



Satu Innamaa, Elina Aittoniemi, Hanna Askola & Risto Kulmala

Innovatiivisen liikennejärjestelmän operoinnin tiekartta

ISBN 978-951-38-7527-5 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)
ISSN 1459-7683 (URL: <http://www.vtt.fi/publications/index.jsp>)

Copyright © VTT 2011

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 1000, 02044 VTT
puh. vaihde 020 722 111, faksi 020 722 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 1000, 02044 VTT
tel. växel 020 722 111, fax 020 722 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O. Box 1000, FI-02044 VTT, Finland
phone internat. +358 20 722 111, fax + 358 20 722 4374



Tekijä(t) Satu Innamaa, Elina Aittoniemi, Hanna Askola & Risto Kulmala		
Nimeke Innovatiivisen liikennejärjestelmän operoinnin tiekartta		
Tiivistelmä <p>VTT:n älyliikenteen innovaatio-ohjelma INTRANSin tavoitteena on edistää liikenteen turvallisuutta, sujuvuutta ja ympäristöystävällisyyttä kehittämällä uusia innovatiivisia palveluja ja teknologiaratkaisuja. Tässä työssä oli tarkoituksena kehittää ennakkonäkemyksiä ja tiekartta innovatiivisille liikennejärjestelmän operoinnin palveluille 10–20 vuoden päähän, jotta lupaavimmat palvelutyytit voitaisiin tunnistaa ja ottaa kehitettäviksi. Palveluiden tulisi tarjota uusia mahdollisuuksia vientiin ja kotimaan liiketoimintaan suomalaisille yrityksille sekä samalla tuottaa selkeää lisäarvoa liikennejärjestelmän operaattoreille.</p> <p>Työ perustui Ventän tiekarttamenetelmään ja kahteen asiantuntijatyöpajaan, joissa oli edustajat VTT:n lisäksi liikenne- ja viestintäministeriöstä, Liikennevirastosta, Liikenteen turvallisuusvirastosta (Trafi), Kaakkois-Suomen ELY-keskuksesta ja Tampereen kaupungilta.</p> <p>Työssä kehitettiin visio: "Proaktiivinen operointi takaa, että liikennejärjestelmä toimii kokonaisuutena mahdollisimman tehokkaasti ja täyttää käyttäjän odotukset kaikissa olosuhteissa." Visiossa operoinnilla vaikutetaan kulkutapajakaumaan ja liikkumisen edellytyksiin ja sitä kautta liikenteen kysyntään. Työssä kuvattiin nykytila ja selvitettiin tulevaisuuden trendejä. Liikennejärjestelmän operoinnin haasteet ja keinot selvitä haasteista listattiin. Lopputuloksena annettiin toimenpidelistat alan eri toimijoille vuosille 2012–2013, 2014–2020 ja 2021–2030, jotta visio saavutettaisiin.</p>		
ISBN 978-951-38-7527-5 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		
Avainnimeke ja ISSN VTT Working Papers 1459-7683 (URL: http://www.vtt.fi/publications/index.jsp)		Projektinnumero 75666
Julkaisu-aika Joulukuu 2011	Kieli Suomi	Sivuja 27 s.
Projektin nimi Foresight and roadmap for innovative transport system operation services	Toimeksiantaja(t) VTT	
Avainsanat Traffic management, transport system operation, roadmap, foresight, vision	Julkaisija VTT PL 1000, 02044 VTT Puh. 020 722 4520 Faksi 020 722 4374	

Sisällysluettelo

1. Johdanto	5
2. Menetelmä	6
2.1 Työpajat	7
3. Visio	9
4. Nykytila ja trendit	11
4.1 Nykytila	11
4.2 Teknologiatrendit	12
4.3 Haasteet	13
4.4 Keinot	15
5. Tiekartta	20
5.1 Lyhyen aikavälin toimenpiteet	20
5.2 Keskipitkän aikavälin toimenpiteet	21
5.3 Pitkän aikavälin toimenpiteet	22
6. Yhteenveto	23
Lähdeluettelo	27

1. Johdanto

VTT:n älyliikenteen innovaatio-ohjelma INTRANSin tavoitteena on edistää liikenteen turvallisuutta, sujuvuutta ja ympäristöystävällisyyttä hyödyntämällä uusia innovatiivisia palveluja ja teknologiaa. Ohjelmassa kehitetään älyliikenteen palveluja, palvelukonsepteja, tuotteita ja tarvittavaa teknologiaa yhteistyössä yritysten, julkisen sektorin ja muiden alan toimijoiden kanssa. Kehitettävien julkisten ja kaupallisten palvelujen on oltava hyödyllisiä sekä kuluttajille että yrityksille ja edistettävä hyvinvointia ja yritysten kilpailukykyä. INTRANS-ohjelmalla tuetaan alan yhteisiä ponnisteluja saada älyliikenteen palvelut laajasti käyttöön Suomessa ja ulkomailla.

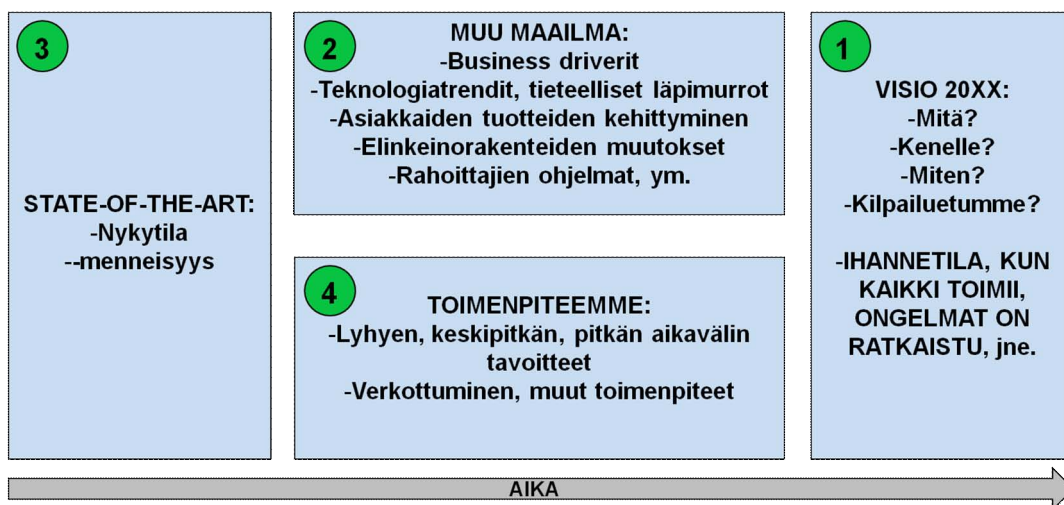
Tässä työssä oli tarkoituksenaan kehittää ennakkonäkemyksiä ja tiekartta innovatiivisille liikennejärjestelmän operoinnin palveluille 10–20 vuoden päähän, jotta lupaavimmat palvelutyypit voidaan valita kehityskohteiksi. Valittavien palveluiden tulisi tarjota uusia mahdollisuuksia vientiin ja kotimaan liiketoimintaan suomalaisille yrityksille sekä samalla tuottaa selkeää lisäarvoa liikennejärjestelmän operaattoreille.

Ennakkonäkemyksiä ja tiekartta kattavat nykyisen ja ensi vuosikymmenen aikana odotettavissa olevan teknologian kehityksen, kokonaistalouden, politiikan ja organisatoriset suuntaukset ja haasteet yhtä lailla kuin suomalaisten yritysten ja VTT:n vahvuudet. Palveluiden tärkein uutuusarvo liittyy todennäköisesti liikkujien, kuljetusliikkeiden ja muiden yritysten kasvavaan merkitykseen uusina sidosryhminä varsinaisessa liikennejärjestelmän operoinnissa. Tämä on seurausta julkisen sektorin muuttuvasta roolista sekä keskustelevista (cooperative) ja sosiaaliseen mediaan perustuvista sovelluksista, jotka mullistavat palveluiden sisällön sekä palveluorganisaatioiden konseptin liikenteen alalla. Työ kattaa sekä meri- että tieliikenteen.

2. Menetelmä

Ventän (2004a) tiekartta eli roadmap on liiketoimintaan vaikuttavan oletetun tulevaisuuden ja ennakoitujen muutosten kartta. Tiekartta kuvaa markkinatrendejä, tarkastellun organisaation toimintaympäristössä tapahtuvia muutoksia ja teknologian elinkaaria, joista punoutuu konkreettisia tuotelinjasuunnitelmia. Tiekartassa otetaan huomioon yrityksen tavoitteet ja osaaminen ja luodaan yhteinen, mahdollisimman objektiivinen visio. Tiekarttoja tehdään myös toimialoittain, ja yleensä kansallisella tasolla, osoittamaan konkreettisia suuntia julkisesti rahoitetuille tutkimus- ja teknologiaohjelmille. Tiekarttaa voidaan myös pitää organisaation strategisena etenemissuunnitelmana.

Ventä jalosti tiekarttamenetelmää julkaisunsa (2004a) jälkeen ja tuotti yksinkertaistetun version tiekarttamenetelmästä. Tätä menetelmää havainnollistaa kuva 1 tiekartan eri vaiheista. Tiekartan laatiminen alkaa Visiolla, joka määrittää tulevaisuuden kuvan usean vuoden päässä. Visio kuvaa, minkälaisessa (liike)toiminnassa ja maailmassa organisaatio haluaa olla tavoitevuonna. Tämä tulevaisuuden maailma tulee kuvata ilman tieteellisiä tai teknisiä rajoitteita, toisin sanoen olettamalla, että kaikki tekniset ja teoreettiset haasteet on ratkaistu. Visio kuvaa ihannetilaa. (Ventä 2004b).

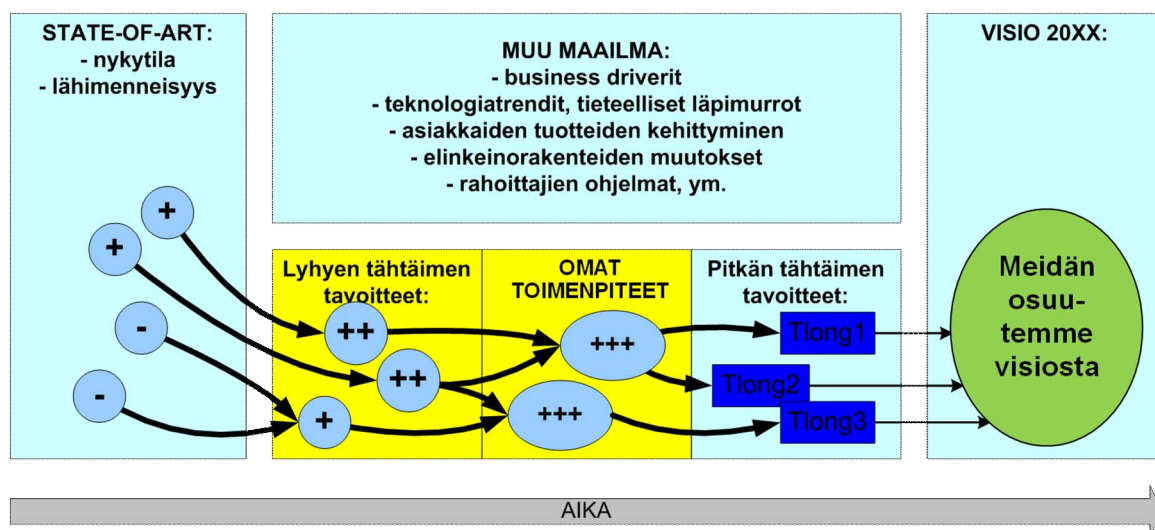


Kuva 1. Tiekartan vaiheet (Ventä 2004b).

Seuraavassa vaiheessa pohditaan, mitä tällä hetkellä ja tulevaisuudessa tapahtuu muualla maailmassa. Mitä muualla tapahtuu suhteessa määriteltyyn visioon? Mikä siinä on otettava meillä huomioon? Tässä vaiheessa tulisi analysoida kaikki oleellinen: kirjatut trendit, markkina-muutokset, läpimurrot jne. osaltaan havainnollistavat ja täydentävät visiota. Tässä vaiheessa kannattaa myös kysyä, onko visio edelleen pätevä ja selkiytyikö roolimme suhteessa yleisempään visioon?

Kolmannessa vaiheessa arvioidaan tämänhetkinen asioiden tila eli missä tälle hetkellä mennään etenkin suhteessa visioon ja mitä juuri nyt ollaan tai vastikään oltiin tekemässä.

Neljännessä vaiheessa määritetään oman organisaation toimenpiteet lyhyellä, keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä. Lyhyen ajan toimet ovat aika lähellä jo nyt tekeillä olevia asioita. Pitkän aikavälin toimien tulisi olla aika suoraan kytköksissä visioon ja tuottamassa sen osatekijöitä. Tässä vaiheessa tehdään varsinainen tiekartta eli laaditaan kehityspolut vaihtoehtoinen nykytilasta tulevaisuuteen ja vision synnyttämiseen (kuva 2). Ventän (2004b) mukaan tämä vaihe on prosessin vaativin osa, sillä valintojen tekeminen on sinänsä vaikeaa ja aika on tähän vaiheeseen tultaessa yleensä loppunut kesken eikä prosessia ole saatu vietyä loppuun.



Kuva 2. Varsinaisen tiekartan laatiminen (Ventä 2004b).

2.1 Työpajat

Tätä työtä tehtäessä pidettiin kaksi asiantuntijatyöpajaa. Niistä ensimmäinen oli 14.6.2011. Työpajassa työsti visiota sekä käytiin läpi liikennejärjestelmän operoinnin nykytilaa, teknologiakehitystä, haasteita ja kehittymismahdollisuuksia sekä meriliikenteessä. Työpajaan osallistuivat Alekski Uttula Liikenteen turvallisuusvirastosta, Tommi Arola ja Kari Hiltunen Liikennevirastosta, Petteri Portaankorva ja Yrjö Pilli-

2. Menetelmä

Sihvola Kaakkois-Suomen ELY-keskuksesta sekä Hanna Askola, Satu Innamaa, Risto Kulmala, Matti Kutila, Merja Penttinen, Matti Roine ja Armi Vilkmán VTT:stä.

Toinen työpaja pidettiin 19.9.2011. Työpajassa käytiin läpi liikenteenhallinnan haasteet ratkaisukeinoineen ja vastuutahoineen sekä pohdittiin tulevia toimenpiteitä lyhyellä, keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä. Työpajaan osallistuivat Marko Forsblom Liikenne- ja viestintäministeriöstä, Sami Luoma Liikennevirastosta, Mika Kulmala Tampereen kaupungilta sekä Satu Innamaa, Risto Kulmala, Hanna Askola, Elina Aittoniemi, Matti Kutila, Merja Penttinen, Pirkko Rämä ja Tapio Nyman VTT:stä.

3. Visio

Proaktiivinen operointi takaa, että liikennejärjestelmä toimii kokonaisuutena mahdollisimman tehokkaasti, turvallisesti ja ympäristöystävällisesti sekä täyttää käyttäjän odotukset kaikissa olosuhteissa.

Proaktiivinen operointi ennakoi liikenteen ongelmat ja poistaa tai ainakin lieventää niiden seurauksia jo ennalta. Operoinnilla vaikutetaan myös kulkutapajakaumaan ja liikkumisen edellytyksiin ja sitä kautta liikenteen kysyntään. Ajantasainen tilannekuva antaa edellytykset liikenneverkon aktiiviseen operointiin, jolla voidaan ennakolta minimoida häiriötilanteet ja niiden vaikutukset. Nykytilan lisäksi käytettävissä on lyhyen aikavälin ennuste. Tilatieto on pilvessä¹ kaikkien saatavilla.

Liikennejärjestelmäoperaattori määrittää liikenteenohjauksen suuret linjat. Päivittäinen liikenneverkon operointi on kussakin tilanteessa optimaalista, koska päivystäjät ovat koulutettuja, asiantuntevia ja motivoituja liikennejärjestelmän operointiin. Päivystäjien toiminta on muuttunut yksittäisten liikenteenohjausjärjestelmien tilan tarkkailusta liikenneverkon tilan tarkkailuun ja ohjaukseen.

Operoinnin rutiinitehtävät on automatisoitu, joten päivystäjä voi keskittyä poikkeustilanteiden operointiin. Häiriötilanteissa yksittäiset liikkujat välittävät poikkeustilannetietoa suoraan toisilleen. Häiriötilanteiden sattuessa kukin toimija tietää tehtävänsä ja toimii viipymättä ennalta sovittujen toiminta- ja ohjausmallien mukaisesti.

Yksittäiset liikkujat, niin ajoneuvot kuin niiden kuljettajat tai muut matkantekijät esimerkiksi matkapuhelimensa avustuksella, toimivat liikennetilanteen, sään ja kelin sekä ympäristön tilan antureina liikkueissa liikenneverkolla. Liikkumisen ohjauksessa sosiaalisella medially on merkittävä rooli. Liikkujilla ja operaattoreilla on käytössä kaikki liikkumiseen ja sen hallintaan tarvittava tieto ja palvelut. Heillä on käytössään monipalvelu- alustat, joiden kautta saatavat palvelut tukevat liikennejärjestelmän operoinnin tavoitteita

¹ Pilvitieto ja ohjelmat tallennetaan palvelimelle, josta niihin pääsee käsiksi mistä tahansa. Pilvipalveluihin liittyvät ominaisuudet: itsepalvelu, massahyödykehinnoittelu, läpinäkyvä skaalautuvuus, jaettu infra ja osoitettavuus (Siljamäki 2010).

3. Visio

tai eivät ainakaan toimi niitä vastaan. Yksittäiset liikkujatkin osallistuvat siten koko liikennejärjestelmän operointiin parantaen samalla järjestelmän toimivuutta itsensä kannalta.

Matka- ja kuljetusketjut kyetään ennakoimaan luotettavasti. Yksittäisten tavaraerien kulkua pystytään seuraamaan ja ennustamaan ajantasaisesti. Ohjaus jatkuu yli liikenne-
muotojen ja hallinnollisten rajojen.

4. Nykytila ja trendit

4.1 Nykytila

Nyt liikennekeskusten operaattorit valvovat pääasiassa yksittäisiä liikennekeskusten järjestelmiä ja reagoivat eri toimijoilta tuleviin häiriö- ja muihin ilmoituksiin. Liikennejärjestelmän operointia ei ole täysin automatisoitu ja operointi on osittain liikennekeskuspäivystäjän oman harkinnan varassa. Operointi ei jatku yli hallinnollisten tai liikennemuodollisten rajojen, vaan kukin operaattori ohjaa liikennettä omalla verkollaan, alueillaan ja terminaaleissa, kuten satamassa.

Tieliikenteessä liikennetilannetieto on peräisin pääosin infrastruktuuriin perustuvista pistemäisistä (LAM-asetat, tiesää- ja liikennekamerat) tai tieosakohtaisista ilmaisimista (matka-aikakamerat). Tieliikenteessä liikennetilannetietoa ei välitetä yli hallinnollisten rajojen, eikä kaupunkien alueella liikennetilannetietoa ole käytettävissä kaupungin hallinnoimilta kaduilta ja teiltä kattavasti. Meriliikenteessä kauko-ohjausjärjestelmien liikennetilannetieto on peräisin rannikoiden tutkakuvista, AIS-järjestelmästä sekä VHF-taajuuksilla ja sähköpostitse tulleista positio- ja ennakoilmoituksista. Meriliikenteessä hallinnolliset rajat ylittävää kansainvälistä yhteistyötä tehdään esimerkiksi Suomenlahden raportointijärjestelmässä (GOFREP). Meriliikenteen liikennetilannetieto on kansainvälisesti säädeltyä ja varsin kattavaa lukuun ottamatta pienimpiä kauppa-alueita, joitakin valtiollisia alueita sekä huviveneitä. Meriliikenteen sähköisessä toimintaympäristössä alusten ja kuljetusyksiköiden liikennetilannetietoa kerätään viranomaisten, satamien ja operaattoreiden ylläpitämistä eritasoisista järjestelmistä.

Säätiieto itsessään ennusteet mukaan lukien on maantieteellisesti kattavaa yli hallinnollisten rajojen. Tiesäätieta kerätään noin 400 kiinteältä asemalta, ja havaintoja tukee yli 500 tiesää- ja liikennekameraa. Lisäksi ollaan kehittämässä keli- ja kitkatiedon laajamittaista keruuta liikkuvien anturien avulla.

Liikennevirasto antaa Digitraffic-palvelun kautta palveluntuottajien käyttöön keräämänsä ja ostamansa ajantasaisen tiedon liikennejärjestelmän tilasta.

Kaikki mittaustieto ei ole ajantasaisten sovellusten käytettävissä, ja tiedonkulussa on erisuuruisia ja jopa vaihtelevia viipeitä. Tietolajeja tarkastellaan liikennejärjestelmän

4. Nykytila ja trendit

aktiivisessa operointityössä yksittäin, eikä älykkäitä liikennetiedon jalostus- ja yhdistelymenetelmiä ole käytössä.

Häiriöiden hallinnan kehittämisen koordinointi on vuodesta 2010 ollut Liikenneviraston vastuulla. Yhteisten toimintamallien, häiriönhallintasuunnitelmien ja kattavien varareittiverkostojen laatiminen on aloitettu.

4.2 Teknologiatrendit

Älykkäät, yhteen kytketyt osat muodostavat tulevaisuudessa verkkoja uudenlaisten palveluiden pohjaksi, joissa fyysinen ja digitaalinen/virtuaalinen maailma yhdistyvät. Internet-palveluiden laajassa käyttöönotossa on alkamassa uusi vaihe, mikä tuo mahdollisuuksia ja haasteita. Jokaisella yksittäisellä esineellä ja asialla on oma yksiselitteinen internet-tunnuksensa, myös liikenteessä. Tämä mahdollistaa liikennejärjestelmien yksittäisten osien ja myös liikkujien (heidän tämän salliessaan) tilan jatkuvan seurannan ja sen avulla palvelemisen eri palveluilla. Verkko-osoitteiden kasvutarpeen vuoksi liikenteen alueella tullaan siirtymään IPv6-pohjaiseen osoitevaruuteen nopeammin kuin kotiverkoissa. Pilvipalvelut mahdollistavat palvelujen käytön kaikkialta, mistä vain on internet-yhteys. Edelleen tulevaisuuden ajoneuvot tulevat sisältämään käyttöjärjestelmän ja rajapinnat, joilla ohjelmistotoimittajat voivat keinotekoisesti lisätä tai muokata ajoneuvon ominaisuuksia ja käyttöympäristöä. Euroopan laajuinen tai merialueellinen palvelualusta mahdollistaa palveluiden toimimisen yli valtiorajojen.

Tieliikennejärjestelmän operoinnissa pyritään yhteiseurooppalaiseen operointiin. Tämä tarkoittaa sitä, etteivät tienkäyttäjän palvelut ja operoinnin taso muutu valtakunnan rajalla, vaan palvelut tuntuvat kaikkialla käyttäjien kannalta samantapaisilta ja siten helposti käytettäviltä. Tieliikenteessä EU:n älyliikenteen toimenpideohjelma (EU ITS Action Plan) ja direktiivi (Directive 2010/40/EU) tähtäävät Euroopan laajuisiin palveluihin ja niiden laajamittaiseen toteuttamiseen.

Liikennetiedon kerääminen ja käsittely monipuolistuu tulevaisuudessa. Nykyisellään liikenteen monitoroinnin ja datan jalostamisen hoitajina toimii yksi ja sama toimija. Tulevaisuudessa tullaan näkemään datan keräämiseen erikoistuneita osapuolia, jotka myyvät tietonsa niitä jalostaville ja hyödyntäville osapuolille. Jopa yksittäiset ajoneuvojen käyttäjät voivat kerätä dataa myyntitarkoitukseen tätä varten rakennetuilla sähköisillä markkinapaikoilla.

Sähköisten palveluiden vaatimus meriliikenteessä on kasvamassa tulevien EU-direktiivien myötä, minkä lisäksi yritykset käyttävät palveluita yhä enemmän. Toisista liikennemuodoista opittua voidaan hyödyntää meriliikenteessä tiedonvaihdossa sekä operatiivisessa toiminnassa. Meriliikenteen sähköisen toimintaympäristön palvelut ovat kehittymässä normaalien palveluiden oheen, jossa niiden tehtävänä on jakaa tietoa niin aluksella kuin maissa ja pitää logistinen ketju eheänä. Merikuljetuksissa ja multimodaalisissa kuljetuksissa pyritään taloudellisiin kuljetusnopeuksiin ja polttoaineenkulutuksiin

sekä päästöjen vähentämiseen lisäämällä tehokasta tiedonvälitystä satamaoperaattorin ja aluksen välillä. Alueellisten olosuhdetietojen laadukas välittäminen ja automatisointi auttavat päätöksenteossa ja korvaavat osan rutiininomaisista toiminnoista, mutta ne eivät pysty korvaamaan kuljettajaa.

Liikenteen sähköistyminen tuo tieliikenteeseen uusia haasteita. Sähköautojen toimintasäde on alkuvaiheessa lyhyt, noin 50 km. Sähköautoille pitää rakentaa kokonaan uusi palveluinfrastruktuuri, joka mahdollistaa auton akkujen lataamisen tai vaihtamisen ja älykkäät, ennalta varattavat pysäköintipaikat.

Liikenteen automaatio etenee jatkuvasti. Tulevaisuudessa ajoneuvoista tulee entistä älykkäämpiä ja ne puuttuvat ajamiseen, mikäli kuljettaja tekee virheen tai ei ole kykenevä suorittamaan ajotehtävää. Automaatio lisää liikennejärjestelmän tehokkuutta ja turvallisuutta poistamalla inhimillisen suorituskyvyn ja virheiden aiheuttamia rajoituksia. Automaatio voi myös aiheuttaa uusia ongelmia ja epävakautta liikennejärjestelmään joissakin tilanteissa.

Uuden teknologian käyttöönotto liikennesektorilla ja samalla siihen liittyvät riskit ovat siirtymässä entistä enemmän yrityksille, kun julkisen sektorin toimijat ulkoistavat toimintonsa ja muuttuvat entistä enemmän tekijöistä tilaajiksi.

4.3 Haasteet

Liikennejärjestelmän operoinnin kehittämisessä on haasteena saada järjestelmät tai palvelut T & K -esimerkeistä kypsään, toimivaan liiketoimintaan. On haaste kehittää palvelun tuottamisen arvoketjuja siten, että toiminta olisi eri osapuolille kannattavaa. Ihmiset, yritykset ja muut toimijat ovat tottuneet saamaan liikenteen palveluja hyvin edulliseen hintaan, ellei ilmaiseksi. Kun tieto on aidosti ajantasaista ja tuo selkeän lisäarvon käyttäjälle, palveluille syntyy myös maksullista kysyntää ja palvelut muuttuvat kannattaviksi. On tärkeää rajata, missä yksityinen sektori toimii ihan itsenäisesti eikä kaipaa julkista sektoria ja sen taloudellista subventiota. Jos julkinen sektori ostaa jotain yksityissektorilta esimerkiksi ulkoistamalla toimintaansa, se ei ole puhtaasti markkinaehtoista toimintaa. Julkisten palveluiden ilmaisuus voi olla este toimiville markkinoille. Toisaalta Suomen kaltaisessa maassa liikennepalvelujen markkinat voivat olla liian pienet laajamittaiselle puhtaasti markkinaehtoiselle liikennepalveluliiketoiminnalle.

Älykkään liikennejärjestelmän suunnittelussa pitää pystyä määrittämään kohde, jonka kannalta parempaa liikennejärjestelmää tai sen yksityiskohtia luodaan. Kohde voi olla paitsi liikkujia tai kulkuneuvon kuljettajia myös esimerkiksi liikennejärjestelmäoperaattori, kuljetusyritys, satama tai kaupunki.

Joukkoliikenteen houkuttelevuutta tulisi parantaa niin hintojen kuin saavutettavuuden ja vuorovälienkin osalta. Matkaketjut pitäisi saada toimiviksi. On kuitenkin haaste saada joukkoliikenne kustannustehokkaaksi. Älyliikenteen avulla joukkoliikenteestä voidaan tehdä houkutteleva vaihtoehto ennen matkaa ja siihen liittyvän kulkutavan valintaa. Tähän

4. Nykytila ja trendit

tarvittaisiin kaikki liikennemuodot kattava dynaaminen reittiopas. Raide- ja bussiliikenne ovat kuitenkin perinteisesti olleet toistensa kilpailijoita, joten reittioppaan toteuttaminen ja ylläpitäminen on haasteellista.

Älyliikenteessä syntyy kehittämisen kautta usein palveluja, joita ihmiset eivät ole aiemmin osanneet haluta. Osa palveluista epäonnistuu, mutta osa onnistuu ja löytää riittävän asiakaspotentiaalin. Mainostajan tai laitevalmistajan maksuhalukkuus voi riittää, käyttäjän ei välttämättä tarvitse maksaa palvelusta paljon. Ansaintaketjut ja -verkot voivat olla monimutkaisia. Ansaintaverkoista pitää löytää toimijoita, joille palvelu tuo lisähyötyjä ja joilla löytyy maksuhalukkuutta. Yksityinen käyttäjä ei välttämättä ole valmis maksamaan palvelusta paljoakaan. Palvelu täytyisi saada jatkumaan niin vetovoimaisena, että käyttäjäkunta on riittävän pysyvä. Tällöin palvelu ei päädy yhteiskunnan maksettavaksi.

Tietoverkot ovat olemassa, mutta tiedon siirtämisessä ja jakamisessa on yhä ongelmia. On haasteellista saada tieto niin luotettavaksi ja kattavaksi, että kaikki järjestelmät saadaan toimimaan hyvin. Lisäksi tekijänoikeusasioihin pitäisi löytää oikeat ratkaisut. Yritysten motivaatiota jakaa hallitusti tietoa kuljetusyksiköiden reiteistä ja volyymeista pitäisi pyrkiä lisäämään kuljetus- ja toimitusketjun tehostamiseksi niin, että hyvin kilpaillut markkinat pystytään säilyttämään.

Uusien räätälöityjen palveluiden tuottaminen ja yksittäisten liikkujien sekä ajoneuvojen anturitiedon keruu tuovat haasteen yksityisyyden suojan säilyttämisestä. Yksittäisen liikkujan seuranta ja sitä koskevan tiedon hakkerointi ovat mahdollisia. Vaikka hyvin suuri osa liikkujista ei piittaakaan yksityisyydestään, on kuitenkin eri asia, jos tiedot ovat jonkun tiedossa, kuin jos ne menevät hallitsemattomasti kolmansille osapuolille.

On haaste saada yksittäisten ihmisten, yritysten ja muiden toimijoiden valinnat tukemaan älyliikenteen vision saavuttamista. Vaikka ajoneuvot kehittyvät ja niihin tulee tehdasasenteisesti uudet palvelut mahdollistavia alustoja jne., ongelmana on kaikkialla, mutta etenkin Suomessa, autokannan hidaskäytön uudistuminen. Suomen merialueilla liikkuva aluskanta uudistuu vielä paljon autokantaakin hitaammin, mutta toisaalta aluksia usein muunnellaan käyttöaikanaan sekä kansainvälisen lainsäädännön että tehokkaamman operoinnin takia.

Meriliikenteessä lainsäädäntö muuttuu hitaasti teknologian kehitykseen nähden, minkä takia sähköisiä navigointipalveluita ei saada toimintaan nopeasti. Meriliikenne kulkee usein monien kansallisten alueiden läpi, minkä vuoksi kansallisen lainsäädännön vaihtelevuus aiheuttaisi ongelmia. Kansainvälisen Merenkulkujärjestön (IMO) valmisteleman lainsäädännön pitää olla yhtenäistä ja kattavaa operatiivisen toiminnan takaamiseksi, ja siksi päätöksenteko vie paljon aikaa. Oman haasteensa aluskohtaiseen automatisointiin meriliikenteessä antaa sää- ja liikenneolosuhteiltaan vaihteleva ympäristö, jossa alus voi olla fyysisesti muiden saavuttamattomissa. Aluksen ohjailuautomaatiikan lisääminen voi vaikuttaa häiriötilanteissa toimimiseen ja siitä palautumiseen, joten alusta kuljettavan koulutuksen ja ammattitaidon taso poikkeamatilanteiden varalle olisi turvattava ja reagointikyky vaaratilanteissa taattava.

Tällä hetkellä haasteena on eri kaupunkien ja satamien heterogeisuus liikennejärjestelmän operoinnin kannalta. Niin liikenneongelmat kuin operointipotentiali ovat hyvin erilaisia. Tieliikenteen suurimmat ongelmat sijoittuvat kaupunkiseuduille, joiden liikennejärjestelmissä on lukuisia toimijoita ja siirtymäpintoja toimijalta toiselle. On vaikea saada kehitettyä monistettavia palveluja, jos jokainen kaupunkiseutu haluaa juuri itselleen räätälöityjä palveluja. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksissa yhdenmukais-
tamisessa ollaan pidemmällä kuin kaupunkisektorilla, mutta ei vielä tavoitetilanteessa. On haasteellista tukea liikennejärjestelmän kehittämisen kautta Suomen elinkeinoelämän kilpailukykyä kaikkialla Suomessa. Suomen tieverkko ja liikenteen välityskyky tulisi hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti kaikissa oloissa maan eri osissa.

Tieliikennejärjestelmää kehitettäessä julkisen ja yksityisen sektorin tulisi tiivistää yhteistyötään. Tällä hetkellä julkinen sektori luo mm. standardeja, joiden mukaan järjestelmiä voidaan yhdenmukaistaa, mutta ohjelmistot tuottaa yksityinen sektori, joka ei aina ole ajan tasalla mm. standardoinnissa. Kun liikennejärjestelmän operointiin tulee uusia toimijoita erilaisten yksittäistä autoilijaa palvelevien kuljettajan tukijärjestelmien kautta, myös vastuut muuttuvat. Järjestelmät tulee saada toimimaan yhteen niin teknisesti kuin toiminnallisestikin, mikä on haastavaa.

Liikennejärjestelmälle ja -verkolle tulisi määrittää liikennepoliittisella tasolla toimivuustavoitteet, mutta on pohdittava, miten kaikki osapuolet saadaan sitoutumaan niihin. Toimivuustavoitteet ovat välttämättömyys mm. toimintojen ulkoistamiselle. Lisäksi julkisen ja yksityisen sektorin rooli tulisi saada selväksi: on ongelmallista, kun yksityinen palveluntarjoaja antaa yksilöoptimin asiakkaalleen, mutta julkinen tarjoaja tähtää yhteiskuntaoptimiin kaikkien liikennejärjestelmän käyttäjien kannalta.

Merialueiden lisäksi myös kanavat ja sisävedet tarvitsevat liikenteenhallintaa kaukovalvontalaitteiden lisäksi. Kanavat ja sisävedet voisivat antaa alueellisia mahdollisuuksia kuljetusketjujen tehostamiseen varsinkin yhteysreitteinä sisävesiltä maailmalle Suomen kilpailukyvyn turvaamiseksi. Suomen talvi asettaa omat rajoituksensa, koska esimerkiksi Saimaan kanava on suljettu noin 5 kk vuodessa fyysisen esteen vuoksi. Talvikaudella sisävesikuljetusten rahtivirta siirtyy muihin liikennemuotoihin varsinkin Saimaalla, mutta ankarina jäätalvina myös Perämerellä.

4.4 Keinot

Liikennejärjestelmän innovatiivisen operoinnin kehittämisessä tulisi hyödyntää harkittua ulkoistamista ja toimivia PPP- eli Public-Private-Partnership-malleja. Standardoinnissa pitäisi saada kulloinkin kaikki oleelliset toimijat ja tasot työhön mukaan. Suomessa kannattanee keskittyä erityisesti niihin alueisiin, joissa Suomi jo on maailman kärkimaita, kuten talviliikenteenhallintaan ja mobiileihin palveluihin. Esimerkiksi ilmastonmuutoksen tai äärisääilmiöiden tietotaito ja teknologia voivat olla vientimahdollisuuksia suomalaisille yrityksille. Tienpinnan tilatieto talviolosuhteissa on tärkeimpiä liikenteen turvallisuus-

4. Nykytila ja trendit

tietolajeja laajasti Euroopassa. Perämerellä tuotetaan yhdessä ruotsalaisten kanssa laadukkaita jäänmurtopalveluita, jotka voitaisiin laajentaa tiiviiksi yhteistyöksi Suomenlahdella venäläisten kanssa. Ilmastonmuutos myös lisää laivaliikennettä pohjoisessa koillisväylällä. Suomalaisilla on sekä kokemusta että teknologiaa, jotka tukevat kulke- mista jääolosuhteissa.

Merkittävä määrä julkista rahoitusta tulisi jatkossakin osoittaa turvallisiin ja kestäviin liikennejärjestelmiin. On taattava riittävä satsaus sekä perustutkimukseen että hyvin suunnattuun soveltavaan T & K -työhön. Julkisen sektorin osuus voisi olla saada järjestelmät keskustelemaan keskenään ja yksityisen sektorin osuus saada ohjelmistot keskustelemaan keskenään. Toimintatapojen tulisi suosia innovaatioita. Älyliikenteen eri osapuolet pitäisi tuoda liikennejärjestelmän operoinnissa yhteen. Liikennejärjestelmän operoinnin pitäisi olla itseoppivaa², ja itseoppivuuden pitäisi olla helposti hyödynnettävissä.

Tuo lisäarvoa, jos tieto jalostetaan palveluksi. Lisäksi palvelualustalla on lisäarvo, jos se takaa, että palvelu on helposti saatavilla. Tietolajien älykäs ja tehokas yhdistäminen ja kokonaisvaltainen hyödyntäminen auttavat luomaan kattavan tilannekuvan liikennejärjestelmän tilasta, joka on edellytys mm. liikennejärjestelmän operoinnille. Tietolajeja on nykyään useaa tyyppiä: dynaamisia tai staattisia, itse tuotettuja, hankittuja tai sosiaalisen median kautta tulevia jne. Osa tiedosta on tarkastettua, osa ei. Tiedon laadun pitäisi olla yhdistettynä tietoon. Olisi tärkeää, että tieto olisi helposti hyödynnettävissä myös ajantasaisen palvelun tarjoajille.

Aktiivisen liikennejärjestelmän operoinnin perusedellytys on laadukas, kaikki kulku- muodot kattava metatason kuva järjestelmästä, joka sisältäisi sekä staattisen että dynaamisen tason. Tällainen kuva tukisi myös sitä, että yksityisten palveluntarjoajien olisi helpompi tukea yhteisiä liikennejärjestelmän operoinnin tavoitteita. Esimerkkinä voisi olla maailman paras tieliikenteen tilannekuva, jota tuottaisi pääkaupunkiseudun kokoisella alueella 10 000–20 000 ajoneuvoa yhdistettynä monipalvelumalliin. Vaihtuva, olosuhteisiin reagoiva liikenteenohjaustieto voitaisiin toimittaa osallisajoneuvoihin. Älykkäiden ajoneuvojen penetraatio pitäisi saada riittävän suureksi koalueella.

Tieväylien välityskyky on rajallinen eikä sitä voida kasvattaa kysynnän kasvun mukaisesti kuin harvoin. Tieliikennejärjestelmän tehokkuutta saataisiin kasvatettua hyödyntämällä paremmin kuormakapasiteettia sekä henkilö- että tavaraliikenteessä ja edistämällä joukkoliikennettä. Tosin on hyvä pitää mielessä, että Suomen kaltaisessa harvaanasutussa maassa joukkoliikenteen mahdollisuudet ovat rajalliset ja tiekapasiteettia jää monin paikoin käyttämättä. Yksityinen joukkoliikenne voisi sopia harvemmin asu- tuille alueille Suomessa. Liikennevalojen älykäs ohjaus tasaa virtaa kaupungeissa; matka- aikaan perustuva nopeusvalvonta voisi tasata liikennevirtaa tehokkaasti maaseudulla.

² Operointijärjestelmä on itseoppiva, jos se oppii aiemmista virheistään ja väärin valituista toimenpiteistä siten, että tulevaisuudessa vastaavissa tilanteissa valitaan parempi toimenpide.

Liikenteen ohjaus voisi tulla jo nyt jossakin muodossa autoon sisään, jolloin liikennejärjestelmän operoinnin luonne muuttuu ja siihen tulee uusia mahdollisuuksia. Autojen sisään voidaan mm. antaa tilannekuvaan perustuvia nopeus- ja reittisuosituksia. Ihanne-tilanne ei aina ole se, että kaikki ajoneuvot saavat saman tiedon.

Liikennejärjestelmän innovatiivisen operoinnin kehittämistä varten pitäisi luoda älykäs, riittävän iso kokeilualue, kuten Helsinki–Pietari-korridoori, jolla esiteltäisiin palveluja kuluttajille ja kansainvälisille asiakkaille. Suomella olisi hyvät mahdollisuudet myös sähköisessä merenkulussa pilotointihankkeiden ja -kokeilujen suunnittelussa ja toteuttamisessa. Varsinkin sähköistä tullausta ja AREX-järjestelmää voitaisiin kehittää EU:n ja Venäjän välisen liikenteen näkökulmasta. Tilaajan tietopalvelun lisäksi voitaisiin luoda mahdollisuus optimoida itse nopein tai halvin reitti.

Liikennejärjestelmää kehitettäessä pitäisi yrittää saada aikaan kestäviä ratkaisuja eikä niin, että ongelmia ratkaistaan vain pariksi vuodeksi kerrallaan. Lisäksi liikennepoliittisia ongelmia pitäisi pystyä ratkomaan koealueella, jotta ne saataisiin myöhemmin laajennettua koko maahan. Ympäristöllinen näkökanta voi olla merkittävä. Esimerkiksi ”vihreä moottoritie” -hanke katalysoi ympärillään olevaa liiketoimintaa.

Itämeren alueella olisi hyvä pilotoida meriliikenteen uusia sovelluksia ja järjestelmiä, sillä alueella on aktiivisia toimijoita. Lisäksi EU:n rahoitusohjelmien odotetaan antavan rahoitusta Itämeren alueen hankkeille. Alueellisena mahdollisuutena pidetään myös logististen ketjujen kehittämistä. Sujuva, turvallinen, ennakoitava ja tehokas meriliikenne parantaa Suomen elinkeinoelämän menestystä sekä meriklusterin näkökulmasta että koko vientiteollisuuden kannalta. Suomen meriklusterissa on menestyksekkästä teknologiaa ainakin jäänmurtajia ja risteilyaluksia valmistavilla telakoilla, turvalaitevalmistajilla sekä ohjelmistoyrityksillä. Turvallisia meriliikenteen järjestelmiä suunnittelevat ja valmistavat muun muassa Napa, Furuno ja Eniram.

Suomella on mahdollisuuksia myös liikenteen automatisoinnin liittyvien ICT-järjestelmien kehittämisessä. Tieliikenteen automatisoinnissa mahdollisuuksia tarjoaa tienpinnan ja yleensä ympäristön havainnointi, joka antaa automatisoidun ajon palveluiden lisäksi laadukasta ajantasaista tilatietoa mm. liikennejärjestelmän operointipalveluille. Lisäksi automatisoitujen työkoneiden kehittäminen on Suomessa kansainvälisesti korkealla tasolla, joten siihen liittyvää osaamista tulisi pyrkiä soveltamaan myös liikenteessä.

Haasteista ja ratkaisukeinoista on esitetty yhteenveto taulukossa 1.

4. Nykytila ja trendit

Taulukko 1. Yhteenveto liikennejärjestelmän operoinnin haasteista ja ratkaisukeinoista.

Haaste	Keino	Vastuutahot
Järjestelmät ja palvelut T & K -esimerkeistä toimivaan liiketoimintaan (kannattavuus, palveluiden vetovoimaisuus)	<ul style="list-style-type: none"> – PPP-mallit, harkittu ulkoistaminen – keskittyminen Suomen kärkialueisiin – julkisen rahoituksen varmistaminen jatkossakin Kestävät ratkaisut kokeilualueiden kautta: <ul style="list-style-type: none"> – älykäs, riittävän iso kokeilualue (esim. Helsinki–Pietari) – futuristinen testialue (esim. Tampereen ITS Factory), jossa vuoden 2020 yhteistoiminnallista ajamista voidaan testata jo nyt – pilotointihankkeita sähköisen merenkulun osa-alueella 	liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto, kunnat, yritykset
Liikennejärjestelmän toimivuustavoitteet sekä yksityisen ja julkisen sektorin roolit epäselviä	<ul style="list-style-type: none"> – yhteistyön tiivistäminen – toimivuustavoitteiden määrittäminen tie- ja meriliikenteelle 	liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto, kunnat
Liikennejärjestelmän tehokkuuden lisääminen ja elinkeinoelämän kilpailukyvyyn tukeminen kaikkialla Suomessa	<ul style="list-style-type: none"> – kuormituskapasiteetin tehokas hyödyntäminen henkilö- ja tavaraliikenteessä – liikennevalojen älykäs ohjaus, matka-aikaan perustuva nopeusvalvonta – ajoneuvokohtainen liikenteen ohjaus – raportointijärjestelmien sujuvoittaminen – laadukas, kaikki kulkumuodot kattava metatason tilannekuva järjestelmästä – liikenteen automatisoinnin kehittäminen 	Liikennevirasto, kunnat, poliisi, liikenne- ja viestintäministeriö, yritykset
Järjestelmien tekninen ja toiminnallinen yhteentoimivuus	<ul style="list-style-type: none"> – yhteistyön tiivistäminen, kaikki toimijat ja tasot mukaan 	liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto, hätäkeskukset
Eri kaupunkien ja satamien heterogeenisuus	<ul style="list-style-type: none"> – älyliikenteen osapuolten yhteentoiminta liikennejärjestelmän operoinnissa – itseoppiva operointi – yhteistyön rahallinen tukeminen 	Kuntaliitto, ympäristöministeriö, ELY-keskukset, liikenne- ja viestintäministeriö, yksityiset toimijat
Sää- ja liikenneolosuhteiltaan vaihteleva ympäristö	<ul style="list-style-type: none"> – ilmastonmuutoksen tai äärisääilmiöiden tietotaidon ja teknologian kehittäminen – jäänmurtopalveluiden laajentaminen Suomenlahdella Venäjän kanssa 	Ilmatieteen laitos, Foreca, Liikennevirasto, liikenne- ja viestintäministeriö, TEKES, Vaisala

4. Nykytila ja trendit

Haaste	Keino	Vastuutahot
Houkutteleva ja kustannustehokas joukkoliikenne (ml. kaikki liikenne- muodot kattava dynaaminen reittiopas)	<ul style="list-style-type: none"> – yhteistyön tiivistäminen, kaikki toimijat ja tasot mukaan – yksityinen joukkoliikenne haja-asutus- alueilla 	kunnat, liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto
Yksittäisten ihmisten, yritysten ja muiden toimijoiden tuki älyliikenteen vision saavuttamisessa (auto- ja aluskannan hidas uusiutuminen)	<ul style="list-style-type: none"> – verotus/kannustus – tiedotus 	liikenne- ja viestintäministeriö, valtiovarainministeriö
Tiedon luotettavuus ja kattavuus, tekijänoikeudet	– eri tietolajien tehokas yhdistäminen ja kokonaisvaltainen hyödyntäminen	liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto, Trafi
Meriliikenne: lainsäädännön hitaus suhteessa teknologian kehitykseen	– olla mukana IMO:n toiminnassa ja sen ohjaamassa kehitystyössä	kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO, EU, liikenne- ja viestintäministeriö, Trafi
Yksityisyyden suoja	– ohjeistus ja lainsäädäntö yksityisyyden suojaamiseen	Trafi, Liikennevirasto, liikenne- ja viestintäministeriö, oikeusministeriö

5. Tiekartta

5.1 Lyhyen aikavälin toimenpiteet

Tässä työssä oli tarkoituksena kehittää ennakkonäkemyks ja tiekartta innovatiivisille liikennejärjestelmän operoinnin palveluille 10–20 vuoden päähän lupaavimpien palvelutyyppeiden valitsemiseksi. Palveluiden tuli tarjota uusia mahdollisuuksia vientiin ja kotimaan liiketoimintaan suomalaisille yrityksille sekä samalla tuottaa selkeää lisäarvoa liikennejärjestelmän operaattoreille. VTT:n älyliikenteen innovaatio-ohjelma INTRANSin tavoitteena on edistää liikenteen turvallisuutta, sujuvuutta ja ympäristöystävällisyyttä hyödyntämällä uusia innovatiivisia palveluja ja teknologiaa. Työ tehtiin osana INTRANS-ohjelmaa. Lyhyen aikavälin toimenpiteiksi valittiin ne, jotka on mahdollista toteuttaa tai ainakin aloittaa INTRANS-ohjelman puitteissa vuoden 2013 loppuun mennessä.

VTT:n toimenpiteet:

- Kehittää toimivia liiketoimintamalleja, mikäli liikennejärjestelmän operointi ulkoistetaan vielä nykyistä laajemmin (innovatiiviset PPP-mallit, joissa ostetaan operoinnin sijaan liikennejärjestelmän toimivuutta tai tehokkuutta).
- Kehittää toimiva, yhtenäinen koaluekonsepti ”ITS Test Site Finland”, jonka alle esim. Tampereen ITS Factory ja Helsinki–Pietari-älykäytävä (ml. älykkäät rajaliikennepalvelut) kuuluisivat. Koaluetta isännöisi Liikennevirasto, rajaliikennepalveluista osavastuussa olisi myös Kaakkois-Suomen ELY-keskus.
- Tunnistaa kaupunkien liikenteen operoinnin ja liikennejärjestelmien yhteentoimivuuden esteitä, ja kehittää keinoja poistaa niitä. Tavoitteena on yhtenäiset toimintatavat; toteuttaminen on kaupunkien tehtävä.
- Lisätä tiedon laatua ja monipuolisuutta liikenteen seurantajärjestelmiä ja datafuusiota kehittämällä.
- Tunnistaa liikennemuotojen välisten solmukohtien informaatiojärjestelmien tietotarpeita.

- Osallistua älykkään meriliikenteen ja sen säätelyn kansainväliseen kehitystyöhön (IMO, IALA); esim. AIS+-järjestelmä (tuulitietojen ajantasainen välittäminen graafisesti laivoille) ja meriliikenteen automaattinen ajantasainen riskitunnistusjärjestelmä.

Muiden organisaatioiden toimenpiteet:

- Liikenne- ja viestintäministeriö, ITS Finland: aktiivinen tiedottaminen älyliikenteen vision jalkauttamiseksi.
- Liikennevirasto: Tehokkaan matka-aikatiedon tuottamismenetelmän kehittäminen (esim. tienvarsijärjestelmät, FMD, bluetooth). VTT osallistuu kehitystyöhön ja arviointiin.
- Liikennevirasto, liikenne- ja viestintäministeriö, Helsingin seudun liikenne (HSL), kunnat: Mobiilimaksujärjestelmän kehittäminen joukkoliikenteeseen. VTT osallistuu kehitystyöhön ja arviointiin.
- Liikennevirasto, liikenne- ja viestintäministeriö, HSL, kunnat: aidosti komodaalisen reittioppaan kehittäminen (ml. henkilöauto, linja-auto, juna, taksi jne.); VTT osallistuu kehitystyöhön ja arviointiin
- Liikenne- ja viestintäministeriö: Toimivuustavoitteiden määrittäminen liikennejärjestelmälle (ml. tiet, kadut, rautatiet, vesiväylät). VTT osallistuu kehitystyöhön ja arviointiin.

5.2 Keskipitkän aikavälin toimenpiteet

Tiekartan keskipitkän aikavälin toimenpiteillä tarkoitetaan vuoteen 2020 mennessä toteutettuja toimenpiteitä on lueteltu alla.

VTT:n toimenpiteet:

- liikenteen automatisoinnin kehittäminen (ml. automaattinen laiva)
- ajoneuvokohtaisen liikenteen hallinnan kehittäminen (kooperatiiviset järjestelmät)
- toimintamallin luominen sähköautoilun yhdistämiseksi matkaketjuun
- yhteistoiminnallisen liikenteen järjestelmien/palveluiden kehittäminen.

Muiden organisaatioiden toimenpiteet:

- Liikennejärjestelmän operaattorit: laadukkaan, kaikki kulkumuodot kattavan metatason tilannekuvan kehittäminen liikennejärjestelmälle. VTT osallistuu kehitystyöhön ja arviointiin.
- Liikennejärjestelmän operaattorit: proaktiiviset itseoppivat liikenneverkon opeointityökalut. VTT osallistuu kehitystyöhön ja arviointiin.

5. Tiekartta

- Liikennevirasto, Foreca, Ilmatieteen laitos, ELY-keskukset, Vaisala: äärisääilmiöiden liikenteellisten vaikutusten ennakointi ja tunnistaminen. VTT osallistuu työhön.
- Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto, Trafi, ELY-keskukset, liikennejärjestelmän operaattorit: koko maan kattava, yhteentoimiva maksu- ja ajantasainen tietojärjestelmä yli liikennemuotojen. VTT osallistuu kehitystyöhön ja arviointiin.
- Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto: sähköautojen palvelujärjestelmän kehittäminen ja pilotointi. VTT osallistuu kehitystyöhön ja arviointiin.

5.3 Pitkän aikavälin toimenpiteet

Tiekartan pitkän aikavälin toimenpiteillä tarkoitetaan vuoteen 2030 mennessä toteutettavia toimenpiteitä.

- Älykäs ja mukautuva liikenneinfrastruktuuri laajoilla koealueilla: liikenteenohjausviestit välitetään sähköisesti ajoneuvoihin. Näitä viestejä ja niiden taustalla olevaa ohjausstrategiaa tai -taktiikkaa muutetaan ajoneuvoilta saadun palautteen mukaan, jotta liikennejärjestelmän tehokkuus saadaan optimoitua.
- Täysin mukautuva, avoin, modulaarinen pilvessä toimiva, globaali monipalvelualusta täysimittaisesti toteutettuna.
- Automaattinen liikenne (ml. ajoneuvot/kulkuvälineet ja operointi, jossa ajoneuvojen nopeus ja muu toiminta säätyy automaattisesti esimerkiksi operaattorien antamien varoitusten mukaisesti) laajoilla koealueilla.

6. Yhteenveto

VTT:n älyliikenteen innovaatio-ohjelma INTRANSin tavoitteena on edistää liikenteen turvallisuutta, sujuvuutta ja ympäristöystävällisyyttä kehittämällä uusia innovatiivisia palveluja ja teknologiaratkaisuja. Tässä työssä oli tarkoituksena kehittää ennakkonäkemyksiä ja tiekartta innovatiivisille liikennejärjestelmän operoinnin palveluille 10–20 vuoden päähän, jotta lupaavimmat palvelutyypit voitaisiin tunnistaa ja ottaa kehitettäväksi. Palveluiden tulisi tarjota uusia mahdollisuuksia vieniin ja kotimaan liiketoimintaan suomalaisille yrityksille sekä samalla tuottaa selkeää lisäarvoa liikennejärjestelmän operaattoreille.

Työ perustui Ventän tiekarttamenetelmään ja kahteen asiantuntijatyöpajaan, joissa oli edustajat VTT:n lisäksi liikenne- ja viestintäministeriöstä, Liikennevirastosta, Liikenteen turvallisuusvirastosta (Trafi), Kaakkois-Suomen ELY-keskuksesta ja Tampereen kaupungilta.

Työssä kehitettiin visio: ”Proaktiivinen operointi takaa, että liikennejärjestelmä toimii kokonaisuutena mahdollisimman tehokkaasti ja täyttää käyttäjän odotukset kaikissa olosuhteissa.” Visiossa operoinnilla vaikutetaan kulutapajakaumaan ja liikkumisen edellytyksiin ja sitä kautta liikenteen kysyntään. Ajantasainen tilannekuva antaa edellytykset liikenneverkon aktiiviseen operointiin, ja liikennejärjestelmäoperaattori määrittää liikenteenohjauksen suuret linjat. Päivystäjien toiminta on muuttunut yksittäisten liikenteenohjausjärjestelmien tilan tarkkailusta liikenneverkon tilan tarkkailuun ja ohjaukseen. Häiriötilanteiden sattuessa kukin toimija tietää tehtävänsä ja toimii viipymättä ennalta sovittujen toiminta- ja ohjausmallien mukaisesti. Yksittäiset liikkujat toimivat liikennetilanteen, sään ja kelin sekä ympäristön tilan antureina liikkueissaan liikenneverkolla. Liikkujilla ja operaattoreilla on käytössä kaikki liikkumiseen ja sen hallintaan tarvittavat tiedot ja palvelut. Matka- ja kuljetusketjut kytetään ennakoimaan luotettavasti. Ohjaus jatkuu yli liikennemuotojen ja hallinnollisten rajojen.

Nykytilan kuvauksessa todettiin, että liikennekeskusten operaattorit valvovat nykyään pääasiassa yksittäisiä liikennekeskusten järjestelmiä ja reagoivat eri toimijoilta tuleviin häiriö- ja muihin ilmoituksiin. Tieliikenteessä operointi ei jatku yli hallinnollisten tai liikennemuodollisten rajojen, vaan kukin operaattori ohjaa liikennettä omalla verkollaan, omilla alueillaan ja terminaaleissa, kuten satamassa. Meriliikenteessä tehdään jo laajalti hallinnolliset rajat ylittävää kansainvälistä yhteistyötä. Liikennevirasto antaa

6. Yhteenveto

Digitraffic-palvelun kautta palveluntuottajien käyttöön ajantasaisen tiedon liikennejärjestelmän tilasta, mutta kaikki mittaustieto ei ole ajantasaisten sovellusten käytettävissä. Tietolajeja tarkastellaan liikennejärjestelmän aktiivisessa operointityössä yksittäin, eikä älykkäitä liikennetiedon jalostus- ja yhdistelymenetelmiä ole käytössä.

Tarkasteltaessa tulevaisuuden trendejä havaittiin, että älykkäät, yhteen kytketyt osat muodostavat tulevaisuudessa verkkoja uudenlaisten palveluiden pohjaksi, joissa fyysinen ja digitaalinen tai virtuaalinen maailma yhdistyvät. Internet-palveluiden laajassa käyttöönotossa on alkamassa uusi vaihe, mikä tuo mahdollisuuksia ja toisaalta myös haasteita. Tieliikennejärjestelmän operoinnissa pyritään yhteiseurooppalaiseen operointiin. Merikuljetuksissa ja multimodaalisissa kuljetuksissa pyritään taloudellisiin kuljetusnopeuksiin ja polttoaineenkulutuksiin sekä päästöjen vähentämiseen. Liikenteen sähköistyminen puolestaan tuo tieliikenteeseen uusia haasteita, kun sähköautoille pitää rakentaa kokonaan uusi palveluinfrastruktuuri. Liikenteen automaatio etenee jatkuvasti ja lisää liikennejärjestelmän tehokkuutta ja turvallisuutta poistamalla inhimillisen suorituskyvyn ja virheiden aiheuttamia rajoituksia. Automaatio voi kuitenkin myös aiheuttaa uusia ongelmia ja epävakautta liikennejärjestelmään joissakin tilanteissa.

Liikennejärjestelmän operoinnin kehittämisessä on haasteena saada järjestelmät tai palvelut T & K -esimerkeistä kypsään, toimivaan liiketoimintaan. Liiketoiminnallisesti kestävien palvelujen tuottamisen arvoketjuja tarvitaan etenkin siksi, että ilmeisesti jo lähivuosina liikennejärjestelmän operoinnin palveluja haluttaneen laajaltikin ulkoistaa. Älykkään liikennejärjestelmän suunnittelussa pitää pystyä määrittämään ne kohteet tai asiakkaat, joiden kannalta parempaa liikennejärjestelmää tai sen yksityiskohtia luodaan. Joukkoliikenteen houkuttelevuutta tulisi parantaa ja matkaketjut pitäisi saada toimiviksi. Uusien, räätälöityjen palveluiden tuottaminen ja yksittäisten liikkujien sekä ajoneuvojen anturitiedon keruu korostavat tarvetta säilyttää yksityisyyden suoja. On haaste saada yksittäisten ihmisten, yritysten ja muiden toimijoiden valinnat tukemaan älyliikenteen vision saavuttamista. Meriliikenteessä lainsäädännön hitaus suhteessa teknologian kehitykseen on ongelmallinen. Tieliikennejärjestelmää kehitettäessä julkisen ja yksityisen sektorin tulisi tiivistää yhteistyötään. Järjestelmät pitää saada toimimaan yhteen niin teknisesti kuin toiminnallisestikin.

Pohdittaessa liikennejärjestelmän ratkaisukeinoja todettiin, että innovatiivisen operoinnin kehittämisessä tulisi hyödyntää harkittua ulkoistamista ja toimivia PPP-malleja. Standardoinnissa pitäisi saada kulloinkin kaikki oleelliset toimijat ja tasot työhön mukaan. Julkista rahoitusta tulisi jatkossakin osoittaa merkittävä määrä turvallisiin ja kestäviin liikennejärjestelmiin. Toimintatapojen tulisi suosia innovaatioita. Aktiivisen liikennejärjestelmän operoinnin perusedellytys on laadukas kaikki kulkumuodot kattava metatason kuva järjestelmästä, joka sisältäisi sekä staattisen että dynaamisen tason. Tieliikennejärjestelmän tehokkuutta saataisiin kasvatettua hyödyntämällä paremmin kuorimakapasiteettia ja edistämällä joukkoliikennettä. Liikennejärjestelmän innovatiivisen

operoinnin kehittämistä varten pitäisi luoda älykäs, riittävän iso kokeilualue, jolla esiteltäisiin palveluja kuluttajille ja kansainvälisille asiakkaille.

Lyhyen aikavälin toimenpiteiksi valittiin ne, jotka on mahdollista toteuttaa tai ainakin aloittaa INTRANS-ohjelman puitteissa vuoden 2013 loppuun mennessä. VTT:n lyhyen aikavälin toimenpiteiksi valittiin seuraavat:

- toimivien liiketoimintamallien kehittäminen liikennejärjestelmän operointiin
- toimivan, yhtenäisen koaluekonseptin, ”ITS Test Site Finlandin”, kehittäminen
- kaupunkien liikenteen operoinnin ja liikennejärjestelmien yhteentoimivuuden esteiden tunnistaminen ja niiden poistamisen kehittäminen
- tiedon laadun ja monipuolisuuden lisääminen liikenteen datafuusiota kehittämällä
- liikennemuotojen välisten solmukohtien informaatiojärjestelmien tietotarpeiden tunnistaminen
- älykkään meriliikenteen ja sen säätelyn kansainväliseen kehitystyöhön osallistuminen.

Muiden organisaatioiden lyhyen aikavälin toimenpiteitä ovat mm. seuraavat:

- Liikenne- ja viestintäministeriö, ITS Finland: aktiivinen tiedottaminen älyliikenteen vision jalkauttamiseksi.
- Liikennevirasto: tehokkaan matka-aikatiedon tuottamismenetelmän kehittäminen.
- Liikennevirasto, liikenne- ja viestintäministeriö, HSL, kunnat: mobiilimaksujärjestelmän kehittäminen joukkoliikenteeseen.
- Liikennevirasto, liikenne- ja viestintäministeriö, HSL, kunnat: aidosti komodaalisen reittioppaan kehittäminen.
- Liikenne- ja viestintäministeriö: toimivuustavoitteiden määrittäminen liikennejärjestelmälle.

VTT:n keskipitkän aikavälin eli vuoteen 2020 mennessä toteutettavat toimenpiteet ovat:

- liikenteen automatisoinnin kehittäminen
- ajoneuvokohtaisen liikenteenohjauksen kehittäminen
- toimintamallin luominen sähköautoilun yhdistämiseksi matkaketjuun
- yhteistoiminnallisen liikenteen järjestelmien/palveluiden kehittäminen.

Muiden organisaatioiden keskipitkän aikavälin toimenpiteitä:

- Liikennejärjestelmän operaattorit: laadukkaan, kaikki kulkumuodot kattavan metatason tilannekuvan kehittäminen liikennejärjestelmälle.

6. Yhteenveto

- Liikennejärjestelmän operaattorit: proaktiiviset itseoppivat liikenneverkon ope-
rointityökalut.
- Liikennevirasto, Foreca, Ilmatieteen laitos, Vaisala: äärisääilmiöiden liikenteel-
listen vaikutusten ennakointi ja tunnistaminen.
- Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto, Trafi, liikennejärjestelmän
operaattorit: koko maan kattava, yhteentoimiva maksu- ja ajantasainen tietojär-
jestelmä yli liikennemuotojen.
- Liikenne- ja viestintäministeriö, Liikennevirasto: sähköautojen palvelujärjes-
telmän kehittäminen ja pilotointi.

Tiekartan pitkän aikavälin toimenpiteillä tarkoitetaan vuoteen 2030 mennessä toteutet-
tavia toimenpiteitä. Yhteenveto toimenpiteistä:

- Älykäs ja mukautuva liikenneinfrastruktuuri laajoilla koealueilla.
- Täysin mukautuva, avoin, modulaarinen pilvessä toimiva, globaali monipalvelu-
alusta täysimittaisesti toteutettuna.
- Automaattinen liikenne laajoilla koealueilla.

Lähdeluettelo

- Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the Council of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:207:0001:0013:EN:PDF> (21.12.2011).
- Siljamäki, H. 2010. Viisi isoa kysymystä pilvipalveluista. Tietoviikko 3.5.2010. <http://www.tietoviikko.fi/edut/pilvi/viisi+isoo+kysymysta+pilvipalveluista/a393578> (9.12.2011).
- Ventä, Olli. 2004a. Älykkäät palvelut -teknologiatiekartta. Espoo, VTT Tuotteet ja tuotanto. VTT Tiedotteita – Research Notes 2243. 71 s. + liitt. 11 s. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2243.pdf> (9.12.2011).
- Ventä, Olli. 2004b. Simple Technology Roadmapping – nopea tapa laatia asiantuntijajoukolla teknologiastrategiaa. PowerPoint-esitys 14.6.2004.

VTT Working Papers

- 171 Anne Arvola, Aimo Tiilikainen, Maiju Aikala, Mikko Jauho, Katja Järvelä & Oskari Salmi. Tulevaisuuden elintarvikepakkaus. Kuluttajalähtöinen kehitys- ja tutkimushanke. 152 s. + liitt. 27 s.
- 172 Sauli Kivikunnas & Juhani Heilala. Tuotantosimuloinnin tietointegraatio. Standardikatsaus. 2011. 29 s.
- 173 Eetu Pilli-Sihvola, Mikko Tarkiainen, Armi Vilkmán & Raine Hautala. Paikkasidonnaiset liikenteen palvelut. Teknologia ja arkkitehtuurit. 2011. 92 s.
- 174 Eetu Pilli-Sihvola, Heidi Auvinen, Mikko Tarkiainen & Raine Hautala. Paikkasidonnaiset liikenteen palvelut. Palveluiden nykytila. 2011. 59 s.
- 175 Armi Vilkmán, Raine Hautala & Eetu Pilli-Sihvola. Paikkasidonnaisten liikenteen palveluiden liiketoimintamallit. Edellytykset, vaihtoehdot, haasteet ja mahdollisuudet. 2011. 49 s. + liitt. 2 s.
- 176 Henna Punkkinen, Nea Teerioja, Elina Merta, Katja Moliis, Ulla-Maija Mroueh & Markku Ollikainen. Pyrolyysin potentiaali jätemuovin käsittelymenetelmänä. Ympäristökuormitukset ja kustannusvaikutukset. 79 s. + liitt. 15 s.
- 177 Kim Björkman, Janne Valkonen & Jukka Ranta. Model-based analysis of an automated changeover switching unit for a busbar. MODSAFE 2009 work report. 2011. 23 p.
- 178 Anders Stenberg & Hannele Holttinen. Tuulivoiman tuotantotilastot. Vuosiraportti 2010. 2011. 46 s. + liitt. 5 s.
- 179 Alpo Ranta-Maunus, Julia K. Denzler & Peter Stapel. Strength of European Timber. Part 2: Properties of spruce and pine tested in Gradewood project. 2011. 67 p. + app. 46 p.
- 180 Pasi Valkokari, Toni Ahonen, Heljä Franssila, Antti Itäsalo, Jere Jännes, Tero Välisalo, Asko Ellman. Käyttövarmuussuunnittelun kehittämistarpeet. Käyttövarmuuden hallinta suunnitelussa – hankkeen työraportti 1. 2011. 53 s. + liitt. 21 s.
- 181 Hannu Viitanen, Tommi Toratti, Lasse Makkonen, Ruut Pehkuri, Tuomo Ojanen, Sven Thelandersson, Tord Isaksson & Ewa Früwald. Climate data. Exposure conditions in Europe. 2011. 45 p.
- 182 Riku Pasonen. Energy centre microgrid model. 2011. 34 p.
- 183 Jongmin Hang, Jouko Myllyoja, Ville Valovirta & Hyun Yim. The future of green ICT. 2011. 127 p. + app. 4 p.
- 184 Aimo Tiilikainen. Integrating Consumer Understanding into New Product Development. 2011. Practical Approach for Integrating Consumer Understanding into Technology Push-originated NPD Processes. 2011. 50 p.
- 185 Satu Innamaa, Elina Aittoniemi, Hanna Askola & Risto Kulmala. Innovatiivisen liikennejärjestelmän operoinnin tiekartta. 2011. 27 s.