalisia teknologioita ja niiden toimivuutta yhdessä huomioiden henkilöliikenteen lisäksi myös vaikutukset tavaraliikenteeseen ja näiden yhdistämiseen. VTT:n tutkimuskumppanit projektissa ovat Austria Tech ja Chalmers University of Technology. Hankkeen tehdään CEDR:n (Conference of European Directors of Road) toimeksiannosta.
- Lisätietoja jenni.eckhardt@vtt.fi

BECSI (Business ecosystems and platforms for innovations) 2014 -2016

Tekes-projekti pureutuu Suomen innovaatiopolitiikan ja innovaatiojärjestelmien kehittämistarpeisiin ja suositukseen ekosysteemien näkökulmasta esimerkkeinään maailmanluokan palkitut älykaupungit 2010-luvulla ja tarkasteltavana palveluekosysteeminä suomalainen tiesääalan yritysytteenliittymä FIRWE (Finnish Road Weather Excellence - Arctic Machine, Foreca, Teconer ja Vaisala). Tutkimusprojektin toteuttajat ovat Oulun yliopisto, Lappeenrannan yliopisto ja VTT. Ohjausryhmän muodostavat Euroopan investointipankki, Teknologiateollisuus, TEM ja Tekes. Tutkimusvaihdon kohdemat ovat USA, Alankomaat ja Taiwan. Oheisten linkkien kautta on saatavissa ajantasaista tietoa projektista.

Lisätietoja: raine.hautala@vtt.fi, ville.valovirta@vtt.fi,

<http://becsi.fi/>, <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2015/T208.pdf>,
http://www.tekes.fi/globalassets/global/ohjelmat-ja-palvelut/kampanjat/innovaatiotutkimus/policybrief_9_2015_becsi.pdf,
http://www.tekes.fi/globalassets/global/ohjelmat-ja-palvelut/kampanjat/innovaatiotutkimus/policybrief_10_2015_becsi.pdf

2.4.3 Yhteistoiminnalliset järjestelmät (C-ITS) ja automaattiajaminen

MOBiNET (Europe-Wide Platform for Cooperative Mobility Services), EU FP-7, 2012 - 2016

Projektissa kehitetään, otetaan käyttöön ja operoidaan avoin monen toimijan tekninen ja hallinnollinen alusta Euroopan laajuisille liikkumispalveluille. Projektin keskeiset innovaatiot pyrkivät poistamaan yhteistoiminnallisten palveluiden käyttöönottoon liittyviä esteitä. Euroopan komission rahoittama iso projekti, jossa VTT:n kumppaneina ovat ERTICO, TNO, DLR, CGI, Telecom Italia, RACC, ICCS, SINTEF, North Denmark Region, Pluservice, Tecnalia, Transport for London, Xerox, Topos, Volvo Technology, Peek Traffic, CRF, NEC, CTAG, IRU, Allianz, NPRA, Swarco Mizar, Thales. Ajantasainen tieto projektin tuloksista on saatavissa osoitteesta <http://www.mobinet.eu/>

Lisätietoja: juho.kostainen@vtt.fi

CoMoSeF (CoOperative Mobility Services of the Future), EU Celtic Plus programme, 2012 -2015

Suomen osuudessa kehitettiin ajoneuvojen kanssa kommunikoiva interaktiivinen tiesääasema, jonka avulla voidaan varoittaa tiellä liikkuvia autonkuljettajia edessä olevista vaarallisesta ajokelistä. Yhdessä muiden CoMoSeF-hankkeen tie- ja sääinformaation keräys-

, tallennus-, välitys- ja esitysmenetelmien kanssa ne muodostavat potentiaalisen ratkaisumallin ITS-kommunikaatiojärjestelmän toteutukseen.

Vuonna 2015 päättyneen projektin tulosten lyhyet kuvaukset löytyvät osoitteesta <http://www.comosef.eu/?q=publications>

Lisätietoja: johan.scholliers@vtt.fi, <http://www.vtt.fi/medialle/autojen-ja-tieverkoston-vaellinen-tiedonvaihto-lisaa-liikenneturvallisuutta>

e-Call aktiviteetit 2013 -2015

- Yleiseurooppalaisen autojen automaattisen hätäviestijärjestelmän eCallin käyttöönoton tukiprojektit (Suomi, EU) sekä eCall-testaustyökalun kehittäminen ja kv. lisensointi. Kansallisella tasolla määriteltiin Suomessa tarvittavat testaukset ennen eCallin käyttöönottoa ja laadittiin ko. testaussuunnitelma Trafín rahoittamana muina yhteistyökumppaneina LVM, LIVI, SM, Hätäkeskuslaitos ja Ramboll. http://www.lvm.fi/docs/fi/2497123_DLFE-20065.pdf
- Kansainvälisellä tasolla saatettiin vuonna 2014 loppuun laaja 9 maata kattanut HeERO – projekti (Harmonised eCall European Pilot, <http://www.heero-pilot.eu/view/en/home.html>), jonka keskeisenä tehtävänä oli ymmärryksen lisääminen eCallin käyttöönotosta ja siihen liittyvistä vaatimuksista ja kehitystarpeista testausten ja tutkimuksen avulla. Lisäksi VTT on kehittänyt eCall-testaustyökalun, joka on lisensoitu Australiaan ja Iso-Britanniaan.
- **iHeERO (eCall-käyttöönottotestit) 2015-2017**. EU-hanke tukee eCallin käyttöönottoa Euroopassa painopisteenä eCall-vastaanoton mallitoteutus ja testaus jäsenvaltioiden hätäkeskuksissa. Lisäksi hankkeessa kehitetään eCall-järjestelmää kuorma-autoille ja vaarallisten aineiden kuljetuksiin. Suomesta I_HeERO-hankkeeseen osallistuvat LVM, SM, Liikennevirasto, Liikenteen turvallisuusvirasto, Hätäkeskuslaitos ja Viestintävirasto. VTT.

Lisätietoja: mikko.tarkiainen@vtt.fi, risto.oorni@vtt.fi

DESERVE-EU-ECSEL 2012 – 2015

Projektissa kehitettiin ajoneuvojen ohjelmistoalustoja ja edistettiin kuljettajan tukijärjestelmien tuotekehitystä. Kehitystyö kattoi kamera-, laserskanner- ja tutkapohjaisia ympäristönhavainnointimenetelmiä, joita kokeiltiin kahdessa kuorma-automallissa ja kahdessa henkilöautomallissa. VTT:n koordinoima hanke käsitti 24 partneria kattaen autoteollisuuden koko arvoketjun (OEM: Daimler, Fiat, Volvo; Tier 1: Bosch, Continental, Infineon, jne.), tutkimusosapuolet: VISLAB, INRIA, jne.). Suomesta hankkeeseen osallistui VTT:n lisäksi TTS Kehitys Oy.



Kuva 11. DESERVE pilotti ajoneuvo, jonka VTT ja TTS rakensivat Ivecon tuella

Lisätietoja: matti.kutilla@vtt.fi, pertti.peussa@vtt.fi, <http://www.vtt.fi/medialle/iveco-tts-ja-vtt-kehitt%C3%A4v%C3%A4t-yhdess%C3%A4-autonomista-kuorma-autoa>

RobustSENSE-EU-ECSEL 2015-2018

Projekti pureutuu autojen ympäristöhavainnoinnin kehittämiseen vaikeissa keliolosuhteissa (lumisade, sumu, jne.). Tavoitteena on kehittää ohjelmistoalusta, joka monitoroi jatkuvasti automaattisen auton kykyä selvitä vaikeassa kelissä. VTT rakentaa hankkeessa laserskanneriin pohjautuvaa teknologiaa. Projektia koordinoi Daimler ja siinä ovat mukana SICK, AVL, Fiat, Bosch, jne. sekä Suomesta VTT, Modulight ja Oplatek. Hankkeen kokonaisvolyyymi on n. 11 M€.

Lisätietoja: matti.kutilla@vtt.fi, aki.mayra@vtt.fi

TEAM-EU-FP7 2013 - 2016

Projektissa kehitetään yhteistoiminnallisia C2X –järjestelmiä ja palveluja autoilijoille ja julkisen liikenteen käyttäjille. Tavoitteena on edistää myös yhteistoiminnallisten järjestelmien standardisointia ja mobiililaitteiden käyttöä liikennepalvelujen tarjoajana. Projektia koordinoi Fraunhofer ja siinä on mukana mm. BMW, Fiat, NXP, Here, SWARCO, Intel, Telecom Italia sekä Suomesta VTT ja Ramboll.

Lisätietoja: mikko.tarkiainen@vtt.fi, merja.penttinen@vtt.fi

Tieliikenteen automatisoinnin etenemissuunnitelma ja toimenpideohjelma 2015-2016

Projektissa laaditaan liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan toimijoille konkreettinen ehdotus toimenpiteistä, jotka tarvitaan automaattiliikenteen ottamiseksi Suomessa käyttöön turvallisesti vuoteen 2020 mennessä. Projektin osallistuva liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto, Trafi ja Viestintävirasto. Projektin sidosryhmä edustaa yli 100 organisaatiota tieliikenteen alan arvoketjuista.

Lisätietoja: aki.lumiaho@vtt.fi, fanny.malin@vtt.fi,

2.4.4 Kehittynyt liikenteen hallinta

Teeman tieteellisenä kärkenä on v. 2015 valtionavustuksen tuella kehitetty uudentyypinen sää- ja keliolosuhteisiin sekä liikennemäärin perustuva tieliikenteen onnettomuusriskimalli. Tämän pohjalta tehty hakemus sai syksyllä 2015 Suomen Akatemialta huippupisteillä myönteisen rahoituspäätöksen menetelmän edelleen kehittämiseksi. Menetelmän hyödyntämistä ja edelleen kehittämistä koskevat yhteistyökeskustelut aloitettiin Trafín kanssa joulukuussa 2015.

Liikennelabra (liikenteen sähköiset palvelut) kokeilu 2014 – 2015

Avoimiin rajapintoihin perustuvan kokeilun tavoitteena on edistää liikenteen sähköisten palvelujen kuluttajamarkkinoiden syntymistä ja selvittää palvelujen vaikutuksia. Kokeilu koskee uusia toimintamalleja ja teknisiä ratkaisuja sekä viranomaisten ja yritysten yhteistyötä palvelujen kehittämisessä. VTT:n tutkimus tukee Liikennelabra -kokeilua jakautuen kolmeen osaan: (1) Tietoturva ja yksityisyyden suoja, (2) Vaikutusarvointi ja (3) Liiketoimintaekosysteemi. Kokeilun rahoittavat LVM, LIVI, Trafi, Tekes ja Helsingin kaupunki. Osana Liikennelabra -kokeiluhanketta on selvitetty mm. kilometriveron vaikutuksia liikkumiseen.

Lisätietoja: satu.innamaa@vtt.fi, pirkko.rama@vtt.fi, <http://www.vtt.fi/medialle/kilometriveron-vaikutuksista-kuluttajakysely-nykyistä-useampi-valitsisi-joukkoliikenteen>

2.4.5 Älykkäät kaupungit ja liikennekäytävät

InterCity (Interoperability Environment for Smart Cities) 2014 – 2016.

Nykyiset Smart city-ratkaisut ovat paljolti sirpaloituneita eri kaupunkien sekä liikenne- ym. toimialasektoreiden toimiessa erillään. Tämä on esteenä innovaatioiden leviämälle ja markkinoiden kasvulle. Projektin tavoitteena on vastata tähän haasteeseen ja konseptoida kansallisen tason yhteentoimivuusympäristö ja markkina. Yhteentoimivuusympäristön synnyttämistä tarkastellaan koko arvoverkon läpi kolmessa työpaketissa: 1) Kaupunkien innovatiiviset toimintamallit, 2) Liiketoimintaympäristö ja 3) ICT-järjestelmien ja –palvelujen yhteentoimivuus. Projektin rahoittavat Tekes, VTT, Tampereen kaupunki, Liikennevirasto, ja Ympäristöministeriö.

Lisätietoja: Thomas.casey@vtt.fi

Scanway 2015 – 2016.

Projektissa pilotoidaan kaupallisia ja viranomaispalveluja osana uusien liikenneturvallisuutta parantavien ja liiketoimintaa edistävien älykkäiden palveluiden toteuttamista E18-liikennekäytävällä Suomen ja Venäjän välillä. Pilotointi kattaa turva- ja tiepalveluita sekä ITS-direktiivin mukaisten liikenteen häiriötietojen keräämistä sekä tuottamista. Yksi kehittämiskohde on yleiseurooppalaisen autojen automaattisen hätäviestipalvelun eCallin ja ERA/Glonass –palvelun (IVY-maat) yhteen toimivuus. Liikenne ja logistiikka-alan toimijat voivat solmia kumppanuuksia sekä poistaa täten omalta osaltaan poistaa liikenteellisiä pullonkauloja markkinalähtöisesti. UM:n ja LVM:n rahoittamaa projektia toteuttavat Suomen osalta VTT, Cinia, Indagon ja Vaisala.

Lisätiedot antti.permala@vtt.fi, raine.hautala@vtt.fi

Nordic Way pilottiprojekti 2015 -2018

Projektissa testataan liikenteen varoituspalveluita aidossa ympäristössä osana operatiivista toimintaa (innovatiivisen hankinnan mahdollistamana) sekä a) liikkuvien autojen välistä ja b) autojen ja infran välistä kommunikointia matkapuhelinverkon kautta (joukkoistetun tiedon

kerääminen ja jakelu). Tiedot koskevat häiriö- ja kelivaroitusten lisäksi esimerkiksi havaintoja teiden kunnossapidosta, vaurioista ja puutteista. Liikenteen varoituspalveluita testataan aidossa ympäristössä osana operatiivista toimintaa – innovatiivisen hankinnan mahdollistamana. Pilotti tuottaa viranomaisille tietoa yhteiskunnallisista vaikutuksista (liikenneturvallisuus) ja palveluiden kehittäjille ratkaisun teknologisen kypsyydestä. EU-rahoitteiseen pohjoismaiseen projektiin osallistuvat LVM, Liikennevirasto, Trafi, VTT, Here, Kapsch, Trafikverket, Vejdirektoratet, Statens vegvesen, Ericsson, Volvo ja Scania.

Lisätiedot: jo.han.scholliers@vtt.fi, mikko.tarkiainen@vtt.fi

2.5 Liikennejärjestelmä

2.5.1 Yleistä

Liikennejärjestelmä on murroksessa. Hiilineutraaliuteen, resurssitehokkuuteen, palveluistumiseen ja automaatioon liittyvien tavoitteiden saavuttaminen vaatii suuria systeemiä muutoksia, transitoita, joiden hallintaan tarvitaan erityistä T&K –panostusta. Kehittyvä teknologia tarjoaa monia vaihtoehtoja ja mahdollisuuksia tavoitteiden saavuttamiseksi.

Seuraavassa on esitelty muutamia liikennejärjestelmäteemassa tehtyjä kehityshankkeita ja tutkimuksia. TransSmartin toiminnassa älykkäät liikennepalvelut ja liikennejärjestelmä – teemat kytkeytyvät läheisesti toisiinsa, ja osa hankkeista voidaan hyvinkin luokitella kuuluvan kumpaankin teemaan (hyvänä esimerkkinä aiemmin esitelty DRIVE C2X –hanke).

2.5.2 Järjestelmänalyysit

Liikenteen energiatehokkuustoimet osana EU:n 2030 ilmasto- ja energiatavoitteiden saavuttamista: vaikutukset, kustannukset ja työnjako (VNK_ELLI)

VNK_ELLI -hankkeessa tarkasteltiin liikennesektorin nk. energiatehokkuustoimenpiteiden liikenteellisiä ja taloudellisia toteuttamismahdollisuuksia, jotka luovat edellytykset Suomen kasvihuonekaasujen päästövähennystavoitteiden saavuttamiselle vuonna 2030. Lisäksi tuotettiin tietoa toimenpiteiden vaikutuksista liikenneturvallisuuteen ja kansanterveyteen sekä jäsenneltiin kuntien ja valtion työnjakoa päästövähennystoimenpiteiden toteutuksessa. Energiatehokkuustoimenpiteiksi määriteltiin tässä yhteydessä kuusi toimenpideryhmää, joita ovat: (1) joukkoliikenteen edistämistoimenpiteet kaupunkiseuduilla, (2) joukkoliikenteen edistämistoimenpiteet pitkillä matkoilla, (3) kävelyn ja pyöräilyn edistämistoimenpiteet, (4) yhdyskuntarakenteen kehittämistoimenpiteet, (5) tieliikenteen vaihtoehtoisten käyttövoimien käyttöönoton edistämistoimenpiteet ja (6) vähäpäästöisten henkilöautojen käyttöönoton edistämistoimenpiteet. Työ toteutettiin osana Valtioneuvoston kanslian päätöksentekoa tukevaa selvitys- ja tutkimustoimintaa ja tutkimusryhmään kuuluivat VTT, JT-Con, TTY Verne ja SYKE.

Raportti: <http://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=8316>

Lisätietoja: anu.tuominen@vtt.fi

TransSmart tiekartta II

TransSmart-kärkiohjelman suuntaamisen apuna on hyödynnetty kaksivaiheista ennakoitiprosessia, jonka tuloksena ohjelmakokonaisuudelle on laadittu sen toimijoiden ja sidosryhmien yhteinen visio sekä tutkimuskenttää suhteessa liikennejärjestelmään ja laajempaan toimintaympäristöön jäsentävä tiekartta. Tiekartta päivitettiin vuonna 2015 vastaamaan kuluvan vuoden tilannetta ja siten suuntaamaan TransSmart-ohjelman viimeistä toimintavuotta sekä pidemmän aikavälin tutkimustarpeita.

Lisätietoja: anu.tuominen@vtt.fi, heidi.auvinen@vtt.fi

Electromobility – scenario based Market potential, Assessment and Policy options (eMAP project 2012-2015)

eMAP –hankkeessa selvitettiin sähköisen ajoneuvoliikenteen edellytyksiä, vaikutuksia ja kehityspolkuja vuoteen 2030 mennessä. Työssä toteutettiin mm. laaja haastattelututkimus suomalaisten ajokortin omistajien sähköautoihin liittyvistä asenteista ja odotuksista. Lisäksi laadittiin maakohtaisia mallinnuksia sähköautoilun kehityksestä ja vaikutuksista tarkastelemalla kysynnän ja tarjonnan markkinapotentiaaleja Suomessa, Saksassa, Puolassa ja Euroopan unionin alueella. Hanke toteutettiin ERA-NET Electromobility+ - tutkimusohjelmassa, jonka tukemina hanketta rahoittivat Suomessa Liikennevirasto sekä liikenne- ja viestintäministeriö.

Policy Brief: www.project-emap.eu/media/eMAP_policy_brief.pdf

Lisätietoja: heidi.auvinen@vtt.fi

Esiselvitys liikenteen uusien palveluiden ympäristövaikutuksista ja niiden arvioinnista

Työssä kerättiin yhteen aiemmin toteutetuissa tutkimuksissa, selvityksissä ja kokeiluhankkeissa tuotettu tietopohja liikenteen uusien palveluiden ympäristövaikutuksista sekä tunnistettiin sen perusteella tutkimustarpeet ja laadittiin suositukset lähitulevaisuudessa tarvittavasta liikenteen uusien palveluiden ympäristövaikutusten arviointityöstä. Liikenteen uudet palvelut ryhmiteltiin seitsemään palveluryhmään: jakamispalvelut, liikkumisen, ajamisen ja kuljettamisen palvelut, informaatiopalvelut, liikenteen ohjauksen ja hallinnan palvelut, liikkumisen ohjauksen palvelut, suoriteperusteiset maksut sekä täydentävät etäpalvelut.

Haasteeksi havaittiin tiedon sirpaleisuus ja tapauskohtaiset rajaukset. Kokonaisuutena uusien palveluiden ympäristövaikutukset näyttäisivät olevan positiivisia, tai ainakin vaikutusmahdollisuudet ovat suuret, mutta vaikutukset realisoituvat vasta merkittäväillä käyttäjämäärillä ja uusien teknologioiden suurilla penetraatioasteilla. Tosin myös ristiriitaisia tai jopa negatiivisia ympäristövaikutuksia oli havaittavissa. Uutta tutkimus- ja selvitystyötä tarvitaan kahdella tasolla, sekä ympäristötavoitteita palvelevan palveluistumisen tavoitetilän ja sinne johtavien muutospolkujen hahmottamisessa että yksityiskohtaisempien ympäristövaikutusten arviointien liittämisessä käynnissä oleviin kokeiluhankkeisiin.

Raportti: Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 28/2016,
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2016-28_esiselvitys_liikenteen_web.pdf

Lisätietoja: anu.tuominen@vtt.fi , heidi.auvinen@vtt.fi, elina.aittoniemi@vtt.fi

Vuonna 2015 käynnistyi myös kaksi EU-projektia: EU-komission toimeksiantoprojekti **SINTRAS (Single and Innovative European Transport System)** sekä Horisontti 2020-projekti **Mobility4EU (Action Plan for the Future Mobility in Europe)**, joissa tarkastellaan eurooppalaisen liikennejärjestelmän haasteita ja mahdollisuuksia hiukan eri näkökulmista, rakennetaan toimintasuunnitelma yhteiseurooppalaiseen liikenteen visioon 2030 pääsemiseksi sekä pohditaan toimintasuunnitelman toteuttamista ja vaikutuksia mm. osallistavan multi-kriteerianalysin keinoin. Projektit luovat tietopohjaa komission uudelle tutkimus- ja innovaatioagendalle sekä liikenteen valkoiselle kirjalle.

Lisätietoja: heidi.auvinen@vtt.fi, anu.tuominen@vtt.fi

2.6 Mikroelektroniikan ratkaisut liikenneympäristön havainnointiin

2.6.1 Yleistä

Mikroelektroniikan alueella toimiva VTT:n ”Tietointensiiviset tuotteet ja palvelut” liiketoiminta-alue vahvistaa TransSmart-ohjelman liikenneympäristön ja asiakasvirtojen havainnointiin liittyvää osaamista toteuttamalla omarahoitteisia miniprojekteja. Useissa aiheissa perusteknologia oli jo valmiina mutta räätälöintiä liikenne/ajoneuvosovelluksiin ei ollut tehty. Miniprojektit toimivat testeinä ja demonstraattoreina eri teknologioiden sovellettavuudesta. Varsinainen tuotekehitys on tarkoitus tehdä mahdollisissa jatkohankkeissa. Kaikki vuoden 2015 miniprojektit keskittyivät ajoneuvojen ympäristön havainnointiin joko optisin menetelmin tai radioaalloilla.

2.6.2 NIR-HIS

Tavoitteena oli saada tietoa, että onko näkyvän aallonpituusalueen ulkopuolella mahdollista havaita paremmin ja luotettavammin ihmisiä, muita autoja, tien reunoja yms. autonomiselle autolle tärkeitä kohteita. Tämä havainnointi pyrittiin tekemään passiivivalaistuksella.

Tavoitteen saavuttamiseksi NIR-HIS miniprojektissa kehitettiin ja testattiin kuvantavia spektroskopisia laitteita. Lähtökohtana oli aiemmissa projekteissa muihin sovelluksiin kehitetyt spektrikamerat sekä muihin projekteihin hankitut muut kamerat. Aluksi keskityttiin SWIR (Short Wave InfraRed, 1000-1600nm)-alueen spektrikuvantamiseen. Testeissä kuitenkin todettiin, että signaalitaso ei kunnolla riittänyt ja niinpä laajennettiin testejä myös NIR (Near InfraRed), laajakaistaiseen SWIR ja TIR (Thermal InfraRed) – kuvantamisiin. Testien perusteella voidaan todeta, että SWIR-kuvantaminen vaatii aktiivivalaisun. Muita havaintoja oli, että TIR-kuvissa ihmiset ja käynnissä olevat autot oli helppo havaita niiden säteilemän lämmön vuoksi. NIR-alueen kuvissa signaalitasot olivat hyvät ja jotkut kohteet (vaatteet, jotkut autot) näkyivät paremmin kuin näkyvällä alueella. Vuoden 2016 puolella on käynnistynyt DENSE-projekti, jossa kehitetään SWIR-alueen spektrikuvantamista aktiivivalaisulla. DENSE on monivuotinen ECSEL-projekti. <http://www.ecsel.eu/web/index.php>

Lisätietoja: rami.mannila@vtt.fi

2.6.3 NIR Active HyperSpectral (AHS) imaging

Tavanomaisen hyperspektrikameran vaihtoehtona kokeiltiin MIKESissä kehitettyä aktiivivalaistua spektrikuvausta. Kuvaus perustuu valaisuun uudella laajakaistaisella superkontinuumi-laserilla sekä VTT:n Fabry-Perot interferometriin käyttöön värien erottelussa. MIKES:ssä rakennettiin pienikokoinen testilaitteisto, jota testattiin VTT:n testiajoneuvossa. Laitteella voidaan erotella erilaisia kohteita ympäristössä, mutta vielä vaaditaan runsaasti optimointia järjestelmän luotettavuuden parantamiseksi. Järjestelmällä on mahdollista tehdä ympäristön 3D-kuvantamista ja kartoitusta sekä tunnistaa ympäristön materiaaleja. Tämä saattaa osoittautua hyödylliseksi, kun ajoneuvoihin lisätään autonomisia ominaisuuksia. Aiheen tutkimusta jatketaan DENSE ECSEL-hankkeessa sekä Tekesin ChallengeFinland-hankkeessa ”Tehokas ja turvallinen kaivos”.

Lisätietoja: albert.manninen@vtt.fi

2.6.4 Liikennetutka

Projektissa kehitettiin ihmisten ja polkupyörien havaitsemiseen kevyttä lyhyen kantaman tutkaa. Tutka perustuu 24 GHz:n FMCW-teknologiaan. Tutka on kehitetty VTT:llä erityisesti kannettavaksi lyhyen kantaman tutkaksi, jonka kantama on optimoitu alle kymmeneen

metriin. Tämä etäisyys on riittävä liikenteessä hitaiden kohteiden, kuten jalankulkijoiden havaitsemiseen esimerkiksi liikennevalojen tai suojateiden kohdalle kiinnitetyillä kiinteillä tutkilla. Transsmart-projektissa kehitettiin erityisesti matalan tason tutka-algoritmeja jalankulkijoiden havaitsemiseksi ja seuraamiseksi (detection&tracking). Projektissa toteutettiin toiminto Range-Doppler ja Kalman-suodattimia käyttäen. Tutkalla voidaan erottaa jalankulkija ympäristön kiintomaaleista, sekä seurata yksittäistä jalankulkijaa.

Tutkan kehitys jatkuu sekä hardware- että algoritmipuolella. Sovellusalueina tutkitaan ihmisten havaitsemista urbaanissa ympäristössä SmartCity ja liikennesovelluksiin, kannettavia tutkia ihmisille, erityisesti erityisryhmille kuten näkövammaisille, kone- ja robottiympäristöjä, sekä miehittämättömiä lennokkeja.

Lisätietoja: pekka.pursula@vtt.fi

2.6.5 BTbeacon

BTBeacon projektin tavoitteena oli tutkia Bluetooth beacon teknologian hyödyntämistä joukkoliikenne-ympäristössä. Projektissa toteutettiin teknologiademo jossa beaconeita hyödynnettiin joukkoliikenne-opastuksen apuna. Demossa beaconeita asennettiin pysäkeille sekä ajoneuvoihin ja niiden avulla joukkoliikenneopassovellus pystyi paikantamaan käyttäjän asemalle saapumisen, pysäkille olemisen, ajoneuvon nousemisen ja ajoneuvosta poistumisen. Demo validoitiin Helsingin metrossa järjestetyssä kenttätestissä, jonka tulokset antoivat osviittaa, että lähestymistapa toimii metroympäristössä tarjoten tarkkaa ja reaaliaikaista opastusta sisätiloissa. Lisäksi projektissa toteutettiin teknologiakatsaus beacon teknologian mahdollisuuksista ja nykytilanteesta yleisesti sekä joukkoliikenne kontekstiin kohdennettu *state-of-the-art* selvitys beacon teknologian hyödyntämismahdollisuuksista, sekä markkinakatsaus beaconeiden liiketoiminta näkymistä. Tutkimustyötä jatkettiin *IOT Services* projektissa, sekä hyödynnettiin *IQPayments* toimeksianto projektissa. Tutkimustyö jatkuu erityisesti beacon pohjaisen liputuksen osalta, jossa tutkitaan beacon pohjaisen automaattisen liputuksen mahdollisuutta BIBO (Be In Be Out) ja WIWO (Walk In Walk Out) skenaarioissa.

Lisätietoja: janne.lahti@vtt.fi

3. Yhteenveto

TransSmart, Älykäs ja vähähiilistä energiaa käyttävä liikenne, on vuoden 2013 alussa käynnistynyt nelivuotinen (2013 - 2016) VTT:n strategisen tutkimuksen kärkihjelma. Sen tarkoituksena on toimia sujuvan, kustannustehokkaan ja ympäristöystävällisen liikennejärjestelmän kehitysalustana kokoamalla yhteen eri tutkimusosapuolten liikennesektoria käsittelevää osaamista ja tutkimusta. Ohjelmassa tehtävän vähähiilisen energian, puhtaiden ja energiatehokkaiden ajoneuvojen, tehokkaiden ICT-ratkaisujen ja älykkäiden liikennepalvelujen tutkimuksen ja käyttöönoton sekä näitä tukevien ennakointi- ja arviointitoiminnan keinoin pyritään edistämään liikennejärjestelmän sosioteknistä muutosta kohti kestävää kehitystä.

Vuosiraportissa 2013 -2014 esiteltiin TransSmartin rakenne ja sisältö, ja lisäksi esimerkkejä ohjelman hankkeista ja niiden tuloksista. Vuosiraportti 2015 esittelee eräitä vuoden 2015 tuloksia ja uusia hankekokonaisuuksia. Kaikilla osa-alueilla on edistytty merkittävästi. Esimerkiksi BioSata hanke on nostamassa pääkaupunkiseutua kansainvälisesti tunnetuksi älykkäiden ja puhtaiden ratkaisujen referenssialueeksi ja testialustaksi. Sähköisen joukkoliikenteen alueella käynnistyneessä Living Lab Bus hankkeessa hyödynnetään Linkker sähköbussuja konkreettisenä kehitys- ja kokeilualustana, jossa yritykset voivat todentaa mm. älykkäisiin palveluihin ja teknologioihin ratkaisujaan aidossa toimintaympäristössä. Automaattiajamiseen liittyvä kehitystyö on laajentunut voimakkaasti. Pienenä osatekijänä tällä alueella ovat mikroelektronikan alueella liikenne/ajoneuvosovelluksiin räätälöidy

ajoneuvojen ympäristön havainnointiin soveltuvat mittaustekniikat, joita voidaan mahdollisesti hyödyntää paitsi automaattisen ajamisen ratkaisuissa myös joukkoliikenteen palveluissa.

Tämä katsaus ei kata kaikkia TransSmart hankkeita. TransSmartin verkkosivuilta löytyy täydellisempi listaus hankkeista lyhyine kuvauksineen. Jo valmistuneiden hankkeiden tai osatehtävien raportit löytyvät niin ikään TransSmart verkkosivuilta. Seuraava raportti tulee olemaan vuonna 2017 julkaistava ohjelman loppuraportti.