



Helsingin seudun pääväylien liikenteen hallinta 2030

Selvitys teknologian kehittymisen tuomista tarpeista ja
mahdollisuuksista

TOMI LAINE | RISTO KULMALA | SAKARI LINDHOLM | INNA BERG | MATTI HUJU



Helsingin seudun pääväylien liikenteen hallinta 2030

Selvitys teknologian kehittymisen tuomista tarpeista ja mahdollisuuksista

TOMI LAINE
RISTO KULMALA
SAKARI LINDHOLM
INNA BERG
MATTI HUJU

RAPORTTEJA 7 | 2019
HELSINGIN SEUDUN PÄÄVÄYLIEN LIIKENTEEN HALLINTA 2030
SELVITYS TEKNOLOGIAN KEHITTÄMISEN TUOMISTA TARPEISTA JA MAHDOLLISUUKSISTA

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

Kansikuva: Risto Kulmala

ISBN 978-952-314-765-2 (PDF)
ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)
URN:ISBN: 978-952-314-765-2

www.ely-keskus.fi/julkaisut | www.doria.fi/ely-keskus

Sisältö

Esipuhe	4
Sanasto	5
1 Johdanto	8
1.1 Työn tausta.....	8
1.2 Työn tavoitteet	9
2 Teknologian kehitystrendit.....	10
2.1 Liikenteen automatisoituminen	10
2.2 Yhteistoiminnallinen ajaminen (C-ITS).....	17
2.3 Liikenteen palveluistuminen.....	23
2.4 Traffic Management 2.0	29
2.5 ITS direktiivi	36
2.6 Yhteenveto teknologioiden kehittymisestä	40
3 Helsingin seudun kannalta hyödyllisten automaatio-sovellusten käyttöönoton edistäminen	47
3.1 Perustelut automaatio-sovellusten varhaiselle testaukselle ja käyttöönotolle	47
3.2 Helsingin seudun kannalta kiinnostavimmat automaatio-sovellukset ja pilottikohteet	48
3.3 Automaatio-sovellusten vaatimukset tienpitäjän toimenpiteille ja vaikutukset liikenteen hallinnan operointiin tai järjestelmiin.....	49
3.4 Ehdotus kehittämistoimenpiteiksi.....	51
4 Helsingin seudun kannalta hyödyllisten yhteistoiminnallisen ajamisen (C-ITS) sovellusten käyttöönoton edistäminen	55
4.1 Perustelut varhaiselle käyttöönotolle	55
4.2 Helsingin seudun kannalta kiinnostavimmat C-ITS -sovellukset	56
4.3 Tienpitäjän rooli C-ITS -sovellusten käyttöönotossa	60
4.4 Ehdotus kehittämistoimenpiteiksi.....	60
5 Vuorovaikutteisen ja yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan kehittäminen ja käyttöönotto	64
5.1 Perustelut liikenteen hallinnan kehittämiseksi	64
5.2 Yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan muutokset liikenteenhallinnan prosesseihin.....	66
5.3 Ehdotus kehittämistoimenpiteiksi.....	68
6 Datan, analytiikan ja automatisoinnin hyödyntäminen liikenteen hallinnassa	72
6.1 Tavoitteet.....	72
6.2 Uusien datalähteiden ja analytiikan lisääminen liikenteen tilannekuvaan.....	72
6.3 Liikenneviranomaisen tuottaman datan laadun kehittäminen.....	75
6.4 Ehdotus kehittämistoimenpiteiksi.....	77
7 Seudullisen, kansallisen ja kansainvälisen yhteistyön organisointi uusien teknologioiden käyttöönotossa	79
8 Arvio tienvarsitekniikan tarpeesta tulevaisuudessa.....	81
9 Yhteenveto ja suositukset	84
9.1 Yhteenveto	84
9.2 Suositukset jatkotoimenpiteiksi	86
10 Lähdeluettelo	88

Esipuhe

Tämän työn tavoitteena on ollut selvittää, mitä tieliikenteen automatisoituminen ja muut liikenteen teknologioiden kehityskulut voivat tarkoittaa Helsingin seudun tieliikennejärjestelmälle ja viranomaisten liikenteenhallintatoimille seuraavan vuosikymmenen aikana. Mihin kehityskuluihin tulisi varautua ja miten? Lisäksi työssä on arvioitu tienvarsitekniikan tarvetta tulevaisuudessa. Lopputuloksena on esitetty suosituksia liikenteen hallinnan kehittämislinjauksista ja osin myös konkreettisista seudullisista jatkotoimenpiteistä nykyhetkestä vuoteen 2030 saakka.

Työ aloitettiin elokuussa 2018 ja se valmistui huhtikuussa 2019. Selvitys on teetetty Uudenmaan ELY-keskuksen ja HSL:n yhteistyönä.

Työtä ohjasi työryhmä, johon kuuluivat Eini Hirvenoja (pj.), Mari Ahonen ja Maija Stenvall (30.10.2018 alkaen) Uudenmaan ELY-keskuksesta, Riikka Aaltonen ja Reetta Koskela HSL:stä, Petri Antola Liikennevirastosta (nykyisin Väylävirasto) ja Anna Schirokoff Trafista (nykyisin Liikenne- ja viestintävirasto Traficom). Lisäksi Marko Kelkka Uudenmaan ELY-keskuksesta, Päivi Nuutinen Liikennevirastosta (nyk. Väylävirasto) sekä Eetu-Pilli-Sihvola Trafista (nyk. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom) ovat antaneet työn aikana arvokkaita kommentteja.

Selvityksen tekemisestä vastasi konsulttiryhmä, johon kuuluivat Tomi Laine (projektipäällikkö) ja Inna Berg Strafica Oy:stä, Risto Kulmala Traficon Oy:stä sekä Sakari Lindholm WSP Finland Oy:stä.

Helsingissä huhtikuussa 2019

Uudenmaan Ely-keskus

Sanasto

Aggregaattori	Toimija, joka yhdistelee ja jalostaa useiden eri toimijoiden tuottamista lähtötiedoista kattavampaa tai laadukkaampaa informaatiota
C-ITS	Yhteistoiminnallinen ajaminen eli Cooperative ITS. Yhteistoiminnallinen ajaminen perustuu ajoneuvon vuoropuheluun muiden ajoneuvojen (V2V), tienkäyttäjien (V2U) sekä infrastruktuurin välillä (V2I).
Day 1 ja Day 1.5 -palvelut	Euroopan komission C-ITS -strategiassa (2016) ensimmäiseksi toteutettavaksi määritellyt palvelut (Day 1 -palvelut) ja seuraavaksi standardoitavat ja toteutettavat palvelut (Day 1.5 -palvelut).
DDT	Dynamic Driving Task viittaa dynaamiseen ajotapahtumaan, joka jakautuu ajoneuvon hallintaan kaistalla sekä erilaisten objektien havainnointiin ja niihin reagointiin (OEDR).
DDT Fallback	Dynamic Driving Task Fallback tarkoittaa toimintoa, joka suoritetaan mikäli ajoneuvon dynaamiseen ajotapahtumaan liittyvä automatiikka syystä tai toisesta pettää tai ei kykene suorittamaan toimintoja.
Delegoitu asetus	Euroopan komission Delegoidulla asetuksella 886/2013 säädetään liikenneturvallisuuteen liittyvien yleisten vähimmäisliikennetietojen tarjoamisesta ilmaiseksi käyttäjille.
Digitraffic	Traffic Management Finlandin (tieliikenteen ohjausyhtiö) ylläpitämä rajapinta-palvelukokonaisuus, jonka kautta jaetaan ajantasaista liikenne- ja olosuhdetietoa Suomen liikenneväyliltä. Digitraffic -palvelun tiedot kattavat tie-, rata- ja vesiliikenteen. Suurin osa tietolajeista saadaan Traffic Management Finlandin ylläpitämistä tiedonkeruujärjestelmistä.
Digitransit	Digitransit on Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymän (HSL), Traffic Management Finlandin ja TVV LMJ Oy:n (Joukkoliikenteen toimivaltaisten viranomaisten lippu- ja maksujärjestelmä oy) yhteinen hanke, jossa toteutetaan avoin kansallinen reittiopas.
eCall	Ajoneuvojen automaattinen hätäviestipalvelu. Palvelua käyttävä auto ottaa onnettomuuteen jouduttuaan automaattisesti yhteyttä hätäkeskukseen ja ilmoittaa onnettomuuspaikan ja ajoneuvon tyypin.
ERTICO	Euroopan komission ja teollisuusyritysten perustama älyliikennetoimijoiden yhteisö, joka organisoii innovaatioihin pyrkivää yhteistyöryhmää, joka on tarkoitettu julkisille ja kaupallisille älyliikennetoimijoille.
ERTRAC	Euroopan tieliikenteen tutkimusneuvottelukunta (European Road Transport Research Advisory Council). Autoteollisuusvetoinen, mutta kaikki alan toimijat kattava yhteisö, jonka tehtävänä on luoda strateginen tutkimus-, kehitys- ja innovaatiovisio tieliikennesektorille.

FCD-tieto	Floating Car Data, liikkuvasta "ts. kelluvasta" ajoneuvosta kerättävä tieto.
HD Map	High Definition Map, paikannuksen kannalta tärkeä tarkka kartta.
Helsingin seutu	Helsingin seutu koostuu pääkaupunkiseudun kunnista, jotka ovat Helsinki, Espoo, Vantaa ja Kauniainen sekä kehyskunnista Hyvinkää, Järvenpää, Kerava, Kirkkonummi, Nurmijärvi, Sipoo, Tuusula, Vihti, Mäntsälä ja Pornainen.
ISA	Intelligent Speed Assistance, järjestelmä joka viestii nopeusrajoituksesta kuljettajalle ja avustaa nopeusrajoituksen noudattamisessa
ITS Direktiivi	Direktiivin (2010/40/EU) tavoitteena on älyliikenteen palveluiden koordinoitu ja tuloksellinen käyttöönotto koko unionin laajuisesti, mikä edellyttää mm. sitä, että järjestelmät rakentuvat yhteentoimiville ratkaisuille ja avoimiin ja julkisiin standardeihin.
MaaS	Liikenne palveluna (Mobility as a Service). Liikenne palveluna tarkoittaa yleisesti ajattelutapaa siitä, että liikennejärjestelmässä erilaisten liikenteen palveluiden käyttö lisääntyy ja yleistyy. Yksittäisenä palvelumuotona MaaS viittaa eri palveluntarjoajien liikkumispalveluista koottuihin palvelukokonaisuuksiin, joita käyttäjä hallitsee puhelimen tai jonkin muun kannettavan laitteen sovelluksen kautta.
MAL 2019	Helsingin seudun 14 kunnan strateginen suunnitelma, jossa kerrotaan, miten Helsingin seutua kehitetään 2019-2050. MAL 2019 -suunnitelmaa valmistellaan parhaillaan ja se kattaa maankäytön, asumisen ja liikenteen.
NAP	Liikkumispalvelukatalogi (National Access Point). Avoin kansallinen yhteyspiste, johon liikkumispalveluiden tuottajat toimittavat tietoja koneluettavista rajapinnoistaan. Tarjoaa pienille toimijoille tietojen digitointi- ja tallennustyökalun olennaisten tietojen rajapintojen avaamiseksi.
LIDAR	Optinen tutka (Light Detection and Ranging), joka toimii näkyvän valon, lähi-infran tai ultravioletin alueella. Lidarin avulla auton ympärillä olevien liikkuvien ihmisten tai ajoneuvojen tunnistaminen onnistuu nopeammin ja tarkemmin kuin esimerkiksi videokameralla.
OEDR	Erilaisten objektien havainnointi ja niihin reagointi (Object and Event Recognition and Response).
ODD	(Operational Design Domain) viittaa toimintaympäristöön, jossa ajoneuvo kykenee suorittamaan tarkoitetut dynaamiset ajotapahtuman toiminnallisuudet eli niitä rajoituksia ja ehtoja, joiden puitteissa automaattiajamisen järjestelmä on suunniteltu toimivaksi ajatellulla tavalla.
PLH	Helsingin seudulla toimii pääkaupunkiseudun liikenteen hallinnan seurantar ryhmä (PLH), jonka tavoitteena on liikenteen hallinnan ylätasoin kehittäminen ja PLH-yhteistoimintaryhmä, jonka tavoitteena on taas päivittäisen liikenteen hallinnan yhteistyön kehittäminen.

Rajapinta	Tietojärjestelmän ulospäin näkyvä liitäntä, jonka kautta ohjelmat voivat tehdä pyyntöjä ja vaihtaa tietoja eli "keskustella keskenään". Rajapinta voi olla pelkkä datarajapinta, jonka kautta voi lukea dataa (esimerkiksi aikataulu- ja reittitietoa) toiseen järjestelmään. Toiminnallinen rajapinta mahdollistaa järjestelmän tietojen muuttamisen rajapinnan kautta (esimerkiksi matkalipun ostaminen ja paikkavarauksen tekeminen). Rajapinta on avoin, jos se on avoimesti dokumentoitu, testattavissa ja otettavissa käyttöön.
RTK	Reaaliaikainen kinemaattinen (Real Time Kinematic, RTK) mittaus GPS-satelliittipaikannuksen mittausmenetelmä, jossa tehdään paikannussatelliitin kantoaallon vaihetta ja mittaustukiasemaa hyväksi käyttäen tarkkuusmittauksia. Mittauksessa tarvitaan yksi tarkkaan tunnetussa pisteessä sijaitseva referenssimaa-asema.
SAE	Society of Automotive Engineers, jotka julkaisseet luokittelun automaattiajamisen eri tasoista.
SRTI	Liikenteen turvatiedot (Safety Related Traffic Information)
Traffic Management 2.0	Traffic Management 2.0 (TM 2.0) eli Liikenteen hallinta 2.0 on nimitys edistyneille liikenteen hallinnan toimenpiteille, joissa viranomaisen liikenteen hallinnan ja ohjauksen toimenpiteiden tietoja ja suunnitelmia yhdistetään tienkäyttäjien matkastaan tuottamaan tietoon. Tietojen yhdistämisen myötä tuotetaan personoitu älyliikennepalvelu, joka palvelee sekä tienkäyttäjän että tienpitäjän tavoitteita ja etuja. Palvelu tuotetaan ajoneuvon päätelaitteeseen (ajoneuvoon integroitu tai jälkiasennettava navigaattori, älypuhelinsovellus).
TIO	Vaihtuva tiedotusopaste
V2I, I2V	Ajoneuvon ja infrastruktuurin välinen vuoropuhelu (vehicle to infrastructure)
V2U	Ajoneuvon ja tienkäyttäjien välinen vuoropuhelu (vehicle to user)
V2V	Ajoneuvon vuoropuhelu muiden ajoneuvojen kanssa (vehicle to vehicle)

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Liikenteen automatisoituminen ja muut teknologioiden kehitystrendit muuttavat merkittävästi kaupunkiseutujen liikennejärjestelmiä seuraavan parin vuosikymmenen aikana. Liikenne- ja viestintäministeriö on linjannut Suomen olevan eturintamassa automaattiajamiseen varautumisessa ja mahdollisuuksien hyödyntämisessä. Asiantuntijat odottavat, että automatisoituminen mm. muuttaa tieliikennettä turvallisemmaksi ja tehostaa väyläkapasiteetin käyttöä.

Automatisoituun tieliikenteeseen liittyy edelleen monia epävarmuuksia, eikä sen kehittyminen ole yksinomaan julkishallinnon käsissä, päinvastoin markkinatoimijoiden rooli on merkittävä. Toistaiseksi suurin osa tieliikenteen automatisoinnin tutkimus- ja kehityspanoksista on suunnattu teknologioiden kehittämiseen ja mm. standardointiin. Liikenneviraston Tieliikenteen automatisoinnin etenemissuunnitelma ja toimenpideohjelma 2016–2020 (TATSU) keskittyy sekin pääosin tieinfrastruktuurin ja ajoneuvojärjestelmien kehittämistarpeisiin, mutta pitää kuitenkin sisällään myös ”vaikutusarviot” -osion, jossa esitetään selvitetävän mm. miten eri automaattiosovellukset vaikuttavat eri toimintaympäristöissä ja miten automaattiliikenne tulee vaikuttamaan liikenteen ominaisuuksiin.

Tieliikenteen automatisoitumiseen liittyy monia mahdollisia kehityskulkuja, jotka toteutuessaan vaikuttavat keskeisesti sekä liikennejärjestelmän kehittämistarpeisiin että -mahdollisuuksiin. Avoimia kysymyksiä ovat mm.: Miten nykyistä infrastruktuuria tulee kehittää automaattiliikenteen tarpeisiin? Miten liikenteen automatisoituminen vaikuttaa liikenteessä käytetyn ajan arvostukseen ja sitä kautta esim. asuinpaikan valintaan? Miten liikkumisvalinnat muuttuvat? Millaista palvelutarjontaa syntyy, kun automatisoitumisen ja liikenteen palveluistumisen megatrendit kohtaavat? Siirtyykö painopiste ajoneuvojen omistamisesta palvelujen kuluttamiseen ja miten tämä näkyy liikenneverkon kuormittumisena? Miten julkisesti järjestetty joukkoliikenne kykenee kilpailemaan kaupallisten liikkumispalvelujen kanssa? Osa vaikutusmekanismeista johtaa todennäköisesti positiiviseen kehitykseen, mutta myös mahdollisia yhteiskunnan kannalta vahingollisia kehityskulkuja on tunnistettavissa.

Monet vaikutusmekanismeista toteutuvat yksilöiden valintoina markkinoilla siten, että viranomaisten vaikutusmahdollisuudet ovat rajalliset. Viranomaisilla, t.s. väylänpitäjillä, joukkoliikenneorganisaatioilla ja regulaattoreilla (mm. ministeriö) on kuitenkin mahdollisuus vaikuttaa kehityskulkuihin siten, että liikenteen vaikutukset yhteiskunnalle (turvallisuus, päästöt, liikennetalous) ovat suotuisat, yhdyskuntarakenne ei hajaudu hallitsemattomasti ja elinympäristön laatu paranee. Kuluttajien valintoja ja liikenneverkkojen kuormittumista voidaan ohjata erilaisilla liikenteen hallinnan, kysynnän hallinnan, infrastruktuurin ja palvelujen kehittämisen keinoilla sekä liikennepoliittisilla keinoilla (esim. verovähennysoikeudet, subventiot jne.).

Liikenteen automatisoitumisen lisäksi on samanaikaisesti useita muitakin teknologisia kehityskulkuja, osin myös regulaation ajamina. Tällaisia kehityskulkuja ovat mm. yhteistoiminnallinen ajaminen (C-ITS), eCall, liikenteen maksuttomat turvatiedot, Traffic Management 2.0 -konsepti jne. Nämä kehityskulut lisäävät liikenteestä saatavan datan määrää ja laatua merkittävästi, millä on merkittäviä vaikutuksia moniin väylänpitäjän prosesseihin, erityisesti liikenteen operatiiviseen hallintaan.

Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL) valmistelee yhteistyössä Helsingin seudun kuntien ja valtion kanssa MAL 2019 -suunnitelmaa, jossa esitetään keskeiset maankäytön, asumisen ja liikennejärjestelmän yhteisesti sovitut kehittämistoimenpiteet Helsingin seudulle aina vuoteen 2050 saakka. Lähivuodet suunnitel-

laan tarkimmin, ja vuosien 2019–2030 osalta suunnitelmaan sisällytetään entistä konkreettisempia ja tehokkaampia toimenpiteitä ja toimenpidekokonaisuuksia. MAL 2019 -suunnitelmassa ei toistaiseksi ole konkreettisella tasolla huomioitu liikenteen automatisoitumisen vaikutuksia liikennejärjestelmän kehittämistarpeisiin. MAL-suunnitelmat päivitetään kaikilla suurilla kaupunkiseuduilla noin 4 vuoden välein.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli selvittää, miten tieliikenteen automatisoituminen muuttaa viranomaisten liikenteen hallinnan toimenpiteiden tarvetta ja miten eri teknologioiden kehityskulut luovat mahdollisuuksia kehittää nykyisiä liikenteen hallinnan prosesseja mm. liikenteeseen liittyvän datan lisääntymisen kautta. Työn lopputuloksena annetaan suosituksia liikenteen hallinnan kehittämislinjauksista ja osin myös konkreettisista toimenpiteistä nykyhetkestä vuoteen 2030 saakka.

Pääpiirteissään työmenetelmä oli seuraava:

- Selvitettiin kirjallisuuskatsauksena ja asiantuntijahaastattelujen avulla kansainvälisessä yhteistyössä tuotetusta kirjallisuudesta eri teknologioiden kehitystrendejä ja laadittiin näiden pohjalta ns. konsensusennuste siitä, miten eri teknologiat (automaattiliikenteen osalta erilaiset automaatiosovellukset) tulevat kehittymään ja yleistymään Helsingin seudun liikennejärjestelmässä.
- Purettiin asiantuntijatyönä nykyiset liikenteen hallinnan prosessit osiin ja kuvattiin prosesseissa nykyisin käytössä olevat syötteet (data), tiedonkäsittely sekä jakelukanavat (viranomaisilta tielläliikkujille)
- Arvioitiin asiantuntijatyönä työpajamenetelmiä käyttäen, miten kuvatut teknologioiden kehitysenusteet toisaalta pakottavat muuttamaan nykyisiä prosesseja ja toisaalta, mitä mahdollisuuksia kehityskulut tuovat liikenteen hallinnan palvelutason parantamiseen.
- Kirjattiin analyysin havainnot mahdollisimman konkreettisiksi kehittämislinjauksiksi ja -toimenpiteiksi.

Työn tuloksena esitettävät toimenpiteet palvelevat Uudenmaan ELY-keskuksen MAL 2019 -suunnitelmaan esittämän Helsingin seudun pääväylien liikenteen hallinta -hankekokonaisuuden sisällön tarkentamista ja antavat pohjaa tarkentaa MAL-suunnitelmaa liikenteen teknologioiden kehittymisen ja lisääntyvän datan hyödyntämisen edellyttämien toimien osalta. Tulosten perusteella voidaan sekä määrittää uusia toimenpiteitä että muokata jo aiemmin ohjelmoitujen toimenpiteiden sisältöä.

Teknologian kehityksen tuomia muutoksia liikenteen hallinnan prosesseihin on luontevaa tarkastella seudullisesti siitä syystä, että Helsingin seudun pääväylien liikenteen ongelmat ja liikenteen hallinnan tarpeet eroavat selvästi muusta maasta. Työn tulokset lisäävät mm. MAL-prosessin osallistujien ymmärrystä teknologian kehittämisestä ja sen vaikutusmekanismeista. Tulosten kytkentä osaksi MAL-ohjelmaa varmistaa riittävät resurssit toimenpiteiden toteuttamiseksi sopivassa aikataulussa teknologioiden kehittymisen ja yleistymisen kanssa.

Työssä esitettävät toimenpide-ehdotukset ovat projektiryhmän näkemys tarvittavista seudullisista jatkotoimenpiteistä keskustelun pohjaksi. Ehdotukset eivät ole toimijoita sitovia, vaan kukin taho voi käyttää suosituksia oman toimintansa suunnittelussa parhaaksi katsomallaan tavalla. Tässä selvityksessä ei vastuutahoja ole nimetty yksityiskohtaisesti, vaan on ainoastaan tunnistettu mahdollisia osallistujatahoja. Useissa toimenpidekokonaisuuksissa on nähty todennäköinen rooli myös ITMF Oy:lle perustuen tämänhetken tietoihin ja käsityksiin, mutta näiltä osin roolitus voi muuttua myöhemmässä valmistelussa. Tarkoitus on, että viimeistään suositeltujen toimenpiteiden jatkosuunnittelussa keskeiset toimijat sopivat vastuunjaosta ja sisällyttävät omaa organisaatiotaan koskevat vastuut omiin toimenpideohjelmiinsa.

2 Teknologian kehitystrendit

2.1 Liikenteen automatisoituminen

2.1.1 Liikenteen automatisoitumisen tiekartta ja ennusteet

Automaatio lisääntyy kaikkialla yhteiskunnassa, eikä liikenne ole tästä poikkeus. Liikenteessäkin automaatio etenee kaikilla osa-alueilla, mutta eniten liikennejärjestelmään vaikuttanee tieliikenteen automaattisen ajamisen kehitys. Automaattiajamisen odotetaan mm. lähes poistavan liikenneonnettomuudet, tarjoavan yksilöllisen liikkuvuuden liikkumisrajoitteisille ja mahdollistavan työnteon ja rentoutumisen matkan aikana siten, että matka-ajan arvo liikennetaloudellisissa laskelmissa romahtaa murto-osaan nykyisestä. Toisaalta pelätään automaation vevän liikenteestä valtavasti työpaikkoja ja vevän valtaosan käyttäjistä joukkoliikenteeltä (Carsten & Kulmala 2015, Clarke & Butcher 2017, Shladover & Bishop 2015).

Automaattiajamista kehitetään ympäri maailmaa. Kansainvälisesti on viime vuosina laajalti hyväksytty Society of Automotive Engineersin (SAE) luokittelu automaattiajamisen eri tasoista (kuva 1). Kaaviossa DDT (Dynamic Driving Task) viittaa dynaamiseen ajotapahtumaan, joka jakautuu ajoneuvon hallintaan kaistalla sekä erilaisten objektien havainnointiin ja niihin reagointiin (OEDR, Object and Event Recognition and Response). DDT Fallback tarkoittaa toimintoa, joka suoritetaan mikäli ajoneuvon dynaamiseen ajotapahtumaan liittyvä automaatiikka syystä tai toisesta pettää tai ei kykene suorittamaan toimintoja. ODD (Operational Design Domain) viittaa toimintaympäristöön, jossa ajoneuvo kykenee suorittamaan tarkoitetut dynaamisen ajotapahtuman toiminnallisuudet.

Tason 1 automaatiojärjestelmiä on ollut autoissa jo parikymmentä vuotta mm. vakionopeudensäätimen ja ajovakauden hallintajärjestelmän muodossa. Tason 2 järjestelmiä on ollut saatavilla joitakin vuosia, mm. Teslan autoissa. Näissä edessä ajavan nopeuden huomioiva vakionopeudensäädin ja kaistallapitojärjestelmä yhdessä antavat kuljettajalle mahdollisuuden irrottaa kädet ratista ja jalat polkimilta, samalla kuitenkin varautuen ottamaan ajoneuvon heti hallintaansa.

Tason 3 ja 4 ajoneuvot tulevat lähivuosina markkinoille ja niissä päästään ensi kerran tilanteeseen, jossa ajoneuvo ottaa vastuun ajamisesta sellaisissa tilanteissa ja toimintaympäristöissä, joihin se on suunniteltu. Toimintaympäristö (Operational Design Domain, ODD) tarkoittaa niitä rajoituksia ja ehtoja, joiden puitteissa automaattiajamisen järjestelmä on suunniteltu toimivaksi ajatellulla tavalla. Nämä rajoitukset koskevat mm. tietyyppiä, käytettyjä nopeuksia, sää- ja kelioloja, valaistusta sekä liikennesääntöjä ja -rajoituksia (Waymo 2017). Esimerkiksi moottoritiepilotti (Highway Autopilot) kykenee ajamiseen moottoriteiden linjaosuuksilla ja valet parking -järjestelmä osaa pysäköidä auton pysäköintialueella tai pysäköintilaitoksessa oltaessa, ainakin hyvissä sää- ja kelioloissa kaistamerkintöjen näkyessä hyvin. Kaikissa tilanteissa ja oloissa ajamiseen kykenevää tason 5 ajoneuvoa ei tule markkinoille vuosiin eikä luultavasti vuosikymmeniin.

Tason 4 automaattiautot voivat jo muuttaa liikennejärjestelmää huomattavasti, etenkin jos niiden toimintaympäristö on käyttäjien kannalta tarpeeksi laaja ja yhtenäinen. Autoteollisuusvetoinen, mutta kaikki alan toimijat kattava yhteisö ERTRAC (2017) on esittänyt omat arvionsa erikseen henkilöautojen, kuorma-autojen ja taa-jama-ajoneuvojen eri automaattiajamisen sovellusten tulosta markkinoille (taulukko 1, kuvat 1–3).

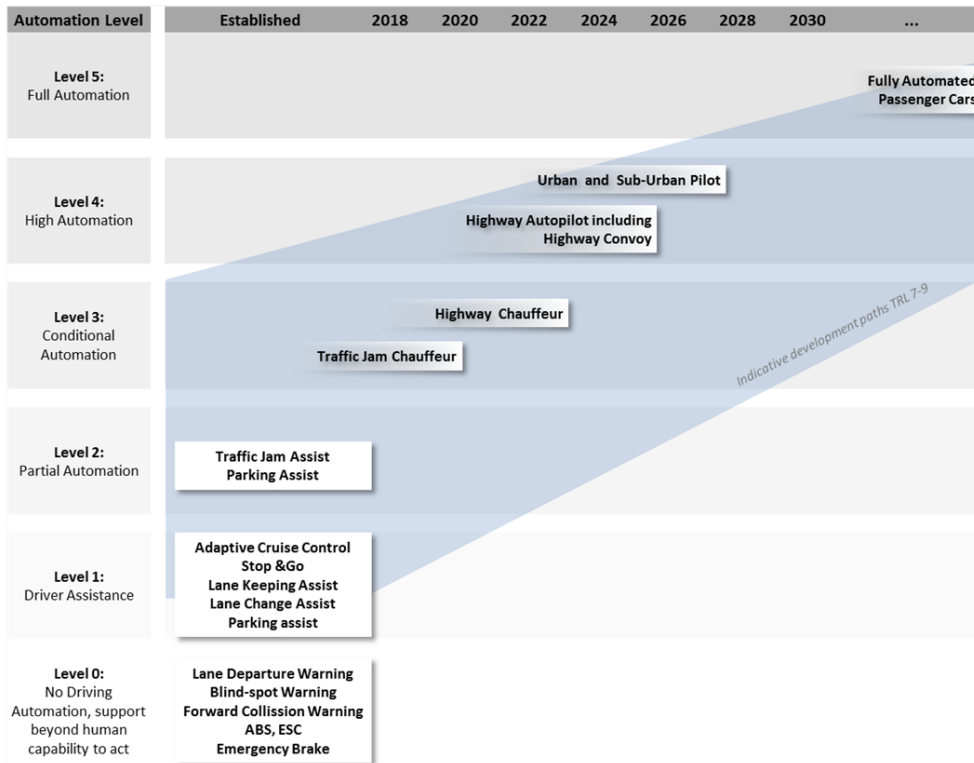
Taulukko 1. Automaattiajamisen tasot (SAE 2018).

Level	Name	Narrative definition	DDT		DDT fallback	ODD
			Sustained lateral and longitudinal vehicle motion control	OEDR		
Driver performs part or all of the DDT						
0	No Driving Automation	The performance by the <i>driver</i> of the entire <i>DDT</i> , even when enhanced by <i>active safety systems</i> .	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	n/a
1	Driver Assistance	The <i>sustained</i> and <i>ODD</i> -specific execution by a <i>driving automation system</i> of either the <i>lateral</i> or the <i>longitudinal vehicle motion control</i> subtask of the <i>DDT</i> (but not both simultaneously) with the expectation that the <i>driver</i> performs the remainder of the <i>DDT</i> .	<i>Driver and System</i>	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	Limited
2	Partial Driving Automation	The <i>sustained</i> and <i>ODD</i> -specific execution by a <i>driving automation system</i> of both the <i>lateral</i> and <i>longitudinal vehicle motion control</i> subtasks of the <i>DDT</i> with the expectation that the <i>driver</i> completes the <i>OEDR</i> subtask and <i>supervises</i> the <i>driving automation system</i> .	System	<i>Driver</i>	<i>Driver</i>	Limited
ADS ("System") performs the entire DDT (while engaged)						
3	Conditional Driving Automation	The <i>sustained</i> and <i>ODD</i> -specific performance by an <i>ADS</i> of the entire <i>DDT</i> with the expectation that the <i>DDT fallback-ready user</i> is <i>receptive</i> to <i>ADS</i> -issued <i>requests to intervene</i> , as well as to <i>DDT performance-relevant system failures</i> in other vehicle systems, and will respond appropriately.	<i>System</i>	System	<i>Fallback-ready user (becomes the driver during fallback)</i>	Limited
4	High Driving Automation	The <i>sustained</i> and <i>ODD</i> -specific performance by an <i>ADS</i> of the entire <i>DDT</i> and <i>DDT fallback</i> without any expectation that a <i>user</i> will respond to a <i>request to intervene</i> .	<i>System</i>	<i>System</i>	System	Limited
5	Full Driving Automation	The <i>sustained</i> and unconditional (i.e., not <i>ODD</i> -specific) performance by an <i>ADS</i> of the entire <i>DDT</i> and <i>DDT fallback</i> without any expectation that a <i>user</i> will respond to a <i>request to intervene</i> .	<i>System</i>	<i>System</i>	<i>System</i>	Unlimited

Taso 4 on sen vuoksi tärkeä, että siinä koko ajotapahtuma voidaan jättää ajoneuvojärjestelmän vastuulle, kun tasossa 3 kuljettajaa vaaditaan tilanteissa, joista automaattijärjestelmä ei selviydy - eli jouduttaessa suunnitellun toimintaympäristön ulkopuolelle. Toki on luultavaa, että useimmat tason 4 ajoneuvot tarjoavat matkustajalle mahdollisuuden tai pyynnön ryhtyä kuljettajaksi silloin, kun ajoneuvo havaitsee toimintaympäristönsä olevan päättymässä. Ellei matkustaja ryhdy kuljettajaksi, ajoneuvo siirtää ajoneuvon minimiriskitilaan eli käytännössä pysäyttää ajoneuvon turvallisena pitämänsä paikkaan. (SAE 2018.)

Tason 4 sovelluksia ovat mm. kuljettamattomat pikkubussit ja robottitaksit. Tasolla 4 matkustaja voi keskittyä matkan aikana tekemään töitä tai vaikkapa nukkumaan, ainakin niin kauan kun automaattiajoneuvo on suunnitellussa toimintaympäristössään. Kun robottitaksi tai -pikkubussi joutuu toimintaympäristönsä ulkopuolelle, ajoneuvo voidaan ottaa etäohjaukseen, jotta matkustajien ei tarvitsisi odottaa matkan jatkumista pysähtyneessä autossa.

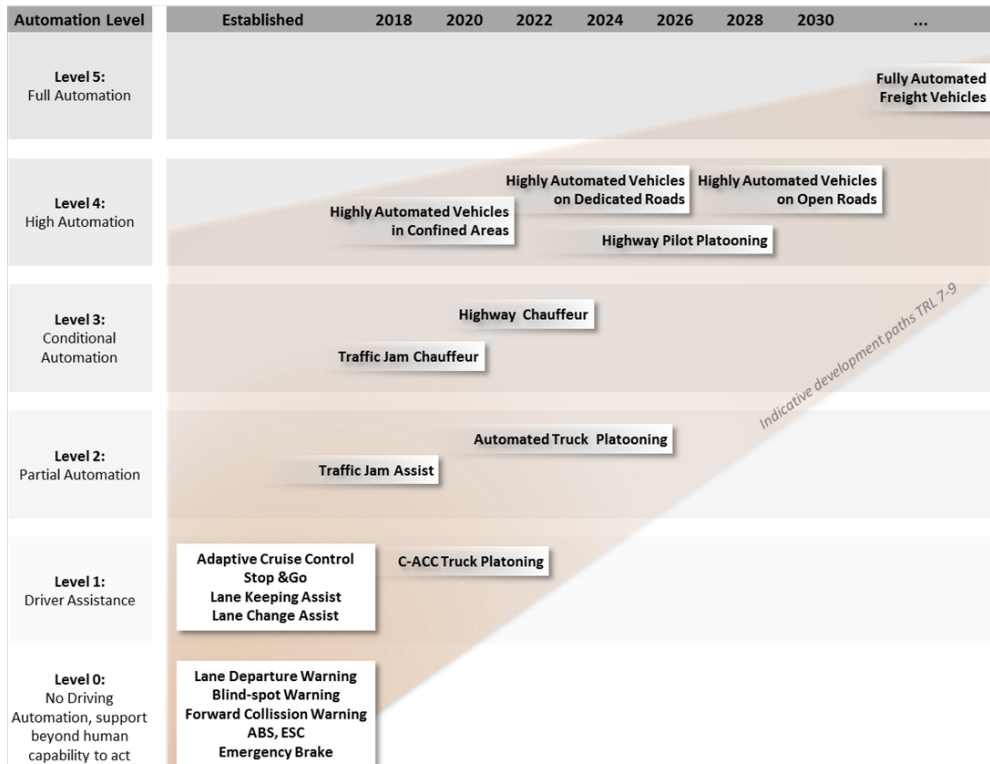
Automated Passenger Car Development Paths



Passenger Cars: M1 category

Kuva 1. Henkilöautojen automaatiosovellusten tulo markkinoille (ERTRAC 2017).

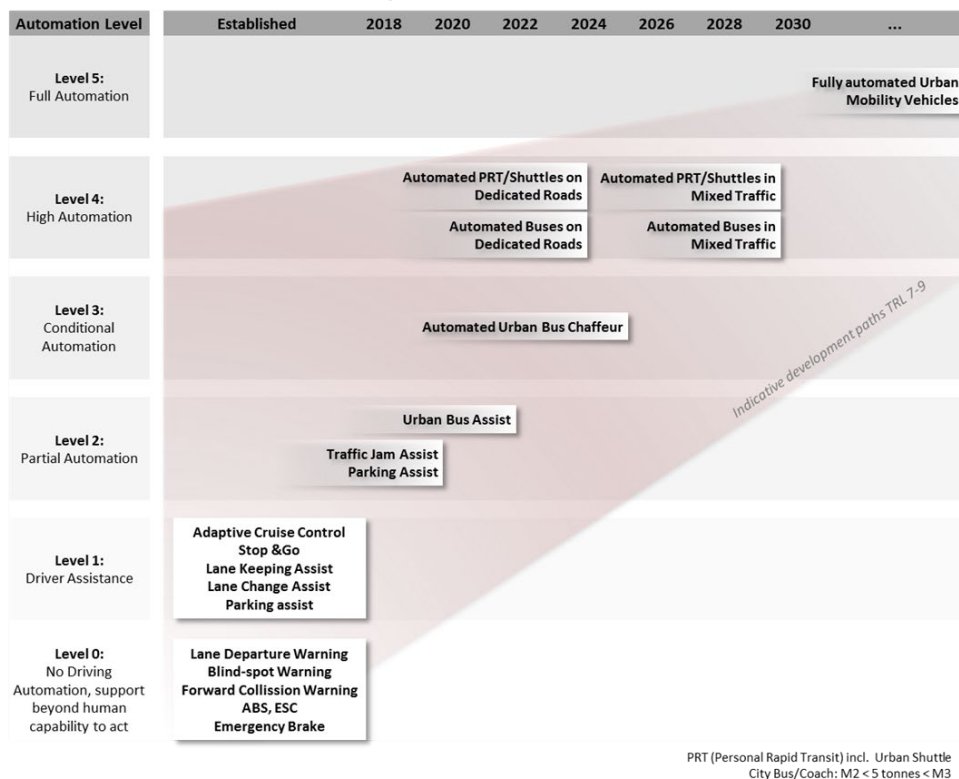
Automated Freight Vehicle Development Paths



Truck: Freight vehicle > 3.5 tonnes categorie N2 or N3

Kuva 2. Kuorma-autojen automaatiosovellusten tulo markkinoille (ERTRAC 2017).

Automated Urban Mobility Vehicle Development Paths



Kuva 3. Taajama-autojen automaatio-ovellusten tulo markkinoille (ERTRAC 2017).

ERTRACin mukaan tason 4 automaatio-ovellukset tulevat markkinoilla 2020-luvun alkuvuosina ja ensin rajatuilla alueilla, tieosuilla tai kaistoilla toimivina sovelluksina. Toisaalta Googlen tytäryhtiö Waymon huhutaan käynnistävän tason 4 kaupalliset robottitaksipalvelunsa jo vuonna 2018 tai 2019 (mm. Venturebeat 2018) ja Yandexin robottitaksit toimivat jo 2018 Kazanissa (Schirokoff 2018). On luultavaa, että sovellukset tulevat markkinoille joitakin vuosia ennakoitua myöhemmin.

Vaikka lukuisat sovellukset tulevatkin markkinoille jo 2020-luvun alkupuolella, niiden leviäminen koko auto-kantaan vie aikaa. Kulmala ym. (2018) arvioivat moottoritiepilotin tulevan markkinoille 2023 ja olevan enimmillään 30 % uusista henkilöautoista 2030 ja 80 % 2040, mutta sillä varustettujen autojen osuuden koko henkilöautokannasta olevan 3,5 % vuonna 2030 ja 34 % vuonna 2040.

2.1.2 Vaikutusarviot tienpitäjien toimintaan ja rooliin

Automaattiajaminen vaikuttaa ainakin seuraavilla tavoilla tienpitäjiin:

- vaikutukset liikennejärjestelmän toimivuuteen (turvallisuus, sujuvuus, häiriöt, päästöt, ...)
- suorat vaikutukset fyysiseen infrastruktuuriin (tierakenteet, urautuminen, ...)
- toimintaympäristövaatimusten vaikutukset fyysiseen ja digitaaliseen infrastruktuuriin
- muutokset toimintatapoihin (kunnossapidon automaatio, autojen anturitietojen hyödyntäminen, ...)

Alla käsitellään eritellen yllä mainittuja vaikutuksia.

Vaikutukset liikennejärjestelmän toimivuuteen

Automaattiajamisen päähyötynä voi olla liikenneonnettomuuksien väheneminen, sillä inhimillisen virheen arvioidaan myötävaikuttavan nykyisin yli 90 %:in liikenneonnettomuuksista, mm. Yhdysvalloissa tapahtuneiden kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien kohdalla 94 %:iin vuonna 2016 (NHTSA 2017). Tason 4 automaattiajamisjärjestelmä perustuu pitkälti erilaisiin kuljettajan tukijärjestelmiin. eIMPACT-hanke arvioi 12 eri tukijärjestelmän vaikutuksia mm. liikenneturvallisuuteen. Yksittäisten tukijärjestelmien vaikutukset liikennekuolemiin vaihtelivat -1,4...-16,6 % (Wilmink ym. 2008). Näitten tukijärjestelmien yhteisvaikutukseksi liikennekuolemiin arvioitiin noin -50 %:ksi (Carsten & Kulmala 2015). Kun tähän vaikutukseen lisätään automaation vaikutus, joka mm. lyhentää reaktioaikoja, voidaan arvioida tason 4 automaattiajoneuvon toimiessaan vähentävän yli puolella liikennekuoleman riskiä. Kokonaisvaikutus liikenneturvallisuuteen luonnollisesti riippuu automaattiajamissovelluksesta, toimintaympäristöjen laajuudesta, automaattiautojen osuudesta liikennevirrasta ja siitä, kuinka moni autoilijoista on kytkenyt sovelluksen päälle (jos kyseessä on pois kytkettävissä oleva sovellus).

Liikenteen sujuvuuden arvioidaan kasvavan jo pelkästään onnettomuuksien ja niitten aiheuttamien ruuhkien vähenemisen seurauksena. Lisäksi automaattiautot voivat ainakin verkottuneina käyttää ihmiskuljettajien pitämiä seuraamisaikavälejä lyhyempiä aikavälejä, mikä parantaa sujuvuutta (Atkins 2016, Innamaa ym. 2015). Itsenäiset autonomiset autot voivat puolestaan joutua pitämään niin pitkiä aikavälejä, että sujuvuus alenee (Oshima 2017). Sujuvuusvaikutukset riippuvat myös automaattiautojen osuudesta liikennevirrassa – simuloitien mukaan alle 25 % osuudella sujuvuus voi jopa kärsiä, kun taas yli 50 % osuudella vaikutus voi olla hyvin myönteinen (Atkins 2016).

Automaattiautojen paremman kaistalla pysymisen ansiosta samalle ajoradalle voidaan sijoittaa nykyistä enemmän kaistoja, mikä tietysti lisää tien välityskykyä ja sujuvuutta (Carsten & Kulmala 2015). Myös se, että automaattiautot noudattavat nopeusrajoituksia, vähentää autojen energiankulutusta ja samalla useimpia päästöjä. Englannissa on arvioitu hiilidioksidipäästöjen vähenevän 6 %:lla tämän vuoksi (Carlaw ym. 2010).

Ympäristövaikutukset ovat yleensä vuorovaikutuksessa sujuvuus- ja energiankulutusvaikutusten kanssa. Vaikka letka-ajon tärkein ajuri onkin letkaan osallistuvien ajoneuvojen energiankulutuksen väheneminen, letka-ajon mukanaan tuomat rekkaletkat voivat vähentää muun liikenteen sujuvuutta etenkin liittymien lähialueilla ja ylämäissä. (Carsten & Kulmala 2015).

Sujuvuuden ja ympäristön kannalta merkityksellisin vaikutus liittyy automaattiajamisen vaikutuksista liikkumispäätöksiin. Automaattiautot voivat yksityisomistuksessa lisätä ajamisen mukavuuden kasvun myötä ajo- ja liikennesuoritetta jopa kolminkertaiseksi ja siten huomattavasti liikenteen ruuhkaisuutta. Jos automaattiautot tulevat käyttöön suurelta osin yhteiskäyttöautoina ja robotitakseina, liikennesuorite voi pysyä nykytasolla automäärän huomattavasti vähentyessä. (Stephens ym. 2016, ITF 2017.)

Suorat vaikutukset fyysiseen infrastruktuuriin

Erityisesti raskaiden ajoneuvojen automaatio voi lisätä tien rakenteellisia ja päällystevaurioita. Tierakenne toipuu yksittäisten raskaiden autojen yliajon aiheuttamasta ”pumppaamisesta” vasta yli 10 sekunnin kuluttua eli tällä välin osuudelle tulevat muut raskaat autot voivat vaurioittaa tien rakennetta. Lähellä toisiaan ajavien raskaiden autojen letka voi yksin aiheuttaa merkittävää tuhoa tien rakenteissa, ja mm. joillakin silloilla rajoitetaan jo nyt raskaiden ajoneuvojen välisiä minimietäisyyksiä. (Saarenketo 2018.)

Toinen merkittävä tievaurioita lisäävä tekijä voi olla autojen parempi kaistalla pysyminen. Tarkasti kaistan keskellä ajavat autot mahdollistavat kaistojen kaventamisen, mutta myös kasvattavat urautumista jopa viisinkertaiseksi (Saarenketo 2018). Tämä lyhentää uudelleenpäällystämisväliä. Jos ongelmaa vähennetään lisäämällä päällysrakenteen kestävyyttä kiviaineksen avulla, päällysteen kustannukset kasvavat 10–15% (Törnqvist 2015). Ratkaisuksi on myös ehdotettu kestävämpiä ”virtuaalisia” raiteita, jotka myös luultavasti lisäävät tienpitäjän kustannuksia (Carsten & Kulmala 2015). Tienpitäjien kannalta olisi paras, jos autonvalmistajat panevat autonsa satunnaisesti valitsemaan ajolinjansa kaistarajojen puitteissa (Saarenketo 2018).

Toimintaympäristövaatimusten vaikutukset fyysiseen ja digitaaliseen infrastruktuuriin

Tähän mennessä automaattiautonsa toimintaympäristökuvauksen on julkaissut vain Waymo (2017). Heidän robottitaksinsa toimintaympäristö on suomalaisen analyysin (Kulmala ym. 2018) perusteella taulukon 2 mukainen.

Muiden automaatiosovellusten osalta ollaan vielä pitkälti erilaisten "sivistyneiden arvausten" varassa. Yksi tällainen esitetään taulukossa 3 moottoritiepilotille.

Taulukko 2. Suunniteltu toimintaympäristö robottitaksille (Waymo 2017, Kulmala ym. 2018).

Commercial driverless vehicles as taxi services	
Road	Urban road with not too complicated junctions; 2030- all urban roads including ring roads and motorways, rural roads
Speed range	Up to 60 km/h; 2030- up to 80 km/h and then 100 km/h
Shoulder or kerb	Roadside parking space on streets, wide shoulders or refuges on other roads with 500 m intervals; Space needed for passenger hop-ons and -offs, likely clearly marked
Road markings	No specific requirements
Traffic signs	No specific requirements
Road furniture	Possible shelters and seats for waiting passengers
Traffic	Separation of pedestrian/bicycle paths
Time	No specific requirements
Weather conditions	Precipitation <5 mm/h, no ice nor snow on road, no fog/steam/smoke/dust hindering vision; 2030- only most severe restrictions apply such as floods, thick snow, etc.
HD Map	Needed as the lane identification and accurate lateral lane positioning solution is based on vision sensors (especially laser scanners) and satellite positioning with 3D HD map matching.
Satellite positioning	Needed to complement the vision sensor system supported by satellite positioning with 3D HD map matching.
Communication	At least 3G needed for V2I communications with operations centre, 4G or higher for remote control of vehicle.
Information system	Digital traffic rules and regulations, geofenced restrictions

Taulukko 3. Suunniteltu toimintaympäristö moottoritiepiloteille (Kulmala ym. 2018).

Highway autopilot incl highway convoy	
Road	Motorway or similar, only on line sections not including ramps or intersections, but containing straight driving on weaving sections
Speed range	Up to 130 km/h; some systems do not work below 30-40 km/h; no restrictions 2030-
Shoulder or kerb	Safe stopping for a minimal risk condition requires a wide paved shoulder available for this purpose and not used for, e.g. hard-shoulder running. Safe refuges or shoulder areas similar to bus stops could be made available in case of narrow shoulders at intervals of e.g. 500 m on each carriageway
Road markings	Minimum quality of solid or dotted lines painted on the pavement if accurate lateral positioning is based on a camera detecting the location of the lane borders, and if the lines indicate traffic management information (e.g. no overtaking or lane change)
Traffic signs	Needed for vehicle to react to traffic control indicated by traffic signs along its trajectory to select appropriate speed or to take other required action. The sign content can be accessible via cloud, or tags and/or beacons attached to the sign
Road furniture	Wireless radio beacons or physical landmarks possibly with sensor reflectors to support and increase positioning accuracy for AD vehicles. This is most valuable in tunnels and in totally open areas with no fixed objects nearby, or on sections with high likelihood of poor road weather conditions; or when some objects in the environment interfere with the vehicle's sensors.
Traffic	Not in incident situations with people on roadway, or other safety information cases
Time	No specific requirements
Weather conditions	All conditions except for heavy rain or snowing, or road covered with thick layer of snow or water, or in some cases sun glare, heavy fog, or darkness without lighting, 2030- only most severe restrictions apply such as floods, thick snow, etc.
HD map	HD Map of minimum quality needed if the lane identification and accurate lateral lane positioning solution is based on satellite positioning with 3D HD map matching.
Satellite positioning	Needed if the road position, lane identification and accurate lateral lane positioning solution is based on satellite positioning with 3D HD map matching. Satellite positioning accuracy is supported by land stations (e.g. RTK) and possibly also by landmarks on problem sections (tunnels, forests, ...) and conditions (weather).
Communication	Needed for end of queue, lane change, and merge situations for negotiations among vehicles and for maintaining a local dynamic map. Short latency V2V communication is a necessity for highway convoy. V2I communication can be used to receive traffic management information in addition to real-time information.
Information system	Real-time traffic information on incidents, roadworks, events, congestion and other disturbances (SRTI) on the road ahead are needed for tactical decisions on route choice, lane selection and safe speed choice. Digital rules and regulations as well as a geofencing database are also needed.

Keskeinen toimintaympäristöön liittyvä vaatimus on tarkka paikantaminen. Suomen, ja erityisesti Pohjois-Suomen, ongelmana on satelliittipaikannuksen ja sen tarkkuuden huononeminen korkeilla leveysasteilla. Tähän on löytynyt ratkaisu satelliittipaikannuksen RTK-maa-asetuksista, joiden avulla mm. valtatielle 21 on saatu satelliittipaikannukseen automaattiautojen vaatima noin 5 cm tarkkuus (Koskela 2018).

Automaattiautot luultavasti paikantavat itsensä monia eri menetelmiä käyttämällä. Tienpitäjä voi tukea paikannusta älykkäillä reunapaaluilla, joissa on anturiheijastimet (Koskela 2018). Autojen kamerat käyttävät etenkin sivuttaispaikannukseen myös tiemerkinä ja etenkin kaistaviivoja, joiden kunnossapito vaatii panostusta. Talvikaudella kaistaviivojen jatkuva pitäminen näkyvillä ja kunnossa voisi kaksinkertaistaa mm. moottoritien talvikunnossapitokustannukset (Innana ym. 2015).

Paikannuksen kannalta tärkeä on myös tarkka kartta (HD-kartta). Tällaisten tuottamiseen ovat jo lähteneet useat karttatuotteiden toimittajat, mutta tienpitäjälle tarkka digitaalinen karttakuvauus liikenneverkosta voi olla strateginen omistus.

Toimintaympäristön vaatimat panostukset tienpitäjiltä vaihtelevat automaatiosovelluksen mukaan ja voivat vaihdella myös autonvalmistajien välillä autojen käyttämien anturien tyyppin ja kyvykkyyden mukaan. Näiltä osin joudutaan odottamaan autojen markkinoille tuloa. Tosin tyypillisesti autonvalmistajat kertovat automaattiautojensa kykenevän ajamaan niillä teillä, joilla ihmiset voivat autojaan ajaa, mutta tienpitäjien toive on toimintaympäristöjen mahdollisimman suuri laajuus esimerkiksi myönteisten turvallisuusvaikutusten maksimimiseksi.

Muutokset toimintatapoihin

Tasojen 3–4 automaattiautot, samoin kuin jo nyt tason 1–2 autot, on varustettu monilla eri antureilla ajoympäristön havainnoimiseksi. Näiden anturien tuottamia tietoja voisi käyttää hyväksi tienpidon eri tarpeisiin suunnittelusta liikenteen ohjaukseen.

Euroopan liikenneministerien verkottuneen automaattiajamisen ryhmä on asettanut erillisen työryhmän nimeltään Data Task Force ratkomaan yksityisten ja julkisten toimijoiden yhteistyönä etenkin ajoneuvonvalmistajien ja tienpitäjien välisen tiedonvaihdon ongelmia. Työkohteina ovat olleet tähän mennessä turvallisuustieto sekä liikenteenhallintatieto. (Government Offices of Sweden 2018.)

Yleisesti verkottuneiden ja automaattisten autojen yleistyminen vaatii liikennetiedon korkeaa laatutasoa ja jonkinlaista laatutakuuta, jotta ajoneuvonvalmistajat suostuvat tason 4 ajoneuvon pitämiseen automaattitoiminnalla. Tämä merkitsee panostuksia laadun tarkkailuun ja varmistamiseen, mikä puolestaan luultavasti johtaa investointeihin myös laadun paranemiseen joiltakin osin.

2.2 Yhteistoiminnallinen ajaminen (C-ITS)

2.2.1 Sovellukset

Yhteistoiminnallinen ajaminen eli Cooperative ITS (C-ITS) on ollut toteutuksen kohteena Euroopassa koko 2010-luvun ajan. Yhteistoiminnallinen ajaminen perustuu ajoneuvon vuoropuheluun muiden ajoneuvojen (V2V), tienkäyttäjien (V2U) sekä infrastruktuurin välillä (V2I). Yleisnimellä vuoropuhelua kutsutaan lyhenteellä V2X (Vehicle to anybody).

Ajoneuvojen keskustelu oli alun perin suunniteltu tapahtuvaksi lyhyen kantaman tiedonsiirtona perustuen 802.11p WiFi-standardiin käyttäen 5,9 GHz taajuusaluetta. Sittemmin todettiin tarvittavan myös pidemmän kantaman tiedonsiirtoa 3G/4G-verkkojen välityksillä. Yleisesti on todettu ajoneuvoissa tarvittavan molempia tiedonsiirtomenettelyjä ja tätä yhteisviestintää on alettu kutsua hybridiksi tiedonvaihdoksi (mm. European Commission 2017).

Viime vuosina Euroopan komissio ja sen liikennepääosasto ovat edistäneet toteutusta eri tavoin. Komissio julkaisi oman strategiansa (European Commission 2016) näiden palveluiden toteuttamiseksi ja veti eri toimijoiden yhteistä C-ITS Platformia (European Commission 2017). Lisäksi komissio on huolehtinut jäsenmaiden toteutusten koordinoinnista C-Roads -hankkeen avulla (C-Roads 2018). Viimeksi mainitun hankkeen puitteissa jäsenmaat tekevät yhteistyötä toteutusten yhteentoimivuuden varmistamiseksi mm. laatimalla ns. profiileja eri standardien tarkaksi soveltamiseksi kunkin palvelun toteuttamiseksi. Standardit jättävät nimittäin tyypillisesti tulkinnanvaraa ratkaisujen toteuttamiseksi.

Komissio tähtää strategiassaan siihen, että C-ITS-palvelut tulee saada toteutukseen vuonna 2019 siten, että tuosta vuodesta lähtien kaikissa uusissa tyyppihyväksytyissä autoissa tulisi olla C-ITS-tietoliikenteeseen kykenevä laite ja eri maissa tuotettujen palvelujen tulisi olla yhteentoimivia. Strategiassa myös määritettiin ensimmäiseksi toteutettavat palvelut (Day 1 -palvelut) ja seuraavaksi standardoitavat ja toteutettavat palvelut (Day 1.5 -palvelut). Nämä palvelut on listattu taulukossa 4 ja 5. Yhteentoimivuuden varmistamiseksi komissio pyrkii vielä vuoden 2019 aikana saamaan aikaan älyliikenteen direktiiviin pohjautuvan delegoidun asetuksen

(delegated act), joka määrittää vähimmäisvaatimukset toteutettaville palveluille. Delegoidun asetuksen sisältö on tammikuussa 2019 lausunnoilla jäsenmaissa.

Taulukko 4. Ensimmäiseksi toteutettavat (Day 1) yhteistoiminnallisen ajamisen palvelut (European Commission 2016).

Vaarallisen tienkohdan ilmoitukset	
Palvelu	Selostus
Hitaan tai seisovan ajoneuvon tai liikenteen varoitus	Väylän nopeusrajoitukseen nähden poikkeuksellisen hitaan tai seisovan ajoneuvon tunnistaminen ja siitä viestiminen takaa lähestyvien ajoneuvojen päätelaitteella hyvissä ajoin.
Tietyövaroitus	Lähestyvien tietöiden sekä niihin liittyvien järjestelyjen (suljetut kaistat jne.) ja alhaisemman nopeusrajoituksen viestiminen kuljettajalle, mahdollinen kytkentä ISA:an (Intelligent Speed Adaptation).
Keliolosuhteet	Potentiaalisesti vaarallisten keliolosuhteiden havaitseminen ajoneuvoantureilla ja/tai infran laitteilla ja varoittaminen kuljettajalle ajoneuvolaiteen kautta.
Hätäjarrutus	Hätäjarrutuksen viestiminen takaa lähestyvien ajoneuvojen päätelaitteeseen
Lähestyvä pelastusajoneuvo	Aikainen varoittaminen lähestyvistä pelastusajoneuvosta ajoneuvon päätelaitteella
Muut vaaratekijät	Muista vaaratekijöistä varoittaminen ajoneuvon päätelaitteella
Liikennemerkkisovellukset	
Liikennemerkit ajoneuvolaitteeseen	Liikennemerkkien tunnistaminen ja niiden esittäminen ajoneuvon päätelaitteella merkkien voimassaoloalueella, erityisesti kiello- ja rajoitusmerkkien osalta.
Nopeusrajoitus ajoneuvolaitteeseen	Kiinteän ja vaihtuvan nopeusrajoituksen kommunikointi ajoneuvolaitteelle, joka viestii nopeusrajoituksesta kuljettajalle ja avustaa nopeusrajoituksen noudattamisessa (Intelligent Speed Assistance, ISA).
Punaisia päin ajamisen varoitus	Punaisen valon noudattamatta jättämisen tunnistaminen ja siitä varoittaminen sekä rikkeen tehneelle kuljettajalle että muille risteystä lähestyville ajoneuvoille.
Liikennevaloetuuden pyyntö (valikoiduille ajoneuvoille)	Risteystä lähestyvän (erikois)ajoneuvon tunnistaminen (joukkoliikenne, hälytysajoneuvot) ja pakkovihreän antaminen ajoneuvon tulosuunnalle.
Suositusnopeus liikennevalon lähestymiseen	Sellaisen suositeltavan tilannenopeuden esittäminen ajoneuvon päätelaitteella, jolla ajoneuvo pääsee etenemään valo-ohjatun risteuksen läpi vihreällä valolla. Sovellus toimii vain ohjausjärjestelmissä, joissa ennakkoon ohjelmoitu kiinteä kierto.

Floating car data	Liikenteen sujuvuustiedon keruu C-ITS varustetusta ajoneuvokannasta dataa jalostamalla.
Shokkiaallon hillitseminen	Nopeussuosituksen antaminen korkean liikennetiheyden olosuhteissa ajoneuvon päätelaitteella, jotta liikennevirta saadaan harmonisoitua ja vältetään liikennevirran ruuhkautuminen ja kapasiteetin hetkellinen ja paikallinen romahtaminen.

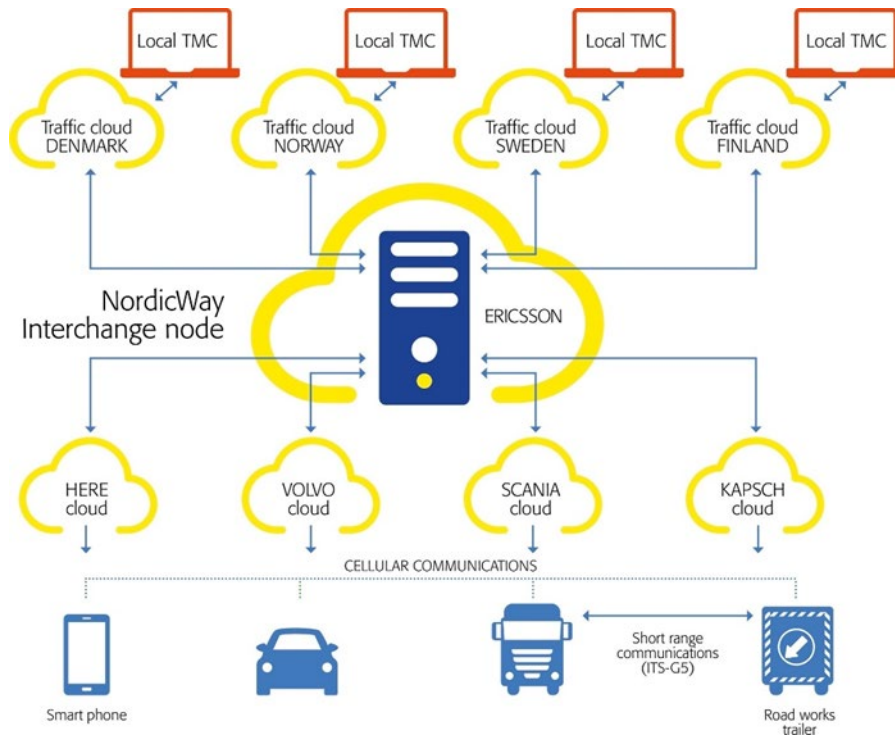
Taulukko 5. Toisessa vaiheessa (Day 1.5) toteutettavat yhteistoiminnallisen ajamisen palvelut (European Commission 2016).

Palvelu	Selostus
Informaatio vaihtoehtoisten energianlähteiden lataus-/tankkausasemista	Informaation antaminen ajoneuvon päätelaitteella sille soveltuvista lataus- ja tankkausasemista.
Suojattomien tienkäyttäjien suojaus	Suojatielle saapuvan suojattoman tienkäyttäjän (jalankulkija, pyöräilijä) havaitseminen esim. mobiiliapplikaation avulla ja autoilijoiden varoittaminen ajoneuvon päätelaitteella.
Kadunvarsipysäköinnin hallinta ja info	Vapaiden kadunvarsipaikkojen tunnistaminen ja niistä viestiminen pysäköintipaikkaa etsivien autoilijoiden ajoneuvolaitteelle ja sen navigaattoriin
Laitospysäköinnin info	Pysäköintilaitosten tilatiedon välittäminen pysäköintipaikkaa etsivien autoilijoiden ajoneuvolaitteelle ja sen navigaattoriin
Liityntäpysäköinnin info	Liityntäpysäköintipalvelujen tilatiedon esittäminen ajoneuvolaitteelle ja sen navigaattoriin
Yhteenkytketty ja kooperatiivinen navigointi kaupunkiin ja sieltä ulos	Liikennetilanteeseen ja tienpitäjän määrittelemään liikenteen hallinnan politiikkaan (Yhteistoiminnallinen liikenteen hallinta) perustuva informaatio, reititopastus ja valo-ohjauksen koordinointi.

Yhteistoiminnallisten palvelujen toteuttamista on viivästyttänyt teknologinen kehitys. Kun vielä kymmenen vuotta sitten lyhyen kantaman tiedonsiirto oli ainoa mahdollisuus vaihtaa turvallisuustietoa ajoneuvojen ja infrastruktuurin välillä, nyttemmin mm. NordicWay-hanke (Scholliers ym. 2017) on osoittanut 4G-verkossa pilvien välisen tiedonsiirron kykenevän alle sekunnin viiveellä tapahtuvaan tiedonvaihtoon (kuva 4).

Uudet autot ovat joka tapauksessa verkottuneita eli yhteydessä matkapuhelinverkon kautta internetiin, minkä vuoksi autojen varustaminen myös jo vanhentumassa olevaan lyhyen kantaman tiedonsiirtoon ei tunnu mielekkäältä kaikkien autonvalmistajien kannalta. Lisäksi seuraava matkapuhelinverkkojen sukupolvi 5G on tulossa tarjoten yhtä nopeaa tiedonsiirtoa kuin 5.9 GHz:n taajuudella tapahtuva lyhyen kantaman tiedonsiirto.

On todennäköistä, että komission ajamat palvelut toteutuvat laajasti lähivuosina, mutta paljon enemmän matkapuhelinverkkoihin perustuvina kuin mitä yhteistoiminnallisen ajamisen suunnitelmissa on alun perin ajateltu. Lyhyen kantaman tiedonsiirto 5.9 GHz:n taajuudella palvelee luultavasti tarkoitustaan myös erityissovelluksissa, kuten esimerkiksi rekkojen letka-ajossa letkan sisäisessä tiedonvaihdossa.



Kuva 4. NordicWay-arkkitehtuuri (Scholliers ym. 2017).

2.2.2 Sovellusten vaikuttavuusarviot

Valikoitujen C-ITS -sovellusten vaikutuksia ja kustannustehokkuutta on arvioitu mm. Euroopan komission rahoittamissa tutkimushankkeissa. Easywayn työryhmä "ICT Infrastructures Expert and Studies Group" toteutti usean EU-maan asiantuntijoiden yhteistyönä selvityksen, jossa arvioitiin hyötyjä useiden erillisten tutkimusten tulosten pohjalta ns. meta-analyysin avulla, ja annettiin näiden pohjalta asiantuntija-arvio hyötyjen todennäköisestä suuruudesta (Easyway 2012).

Arviointiin valittiin kaksi palvelujoukkoa, joihin sisältyvien yksittäisten sovellusten toteutukseen nähtiin liittyvän erityistä synergiaa. Vaikutusarviot tehtiin ensin yksittäisen sovelluksen ja sen vaikutusmekanismien kautta ja tämän jälkeen arvioiden koko palvelujoukon yhteisvaikutuksia. Arvioidut palvelujoukot ja -sovellukset olivat:

1. V2V-kommunikaatioon perustuvat palvelut
 - a. vaarallisesta tienkohdasta varoittaminen
 - b. ruuhkavaroitukset
 - c. hajautettu floating car data
2. V2i (tai i2V) -kommunikaatioon perustuvat palvelut
 - a. tietyövaroitukset
 - b. liikenneimerkit ajoneuvolaitteeseen (sis. älykäs nopeudensäätely)
 - c. liikenneinformaatio ja reittisuositukset
 - d. automaattinen pääsääntely ja pysäköinnin hallinta.

Sovellusten jaottelu ja nimeäminen ei ole aivan yksi yhteen myöhemmin sovittujen Day 1-1.5 -sovellusten kanssa, mutta niiden voidaan todeta kattavan kaikki Day 1 vaarallisen tienkohdan varoituksista sekä osan muista Day 1 ja Day 1.5 sovelluksista. Esimerkiksi vaarallisesta tienkohdasta varoittavan palvelun on ajateltu käsittävän seuraavat riskitilanteet: jonoutunut tai seisova liikenne, alentunut kitka johtuen sateesta, jäätymisestä, lumesta, heikentynyt näkyvyys johtuen sateesta, lumesta tai sumusta.

Vaikutusarvioinnissa on yksinkertaisuuden vuoksi oletettu, että palvelujen levinneisyys ajoneuvokannassa on 100 %. Lisäksi on oletettu, että infran osalta on tehty tarvittavat instrumentoinnit tie- ja katuverkon ongelmakohtiin. Vaikutuksia arvioitiin liikenneonnettomuusriskin, matka-aikojen sekä CO₂-päästöjen kannalta. Keskeisimmät tulokset on koottu seuraavaan taulukkoon.

Taulukko 6. Arvioita tiettyjen C-ITS -sovellusten suorista vaikutuksista, jotka syntyvät kuljettajan ajosuorituksessa tapahtuvista muutoksista sekä reitinvalinnassa tapahtuvista muutoksista (Easyway 2012).

	Henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet	Matka-aika	CO ₂ -päästöt
Valikoidut V2V-sovellukset			
hazardous location notification	- 22 % (huonojen olosuhteiden onnettomuuksista)	liikennevirta rauhoittuu, mutta matka-aika hieman pitenee	
traffic jam ahead warning	- 25 % (peräänajoista)	liikennevirta rauhoittuu, mutta matka-aika hieman pitenee	
decentralized floating car data	lisää onnettomuuksia 2 % (pidempi suorite + reititys korkeamman riskin väylille)	-2 % maanteillä, -3% katuverkolla	
Yhteisvaikutus	-5,8 % (-10 % moottoriteiden, -9% muilla maanteiden ja -4 % katuverkon <u>kaikista</u> onnettomuuksista)	pienenee	-0,8 % maanteillä, -1,5 % katuverkolla
Valikoidut V2i-sovellukset			
Road works warning	-1 % kaikista peräänajoista ja törmäyksistä esteisiin	matka-aika hieman kasvaa	
in-vehicle signage		-4 % maanteillä, -5% katuverkolla	
traffic information and recommended itinerary	lisää onnettomuuksia 1,8 % (pidempi suorite + reititys korkeamman riskin väylille)		
automatic access control / parking management			
Yhteisvaikutus	lisää onnettomuuksia 0,9 %		-2,5 % maanteillä, -3,5% katuverkolla

Yhteenvedon voidaan todeta, että V2V-sovelluksilla saavutetaan erittäin merkittävä henkilövahinkoon johtavien onnettomuuksien vähenemä, joka on arvion mukaan pääväyläverkolla jopa tasolla 10 %. Pääasiallinen vaikutusmekanismi on kuljettajan ajotapahtumaan vaikuttaminen. Informaatio lisää kuljettajien tietoisuutta tilanteesta ja saa heidät varautumaan edessä olevaan riskitekijään. Kuljettajat alentavat ajonopeutta jo hyvissä ajoin ennen ongelmapaikkaa ja reagoivat nopeammin, kun saavuttavat varsinaisen ongelmakohtaan. Kuljettajat myös pidentävät väliä edellä ajavaan ajoneuvoon ja osa kuljettajista välttää ohittamista ongelmapaikan lähistöllä.

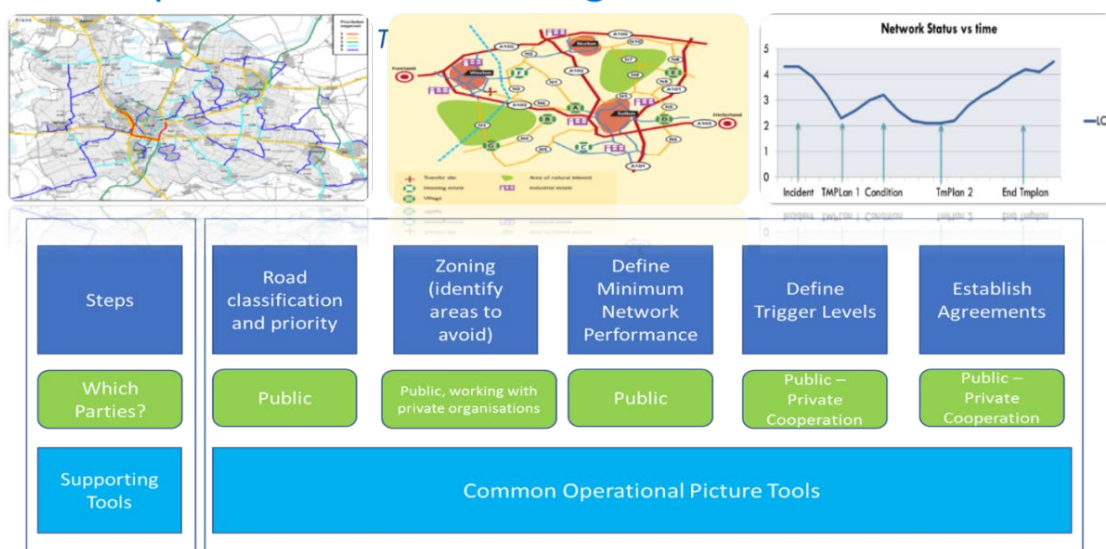
Muista vaikutusmekanismeista keskeiseksi nousee reitinvalinnan muuttuminen esim. FCD-tiedon (floating car data) ja reittisuositusten perusteella. Reitinvalinnan muutosten odotetaan lisäävän hieman suoritetta, mutta parantavan mukavuutta ja matka-ajan luotettavuutta. C-ITS -sovelluksilla arvioidaan olevan potentiaalisesti

myös negatiivisia vaikutuksia, mikäli liikennetilannetiedon ja reittisuositusten perusteella tapahtuu reittimuutoksia, jotka johtavat suoritteen kasvuun ja siirtymiseen korkeamman onnettomuusriskin reiteille. Onnettomuusriskin kasvuksi on arvioitu noin 2 %. Tämän mahdollisen negatiivisen vaikutuksen hallitsemiseksi ja hillitsemiseksi onkin huomiota kiinnitettävä yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan kehittämiseen, minkä puitteissa liikenneviranomaisen voi määrittellä pelisäännöt esimerkiksi reittisuositusten antamiselle (kts. seuraava luku).

VTT:n ja TRL:n yhteisessä tutkimushankkeessa analysoitiin joidenkin yhteistoiminnallisten sovellusten turvallisuusvaikutuksia simulointitutkimuksen avulla. Kiinnostava edellä esiteltyä Easyway-tutkimusta täydentävä tulos oli, että risteysonnettomuuksia ehkäisevä sovellus (intersection collision warning) vähentää tehokkaasti vakavia onnettomuuksia, vähennyksen ollessa kaikista kuolemaan johtavista onnettomuuksista -3,7 % ja henkilövahinkoon johtavista onnettomuuksista jopa -6,9 %. (Kulmala ym. 2008.)

2.2.3 Kytkentä liikenteenhallintaan

Liikenteenhallinnan osa-alueella C-ITS Platformissa toimii työryhmä Enhanced Traffic Management, jonka tehtävänä on ollut pohtia, minkälaiseen liikenteen hallintaan ollaan tulevaisuudessa menossa verkottuneen ja automaattisen ajamisen yleistyessä (kuva 5).



Kuva 5. Yhteistoiminnallinen liikenteenhallinta (European Commission 2017).

Enhanced Traffic Management -työryhmä painotti yhteistyön tärkeyttä eri toimijoiden välillä tulevaisuudessa, kun palveluntarjoajat ja autonvalmistajat tarjoavat reittiopastusta ja muita liikenteenhallinnallisia palveluja asiakkailleen pilvipalvelujen välityksellä. Viranomaisten liikenteenhallinnan ja liikennekeskusten roolina on toimia yhteistyön koordinaattorina ja kapellimestarina. Käytännössä tämän kapellimestarin roolin ottaminen edellyttää, että viranomaisen liikenteen hallinnan suunnitelmat on toteutettu standardiin digitaaliseen muotoon, joka soveltuu ko. tietojen vaihtoon eri toimijoiden välillä. Kapellimestarin rooli voi edellyttää seuraavia työkaluja ja toimenpiteitä:

- Tie- ja katuverkon toiminnallinen luokittelu väylien käyttötarkoituksen mukaan. Luokittelua voidaan käyttää esimerkiksi reitittämään liikennettä alueella, jonka kapasiteetti hetkellisesti täyttyy, hyödyntäen myös liikennevalo-ohjauksen säätöä priorisoiduilla reiteillä.
- Kaupunkivyöhykkeiden määrittely liikenteen kannalta soveltuviin ja vältettäviin alueisiin. Vyöhykemäärittelyn avulla voidaan välttää liikenteen reitittäminen asuinalueiden läpi tai esim. koulujen läheisyyteen siten, että palveluntarjoajat käyttävät algoritmeissaan ylimääräisiä "aikasakkoja" ohjaamaan reititystä viranomaisen haluamille vyöhykkeille.

- Liikenneverkon vallitsevan palvelutason määrittely ja mittaaminen. Palvelutasojen määrittely perustuu väyläluokitukseen ja palvelutasoa mitataan liikennevirran tunnuslukujen (liikennemäärä, nopeus) perusteella. Viimeksi mainittuja tietoja kerätään sekä tienvarsilaitteilla että FCD-menetelmillä.
- "Trigger-arvojen" eli raja-arvojen määrittely tietyn toimenpiteen käynnistämiseksi. Raja-arvot sidotaan esimerkiksi liikenteellisiin palvelutasoluokkiin, ja ne on sovittava yhteistyössä viranomaisten ja palveluntuottajien kesken.
- Yhteisen tilannekuvan luominen kaikille arvoketjussa oleville toimijoille, jotta koordinoitujen toimenpiteiden toteutus olisi mahdollista.

Olellaista yllä mainittujen toimenpiteiden toteuttamisessa on eurooppalaisten standardien ja yhteensopivien ratkaisujen noudattaminen, jotta palvelujen toteuttaminen olisi laadukasta ja tehokasta koko Euroopassa. (C-ITS Platform Phase 2 Final Report 9/2017.)

2.3 Liikenteen palveluistuminen

2.3.1 Mitä liikenteen palveluistuminen on?

Liikenteen palveluistumisessa on kyse yhteiskunnan kaikilla alueilla etenevän digitalisaation hyödyntämisestä helpottamaan erilaisten liikkumispalvelujen käyttöä ja mahdollistamaan täysin uudenlaisten palvelujen tulon markkinoille. Digitalisaatio toimii ajurina paradigman muutokselle, jossa fokus siirretään auton omistamisesta autonkäyttö- ja muiden liikkumisen palvelujen kuluttamiseen. Omistusauto sitoo tyypillisesti paljon pääomia ja aiheuttaa käyttökuluja, joten muutos vapauttaa huomattavan määrän rahaa erilaisten liikkumispalvelujen kuluttamiseen. Samalla se avaa mahdollisuuden ratkaista monia liikenteen kasvusta aiheutuvia ongelmia, kuten hiilidioksidipäästöjä ja liikenneverkkojen ruuhkautumista. On kuitenkin vielä epävarmaa, missä mitta-kaavassa kuluttajat ja liikkujat ovat valmiita tällaiseen paradigman muutokseen.

Englantilainen konsulttitoimisto Atkins on laatinut oman arvionsa MaaS:n merkityksestä liikennesektorille. Atkins määrittelee MaaS:n seuraavasti (Atkins 2016):

"The provision of transport as flexible, personalised on-demand service that integrates all types of mobility opportunities and presents them to the user in a completely integrated manner to enable them to get from a to b as easily as possible."

Usean EU-maan yhteinen liikenteen palveluistumisen kehitysprojekti Mobility as a Service for Linking Europe (MAASiFiE 2016) on puolestaan määritellyt MaaS:n seuraavasti:

"Multimodal and sustainable mobility services addressing customers' transport needs by integrating planning and payment on a one-stop-shop principle."

Atkinsin visio nostaa keskiöön liikkujan, jolle tarjotaan henkilökohtaiseen tarpeeseen soveltuvia palveluita, jotka integroivat kaikki kulkutavat ja liikennepalvelut ja jotka esitetään käyttäjälle täysin integroidusti yhden palvelun kautta. Toisin sanoen yhden käyttöliittymän kautta tulee olla mahdollisuus ottaa käyttöön kattavasta valikoimasta juuri se liikennepalvelu, joka parhaiten sopii kyseisen käyttäjän kyseiseen liikkumistarpeeseen. Tässä on nähtävissä analogiaa teollisuuden tuotannonohjauksesta tuttuun JOT-periaatteeseen (Juuri Oikeaan Tarpeeseen), jolla pyritään vastaamaan täsmällisesti arvoketjun osapuolen senhetkiseen tarpeeseen, haaskaamatta resursseja. Atkinsin visiossa korostuu myös kulkutapavaihtoehtojen esittäminen käyttäjälle "täysin integroidulla tavalla". Tämä nostaa esiin vaatimuksen siitä, että eri liikkumisvaihtoehtojen ominaisuudet esitetään totuudenmukaisella ja vertailukelpoisella tavalla päätöksentekijälle, vieläpä niin että esittäminen

perustuu vaihtoehtojen yhdistelyyn käyttäjän kannalta optimaalisella tavalla (täysin integroidusti). Tämä nostaa esiin vaatimuksia, jotka kohdistuvat kulkutapojen vaihtopaikkoihin, kuten pysäköintipalveluihin, terminaaluihin ja liityntäpysäköintialueisiin.

MAASiFiE-projektin visio lisää yhtälöön vaatimuksen *kestävistä* liikkumispalveluista ja korostaa, että palveluun sisältyy sekä matkan suunnittelu että maksaminen.

Suomessa käynnissä olevassa liikenteen palveluistumiskehityksessä on niin ikään korostuneet kestävät liikkumisvalinnat, erityisesti MaaS vaihtoehtona oman auton käytölle ja omistamiselle. Toteutetut MaaS-palvelut (kuten MaaS Globalin Whim) sisältävät autoon perustuvista palveluista vuokra-autoja sekä taksipalveluja edulliseen hintaan. Tavoitteena on selvästi tarjota vaihtoehto nimenomaan oman auton omistukselle.

2.3.2 Miten palveluistuminen etenee?

Suomessa MaaS:n kehityskulkua on arvioitu ja ennustettu HSL:n MAL 2019 -prosessiin liittyvässä selvityksessä Liikkumisen uudet teknologiat ja palvelut (Haapamäki ym. 2017). Selvityksessä todetaan, että teknologisia esteitä MaaS-palvelujen tarjoamiselle ei ole, joskin tietojärjestelmien ja rajapintojen rakentaminen vie aikaa ja vaatii investointeja. Keskeisenä ajurina on Suomessa liikennepalvelulaki, joka tuo velvoitteita informaatio- ja lippurajapintojen avaamiselle ja avaa taksipalvelumarkkinat kilpailulle. Suurimpana esteenä MaaS:n etenemiselle raportissa nostetaan autoiluun liittyvät tavat ja tehdyt investoinnit. HSL:n raportissa arvioidaan, että ensivaiheen palvelujen suurin potentiaali on tiiviillä kaupunkiseuduilla, joissa on riittävästi käyttäjäpotentiaalia ja joissa ilmapiiri on digitaalisia palveluja suosiva.

Vuoden 2030 tulevaisuudenkuvan osalta raportissa (Haapamäki ym. 2017) ennustetaan, että erilaiset MaaS-palvelut tulevat olemaan laajassa käytössä varsinkin työmatkaliikenteen ulkopuolella. Kehitysennuste on kuitenkin maltillinen; vuonna 2030 arvioidaan palveluilla olevan potentiaalia luoda kilpailukykyinen vaihtoehto henkilöauton omistamiselle jo useimmille käyttäjäryhmille, mutta vaikutusten (MAL:n näkökulmasta) arvioidaan olevan melko pieniä.

Myös MAASiFiE-projektissa on tuotettu Euroopan tason Roadmap Maas -konseptin kehittymisestä vuoteen 2025 mennessä. Tulevaisuudessa MaaS-palvelujen odotetaan integroituvan perinteisten liikennetoimialan pelureiden, kuten autoteollisuuden ja liikenteen tietopalvelujen tarjoajien kanssa. Kuluttajapalvelujen kehitystä vie eteenpäin kaupallinen sektori, joka toteuttaa mm. erilaisia pilotteja uusien palvelujen ja liiketoimintamallien kehittämiseen. Kilpailevia operaattoreita syntyy markkinoille jo lyhyellä tähtäimellä. (MAASiFiE 2016.)

MAASiFiE-projektin tiekartan mukaan viimeistään vuonna 2025 on käytössä yhden luukun periaatteella toimivia palveluja, jotka kokoavat kaikki liikkumisvaihtoehdot. MaaS-palvelujen minimipalvelutaso on määritelty, ja julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyön kautta yksityisautoon perustuvat palvelut voivat olla osa alueellista joukkoliikenteen tarjontaa. Myös kutsujoukkoliikenteen rooli osana joukkoliikennettä kasvaa. My Data -konsepti mahdollistaa tehokkaan data-analyysin kuluttajien tarpeiden paremmaksi ymmärtämiseksi. (MAASiFiE 2016.)

Keskeinen mahdollistaja MaaS:n kehittämisessä on sääntely ja politiikka. Päätöksentekijöiden tulisi tarjota uudenlaisia kannustimia ja rahoitusmahdollisuuksia sekä kehittää hankintamenettelyjä. Eri toimijoiden yhteistyö on myös keskeinen mahdollistaja, ja sen odotetaan kehittyvän kansainväliselle tasolle vuoteen 2025 mennessä. Kaupallisten palvelujen laadun tulee olla riittävä, jotta kuluttajat ne hyväksyvät, joskin sekään ei vielä takaa maksuhalukkuutta. Tutkimuslaitosten ja yliopistojen rooli on myös keskeinen tutkitun tiedon tuottamisessa mm. MaaS:n vaikutuksista päätöksentekijöiden käyttöön. (MAASiFiE 2016.)

On esitetty näkemyksiä, että liikenteen palveluistuminen kytkeytyy ilmiönä liikenteen automatisoitumiseen. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että automaattiset ajoneuvot tarjotaan kuluttajille palveluna sen sijaan, että jokainen omistaisi oman ajoneuvonsa. Tämä parantaisi huomattavasti automaattisen kaluston käyttöastetta eikä sitoisi kotitalouksien pääomaa ajoneuvoihin. On todennäköistä, että esimerkiksi taksi- ja kimpptaksipalvelujen kuluttajahinnat muodostuisivat huomattavasti nykyistä edullisemmaksi, koska suurin kustannus ko. palveluissa on tällä hetkellä kuljettajan palkkakustannus.

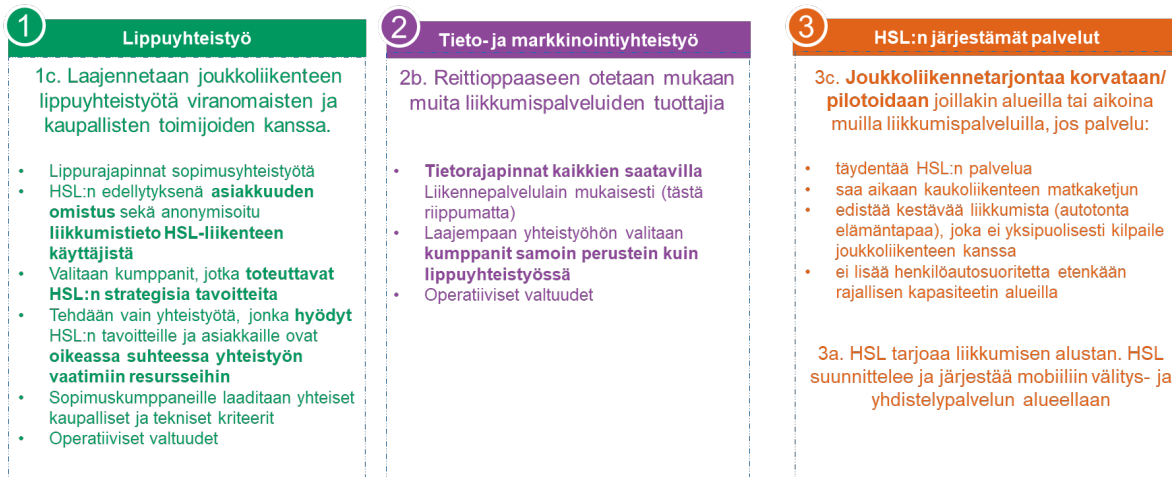
2.3.3 Suosituksia ja esimerkkejä julkisten toimijoiden roolista

Julkisen sektorin roolia MaaS-palvelujen kehittämisessä on linjattu mm. Suomen hallituksen esityksessä Liikennekaareksi (Suomen hallitus 2016). Hallitus esitti, että liikenne palveluna -toimintatavan tavoitteena on asiakkaiden ja käyttäjien tarpeisiin vastaavat korkealaatuiset ja edulliset liikennepalvelut. Liikennejärjestelmää on tarkasteltava kokonaisuutena, ja edistettävä sen saumatonta yhteentoimivuutta. Hallituksen esityksen mukaan palveluiden tuottamista markkinaehtoisesti on edistettävä ja julkinen sektori toimisi ensi sijassa kehityksen mahdollistajana, esteiden poistajana ja yhteentoimivuuden tukijana.

Helsingin seudun liikenne (HSL) on linjannut omaa rooliaan MaaS-kentässä mm. toiminta- ja taloussuunnitelmassaan vuosille 2018–2020 (HSL 2017). Suunnitelman mukaan HSL tekee yhteistyötä liikkumista palveluna (Mobility as a Service) kehittävien toimijoiden kanssa. Tiedot HSL-alueen joukkoliikenteen reiteistä ja aikatauluista ovat vapaasti kaikkien toimijoiden käytettävissä. HSL:n lippujärjestelmän rajapintoja ja lipputuotteita kehitetään yhteistyössä MaaS-toimijoiden kanssa sopimus pohjaisesti. HSL:n julkinen OpenMaaS-rajapinta avattiin keväällä 2018. Rajapinnassa on aluksi tarjolla joukkoliikenteen kertaliput, seuraavassa vaiheessa vuorokausiliput ja kausiliput 30.11.2018 mennessä. Subventoitujen kausilippujen tarjoaminen edellyttää kuntalaisten vahvaa tunnistamista. (HSL 2017.)

HSL on lisäksi pohtinut strategisemmin omaa rooliaan MaaS-kentässä ja arvioinut erilaisten toimintalinjausten vaikutuksia mm. omien strategisten tavoitteidensa toteutumisen kannalta. Mahdollisia toimintalinjauksia ovat lippuyhteistyö MaaS-toimijoiden kanssa, tieto- ja markkinointiyhteistyö sekä kolmantena HSL:n toimiminen palvelujen tarjoajana (kts. kuva alla).

Alustavana päätelmänä liiketoimintavaihtoehtoista on, että useimmat liiketoimintavaihtoehdot ovat HSL:n **perustehtävän** mukaisesti sujuvien ja luotettavien liikkumiskäytäntöjen kehittämistä ja tarjontaa asiakkaiden tarpeisiin. Päätelmänä kuitenkin on, että yhteistyö MaaS-toimijoiden ja liikkumispalveluiden kanssa sisältää sekä mahdollisuuksia että uhkia ja näin ollen yhteistyötä on perusteltua suunnata strategisia tavoitteita toteuttavaksi sopimuskumppaneiden valinnalla ja sopimusehdoilla. Riskinä nähdään, että palveluntuottajien toimintamahdollisuuksien lisääminen ilman ohjausta voi johtaa ei-toivottuihin vaikutuksiin, kuten asiakkaiden houkutteluun joukkoliikenteestä tai kävelystä ja pyöräilyä henkilöautoon perustuviin palveluihin. Mahdollisuutena nähdään, että HSL voi luoda kaupunkiseudun liikkumisen alustan, jossa runkona on joukkoliikenne. Tähän julkiseen alustaan voivat kaupalliset toimijat kytkeytyä kaikille yhdenmukaisilla ehdoilla. Mahdollisuutena nähdään myös HSL:n tuottamat MaaS-palvelut, mutta toisaalta tällöin HSL:n tehtäväkuva laajenisi perussopimuksesta ja toisaalta täydentävien palvelujen hyötyjä voidaan saavuttaa myös yhteistyömallien kautta.



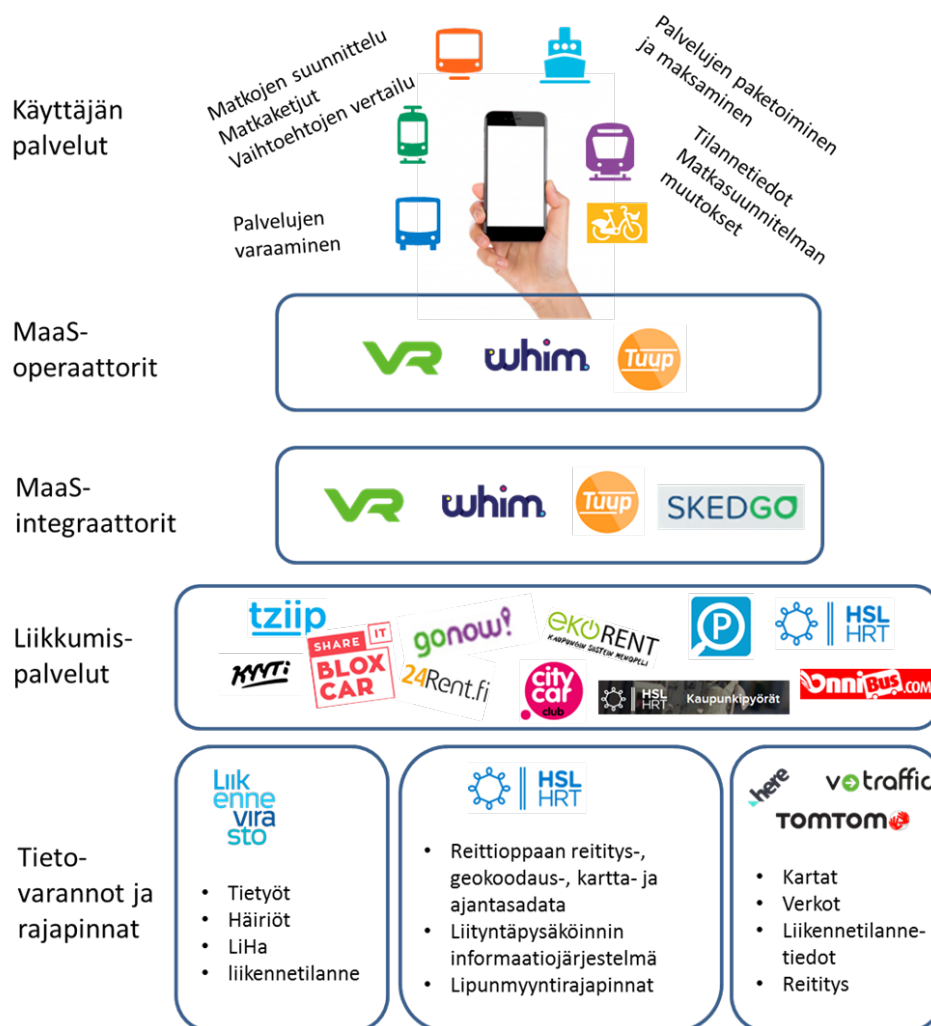
Kuva 6. Alustavia kehityssuuntia HSL:n roolista liikkumispalvelukentässä (HSL 2017).

Jatkotoimenpiteenä HSL järjesti vuonna 2018 IdeaLab-kilpailun, jonka tuomien kokemusten myötä HSL osallttaa täsmentää toimintatapojaan ja rooliaan MaaS-kentässä seuraavien vuosien aikana. IdeaLab-pilotit käynnistyvät vuonna 2019.

2.3.4 Arvio liikenteen hallinnan operaattorin ja tienpitäjän roolista MaaS:n arvoketjussa

Liikenteen palveluistumisella voidaan edistää liikennepoliittisten tavoitteiden, kuten liikenteen ilmastopäästöjen vähentämisen, ruuhkautumisen vähentämisen, saavutettavuuden parantamisen ja yhdenvertaisten liikkumismahdollisuuksien toteutumista, etenkin jos palveluistuminen todella johtaa autonomistuksen ja autolla tehdyn suorituksen vähenemiseen sekä joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn lisääntymiseen (MAASiFiE 2017). Tästä näkökulmasta liikenteen hallinnan operaattorien ja tienpitäjien on perusteltua osallistua MaaS-palvelujen edistämiseen omalla alueellaan ja varmistaa, että palvelut kehittyvät visioissa tavoiteltuun suuntaan.

Mitä tienpitäjät sitten voivat tehdä MaaS-konseptin eteen oman vastualueensa puitteissa? Hahmotetaan kokonaiskuvaa oheisella kaaviolla.



Kuva 7. Hahmotelma MaaS-konseptin arvoketjusta.

MaaS-konseptissa loppukäyttäjäpalvelun toteuttaa ja tarjoaa kuluttajalle MaaS-operaattori. MaaS-operaattorit voivat olla täysin kaupalliselta pohjalta toimivia, mutta joukossa voi olla myös julkisen liikenteen operaattoreita tai julkisia toimijoita, kuten esimerkiksi HSL. MaaS-operaattorit kokoavat palveluunsa (laajan) valikoiman liikumispalveluja ja hyödyntävät siinä MaaS-integraattorin tarjoamaa B2B-palvelua eli "MaaS-alustaa", jonka rajapintojen kautta eri palvelut voidaan tuoda applikaatioon. MaaS-integraattorin rooli on periaatteessa erotettavissa operaattorin roolista, mutta Suomen tämän hetkisisissä toteutuksissa MaaS-operaattorit toimivat itse integraattoreina. Markkinoilla on toimijoita, jotka tarjoavat pelkkää alustapalvelua ja muuta teknologiaa operaattorien käyttöön ns. white label -mallilla.

MaaS-integraattori siis integroi alustaansa varsinaiset liikennepalvelut, jotka voivat olla kaupallisia tai julkisia palveluja yhteiskäyttöautoista seudullisiin joukkoliikennepalveluihin ja kaupunkipyöriin. Integrointi on mahdollista vain sellaisten palvelujen osalta, joista on toteutettu soveltuvat rajapinnat palvelutietojen välittämiseen ja esimerkiksi lipputuotteiden välittämiseen. Liikkumispalveluja koskevien rajapintojen lisäksi MaaS-palveluissa hyödynnetään runsaasti muita tietovarantoja. Markkinoilla on useita toimijoita, jotka tarjoavat palvelujen kehittäjille tarvittavat kartat, verkkokuvaukset ja mm. ajantasaiset liikennetiedot sekä erilaisia rajapintapalveluja, kuten reitinhaun kahden pisteen välille. Joukkoliikenteen tarjoajat, kuten Helsingin seudulla HSL, tarjoavat

omien palvelujensa integrointia varten tarvittavat rajapinnat, kuten reititys- ja lipunmyyntirajapinnat. Kehittyneissä palveluissa voidaan hyödyntää myös tienpitäjien tarjoamia tietovarantoja esimerkiksi tietöistä, liikennehäiriöistä ja liikenteen hallinnan toimenpiteistä.

Vuoden 2018 aikana liikennepalvelulaki on muuttanut Suomen joukkoliikenteen markkinoita myös tietovarantojen ja rajapintojen tasolla. Liikennepalvelulain perusteella viranomaisen ei enää saa ylläpitää markkinaehtoisen joukkoliikenteen tietoja DigiTransitissa, vaan ainoastaan ylätason metatiedot viedään kansalliseen NAP:iin (National Access Point). Lainsäätäjä odottaakin, että vastaavat tietokannat ja rajapinnat syntyvät markkinoilla. Näin ei kuitenkaan ole tapahtunut toistaiseksi, eikä tiedossa ole, että asia olisi etenemässä lähiaikoina. Tällä hetkellä ainoastaan sopimusperustainen liikenne on saatavissa MaaS-operaattoreiden käyttöön DigiTransitissa. MaaS-integraattorit joutuvat neuvottelemaan suoraan markkinaehtoisten liikennöitsijöiden kanssa rajapintojen avaamisesta palvelujensa käyttöön. Yhteiskunnallisten tavoitteiden kannalta nykytilanne ei ole optimaalinen, sillä osa joukkoliikennepalveluista ei nyt ole esitettävissä kuluttajille MaaS-palveluissa.

Arvoketjun tarkastelun perusteella tienpitäjien tai liikenteen hallinnan operaattorin rooli MaaS-konseptin toteutuksessa ei välttämättä ole kovin suuri. Liikennevirasto on linjannut, ettei itse lähde palveluntarjoajaksi, vaan loppukäyttäjäpalvelujen kehitys jätetään hallituksen linjauksen mukaisesti markkinoiden tehtäväksi. Tienpitäjällä on kuitenkin rooli laadukkaiden lähtötietojen tarjoamisessa, jotta MaaS-operaattorit voivat kehittää mahdollisimman laadukkaita, kehittyneillä ominaisuuksilla varustettuja loppukäyttäjäpalveluja. Tällaisia kehittyneitä ominaisuuksia, joiden syntymiseen tienpitäjä voisi vaikuttaa, ovat ainakin tiettyä matkaa koskevien liikkumisvaihtoehtojen vertailu, ts. multimodaalin/ intermodaalien reittioppaan toteutus sekä tilannetiedon tarjoaminen matkan aikana ja matkasuunnitelman proaktiivinen muuttaminen esim. häiriötilanteissa.

Jotta tieverkkoa käyttävät liikkumispalvelut, kuten bussiliikenne, (kimppa)taksipalvelut, yhteiskäyttöautoon tai vuokra-autoon perustuvat palvelut, saadaan esitettyä vertailukelpoisesti käyttäjälle, tarvitaan varsin tarkkaa tietoa tieverkon tilasta. Edistyneen MaaS-palvelun tulee ottaa huomioon vaihtoehtojen esittelyssä, vertailussa ja suosituksissa odotettavissa olevat matka-ajat eri vaihtoehtoilla. Tienpitäjä voi edistää MaaS:n tavoitteen toteutumista tuottamalla tarkkaa tietoa verkon käytettävyydestä (esim. tietyöt), matka-ajasta sekä häiriöistä ja niiden vaikutuksista. Kun tarkkaa ja laadukasta tietoa liikenneverkon tilanteesta on saatavilla, voivat MaaS-operaattorit tarjota loppukäyttäjille entistä laadukkaampia liikkumissuosituksia.

Matkan aikana MaaS-palvelun käyttäjälle tulee voida tarjota tietoa yllättävistä muutoksista ja häiriöistä, ja muuttaa suosituksia välittömästi tieverkon kapasiteetin, käytettävyyden ja matka-aikojen muuttuessa.

Lisäksi voidaan nostaa esiin solmupisteet, joissa käyttäjät vaihtavat kulkutavasta toiseen. Informaatio esimerkiksi liityntäpysäköintipaikan saatavuudesta voi olla ratkaiseva tietyn matkaketjun toteuttamiselle ja sen houkuttelevuudelle. Informaatiolla voidaan parantaa matkaketjujen toimintavarmuutta – MaaS-palvelu voi esimerkiksi jättää suosittelematta vaihtoehtoa, jonka toteutuminen sisältää riskin matkaketjun katkeamisesta tietyllä todennäköisyydellä.

2.4 Traffic Management 2.0

Traffic Management 2.0 (TM 2.0) eli Liikenteen hallinta 2.0 on nimitys edistyksellisille liikenteen hallinnan toimenpiteille, joissa viranomaisen liikenteen hallinnan ja ohjauksen toimenpiteiden tietoja ja suunnitelmia yhdistetään tienkäyttäjien matkastaan tuottamaan tietoon. Tietojen yhdistämisen myötä tuotetaan personoitu älyliikennepalvelu, joka palvelee sekä tienkäyttäjän että tienpitäjän tavoitteita ja etuja. Palvelu tuotetaan ajoneuvon päätelaitteeseen (ajoneuvoon integroitu tai jälkiasennettava navigaattori, älypuhelinsovellus).

Keskeisinä edistyksellisten palvelujen ajureina ovat ajoneuvojen päätelaitteiden, älypuhelimien yleistyminen ja V2I/I2V-ajattelu (vehicle to infrastructure ja infrastructure to vehicle, ks. luku 2.2).

Liikenteen hallinta 2.0 -toimenpiteiden edistämiseksi ERTICO (Euroopan komission ja teollisuusyritysten perustama älyliikennetoimijoiden yhteisö) organisoii innovaatioihin pyrkivää yhteistyöryhmää (Traffic Management 2.0 tai TM2.0), joka on tarkoitettu julkisille ja kaupallisille älyliikennetoimijoille. Yhteistyöryhmä perustettiin liikennealan teknologiayritysten SWARCO Mizarin ja TomTom:in aloitteesta. TM2.0-jäsenenä on eri maiden liikenneviranomaisia, tutkimuskeskuksia, palveluntarjoajia, ajoneuvoteknologiavalmistajia ja laitetoimittajia. Suomen viranomaisista TM2.0-jäsenenä on Trafi (1.1.2019 alkaen Traficom).

TM2.0 -konseptin fokuksessa ei ole yksittäisten teknologioiden kehittäminen, vaan yhteistyöryhmässä keskitytään mm. liiketoimintamalleihin, palvelujen käyttöönoton edistämiseen, julkisen ja yksityisen sektorin yhteistyömalleihin, organisaatorakenteisiin ja datan vaihtoperiaatteisiin.

ERTICO on asiantuntijatyöryhmissä laatinut TM 2.0 -konseptin mukaisia toimenpiteitä käsittelevää aineistoa, jonka keskeistä sisältöä tämän työn näkökulmasta tarkastellaan seuraavassa.

2.4.1 TM 2.0-konseptin palveluita

TM2.0-työryhmässä tarkasteltavat palvelut voidaan määritellä seuraavasti:

TM2.0-palvelut hyödyntävät ajoneuvojen ja liikenteenhallintajärjestelmien vuorovaikutusta, tavoitteena tukea palvelun loppukäyttäjää (yksilö) matkaan ja ajamiseen liittyvissä valinnoissa liikenteen hallinnan näkökulmasta keskeisissä olosuhteissa.

TM2.0-yhteistyöryhmän näkemysten mukaan tärkeimpiä liikenteen hallinnan edistyksellisiä palveluita ovat **kehittyneet navigointipalvelut, mukautuva ja dynaaminen liikenteenohjaus sekä liikenteen häiriö- ja vaaratilanteiden havainnointi ja tiedotus** (Rodrigues 2015).

Edistykselliset navigointipalvelut

Edistyksellisissä navigointipalveluissa tienkäyttäjän reittisuunnitelmaan ja sijaintiin yhdistetään tietoa mm. reitin (ennustetusta) liikennetilanteesta, häiriöistä ja liikenneviranomaisen liikenteen hallinnan ja ohjauksen operatiivisista suunnitelmista, toimenpiteistä ja rajoituksista. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että navigointipalvelu huomioi reitityksessä yksilön tarpeiden lisäksi viranomaisen liikenteen hallinnan tavoitteet.

Normaaliliikenteen aikana ajoneuvoja voidaan pyrkiä ohjaamaan optimaalisimmille reiteille esim. tie- ja katuverkon kapasiteetin ja/tai turvallisuuden näkökulmasta. Häiriöiden aikana tienkäyttäjät saavat tiedon heidän reittiin vaikuttavista tilanteista ja uudelleen reititys voidaan tehdä käyttäen viranomaisen suunnittelemaa varareittejä, välttämällä tiettyjä alueita tai ohjaamalla autoilijat liityntäpysäköinnin kautta joukkoliikenteeseen.

Edistyksellisten navigointipalvelujen yhtenä keskeisenä lähtökohtana on tieto palvelunkäyttäjän määrän-
päästä ja sijainnista.

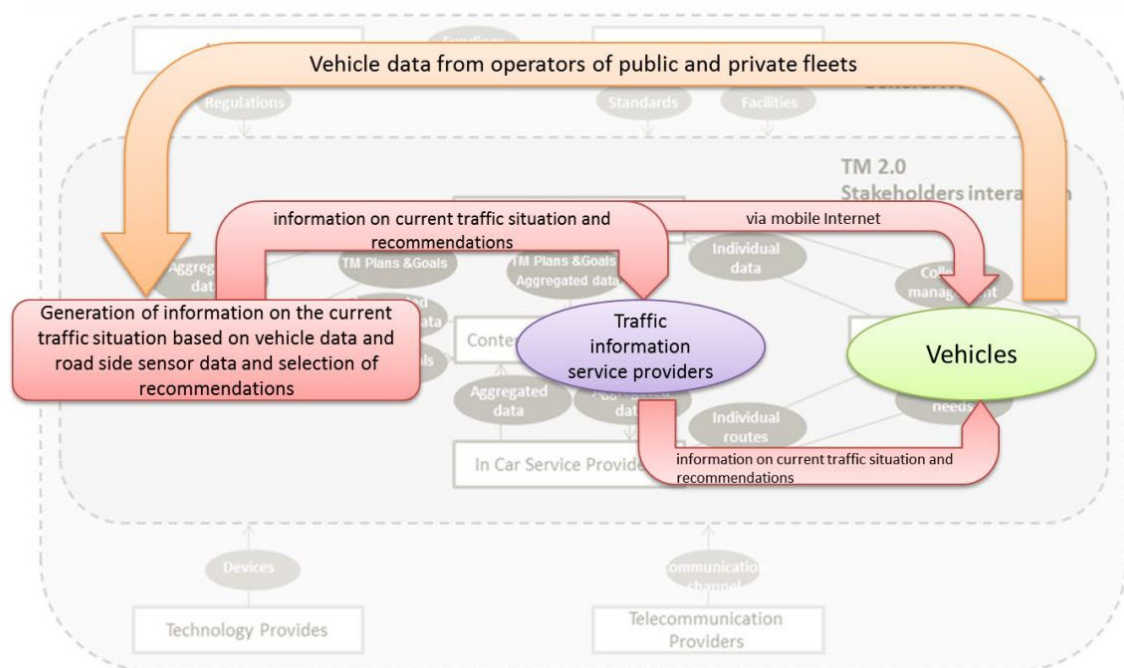
Mukautuva ja dynaaminen valo-ohjaus

TM2.0-konseptissa mukautuviin valo-ohjausjärjestelmiin (adaptive traffic signal control system, ATCS) voi-
daan tuoda merkittävää lisäarvoa hyödyntämällä ohjauksessa ja sen toiminnan seurannassa ajoneuvokoh-
taista sijainti- ja nopeustietoa ja lähtöpaikka-määränpää -tietoa (O-D-tieto navigaattorista), sekä tuottamalla
tietoa kuljettajan päätelaitteeseen:

- tarkempi liikennetieto ohjauksen käyttöön (mm. reaaliaikainen liikennetieto liittymien väliltä)
- ajoneuvon tuottavat valojen ohjaukseen ja vaihtumiseen liittyvät tiedot ja nopeussuosituksen (py-
sähdysten välttäminen)
- tarkempaa tietoa valo-ohjauksen vaikutusten seuranta varten.

Liikenteen häiriö- ja vaaratilanteiden havainnointi ja tiedotus

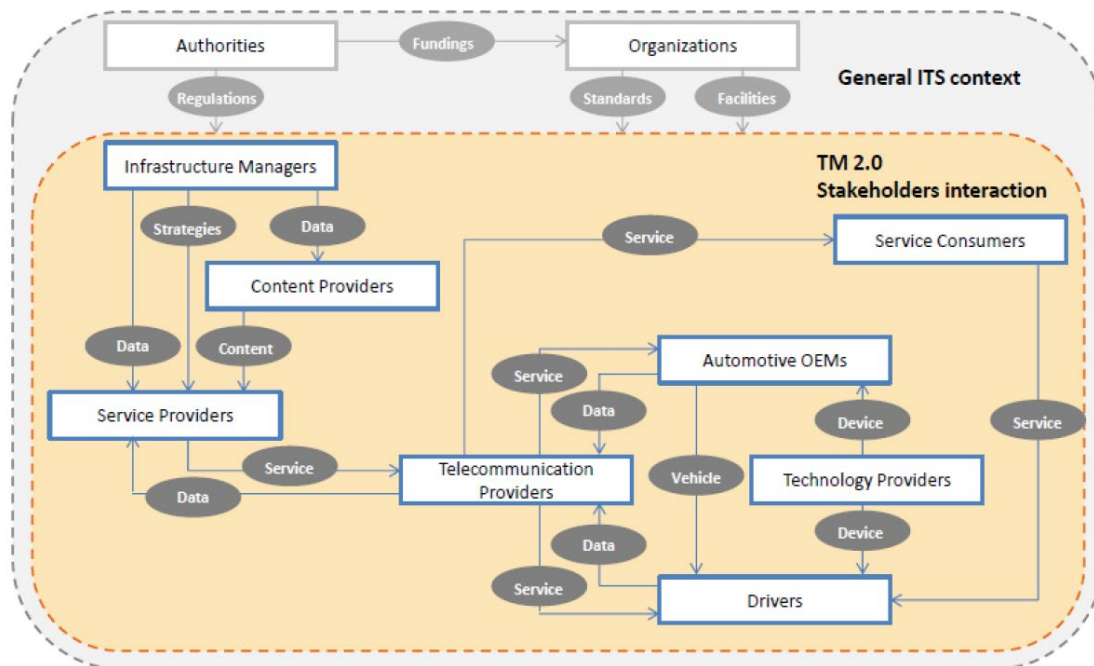
Havainnointi- ja tiedotuspalveluissa ajoneuvon päätelaitteissa esitetään häiriö- ja vaaratilannetietoja, perus-
tuen tienkäyttäjän sijaintiin. Esitettäviä tietoja voivat olla esim. sää- ja keliolosuhteet, onnettomuudet, ruuhkat,
koulujen ympäristöt ja vaihtuvien opasteiden ohjaustilat. Tienkäyttäjä voi myös itse tuottaa häiriö- tai vaarati-
lannetietoja palveluun. Palvelut mahdollistavat mm. virtuaalisen vaihtuvan ohjauksen, jossa tavanomaisen
vaihtuvan ohjauksen tiedot tuodaan päätelaitteisiin.



Kuva 8. Liikennetietojen keruun ja tietojen jakamisen periaatekuva Salzburgin Floating Car Testbedistä (TM2.0 2016).

2.4.2 Toimijoiden roolit

TM2.0-työryhmä on tunnistanut keskeiset roolit edistysellisten liikenteen hallinnan palveluiden perustamisessa. Toimijat ja heidän väliset suhteet on esitetty kuvassa 9 (Rodrigues 2015).



Kuva 9. Eri toimijoiden roolit TM2.0-palveluissa.

Toimijoiden roolit on avattu seuraavassa Suomen tieliikenteen vaihtuvan ohjauksen toimiessa esimerkkinä:

Infrastructure managers = Tienpitäjä, joka kerää tieverkolta tietoa (esim. LAM-pisteet, tiesääasemat) ja joka laatii liikenteenhallintaan liittyvät tavoitteet ja toimintalinjat (strategies).

Content providers = Sisällön tuotanto, jossa (tietyt) data jalostetaan palveluksi. Esimerkkinä sisällön tuotannosta on T-LOIK (Tieliikenteen ohjauksen integroitu käyttöliittymä, Liikenneviraston tietopalveluhanke), jossa nykyisin liikenne- ja sää tietoja jalostetaan vaihtuvan ohjauksen ja tieliikennekeskuksen operatiivisiin tarpeisiin.

Service providers = Palvelun tarjoajat. Nykyisin liikenteen hallinnan palvelut tarjotaan tienvarsilaitteissa, ja niiden sisältö esitetään kaikille tienkäyttäjille tietyssä tavoitteiden ja toimintalinjojen (strategies) mukaisissa sijainneissa.

TM2.0 -konseptissa palveluntarjoaja (service provider) jakaa palvelun loppukäyttäjille (Drivers, Service Consumers) hyödyntäen tietoliikenneverkkoja (Telecommunication Providers) ja päätelaitteita (Automotive OEMs, Technology providers). Se, mille loppukäyttäjille palveluntarjoaja kunkin palvelun jakaa, perustuu esim. kuljettajien (eli päätelaitteiden tai ajoneuvojen) sijaintitietoon (data). Mikäli tarjottava palvelu perustuu reitittämiseen (navigointiin), ajoneuvon sijainnin lisäksi tuotettava palvelu voi perustua tietoon käyttäjän suunnitellusta reitistä (pätelaitteesta palveluntarjoajalle välitettävä data).

TM2.0 -konseptin mukaisessa palvelurakenteessa tienkäyttäjät saavat personoituja liikenteenhallinnan palveluita, jotka tavoitteellisesti saavuttavat suuremman osan tienkäyttäjistä kuin perinteiset menetelmät. Vastavuoroisesti, tienpitäjä saa enemmän vaikuttavuutta liikenteen hallinnan ja ohjauksen toimenpiteilleen ja esimerkiksi dataa ajokäyttäytymisestä tai reittivalinnoista, jota voidaan hyödyntää liikenteenhallinnan toimenpiteiden kehittämiseen.

2.4.3 Palveluiden synnyn mahdollistajat ja esteet

ERTICO:n asiantuntijatyöryhmät ovat arvioineet TM2.0-konseptin mukaisten palvelujen mahdollistajia ja esteitä (TM 2.0 2015), jotka on esitetty seuraavassa.

Mahdollistajat

Keskeisinä palvelujen mahdollistajina nähdään **navigointijärjestelmien yleistymisen** ja **ajantasaisen liikennetiedon saatavuus**. Ajantasaisia liikennetietoja voidaan välittää kuljettajien päätelaitteisiin (autoon integroidut navigaatiojärjestelmät, erilliset navigaattorit, älypuhelimet) ja tietojen käyttö on yleistynyt. Päätelaitteiden määrä autoissa kasvaa jatkuvasti, kun älypuhelimet yleistyvät ja autojen varustelu kehittyy (esim. ajoneuvoon integroidut järjestelmät). Nykyisin ajantasaista liikennetietoa jaetaan käyttäjille ilman erillisiä kustannuksia internetissä ja mobiililaitteissa, kuten älypuhelimissa. Mitä enemmän kuljettajat hyödyntävät ajantasaista liikennetietoa, sitä parempilaatuisempaa liikennetietoa on, koska datan käyttö tekee käyttäjästä ”anturin”.

Euroopan tasolla on edistetty yhteistoiminnallisten järjestelmien (C-ITS, ks. luku 2.2) yleistymistä ajoneuvo- ja laitevalmistajien suuntaan, ja ajoneuvojen tuottaman liikennetiedon ennustetaan yleistyvän.

Esteet

Keskeisinä esteinä palvelujen syntymiselle on katsottu olevan seuraavia:

- Uuden datan yhteensopimattomuus tienpitäjien nykyisten liikenteenhallinta- ja tietojärjestelmien kanssa
- Palvelujen vaatimien uusien liikennetietojen ja rajapintojen standardien puute
- Pitkä siirtymäaika riittäviin käyttäjämääriin
- Tiedonsiirtoverkkojen mitoitus mobiilikäyttöön
- Tietoturvakysymykset ja niihin liittyvät kaupalliset intressit
- Yksityisyydensuoja
- Eri toimijoiden investointien kannattavuus
- Lainsäädännölliset kysymykset koskien ajoneuvojen tuottaman datan omistusta ja älyliikennepalvelun mahdollisia virheellisiä tietoja.
- Ajoneuvojen tuottaman tiedon luotettavuuteen liittyvät kysymykset.
- Palvelujen poliittinen ja yleinen hyväksyttävyyys.

ERTICO:n asiantuntijat ovat arvioineet numeerisesti esteiden vaikutusta palvelujen yleistymiseen ja esteiden poistamisen helppoutta. Arvioiden perusteella yhteensopimattomuus nykyisten liikenteenhallinta- ja tietojärjestelmien kanssa ja pitkä siirtymäaika riittäviin käyttäjämääriin ovat keskeiset esteet. Lainsäädännölliset kysymykset koskien älyliikennepalvelujen virheellisiä tietoja arvioitiin ylivoimaisesti pienimmäksi esteeksi.

2.4.4 Toteutusesimerkkejä

Breda, Hollanti

Bredassa Hollannin ympäristö- ja infrastruktuuriministeriö, Noord-Brabant provinssi ja paikallinen Bredan hallinto ovat yhteistyössä kehittämässä sovellusta, jossa käyttäjiä informoidaan tienpitäjän laatimien skenaarioiden (liikenteenhallintasuunnitelmien) mukaisesti liikennetilanteesta riippuen. Palvelun keskiössä on Bredan esikaupunkialue ja päätieverkko, joka mahdollistaa eri reittejä kaupunkiin.

Palvelun piiriin liittyneet tienkäyttäjät saavat ajoneuvojen päätelaitteisiin reittiopastuksen. Reitityksen taustalla on tienpitäjän pyrkimys jakaa liikennettä verkolle tienpitäjän tavoitteiden mukaisesti. Palvelun odotetaan vaikuttava positiivisesti turvallisuuteen, tehokkuuteen, ympäristöön ja tienkäyttäjän kustannuksiin.

Palvelu hyödyntää floating car -dataa ja se sisältää myös älykästä liikennevalo-ohjausta. (Mitiakis et al. 2017.)

Suomi – NordicWay Coop -kokeilu

Suomessa tiellä 1 on kokeiltu tienkäyttäjän mobiilisovellusta, jossa tienkäyttäjä vastaanotti paikkaan sidottuja varoituksia (SRTI, Safety Related Traffic Information). Varoitukset perustuivat muiden tienkäyttäjien ilmoitukseen sekä Tieliikennekeskuksen asettamiin varoituksiin. Tienkäyttäjä sai varoituksen 2 km ennen kohdetta, jota varoitus koskee. NordicWay-kokeilun toimijoina olivat LVM, Liikennevirasto, Trafi ja Here. (Mitiakis et al. 2017.)

Verona, Italia

Veronan kaupunki on toteuttanut kaupunkialueelle C-ITS-palveluita tavoitteenaan optimoida liikennevirtoja ja vähentää ajoneuvoliikenteen CO₂-päästöjä. Toteutetut palvelut ovat seuraavat:

- Liikennevaloavustaja (liittymissä lähetetään valo-ohjaukseen liittyviä SPAT/MAP-viestejä).
- Reaaliaikainen liikennetiedotus (DENM-viestit mobiilisovellukseen)
- Tietyövaroitukset (DENM-viestit mobiilisovellukseen)
- Joukkoliikenteen etuudet

Palvelut hyödyntävät ETSI G5- ja LTE -tiedonsiirtoa ja standardoituja C-ITS-viestejä. Liikennevaloavustus on käytössä kaikissa kaupungin valo-ohjatuissa risteyksissä. Palvelut on vastaanotettu positiivisesti, erityisesti ammattiliikenteen osalta. (Mitiakis et al. 2017.)

Salzburg, Itävalta

Salzburgissa liikenteen ongelmat koskevat turismista johtuvaa henkilöautoliikennettä, joka yhdessä paikallisen ajoneuvoliikenteen kanssa romahduttaa välityskyvyn. Ongelmaa on pyritty vähentämään ohjaamalla etenkin turisteja kaupungin ulkopuolella sijaitseville liityntäpysäköintialueille. Tämän vaikutukset ovat olleet vähäisiä, koska turistien navigaattorisovellukset ohjaavat liikenteen kaupungin pysäköintilaitoksiin. Navigaattorisovellukset eivät ole tietoisia kaupungin liikenteen hallintaan liittyvistä suunnitelmista ja tavoitteista, ja ajoittain navigaattorit ohjaavat käyttäjiä suljetuille tieosuuksille.

Salzburgissa on aloitettu TM2.0-konseptia mukailevia toimenpiteitä, joissa tienpitäjien liikenteen hallinnan toimenpiteet tuodaan navigaatiopalvelutoimijoiden tietoon. Palvelun toiminta perustuu Salzburgin Floating Car Testbedin kelluvan ajoneuvon tietoihin (FCD), joita kerätään mm. bussiliikenteestä ja kuljetusyritysten kalustosta, sekä tavanomaisten liikennetietoilmaisimien tietoihin. Näistä luodaan tilannekuva, joka välitetään reittiopastuksen yhteydessä sovelluksen kautta kaikille tienkäyttäjille. Tiedon jakamista varten (eli sovellus, joka tavoittaa merkittävän osan tienkäyttäjistä) on käyty keskustelua TomTomin ja BMW:n kanssa, jotka ovat osoittaneet kiinnostuksensa. Konseptin odotetaan olevan käytössä vuonna 2020. (TM2.0 2016.)

SOCRATES 2.0 – Useita Euroopan kaupunkeja

SOCRATES2.0, eli "System of Coordinated Roadside and Automotive Services for Traffic Efficiency and Safety" on projektikonaisuus, jossa tavoitteena on Euroopan laajuiset yhteistoiminnalliset liikenteen hallinta- ja navigointipalvelut. Kuten Traffic Management 2.0 -konseptissa on ajatuksena, SOCRATES-projektissa palvelujen rakentuminen perustuu julkisten ja kaupallisten toimijoiden tuottaman tiedon sekä ohjaus- ja reititys-toimenpiteiden yhdistelyyn.

SOCRATES-projektin kehittämisen taustalla on ollut havainnot siitä, että tienkäyttäjille tarjottava informaatio on epäjatkuvaa ja ristiriitaista. Esimerkiksi tienpitäjän tuottama vaihtuva ohjaus saattaa tiedottaa tienkäyttäjälle liikenteen häiriötilanteesta, kun samanaikaisesti tienkäyttäjän navigointisovellus ei välttämättä tuota samaa tietoa. Päätöksenteko jää tienkäyttäjälle, ja toisen tietolähteen "virheellisyys" saattaa vähentää jopa ajantasaisen tietolähteen vaikuttavuutta. Yhdistämällä kaikkien toimijoiden tietoja liikennetilanteesta ja liikenteen hallinnan ja ohjauksen toimenpiteistä, voidaan saavuttaa kokonaisvaltaisempi tilannekuva. Tilannekuvan perusteella tuotetuilla tiedotus- ja reitityspalveluilla voidaan parantaa liikenneverkon tehokkuutta ja turvallisuutta ja vähentää liikenteen ympäristövaikutuksia. (Traffic Technology International 2018.)

SOCRATES-projektin alaisia pilotteja käynnistetään vuonna 2019 Amsterdamissa, Antwerpenin provinsissa, Münchenissä ja Kööpenhaminassa. SOCRATES-yhteistyökumppaneita ovat muun muassa alueelliset tienpitäjät (tai vastaavat julkiset tahot), liikennetietopalvelut (mm. HERE, TomTom, datan käsittely- ja varastointipalveluntuottajat) ja autonvalmistajista BMW. Pilottien vaikutusalueena on pääsääntöisesti kaupunkiseutujen ja niihin kytkeytyvä päätieverkko, joskin Kööpenhaminassa keskiössä on kaupunkialueen multimodaali liikenne (henkilöautojen lisäksi bussi- ja polkupyöräliikenne). Useassa pilottikohteessa osapuolina on useampia liikennekeskuksia (julkisia toimijoita) ja palvelutarjoajia, joten tiedon vaihtoa varten tärkeässä roolissa ovat tiedon välittäjätoimijat (intermediaries). Piloteissa testattavia kokonaisuuksia ovat (pilottikohteesta riippuen):

- Älykkäät reitityspalvelut, joissa pyritään liikenneverkon virtojen optimointiin
- Yksilön reitityspalvelut tapahtumapaikoille
- Tiedon vaihto liikennekeskuksen ja liikennetietopalveluntuottajan välillä ja tarkemman tilannekuvan ja ennusteen luonti.
- Liikenneverkon luokittelu reitin valinnan suhteen. (socrates2.org 2018.)



End user services (mobile/in-car) to be developed and tested

- Smart routing
- Actual speed advices
- Local information and warnings



Roadside traffic management measures to be developed and tested:

- a common operational picture with the actual and predicted status of traffic, road side equipment and traffic management measures
- the use of Floating Car Data, and origin/destination information
- improved traffic status predictions (0.5 – 2 hrs ahead)
- geo-fenced requests to road users

Kuva 10. SOCRATES-pilottien aihealueita (socrates2.org).

SOCRATES-projektissa on tarkasteltu palvelujen syntyyn liittyviä mahdollisia pullonkauloja (yht. 17 kpl), joiden tunnistamisessa on hyödynnetty TM2.0-työryhmän tuloksia (ks. 2.4.3). Suurin määrä tunnistetuista pullonkauloista liittyy liikennetietoihin (mm. eri toimijoiden datan avoimuus, datan laadun varmistus, liikenteen hallinnan toimenpiteitä kuvaavan datan standardien puute) ja teknologisiin ratkaisuihin (tieliikennekeskusten, eli julkisten tahojen nykyisten tietojärjestelmien nykytaso sekä kehittyneiden liikenneteknisten algoritmien puute). (Koller-Matschke 2018.)

2.4.5 Palvelujen hyväksyttävyyys

Mikäli liikenteen hallinnan toimenpiteitä pyritään tulevaisuudessa integroimaan tienkäyttäjän päätelaitteisiin, suuri osa tienvarsitekniikan (esim. vaihtuvat opasteet) investointitarpeesta vähenee ajan myötä, mikä on tienpitäjän keskeisiä hyötyjä. Vaikuttavuuden näkökulmasta etuna kehityksessä on, että palvelut voidaan kohdentaa tienkäyttäjakohtaisiin tarpeisiin ja tienkäyttäjää koskeva tieto välittyy sitä tarvitsevalle erittäin nopeasti. Mikäli digitaalisilla palveluilla pyritään hillitsemään väyläinvestointien tarpeita, nousee tienkäyttäjille (entistä suurempi) tarve hyödyntää digitaalisia palveluja sujuvamman liikkumisen edesauttamiseksi. Ja vaikka väyläinvestointeja edelleenkin tarvitaan kaupunkiseudun kasvaessa, voidaan digitaalisilla palveluilla hallita liikenteen ylikysynnästä aiheutuvia haittoja silloin, kun infran suunnittelun, toteutus päätösten ja toteutuksen aikajänne on vuosia ja rakentamisen aikainen haitta liikenteelle merkittävä.

Tilastojen perusteella älypuhelin on Suomessa käytössä hyvin usealla, jopa vanhimmissa ikäluokissa. Noin 95 % alle 45-vuotiaista on omassa käytössään älypuhelin, ja vielä 55–64-vuotiaillakin vastaava luku on lähes 80 % (Tilastokeskus 2017). Lisäksi ajoneuvoissa on jälkiasenteisia tai integroitua navigaattoreita. Näihin lukuihin peilaten palvelujen käyttöönoton pullonkaulana ei ole päätelaitteiden puute. Muun muassa palvelujen käytettävyyden ja käytön aikaisen turvallisuuden näkökulmasta optimaalinen tilanne kuitenkin olisi se, että edistykselliset palvelut integroituvat ajoneuvojärjestelmiin. Perinteisesti uusin ajoneuvotekniikka tuodaan markkinoille autovalmistajien lippulaivamalleihin, ja hiljalleen tekniikka yleistyy myös tavanomaisimmissa malleissa. Suomen autokanta on varsin iäkäs: vuonna 2017 henkilöautojen keski-ikä oli 12 vuotta, joskin Uudellamaalla keski-ikä oli 9,9 vuotta (Autoalan tiedotuskeskus 2018). Kun nämä tekijät huomioidaan, voidaan olettaa, että varsin pitkän ajan valtaosa käyttäjistä tukeutuisi palvelujen käytössä älypuhelinsovelluksiin tai jälkiasenteisiin navigaattoreihin. Tällöin palvelun käyttöönottoon liittyvä kynnys voi olla keskeinen pullonkaula.

2.4.6 Toteutettavuus

ERTICO:n ja SOCRATES-projektin esiin nostama yhteensopivuusongelma nykyisten liikenteenhallinta- ja tietojärjestelmien ja uusien teknologioiden kesken saattaa Suomessa olla vain vähäinen ongelma, koska rakenteilla on uusi modulaarinen T-LOIK -järjestelmä, jonka rakenteissa on varauduttu uusien älykkäiden toiminnallisuuksien toteutukseen.

Palvelujen synnyn näkökulmasta keskeisiä kysymyksiä ovat eri toimijoiden kustannusvastuut. Mikäli palveluita toteutettaisiin viranomaisvetoisesti strategisina investointeina (väyläverkon palvelutason parantaminen digitaalisin keinoin), edellä mainitut kysymykset eivät liene toteutettavuuden esteinä, koska (merkittävä) kustannusvastuu olisi viranomaisella. Mikäli palveluiden oletetaan syntyvän enemmän markkinoiden myötä, saattaa kehitys olla hitaampaa (tai kehitystä ei tapahdu) johtuen Suomen rajallisesta käyttäjämäärästä ja täten riittävän maksuhalukkuuden tai ansaintalogiikoiden puutteesta.

ERTICO:n aineiston ja SOCRATES-projektin arvioiden mukaan palvelujen kehitykseen liittyy teknisiä kysymyksiä liittyen mm. standardien puutteisiin. Nyt valmisteilla olevat Euroopan laajuisten kokeilujen sekä älyliikennealan jatkuva kehitys kasvattaa tietotaitoa, joka olisi hyödynnettävissä myös Suomessa. Euroopan kokeiluissa näitä ongelmia on nykytilanteessa ratkottu mm. paikallisiin tarpeisiin määriteltyjen "standardien" avulla, kuten SOCRATES-projektin TMex-tiedonsiirtoprotokolla (socrates2.org 2018).

Erityisiä toteutettavuuden esteitä ei tässä yleispiirteisessä selvityksessä ole tunnistettu. Kansallisissa konseptin toteutuksissa on aivan olennaista seurata ja osallistua kansainväliseen yhteistyöhön, jotta varmistetaan viranomaisen tuottamien digitaalisten aineistojen yhteentoimivuus partnereiden järjestelmien kanssa.

2.5 ITS direktiivi

2.5.1 Yleistä

ITS Direktiivin (2010/40/EU) tavoitteena on älyliikenteen palveluiden koordinoitu ja tuloksellinen käyttöönotto koko unionin laajuisesti, mikä edellyttää mm. sitä, että järjestelmät rakentuvat yhteentoimiville ratkaisuille ja avoimiin ja julkisiin standardeihin. Direktiivin ensisijaisilla toimilla mm. määrätään, miten viranomaisten keräämä tiedata ja tosiaikainen liikennedata tulee olla ITS-palveluntarjoajien saatavilla ja että data tulee päivittää riittävän usein. Direktiivi velvoittaa myös palveluntarjoajat tarjoamaan loppukäyttäjille ko. tiedot mahdollisimman tuoreina ja ajantasaisina. (Euroopan komissio 2010.)

ITS Direktiiviä on tarkennettu myöhemmin julkaistuilla delegoiduilla asetuksilla. Delegoidut asetukset mm. tarkentavat, mitä tietolajeja viranomaisten tulee avata palveluntarjoajien käyttöön. Asetukset eivät kuitenkaan velvoita viranomaisia investoimaan uuteen datan keruuseen, vaan kyse on ainoastaan siitä, että mikäli tietoa on kerätty, sen käytön pitää olla kaikille toimijoille mahdollista syrjimättömästi.

Tässä luvussa on kuvattu liikenteen operatiivisen hallinnan kannalta olennaisimmat delegoidut asetukset ja analysoitu niiden vaikutuksia.

2.5.2 Liikenteen tosiaikaiset tietopalvelut

Komission delegoidussa asetuksessa 2015/962 on määritetty periaatteet, minkä mukaan tieviranomaisten tulee asettaa keräämänsä tiedot palveluntarjoajien saataville sekä velvollisuudet, joiden mukaan palveluntarjoajien tulee esittää tiedot tiellääikkäjille. Tässä ei käydä tyhjentävästi läpi delegoidun asetuksen kaikkia vaatimuksia, vaan on tarkasteltu ainoastaan Suomen / Liikenneviraston toteutuksen tilannetta eri tietolajien osalta.

Taulukko 7. ITS Direktiivin mukaisten tosiaikaisten liikennetietopalvelujen toteutustilanne vuonna 2018 (Liikennevirasto 2018).

Data category	Covered x=yes (x)=partially n/a=not available	Additional information
1. The types of the static road data include in particular:		
(a) road network links and their physical attributes, such as:		
(i) geometry	x	
(ii) road width	x	
(iii) number of lanes	x	
(iv) gradients	n/a	
(v) junctions	x	
(b) road classification	x	
(c) traffic signs reflecting traffic regulations and identifying dangers, such as:		
(i) access conditions for tunnels	n/a	available by the end of 2019
(ii) access conditions for bridges	x	
(iii) permanent access restrictions	n/a	
(iv) other traffic regulations	n/a	

(d) speed limits	x	
(e) traffic circulation plans	n/a	
(f) freight delivery regulations	n/a	
(g) location of tolling stations	n/a	no tolling stations in Finland
(h) identification of tolled roads, applicable fixed road user charges and available payment methods	n/a	
(i) location of parking places and service areas	(x)	only service areas
(j) location of charging points for electric vehicles and the conditions for their use	x	External website: http://www.sahkoijenliikenne.fi/suomen-julkiset-latauspisteet
(k) location of compressed natural gas, liquefied natural gas, liquefied petroleum gas stations	x	External website: https://www.gasum.com/yksityisille/tankkauskaasua/tankkausasemat/
(l) location of public transport stops and interchange points	x	
(m) location of delivery areas	n/a	
2. The types of the dynamic road status data include in particular:		
(a) road closures	x	
(b) lane closures	x	
(c) bridge closures	x	
(d) overtaking bans on heavy goods vehicles	x	
(e) roadworks	x	
(f) accidents and incidents	x	
(g) dynamic speed limits	n/a	available by the end of 2019
(h) direction of travel on reversible lanes	n/a	
(i) poor road conditions	(x)	only weight limitations
(j) temporary traffic management measures	x	
(k) variable road user charges and available payment methods	n/a	
(l) availability of parking places	n/a	
(m) availability of delivery areas	n/a	
(n) cost of parking	n/a	
(o) availability of charging points for electric vehicles	n/a	
(p) weather conditions affecting road surface and visibility	x	
3. The types of the traffic data include in particular:		
(a) traffic volume	x	
(b) speed	x	
(c) location and length of traffic queues	n/a	
(d) travel times	n/a	
(e) waiting time at border crossings to non-EU Member States	x	External website: www.rajaliikenne.fi

Taulukosta nähdään, että Suomessa Liikennevirasto kerää ja jakaa jo valtaosan delegoidun asetuksen tarkoittamista tietolajeista. Liikenteen hallinnan kannalta kiinnostavia tietolajeja ovat esimerkiksi vaihtuvat nopeusrajoitukset sekä väliaikaiset liikenteen hallinnan keinot. Näillä väliaikaisilla toimenpiteillä tarkoitetaan tilapäisiä toimenpiteitä, joilla on tarkoitus ratkaista tietty liikennehäiriö ja joilla on tarkoitus esimerkiksi hallita ja

ohjata liikennevirtoja. Toistaiseksi tähän luokkaan kuuluvia tietoja lienee varsin vähän. Esimerkiksi käyttöön otetut varareitit häiriötilanteissa, tai esimerkiksi heikon ilmanlaadun takia toteutetut toimenpiteet, voitaisiin viestiä tehokkaasti liikkujille direktiivin mukaisina tietoina, kunhan ne vain jaetaan standardissa Datex II muodossa ulospäin. ITS Direktiivi nimittäin velvoittaa kaupalliset palveluntarjoajat esittämään ko. tiedot välittömästi asiakkailleen. Tämä on mahdollisuus, jota voisi hyödyntää aiempaa voimakkaammin liikenteen hallinnan keinona.

2.5.3 Liikenteen turvatiedot

Euroopan komission Delegoidulla asetuksella 886/2013 säädetään liikenneturvallisuuteen liittyvien yleisten vähimmäisliikennetietojen tarjoamisesta maksutta käyttäjille. Tällaisiksi liikenteen turvatiedoiksi määriteltyjä tietolajeja ovat delegoidussa asetuksessa (Euroopan komissio 2013) seuraavat:

- a) tilapäisesti liukas tie;
- b) eläimiä, ihmisiä, esteitä, rojua tiellä;
- c) suojaamaton onnettomuuspaikka;
- d) lyhytaikaiset tietyöt;
- e) heikentynyt näkyvyys;
- f) väärään suuntaan ajava kuljettaja;
- g) hallitsematon tiesulku;
- h) poikkeukselliset sääolosuhteet.

Näistä tietolajeista Suomessa Liikennevirasto tarjoaa muut tietolajit paitsi väärään suuntaan ajavia kuljettajia koskevat tiedot (Liikennevirasto 2017).

Huomionarvoista on, että liikenteen turvatietojen tarjoamista koskeva vaatimus ei koske ainoastaan tieviranomaisia, vaan mitä tahansa julkisia tai yksityisiä toimijoita, joiden toiminnassa syntyy delegoidussa asetuksessa tarkoitettua tietoa. Esimerkiksi toimija, joka käyttää crowd sourcingia tai kuljettajien palautekanavaa keräämään liikenteestä tapahtumatietoja, jotka voivat sisältää delegoidussa asetuksessa tarkoitettuja turvatietoja, on tarkoitettu palveluntuottaja.

Delegoitu asetus velvoittaa turvatietoja keräävät organisaatiot tarjoamaan tiedot siten, että niillä saavutetaan mahdollisimman moni loppukäyttäjä ja asettamaan tiedot saataville mahdollisuuksien mukaan loppukäyttäjille ilmaiseksi. Tarkemmin määriteltynä ilmaisuvaatimuksella tarkoitetaan ”liikenneturvallisuuteen liittyvän yleisen vähimmäistason liikennetietopalvelun tarjoamista loppukäyttäjille ilman ylimääräisiä kustannuksia käyttöpäikässä”.

Ilmaisuvaatimusta on tarkemmin analysoitu EUEIP-projektissa yhteistyössä Traffic Information Services Associationin (TISA) kanssa (EUEIP 2017). Muistiossa todetaan, että lainsäätäjän tarkoituksena ei ole ollut lopettaa liikennetiedoilla ja turvallisuuteen liittyvillä tiedoilla tehtävää liiketoimintaa, mutta se haluaa varmistaa, että turvatiedot saavuttavat loppukäyttäjän ilman ylimääräisiä kustannuksia. Muistiossa todetaan, että yksityiset datan tarjoajat, jotka investoivat ratkaisuihin turvatietojen keräämiseksi, eivät ole velvollisia julkaisemaan tietoja ilmaiseksi, mutta niiden täytyy saattaa tiedot saataville kansallisesta yhteyspisteestä ilman käyttäjien diskriminointia. Mikäli turvatiedot ovat osa laajempaa tietopalvelua, palvelupaketin maksun tulee kohdistua vain ei-turvatietoihin liittyviin osiin. **Toisin sanoen, toimijat joilla toiminnassaan syntyy asetuksen mukaisia turvatietoja, ovat velvollisia ilmoittamaan tästä rekisteröitymällä kansalliseen yhteyspisteeseen, ja kertomaan millä ehdoilla tiedot ovat saatavilla kenen tahansa muun toimijan käyttöön.**

Suomessa ei toistaiseksi ole rekisteröityneenä muita turvatietojen tarjoajia kuin Liikennevirasto, mutta odotettavaa on, että tilanne muuttuu lähitulevaisuudessa.

EU:n komissio, EU-maiden viranomaiset, autovalmistajat sekä kaupalliset palveluntarjoajat ovat perustaneet erityisen Data Task Forcen ratkomaan direktiivin jalkauttamiseen liittyviä käytännön kysymyksiä. Asialistalla on erityisesti liikenteen turvatietoihin kohdistuvat vaatimukset, joiden osalta on pyritty mm. löytämään yhteinen tulkinta. Tässä prosessissa on tunnistettu tarve erityiselle aggregointipalvelimelle (eng. aggregation server), joka prosessoi ja jalostaa autonvalmistajien tuottamaa turvatietoa varsinaiseksi informaatioksi ts. varoituksiksi. Data Task Forcessa on tunnistettu informaation neljä eri tasoa (Pilli-Sihvola 2018.):

1. raakadata ajoneuvojen antureista
2. ajoneuvovalmistajan lisenssillä jakama tulkittu, tarkistettu ja hyväksytty informaatio
- 2'. usean ajoneuvovalmistajan jalostettu ja yhdistelty informaatio
3. loppukäyttäjävaroitukset

Tällä hetkellä yleinen näkemys on, että ajoneuvovalmistaja tarjoaa tietyillä lisenssin käyttöehdoilla, korvausta vastaan, tason 2 tiedot markkinoille. Tässä liiketoimintamalli voi olla sekä B2B (business-to-business) että B2G (business-to-government), eli tietoa voidaan myydä myös tieviranomaisille. Tason 2' informaatio on edellistä jalostetumpaa ja perustuu useampiin tietolähteisiin. Tieto voi pitää sisällään myös indikaation tietyn taapahtuman (esim. liukkaus) todennäköisyydestä. Ajoneuvovalmistajien tämän hetken kanta on, että he ovat valmiita jakamaan (lisenssillä) tason 2 informaation turvatietopalvelujen käyttöön ja että he vastaavat tiedon jakelun kustannuksista eli rajapinnan pystytyksestä omalta osaltaan. Taso 3 edustaa varsinaista loppukäyttäjätuotetta, jonka jokin aggregaattori-palveluntuottaja tarjoaa kuluttajille. Esimerkiksi HERE näkee itselleen mahdollisen roolin aggregaattorina, joka tarkastaa, integroi, aggregoi ja analysoi eri toimijoiden lähtötietoja ja jalostaa niistä varsinaisia loppukäyttäjäpalveluita. Tällä hetkellä näkemys on, että turvatiedot voivat olla tässä paketoituna muuhun tietoon, joka voi olla kuluttajille maksullista, mutta turvatiedot tarjottaisiin tässä veloitusetta. Keskeisiä avoimia kysymyksiä ovat, pitääkö olla tarjolla myös pelkät turvatiedot ilmaiseksi kuluttajalle ja miten yhdistelmäpaketin hinnoittelun läpinäkyvyys voidaan varmistaa. Prosessi on edelleen kesken. (Data Task Force 2018, Pilli-Sihvola 2018.)

Tietojen valossa näyttää selvältä, että liikenteen turvatietoja koskeva delegoitu asetus tulee merkittävästi lisäämään myös liikenteen hallinnan viranomaisten saatavilla olevien turvatietojen määrää, laatua ja kattavuutta lähitulevaisuudessa. Nämä tiedot tulevat olemaan todennäköisesti myös viranomaiselle maksullisia, eikä niitä välttämättä saada käyttöön lisenssiehdoilla, jotka oikeuttavat datan avoimeen jakeluun. Siitä huolimatta tiedot voivat huomattavasti parantaa tieviranomaisten omaa tilannekuvaa, jota voidaan käyttää suoraan esim. liikenteen ohjauksessa ja tiedottamisessa. Näiden tietojen hintaan markkinoilla vaikuttaa aggregaattorien välinen kilpailu (todennäköisesti toimijoita tulee useita) sekä se, että tietojen tuottamisen kustannukset isolla ajoneuvojoukolla ovat varsin pienet.

2.5.4 ECall

Lähivuosina Euroopassa yleistyy ajoneuvojen automaattinen hätäviestipalvelu eCall. Palvelua käyttävä auto ottaa onnettomuuteen jouduttuaan automaattisesti yhteyden lähimpään hätäkeskukseen ja ilmoittaa onnettomuuspaikan ja ajoneuvon tyypin. Samalla avautuu myös puheyhteys auton ja hätäkeskuksen välille. Palvelun avulla saadaan välittömästi tieto onnettomuudesta ja sen vakavuudesta, mikä paitsi tehostaa avun saantia, antaa myös tieviranomaiselle ensitiedon onnettomuudesta aiempaa nopeammin. (TRAFI 2018.)

ECall-palvelu on pakollinen: uusissa 31.3.2018 jälkeen tyyppihyväksytyissä henkilö- ja pakettiautoissa on oltava eCall-laite. Palvelun käyttöönottoa raskaille ajoneuvoille ja kaksipyöräisille suunnitellaan. EU on hyväksynyt eCall-säädöspaketin huhtikuussa 2015. Hätäkeskuslaitoksilla on oltava valmius ottaa vastaan eCall-hätäviestejä 1.10.2017 lähtien. Suomessa eCall-valmius toteutetaan uuden hätäkeskustietojärjestelmän käyttöönoton myötä. (TRAFI 2018.)

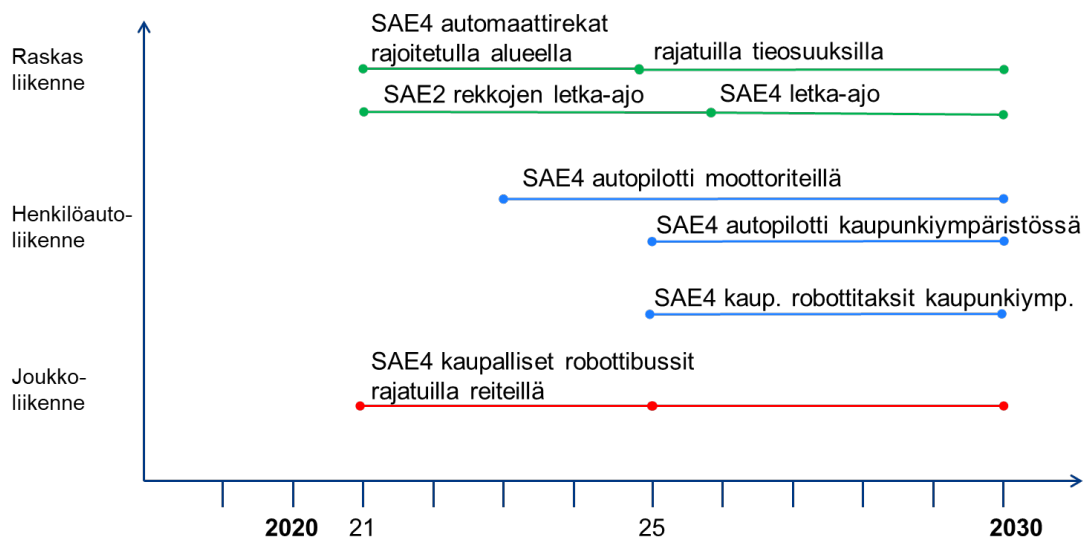
2.6 Yhteenveto teknologioiden kehittämisestä

2.6.1 Konsensusennusteet teknologioiden tulosta markkinoille

Tämän työn puitteissa on laadittu asiantuntija-arviona, hyödyntäen kirjallisuudesta ja käynnissä olevista muista suunnitelmista saatavilla olevaa materiaalia, ennusteet eri teknologioiden ja sovellusten tulosta ja yleistymisestä Suomen markkinoilla ja Helsingin seudun liikennejärjestelmässä. Näiden räätälöityjen ”konsensusennusteiden” perusteella määritellään työssä myöhemmissä vaiheissa mahdolliset kehittämistoimenpiteet ja niiden ajoittaminen. Ennusteet on kerätty teknologioittain alle.

Automaatiosovellukset

Liikenteen automaatio etenee voimakkaasti vuoteen 2030 mennessä. Useat korkeamman tason automaattijamisen eli SAE-tason 4 sovellukset tulevat Suomen markkinoille 2020-luvulla (kuva 11). Sovellukset otetaan tyypillisesti käyttöön ensin selkeästi rajoitetuilla alueilla kuten satama-alueilla ja terminaaleissa tai rajatuilla osilla liikenneverkkoa kuten moottoriteillä tai kampusalueilla. Teknisten ratkaisujen, kuten anturien ja tekoälyn parantuessa ja halventuessa, ne otetaan käyttöön laajemmalla osalla liikennejärjestelmää.



Kuva 11. Arvio automaattijamisen sovellusten tulosta markkinoille.

Tason 1–4 automaatiosovellukset toimivat vain niiden suunnitelluissa toimintaympäristöissä, joiden vaatimuksista monet liittyvät fyysiseen ja digitaaliseen infrastruktuuriin. Ajoneuvojen tarkka paikannus voi vaatia paikannussatelliittien maa-asemien toteuttamista tai erityisiä majakoita tai kiintopisteitä katujen ja teiden varsilla sekä liikennejärjestelmän tarkkoja digitaalisia karttoja. Julkisen liikenteen ja monet tavaraliikenteen ratkaisut vaativat myös erilaisia kalustonhallintakeskuksia, joista käsin ajoneuvot voidaan ottaa etäohjaukseen niiden joutuessa tilapäisesti toimintaympäristönsä ulkopuolelle. Etäohjaus puolestaan vaatii ajantasaisen videokuvan kaluston ja keskuksen välillä mahdollistavaa langatonta yhteyttä, joka voidaan toteuttaa mm. 5G-verkon avulla.

Yhteistoiminnallinen ajaminen

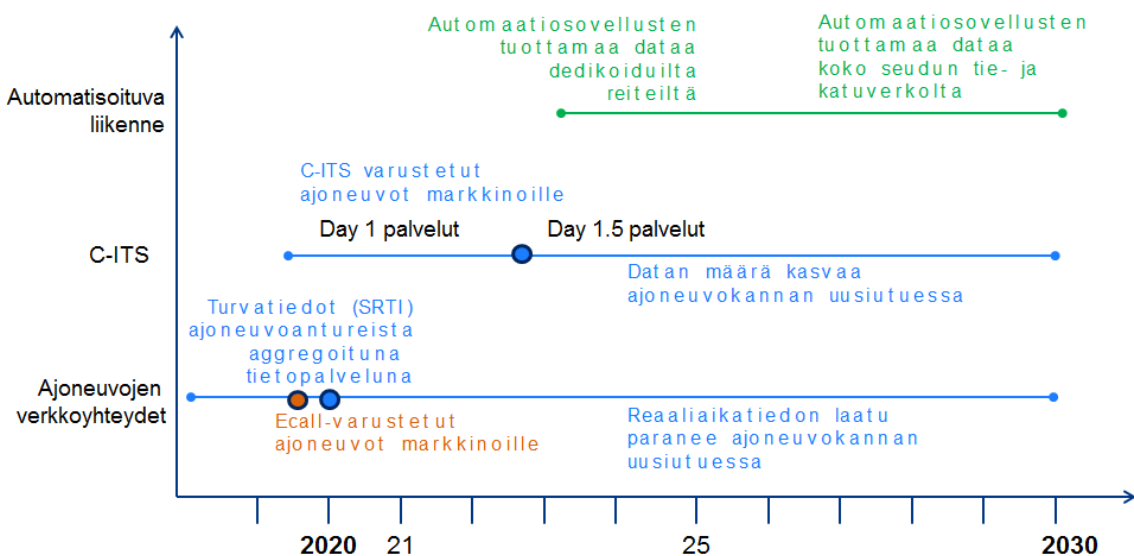
C-ITS osalta Day 1 -palvelut eli ensin toteutettavat palvelut tulevat markkinoille 2019 aikana ja seuraavan vaiheen (Day 1.5) palvelut 2020-luvun alkupuolella. C-ITS -palvelujen käyttöönotto edellyttää soveltuvan tie-

donsiirto ratkaisun, todennäköisesti hybridiratkaisun, toteuttamista liikenneympäristöön. Suomen viranomaiset ja teollisuus (kuten Nokia) ovat olleet aktiivisia 5G-ratkaisun kehittämisessä ja testaamisessa liikennesovellusten käyttöön, joten voidaan olettaa, että Helsingin seudun pääväylien varustaminen soveltuvien tiedonsiirtoyhteyksin toteutetaan viiveettä sovellusten tullessa markkinoille. 5G:n toteutus kaupunkiympäristössä vaatii 3,5 GHz yhteyden, mikä puolestaan edellyttää tiheää tukiasemaverkkoa, muutaman sadan metrin välein, sekä lisäksi kuituyhteyden tukiasemille. C-ITS -palvelujen vaikutukset erityisesti turvallisuuteen ovat hyvin positiiviset, ja tienpitäjän kannattaa tukea pääväylästä varustamista ko. yhteyksin omien mahdollisuuksiensa puitteissa. Alla esitetyissä yleistymisarvioissa on oletettu, että tiedonsiirtoyhteydet toteutetaan sellaisessa aikataulussa, että niiden puute ei hidasta sovellusten käyttöönottoa.

C-ITS -sovellusten arvioidaan yleistyvän ajoneuvokannassa huomattavasti nopeammin kuin SAE 4 automaatiosovellusten. Tähän on syynä ajoneuvolaitteiden tulo markkinoille jo vuonna 2019, eli muutama vuosi automaatiosovelluksia aiemmin. C-ITS valmiudet ovat myös edullisempia kuin SAE 4 -automaatiosovellukset, mikä osaltaan vaikuttaa niiden yleistymiseen. Keskeinen yleistymistä nopeuttava tekijä on kuitenkin se, että C-ITS -ajoneuvolaitteita tulee markkinoille myös jälkiasennettavina versioina sekä mobiiliyhteyksiin tukeutuen myös pelkinä mobiilisovelluksina. Mobiilisovellukset voivat kytkeytyä ajoneuvon järjestelmiin jo nykyisinkin esim. Bluetooth-yhteyden avulla. Jälkiasennettavien ja mobiilisovellusten avulla voidaan välttää Suomen ajoneuvokannan verkkaisesta uudistumisesta johtuva hitausmomentti näiden hyödyllisten sovellusten yleistymisessä.

Liikennetiedon uudet lähteet

Kuvassa 12 on esitetty arvio siitä, miten liikenteen hallinnan viranomaisprosessien käyttöön saadaan uusia datalähteitä. Ensimmäisinä uusina datalähteinä tulevat olemaan ITS Direktiivin toteutukseen liittyvät eCall ja liikenteen turvatiedot (SRTI). ECall-varustetut ajoneuvot tulevat markkinoille jo vuonna 2019. eCall parantaa erityisesti onnettomuuden sijaintipaikan ja vakavuusasteen nopeaa ja tarkkaa tunnistamista. eCall kuitenkin yleistyy markkinoilla verkkaisesti. Turvatietoja tuotetaan ajoneuvojen antureista ja kuljettajien havainnoista kerättynä, aggregoituna ja validoituna tietopalveluna. Nämä aggregoidut palvelut tulevat markkinoille arviolta vuonna 2020 ja sisältävät jo tällöin merkittävän ajoneuvokannan. Nämä tiedot mahdollistavat turvallisuutta vaarantavien liikennetilanteiden nopean havaitsemisen ja tarkan paikantamisen. Lisäksi internet-yhteydellä varustettujen ajoneuvojen yleistymisen parantaa ajoneuvojen GPS-sijainneista koostettavan liikenteen sujuvuustiedon laatua.



Kuva 12. Arvio uusien tietolähteiden tulosta markkinoille.

2020-luvun alussa viranomaisten käyttöön saadaan C-ITS palvelujen tuottamia tietolajeja. Alkuvaiheessa näitä ovat taulukossa 3 esitetyt Day 1 -palvelut, eli tiedot liikennettä vaarantavista olosuhteista, jonoutumisesta, hätäjarrutuksista, shokkiaalloista, työmaista jne. Tiedot tulevat tarkasti paikannettuna. Myöhemmässä vaiheessa Day 1.5 -palvelut lisäävät tarjolla oleviin tietoihin esim. tietoja kadunvarsipysäköinnin tilanteesta jne. Tietojen saaminen viranomaisen hyödynnettäväksi edellyttää sopimuksia C-ITS -palveluntarjoajien kanssa ja se liittyy myös yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan edellyttämän yhteisen tilannekuvan rakentamiseen. Vuonna 2030 ko. dataa saadaan jo todennäköisesti kaikilta seudun pääväyliltä ja laajemmaltakin verkolta.

Arviolta vuodesta 2023 alkaen markkinoilla yleistyvät SAE4 -tason automaatio-sovellukset. Nämä sovellukset keräävät omaa toimintaansa varten varsin runsaasti tietoa liikenneympäristöstä erilaisilla antureilla, kuten kameroilla ja LIDAR:illa. Näistä datoista, paitsi että ne rikastavat jo aiemmin mainittuja turvatietopalveluja, syntyy myös mahdollisesti täysin uudenlaisia tietopalveluja, jotka ovat viranomaisen liikenteen hallinnan kannalta kiinnostavia. Vuoden 2030 tilanteessa näitä dataa saataneen vielä pääasiassa automaatiota varten varustelluilta pääväyliltä, mutta mahdollisesti jo jossain määrin myös muulta verkolta. Näiltä osin sovellusten ja datapalvelumarkkinoiden kehitystä on syytä seurata tarkkaan myös tienpitäjän toimesta.

Liikenteen hallinta 2.0.

TM2.0-konseptin mukaisissa palveluissa viranomaiset ja kaupalliset toimijat yhteensovittavat toimijakohtaiset tavoitteet, tiedot ja palvelut, ja lopputuloksena saavutetaan yhtenäinen, ajantasaisempi ja laadukkaampi tietopohja, joka välitetään liikkujalle päätöksenteon tueksi. Yhteensovituksen myötä eri kanavista saatavilla oleva tieto olisi yhdenmukaista. Yhteistyö mahdollistaa älykkäät reitityspalvelut, joissa reititoptimointi tehtäisiin yksilöiden ja viranomaisen tavoitteet huomioiden.

Jo nykytilanteessa olisi mahdollista aloittaa Helsingin seudun tarpeita vastaavien palveluiden suunnittelu ja edistäminen. Tiedossa ei ole sellaisia teknisiä kysymyksiä, joiden ratkeaminen olisi kehityksen edellytyksenä. Ennustettu tekninen kehitys tukee palvelujen laatua ja madaltaa palvelujen käyttöönottokynnystä, kun liikennetiedon laatu paranee ja tietopalvelut integroituvat ajoneuvoihin (verkottuneet ajoneuvot, C-ITS). Palveluita olisi mahdollista käyttää myös jälkiasenteisilla sovelluksilla (älypuhelimet, navigaattorit), jotka ovat nykyään tienkäyttäjillä jo hyvin yleisiä. T-LOIK -kehitys mahdollistaa uusien operatiivisten toimintojen kehityksen modernille tietopalvelualustalle.

On huomioitava, että tieliikenteen hallinnassa on otettu askelia kohti TM2.0-konseptin hengen mukaista liikenteen hallintaa. Liikennevirasto (nyk. Väylävirasto) on testaamassa kaupallisen toimijan tuottamaa matka-aikadataa ja datan odotetaan olevan operatiivisessa käytössä vuonna 2019. Liikennevirasto jakaa DigiTraffic-rajapintaan mm. seurantalaitteiden tuottamaa mittausdataa ja liikennetiedotteita sekä tuottaa häiriötietoja mm. Twitter-viestipalveluun. T-LOIK-ympäristö mahdollistaa myös liikenteen hallinnan toimenpiteiden jakamisen rajapintaan (esim. vaihtuvien opasteiden tilatiedot, tunnelien liikennöitävyyteen liittyvät tiedot). Liikenneviranomaisen operatiivisten toimenpiteiden ja tavoitteiden yhteensovittaminen kaupallisten toimijoiden tietopalveluihin (navigointi ja reititys) ja tätä palvelevan yhteisen tilannekuvan luominen olisi seuraava kehitysskel, joka hyödyttäisi yksittäisen tienkäyttäjän lisäksi mm. liikkumispalveluiden tarjoajia ja kauempana tulevaisuudessa automaattiajamista.

Edistyneiden palvelujen hyötyihin vaikuttaa suuresti väyläinvestointeihin liittyvä päätöksenteko. Mikäli (edistykelliset) liikenteen hallinnan palvelut katsotaan olevan työkalu vähentää investointitarpeita tai vastaus väyläinvestointien niukkaan rahoitustilanteeseen, palvelujen kehittämisen yhteiskuntataloudellinen kannattavuus paranee ja palvelujen kehittyminen ei välttämättä nojaa tienkäyttäjien maksuhalukkuuteen, joka monessa älyliikennepalvelussa on odotuksena.

Palvelujen synnyn evoluutiossa ensimmäinen askel olisi julkisten ja kaupallisten toimijoiden tietovarantoja yhdistelevän tilannekuvapalvelun edistäminen. Tavoitteena olisi, että eri toimijoiden (nykyiset) operatiiviset toimenpiteet ja palvelut perustuisivat tilannekuvapalveluun, kun sen kehitys on saavuttanut tietyn lakipisteen. Tilannekuvapalveluun tuotettaisiin myös teknologisen kehityksen myötä saatavilla olevat uudet tietolajit (mm. SRTI, Day 1 ja Day 1,5) ja tilannekuva olisi mm. liikkumispalveluiden tuottajien hyödynnettävissä.

Tämän hetken tietojen valossa kaikkien toimijoiden yhteisen tilannekuvan esteenä on kaupallisten toimijoiden haluttomuus jakaa tietoja keskenään, koska tilannetiedot ovat heille merkittävää liiketoimintaa. Konseptia voidaan kuitenkin viedä eteenpäin mallilla, jossa viranomaisen tuottamat tai hankkimat tiedot ovat kaikille yhteisiä, mutta niitä voidaan täydentää kunkin toimijan omilla tietovarannoilla. Hieman toisistaan eroavat tilannekuvat tuskin heikentävät kokonaisratkaisun laatua merkittävästi, lähinnä tuovat älykkäisiin reitityspalveluihin tiettyä, ehkä toivottavaakin, satunnaisuutta.

Kun tilannekuvan laatutaso on saavuttanut sille asetetut tavoitteet, olisi mahdollista pyrkiä yhteensovittamaan julkisten tahojen liikenteen hallinnan toimenpiteitä kaupallisten palvelujen kanssa. Tämän kehityksen tavoitteena olisi mahdollistaa mm. edistykselliset reitityspalvelut, joilla pyritään optimoimaan liikenneverkon käyttöä sujuvuuden, ympäristövaikutusten ja turvallisuuden näkökulmasta. Tulevaisuudessa tässä optimoinnissa voidaan huomioida esimerkiksi erilaiset kaupunkien ympäristövyöhykkeet sekä ruuhka- tai tienkäyttömaksut.

2.6.2 Arvio teknologioiden yleistymisestä liikennejärjestelmässä

Kun arvioidaan uusien teknologioiden merkitystä seudullisessa liikennejärjestelmässä, tulee huomioida teknologioiden markkinoille saapumisen lisäksi myös niiden leviämisenopeus eli markkinoilla yleistymisen nopeus. Liikenteen automaatio- ja sovellukset edellyttävät paljon ajoneuvo- ja kalliistakin teknologiaa, ja niiden yleistymisen ajoneuvokannassa etenee todennäköisesti varsin hitaasti. Suomessa ajoneuvokannan keski-ikä on yli 10 vuotta, mikä tarkoittaa karkeasti sitä, että 10 vuoden kuluttua puolessa ajoneuvoja on tietty sovellus, mikäli sovellus on asennettuna kaikkiin uusiin ajoneuvoihin. Näin ei kuitenkaan SAE4-tason automaatio- ja sovellusten osalta ole, vaan niillä varustettujen autojen rinnalla myydään paljon tasoja SAE2-3 -sovelluksilla varustettuja ajoneuvoja vielä vuonna 2030. Näistä syistä johtuen on arvioitu, että vuonna 2030 tason SAE4 moottoriteiden autopilottisovelluksia on vasta 3,5 %:ssa ajoneuvokannasta. Tällaisella osuudella ei vielä ole liikennejärjestelmätasolla merkittäviä vaikutuksia esim. turvallisuuteen. Liikenteen automatisaatiolle onkin ominaista etupainotteinen investointitarve suhteessa hyötyjen realisoitumiseen.

C-ITS:n ensimmäiset sovellukset yleistyvät jälkiasennettavien ratkaisujen ja mobiiliratkaisujen ansiosta nopeammin. Tässä työssä on arvioitu, että noin 30 % ajoneuvoista voi olla varustettuja C-ITS sovelluksilla vuonna 2030, mahdollisesti useampikin, mikäli mobiiliratkaisut ovat laadultaan ja hinnaltaan kuluttajia houkuttelevia. Tällainen osuus mahdollistaa jo liikennejärjestelmätasollakin merkittävät vaikutukset erityisesti turvallisuuteen, jonka osalta voidaan C-ITS:n arvioida vähentävän erityyppisten onnettomuuksien todennäköisyyttä useita prosentteja. Siirtymäkauden aikana on liikenteen hallinnan toimenpiteitä suunniteltaessa kuitenkin muistettava, että vielä vuonna 2030 suurin osa ajoneuvokannasta ei esimerkiksi saa varoituksia ja informaatiota C-ITS päätteen kautta, vaan näiden ajoneuvojen kuljettajat on tavoitettava muilla keinoilla ja välineillä.

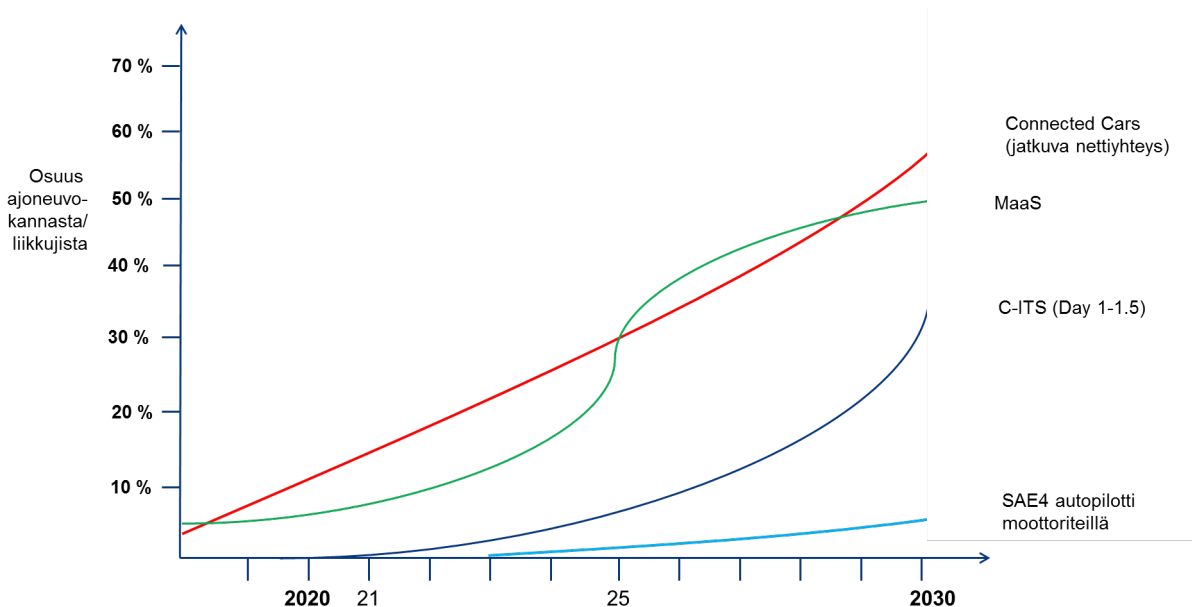
Ajoneuvokannan hidaskäyttö ja hyödyllisten sovellusten hidaskäyttö lisääntyminen koko ajoneuvokannassa luonnollisesti heikentävät alkuperäisten investointien kannattavuutta ja pidentävät siirtymäaikaa. Eri toimijoiden tulisivikin pohtia käytettävissä olevia keinoja ajoneuvokannan uudistamiseksi ja liikenteen palveluistuminen on trendi, joka myötävaikuttaa ajoneuvokannan uudistamiseen, sillä esim. yhteiskäyttöautopalveluissa ajoneuvokanta on aina varsin uutta ja korkean käyttöasteen takia ajoneuvokannan elinkaari on lyhyt.

Julkinen sektori voisi edistää esim. erilaisten ”porkkanoiden” avulla uusien turvallisuutta parantavien sovellusten käyttöönottoa juuri uusissa liikkumispalveluissa. Yksityisautoilijoiden siirtyminen omasta autosta yhteiskäyttöautojen, kimpakyytien tai julkisen liikenteen palveluiden käyttäjiksi merkittävässä määrin vaatii kuitenkin myös tienkäyttömaksujen tapaisten ”keppien” käyttöä.

Verkottuneita ajoneuvoja, eli mobiiliverkon kautta jatkuvassa nettiyhteydessä olevia ajoneuvoja, on jo nyt iso osa uusista ajoneuvoista. Tämä teknologia kuitenkin yleistyy melko hitaasti ajoneuvokannan yleisen uudistumisen tahtiin siten, että vuonna 2030 arviolta puolet ajoneuvokannasta voi olla jatkuvassa internet-yhteydessä. Tämä ei kuitenkaan poissulje sitä, etteivät kuljettajat voisi ajon aikana vastaanottaa informaatiota esim. erillisen mobiililaitteen kautta. Erona näiden välillä on se, että jatkuvassa yhteydessä ajoneuvon omalla laitteella olevat ajoneuvot ovat jatkuvassa yhteydessä palveluntuottajiin, ja toimivat näin monipuolisina antureina liikennetietopalvelujen tuotannossa, ilman että käyttäjän tarvitsee aktivoida mitään erillistä sovellusta.

Liikenne palveluna -konseptin on tässä ennustettu yleistyvän markkinoilla kaikkein nopeimmin tarkastelluista merkittävistä teknologioista. Arviona on, että vuonna 2021 MaaS-palvelujen kysyntä on vasta kasvuvaiheessa, mutta vuonna 2025 jo noin kolmannes liikkujista voi käyttää säännöllisesti ainakin joitakin integroituja liikkumispalveluja. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että käytön rinnalla ei vielä voisi esiintyä myös yksityisauton omistusta ja käyttöä. Yksityisautoilun korvaaminen MaaS-palveluilla etenee todennäköisesti hitaammin. Vuonna 2030 on arvioitu, että noin puolet seudun asukkaista käyttää säännöllisesti integroitua MaaS-palvelua vähintään osaan liikkumistarpeistaan. Tämä tarkoittaa sitä, että ilmiön vaikutukset liikennejärjestelmätasolla alkavat jo näkyä.

Seuraavassa kuvassa on esitetty tässä työssä asiantuntija-arviona koostettu ennuste keskeisten teknologioiden yleistymisen Helsingin seudun ajoneuvokannassa tai liikkujien keskuudessa yleisesti.



Kuva 13. Arvio keskeisten teknologioiden mahdollisesta yleistymisestä Helsingin seudun liikennejärjestelmässä.

2.6.3 Vuorovaikutteisen liikenteen hallinnan kehitysmahdollisuudet Helsingin seudulla

Helsingin seudun liikennejärjestelmänäkökulmasta mielenkiintoisimmiksi TM2.0-työryhmän ja SOCRATES-projektin palveluista arvioidaan **edistykselliset reitityspalvelut, joihin on mahdollista integroida mm. liikenteen turvallisuustietojen (SRTI, Day 1 ja 1,5) jakaminen**. Palvelut yhdistäisivät nykyisin silloissa olevia tienpitäjän toimenpiteitä (mm. vaihtuva ohjaus, erilaiset liikenteen tiedotuspalvelut) ja kaupallisten toimijoiden tuottamia palveluita (navigointi- ja reitityspalvelut, liikennetiedot). Liikkuja saisi tarkempaa, ajantasaisempaa ja ristiriidatonta tietoa matkaan liittyvän päätöksenteon tueksi. Yhteistyön mahdollistama reitityspalvelu voisi optimoida matkoja sekä yksilön että tienpitäjän tavoitteet huomioiden. Ajoneuvoteknologian kehityksen ja ITS-direktiivin velvoitteiden myötä turvallisuuteen liittyvien ajantasaisien ja paikkaan sidottujen tietojen määrä tulee jatkossa kasvamaan. Nämä tiedot olisi luontevaa tuottaa reitityspalvelun yhteyteen.

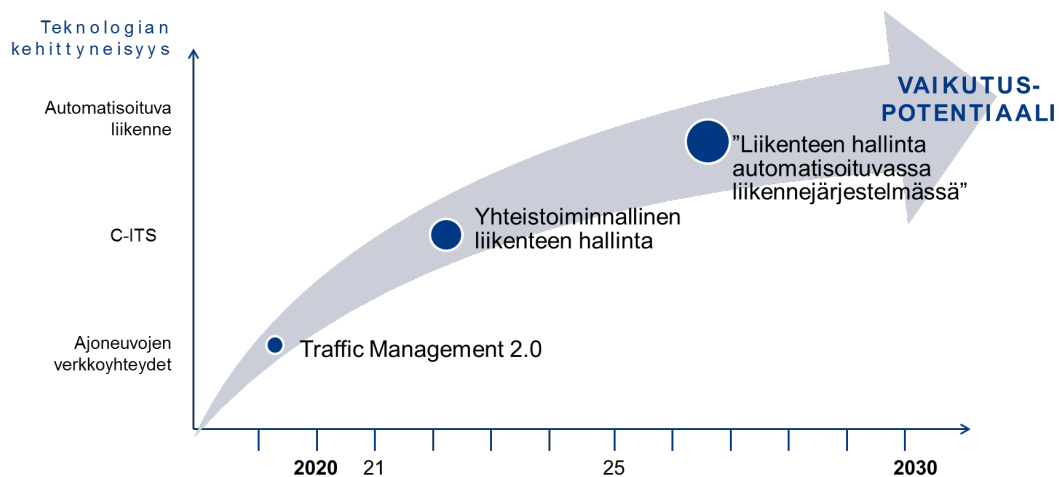
Korkealaatuisesti toteutettuna palvelujen avulla olisi mahdollista tehostaa tie- ja katukapasiteetin käyttöä ja täten ylläpitää ja tai jopa parantaa liikenneverkon (nykyistä) palvelutasoa kaupunkiseudun kasvaessa. Turvallisuuden edistäminen on itsessään keskeinen tavoite, ja positiiviset turvallisuusvaikutukset vähentävät myös häiriöiden lukumäärää.

ERTICO:n TM2.0-konseptin julkaisuissa tärkeäksi edistyneiden palvelujen mahdollistajaksi on nostettu esiin navigointijärjestelmien yleistymisen. Päätelaitteiden (navigaattorit, autojen järjestelmät, älypuhelimet) yleistymisen myötä on mahdollista tuottaa edistyneitä liikennepalveluja kuljettajille personoituina. Päätelaitteiden yleisyyden myötä palvelujen potentiaalinen käyttäjämäärä on hyvin suuri. Tällä hetkellä konseptin yleistymisen hidasteena on, että vain harva kuljettaja käyttää päätelaitteita päivittäisessä liikkumisessaan. Tätä selittää se, että tehdyt analyysit (Pääkaupunkiseudun tie- ja katuverkon ajoneuvoliikenteen sujuvuutta käsittelevä tutkimus (HSL 2017), pääkaupunkiseudun päätieverkon häiriönhallintaa käsittelevän suunnitelman häiriötietoanalyysit (JUDELY 2018)) osoittavat, että vakava säännöllinen ruuhkautuminen on nykyisin ongelma vain suppeahkolla tie- ja katuverkolla ja vakavia häiriöitä ei tapahdu kovinkaan usein laajalla osaa tieverkkoa.

Palveluista hyötyjien, eli käyttäjien lukumäärään, voi vaikuttaa merkittävästi tässä työssä käsiteltävät teknologian kehitystrendit. Verkottuneiden ajoneuvojen (connected cars) määrän kasvu ja C-ITS-kehityksen arvioidaan johtavan siihen, että ajoneuvot tuottavat automaattisesti enemmän kaikkia (tietyn alueen) tienkäyttäjiä hyödyttäviä tietoja, ja liikennetietoon liittyvät palvelut integroituvat yhä vahvemmin ajoneuvojen ja tienkäyttäjien päätelaitteisiin. Automaattinen ilmoitus onnettomuudesta (eCall) nopeuttaa häiriönhallintaan liittyvää prosessia. Nämä kehityssuunnat mahdollistavat sen, että esimerkiksi reitittämiseen liittyvät edistykselliset palvelut muodostuvat entistä houkuttelevimmiksi käyttää, kun reittiin liittyvän tiedon laatu ja ajantasaisuus paranevat teknologian kehityksen myötä ja tieto integroituu ajoneuvoon. Ajoneuvoteknologian yleistymisen on kuitenkin varsin hidas prosessi. Tekoälykehitys mahdollistaa palvelun ennustavan alkavan matkan määränpään, jolloin reititykseen vaadittavan O-D-tiedon syöttäminen helpottuu (näin mm. Googlen liikennetietopalvelut toimii jo nykyisinkin) ja palvelun käytettävyys paranee.

Helsingin seudun kasvu tuo liikenneverkolle jatkuvan kapasiteettipaineen, ja ruuhkautumisen ja ennakoimattomien häiriöiden määrän voidaan olettaa kasvavan tulevaisuudessa. Liikenneviraston tieliikenteen ennusteen mukaan Uudenmaan liikennemäärä tieverkolla kasvaa runsaat 34 prosenttia vuoden 2012 tasosta vuoteen 2030 mennessä (Liikennevirasto 2014). Edistyksellisten liikenteen hallinnan ja ohjauksen palvelujen mahdollisuudet parantaa seudun liikennejärjestelmän palvelutasoa ovat selkeästi havaittavissa.

Kun tason 4 automaattiajaminen saavuttaa kaupalliset sovellukset ja yleistyy, voi TM2.0-konseptin mukaiset liikenteenhallintapalvelut olla keskeisessä asemassa näiden ajoneuvojen reitin valintaan liittyvissä kysymyksissä. Olennainen havainto analyysistä onkin, että Liikenteen hallinta 2.0 -konseptin perusajatus on sovellettavissa teknologisen kehityksen eri vaiheisiin nykytilanteesta C-ITS -sovelluksiin ja edelleen tason SAE4 automaatio-sovelluksiin, toimenpiteiden vaikuttavuuden parantuessa kehityksen myötä.



Kuva 14. Vuorovaikutteisen liikenteen hallinnan kehityspolku.

Kun arvioidaan teknologian kehittymisen vaikutuksia liikenteen hallinnan prosesseihin, keskeisin tulos kirjallisuuskatsauksesta on se, että liikenneinformaatio, opastus ja erilaiset varoitukset siirtyvät yhteiseurooppalaisten kehitys- ja standardointiprojektien myötä yhä enenevässä määrin välitettäväksi suoraan ajoneuvoon - aluksi sen päätelaitteen kautta kuljettajalle, mutta pian myös suoraan ajoneuvon hallintajärjestelmiin ja automatiikkaan. Käynnissä olevissa kehitysprojekteissa keskeisenä ajatuksena on, että liikenneviranomaisen säilyminen, kehityksen suunnasta huolimatta, edelleen informaation ja opastuksen kapellimestarina, ainoastaan sen käytössä olevat välineet muuttuvat tienvarren merkeistä ja opasteista digitaaliseen muotoon. Tähän kehitykseen on päästävä mukaan myös Helsingin seudun pääväylien liikenteen hallinnan osalta, ja rakennettava tienpitäjän ja liikenteen hallinnan operaattorin valmiudet "vuorovaikutteisen" liikenteen hallinnan toteuttamiseksi eurooppalaisten standardien mukaisesti.

3 Helsingin seudun kannalta hyödyllisten automaatio-sovellusten käyttöönoton edistäminen

3.1 Perustelut automaatio-sovellusten varhaiselle testaukselle ja käyttöönotolle

Liikenteen automaatio etenee nopeasti ja keskeisiä automaattiajamisen sovelluksia tulee käyttöön 2020-luvun alussa. Kukin sovellus vaatii toimiakseen tietyn toimintaympäristön, joka voi tarvita muutoksia fyysiseen ja digitaaliseen infrastruktuuriin. Nämä vaatimukset voivat aiheuttaa joissakin tapauksissa huomattavia kustannuksia.

Automaattiajaminen vaikuttaa sinällään liikenteen turvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristövaikutuksiin. Automaattiajamisen sovellukset myös vaikuttavat ihmisten liikkumiseen, kulkutavan valintaan ja matkojen tekemiseen sekä myös ajoneuvojen hankintaan. Nämä muutokset vaikuttavat puolestaan merkittävästi liikenteen tilatarpeisiin, pysäköintitilojen määrään ja sijoittumiseen sekä yleensä liikennejärjestelmäsunnitteluun. Samoin muutokset vaikuttavat yhdyskuntarakenteeseen. Edellä mainituilla vaikutuksilla on luultavasti huomattava taloudellinen merkitys mm. tiestölle tehtäviin investointeihin.

Muutosten suuruus ja myös suunta riippuu suuresti siitä, tulevatko automaattiautot lähinnä yksityis- vai yhteiskäyttöön. Yhteiskäytössäkin on vielä monia eri mahdollisuuksia yhteiskäyttöautoista yhteiskyyteihin. Yksityiskäyttötilanteessa liikenteen määrä ja liikennesuorite kasvavat merkittävästi, kun taas yhteiskäytössä ne voisivat vähentyä samoin kuin pysäköintipaikkojen tarve. Vastaavasti yhteiskäyttö voisi vaatia lisää liikenteenhallinnalta.

Automaattiajamisen odotettavissa olevien vaikutusten suuruuden vuoksi on tärkeää, että niiden toimintaympäristövaatimuksia sekä vaikutusten suuruutta ja kohdistumista selvitetään mahdollisimman luotettavasti. Tähän mennessä tuloksia on saatavissa rajoitetuista testeistä koealueilla eri puolilla maailmaa sekä erilaisista mallinnustutkimuksista. Nämä tulokset eivät yleensä ole suoraan sovellettavissa Suomen tai Helsingin seudun oloihin.

Suomen kokeilut ovat kaupunkialueilla keskittyneet automaattipikkubusseihin. Kokeilut ovat olleet kampus- ja messualueiden helposti rajattavilla osilla sekä vähäliikenteisissä erityiskohteissa keskittyen automaation toimintaan ja hyväksyttävyyteen. Ensimmäinen kokeilu tehtiin Kivistön asuromessualueella 2015 osana EU-hanketta Citymobil 2. Sohjoa -robottibussiprojekti oli vuosille 2016–2017 ajoittunut hanke, jossa pieniä sähkökäyttöisiä automaattibusseja kokeiltiin pilottireiteillä mm. Helsingin Hernesaareissa, Espoon Otaniemessä, Tampereella ja Helsinki-Vantaan lentoasemalla. Pilotissa saatiin kokemuksia robottibussitekniikoiden ominaisuuksista ja toiminnan reunaehdoista. Samoin hankkeessa selvitettiin ja kokeiltiin alustavasti myös autojen etäohjausta. Sohjoa Baltic -robottibussiprojektissa 2017–2020 automaattisia minibusseja kokeillaan osana julkista liikennettä kuudessa Itämeren alueen valtiossa. Yksi demokaupungeista on Helsinki. Projektin tavoitteena on tutkia automaattiminibussien käytön edellytyksiä etenkin syöttöliikenteessä viimeisen tai ensimmäisen kilometrin ratkaisuna. Helsinki RobobusLine -hankkeessa testataan 2017–2019 Helsingin kaupungin innovaatorahaston ja EU:n mySmartLife-projektin varoilla hankittua robottibussia omalla, aikataulunmukaisella linjalla 94R Helsingin Kivikossa.

FABULOS -hankkeen tavoitteena on selvittää, miten itseohjautuvia linja-autoja voidaan hyödyntää osana julkista liikennettä. Tavoitteena on kehittää järjestelmä, joka hallinnoisi itseohjautuvia linja-autoja systemaattisella tavalla. Hanke käynnistyi vuonna 2018 esikaupallisella hankintaprosessilla, jonka jälkeen tutkitaan tarjottujen teknologiaratkaisuiden soveltuvuus ja lupaavimmat ratkaisut kehitetään prototyypeiksi, joita testataan laboratorio-olosuhteissa. Tämän jälkeen prototyypejä on tarkoitus testata aidoissa olosuhteissa kuudessa Euroopan maassa vuonna 2020. Suomessa testit on tarkoitus tehdä Helsingissä Pasilan ja Kalasataman välisellä alueella.

Kokeet ovat osoittaneet tekniikan sinänsä toimivan, mutta samalla järjestelmien olevan liian vaativia mm. sääolojen ja vapaan tiealueen suhteen. Bussien alhaista nopeutta on pidetty kiusallisena ja käyttäjät ovat pitäneet turvattomana olla bussissa ilman ketään henkilökuntaan kuuluvaa (mm. Citymobil 2). Suurtaapahtuman liitynnän hoidosta, jossa kulkijavolyymit ovat isoja, ei olla saatu hyviä kokemuksia. Rutanen (2018) totesi, etteivät robottibussit vielä ole valmiita tuotteita varsinkaan tieliikenteeseen eikä talvisiin oloihin ja että toimintaympäristöstä riippumatta tulee jossain vaiheessa väistämättä vastaan tilanteita, joita bussi ei kykene itsestään selvittämään vielä pitkään aikaan. Operaattoria tarvitaan busseissa vielä pitkään, vaikka bussit teknisesti kykenisivät etävalvottuun operointiin (Rutanen 2018). Olisi tärkeää saada tietoa toimintojen aidosta kysynnästä ja hyväksyttävyydestä sekä etenkin vaikuttavuudesta liikenteeseen ja liikennejärjestelmään. Siksi pitäisi kokeilla automaattiajamisen ja -liikenteen sovelluksia Helsingin seudulla sekä suljetuilla tai pääsyyllään rajoitetuilla testialueilla, että myös avoimessa liikenneympäristöissä. Kannattaa tietoisesti hakea kokeiluja alueilta ja toiminnoista, joissa automaatiolla on kaupallisia hyödyntämismahdollisuuksia kestäväällä tasolla.

Kiinnostavaa olisi saada tietoa, millaisiin tilanteisiin ja millaisiin tarpeisiin automaattiajamisen tekniikat soveltuvat sekä taloudellisesti että liikenteellisen hyödyn kannalta. Kokeiluihin tulisi liittää ennen/ jälkeen -tutkimukset ja niiden tulisi olla kestoaltaan riittävän pitkiä.

3.2 Helsingin seudun kannalta kiinnostavimmat automaatio-sovellukset ja pilottikohteet

Projektin työpajassa käydyissä keskusteluissa todettiin kiinnostavimmiksi sovelluksiksi automaattiset kuorma-autot satamien ja logistiikkakeskusten välisillä yhteyksillä, automaattibussit, robottitaksit ja moottoritieajoon kykenevät autot. Nämä sovellukset tulevat luultavasti markkinoille viimeistään vuonna 2025.

Satamayhteyden osalta kiinnostavin kohde on Vuosaaren satama ja sen yhteydet Kehä III:lle tai jopa pidemmällä, esim. Bastukärriin. On tosin otettava huomioon, että Vuosaaresta lähdeettäessä on heti vastassa tunneliympäristö. Yhteyden liittymätiheys on suuri, siinä on kaksi kaistaa ja paljon liikennettä. Kokeilu voisi tosin olla yöaikaan, jolloin vasen kaista voisi olla varattu automaattiautoille. Tässä tapauksessa tulisi miettiä, miten rekkosten pysäköinti järjestetään päivällä. Kokeilun toteutuksessa kannattaa pohtia sen liittämistä valtatie 4 kehittämiseen mm. kaistakysymysten osalta ja valtatie 3 mahdollisiin letka-ajokokeiluihin. Yhteydet eivät tällä hetkellä ole täysin valmiita kokeiluihin mm. leveän pientareen tai tiealueen levennyksen osalta.

Raskaan liikenteen letka-ajon kannalta valtatie 3 olisi kiinnostava kohde, koska COMBINE-hankkeessa selvitetään Helsinki–Tampere-osuuden soveltuvuutta letka-ajoon. Hankkeessa kartoitetaan tarvittavia muutoksia säädöspuitteisiin ja infrastruktuuriin sekä kehitetään itse pilottia.

Automaattibussia kannattaa käyttää etenkin silloin, jos tavallinen bussi on liian iso esimerkiksi lyhyen vuorovälisen syöttöliikenteeseen raideliikenneasemille. Robottitaksit kuuluvat samaan jatkumoon, sillä niillä voi mennä vielä pienempiin virtoihin. Sopivia alueita voisivat olla taajamien laidat ja kehysalueet, joilla on kohta-

laista vaan ei tavanomaisiin busseihin liittyvää tarvetta, ja yleensä alueet, joissa joukkoliikenne ei ole kannattavaa. Lyhyillä 1–1,5 km etäisyyksillä voisi olla hyväksyttävää liikennöidä automaattipikkubussien alhaisella nopeudella. Levennyksiäkään ei tarvitse olla koko matkalta.

Automaattibussien osalta sopivia kokeilukohteita voisivat olla jo käynnistymässä tai valmisteilla olevat:

- Masala, aseman ympäristö ja suunniteltu Sepänkyläntie (ekokylä)
- Kalasatama–Pasila-bussireitti (FABULOS)
- Aviapolis, hyödyntäen jo tehdyt vuokra-autokokeilut Jumbo–Aviapolis

Muita keskusteluissa esille nousseita kokeilukohde-ehdokkaita ovat:

- Lauttasaari mahdollisesti yhdessä Ruoholahden kanssa etenkin metroasemien liityntäliikenteen osalta
- Matinkylä, etenkin jos bussien nopeus saadaan lähelle muun liikenteen tasoa
- Mäntsälä, aseman ja kirkonkylän väli
- Kirkkonummi, Gesterbyn lähiö
- Kauklahti, aseman ympäristö
- Helsinki-Vantaan lentokenttä ympäristöineen kellon ympäri
- Kampusalueet

Robottitaksien kokeilut voidaan tehdä samoissa ympäristöissä kuin automaattibussien, mutta robottitaksien toimintaympäristön tulisi olla laajempi mahdollistaen ovelta ovelle -kuljetukset. On odotettavissa, että viiden vuoden kuluessa robottitaksit voivat pystyä laajan kaupunkialueen kattamiseen Helsingin seudulla.

Moottoritieajo (highway autopilot) on autojen nykyisten kuljettajan tukijärjestelmien kehityskulun seuraava vaihe, joka tulee käyttöön tällaisten autojen tullessa yksityisten henkilöiden ostettaviksi. Näin erityisiä kokeiluja ei tarvita, jos järjestelmän käyttö sallitaan EU-alueella tai kansallisesti. Moottoritieajon mahdolliset kokeilut kannattaa toteuttaa alkaen varsinaisista moottoriteistä ja etenkin sellaisista osuuksista, joilla on pitkät liittymävälit ja alueen muita moottoritieosuuksia alhaisempi häiriöitiheys. Moottoritiet ovat sinänsä valmiita ympäristöjä automaattisen moottoritieajoon, joskin joitakin investointeja voidaan joutua tekemään digitaalisten karttojen, satelliittipaikannuksen tukijärjestelmien ja tietoliikenteen osalta.

Automaattisten tietyö- ja kunnossapitoajoneuvojen mahdollisia kokeilukohteita ovat:

- Sipoon Nikkilä pyörätie, radanvarsi
- Kehä I viereinen pyörätie (merkittävä, mutta kunnossapitäjä vaihtuu usein)
- Liityntäyhteydet radan varteen
- pyörätieyhteydet / baanat
 - o melko lyhyitä, mutta ei haittaa kokeiluvaiheessa
 - o maanteiden varsien pyöräteiden osalta voi olla haastavaa tunnistaa, missä tie menee, jos pyörätie ei ole kiinni autotiessä. Toisaalta kiinteät auraskepit voivat olla avuksi, ja niiden ei ole edes pakko olla aivan kiinni ajoradassa.

Kokeilun hyödyt olisivat ainakin tiedonsaannin kannalta suuremmat, jos se toteutetaan viranomaisten omana prosessina. Urakoitsijoiden omien kokeilujen hyödyt menevät lähinnä urakoitsijoille itselleen.

3.3 Automaatiosovellusten vaatimukset tienpitäjän toimenpiteille ja vaikutukset liikenteen hallinnan operointiin tai järjestelmiin

Automaatiosovellusten toimintaympäristöjen vähimmäisvaatimukset liittyvät seuraaviin ominaisuuksiin:

- Tieluokka/-tyyppi (moottoritie / katu / fyysisesti rajattu katualue / terminaali-alue / jne)
- Nopeusalue, jolla sovellus voi toimia (esim. alle 30 km/h, alle 60 km/h, alle 120 km/h)
- Päälystetty piennar tai levennykset (levennyksen mitat, tiheys tieverkolla)
- Tiemerkinnot (standardit, näkyvyys, jne.)
- Liikennemerkki (sijainti, kunto, näkyvyys, varustelu tiedonsiirtomajakoin, jne.)
- Tie- ja tienvarsivarusteet (esim. anturiheijastimet, tiedonsiirtomajakat, sulkuportit)
- Liikenneolot (esim. kadunvarsipysäköinti, kevytliikenne, etuajo-oikeusjärjestelyt)
- Käyttöaika (esim. vain yöaikaan, ruuhka-aikojen ulkopuolella)
- Sää- ja keliolot (esim. vain hyvässä sää- ja kelioloissa, kaikissa oloissa)
- Tarkat digitaaliset HD-kartat tiealueista ja tierakenteista (tietosisältö, laatutaso, standardit)
- Satelliittipaikannus tukiasemineen (esim. GPS / Galileo / GLONASS, RTK-tukiasemien tarve)
- Tiedonsiirto ajoneuvojen ja infrastruktuurin välillä (tarve, laatutasovaatimukset)
- Etäseuranta- ja etäohjauskeskukset (keskustarve, henkilötarve)
- Tietokannat ja -järjestelmät (esim. tietolajit, tiedon laatu, rajapinnat)

Automaattiajamisen aiheuttamat yleisimmät vaatimukset ovat seuraavat (Kulmala ym. 2018):

- Kaikille korkeamman tason sovelluksille tarvitaan tien tai kadun varteen leveä piennar tai levennyksiä käytettäväksi silloin, kun ajoneuvo ei voi jatkaa ajoaan automaation toimintaympäristön päättymisen vuoksi.
- Tiemerkinnot ja liikennemerkkien tulee "aina" olla näkyvissä ja hyväkuntoisia, jotta niitä voidaan hyödyntää ajoneuvon paikannuksessa ja niiden avulla saada toimitettua liikenteenhallintatietoa ajoneuvolle; myös ihmiskuljettajat luonnollisesti tarvitsisivat tätä. Vaatimus merkitsee lähinnä kunnossapidon toimien tehostamista etenkin talviaikaan, jolloin lumi peittää tiemerkinnot ja liikennemerkkejä.
- Tienvarsivarusteista tärkeimmät lienevät Suomen sää- ja kelioloissa pysyvät kiintopisteet ("aurauskepit") ympäristöissä, joissa niitä tarvitaan (avoimessa maastossa, jossa ei ole mitään kiintopisteitä, tai kaupunkiympäristöissä, joissa rakennukset häiritsevät satelliittipaikannusta).
- Automaattiajoon voidaan joutua osoittamaan jokin ajankohta vuorokaudesta, mm. yön hiljaiset tunnit, mutta käyttörajoitukset on osoitettava liikenteenhallinnan keinoin.
- Autojen tarkka paikannus perustuu aina jonkinlaiseen digitaaliseen karttaan liikenneverkosta ympäristöineen. Kartan tulee olla tarkka (HD, High Definition) ja kolmiulotteinen. Joissakin sovelluksissa kartta on laserkeilaimen tuottama pistepilvikartta. Kartan tuottaminen ja jatkuva ylläpito vaatii resursseja, joskin mm. pistepilvikarttojen osalta niistä yleensä vastaavat palveluntuottajat eivätkä tienpitäjät. Alalla on lukuisia kaupallisia toimijoita, mutta tienpitäjälle tarkka karttatieto voi olla strateginen omaisuus.
- Tarkan paikannuksen toinen keskeinen osatekijä on satelliittipaikannus, joka Suomen leveysasteilla vaatii maa-asemia satelliittipaikannuksen tarkentamiseen vaadittuun alle 10 cm:n tarkkuuteen.
- Turvallisuuden varmistamisen vaatima nopea tiedonvaihto ajoneuvojen ja infrastruktuurin välillä voidaan ilmeisesti hoitaa 5G-yhteyksin, jotka matkapuhelinoperaattorit toteuttanevat pääkaupunkiseudulla väestön tarpeisiin joka tapauksessa. Erityiskohteissa, mm. liikennevaloissa, tiedonsiirtoa varten voidaan joutua rakentamaan erilliset tiedonsiirtomajakat, jotka vaativat valokuituyhteyttä.
- Automaattirekat ja -bussit, robottitaksit, työkoneet ja kunnossapitoajoneuvot voivat liikennöidä ilman ajoneuvossa olevaa kuljettajaa, mutta ne vaativat ongelmatilanteissa etäohjausta. Tällainen on tehokkainta hoitaa erillisistä etäseuranta- ja -ohjauskeskuksista. Näiden toteuttamisesta ja toiminnasta vastaavat kuitenkin liikennöitsijät ja urakoitsijat.
- Ajoneuvot tarvitsevat liikkumistaan varten ajantasaiset tiedot kulloinkin noudatettavista liikennesäännöistä, liikenneverkon käytön rajoituksista ja suosituksista, kiertotiereiteistä, tietöistä, häiriötilanteista, poikkeustapahtumista jne. Nämä tiedot pitää olla ajoneuvojen käytössä koneluettavassa muodossa esimerkiksi tienpitäjän pilvessä.

Automaation täysimääräiset hyödyt saadaan vasta silloin, kun kaikki ajoneuvot ovat automaattisia. Siirtymävaiheessa eli seuraavien 20–30 vuoden aikana tällaisten hyötyjen todentaminen ja aikaansaaminen onnistuu vain varaamalla yksittäiset tieosuudet tai kaistat vain automaattiliikenteen käyttöön. Tämä lienee toteutettavissa vasta silloin, kun riittävän suuri osa ajoneuvoista on jo automaattiajooon kykeneviä. Helpompi tapa toteuttaa tällainen voisi olla tieosuuden varaaminen automaattiautoilla vain tietyinä aikoina päivästä, kuten yöaikaan. Kaikissa tapauksissa tiettyjen teiden tai kaistojen varaaminen kokonaan tai osan vuorokautta automaattiautojen käyttöön vaatii liikenteenhallinnan toimia.

Tieverkon valmistaminen automaattiautojen käyttöön kannattanee tehdä askeleittain, automaatio-sovellus tai -sovellusryväs kerrallaan siten, että sovellusryppäissä vaatimukset tienpitäjälle ovat suunnilleen samat. Näin on mm. robottitaksien ja automaattipikkubussien kohdalla.

Monet selvitykset osoittavat (CARTRE, ITF, Australia), että automaattiajamisen edut ovat suurimmillaan niiden ollessa yhteiskäytössä, kun taas yksityiskäytöstä seuraa suuria liikenteellisiä ja yhteiskuntapoliittisia ongelmia. Tämän vuoksi on mahdollista, että liikenteenhallinnan keinoja, kuten esimerkiksi pääsynsäättelyä, kaistaohjausta ja tienkäyttömaksuja, otetaan enenevässä määrin käyttöön yhteiskäyttöisten automaattiajoneuvojen suosimiseen muiden ajoneuvojen kustannuksella.

Ympäristöhaittojen, ja etenkin kasvihuonekaasujen, minimoiminen voi vuoteen 2030 mennessä nousta liikenneturvallisuuden ja sujuvuuden varmistamisen rinnalle, tai jopa tärkeimmäksi liikenteenhallinnan tavoitteeksi. Tämän vuoksi kasvihuonekaasujen minimointiin tähtäävien liikenteenhallintatoimien ja niiden ohjausperiaatteiden kehittäminen tulee ottaa huomioon jo automaattiliikenteeseenkin liittyvissä kokeiluissa.

3.4 Ehdotus kehittämistoimenpiteiksi

Automaattiajamisen mahdollisesti mittavien hyötyjen vuoksi kehittämistoimenpiteet kannattaa keskittää sovelluksiin, jotka otettaneen käyttöön selvästi ennen vuotta 2030 ja joista olisi luultavasti huomattavia liikenteellisiä ja taloudellisia hyötyjä Helsingin alueella. Tällaisia automaattiajamisen sovelluksia olisivat:

- moottoritieajoon kykenevät autot
- automaattiset kuorma-autot satamien ja logistiikkakeskusten välisillä yhteyksillä
- rekkojen letka-ajo
- automaattibussit
- robottitaksit

Moottoritieajoon kykenevät automaattiautot tullevat markkinoille vuoden 2023 tienoilla ja vuonna 2030 niitä on liikennevirrasta Suomessa keskimäärin enintään 5 %. Helsingin seudulla autot ovat keskimääräistä uudempia ja siten moottoritieajoon kykeneviä autoja voi olla jopa 10 %. Nämä autoilijat luonnollisesti odottavat voivansa käyttää ajoneuvojaan automaattitoiminnossa alueen moottoriteillä ja muilla kaksiajorataisilla teillä (etenkin kehätiet ja moottoriteiden jatkeet). (Kulmala ym. 2018.)

Koska moottoritieautomaattiajoo sovelluskehitys on suoraa jatkumoa kuljettajien tukijärjestelmien (mm. mukautuva vakionopeudensäädin ja kaistallapito) kehitystyölle, kehitystyö on pääosin autoteollisuuden vastuulla eikä sen pilotointiin ole eteläisessä Suomessa näkyvissä merkittävää tarvetta. Tähän liittyvien autojärjestelmien toimivuutta on tutkittu ja tutkittaneen edelleen Aurora-testialueella Muoniossa (Koskela 2018).

Moottoritieajoo sovelluksen toimintaympäristöjen jatkuvuuden takaamiseen kannattaa alkaa panostaa vasta niiden tultua markkinoille, jolloin tiedetään varmuudella niiden anturien ja tekoälyohjelmistojen toimintakyvyt. Suurimmat kustannuserät tienpitäjälle aiheutuvat tien pinnat mahdollisimman lumettomina pitävästä tehokkaasta talvikunnossapidosta sekä muiden kaksiajorataisten teiden levennyksen toteuttamisesta tilanteita var-

ten, joissa automatiikka ei toimi poikkeuksellisten sää-, keli- ja liikenneolojen vuoksi ja ajoneuvo joutuu pysähtymään tien varteen. Suuria kustannuksia aiheutuu myös näiden teiden HD-digitaalikarttojen ajantasaisuudesta, joskin näistä kustannuksista vastannee merkittävältä osalta ajoneuvoteollisuuden allihankkijoina toimivat kartta- ja kartoitusyritykset sekä lopulta autoilijat itse. Huomattavia kustannuksia aiheutuu tienpitäjille myös liikenteen laadukkaan tilannekuvan jatkuvasta ylläpidosta, häiriövaroituksista muuttuvien opasteiden ja C-ITS-palveluiden välityksellä sekä osallistumisesta nopeiden 5G-yhteyksien tuottamiseen näiden teiden riittäväksi kattamiseksi. Vuoteen 2030 kustannuksia kertyy kaikkiaan Uudenmaan alueelle arviolta 35 M€, josta tienpitäjien osuus on noin 20 M€. Näistä pääkaupunkiseudulle suuntautunee n. 60 %. (Kulmala ym. 2018)

Raskaan liikenteen sovellusten eli automaattisten kuorma-autojen ja letka-ajon osalta merkittävimpiä toimijoita ovat yksityiset liikennöijät. Automaattibussien osalta keskeisessä roolissa on HSL, joka vastaa seudullisesti joukkoliikenteen järjestämisestä. Robottitaksien osalta keskeisessä roolissa voivat olla sekä HSL että yksityiset taksirytykset, jotka molemmat voivat nähdä automaatiokehityksessä hyötyjä. Tienpitäjien roolina on näiden sovellusten osalta tarjota sovelluksille toimintaympäristöt sellaisissa kohteissa ja alueilla, joilla sovelluksista saadaan yhteiskuntataloudellisesti parhaat hyödyt sovelluksia käyttävien yritysten kannattavan liiketoiminnan lisäksi. Kannattava liiketoiminta on sovellusten käyttöönoton ja käytön laajuuden kannalta välttämätöntä, minkä vuoksi tulevien pilottien ja kokeilujen toteutuksessa pitäisi liikennöijien olla vetovastuussa tai muuten merkittävässä roolissa.

Liikennöijien kannalta pilottien keskeisinä tavoitteina ovat luultavasti sovellusten toimivuus ja toiminnalliset vaatimukset todellisessa liikenneympäristössä, käyttäjien hyväksyntä ja maksuhalukkuus sekä kestävien liiketoimintamallien kehittäminen. Tienpitäjän, kaupunkien ja liikenneviranomaisten kannalta tärkeinä tavoitteina ovat sovelluksittain seuraavat selvityskohteet:

Taulukko 8. Tienpitäjän, liikenneviranomaisten ja kaupunkien näkökulmasta tärkeimmät kehittämiskohteet Helsingin seudun potentiaalisissa automaatio-sovelluksissa

Sovellus	Toimintaympäristö	Vaikuttavuus	Lisätietoa lähivuosina tuottavat projektit
Automaattiset kuorma-autot terminaali yhteyksillä	Erotteluratkaisujen (automaattiliikenteen erottaminen muusta liikenteestä) toimivuus ja kustannukset	Turvallisuus etenkin sekaliikenne, välityskykyvaikutukset	
Rekkojen letka-ajo	Letkojen kokoamisen ja purun vaatimat tilat, soveltuvuus sekaliikenneteille	Teiden/siltojen kantavuus ja kuluminen, turvallisuus, sujuvuus (etenkin muun liikenteen)	COMBINE, ENSEMBLE
Automaattibussit	Huonot sää- ja keliolot, tietyöt ja häiriöt, etävalvonta, taajamanopeustaso, haja-asutusalueet, soveltuvat palvelutyypit (runko/liityntä jne.)	Hyväksyntä, kulkutapa, koettu turvallisuus, kokonaismatka-aika	FABULOS
Robottitaksit	Ovelta ovelle -jatkumo taajamissa ja niiden ulkopuolella, huonot sää- ja keliolot, etävalvonta	Hyväksyntä, koettu turvallisuus,	

Edellä lueteltujen liikennöijien ja tienpitäjien kannalta tärkeiden seikkojen selvittämiseksi olisi hyvä synnyttää pilottiohjelma Business Finlandin ja liikenneviranomaisten yhteistyönä. Ohjelmassa pilotoitaisiin edellä mainittujen neljän sovelluksen toteuttamista Helsingin seudulla ja sen tie- ja katuverkolla siten, että tienpitäjät ja

liikenneviranomaiset vastaisivat osaltaan sovellusten tarvitsemien toimintaympäristöjen ja niiden vaatiman fyysisen ja digitaalisen infrastruktuurin toteuttamisesta, kun taas joukkoliikenneviranomaisen osallistuisi joukkoliikenteen suunnitteluun (reitit, aikataulut, liittyminen muuhun linjastoon) ja kokeilualueiden valintaan. Viranomaistahot vastaisivat myös heidän kannaltaan tärkeiden tutkimusten rahoittamisesta (etenkin pilotoijista riippumattomat vaikuttavuustutkimukset). Business Finland tukisi sovellusten teknistä ja kaupallista kehittämistä sekä valitsisi pilotoivat yritystoimijat omien ehtojensa puitteissa. Mahdollisuus on myös hyödyntää vuoden 2018 lopussa käynnistynyttä Smart Mobility -ohjelmaa (Business Finland 2019) pilottien toteuttamisessa.

Pilotoivat tahot puolestaan vastaisivat sovellusten ja niihin liittyvien palveluiden kehittämisestä ja pilottitoteutuksista sellaisille alueille ja käyttäjille, joiden varaan he suunnittelevat kestäväää liiketoimintaa sovelluksista. Alueiden valinta tehdään yhteistyössä pilotoivien tahojen ja tienpitäjien kanssa. Pilotoivien tahojen on panostettava merkittävässä määrin myös itse pilottien toteuttamiseen.

Automaation alueella tunnistettiin siten seuraavat toimenpidetarpeet.

Taulukko 9. Suositukset kehittämistoimenpiteistä liikenteen automatisoitumisen edistämiseksi.

nro	Toimenpide	Sisällön kuvaus	Arvioitu Ajan-kohta	Tunnistettuja osallistujatahoja	Kustannusarvio
1	Helsingin seudun automaattijohdun automaattijohdun pilotiohjelman suunnittelu	Suunnitellaan yksityiskohtaisesti ohjelman sisältö, tavoitteet, rahoitus, vaatimukset pilotoijille	2019-2020	Business Finland, HSL, kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	50 000 €
2	Pilottien valinta	Hakukierros, arvioinnit, keskustelut, lopullinen valinta	2020-2020	Business Finland, HSL, kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	25 000 € + virkistyö
3	Pilottien toteutus	Pilottien kehittäminen ja toteutus	2021-2023	Pilotoijat	2-5 M€
4	Pilottialueiden/teiden varustelu	Varustellaan valitut tie-/katu- osuudet ja alueet automaattiosovellusten vaatimalla fyysisellä ja digitaalisella infrastruktuurilla	2021-2021	kaupungit (jos mukana katu- osuuksia), Ely-keskus, Väylävirasto,	1-4 M€
5	Pilottien arviointi	Riippumattomien arviointitahojen valinta eri piloteille, arviointien tiedonkeruu ennen-jälkeen, analyysit ja raportointi	2020-2024	HSL, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto, vaikutustutkimusten tekijät	150 000 €
6	Pilottien jatko- palvelut	Onnistuneiden pilottien perustalta syntyneiden palveluiden vaatimien toimintaympäristöjen toteutukseen osallistuminen esim. matkustajien ottamisen ja jättämisen vaatimat tilat ml. pysäkit jne	2024-2030	HSL, kaupungit, Ely-keskus, Väylävirasto	10-15 M€

7	Moottoritieajon toimintaympäristöjen toteutus	moottoriteiden ja vastaavien väylien HD-kartoitus mukaan lukien LIDAR-pistepilvet	2023-2030	HSL, kaupungit, palveluntarjoajat, Ely-keskus, Väylävirasto	2 M€
8	"	5G-yhteyksien toteutus valituille teille	2023-2025	Teleoperaattorit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	0,2 M€
9	"	Superaktiivinen talvikunnossapito	2026-2030	Ely-keskus, urakoitsijat, Väylävirasto,	4 M€
10	"	"turvasatama"-levennyksen toteutus muille kuin moottoriteille	2028-2030	Väylävirasto	2 M€
Automaation kehittämistoimenpiteet yhteensä 2019-2030					21,4-32,4M€

4 Helsingin seudun kannalta hyödyllisten yhteistoiminnallisen ajamisen (C-ITS) sovellusten käyttöönoton edistäminen

4.1 Perustelut varhaiselle käyttöönotolle

C-ITS eli yhteistoiminnallinen ajaminen voidaan nähdä tärkeänä kehitysaskelena sellaisessa liikenteen automaatiossa, jossa ajoneuvot paitsi hallitsevat itsenäisesti ajotapahtuman, vaihtavat myös tietoa keskenään (CAM, Connected and Automated Mobility). Ajoneuvojen välinen tiedonvaihto pidentää ajoneuvojen "horisonttia" ja ne pystyvät näin saatavan tilannetiedon avulla varautumaan jo aiemmin edessä oleviin tilanteisiin. Tämän selvityksen arvioissa tason 4 automaati-sovellukset tulevat markkinoille 2020-luvun alkupuolella mutta yleistyvät varsin hitaasti. Sen sijaan C-ITS sovellusten, jotka perustuvat ajoneuvojen keskinäiseen (v2v) tai ajoneuvojen ja infrastruktuurin väliseen (i2v) nopeaan tiedonvaihtoon, on arvioitu tulevan markkinoille jo 2019 ja yleistyvän kohtuullisen nopeasti 2020-luvun aikana jälkiasennettavien ja mobiilisovellutusten avulla. Vaikutusarvioissa täydellä levinneisyydellä on vaikutukset vakaviin liikenneonnettomuuksiin arvioitu erittäin merkittäviksi, kun moottoriväyläverkolla puhutaan jopa 10 % vähenemästä henkilövahinkoon johtaneissa onnettomuuksissa (Easyway 2014), vaikka vaikutusmekanismit perustuvatkin pääosin tiedon välittämiseen kuljettajan päätelaitteeseen ja kuljettajan reaktioihin tiedon perusteella. Jotkin C-ITS-sovellukset voivat tosin kytkeytyä myös alhaisemman automaatiotason (SAE1-2) sovelluksiin.

Selvityksen valossa onkin perusteltua, että Helsingin seudun viranomaiset (ELY-keskus, kaupungit) ryhtyvät yhdessä muiden viranomaisten ja asiantuntijoiden kanssa valmistelemaan C-ITS -sovellusten nopeaa käyttöönottoa Helsingin seudun liikennejärjestelmässä, huomioiden ja osallistuen samalla kansainvälisessä sääntelyssä ja standardoinnissa tapahtuvaan yhteistyöhön. Oman kannanottonsa sovellusten nopeutetusta käyttöönotosta on ottanut myös ETSC (European Transport Safety Council 2017), joka näkee, että vaikutuksiltaan parhaat C-ITS -sovellukset tulisi saada päätöksentekijöiden työpöydälle ja edistettäväksi ennen futuristisempia automaati-sovelluksia (ETSC 2017).

C-ITS on osa kehityskulkua, jossa liikenteen ohjaus ja liikenneinformaation välittäminen siirtyy tienvarren infrastruktuurista välitettäväksi suoraan ajoneuvoon, alkuvaiheessa päätelaitteen kautta kuljettajan prosessoitavaksi, mutta pian suoraan ajoneuvoa ohjaaviin (automaattisiin) sovelluksiin. Kehityskulussa on nähtävissä merkittäviä hyötyjä, kun ongelmaksi tiedetään, että kuljettajat eivät huomaa tai huomioi tienvarren liikenne-merkeillä annettavaa ohjausta tai määräyksiä kovinkaan huolellisesti, mikä heikentää turvallisuutta. Mahdollisena riskitekijänä taas voidaan nähdä se, että liikenneviranomaisen rooli voi pienentyä merkittävästi nykyisestä, ellei siihen kiinnitetä riittävää huomiota järjestelmien toteutusvaiheessa.

C-ITS: ää käsittelevässä kirjallisuudessa nähdään, että tienpitäjän rooli C-ITS:n käyttöönotossa on kuitenkin merkittävä, koska sovellukset edellyttävät erilaisia investointeja. Tämä investoijan rooli takaa viranomaiselle mahdollisuuden vaikuttaa kehityksen suuntaan ja varmistaa, että viranomaisella on jatkossakin eräänlainen "kapellimestarin" rooli osana laajempaa arvoketjua.

4.2 Helsingin seudun kannalta kiinnostavimmat C-ITS -sovellukset

Euroopan komission määrittelemissä Day1 ja Day1.5 -palveluissa on useita sovelluksia, joiden vaikutukset voidaan arvioida merkittäviksi Helsingin seudun pääväylien ja ylipäätään liikennejärjestelmän kehittämisen kannalta. Tienpitäjien kehittämistoimenpiteet luonnollisesti kannattaa suunnata niihin sovelluksiin, joiden hyödyt ovat suurimmat kustannuksiin nähden. Haasteena tässä yhteydessä on, että Suomen kannalta relevantteja ja kattavia vaikutusarvioiteja ei ole paljoa tehty, tai tutkimukset ovat jo melko vanhoja eivätkä perustu välttämättä empiirisiin tutkimuksiin juuri kyseisten sovellusten vaikuttavuudesta. Käytännön toteutuksiin perustuvaa vaikutustietoa eri sovelluksista tarvitaan siis lisää päätöksentekoa varten. Suositeltavaa on, että ensimmäisten sovellusten tullessa markkinoille tutkitaan perusteellisesti niiden vaikuttavuus todellisessa käytössä.

Seuraavassa on analysoitu ensimmäisten C-ITS -sovellusten kiinnostavuutta Helsingin seudun pääväylien liikenteen hallinnan tavoitteiden toteutumisen kannalta. Taulukossa on myös esitetty, mitkä sovellukset ovat ETSC:n priorisoimat niiden oletettujen turvallisuusvaikutusten perusteella.

Taulukko 10. C-ITS:n Day 1 -sovellusten alustava priorisointi Helsingin seudun pääväylien ja liikennejärjestelmän näkökulmasta.

Vaarallisen tienkohdan ilmoitukset			
Palvelu	ETSC priorisoima turvallisuuden perusteella	Prioriteetti-luokka (1-3) HLH2030 kannalta	Perustelu/arvio Helsingin seudun ongelmien ja tavoitteiden näkökulmasta
Hitaan tai seisovan ajoneuvon tai liikenteen varoitus		1	Helsingin seudun pääväylillä paljon peräänajoja
Tietyövaroitus	X	1	Tietyötä tekevien henkilöiden työturvallisuus on tällä hetkellä heikko, kun tilapäisiä nopeusrajoituksia ei totella
Keliolosuhteet	X (linkitettyinä älykkääseen nopeudenhallintaan)	1	Merkittävä onnettomuuksien osatekijä
Hätäjarrutus	X	1	Helsingin seudun pääväylillä paljon peräänajoja
Lähestyvä pelastusajoneuvo		2	Pelkkä varoitus ei riitä, ellei voida antaa tarkempaa ajokäyttäytymisohjetta
Muut vaaratekijät		2	
Liikennemerkkisovellukset			
Nopeusrajoitus ajoneuvolaitteeseen (kiinteät ja vaihtuvat)	X	1	Ylinopeudet merkittävä onnettomuuksien osatekijä Suomessa ja Helsingin seudulla
Punaisia päin ajamisen varoitus	X	1	Merkittävä vakavien onnettomuuksien riskitekijä
Liikennemerkit ajoneuvolaitteeseen		2	Mahdollisesti olennaisempi sovellus 1-ajorataisella tieverkolla kuin Helsingin seudun pääväyläverkolla.
Liikennevaloetuuden pyyntö (valikoiduille ajoneuvoille)		3	Liikennevaloetuudet on jo toteutettu niille ajoneuvoryhmille, joille se kannat-

			taa antaa. Tulevaisuudessa ehkä rekkaletkat satamiin yöaikana ovat erityispaus.
Suositusnopeus liikennevalon lähestymiseen		3	Dynaamisen valokierron järjestelmässä ei välttämättä edes mahdollinen
Floating car data		3	Tämä tulee jo markkinoille verkottuneiden ajoneuvojen myötä ilman C-ITS varustettuja ajoneuvoja. Kiinnostava, jos FCD sisältää C-ITS:n myötä rikastettua tietoa.
Shokkiaallon hillitseminen		3	Edellyttää, että valtaosa liikennevirrasta noudattaa alhaisempaa nopeussuositusta. Pienellä levinneisyydellä ja noudattamisella voi johtaa nopeuserojen ja onnettomuusriskin kasvuun.

Taulukko 11. C-ITS:n Day 1.5 -sovellusten alustava priorisointi Helsingin seudun pääväylien ja liikennejärjestelmän näkökulmasta.

Palvelu	ETSC priorisoima turvallisuuden perusteella	Prioriteetti-luokka (1-3) HLH2030 kannalta	Perustelu
Suojattomien tienkäyttäjien turvaaminen	X	1	Tärkeä sovellus LJ-tason turvallisuus- ja liikkumistavoitteiden kannalta.
Yhteenkytketty ja kooperatiivinen navigointi kaupunkiin ja sieltä ulos		1	Oleellinen sovellus, jolla hallitaan navigointipalvelujen mahdollisia haittoja ja riskejä muulle yhteiskunnalle ja muille liikkujille. Edistää seudun liikenteen hallinnan tavoitteiden saavuttamista.
Liikenneinformaatio ja älykäs reititys		1	Sovelluksella voidaan hallita esimerkiksi katutöiden ja yleisötapahtumien aiheuttamia sujuvuushaittoja, jotka ovat seudulla merkittäviä liikennehäiriöiden aiheuttajia.
Kadunvarsipysäköinnin hallinta ja info		2	Vähentää pysäköintipaikan etsimisestä aiheutuvaa suoritetta, päästöjä ja onnettomuusriskiä lähinnä kantakaupungissa.
Liityntäpysäköinnin info		2	Tukee liikennejärjestelmän kehittämistavoitteita.
Informaatio vaihtoehtojen energianlähteiden lataus-/tankkaus- asemista		3	Epäselvää, miksi tämä on kytketty C-ITS sovelluksiin, relevantti vain vaihtoehtoisia energianlähteitä käyttäville
Laitospysäköinnin info		3	Kaupallisissa laitoksissa yleensä tilaa muutenkin, voi tulla muiden ominaisuuksien kylkiäisenä.

Käytännössä lienee kuitenkin niin, että C-ITS -sovellusten käyttöönotto ei etene poimimalla tietyn alueen kannalta kiinnostavimpia sovelluksia, vaan sovellukset toteutetaan laajempina paketteina, jotka sisältävät toteutuksen kannalta samankaltaisia sovelluksia. Paketoimisen hyödyllisyys nousee esiin laadituista kustannustehokkuusarvioista, jotka osoittavat, että investointikustannukset erityisesti ajoneuvolaitteisiin ja tiedon- siirto-infrastruktuuriin ovat huomattavia, ja toteuduttuaan ne palvelevat useampien sovellusten käyttöönottoa,

jolloin paketoinnilla saadaan lisää hyötyjä (Euroopan komissio 2017). Laajemman alkuvaiheen toteutuksen hyötynä nähdään myös, että se ruokkii nopeampaa sovellusten käyttöönottoa ajoneuvokannassa ja liikkujien keskuudessa. Paketointia ohjaavina kriteereinä on muissa yhteyksissä käytetty mm. (Euroopan komissio 2017).

- perustuuko sovellus v2v- vaiko i2v tiedonvaihtoon (erilainen investointiprofiili)
- onko sovellus Day 1 vai Day 1.5- luokassa? (eriaikainen valmius)
- pääasiallinen sovelluskohde (maantiet, urbaanit kadut)
- pääasiallinen kohderyhmä ja tarkoitus.

Tämän mallin sekä edellisen taulukon priorisoinnin pohjalta voidaan Helsingin seudun liikenteen hallinnan kannalta tunnistaa seuraavat C-ITS -sovelluspaketit toteuttamista varten:

Taulukko 12. Alustava ryhmittely Helsingin seudun kannalta kiinnostavien C-ITS –sovellusten paketoinnista

nro	Paketin nimi	Sisältyvät sovellukset	Tienpitäjän vastuualue toteutuksessa
1	Vaarallisen tienkohdan varoitukset ajoneuvosta ajoneuvon	<ul style="list-style-type: none"> - Hitaan tai seisovan ajoneuvon tai liikenteen varoitus - Tietyövaroitus - Keliolosuhteet - Hätäjarrutus - Mahdollisesti muiden vaaratekijöiden varoituksia (jos syntyy laajempi paketti markkinoilla) 	Tarvittavan tiedonsiirto-infrastruktuurin toteutumisen seuranta ja varmistaminen pääväylille.
2	Nopeusrajoitustieto infrasta ajoneuvon	<ul style="list-style-type: none"> - Nopeusrajoitustieto ajoneuvon ja sen kytkentä älykkääseen nopeudensäätelyyn (ISA) 	Mikäli sovellus perustuu nopeusrajoitusmerkin kuvaamiseen ajoneuvon kameralla, ei tarvita muutoksia infran puolelle, jolloin voidaan kytkeä pakettiin nro 1. Voi perustua myös merkien varustamiseen passiivisella RFID-tunnisteella tienpitäjän toimesta.
3	Risteysturvallisuus ja suojattomien tienkäyttäjien turvaaminen	<ul style="list-style-type: none"> - Punaisia päin ajamisen varoitus - Suojattomien tienkäyttäjien turvaaminen (Day1.5) 	Liikennevalojärjestelmien varustaminen punaisia päin ajamisen tunnistamisella sekä C-ITS -kyvykkyydellä. Suojattomien tienkäyttäjien turvaaminen edellyttää jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden tunnistamista joko ajoneuvon sensorilla, risteyksessä olevalla sensorilla tai esimerkiksi mobiilisovelluksella (riskiryhmät, kuten alakouluikäiset). Toteutus voidaan kohdistaa heva-onnettomuuskeskittymiin ja esimerkiksi vilkkaille koulumatkareiteille. Ei kohdistu erityisesti Helsingin seudun pääväyläverkolle.
4	Yhteistoiminnallinen ohjaus ja liikenneinformaatio	<ul style="list-style-type: none"> - Yhteenkytketty ja kooperatiivinen navigointi kaupunkiin ja sieltä ulos - Liikenneinformaatio ja älykäs reititys - <i>Floating car data (jos sisältyy markkinoilla syntyvään pakettiin)</i> 	Tienpitäjän liikenteenhallintasuunnitelmien digitalisointi ja yhteisen tilanekuvan kehittämistoimenpiteet (kts. luku 2.2.3)

		- <i>pysäköinnin ja liityntäpysäköinnin informaatio (jos sisältyy markkinoilla syntyvään pakettiin)</i>	
--	--	---	--

Suomessa käynnissä olevista C-ITS -piloteista Nordicway2 keskittyy juuri paketin nro 1 eli vaarallisten olosuhde- ja häiriöviestien välittämiseen ajoneuvosta muihin ajoneuvoihin (V2V) matkapuhelinverkon välityksellä. Lisäksi pilotissa kehitetään yritysten välisen yhteistyön toimintamalleja. Näiltä osin kehitystyö on siis jo menossa kohti toteutusta.

Sekä nopeusrajoitusmerkkien että muiden liikennemerkkien vieminen ajoneuvolaitteella sisältää pohdittavia näkökulmia. Mikäli ko. sovellukset perustuvat ajoneuvon kameran havaitsemaan merkkiin, toimii sovellus (ainakin suurimman osan ajasta) kaikissa toimintaympäristöissä. Mikäli taas sovellukset edellyttävät muutoksia tienvarsi-infraan (esim. RFID-tagin merkkiin), on arvioitava mahdollisia haittavaikutuksia tilanteessa, jossa vain osa seudun tai valtakunnan merkeistä on varustettu ko. tunnisteella. Voiko tämä johtaa siihen, että C-ITS -kyvykkyydellä varustamattomat merkit jätetään noudattamatta, kun niitä ei yksinkertaisesti enää huomata kuljettajan omilla havainnoilla (kun opitaan siihen, että laitteisto tietää)? Jos näin on, edellyttääkö tämä sovellus sittenkin kansallisesti kattavaa toteutusta, jossa haitat on hallittu nopealla kattavalla läpiviennillä? Tästä näkökulmasta sovellusten toteutusmallit, jotka toimivat luotettavasti tieympäristön infrasta riippumatta, pitäisi nostaa toteutussuunnittelussa tärkeämmiksi.

Kuljettajien mahdollinen tottuminen ja luottaminen C-ITS -laitteistoon voi periaatteessa vähentää tavanomaista liikennetapahtumien huomiointia. Tällaisen "tottumisen" tuomaa väärää turvallisuudentunnetta ja turvallisuushyödyn ulosmittausta voidaan vähentää toteuttamalla C-ITS -kyvykkyys vain valikoituihin "black spotteihin" eli heva-onnettomuuskeskittymiin ja erityiskohteisiin, erityisesti paikallisia infrainvestointeja vaativien toteutusten osalta (paketti 3). Samalla tienpitäjältä vaadittavat investoinnit pysyvät kohtuullisina.

Risteysturvallisuus sisältää elementtejä sekä V2V- että V2I -sovelluksista. Ratkaisussa jokainen risteystä lähestyvä ajoneuvo (tai muu liikkuja) tunnistetaan ajoneuvon C-ITS -laitteella (tai infraan sijoitetulla sensorilla, mikäli levinneisyys on alhainen). Algoritmi laskee, ovatko jotkin liikkujat mahdollisesti törmäyskurssilla, huomioiden ajoneuvojen sijainti, nopeus ja suunta sekä liikennevalojen vaihe, ja mikäli se havaitsee riskitilanteen, se antaa varoituksen kuljettajien ajoneuvolaitteeseen (Kulmala ym. 2008). Mikäli kyseessä on punaisia päin ajamista estävä sovellus, on sovelluksen keskusteltava liikennevalojärjestelmän kanssa. Sovellus voidaan kytkeä myös ajoneuvon hätäjarrutusjärjestelmään. Suunnittelussa on selvittävä, miten risteysturvallisuussovellus voidaan toteuttaa Helsingin seudulla laajasti käytössä olevan adaptiivisen valo-ohjauksen kanssa.

Suojattomien tienkäyttäjien tunnistaminen on luokiteltu v2x -sovellukseksi (C-ITS Platform Final Report 2016), tarkoittaen sitä, että sovellus voi perustua joko ajoneuvon sensorien havaintojen suoraan kommunikointiin ajoneuvojen välillä tai vaihtoehtoisesti infran sensorien tekemien havaintojen kommunikointiin ajoneuvoihin. Suojattomien tienkäyttäjien turvaamisessa nähdään olennaiseksi, että kaikki suojattomat tienkäyttäjät ovat osallisia tuotetussa palvelussa, eli että kaikki suojattomat liikkujat havaitaan. Siten tässäkin parhaana ratkaisuna voidaan nähdä suojattomien tienkäyttäjien havainnointi ajoneuvoantureilla ja edelleen havaintojen viestiminen ajoneuvojen välillä, jolloin infraan sijoitettavia antureita ei tarvittaisi lainkaan ja palvelun piirissä olisi kaikki tiealueet. On myös tutkittu vaihtoehtoa, jossa ajoneuvon sensorien havaintokyvyn katvealueita täydennetään suojattomien tienkäyttäjien mukanaan kuljettamilla C-ITS lähettimillä (mm. Carels ym. 2012).

Edellä esitettyihin paketteihin voi sisältyä vielä muitakin sovelluksia, kun niiden toiminnasta ja vaikutuksista saadaan lisää tietoa. Esimerkiksi hälytys lähestyvistä hälytysajoneuvosta saadaan ajoneuvolaitteisiin hyvässä ajoin ja mikäli varoituksen lisäksi sovellus kykenee antamaan vielä tarkempaa ohjeistusta kuljettajilta edellytettävistä toimenpiteistä (suositusnopeus, väistämisuunta jne.). Tällainen erikoistilanteen koordinointi voisi parantaa häiriötilanteiden nopeaa hoitoa ja sairaankuljetuksen nopeutta.

Edellä esitetyt alustavat sovellusten priorisoinnit ja paketointi tulee nähdä alustavina aloitteina C-ITS:n käyttöönoton valmisteluun yhteistyössä seudullisten ja kansallisten toimijoiden kanssa.

4.3 Tienpitäjän rooli C-ITS -sovellusten käyttöönotossa

C-ITS -sovellusten käyttöönotto edellyttää investointeja eri toimijoilta. Suurin investointikustannus C-ITS:n käyttöönotossa liittyy ajoneuvolaitteiden tai vaihtoehtoisesti jälkiasennettävien/mobiiliratkaisujen hankintaan, joiden on yhdessä arvioitu kattavan 96 % C-ITS:n kaikista investointikustannuksista. Näistä kustannuksista vastaavat kuluttajat laitteita ja ajoneuvoja hankkiessaan (Euroopan komissio 2017). Hyödyt vastaavasti leviävät koko yhteiskuntaan parempana liikenteen sujuvuutena ja turvallisuutena. Tienpitäjien vastuulle C-ITS:n toteutuksessa kuuluu tiettyihin V2I-sovelluksiin liittyvän tienvarsi-infran varustaminen C-ITS-kyvykkyydellä sekä ko. laitteiden varustaminen soveltuvin tiedonsiirtoyhteyksin. Mikäli C-ITS:n standardoinnissa päädytään hyväksymään mobiilitiedonsiirron käyttö tiedonsiirtoyhteytenä (ns. hybridiratkaisu), saadaan ainakin Helsingin seudun pääväylät soveltuvien tiedonsiirtopalvelujen piiriin täysin kaupalliseltakin pohjalta, koska jo 4G-tasoinen mobiilitiedonsiirto on testeissä osoittanut kykenevän riittävän alhaiseen latenssiin.

Tässä työssä on arvioitu, että tienpitäjän aktiivinen osallistuminen nopeuttaa C-ITS:n tuloa ja markkinoilla yleistymistä paikallisesti verrattuna siihen, että odotetaan kehityksen etenevän markkinaehtoisesti. Tienpitäjän aktiivinen osallistuminen infran varustamisessa C-ITS -kyvykkyydellä ja tiedonsiirtoyhteyksillä on perusteltua siksi, että sen avulla saadaan realisoitua mittavat yhteiskuntataloudelliset hyödyt myös kuluttajien tekemille laiteinvestoinneille. Tienpitäjän investoinnit toimivat siten vipuna yksityisten toimijoiden investoinneille ja edelleen laajemmille hyödyille.

Tienpitäjältä edellytetään siis tarvittavan tiedonsiirto-infrastruktuurin toteutumisen seuranta, ja mikäli yhteydet eivät toteudu markkinaehtoisesti nopealla aikataululla, tienpitäjän omia investointeja tiedonsiirron infrastruktuuriin. Lisäksi tarvitaan (vähintään riskialttiimpien) risteysten liikennevalojärjestelmän varustamista punaisia päin ajamisen tunnistavilla antureilla ja muulla C-ITS -kyvykkyydellä. Lisäksi tienpitäjän tulee selvittää, mistä suojattomien tienkäyttäjien tunnistusratkaisusta saadaan parhaat testitulokset, ja pyrkiä edistämään ko. ratkaisun toteutusta Helsingin seudulla. Ratkaisu voi edellyttää investointeja infrapohjaisiin antureihin muuallekin kuin liikennevaloihin.

Vaikka C-ITS -sovellukset yleistyvätkin ajoneuvokannassa 2020-luvulla suhteellisen nopeasti, on tässä työssä arvioitu että 2030 C-ITS -valmiudet ovat vasta alle puolessa ajoneuvoista. Siirtymäkauden aikana on mahdollista, että liikenteen hallinnan kokonaisresurssitarve kasvaa, kun on pidettävä yllä kahdenlaisia ratkaisuja. Lisäksi tietyt sovellukset, kuten shokkiaaltojen hillintä, nähdään epäluotettavaksi ja mahdollisesti jopa haitalliseksi sekaliikenteessä, jossa C-ITS -varustettuja ajoneuvoja on vain vähän. Mikäli shokkiaaltojen hillinnan sovellus otettaisiin käyttöön, se tulisikin toteuttaa väylillä, joissa vaihtuvilla nopeusrajoitusmerkeillä voidaan aikaansaada vastaava ohjaus kaikille ajoneuvoille. Myös muutkin C-ITS -sovellukset voivat aiheuttaa vastaavanlaisia tarpeita muuttaa ja yhteensovittaa myös nykyisten liikenteen hallinnan järjestelmien ohjauspolitiikkoja. Näitä tarpeita on analysoitava tarkemmin, kun sovelluksia otetaan käyttöön.

4.4 Ehdotus kehittämistoimenpiteiksi

Edellisessä luvussa priorisoitujen sovellusten arvioidut vaikutukset ovat niin positiiviset, että sovellusten nopeaa käyttöönottoa kannattaa edistää osallistumalla ja toteuttamalla maantietieverkolla pilotoiteja ja vaikutusarvioiteja jo ensi vaiheessa. Uudenmaan ELY-keskuksen kannalta kiinnostavia pilotoitavia sovelluksia ovat sellaiset hyödyllisiksi arvioidut sovellukset, joiden tuottamisessa tienpitäjällä on keskeinen rooli tai jotka vaikuttavat tienpitäjän tarjoamiin muihin palveluihin. Tällaisia ovat erityisesti infran ja ajoneuvojen väliseen

kommunikointiin perustuvat sovellukset. Yhteiseurooppalaisessa NordicWay2-projektissa testataan jo Helsingin seudulla turvatietojen välittämistä V2V-sovellusten avulla. Koska nämä sovellukset kehittyvät jo muissa ohjelmissa, ei niiden osalta ole tässä työssä esitetty uusia kehittämistoimenpiteitä.

Tienpitäjän kannalta kiinnostavimmat pilotoitavat sovellukset ovat siten

- Nopeusrajoitustieto ajoneuvoon ja sen kytkentä älykkääseen nopeudensäätelyyn (ISA)
- Punaisia päin ajamisen varoitus
- Suojattomien tienkäyttäjien turvaaminen

C-ITS:ään liittyvät kehittämistoimenpiteet on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 13. Suositellut kehittämistoimenpiteet yhteistoiminnallisen ajamisen edistämiseksi Helsingin seudulla.

nro	Toimenpide	Sisällön kuvaus	Arvioitu ajan-kohta	Tunnistet- tuja osallis- tujatahoja	Kustan- nusarvio
1	Yhteistoimin- nallisen aja- misen V2I - sovellusten pilotointi- suunnitelman laadinta	Toimenpiteessä selvitetään tarkemmin tässä työssä priorisoitujen V2i -sovellusten vahvistetut standardit, toteutustavat ja - vaatimukset sekä mahdolliset vaihtoehtoi- set ratkaisut ja arvioidaan, mikä näistä on Suomen kannalta pitkällä tähtäimellä kus- tannustehokkain. Selvitysten perusteella laaditaan aikataulutettu suunnitelma sovel- lusten pilotoimisesta kohteissa, joissa so- vellusten hyödyt arvioidaan suuriksi.	2019- 2020	ITMF, kau- pungit, Tra- ficom, Ely-keskus, Väylävirasto	50 000 €
2	Pilottien to- teuttaminen	Toteutetaan pilotointisuunnitelman mukai- set kokeilut vähintään noin vuoden mittai- sina kokeiluina. Kukin kokeilu tulee tehdä vähintään kolmessa liittymässä tai reitillä, jotta kokemuksia saadaan erilaisista ympä- ristöistä.	2020- 2022	ITMF, kau- pungit, Tra- ficom, Ely-keskus, Väylävirasto	noin 500 000 €
3	Pilottien vai- kutusten arvi- ointi	Piloteista selvitetään sovellusten vaikutuk- set kuljettajien käyttäytymiseen ja edelleen liikenteen turvallisuuteen ja sujuvuuteen ja tehdään arvio sovellusten laajemman käyt- töönoton yhteiskuntataloudellisesta tehok- kuudesta.	2020- 2022	ITMF, kau- pungit, Tra- ficom, Ely-keskus, Väylävirasto	100 000 €
4	Laajempi käyttöön- otto	Otetaan käyttöön pilottien perusteella hyö- dylliset ja yhteiskunnallisesti kannattavat sovellukset tarkoituksenmukaisella laajuu- della. Sis. liikennevalojen varustaminen C- ITS kyvykkyydellä.	2023- 2030	ITMF, kau- pungit, Tra- ficom, Ely-keskus, Väylävirasto	riippuu täysin to- teutuslaa- juudesta
5	Selvitys C- ITS:n sovel- lusten ja tien- varsilaitteilla tehtävän oh- jauksen yh- teensovitta- misesta	Pilottien jälkeen, ennen C-ITS:n laajamit- taista käyttöön-ottoa tulee varautua yhteen- sovittamaan perinteisellä tienvarsitelematii- kalla annettavaa liikenteen ohjausta ja in- formaatiota C-ITS -sovellusten ohjaukseen ja informaatioon. Selvityksessä tunnisteta- aan yhteensovittamisen tarpeet ja määri- tellään tarvittavat toimenpiteet olemassa olevien järjestelmien ohjauspolitiikan muut- tamiseksi.	2023	ITMF, kau- pungit, Ely- keskus, Väylävirasto	50 000 €

Pilotointisuunnitelmassa (kehittämistoimenpide nro 1) selvitetään lisäksi, miten sovellukset voidaan toteuttaa nykyisten liikenteen ohjausjärjestelmien osana ja mitä mahdollisia muutoksia oleviin järjestelmiin tarvitaan (esim. valo-ohjauksen järjestelmät). Pilottien suunnitteluvaiheessa suunnitellaan myös vaikutusten arviointien sisältö. Suunnitelma kannattaa tehdä tiiviissä yhteistyössä Helsingin seudun viranomaistoimijoiden kuten kaupunkien kanssa ja kartoittaa yhteisen kiinnostuksen kohteena olevat sovellukset. Erityisesti suojattomien tienkäyttäjien turvaamiseen liittyviä pilotteja voi olla mielekäästä suunnitella yhdessä kuntien ja kaupunkien kanssa, jolloin voi olla mahdollista kattaa esim. tietyn koulun kaikki keskeiset koulumatkareitit ko. sovelluksella myös katujen osalta.

Tässä selvityksessä arvioitiin mahdollisia pilottikohteita seuraavasti:

- Nopeusrajoitustieto infrasta ajoneuvoon; koko pääväyläverkko, mukaan lukien vaihtuvilla nopeusrajoituksilla varustetut väylät
- Punaisia päin ajamisen varoitus; Kehä I:n sekä mt 120 (Vihdintie) valo-ohjatut liittymät (esim. Kehä I-Itäväylä) sekä säteittäisten pääväylien liittymät katuverkkoon
- Suojattomien tienkäyttäjien turvaaminen; ELY-keskuksen tiedossa olevat turvattomat koulumatkareitit ja muut jalankulun ja pyöräilyn kannalta turvattomat maantiet, risteykset ja suojatiet.

Pilotointisuunnitelman laadinta on järkevää aloittaa vasta sen jälkeen, kun EU:n komissio on julkaissut C-ITS:ää koskevan delegoidun asetuksen, jossa määriteltäneen tietyjä toteutusten reunaehtoja. Näiden reunaehtojen ja standardien huomiointi pilottien valmistelussa on aivan olennaista. Delegoitu asetusta on alkuvuonna 2019 lausunnoilla ja se viimeistellään todennäköisesti kevään 2019 aikana.

Pilottien vaikutusten arvioinnissa (toimenpide nro 3) tuotetaan tietoa laajempaan käyttöönottoon liittyvää päätöksentekoa varten. Sovellusten tulee olla pilottien kokemusten ja todettujen vaikutusten pohjalta yhteiskuntataloudellisesti kannattavia, jotta niihin kannattaa investoida. Erityisesti tulee selvittää, miten sovelluksen käyttö vaikuttaa kuljettajan keskittymiseen itse ajotapahtumaan, ja mitä vaikutuksia tällä on liikenneturvallisuukselle. Tämän olennaisen riskitekijän perusteellinen kartoittaminen on tärkeää, ja siksi kokeiluja tulee tehdä sekä ajoneuvoon integroidulla C-ITS päätelaitteella, että mobiililaitteeseen tukeutuvalla C-ITS -sovelluksella. On ratkaistava, miten pilotointiin saadaan mukaan riittävä määrä autoilijoita, jotka käyttävät sovellusta erilaisilla laitteilla. Mikäli tietynlaisten sovellusten käytössä todetaan vakavia liikenneturvallisuusriskejä, tulee asiaan puuttua mahdollisesti valtakunnallisen regulaation kautta tai mahdollisesti nojata tuleviin yleiseurooppalaisiin suosituksiin tai velvoitteisiin.

C-ITS laajemman käyttöönoton kustannuksia on vaikea arvioida edes tienpitäjien näkökulmasta, koska kaikki riippuu toteutuslaajuudesta sekä esimerkiksi siitä, missä määrin tienpitäjän tulee investoida myös tiedonsiirtoon, vai syntyykö se markkinaehtoisesti. Koska C-ITS on yksi askel liikenteen automatisoimisessa, on lopullista toteutuslaajuutta suunniteltaessa huomioitava myös suunnitelmat infran varustamisessa automaatiosovelluksia varten. C-ITS:ää varten tehtyjä investointeja voidaan ts. hyödyntää myös automaattiajamisen fasilitoinnissa.

Sekä pilottien että laajemman käyttöönoton suunnittelussa on otettava huomioon yksityisyyden suojaa koskevat EU-direktiivit sekä kansallinen lainsäädäntö.

Laajempaan C-ITS:n käyttöönottoon Helsingin seudun pääväylillä liittyy tarve yhteensovittaa C-ITS:n sovellusten ohjausta ja informaatiota perinteiselle telematiikalla annettavaan ohjaukseen. Tässä vaiheessa tunnistettuja yhteensovittamisen tarpeita liittyy ainakin seuraaviin:

- Vaarallisen tienkohdan varoitukset ajoneuvosta ajoneuvoon – TIO-opasteilla annettavat varoitukset
- Nopeusrajoitustieto ajoneuvoon – vaihtuvan nopeusrajoituksen esittämä nopeusrajoitus
- Shokkiaallon hillintä – vaihtuva nopeusrajoitus ja TIO-opastus

- Opastus häiriötilanteessa – TIO-opasteilla annettava reitti-informaatio

Yhteensovittamisen tarpeet tulee selvittää tarkemmin laajempaan käyttöönottoon etenevien sovellusten osalta ja tähän liittyvät kehittämistoimenpiteet viedä perinteisellä tienvarsitelematiikalla annettavan ohjauksen ohjauspolitiikkoihin.

5 Vuorovaikutteisen ja yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan kehittäminen ja käyttöönotto

5.1 Perustelut liikenteen hallinnan kehittämiseksi

Kirjallisuuskatsauksessa tunnistetut ajoneuvoteknologian kehitys ja liikennetiedon määrän ja laadun paraneminen korostavat kaupallisten toimijoiden roolia liikenteen hallinnan toimijakentässä. Ajoneuvojen ja sovelluskäyttäjien tuottama tieto kerätään lähtökohtaisesti kaupallisten toimijoiden tietopalveluihin, joista ne ovat hyödynnettävissä eri toimijoiden palveluissa (sopimussuhteista riippuen). Kaupalliset palvelut tuottavat tienkäyttäjille enenevässä määrin tietoa mm. olosuhteista, häiriöistä ja reitinvalinnasta.

Mikäli viranomaisena ei reagoi tähän kehitykseen, on tunnistettavissa seuraavat mahdolliset skenaariot:

- Kaupalliset toimijat hyödyntävät kehittyntä (muiden kaupallisten toimijoiden tuottamaa) liikennetietoa palveluissaan ja palvelut tavoittavat yhä suuremman ja suuremman osan tienkäyttäjistä, kun tietopalvelut kytkeytyvät ajoneuvoihin. Mikäli liikenneviranomaisena ei hyödynnä kehittyntä liikennetietoa liikenteen hallinnan toimenpiteissään (mm. vaihtuva ohjaus, häiriönhallintaprosessi, tiedotus), viranomaisen rooli saattaa heikentyä liikenteen hallinnan toimijana.
- Ei ole takeita siitä, että kaupallisten toimijoiden tuottama liikenneinformaatiopalvelu tukee yksilön lisäksi riittävästi myös liikennejärjestelmän toimivuutta. Erityisesti tämä kysymys nousee erilaisissa reitityssovelluksissa, joissa esim. vain yksilön matka-aikaa optimoivat sovellukset saattavat kasvattaa liikenteen haittavaikutuksia väärillä verkon osilla. Tämä on keskeinen tulevaisuuden mahdollinen epätoivottava kehityssuunta.
- Kaupallisten toimijoiden reitityspalvelujen reittivalinnat eivät välttämättä vastaa todellista parasta reittiä, ja reitit voivat olla ristiriidassa mm. viitoituksen kanssa. Reititys algoritmi saattaa tulkita esimerkiksi taajama-alueen ulkopuolisen soratien (jossa yleisenä nopeusrajoituksena 80 km/h) nopeimmaksi reitiksi, ja tienkäyttäjä reititetään osuudelle joka ei vastaa tarkoitusta. Tämä mahdollinen ongelma koskee toki jo nykyisiä tarjolla olevia palveluja.
- Turvallisuuteen liittyvän informaation jakaminen (esim. C-ITS -sovellukset) vaihtuvan ohjauksen tieosuuksilla saattaa muodostaa ristiriitaisia tilanteita, mikäli viranomaisen järjestelmät eivät ole reagoineet niihin olosuhteisiin, joihin kaupalliset palvelut ovat.
- Kaupallisten toimijoiden palvelujen uskottavuus heikkenee, mikäli erityisesti tienpitäjän ja muiden viranomaisten toimenpiteet (mm. vaihtuva ohjaus, varareittisuunnitelmien perusteella tehtävä liikenteenohjaus) ovat ristiriidassa kaupallisten palveluiden tuottaman informaation kanssa. Toisaalta, viranomaisen toimenpiteiden vaikutukset vaarantuvat, mikäli sen tuottama informaatio ei ole yhteisestä tienkäyttäjän sovellusten kanssa. Tienkäyttäjän ei tulisi missään tilanteessa joutua arvioimaan, mihin tietolähteeseen luottaa päätöksentekoa tai erityistä tarkkaavaisuutta vaativissa tilanteissa.

Tekninen kehitys tuo edellä mainittujen epätoivottujen kehityskulkujen lisäksi myös mahdollisuuksia liikenneviranomaisen liikenteen hallinnan toimenpiteille. Viranomaisena on mahdollista laajentaa liikenteen hallinnan toimenpiteitä laajemmalle verkolle hyödyntäen kuljettajien päätelaitteita. Lisäksi kehitys mahdollistaa täysin uusien liikenteen hallinnan keinojen käyttöönoton. Tämä luonnollisesti vaatii yhteistoimintaa kaupallisten toimijoiden kanssa.

Ideaalitilanteessa eri toimijoiden tuottamat liikennetietopalvelut on muodostettu yhtenäisten periaatteiden mukaisesti ja palvelut perustuvat tietopohjaan, joka huomioi kaupallisten toimijoiden ja viranomaisen analyysin vallitsevasta tilanteesta. Tällä tavoin tienkäyttäjät saa ristiriidatonta liikennetietoa, joka on personoitu hänen suunnittelemaansa matkalle. Reititykseen liittyvissä palveluissa on myös huomioitu viranomaisen määrittelemä väylien hierarkia, jolloin reitityspalvelut välttävät liikenteen ohjaamista tietyille väylille tai alueille. Tämä hierarkia on hienostuneimmillaan dynaaminen, ottaen huomioon mm. yleisötapahumat, valtiovierailut, joukkoliikenteen ja sen poikkeusreitit, kaupallisen toiminnan huipputunnit ja koulujen alkamis- ja päättymisajat.

On huomioitava, että Suomessa liikenneviranomaisella on myös merkittävä rooli tiedon tuottajana.

- Viranomaisella on runsaasti erityisosaamista vaativaa tietoa, kuten tiesääasematiedot ja niistä tulkittava sää- ja kelitilanne. Tiesääanturien mittaustiedot jaetaan jo nykyisin avoimeen rajapintaan, mutta niistä tehty analyysi "todellisesta sää- ja kelitilanteesta" vaatii erityisasiantuntijuutta.
- Viranomaisella on mahdollisuus hyödyntää (likimain) reaaliaikaista tietoa tien hoitotoimenpiteistä (kaluston sijainti ja toimenpidetiedot).
- Tietyömaat ja niistä syntyvä tieto on ensisijaisesti viranomaisen hallinnassa.

On selvää, että näiden tietojen täysimääräinen hyödyntäminen parantaisi myös kaupallisten toimijoiden palveluita.

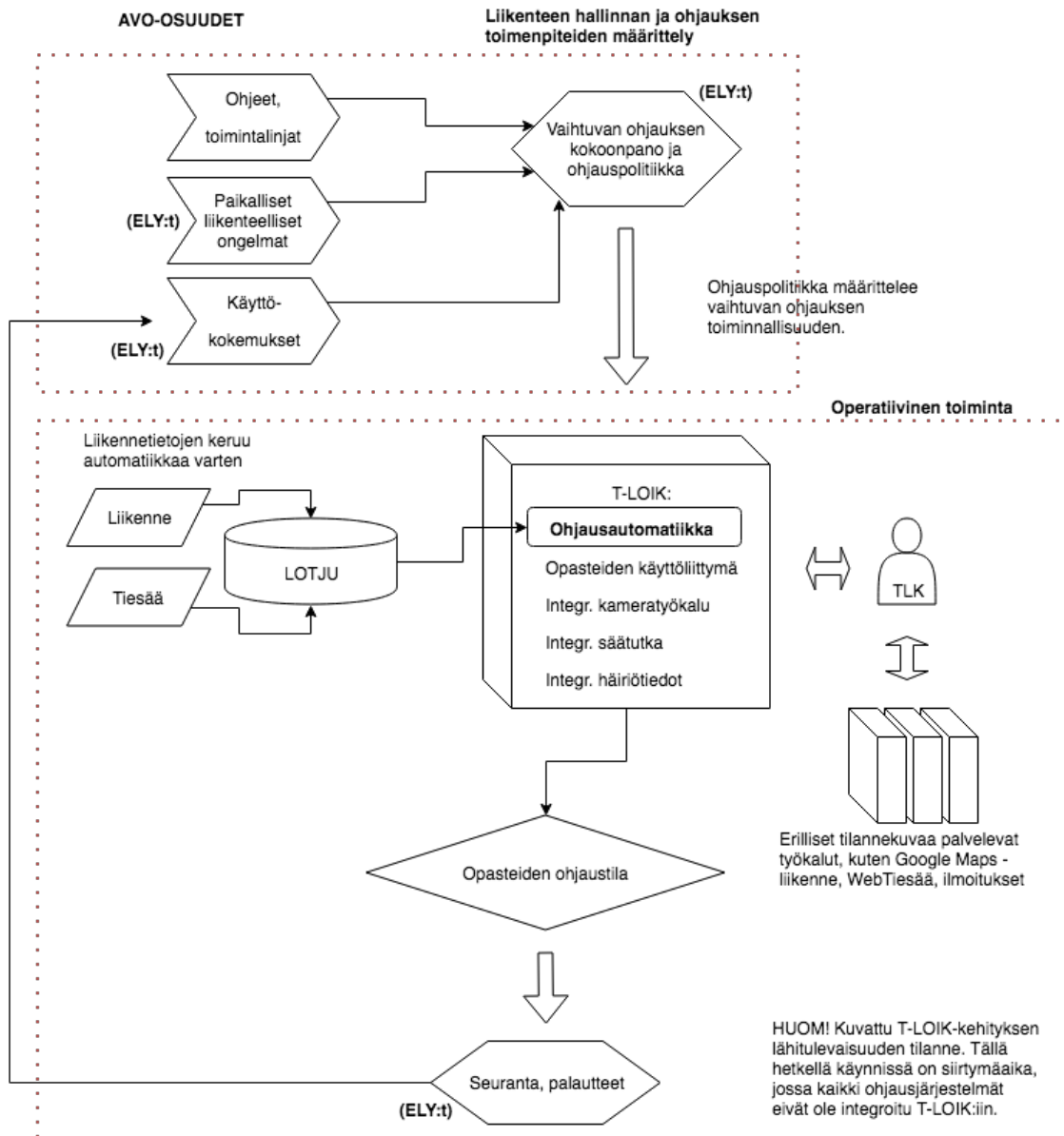
Vuorovaikutteisen ja yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan keinoilla voitaisiin jo nykytilanteessa parantaa liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta laajalla verkolla sekä reagoida tehokkaammin ennalta-arvaamattomiin ja ennakoituihin häiriöihin. Automaattiajamisen yleistyessä ajoneuvojen voidaan olettaa tarvitsevan ajantasaista ja ennustettua liikennetietoa ja verkon hierarkialuokittelua mm. reitinvalintaa varten. Tällöin vuorovaikutteisen ja yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan palvelut voivat olla jopa edellytyksenä, että automaattiajaminen saavuttaa sen potentiaaliset hyödyt.

Ilmastonmuutos saattaa johtaa siihen, että liikenteen ilmastovaikutukset nousevat liikenteen hallinnan keskeiseksi erityistavoitteeksi nykyisten turvallisuus- ja sujuvuustavoitteiden rinnalle. Ajoneuvoliikenteen sujuvuuden edistäminen toki vähentää jo nykyisellään päästöjä (lyhyen aikavälin tarkasteluissa), mutta toisaalta se myös edistää henkilöautoliikenteen houkuttelevuutta ja pitkällä aikavälillä vaikutukset voivatkin olla päinvastaiset. Liikenteen hallinnan nykyisillä keinovalikoimilla pystytään vaikuttamaan täten vain lyhyen aikavälin päästöihin. Yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan toimenpiteillä tunnustetaan myös pitkän aikavälin vaikutusmahdollisuudet päästöihin, mikäli palveluilla pyritään tehostamaan nykyisen väyläverkon kapasiteettia edistyksellisten reitityspalvelujen avulla. Näin osa liikenteen kasvusta johtuvista ongelmista voidaan hallita digitaalisin keinoin ja tarve henkilöautoliikenteen houkuttelevuutta merkittävästi kasvattaville infrahankkeille voi vähentyä.

Mikäli tulevaisuudessa tieliikenteessä otetaan käyttöön uusia hinnoittelumekanismia, edistykselliset liikenteen hallinnan tietopalvelutoteutukset voivat tukea myös näitä ratkaisuja. Tietopalvelujen avulla tehdyn matkan hintaan voisi vaikuttaa esim. reitin päästölaskelma (mikäli maksujärjestelmä perustuisi ajoneuvokohtaiseen seurantaan).

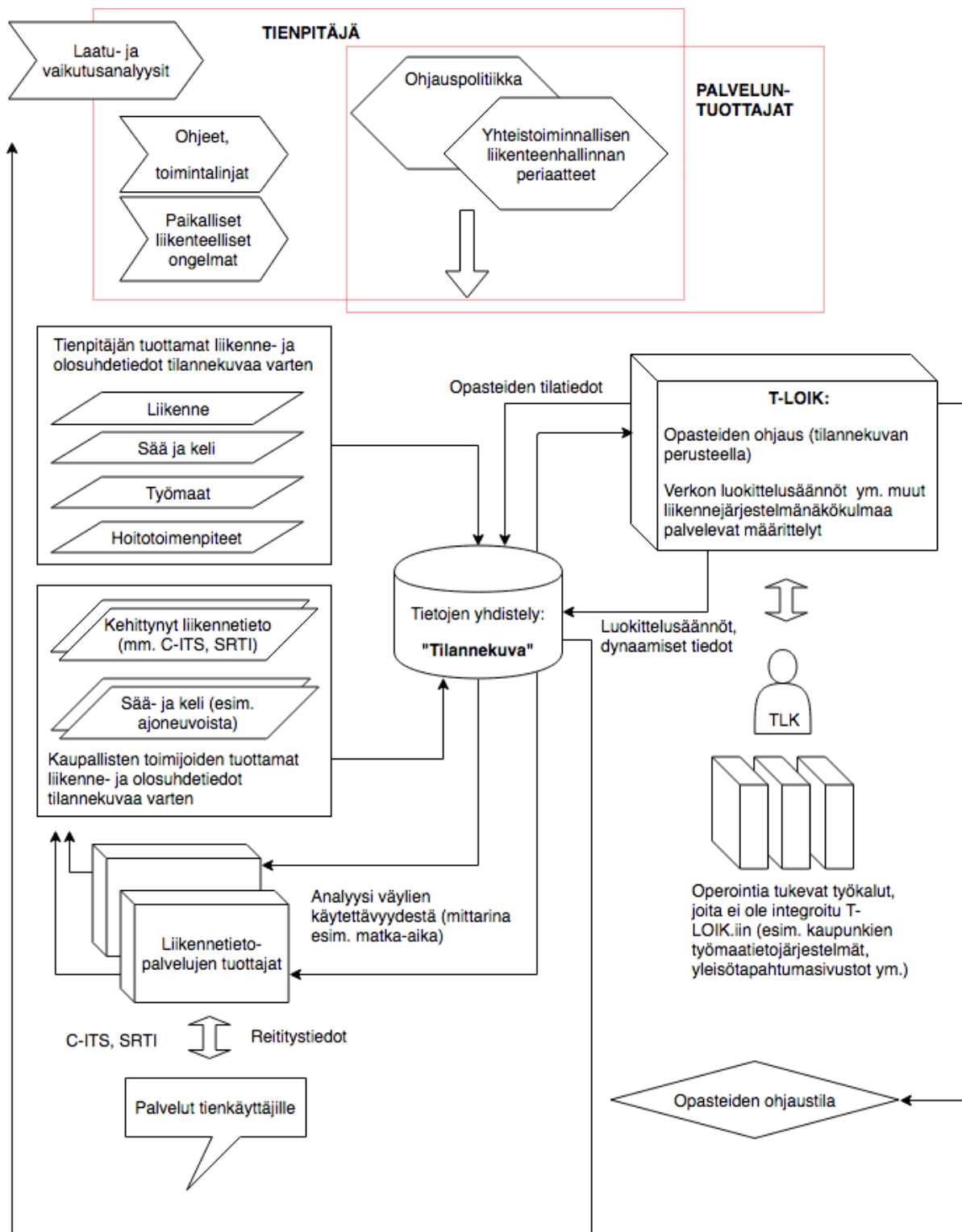
5.2 Yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan muutokset liikenteenhallinnan prosesseihin

Nykytilanteessa Suomen tieverkon liikenteenhallinnan keskeisenä toimenpiteenä on vaihtuva ohjaus, jota nykytilanteessa on toteutettu vain rajatulle osalle tieverkkoa toteutusten merkittävien investointikustannusten vuoksi. Vaihtuvan ohjauksen nykyinen prosessi on kuvattu seuraavassa kuvassa.



Kuva 15. Vaihtuvan ohjauksen (avo-osuudet) nykytilanteen prosessi.

Yhteistoiminnallisessa liikenteenhallinnassa prosessit ja yhteistoimintamallit muokkautuvat lähtökohtaisesti niiden palvelujen myötä, joissa yhteistoiminnallisuutta tavoitellaan. Esimerkinomainen periaateratkaisu on esitetty seuraavassa kuvassa:



Kuva 16. Esimerkinomainen periaateratkaisu yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan prosessista. Periaateratkaisu ei ota kantaa teknisiin ratkaisuihin.

Kuvassa 16 esitetyn periaateratkaisun keskiössä on tilannekuvapalvelu, jossa tehdään eri toimijoiden (liikenneviranomaisen, palveluntuottajat) tuottamien tietojen yhdistelmä. Yhdistelemällä eri tietolajeja saadaan "paras mahdollinen" kuvaus väylien liikenne- ja olosuhdetilanteesta. Tilannekuva sisältää myös ennusteiden laadinnan, jotta sitä voidaan hyödyntää proaktiivisessa toiminnassa ja reitityksessä.

Esitetyssä periaateratkaisussa tunnistetaan seuraavia keskeisiä muutoksia nykyiseen vaihtuvan ohjauksen prosessiin:

- Yhteistoiminnallisessa liikenteenhallinnassa periaateratkaisut (ohjauspolitiikka, liikenteenhallinnan periaatteet) tulee laatia viranomaisen (valtio, kaupungit) ja palveluntuottajien yhteistyönä, jotta ratkaisut palvelevat kaikkia osapuolia.
- Eri tietolähteiden yhdistely ja siitä tehtävä analyysi tapahtuu tilannekuvapalvelussa ja analyysin perusteella määräytyy mm. vaihtuvien opasteiden ohjaus ja analyysi väyläverkon käytettävyydestä palveluntuottajien käyttöön. Mikäli väylien käytettävyydestä hyödynnetään reitityspalveluihin, väylien käytettävyys voitaisiin määrittellä linkkikohtaisen matka-ajan avulla. Matka-ajan määrittelyyn vaikuttaisi verkon luokittelusäännöt, joissa tietyt staattiset ja dynaamiset tekijät toisivat väylille aikasakkoa, jonka reititys algoritmit huomioisivat. Toisin sanoen, liikennettä pyrittäisiin ohjaamaan reitityspalvelun avulla tavalla, joka on (pääsääntöisesti) viranomaisen tavoitteiden mukaista.
- Yhteistoiminnallisen liikenteenhallinnan toiminnan edellytyksenä on hyvin korkea automaatio. On nähtävissä, että eri tietojen yhdistely ja niistä luotava tilannekuva on hallittavissa vain koneellisesti. Tästä näkökulmasta tieliikennekeskuksen roolin katsotaan muuttuvan liikenteenhallinnan prosesseissa, mutta olevan edelleen tärkeä. Tieliikennekeskus voisi ylläpitää mm. verkon luokittelusääntöjä, tuoda dynaamista luokittelutietoa ja vastata ohjauksesta poikkeustilanteissa, jotka ovat harvinaisempia tai ennalta-arvaamattomia.

5.3 Ehdotus kehittämistoimenpiteiksi

Tässä työssä käsitellyistä yhteistoiminnallisista ja vuorovaikutteisista liikenteen hallinnan kehityssuunnista Helsingin seudun näkökulmasta mielenkiintoisimmiksi arvioidaan

- käyttäjälle personoidut liikenteen häiriö- ja vaaratilanteiden tiedotuspalvelut ("virtuaalisen" vaihtuvan ohjauksen ja tiedotuksen tuominen ajoneuvojen päätelaitteisiin yhteistyössä kaupallisten toimijoiden kanssa)
- edistykselliset navigointipalvelut (reitioptimointi liikenne- ja häiriötilanteen ja verkon hierarkian mukaan).

Tavoitetilassa molemmat edellä mainitut palvelut ovat tienkäyttäjän hyödynnettävissä laajalla verkolla koko Helsingin seudulla.

Valo-ohjaukseen liittyvät edistykselliset ratkaisut arvioidaan koskevan ensisijaisesti kaupunkien katuverkkoa. Tieverkkoa koskevat reitittämiseen pohjautuvat ratkaisut taas edellyttävät myös kaupunkien katuverkon liittämisen palvelujen piiriin, jotta palvelujen kattavuuteen ei muodostu epäjatkuvuuskohtia. Suuri osa etenkin reititykseen liittyvien palvelujen hyödyistä arvioidaan olevan saavutettavissa katuverkolla.

Kehittämisen ensiaskeleena on esiselvitystasoisena määrittelyn laatiminen siitä vuorovaikutteisen ja yhteistoiminnallisen liikenteenhallinnan tavoitetilasta, johon Helsingin seudulla pyritään. Etenkin reitityspalvelujen osalta Helsingin seudun suuret kaupungit ovat keskeisiä toimijoita, jotka on syytä osallistaa määrittelytyöhön. Lisäksi määrittelytyöllä on valtakunnallinen merkitys, koska tietopalvelutoteutukset ovat lähtökohtaisesti helposti skaalattavissa koko Suomen (tarvittavalle) verkolle.

Kansainvälisten käynnissä olevien kokeilujen ratkaisumallit ja opit ovat keskeisessä asemassa, kun hahmotellaan tavoitetilaa ja pyritään yhteistoimintaan (todennäköisesti globaalien) liikennetietopalvelutoimijoiden kanssa. Keskeisiä benchmarking-kysymyksiä ovat muun muassa:

- Kaupallisten toimijoiden intressit yhteistoiminnallisuudelle eri palveluissa, kuten päätelaitteisiin välitettävät varoitukset, edistykselliset reitityspalvelut.
- Tiedonvaihdon parhaat käytännöt ja mahdolliset (valmisteilla olevat) standardit.

- Keinot viranomaisen liikennejärjestelmänäkökulman (mm. verkon luokittelu) viemiseksi osaksi palveluntuottajien tietopalveluita (koskee erityisesti edistyskäsittelyä reitityspalveluita).
- Liikennetietopalveluiden tuottajien nykyiset (tekniset) valmiudet ja tulevaisuuden kehityssuunnat.
- Vaatimukset tienpitäjien järjestelmille.
- Näkemykset ja kokemukset yhteistoiminnallisen liikenteenhallinnan liiketoimintamalleista.

Yhtenä keskeisenä kehitystarpeena tunnustetaan jo nyt ajoneuvoliikenteen tilannekuvatietopalvelu, joka toimisi yhteistoiminnallisen liikenteenhallinnan ”moottorina”. Lisäksi tilannekuva toimisi tavoitetilassa alustana mm. kaupunkien ja joukkoliikennetoimijoiden omien tietotarpeiden keruussa, analysoinnissa ja jakamisessa. Määrittelytyössä on selvítettävä muun muassa seuraavia keskeisiä kysymyksiä:

- Mitkä yhteistoiminnallisen liikenteenhallinnan toimijat hyödyntävät tilannekuvaa ja millä tavoin? Mitä tietoja eri toimijat tilannekuvasta lähtökohtaisesti käyttävät?
- Mitkä ovat kaikille toimijoille yhteisen tilannekuvan minimivaatimukset ja mitkä tiedot taas voivat olla kunkin toimijan omia ja omaa roolia tukevia?
- Mitä tietoja liikenneviranomaisen ja kaupungit tuottavat tilannekuvaan (esim. omista järjestelmistä tai palveluhankintana)? Miten nämä eri lähteistä saatavat tiedot jalostetaan tilannekuvan hyödyntäjien tarpeisiin?
- Onko ratkaisu teknisen kehityksen näkökulmasta kestävä?
- Miten varmistetaan, että liikenneviranomaisen ja kadunpitäjät toimivat informaatiopalvelujen ”kapellimestarina”? Miten kaupalliset toimijat sitoutuvat ratkaisuun?
- Mitkä ovat tilannekuvaa koskevat vastuut eri toimijoiden kesken?

Määrittelytyön aikana tulee muodostaa riittävä käsitys siitä, millaisia liikenneverkon luokittelu ja palvelutasojen määrittely tavoitetilassa ovat, millaista opastusta tienkäyttäjille tarjotaan eri tilanteissa ja miten viranomaisten rooli näkyy palvelun sisällössä. Tämä on olennaista, jotta voidaan arvioida jatkotoimenpiteiden toteutuskelpoisuus arvoketjun eri osapuolten näkökulmasta.

Tilannekuvaan liittyvä määrittelytyö on järkevää aloittaa yhteistoiminnallisen liikenteenhallinnan näkökulmasta vasta yhteistoiminnallisen liikenteenhallinnan esiselvitysvaiheen jälkeen, jotta tilannekuvaakin koskevat tarpeet ja tavoitteet on selvillä. On tärkeää pyrkiä eri toimijoiden väliseen vuoropuheluun, jotta keskeiset toimijat eivät aloita kehitystyötä huomioimatta yhteistoiminnallisen liikenteenhallinnan tarpeita.

Esiselvitysvaiheen tulosten perusteella tulee pyrkiä sitouttamaan kaupalliset liikennetietopalvelutoimijat hankkeen jatkosuunnitteluun ja kehitykseen. Tämä on syytä tehdä varhaisessa vaiheessa, jotta jatkossa tehtävä kehitys ei ole ristiriidassa kaupallisten toimijoiden tavoitteiden kanssa. Vasta tämän vaiheen jälkeen hankkeella on edellytykset edetä tarkempaan jatkosuunnitteluun.

Jatkosuunnittelun keskiössä on hankesuunnitelma, joka luo edellytykset tietopalvelun hankinnan ja toteutuksen käynnistämiseen. Ennen hankesuunnitelmavaihetta arvioidaan tarpeelliseksi laatia keskeisten liikenneteknisten ja toteutusteknisten ratkaisujen alustavat suunnitelmat (alustava toiminnallinen ja tekninen arkkitehtuuri, tilannekuvan määrittely, liikenneverkon luokitteluperiaatteet) ohjaamaan hankesuunnitelmaa ja tarkentamaan esiselvitysvaiheen tuloksia. Nämä kolme aihealuetta vaikuttavat kaikki toisiinsa, ja ne voidaan pyrkiä laatimaan vuorovaikutuksessa keskenään.

Kehittämistoimenpiteet on esitetty seuraavassa taulukossa. Taulukossa on esitetty myös alustava hahmotelma eri toimenpiteiden ajankohdista (kvartaaleittain ”Q”), vastuutahot, osallistujat ja karkea kustannusten

suuruusluokka. Vuoden 2019 alussa tapahtunut virastouudistus ja valtion erityistehtävayhtiöiden muodostaminen on jakanut liikenteen viranomaiskentän rooleja uudelleen, joten vastuutahot ovat tässä suuntaa-antavat.

Esitettyjen toimenpidesuosituksen mukaisesti vuonna 2027 käytössä olisivat edistykselliset yhteistoiminnalliset ja vuorovaikutteiset liikenteenhallinnan palvelut, jotka on toteutettu liikenneviranomaisten ja kaupallisten palveluntuottajien yhteistyöllä. Vuoteen 2029 tehtävän kehitystyön aikana on mahdollista vaiheittain käyttöönottaa tiettyjä osakokonaisuuksia. Esitetty aikataulu palvelee myös automaattiajamisen yleistymisennusteita.

Taulukko 14. Yhteistoiminnallisen ja vuorovaikutteisen liikenteen hallinnan toimenpide-ehdotukset.

nro	Toimenpide	Sisällön kuvaus	Arvioitu ajankohta	Tunnistettuja osallistujatahoja	Kustannukset
1	Esiselvityksen laadinta	Tavoitetilan tarkennus, kansainvälisten kokeilujen benchmarking, teknisen toteuttavuuden arviointi, alustavat keskustelut kaupallisten toimijoiden kanssa ja "proof of concept" -tarkastelut, liitynnät muuhun käynnissä olevaan kehitykseen (kuten T-LOIK, Digitraffic), tarvittavien kehitysprojektien määrittely ja roadmap, alustavat näkemykset hankintamalleista ja kehitysmenetelmistä, alustava kustannusarvio ja hyötyjen arviointi	2019-2020	HSL, ITMF, kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto (vuorovaikutus kaupallisten toimijoiden kanssa)	150 000 €
2	Kaupallisten toimijoiden sitouttaminen kehitykseen	Markkinavuoropuhelujen järjestäminen, ansaintalogiikoiden määrittely ja tarvittavien sopimusten selvittäminen	2020-2021	ITMF, kaupungit, kaupalliset toimijat, Väylävirasto,	50 000 €
3.1	Alustava tekninen ja toiminnallinen arkkitehtuuri	Laaditaan jatkosuunnitelman pohjaksi kuvaus mm. siitä, mihin nykyisiin tietopalveluihin hanke liittyy ja mitä ratkaisuja tulee kehittää jatkosuunnittelussa.	2021-2021	HSL, ITMF, kaupalliset toimijat, kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	100 000 €
3.2	Alustava tilannekuvatietopalvelun määrittely	Määritellään alustavalla tasolla mm. tilannekuva-tietopalvelun toiminnallisuudet, tarvittavat tietolähteet ja kehittämisen vaiheistus. Määritellään vastuut.	2021-2021	HSL, ITMF, kaupalliset toimijat, kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	100 000 €
3.3	Verkon luokitteluperiaatteet	Laaditaan tietopalvelun perustaksi liikenneverkon luokitteluperiaatteet, palvelutasomäärittelyt, dynaamisen "vastuksen" periaatteet (esim. aikasakko väylälle, jonne liikennettä ei toivota).	2021-2021	HSL, ITMF, kaupalliset toimijat, kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	100 000 €

4	Hankesuunnitelman laadinta	Toiminnallisuuksien (liikenteen tekninen) tarkempi suunnittelu tietoteknisen arkkitehtuurin ja integraatioiden suunnittelu, hankkeen eri osa-alueiden kehitysprojektikonaisuuksien ja niiden hankintamallien määrittely sekä aikataulut, kustannusarvio ja hyötyjen arviointi.	2022-2023	HSL, ITMF, kaupalliset toimijat, kaupungit, Ely-keskus, Väylävirasto	300 000 €
5	Kehitysprojektien hankinta, toteutus ja käyttöönotto	Hankitaan, toteutetaan ja käytetään toteutetaan määritellyt kokonaisuudet vaiheittain. Hankesuunnitelmassa esitetyt tekniset ratkaisut voidaan pilotoida ennen tuotantoversioiden toteutuksen aloittamista. Käyttöönoton jälkeen palveluita ylläpidetään ja kehitetään jatkuvasti.	2023-2026	ITMF, kaupalliset toimijat, kaupungit, Väylävirasto	karkea varaus noin 10 milj. euroa + vuotuinen ylläpito. Arvio tarkentuu esiselvityksessä.

Yhteensä hankkeen valmisteluun ja suunnitteluun kuluu karkean arvion mukaan noin 800 000 euroa vuosien 2019–2023 aikana. Suunnittelu- ja toteutuskustannukset tarkentuvat esiselvitysvaiheessa ja tämän jälkeen tehtävässä jatkosuunnittelussa.

6 Datan, analytiikan ja automatisoinnin hyödyntäminen liikenteen hallinnassa

6.1 Tavoitteet

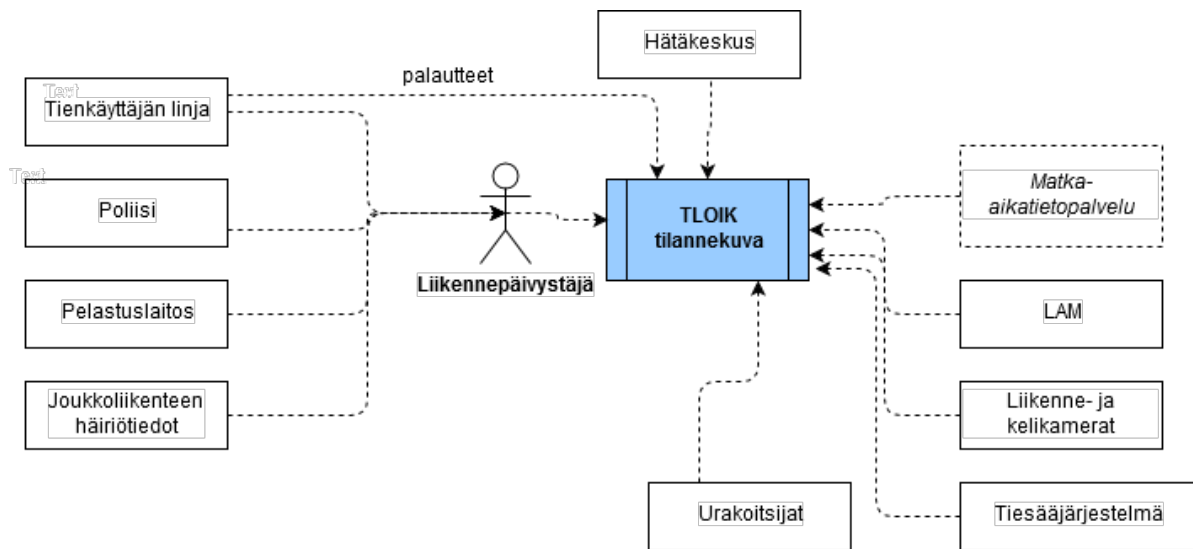
Data-analytiikan ja automaation kehittäminen ja käyttöönotto liikenteen hallinnan prosesseissa muuttaa prosesseja tehokkaammiksi ja laadukkaammiksi. Tavoitteena on hahmottaa laajalti data-analytiikan kehittämistarpeet ja käynnistää analytiikan vaiheittainen käyttöönotto ja analytiikka-alustan kehittäminen.

Tavoitteena on myös ottaa käyttöön jatkuva ja osittain automatisoitu laadunmittaus- ja valvonta niiden tietojen osalta, joissa liikenneviranomaisen ja liikenteen hallinnan operaattori ovat tuotannosta vastuussa.

Tämän painopistealueen kehitystyö on riippumaton ”vuorovaikuttaisen ja yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan” kehittämisestä (kappale 5), toisin sanoen analytiikkaa ja datan hyödyntämistä on kannattavaa kehittää, vaikka selvitysvaiheessa osoittautuisikin, että em. kokonaisuus ei etenisikään. Nykyistä laajemman datapohjan hyödyntämisestä, analytiikasta ja automaation kehittämisestä on hyötyä myös siinä tapauksessa, jos vuorovaikuttaisen ja yhteistoiminnallisen liikenteenhallinnan edellyttämää tilannekuvaa lähdetään rakentamaan. Tässä luvussa ei ole käsitelty ko. tilannekuvaan liittyviä toimenpiteitä, vaan ne käsitellään luvussa 5.

6.2 Uusien datalähteiden ja analytiikan lisääminen liikenteen tilannekuvaan

Nykytilanteessa tieliikenteen tilannekuvan muodostuminen on varsin yksinkertaista. Sään ja kelin sekä liikennemäärien ja sujuvuuden mittaustiedot tulevat omista järjestelmistään ja ne esitetään liikennepäivystäjälle TLOIK:n käyttöliittymässä. Myös talvihoidon urakoitsijalta saadaan toimenpidetietoa suoraan järjestelmään. Rakennusurakoitsijoilta saadaan tiedot tulevista tietöistä ja niihin liittyvistä järjestelyistä. Lisäksi liikennepäivystäjä on yhteydessä kentällä toimiviin viranomaisiin ja urakoitsijoihin häiriötilanteiden aikana. Häätokeskuksen rajapinnasta automaattisesti saatavat ensitiedot ovat häiriötietojen pääasiallinen lähde, vaikka joitakin häiriöitä havaitaan liikennekameroista tai niistä saadaan tieto tienkäyttäjän linjan kautta. Myös laajemmista joukkoliikenteen häiriöistä saadaan tietoa, pääasiassa puhelimen välityksellä. Liikennepäivystäjä prosessoi erilliset tiedot ja muodostaa niiden perusteella kokonaiskäsityksen (”tilannekuvan”) vallitsevasta tilanteesta ja ryhtyy sen edellyttämiin toimenpiteisiin.

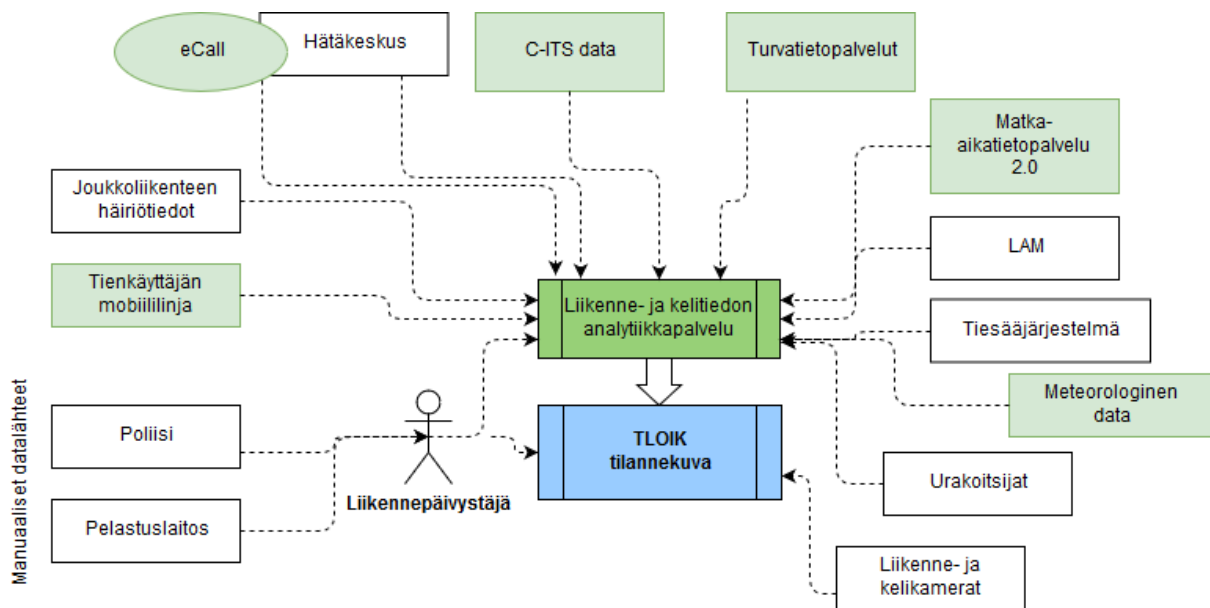


Kuva 17. Tilannekuvan muodostuminen nykyisistä tietolähteistä tieliikenteen osalta.

Luvussa 2.7.1. esitettiin arvio siitä, millä aikataululla uusia tilannekuvaa tarkentavia tietolähteitä tulee myös viranomaisen ulottuville tilannekuvaa tarkentamaan. Näitä uusia tietolähteitä on havainnollistettu kuvassa 19 vihreällä pohjalla. Keskeisiä uusia tietolähteitä ovat ITS direktiivin fasilitoimat eCall- ja turvatietopalvelut, joista turvatietopalvelut on markkinatoimijoiden valmiiksi jalostamaa ja aggregoimaa informaatiopalvelua ostopalveluna. Seuraavassa vaiheessa, osin turvatietopalveluihin liittyen, tulee vastaavana ostopalveluna viranomaisen ulottuville C-ITS -sovellusten keräämien tietojen pohjalta tuotetut tiedot, jotka sisältävät tarkkaa tietoa sekä keliolosuhteista että liikenteestä. Verkottuneiden ajoneuvojen lisääntyessä myös matka-aikatietopalvelut kehittyvät laadultaan ja sisällöltään. Ennen vuotta 2030 kehittyvät todennäköisesti myös automaattisten ajoneuvojen laitteistojen havaintoihin perustuvat tietopalvelut. Yhteistä näille tunnistetuille uusille tietolähteille on, että ne perustuvat pääosin, lukuun ottamatta tiettyjä C-ITS -sovelluksia, ajoneuvojärjestelmien tuottamaan raakadataan ja sen jalostamiseen hyödynnettäväksi informaatioksi.

Uusia tietolähteitä hallinnoivat autonvalmistajat sekä erilaiset palveluntarjoajat, joilta viranomainen voi ostaa tarvitsemaansa tietoa, hyödyntämällä kilpailun tuomaa tehokkuutta palvelun tuotannossa ja hinnoittelussa. Uudet tietolähteet kehittyvät todennäköisesti 2020-luvun aikana. On todennäköistä, että vielä vuoteen 2030 mennessä uudet tietolähteet eivät tee nykyisin käytössä olevia keskeisiä tietolähteitä, kuten LAM-järjestelmää ja tiesääjärjestelmää tarpeettomiksi, vaan näillä järjestelmillä tuotetaan edelleen tilannekuvan perustietopohja, jota rikastetaan fuusioimalla siihen uusien tietolähteiden dataa.

Mahdollisia muita tietolähteitä ovat myös erilaiset yleisötapahtumiin liittyvät sivustot tai lippukaupat, joiden kautta voidaan saada tarkempaa tietoa tapahtumien ajankohdista ja yleisömääristä, mahdollisesti jopa automatisoidun tietojenkäsittelyn avulla.



Kuva 18. Viranomaisen tilannekuvan muodostuminen vuonna 2030.

Olenainen havainto on, että tietolähteiden määrän kasvaessa tarvitaan erityinen analytiikka-ohjelmisto, joka tuottaa eri tietolähteistä datafuusion avulla hyödynnettävää tilannekuvatietoa sekä kelistä että liikennetilanteesta koko ti verkolle. Ohjelmisto voi myös hyödyntää muita työkaluja, kuten liikennemalleja kokonaiskuvan ja esimerkiksi lyhyen aikavälin ennusteiden tuottamisessa. Tiedonkäsittelyn automatisointi on tarpeen jo siitäkin syystä, että liikennepäivystäjän inhimillinen kapasiteetti useiden päällekkäistä ja toisinaan ristiriitaisten tietolähteiden hallinnassa ei ole alkuunkaan riittävä, vaan ilman analytiikkaa suuri osa saatavilla olevasta tiedosta jää hyödyntämättä. Markkinoilla on jo olemassa olevia ratkaisuja, jotka tuottavat kuvatus kaltaista datafuusiota. Mikäli soveltuvaa valmista ratkaisua ei löydy, nousee oman analytiikan kehittäminen varteentottavaksi vaihtoehdoksi.

Analytiikkapalvelun tehtävänä, mitä ei ole yksinkertaisuuden vuoksi havainnollistettu kuvassa 19, on lisäksi tuottaa tilannetieto ja toimenpidepyynnöt tärkeimmistä yhteistoiminnallista liikenteenhallintaa edellyttävistä liikennetilanteista navigointi- ja C-ITS -palvelujen tuottajille. Tähän liittyvät toimenpiteet on määritelty luvussa 5.

Tulevissa tietopalveluhankinnoissa (esim. turvatiedot) tulee varmistaa, että sopimuksissa ei ole esteitä datafuusion tuottamien, useisiin tietolähteisiin perustuvien, jalosteiden laajalle hyödyntämiselle ja jakelulle eri toimijoille.

Analytiikka tilannekuvan luomisessa on yksi osatekijä liikenteenhallinnan prosessien automatisoinnissa. Automaatio todennäköisesti korvaa joitakin liikennepäivystäjien operatiivisia tehtäviä, mutta ei kaikkia. Esimerkiksi yhteydenpito muihin viranomaisiin säilyy vielä pitkään henkilöjen välisenä kommunikaationa. Myös uusia tehtäviä syntyy, kun liikenneviranomaisen ja sen valtuuttama operaattori toimii yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan kapellimestarina.

6.3 Liikenneviranomaisen tuottaman datan laadun kehittäminen

Tämän selvityksen luvussa 2.4. arvioitiin tienpitäjän roolia MaaS-palvelujen kehittämisessä. Näiltä osin nähtiin, että edistääkseen MaaS:n positiivisia vaikutuksia liikennejärjestelmään, tienpitäjän roolina on tarjota MaaS-operaattoreille laadukkaita lähtötietoja omista tietojärjestelmistään, jotta operaattorit puolestaan voivat toteuttaa kehittyneillä ominaisuuksilla varustettuja kuluttajapalveluja. Tällaisia kehittyneitä ominaisuuksia voivat olla esim. tiettyä matkaa koskevien liikkumisvaihtoehtojen realistinen ja tarkka vertailu, multimodaalin / intermodaalien reittioppaan toteutus sekä tarkan tilannetiedon tarjoaminen matkan aikana ja matkasuunnitelman muuttaminen esim. häiriön sattuessa.

Laadun kehittäminen ei edistä ainoastaan MaaS-palvelujen kehittämistä, vaan vaikuttaa myös liikenneinformaatiota käyttävien liikkujien päätöksentekoon (esim. ajotapa, reitti, kulkumuotovalinnat jne.) ja siten informaatiopalveluilla saavutettaviin yhteiskuntataloudellisiin hyötyihin. Tämä koskee sekä tienpitäjän omien informaatiopalvelujen käyttäjiä että dataa hyödyntävien kolmansien osapuolien tietopalvelujen käyttäjiä. Tienpitäjän tuottamien liikennetilannetietojen laadun merkitys korostuu entisestään, kun TM2.0 -konseptin käyttöönotossa siirrytään yhteistoiminnalliseen liikenteen hallintaan tienpitäjän tuottaman yhteisen tilannekuvan pohjalta. Jotta koko arvoketjun liikkujille tuottama ohjaus on ajantasaista ja oikeaa, on ohjauksen perustana olevien tilannetietojen oltava tarkkoja ja ajantasaisia.

Korkeat datan laatuvaatimukset eivät nouse ainoastaan MaaS-operaattoreilta, vaan myös teknologian kehittyminen nostaa vaatimustasoa. Automaattiajamisen ODD-vaatimukset liittyvät osittain tienpitäjän vastuulla oleviin muuttujiin, kuten tiemerkintöihin, liikennemerkkeihin, keliolosuhteisiin ja ylipäättään infrastruktuurin digitaaliseen kuvaukseen (esim. luku 3, taulukko 3). Tienpitäjän tulee taata kyseisten ODD-attribuuttien minimaalvaatimusten toteutuminen, jotta automaattiajoneuvot kykenevät liikennöimään tiellä. Tämä edellyttää mm. jatkuvasti tarkkaa ja kattavaa informaatiota sateen määrästä ja lumipeitteen määrästä, jotta verkon operaattori ja automaattiajoneuvojen (etä)operaattorit tietävät, mitkä ODD-vaatimukset eivät täyty ja luvassa on laajoja häiriöitä. Tässä on muistettava, että tienpitäjä ei omilla toimillaan voi vaikuttaa sateen määrään, joten liikenteen hallinnassa on varauduttava laajoihin, hetkellisiin häiriötilanteisiin.

Automaattiajamisen sovellukset edellyttävät myös tietöiden ja yleisötapahutumien poikkeavien liikennejärjestelyjen aiempaa tarkempaa kuvausta. Poikkeavat järjestelyt tulee kuvata standardilla tavalla digitaaliseen HD-karttaan. Lisäksi poikkeusjärjestelyjen kaistamerkinnot ja tievarustukset edellyttävät muutoksia nykyisiin käytäntöihin, jotta automaattiajoneuvojen liikennöinti turvallisesti on mahdollista.

Seuraavassa taulukossa on esitetty yhteenveto tienpitäjän ja liikenteen hallinnan operaattorin (Traffic Management Finland Oy) tuottamista tieverkon liikennöitävyyttä koskevista tiedoista, joiden laadunvalvontaa ja -parantamista tulee kehittää.

Taulukko 15. Tienpitäjän tarjoamat lähtötiedot kehittyneiden MaaS-palvelujen ja informaatiopalvelujen kehittämiseksi ja automaattiajamisen ODD-vaatimusten täyttämiseksi/seurannaksi

Tietolaji	Tiedon kehittämistarve	Käyttökohteet
Tietyöt ja yleisötapahtumien poikkeukselliset liikennejärjestelyt	Tarkka paikka, ajankohta, tiejärjestelyjen digitaalinen kuvaus, arvio vaikutuksesta liikenteeseen	MaaS-palvelut, informaatiopalvelut, automaattisovellusten ODD:n rakentaminen
Häiriötiedot	Tietojen kattavuus, ajantasaisuus, tietosisällön laajuus (vaikutus, ennusteet)	MaaS-palvelut, informaatiopalvelut
Liikenteen hallinnan toimenpiteet, kuten käyttöön otetut varareitit	Tarkka paikka, ajankohta, tiejärjestelyjen digitaalinen kuvaus	MaaS-palvelut, informaatiopalvelut, automaattisovellusten ODD:n rakentaminen
Tieto liityntäpysäköintialueista (niiltä osin kuin tienpitäjän omistuksessa)	Ajantasainen tieto vapaana olevista pysäköintipaikoista	MaaS-palvelut, informaatiopalvelut
Sää- ja kelitiedot	Automaattiajamisen kannalta kriittiset tiedot, kuten sateen määrä, näkyvyys, lumipeitteen paksuus. Tietojen kattavuus ja luotettavuus.	automaattisovellusten ODD:n rakentaminen

Taulukossa kuvattujen ajantasaisten tietojen laadun mittaamiseksi on yhteiseurooppalaisessa EUEIP-projektissa annettu suositus mittauksessa käytettävistä kriteereistä, laatutasoista ja mittausmenetelmistä (Kulmala ym. 2018b). Tiedon laatu tarkoittaa EUEIP:n laatukehikossa ”oikeaa tietoa oikeaan aikaan”. Tämän pohjalta kriteerejä voidaan jäsenellä seuraavasti:

1. Tieto saavuttaa liikkujan oikeaan aikaan

- Oikea-aikaisuus** (eng. ”timeliness”): aika, joka kuluu tapahtumahetkestä tapahtuman ”hyväksymiseen” liikennekeskuksessa. Hyväksyntä tapahtuu, kun tapahtuman syöte katsotaan olevan niin luotettava, että se johtaa informaation tuottamiseen. Hyväksyntä voi olla manuaalista tai automaattista.
- Latenssi** (eng. ”latency”): aika, joka kuluu tapahtuman hyväksymisestä siihen, että informaatio on saatavissa yhteispisteen rajapinnasta.

2. Tieto on oikeaa

- Paikannustarkkuus** (eng. ”location accuracy”); Määritellyn paikan tarkkuus suhteessa tapahtuman todelliseen sijaintiin (alkupiste ja loppupiste tai alue)
- Luokittelun oikeellisuus** (eng. ”classification correctness”); 100% - niiden julkaistujen raporttien osuus (kaikista havaituista tapahtumista), joiden tiedetään olevan väärin luokiteltuja
- Kattavuus** (eng. ”event coverage”); Osuus kaikista todellisuudessa esiintyneistä tapahtumista, joiden tiedetään olevan oikein tunnistettuja ja tiedotettuja.

Käytännössä joidenkin listattujen laatukriteerien käyttöönottoa vaikeuttaa puutteet ns. ”ground truthissa”. Ei tiedetä, milloin tarkkaan ottaen tietyt tilanteet tapahtuvat, eikä tiedetä kaikkien todellisuudessa esiintyvien tapahtumien lukumäärää. Käytännössä kriteereistä vain latenssin, paikannustarkkuuden ja luokittelun oikeellisuuden mittaaminen (melko) luotettavasti on tällä hetkellä mahdollista. Kuitenkin myös oikea-aikaisuutta voidaan tutkia otostutkimuksilla ja kattavuudestakin esittää valistuneita arvioita. Käytännön soveltamiseen liittyvistä puutteistaan huolimatta EUEIP:n laatukehikko on hyvä pohja, jonka päälle laadunhallintamenettelyt kannattaa toteuttaa.

6.4 Ehdotus kehittämistoimenpiteiksi

Painopistealueeseen liittyvät kehittämistoimenpiteet liittyvän uusien datalähteiden ja analytiikan käyttöönottoon sekä laadunhallintaprosessin rakentamiseen tienpitäjän vastuulla oleviin tietoihin. Analytiikan kehittäminen on aloitettava tarveselvityksellä ja suunnittelulla, jonka jälkeen edetään vaiheittain toteuttamiseen. Kehittämällä analytiikkaa ITM Finland Oy voi tehostaa omaa toimintaansa ja samanaikaisesti parantaa palvelutasoaan esim. häiriötilanteiden havainnoinnissa. Vastaavasti myös laadunhallintaprosessin toteutus edellyttää tarkempaa suunnittelua. Toimenpiteet on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 16. Suositellut kehittämistoimenpiteet uusien datalähteiden, analytiikan ja automaation hyödyntämiselle liikenteen hallinnassa.

nro	Toimenpide	Sisällön kuvaus	Arvioitu ajan-kohta	Tunnistettuja osallistujatahoja	Kustannus-arvio
1	Kehittämissuunnitelman laadinta uusien datalähteiden ja data-analytiikan hyödyntämisestä tieliikenteen hallinnassa	Suunnitelmassa analysoidaan prosessien tarpeet analytiikalle, määritellään soveltuvimmat datatieteen menetelmät kuhunkin käyttötarkpeeseen sekä määritellään analytiikan edellyttämät muutokset tietojärjestelmille. Tuloksena esitetään roadmap datalähteiden ja analytiikan toiminnallisuuksien käyttöönotolle vaiheittain.	2019-2020	ITMF, Väylävirasto	50 000 - 100 000 €
2	Laadunmittaus- ja valvontaprosessin suunnittelu	Suunnitellaan eri tietolajeille soveltuvat laatuksiteerit ja laadunmittausmenettelyt ja määritellään, miten mittaus ja tulosten raportointi tapahtuu tietojärjestelmissä.	2019	ITMF, Väylävirasto	50 000 €
3	Uusien datalähteiden ja analytiikan kehittäminen ja käyttöönotto	Otetaan käyttöön vaiheittain uusia datalähteitä ja analytiikkatoiminnallisuuksia suunnitelmassa esitetyn vaiheistuksen mukaan.	2020-2025	ITMF, Väylävirasto	riippuu täysin datalähteiden määrästä ja analytiikan laajuudesta
4	Laadunmittaus- ja valvontaprosessin toteutus	Toteutetaan suunnitelman mukaiset laadunmittausprosessit olemassa oleviin tietojärjestelmiin. Osa mittauksista voidaan suorittaa vakioituna, manuaalisena otostutkimuksena.	2020	ITMF, Väylävirasto	karkea arvio 150 000 – 300 000 €
5	Tienpitäjän datan laadunvarmistus ja jatkuva parantaminen	Jatkuva prosessi, jossa määritellään tarpeiden perusteella eri tietolajien laadutavoitteet, tunnistetaan mahdolliset laadun kehittämiskohteet ja toimenpiteet laadun kehittämiseksi. Muodostetaan jatkuva iteratiivinen prosessi yhdessä datan hyödyntäjien kanssa.	2021-2030	ITMF, Väylävirasto	riippuu tarvittavista toimenpiteistä

Analytiikan kehittämissuunnitelmassa selvitetään liikenteenhallinnan prosesseista nousevat tarpeet analytiikan ja automaation hyödyntämiseksi. Tarpeita voivat indikoida esimerkiksi saatavilla olevan datan ja datalähteiden määrän kasvu, nykyisen prosessin tunnistetut ongelmat ja puutteet sekä esimerkiksi manuaalisen prosessin aiheuttamat resurssitarpeet. Mahdollisia, tarkemmin pohdittavia kehittämistarpeita liittyy esimerkiksi seuraaviin kysymyksiin:

- tieverkon ajantasaisen tilannekuvan muodostaminen ja häiriötilanteiden automaattinen tunnistaminen FCD-dataa ja LAM-dataa fuusioimalla
- vallitsevan kelitilanteen huomiointi tieverkon liikenteen tilannekuvan muodostamisessa
- liikennehäiriöiden nopea havainnointi ja validointi hyödyntäen kaikkia saatavilla olevia tietolähteitä
- automaatiikan kehittäminen vaihtuvien nopeusrajoitusten ja TIO-opasteiden ohjaukseen.
- synteesin tuottaminen yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan avulla ratkaistavista liikennetilanteista (käsitelty luvussa 5)

Kun analytiikan kehittämistarpeet on määritetty, arvioidaan datatieteen ammattilaisten toimesta, millaisilla datatieteen menetelmillä ratkaisuja kannattaa lähteä kehittämään. Vaihtoehtoja voivat olla esimerkiksi erilaiset tilastotieteelliset menetelmät, mallit tai esimerkiksi koneoppimiseen ja tekoälyyn perustuvat ratkaisut. Joihinkin käyttötarkoituksiin löytyy markkinoilta myös valmiita ratkaisuja, kuten esimerkiksi matka-aikatiedon ja pistemäisen liikenteen mittaustiedon fuusioimiseen. Perehtymällä valmiisiin ohjelmistoratkaisuihin voidaan arvioida, täyttävätkö ne tunnistetut tarpeet vai onko tarpeen kehittää analytiikkaa täysin puhtaalta pöydältä. Kehittämissuunnitelmassa tulee esittää myös tarvittavat tietotekniset ratkaisut sekä ratkaisuihin liittyvä arkkitehtuuri huomioiden ITMF:n olemassa olevien järjestelmien tarjoamat mahdollisuudet ja reunaehdot.

Laadunhallintaprosessi on pilkottu kolmeen osaan; laadunmittauksen suunnitteluun, laadunmittauksen toteutukseen ja laadun jatkuvaan varmistamiseen ja kehittämiseen. Suunnitteluvaiheessa valitaan mittauskelpoiset kriteerit mm. EUEIP:n laatukehikon pohjalta ja määritellään niihin soveltuvat mittausmenetelmät. Laadunmittauksen suunnittelu edellyttää tarkempaa perehtymistä tietoa käsitteleviin tietojärjestelmiin ja tiedon tuottamisen prosesseihin. Suunnitteluvaiheen jälkeen laadun mittausmenettelyt toteutetaan pääosin jatkuvina, automatisoituina mittauksina, mutta tarpeellisilta osiltaan myös otostutkimuksina.

Kun laadunmittausmenettelyt on toteutettu, saadaan ensimmäiset varsinaiset mittaustulokset eri tietolajien laadusta. Toteutus nopealla aikataululla on tärkeää, sillä ITS direktiivin delegoidut asetukset 'b' ja 'c' edellyttävät tienpitäjän datan vallitsevan laadun raportointia Euroopan komissiolle.

Tämän jälkeen käynnistetään laadun kehittämisohjelma, jossa määritellään eri tietolajien laadun tavoitetaso huomioiden erilaiset tarpeet (kts. edellinen luku) sekä toimenpiteet laadun parantamiseksi tavoitetasolle (niiltä osin kuin kehitettävää on). Saamalla kattava käsitys tietojen laadusta voidaan tehokkaasti puuttua mahdollisiin ongelmakohteisiin ja siten parantaa ulospäin tarjottavien tietojen laatua.

Laadun systemaattinen monitorointi ja pitkän aikavälin kehittämisohjelma mahdollistaa sen, että tienpitäjä voi antaa liikenneinformaatiopalvelujen arvoketjulle ja automaattiajoneuvojen operaattoreille laatulupauksen yhteiseen käyttöön tuomistaan lähtötiedoista, jotta arvoketjun muut toimijat voivat käyttää ja tulkita ko. lähtötietoja oikein.

7 Seudullisen, kansallisen ja kansainvälisen yhteistyön organisointi uusien teknologioiden käyttöönotossa

Uusien teknologioiden käyttöönotto etenee samanaikaisesti seudullisesti, valtakunnallisesti ja EU:n tasoilla. Kaupunkiseudut ovat luonnollisia edelläkävijöitä uusien teknologioiden hyödyntämisessä ja palveluiden kehityksen moottoreita, sillä tiiviisti asutuilla ja ruuhkaisimman liikenteen alueilla hyödyt ja tarpeet ovat suurimmat. Vaikka ajoneuvokanta Suomessa uudistuu hitaasti, suurilla kaupunkiseuduilla on keskimääräistä uudemmat autot. Ajoneuvoteknologian ja erilaisten sovellusten potentiaali onkin merkittävin juuri suurilla kaupunkiseuduilla.

Useilla kaupunkiseuduilla kuten Helsingissä, Tampereella, Turussa ja Oulussa on olemassa liikenteenhallinnan yhteistyöfoorumeita. Helsingin seudulla toimii pääkaupunkiseudun liikenteen hallinnan seurantaryhmä (PLH), jonka tavoitteena on liikenteen hallinnan ylätasoin kehittäminen ja PLH-yhteistoimintaryhmä, jonka tavoitteena on taas päivittäisen liikenteen hallinnan yhteistyön kehittäminen. Tampereella toimii Tampereen seudun liikenteenhallinnan johtoryhmä ja sen kolme alatyöryhmää; häiriönhallinta-, liikenteenhallintakeskus- ja liikennevaloryhmä. Oulussa seudullista viranomaisten yhteistyötä ohjaa liikenteenhallinnan johtoryhmä ja konkreettisia kehittämistoimia toteuttavat kaksi työryhmää; liikennevalotyöryhmä ja liikenteenhallinnan työryhmä. Turussa toimii liikenteenhallinnan johtoryhmän alainen liikenteen hallinnan alatyöryhmä. Liikenteenhallinnan työryhmien painopiste ei kuitenkaan ole nykyisellään teknologian kehittämisessä ja sen tuomissa mahdollisuuksissa, vaikka ryhmissä pidetäänkin ajankohtaiskatsauksia mm. teknologiaan ja pilotteihin liittyen.

Useissa kaupungeissa toimii erikseen erilaisia älyliikenteen yhteistyöfoorumeita, jotka kokoavat yhteen liikenteen viranomaistoimijat, yrityssektorin ja tutkimuslaitoksia. Alueellisista foorumeista esimerkkejä ovat ITS Oulu ja Tampereella ITS Factory. ITS Finland toimii älykkään liikenteen ja kuljetuksen kehittämisen yhteistyöfoorumina valtakunnallisella tasolla. Liikenteenhallinnan viranomaisryhmien ja älyliikenteen yhteistyöfoorumien yhteistyössä ja tiedonvaihdossa voisi olla tiivistämisen varaa.

Valtakunnallisella tasolla on luotu muutamia näkemyksiä, miten lähitulevaisuudessa tulisi edetä liikenteen automaation suhteen. Liikenteen automaation ja robotiikan kehittämistoimenpiteiden tiekartta kuvaa liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalan toimenpiteet liikenteen automaation edistämiseksi kuluvaan hallituskauden aikana vuosina 2017–2019. Keskeisiä toimia ovat eri liikennemuotojen kansainväliseen sääntelyyn vaikuttaminen, kokeilujen toteuttaminen ja tukeminen, liikenteen väyläinfrastruktuurin ja laitteiden kehittäminen automaatiolle suotuisaksi, 5G-verkkoteknologian käyttöönotto, liikenteen tietopääoman ja datan hyödyntämisen lisääminen sekä satelliittipaikannuksen laadunparannus (Liikenne- ja viestintäministeriö 2017). LVM:n strategiaa konkretisoi Liikenneviraston tuottama Tieliikenteen automatisoinnin etenemissuunnitelma ja toimenpideohjelma 2016–2020 (Liikennevirasto 2016), jonka tavoitteena oli tunnistaa ja ajoittaa tärkeimmät julkisen sektorin toimenpiteet, jotka tarvitaan automaattiajamisen edistämiseksi. Tämän ns. TATSU-ohjelman päivittämistä valmistellaan tällä hetkellä Traficomissa. On tärkeää, että alueelliset tieviranomaiset eli ELY-keskukset osallistuvat aktiivisesti näiden kansallisten ohjelmien valmisteluun ja toimeenpanoon.

Väylän ja ELY-keskuksen yhteistyö pääväylien liikenteen hallinnan kehittämisessä on avainasemassa organisoitaessa uusien teknologioiden käyttöönottoa. Tilajaorganisaationa Väylä määrittelee palvelusopimuksiinsa Intelligent Traffic Management Finlandin kanssa liikenteen hallinnan palvelutason Helsingin seudun pääväylille, kun taas ELY-keskus määrittelee väyliään koskevan vaihtuvan ohjauksen ohjauspolitiikan. Palvelusopimuksissa määriteltävää palvelutasoa voidaan käyttää kehitystä ohjaavana instrumenttina, joka ohjaa operaattoria mm. tarvittavien investointien ja uudistusten käynnistämiseen. Osa investoinneista edellyttää myös erillistä rahoitusta. ITMF:n, Väylän ja ELY-keskuksen yhteistyö palvelutason määrittämisessä on tärkeää, jotta tienpitäjän konkreettiset tarpeet tulevat huomioitua.

Uutta teknologiaa yhteistoiminnallisista sovelluksista automaatioon kehitetään, kokeillaan ja otetaan käyttöön ympäri Suomen. Vuoropuhelua ja tietoisuutta muiden toimijoiden suunnitelmista ja kehityshankkeista tulisi lisätä, ettei kaikkien tarvitse ratkoja samoja haasteita. Vuoropuhelun tulee olla koordinoitua ja avointa. Pilotointeja kannattaa koordinoida siten, että jokainen pilotti toisi lisäarvoa edelliseen hankkeeseen nähden. Yhteistyöhön tulee ottaa mukaan myös Helsingin seudun kunnat, joista monet ovat jo toteuttaneet omia pilottejaan mm. automaation saralla.

Uudenmaan ELY-keskuksen kannalta arvioituna erilaisiin foorumeihin osallistuminen ja älyliikenteen ja automaation markkinakehittämisen seuranta on ensiarvoisen tärkeää. Kun uusien teknologioiden käyttöönotto ja testaus laajenee isompaan mittakaavaan ja siirtyy rajatuilta alueilta maantieverkolle, ELY-keskuksen rooli hankkeissa kasvaa, sillä väyläkohtainen kehittämistarpeiden määrittely kuuluu ELY-keskuksen vastuulle. Tämä edellyttää riittävää henkilöresursointia ELY-keskuksen organisaatiossa. Lisäksi ELY-keskukset voisivat yhdessä keskinäisesti koordinoida seurantaa ja tiedonvaihtoa alueellisista automaatiopiloteista yms ja tuottaa analyysia, minkälaisia tuloksia ja päätelmiä niistä saadaan maantieverkon kehittämisen kannalta. HSL:llä on vastaavia tarpeita kehityksen ja markkinoiden seurantaan ja pilottien tiedonvaihtoon liittyen, sillä se vastaa seudun julkisen liikenteen automatisoinnista liikenteen tilajaorganisaation roolissa.

MAL-prosessi voisi olla jatkossa luonteva kehys työlle, jossa tunnistetaan seudun erityispiirteet, ja muodostetaan periaatteet ja prioriteetit uuden teknologian laajamittaiselle käyttöönotolle ja tähän liittyville investoinneille. Tulevissa MAL-suunnitelmissa tulee myös huomioida automatisaation, teknologian kehittämisen ja uusien datalähteiden vaikutukset liikennejärjestelmän tasolla ja tuottaa siihen liittyvää vaikutustietoutta asiantuntijatyönä. Seuraavilla MAL-kierroksilla on tarpeen päivittää katsaus teknologian kehittymisestä ja nostaa esiin ajankohtaiset investointitarpeet uusien teknologioiden käyttöönottoon liittyen.

Yhteistoiminnalliseen liikenteen hallintaan liittyvä yhteistyö tuo vielä omat erityispiirteensä kokonaisuuteen. Tähän yhteistyöhön liittyvät mukaan kaupalliset palveluntarjoajat ja vahvasti myös Helsingin seudun kaupungit. Tämä lisää yhteistyötahojen ja sopimuskumppanien määrää.

8 Arvio tienvarsiteknologian tarpeesta tulevaisuudessa

Liikenteen automatisoitumisen ja siihen kytkeytyvän yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan kehittyessä liikenneinformaatio, opastus ja erilaiset varoitukset siirtyvät välitettäväksi tienvarsilaitteiden ja -merkkien sijaan suoraan ajoneuvon, aluksi sen päätelaitteen kautta kuljettajalle, mutta pian myös suoraan ajoneuvon hallintajärjestelmiin ja automatiikkaan. Käynnissä olevissa kehitysprojekteissa ajatuksena on, että tienpitäjä säilyy jatkossakin liikenteen ohjauksen kapellimestarina, ainoastaan sen käytössä olevat välineet muuttuvat tienvarren merkeistä ja opasteista digitaaliseen muotoon.

Nämä kehityskulut vaikuttavat ennen pitkää tienvarressa annettavan liikenneinformaation ja -ohjauksen tarpeeseen ja näihin tekniikoihin liittyvien investointien hyödyllisyyteen. Tulevaisuudessa koittaa tilanne, jolloin tienvarsilaitteiden korvausinvestointeja ei enää kannata tehdä, vaan laitteistot voidaan taloudellisen ylläpidon elinkaaren päätyttyä purkaa. Koska monien ohjaus- ja informaatiojärjestelmien elinkaari on yli 10 vuotta, on tarpeen ennakoita jo tässä vaiheessa, milloin uus- ja korvausinvestoinneista perinteisiin teknologioihin voidaan luopua. Oikea ajankohta investointipolitiikan muuttamiselle riippuu paitsi korvaavien teknologioiden yleistymisestä, mutta myös ohjausjärjestelmän tyypistä. Ajoneuvokannan hidas uusiutuminen ja hyödyllisten sovellusten hidas yleistyminen markkinoilla luonnollisesti pidentävät siirtymäaikaa, jolloin on ylläpidettävä kahta rinnakkaista, toisiaan täydentävää järjestelmää.

Tarkastellaan ensin informaation välittämiseen liittyvien vaihtuvien tiedotusopasteiden (TIO) tarvetta. Tiedotusopasteilla välitetään tienkäyttäjille tietoa vallitsevasta paikallisesta kelistä, liikenneolosuhteista sekä varoitetaan häiriöistä ja mahdollisista riskitekijöistä. Korvaavia teknologioita ovat ajoneuvojen verkottuminen (toisin sanoen ajoneuvolaitteen jatkuva nettiyhteys ja sitä hyödyntävät informaatiopalvelut) sekä C-ITS ja siihen liittyvä yhteistoiminnallinen liikenteen hallinta tilannekuvatietoineen. Molemmat teknologiat mahdollistavat nykyisten TIO-viestien välittämisen ajoneuvon päätelaitteeseen (muun informaation lisäksi), mutta ne eivät varmista sitä, että kuljettajat käyttävät jatkuvasti ko. sovelluksia ajaessaan. Yksi siirtymäkauden ongelma on se, että alhaisen levinneisyyden tilanteessa uusi teknologia voi lisätä nopeuseroja ja muita ajokäyttäytymiseen liittyviä eroja liikennevirrassa, mikäli tienvarsilaitteilla ei taata perustietojen tarjontaa kaikille kuljettajille. Tällainen epäsymmetrinen informaatio voi lisätä erilaisten häiriöiden todennäköisyyttä ja heikentää liikennevirran toimivuutta, eikä siten ole toivottava tilanne. Oletetaan tässä, että liikenneinformaation pitäisi tavoittaa suurin osa (>50 %) ajoneuvojen kuljettajista, jotta epäsymmetrisen informaation haitat vältettäisiin ja informaatio tuottaisi yhteiskuntataloudellisia hyötyjä. Oletuksen perusteluna on, että kun suurin osa autoilijoista vastaanottaa ja reagoi informaatioon, pakottaa se myös muut, ilman informaatiota toimivat kuljettajat, sopeuttamaan käyttäytymistään enemmistön toimintaan.

Tarkkaa tietoa verkottuneiden ajoneuvojen osuudesta Helsingin seudun ajoneuvokannassa ei ole, mutta teknologian odotetaan yleistyvän nopeasti, kun suuressa osassa uusia ajoneuvoja ratkaisu sisältyy vakiona. Oletetaan, että Helsingin seudun ajoneuvokannasta on verkottuneita tällä hetkellä 10 %, ja ajoneuvojen keskiikä säilyy nykyisessä 10 vuodessa. Mikäli kaikissa vuoden 2019 alun jälkeen myytävissä uusissa ajoneuvoissa olisi verkkoyhteys vakiona, saavutettaisiin nykyinen levinneisyys huomioiden 50 % markkinaosuus ajoneuvokannassa noin 10 vuoden kuluttua. Koska käytännössä edelleen myydään myös uusia ajoneuvoja ilman verkkoyhteyksiä, on realistisempi arvio 50 % levinneisyydestä kuitenkin välillä 2030–2035. C-ITS -sovellusten voidaan arvioida yleistyvän hieman tätä hitaammin, vaikkakin jälkiasennettavat- ja mobiilisovellukset nopeuttavatkin leviämistä. Huomionarvoista on, että tässä ei ole huomioitu verkkoyhteyksiä matkapuhelinten välityksellä siitä syystä, että informaatiopalvelujen käyttö matkapuhelinsovelluksien avulla on saavuttanut vain noin 15 % levinneisyyden Suomessa (Liikennevirasto 2018). Ajoneuvon integroitua palveluja käytetään todennäköisesti selvästi useammin, mutta tuskin niitäkään kuitenkaan kaikilla matkoilla.

Kun huomioidaan se, että uusiakaan palveluita ei välttämättä käytetä kaikilla matkoilla, saavutetaan 50 % tavoitavuus liikennevirrasta uusille liikenneinformaatiopalveluille todennäköisesti vasta vuosina 2035–2040. Näin ollen, jos tiedotusopasteiden elinkaari on 10 vuotta, voidaan vielä vuoteen 2025 saakka tehdä kannattavia uusinvestointeja tiedotusopasteisiin. Koska kyseessä on siirtymäaika, on järjestelmien ohjauspolitiikassa huomioitava tarpeet yhtenäistää opastusta uusien palvelujen kanssa. Korvausinvestointejakin on syytä jatkaa siihen saakka, että seudullinen opastusjärjestelmä säilyy riittävän kattavana vuoteen 2035 saakka. Tienvarsilaitteisiin perustuvan tiedotusopastejärjestelmän ja sen ohjauspolitiikan kehittämisestä saatuja kokemuksia voidaan myös hyödyntää korvaavan järjestelmän kehittämisessä.

Edellä kuvattu päättelyketju perustuu pitkälti oletuksiin, joista keskeisin liittyy siihen, mikä on riittävä levinneisyys, jolla informaatiota jakamalla saavutetaan yhteiskuntataloudellisia hyötyjä ja vältetään epäsymmetrisestä informaatiosta aiheutuvat haitat. Jatkossa onkin tarpeen tarkemmin tutkia ja arvioida kokemuseräisesti, miten siirtymäkauden epäsymmetrinen informaatio todellisuudessa vaikuttaa liikennevirtaan, ja mikä sen perusteella on ns. ”riittävä” levinneisyys haittojen minimoimiseksi. Edellä kuvattuja alustavia suosituksia on syytä arvioida uudelleen tällaisen tutkimustiedon valossa.

On myös huomioitava, että siirtymäaikana kahden järjestelmän ylläpito ei ole pelkkä kustannuskysymys, vaan kaksi rinnakkaista järjestelmää myös tukee ja täydentää toisiaan, kun opastus on yhtenäistä. Kahden järjestelmän yhteisvaikutus on suurempi kuin yksittäisen järjestelmän, koska informaation toisto lisää sen vaikuttavuutta päätöksentekoon. Myös teknisten häiriöiden sattuesssa on etu, että on olemassa rinnakkainen, riippumaton järjestelmä. Voi olla, että tästä syystä tietyissä kriittisissä pisteissä on ylläpidettävä myös perinteistä opastusjärjestelmää aiemmin esitettyä pidempään.

Nopeusrajoitusmerkkejä ja muita määrääviä liikennemerkkejä, sekä vaihtuvia että kiinteitä, tarvitaan tien varilla niin kauan, kuin koko ajoneuvokanta ei ole varustettu tarvittavin digitaalisin laitteistoin, jotta määräykset ovat kaikkien liikkujien ulottuvilla. Tähän voidaan arvioida kuluvan vielä hyvin pitkä aika, joka todennäköisesti päättyy siihen, että ajaminen esimerkiksi ilman älykkäitä/automaattisia sovelluksia kielletään. Koska myös kävelijöiden ja pyöräilijöiden tulee olla informoituja käyttämänsä tieympäristöä koskevista määräyksistä, ei määrääviä merkkejä välttämättä voida poistaa kaikista liikenneympäristöistä edes em. kiellon toteutuessa.

Näin ollen investoinnit esimerkiksi vaihtuviin nopeusrajoitusjärjestelmiin, siellä missä ne on arvioitu kannattaviksi, ovat perusteltuja vielä pitkään. Samat vaatimukset koskevat myös liikennevaloja, joista luopuminen ei ole mahdollista niin kauan kuin alhaisen automaatiotason ajoneuvoilla liikennöinti on sallittua. Sen sijaan liikennevalojärjestelmät kehittyvät ja kykenevät suoraan kommunikointiin ajoneuvojärjestelmien kanssa, tehostaen kapasiteetin käyttöä.

Paitsi tiedon välittämisessä myös tilannetiedon keruussa kehityksen painopiste siirtyy tienvarsitekologiasta ajoneuvojen antureihin ja kuljettajien tekemiin ja jakamiin havaintoihin. Tässä kehityksessä tilatietoa ja tilannetietoa kerätään ensisijaisesti jonkin ajoneuvon sovelluksen tarpeisiin (esim. GPS-paikannus navigoinnin tarpeisiin tai ajoneuvon tutka hätäjarrutussovelluksen tarpeisiin), mutta josta voidaan myös jalostaa muita liikkujia hyödyttäviä informaatiopalveluja. Tästä syystä näiden palvelujen kustannustaso on tyypillisesti eri kertaluokkaa kuin tienvarsilaitteistoihin perustuvien palvelujen, ja ne todennäköisesti syrjäyttävät perinteiset ratkaisut tietyissä palveluissa, kuten esimerkiksi matka-aikatietopalveluissa. Liikenneviraston vuonna 2018 hankkima matka-aikatietopalvelu perustuukin juuri ajoneuvojen GPS-paikannukseen, ja rekisterikilpien kuvaamiseen tarkoitetuista tienvarsilaitteista on luovuttu jo aiemmin.

Mahdollisesti seuraavana korvattavaa tienvarsitekologiaa saattavat olla still-kuvaa tienpinnasta tuottavat kelikamerat, jotka voitaisiin korvata ajoneuvokameroiden videotallenteilla tai -streameilla, mikäli näiden avulla saavutetaan riittävä laatu mm. keli- ja liikennekeskusten tarpeisiin. Tässäkin mahdollinen luopuminen tienvarsitekologiasta tulee ajoittaa siten, että korvaava ratkaisu takaa riittävän laatuksen tiedon tarkkuuden

ja tuoreuden osalta. Mobiileihin kameroihin perustuvan ratkaisun etuna on hyvä verkollinen kattavuus, mutta tiedon tuoreuden takaaminen eriluokkaisilta väyliltä edellyttää kuitenkin sitä, että anturiajoneuvojen osuus on riittävän suuri. Liikenteen ja kelin seurannan osalta tulee myös huomioida, että infraan perustuvienkin ratkaisujen teknologiat kehittyvät erittäin nopeasti ja markkinoille tulee jatkuvasti uusia, kiinnostavia ratkaisuja, jotka perustuvat mm. konenäköön, LiDAR:iin jne. Myös tämä kehitys tulee huomioida vaihtoehtoja arvioitaessa. Liikennekamerat, jota sijoitetaan siten että niillä saadaan kuvattua laajasti kriittistä tieverkon osaa, tuskin ovat kovin nopeasti korvattavissa ajoneuvojen kameroilla.

Keskeisiin tienpidon prosesseihin kuten hoitoon ja ylläpitoon tarvitaan jatkossakin tiettyjä tarkkoja perustietoja esimerkiksi kelistä ja liikennemääristä. Esimerkiksi nykyiset tiesääasemat tuottavat erilaisiin tienhen-
nontuihin sekä optisiin antureihin perustuen laajan kattauksen erilaisia tietolajeja, joita hyödynnetään vaihtuvassa liikenteen ohjauksessa sekä esimerkiksi talvihoidon ohjauksessa. Vastaavasti liikenteen automaattinen mitta-
us (nykyinen LAM-järjestelmä) tuottaa tarkkaa tietoa liikennemääristä sekä suunnittelun että liikenteen hal-
linnan käyttöön. Tällä hetkellä ei ole markkinoilla näköpiirissä korvaavia ratkaisuja, jotka kykenisivät tuotta-
maan vastaavat tiedot ilman tienvarsilaitteistoja. Pikemminkin uudet tietolähteet toimivat perinteisiä lähteitä
täydentävinä tietolähteinä. Yhdistelemällä älykkäästi tienvarsilaitteiden perustietoja ja uusilla ratkaisulla tuo-
tettavia tietoja voidaan muodostaa entistä tarkempi käsitys liikenteen ja kelin tilasta.

Automaattinen nopeudenvalvonta perustuu nykyisin kiinteisiin tienvarsilaitteisiin sekä ajoneuvoihin sijoitetta-
viin liikuteltaviin laitteisiin. Voidaan pitää epätodennäköisenä, että nämä ratkaisut sekä poliisien suorittama
perinteinen tutkaan perustuva nopeudenvalvonta korvattaisiin ajoneuvojen satelliittipaikannukseen perustu-
valla valvonnalla asian heikon hyväksyttävyyden ja yksityisyyden suojaan liittyvien ongelmien takia. Liiken-
teen automatisoituessa on näköpiirissä, että ylinopeuden ajaminen vähenee, mikä on yksi keskeinen auto-
matisoitumisen vaikutusmekanismi liikenneturvallisuuden parantamisessa. Jo alhaisen automaatiotason
älykkään nopeudensäätelyn sovellukset vähentävät tahattomien ylinopeuksien ajamista, silloin kun ne on
kytketty päälle. Korkean automaatiotason ajoneuvot taas eivät lähtökohtaisesti koskaan aja ylinopeutta. On
kuitenkin todennäköistä, että nopeudenvalvontaa tarvitaan niin kauan kuin perinteisillä ajoneuvoilla ajaminen
yleisellä tieverkolla on sallittua.

Teknologian kehitys ei pelkästään vähennä tienvarsiteknologian tarvetta, vaan osa poistuvista tarpeista kor-
vaantuu uusilla. Vallitsevan asiantuntijakäsityksen mukaan automaattiajoneuvot edellyttävät tarkkaan paikan-
nukseen tienvarteen sijoitettavia fyysisiä maamerkkejä differentiaali-satelliittipaikannuksen lisäksi. Lisäksi tie-
donsiirtoyhteyksien toteuttaminen tiettyjen 5G-tekniikan taajuusalueiden pohjalta edellyttää hyvinkin tiheää
tukiasemaverkkoa tienvarsilla. Liikennejärjestelmän teknologia muuttuu entistä monimutkaisemmaksi ja se
näkyvät myös tienvarsilaitteiden määrässä ja investointitarpeessa erityisesti siirtymäaikana, jolloin on ylläpidet-
tävä myös perinteisiä liikennemerkkejä ja opasteita.

Pohdittaessa perinteisten (reitti)opasteiden tarvetta teiden varsilla ja portaaleissa voidaan arvioida, että eri-
tyisesti kauempana sijaitsevien kohteiden opastusta voitaisiin harkita vähennettävän, kun verkottuneiden ajo-
neuvojen ja niihin liittyvien navigointipalvelujen levinneisyys ylittää esimerkiksi 50 % ajoneuvokannasta. Ke-
hittyneet navigointipalvelut helpottavat esimerkiksi paikallisten matkailukohteiden opastusta ja vähentävät
myös kiellettyjen epävirallisten tienvarsikylttien tarvetta.

9 Yhteenveto ja suositukset

9.1 Yhteenveto

Tämän työn puitteissa laadittiin asiantuntija-arviona, hyödyntäen kirjallisuudesta ja käynnissä olevista muista selvityksistä saatavilla olevaa materiaalia, ennusteet eri teknologioiden ja sovellusten tulosta ja yleistymisestä Helsingin seudun liikennejärjestelmässä. Näiden räätälöityjen ”konsensusennusteiden” ja tehtyjen priorisointien perusteella määriteltiin Helsingin seudun liikenteen hallinnan ongelmiin parhaiten vastaavat uudet ratkaisut ja niiden edistämiseksi tarvittavat konkreettiset toimenpiteet.

Liikenteen automaatio etenee nopeasti ja automaattiajamisen sovelluksia tulee markkinoille 2020-luvun alussa. Kukin sovellus vaatii toimiakseen tietyn toimintaympäristön, joka voi tarvita muutoksia fyysiseen ja digitaaliseen infrastruktuuriin. Sovellukset otetaan käyttöön ensin selkeästi rajoitetuilla alueilla, mutta teknisten ratkaisujen kuten anturien ja tekoälyn parantuessa ja halventuessa sekä toimintaympäristöjen infrastruktuurin rakentuessa ne otetaan käyttöön laajemmalti liikennejärjestelmässä. Autokannan hitaasta uudistumisesta johtuen korkean tason automaatiosovellukset yleistyvät varsin hitaasti. Automatisoitumisen alkuvaiheessa on mahdollista, että liikenteen hallinnan tarpeet kasvavat hetkellisesti, kun automaattiajoneuvot soveltuvat toimintaansa perinteisten, ei-verkottuneiden ajoneuvojen joukkoon. Pitkällä aikavälillä automaattiliikenne vähentää arvioiden mukaan yli puolella liikennekuoleman riskiä ja parantaa sujuvuutta merkittävästi. Yhteiskunnan kannalta merkittävien vaikutusten saavuttamiseksi on suositeltavaa, että Helsingin seudun tienpitäjät ja muut liikenneviranomaiset edistävät kokeiluihin ja investoinneihin parhaiden automaatiosovellusten nopeaa käyttöönottoa liikennejärjestelmässä. Viranomaisten kannalta tärkeimmiksi pilotointisovelluksiksi määriteltiin tässä työssä automaattiset kuorma-autot satamien ja logistiikkakeskusten välisillä yhteyksillä, rekkojen letka-ajo, automaattibussit sekä robottitaksit.

Pilotointien tavoitteena olisi selvittää käytännössä eri sovellusten tarkempia vaatimuksia toimintaympäristöille (ODD) sekä sovellusten vaikutuksia liikennevirtaan, turvallisuuteen ja liikkumisvalintoihin. Pilottien koordinoimiseksi ehdotetaan, että käynnistetään pilottiohjelma Business Finlandin ja liikenneviranomaisten yhteistyönä. Ohjelmassa pilotoitaisiin edellä mainittujen neljän sovelluksen toteuttamista Helsingin seudulla ja sen tie- ja katuverkolla siten, että tienpitäjät ja liikenneviranomaiset vastaisivat osaltaan sovellusten tarvitsemien toimintaympäristöjen ja niiden vaatiman fyysisen ja digitaalisen infrastruktuurin toteuttamisesta ja Business Finland tukisi sovellusten teknistä ja kaupallista kehittämistä. Alustava kustannusarvio automaation vaatimille kehittämistoimenpiteille, ml. moottoriteiden toimintaympäristöjen toteutukselle, on noin 21-32 miljoonaa euroa vuoteen 2030 mennessä.

C-ITS eli yhteistoiminnallinen ajaminen voidaan nähdä tärkeänä kehitysaskelena liikenteen automaatiassa, jossa ajoneuvot vaihtavat tietoa keskenään (CAM, Connected and Automated Mobility). Ajoneuvojen välinen tiedonvaihto pidentää ajoneuvojen ”horisonttia” ja ne pystyvät näin saatavan tilannetiedon avulla varautumaan jo aiemmin edessä oleviin tilanteisiin. C-ITS sovellusten, jotka perustuvat ajoneuvojen keskinäiseen (V2V) tai ajoneuvojen ja infrastruktuurin väliseen (V2I) nopeaan tiedonvaihtoon, on arvioitu tulevan markkinoille jo 2019 ja yleistyvän kohtuullisen nopeasti 2020-luvun aikana jälkiasennettavien ja mobiilisovellutusten avulla. Riittävän laaja levinneisyys mahdollistaa useiden prosenttien vähenemän vakavissa liikenneonnettomuuksissa. Vaikka C-ITS eteneekin pitkälti markkinaehtoisesti, on myös tienpitäjän rooli C-ITS:n käyttöönotossa merkittävä, koska tietyt sovellukset edellyttävät erilaisia investointeja myös infrastruktuuriin. Tämä investoijan rooli takaa liikenneviranomaiselle mahdollisuuden vaikuttaa kehityksen suuntaan ja varmistaa, että tienpitäjän roolina on jatkossakin eräänlainen ”kapellimestarin” rooli osana laajempaa arvoketjua.

C-ITS:n osalta selvityksen perusteella suositellaan, että Helsingin seudun liikenneviranomaiset laativat yhdessä tarkemman pilotointisuunnitelman seudun kannalta kiinnostavimmille C-ITS -sovelluksille, joiksi tässä työssä määriteltiin seuraavat:

- Nopeusrajoitustieto ajoneuvoon ja sen kytkentä älykkääseen nopeudensäätelyyn (ISA)
- Punaisia päin ajamisen varoitus
- Suojattomien tienkäyttäjien turvaaminen

Pilottien suunnittelun, toteuttamisen sekä vaikutusten arvioinnin kustannuksiksi arvioitiin tässä työssä noin 650 000 euroa. Pilotointia seuraavan laajemman käyttöönoton kustannukset riippuvat siitä, kuinka laajalta infrastruktuuria varustetaan C-ITS kyvykkyyksillä. Tästä syystä perusteelliset vaikutusten arvoinnit paikallisissa olosuhteissa ovat välttämättömiä.

C-ITS on osa kehityskulkua, jossa liikenteen ohjaus ja liikenneinformaation välittäminen siirtyvät tienvarsiopasteiden sijaan välitettäväksi suoraan ajoneuvoon, alkuvaiheessa päätelaitteen kautta kuljettajan prosessoitavaksi ja pian suoraan ajoneuvoa ohjaaviin automaattisiin sovelluksiin. Tekniikan kehitys ja liikennetiedon määrä ja laadun paraneminen korostavat kaupallisten toimijoiden roolia liikenteenhallinnan toimijakentässä liikkujien suuntaan. Kansainvälisissä yhteistyöprojekteissa on viranomaiselle kuitenkin tarjottu mahdollisuus laajentaa viranomaislähtöisiä liikenteenhallinnan toimenpiteitä laajemmalle verkolle hyödyntäen kuljettajien päätelaitteita ja niiden informaatiopalveluja. Tämä luonnollisesti vaatii uudenlaista yhteistoimintaa kaupallisten toimijoiden kanssa. Tätä vuorovaikutteista yhteistyötä on hahmoteltu Traffic Management 2.0 -konseptissa ja edelleen C-ITS:ää hyödyntävän ”yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan” käsitteen alle. Näiden konseptien mukaisissa palveluissa viranomaiset ja kaupalliset toimijat yhteensovittavat toimijakohtaiset tavoitteet, tiedot ja palvelut, ja lopputuloksena saavutetaan yhtenäinen, ajantasaisempi ja laadukkaampi tietopohja, joka välitetään liikkujalle päätöksenteon tueksi. Yhteensovituksen myötä eri kanavista saatavilla oleva tieto on yhdenmukaista ja mahdollistaa älykkäät, yksilön ja viranomaisen tavoitteet huomioivat reitityspalvelut. Vuorovaikutteisen ja yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan toteutus edellyttää laajoja investointeja tietojärjestelmiin, mutta toisaalta mahdollistaa pitkällä tähtäimellä tiettyjen tienvarsilaitteiden ja opasteiden korvaamisen digitaalisilla palveluilla. Opastuksen siirtyminen ajoneuvoon tukee myös erilaisia kysynnän hallinnan keinoja, joita voidaan ottaa käyttöön mm. ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Tällaisia ovat esimerkiksi kaupunkikeskustojen ympäristövyöhykkeet, jonne on sallittu kulku vain sähköautoilla tai vähäpäästöisillä ajoneuvoilla, sekä kaupunkiseudun ruuhkamaksut. Tällaisten kysynnän hallinnan keinojen käyttöönottoon on välttämätöntä varautua myös vuorovaikutteisen ohjaus- ja informaatiojärjestelmän suunnittelussa.

Tässä selvityksessä on suositeltu, että vuorovaikutteisen ja yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan kehittäminen käynnistetään laatimalla esiselvitys, jossa tarkennetaan seudun viranomaisten tavoitetilaa, benchmarkataan kansainväliset toteutukset ja toimintamallit, käydään alustavat keskustelut kaupallisten toimijoiden kanssa sekä varmistetaan konseptin tekninen toteutettavuus. Tämän perusteella voidaan edetä tarkempaan toimintamallien ja työkalujen määrittelyyn ja toteutukseen. Karkea arvio konseptiin sisältyvien kehitysprojektien toteutukselle on yli 10 miljoonaa euroa.

Teknisen kehityksen ja eurooppalaisen sääntelyn myötä tieliikenteestä kerätään entistä enemmän dataa. ECall-varustetut ajoneuvot tulevat markkinoille jo vuonna 2019. Tietoja turvallisuutta vaarantavista tapahtumista ja olosuhteista tuotetaan jatkossa ajoneuvojen antureista, mihin perustuvat palvelut tulevat markkinoille arviolta vuonna 2020 ja mahdollistavat viranomaisillekin turvallisuutta vaarantavien liikennetilanteiden nopean havaitsemisen ja tarkan paikantamisen. Lisäksi verkottuneiden ajoneuvojen yleistymisen parantaa ajoneuvojen gps-sijainneista koostettavan liikenteen sujuvuustiedon laatua. 2020-luvun alkupuolelta lähtien viranomaisten käyttöön saadaan C-ITS palvelujen tuottamia tietolajeja ja loppupuolella dataa tuottavat myös korkean tason automaattiajoneuvot. Uusien datalähteiden hyödyntäminen parantaa huomattavasti viranomaisten ajantasaista tilannekuvaa, mutta se edellyttää myös investointeja tiedon analytiikkaan; datan fuusiointiin ja jalostamiseen relevantiksi informaatioksi ja liikenteen hallinnan toimenpidesuosituksiksi. Tämän osalta seuraavaksi kehittämistoimenpiteeksi on tässä työssä määritelty kehittämissuunnitelman laadinta,

jossa analysoidaan tarkemmin kehittämistarpeet ja soveltuvimmat datatieteen menetelmät sekä näihin liittyvät tietojärjestelmäratkaisut. Tämän lisäksi myös viranomaislähtöisen datan laadun hallintaa tulee systematisoida ja pyrkiä laadun jatkuvaan parantamiseen, jotta se täyttää uusien sovellusten ja esimerkiksi automaattijoneuvojen toimintaympäristöjen vaatimukset.

Tässä työssä tarkasteltujen teknologioiden todellisista vaikutuksista liikkumisen määrään, kulkumuotojen työnjakoon, reitinvalintoihin ja edelleen liikenneturvallisuuteen, sujuvuuteen ja ympäristöön on toistaiseksi vain rajatusti tietoa. On tärkeää, että tässä työssäkin suositelluista piloteista tuotetaan perusteelliset vaikutusarviot, jotta voidaan tarkemmin tukea myönteisiä kehityskulkuja ja tarvittaessa reguloida epätoivottavia kehityskulkuja.

Seuraavien vuosikymmenten aikana liikenteen informaatio ja ohjaus siirtyy välitettäväksi suoraan ajoneuvolaitteisiin ja ajoneuvojen hallintasovelluksiin. Tämä vähentää pitkällä aikavälillä tienvarsi-infrastruktuurin tarvetta. Liikennetilanteen seuranta siirtyy enenevässä määrin mobiilipohjaiseksi, mutta tiettyä perustietoa on jatkossakin tarpeen mitata ja tuottaa tienvarsilaitteilla, jotka myös kehittyvät teknisesti jatkuvasti. Uusien ratkaisujen hitaasta leviämisestä johtuen tienvarsien vaihtuvia informaatio-opasteita tarvitaan seudulla kattavasti vielä vuoteen 2035 saakka, jotta niillä voidaan tarjota uusia palveluja täydentävää informaatiota kaikille liikkujille. Määräviä liikennemerkkejä, kuten vaihtuvia nopeusrajoituksia ja nopeusrajoitusmerkkejä ylipäätään, on todennäköisesti ylläpidettävä vielä varsin pitkään, koska määräykset tulee olla kaikkien tielläliikkujien saatavilla ajoneuvon teknologiasta riippumatta.

9.2 Suositukset jatkotoimenpiteiksi

Tässä selvityksessä on suositeltu useita jatkotoimenpiteitä liikenteen automatisoitumisen, yhteistoiminnallisten järjestelmien sekä datan, analytiikan ja vuorovaikutteisen ja yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan kehittämiseksi Helsingin seudun tarpeisiin. Jokaisen käsitellyn aihepiirin jatkotoimenpiteet on suositeltu käynnistettävän vuoden 2019 aikana suunnitteluvaiheella, jossa määritellään tarkemmin Helsingin seudun kannalta parhaiten soveltuvat ratkaisut, sovellukset ja pilottikohteet. Suunnitteluvaiheen jälkeen edetään pilotteihin ja niiden arviointeihin ja vasta tämän jälkeen laajamittaiseen käyttöön.

Suosituksia on laadittu erityisesti Helsingin seudun liikennejärjestelmän tarpeista lähtien, huomioiden selvityksen kytkentä MAL-prosessiin. Suositellut jatkotoimenpiteet pitävät sisällään merkittäviäkin investointeja sekä infrastruktuuriin, tietojärjestelmiin että toimintatapoihin, koskien myös valtakunnallisia toimijoita Väylävirastoa, Traficomia ja TMFG Oy:tä. Tarkoituksena on, että toimenpiteiden toteutukseen liittyvät vastuut sovitaan tarkemmin toimenpiteiden suunnitteluvaiheessa, jossa yhteydessä myös tarkennetaan ne tahot, joiden osallistuminen on tarkoituksenmukaista. Seudullisten ja valtakunnallisten toimijoiden yhteisesti toteuttamassa jatkosuunnittelussa varmistetaan toimenpiteiden yhteensopivuus kunkin toimijan omien suunnitelmien ja kehitysohjelmien kanssa ja sovitaan muodollisemmin toimijoiden sitoutumisesta.

Selvityksen aikana on nähty tarkoituksenmukaiseksi, että Helsingin seudun paikalliset toimijat Uudenmaan ELY-keskus sekä HSL vastaavat jatkosuunnitteluvaiheiden käynnistämisestä ja suunnitelmien teettämisestä. Jatkosuunnittelun käynnistämisen vaiheessa on tarpeen käydä keskustelut keskeisten valtakunnallisten toimijoiden (kts. edellä) kanssa ja sopia heidän kanssaan osallistumisen tavoista. Myös seudun suurimpien kaupunkien osallistuminen suunnitteluun on suositeltavaa, jotta kehityskokonaisuuksista muodostuu aidosti seudullisia kehityspolkuja.

Seuraavaan taulukkoon on laadittu luvuissa 3-6 esitettyjen yksityiskohtaisten toimenpidesuosittelujen pohjalta tiivistelmä kunkin kehittämiskokonaisuuden vaatimista toimenpiteistä. Kehittämiskokonaisuudet on erotettu toisistaan taulukon pohjavärillä.

Taulukko 17. Tiivistelmä suositelluista kehittämistoimenpiteistä.

Toimenpide		Arvioitu ajankohta	Tunnistettuja osallistujatahoja	Kustannusarvio
a	Helsingin seudun automaattiajamisen pilottiohjelman suunnittelu	2019-2020	Business Finland, HSL, kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	50 000 €
b	Automaattiajamisen pilotit ja niiden arviointi	2020-2024	Business Finland, HSL, kaupungit, pilotoivat yritykset, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto,	3-9 M€
c	Pilottien jatkopalvelut	2024-2030	HSL, kaupungit, Ely-keskus, Väylävirasto,	10-15 M€
d	Moottoritieajon toimintaympäristöjen toteutus	2023-2030	HSL, Ely-keskus, kaupungit, palveluntarjoajat, teleoperaattorit, urakoitsijat, Väylävirasto	8 M€
e	Yhteistoiminnallisen ajamisen V2I -sovellusten pilotointisuunnitelman laadinta	2019-2020	ITMF, Kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	50 000 €
f	Yhteistoiminnallisen ajamisen V2I -sovellusten pilotit ja niiden arviointi	2020-2022	ITMF, Kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	600 000 M€
g	Yhteistoiminnallisen ajamisen laajempi käyttöönotto	2023-2030	ITMF, Kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	riippuu toteutuslaajuudesta
h	Yhteistoiminnallisen ja vuorovaikutteisen liikenteen hallinnan esiselvitys	2019-2020	HSL, ITMF, kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	150 000 €
i	Yhteistoiminnallisen ja vuorovaikutteisen liikenteen hallinnan tarkempi suunnittelu ja sopimukset	2021-2023	HSL, ITMF, kaupalliset toimijat, kaupungit, Traficom, Ely-keskus, Väylävirasto	650 000 €
j	Yhteistoiminnallisen ja vuorovaikutteisen liikenteen hallinnan kehitysprojektien hankinta, toteutus ja käyttöönotto	2023-2026	ITMF, kaupalliset toimijat, kaupungit, Väylävirasto	karkea varauma noin 10 milj. euroa + vuotuinen ylläpito. Arvio tarkentuu esiselvityksessä.
k	Kehittämissuunnitelman laadinta uusien datalähteiden ja data-analytiikan hyödyntämisestä tieliikenteen hallinnassa	2019-2020	ITMF, Väylävirasto	50 000 - 100 000 €
l	Uusien datalähteiden ja analytiikan kehittäminen ja käyttöönotto	2020-2030	ITMF, Väylävirasto	riippuu datalähteiden määrästä ja analytiikan laajuudesta
m	Laadunmittaus- ja valvontaprosessin suunnittelu	2019	ITMF, Väylävirasto	50 000 €
n	Laadunmittaus- ja valvontaprosessin toteutus ja laadun jatkuva parantaminen	2020-2030	ITMF, Väylävirasto	riippuu tarvittavista toimenpiteistä

10 Lähdeluettelo

- Atkins 2016. Research on the Impacts of Connected and Autonomous Vehicles (CAVs) on Traffic Flow. Summary Report, Department for Transport, May 2016, 58 p.
- Business Finland 2019. Smart Mobility. Rahoitusta, verkostoja ja kansainvälistymispalveluja innovatiivisten liikennepalvelujen kehittämiseen. Ohjelman internet-sivut. <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/verkotot/digitalisaatio/smart-mobility/>
- Carels David, Vandenberghe Wim, Moerman Ingrid, Demeester Piet (2012). Architecture for vulnerable road user collision prevention system based on local communication. Conference paper.
- Carslaw, D.C., Goodman, P.S., Lai, F.C.H. and Carsten, O.M.J. 2010. Comprehensive analysis of the carbon impacts of vehicle intelligent speed control. Atmospheric Environment, 44: 2674-2680
- Carsten, O. M. J. & Kulmala, R. 2015. White Paper II – Road Transport Automation as a Societal Change Agent. EU-US Symposium on Automated Vehicles, Washington D.C. 14-15 April 2015. 17 p.
- Clarke, J. & Butcher, L. 2017. Connected and autonomous road vehicles. UK Parliament, House of Commons library, briefing paper CBP 7965, 12 June 2017. 30 p.
- C-Roads 2018. C-Roads – the platform for harmonised C-ITS deployment in Europe. <https://www.c-roads.eu/platform.html>
- ERTRAC 2017. Automated Driving Roadmap. Version 7.0, Date: 29/05/2017. ERTRAC Working Group “Connectivity and Automated Driving”. 54 p. http://www.ertrac.org/uploads/images/ERTRAC_Automated_Driving_2017.pdf
- European Commission 2016. A European strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 30.11.2016. COM(2016) 766 final. 12 p.
- European Commission 2017. C-ITS Platform Final report Phase II. September 2017. 127 p.
- Government Offices of Sweden 2018. Conclusions from the Third High-Level Meeting on Connected and Automated Driving Gothenburg, 18–19 June 2018. 16s.
- Innamaa, S., Kanner, H., Rämä, P. and Virtanen, A. 2015. Automaation lisääntymisen vaikutukset tieliikenteessä (The impacts of increasing automation in road transport). Finnish with English abstract. Trafi Research Reports, Helsinki 2015. 84 p.
- ITF 2017. Shared Mobility Simulations for Helsinki. Case-Specific Policy Analysis. OECD, International Transport Forum. 97 p. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-simulations-helsinki.pdf>
- Koskela, A. 2018. Aurora Borealis automated driving & intelligent infrastructure testing area – 1st results. Presentation for the NEXT-ITS3 ICT Group, 23 August 2018. 22 p.
- Kulmala, R., Jääskeläinen, J. & Pakarinen, S. 2018. The Impact of Automated Transport on the Role, Operations and Costs of Road Operators and Authorities in Finland. EU-EIP Activity 4.2 Facilitating automated driving. Finnish Supporting Study. Version 1.0, 31 December 2018.
- Kulmala R., Öörni R., Laine T., Lubrich P., Schirokoff A., Hendriks T., Ryström L. (2018b) Quality of safety-related and real-time traffic information services – Quality Package. Version 1.1. 26th February 2018. EUEIP SA 4.1. Determining quality of European ITS services.

Liikenne- ja viestintäministeriö 2017. Liikenteen automaation ja robotiikan kehittämistoimenpiteiden tielkartta 2017–2019. Julkaisuja 10/2017. Helsinki.

Liikennevirasto 2016. Tieliikenteen automatisoinnin etenemissuunnitelma ja toimenpideohjelma 2016–2020. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 19/2016. Helsinki.

Liikennevirasto 2018. Tienkäyttäjätyytyväisyystutkimus, kesä 2018. Kalvosarja. https://vayla.fi/documents/20473/32044/Tienk%C3%A4ytt%C3%A4j%C3%A4n_tyytyv%C3%A4isyyskysely_kesa+2018_Esittely_16_11_2018_Liikennevirasto.pdf/9636f1a8-3c5c-44fc-a23f-71f0e5e2e7f3

Mitisakis et. al 2017. Deployment Steps and Best Practices on Traffic Management 2.0. ITS European Congress, Strasbourg, France, June 2017.

NHTSA 2017. USDOT Releases 2016 Fatal Traffic Crash Data. United States Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration. NHTSA 01-17, Friday, October 6, 2017, <https://www.nhtsa.gov/press-releases/usdot-releases-2016-fatal-traffic-crash-data>

Oshima, D. 2017. Presentation given at Session SIS108 Impacts of automated vehicles on traffic flow and environment. ITS World Congress in Montreal, Canada, 2 November 2017.

Saarenketo, T. 2018. Roads for Intelligent Transport. European Symposium on Connected and Automated Driving. CARTRE, Wien, 19-20 April 2018. 7 p.

SAE 2018. J3016 Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. Revised version June, 2018. http://standards.sae.org/j3016_201609/

Schirokoff, A. 2018. Lausunto ALVAR.-hankkeen seurantaryhmän kokouksessa 13.12.2018.

Scholliers, J., Kulmala, R., Sörensen, A. B., Sundberg, J., Kotilainen, I., Svedlund, J., Dalsnes Storsæter, A., Dörge, L. & Ystmark Bjerkan, K. 2018. NordicWay Final Report. Issue 1.0, 31 December 2017. 65 p.

Shladover, S. E. & Bishop, R. 2015. White Paper I - Road Transport Automation as a Public-Private Enterprise. EU-US Symposium on Automated Vehicles, Washington D.C. 14-15 April 2015. 35 p.

Stephens, T., Auld, J., Gonder, J., Chen, Y., Zhenhong, L., Liu, C., Li, J.-M., mohammadia, K. & Shabanpour, R. 2016. Potential Energy Impacts of Connected and Automated Vehicles: Opportunities and Approaches. Breakout Session Presentation, Automated Vehicle Symposium, 20 July 2016. 20 p.

Törnqvist, J. 2015. Telephone interview of senior research scientist Jouko Törnqvist, a specialist in road engineering at VTT Technical Research Centre of Finland, 16 February 2015

Venturebeat 2018. Waymo orders 62,000 Fiat Chrysler minivans for its upcoming autonomous taxi service. 31 May 2018. <https://venturebeat.com/2018/05/31/waymo-orders-62000-fiat-chrysler-minivans-for-its-upcoming-autonomous-taxi-service/>

Waymo 2017. On the road to fully self-driving. Waymo Safety Report. 43 p. <https://www.mtfchallenge.org/wp-content/uploads/2017/02/waymo-safety-report-2017-10.pdf>

Wilmink, I., Janssen, W., Jonkers, E., Malone, K., van Noort, M., Klunder, G., Rämä, P., Sihvola, N, Kulmala, R., Schirokoff, A., Lind, G., Benz, T., Peters, H. and Schönebeck, S. 2008. Impact assessment of Intelligent Vehicle Safety Systems. Deliverable D4 of eIMPACT (Socio-economic Impact Assessment of Stand-alone and Co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems (IVSS) in Europe). http://www.eim-pact.info/download/eIMPACT_D4_v2.0.pdf.

Julkaisusarjan nimi ja numero Raportteja 7/2019			
Vastuualue Liikenne ja infrastruktuuri			
Tekijät Tomi Laine Risto Kulmala Sakari Lindholm Inna Berg Matti Huju		Julkaisu-aika Huhtikuu 2019	
		Kustantaja Julkaisija Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus	
		Hankkeen rahoittaja toimeksiantaja Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, Helsingin seudun liikenne (HSL)	
Julkaisun nimi Helsingin seudun pääväylien liikenteen hallinta 2030 Selvitys teknologian kehittymisen tuomista tarpeista ja mahdollisuuksista			
Tiivistelmä Liikenteen automaatio etenee nopeasti ja automaattijämisen sovelluksia tulee markkinoille 2020-luvun alussa. Sovellukset otetaan käyttöön ensin selkeästi rajoitetuilla alueilla, mutta teknisten ratkaisujen kuten anturien ja tekoälyn parantuessa ja halventuessa sekä toimintaympäristöjen infrastruktuuriin rakentuessa ne otetaan käyttöön laajemmalti liikennejärjestelmässä. Autokannan hitaasta uudistumisesta johtuen korkean tason automaatio-sovellukset yleistyvät varsin hitaasti. Yhteiskunnan kannalta merkittävien vaikutusten saavuttamiseksi on suositeltavaa, että Helsingin seudun tienpitäjät ja muut liikenneviranomaiset edistävät yhteiseen seudulliseen ohjelmaan koottavien kokeiluin ja investoinnein parhaiden automaatio-sovellusten nopeaa käyttöönottoa seudun liikennejärjestelmässä. C-ITS eli yhteistoiminnallinen ajaminen voidaan nähdä tärkeänä kehitysaskelena liikenteen automaatiassa. C-ITS sovellusten, jotka perustuvat ajoneuvojen keskinäiseen (V2V) tai ajoneuvojen ja infrastruktuuriin väliseen (V2I) nopeaan tiedonvaihtoon, on arvioitu tulevan markkinoille jo 2019 ja yleistyvän kohtuullisen nopeasti 2020-luvun aikana jälkiasennettavien ja mobiilisovellutusten avulla. Helsingin seudun liikenneviranomaisten näkökulmasta kiinnostavimmiksi sovelluksiksi, joiden käyttöönottoa kannattaa edistää kokeiluina, määriteltiin nopeusrajoitustieto ajoneuvoon, punaisia päin ajamisen varoitus sekä suojattomien tienkäyttäjien turvaaminen. Liikenteen ohjaus ja liikenneinformaation välittäminen siirtyvät teknologian kehittyessä välitettäväksi suoraan ajoneuvoon. Tämä kehitys edellyttää liikenneviranomaiselta uudenlaista toimintatapaa ja yhteistyötä kaupallisten tietopalvelujen kanssa, jotta viranomaisten ja tienpitäjien liikenteen hallinnan tavoitteet ja laajempi yhteinen tietopohja voidaan huomioida tietopalveluissa. Vuorovaikutteisen ja yhteistoiminnallisen liikenteen hallinnan toteutus edellyttää laajoja investointeja tietojärjestelmiin, mutta toisaalta mahdollistaa pitkällä tähtäimellä tiettyjen tienvarsilaitteiden ja opasteiden korvaamisen digitaalisilla palveluilla. Uusien tarjolla olevien datalähteiden hyödyntäminen parantaa huomattavasti viranomaisten ajantasaista tilannekuvaa, mutta se edellyttää myös investointeja tiedon analytiikkaan. Analytiikan kehittäminen tulee tehdä tarkemman selvityksen pohjalta. Tämän lisäksi myös viranomaislähtöisen datan laadun hallintaa tulee systematisoida ja pyrkiä laadun jatkuvaan parantamiseen, jotta se täyttää uusien sovellusten ja esimerkiksi automaattiajoneuvojen toimintaympäristöjen vaatimukset.			
Asiasanat (YSA:n mukaan) Liikenteenohjaus, automaatio			
	ISBN (PDF) 978-952-314-765-2		ISSN (verkojulkaisu) 2242-2854
www www.ely-keskus.fi/julkaisut www.doria.fi	URN URN:ISBN:978-952-314-765-2	Kieli Suomi	Sivumäärä 89
Julkaisun myynti/jakaja			
Kustannuspaikka ja aika Helsinki		Painotalo	

PRESENTATIONSBLAD

Publikationens serie och nummer Rapporter 7/2019					
Ansvarsområde Trafik och infrastruktur					
Författare Tomi Laine Risto Kulmala Sakari Lindholm Inna Berg Matti Huju		Publiceringsdatum April 2019			
		Utgivare Förläggare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland			
		Projektets finansör uppdragsgivare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland, Helsingforsregionens trafik (HRT)			
Publikationens titel Helsingin seudun pääväylien liikenteen hallinta 2030 Selvitys teknologian kehittymisen tuomista tarpeista ja mahdollisuuksista (Trafikledning på Helsingforsregionens huvudvägar 2030 , En studie av behov och möjligheter till följd av teknologiutvecklingen)					
Sammandrag Automationen av trafik och självkörande bilar utvecklas snabbt och olika tillämpningar kommer att finnas på marknaden redan i början av 2020-talet. Tillämpningarna tas först i bruk på begränsade områden, men då tekniska lösningar som sensorer och artificiell intelligens blir bättre och billigare samt infrastrukturen möjliggör självkörande, kommer tillämpningarna att tas i bredare bruk i transportsystemet. På grund av att det finska bilbeståndet förnyas i mycket långsam takt kommer automation av hög grad mycket långsamt in i bilbeståndet. För att nå samhällseliga effekter med stor inverkan rekommenderas att Helsingforsregionens vägghållare och andra trafikmyndigheter främjar ett snabbt ibruktagande av de bästa tillämpningarna för självkörande i regionens transportsystem genom ett gemensamt regionalt pilot- och investeringsprogram. C-ITS det vill säga kooperativ ITS, uppkopplade och samverkande system, kan ses som ett viktigt utvecklingssteg på vägen mot automation i trafiken. Tillämpningar av C-ITS, som grundar sig på snabb kommunikation mellan fordon (V2V) eller fordon och infrastruktur (V2I) torde komma ut på marknaden redan 2019 och lär bli vanligare relativt snabbt under 2020-talet med hjälp av apparatur som går att installera i bilen i efterhand och mobilapplikationer. För Helsingforsregionens trafikmyndigheter är de mest intressanta tillämpningarna inom C-ITS fartbegränsningsinformation till fordonet, varning för rödljuskörning och skydd av sårbara trafikanter. Ibruktagande av dessa tillämpningar bör främjas genom pilotprojekt. Då tekniken utvecklas flyttar trafikstyrningen och trafikinformationen direkt in i fordonet. Den här utvecklingen kräver ett nytt tillvägagångssätt av trafikmyndigheterna och samarbete med kommersiella informationstjänsteleverantörer. Då kan myndigheters och vägghållares mål för trafikledning och den bredare gemensamma informationsgrunden tas i beaktande i informationstjänsterna. Genomförande av en interaktiv och kooperativ trafikledning kräver stora investeringar i informationssystem, men kan på längre sikt minska behovet av fysisk vägutrustning då en del av den kan ersättas av digitala tjänster. Utnyttjandet av tillgängliga nya informationskällor förbättrar avsevärt myndigheternas lägesbild av trafiken, men samtidigt kräver det investeringar i data-analys. Utvecklingen av analytiken kräver en mer detaljerad utredning. Därtill bör kvaliteten av data som har producerats av myndigheter systematiskt följas upp och konstant förbättras, så att den möter de krav som nya tillämpningar för C-ITS och självkörande fordon ställer.					
Nyckelord (enligt Allärs) Trafikledning, automation					
		ISBN (PDF) 978-952-314-765-2	ISSN-L	ISSN (webbpublikation) 2242-2854	
www www.ely-centralen.fi/publikationer www.doria.fi		URN URN:ISBN:978-952-314-765-2		Språk Finska	Sidantal 89
Förläggningsort och datum Helsingfors			Tryckeri		

DOCUMENTATION PAGE

Publication serie and number Reports 7/2019				
Publication serie and number Transport and Infrastructure				
Author(s) Tomi Laine Risto Kulmala Sakari Lindholm Inna Berg Matti Huju		Date April 2019		
		Publisher Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Uusimaa		
		Financier/commissioner Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Uusimaa, Helsinki Region Transport (HSL)		
Title of publication Helsingin seudun pääväylien liikenteen hallinta 2030 , Selvitys teknologian kehittymisen tuomista tarpeista ja mahdollisuuksista (Traffic management on the main highways of Helsinki Region in 2030 , Assessment of the needs and possibilities brought by technological change)				
<p>Traffic automation is moving on fast and automated driving applications will be launched in the early 2020s. Applications will first be deployed in dedicated areas, but as technical solutions such as sensors and artificial intelligence improve and become less expensive, they will be deployed more extensively. Due to the slow vehicle renewal pace, the high-level automation applications enter the car fleet slowly. In order to achieve significant impact on society, it is recommended that the road keepers of the Helsinki Region and other transport authorities promote rapid deployment of the best automation applications in the regional transport system by a joint regional piloting and investment programme.</p> <p>C-ITS, or cooperative driving, can be seen as an important development in traffic automation. C-ITS applications, based on vehicle-to-vehicle (V2V) or vehicle-to-infrastructure (V2I) data exchange, have been estimated to enter the market already in 2019 and will become common reasonably fast in the 2020s through retrofitting and mobile applications. From the point of view of the transport authorities of the Helsinki region, the most interesting applications, which should be promoted through experimentation, were defined as speed limiting information to the vehicle, red light violation warning and vulnerable road user protection.</p> <p>As the technology evolves, the traffic control and traffic information are transmitted directly to the vehicle. This development requires the transport authority to adopt a new approach and cooperation with commercial information service providers in order to take into account the traffic management objectives of the authorities and the wider common situational data base in information services. The implementation of co-operative traffic management requires investments in ITS systems, but on the longer run enable replacement of certain roadside equipment and signage with digital services.</p> <p>New data sources greatly improve the situational awareness of the authorities, but it also requires investment in data analytics. Analytics should be developed on the basis of a more detailed analysis. In addition, the quality of data produced by road authority should be systematically measured and managed in order to fulfil the needs of new applications and automated vehicles.</p>				
Keywords Traffic management, automation				
	ISBN (PDF) 978-952-314-765-2	ISSN-L		ISSN (online) 2242-2854
www www.ely-keskus.fi/julkaisut www.doria.fi	URN URN:ISBN:978-952-314-765-2	Language Finnish	Number of pages 89	
Place of publication and date Helsinki		Printing place		

RAPORTTEJA 7 | 2019

HELSINGIN SEUDUN PÄÄVÄYLIEN LIIKENTEEEN HALLINTA 2030

SELVITYS TEKNOLOGIAN KEHITTÄMISEN TUOMISTA TARPEISTA JA MAHDOLLISUUKSISTA

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus

ISBN 978-952-314-765-2 (PDF)

ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)

URN:ISBN:978-952-314-765-2

www.doria.fi/ely-keskus | www.ely-keskus.fi