Tampereen yliopisto

Ville Lepola

LIIKENTEEN JA AJOKELIN OLOSUHDETIETOJEN JA YHTEISTOIMINNALLISTEN ÄLYLIIKENNEJÄRJESTELMIEN (C-ITS) HYÖDYNTÄMINEN OPERATIIVISESSA TIELIIKENTEENOHJAUKSESSA SUOMESSA

Diplomityö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Tarkastaja: Lehtori Markus Pöllänen
Tarkastaja: Professori Heikki Liimatainen
Toukokuu 2025

TIIVISTELMÄ

Ville Lepola: Liikenteen ja ajokelin olosuhdetietojen ja yhteistoiminnallisten älyliikennejärjestelmien (C-ITS) hyödyntäminen operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa Suomessa
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Rakennustekniikka
Toukokuu 2025

Tässä diplomityössä tutkittiin Fintraffic Tie Oy:n toimeksiannosta, kuinka uusia liikenteen ja ajokelin olosuhdetietoja ja C-ITS-järjestelmiä voitaisiin hyödyntää Fintrafficin operatiivisen tieliikenteenohjauksen toiminnassa Suomessa. Työn aiheen taustalla on muun muassa Euroopan unionin tavoite parantaa C-ITS-järjestelmillä eli yhteistoiminnallisilla älyliikennejärjestelmillä tieliikenteen turvallisuutta, sujuvuutta ja palvelujen luotettavuutta sekä vähentää liikenteestä syntyviä päästöjä. Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy:n visiona vuodelle 2030 on, että Suomessa olisi maailman turvallisin, sujuvin ja ympäristöystävällisin liikenne.

Työtä ohjaa neljä tutkimuskysymystä, joista ensimmäisellä tutkitaan, millaista liikenteen olosuhdetietoa olisi hyödyllistä kyetä välittämään tieliikennekeskuksista ajoneuvoihin ja tielläliikkujille. Toisen tutkimuskysymyksen avulla selvitetään, millaista liikenteen olosuhdetietoa olisi vastaavasti hyödyllistä saada ajoneuvoista tai tielläliikkujilta operatiivisen tieliikenteenohjaustyön tueksi. Kolmannella tutkimuskysymyksellä haetaan vastausta siihen, mitkä olisivat kelluvan ajoneuvodatan ja C-ITS-järjestelmien tuottaman datan suurimmat hyödyt operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa. Neljännellä tutkimuskysymyksellä tutkitaan, millaisia muutoksia kelluva ajoneuvodata ja C-ITS-järjestelmät vaatisivat operatiivisen tieliikenteenohjauksen käyttöliittymältä ja toimintamalleilta.

Työssä tarkastellaan kirjallisuustutkimuksen avulla muun muassa Suomen tieliikennejärjestelmää, yhteistoiminnallisia älyliikennejärjestelmiä (C-ITS), liikenteen turvatietopalveluita (SRTI) ja tosiaikaisia liikennetietoja (RTTI) sekä aihepiiriin liittyvää lainsäädäntöä ja eurooppalaisia verrokkikohteita. Työssä kerätty uusi aineisto perustuu yhdeksään asiantuntijahaastatteluun, jotka on toteutettu puolistrukturoituina teemahaastatteluina.

Tutkimuksessa havaittiin, että SRTI- ja RTTI-asetuksissa määritetyt tietolajit ovat pitkälti yhtenevät niiden tietolajien kanssa, joiden haastattelututkimuksessa katsottiin olevan hyödyllisimpiä välittää tieliikennekeskuksista eteenpäin. Vastaavasti operatiivisen tieliikenteenohjaustyön kannalta nähtiin hyödyllisenä mahdollisuus kohdentaa liikennetietoa, ajokelitietoa, varoituksia ja tiedotteita maantieteellisesti niihin ajoneuvoihin, joita tieto kulloinkin koskettaa. Haastattelututkimuksessa katsottiin, että SRTI- ja RTTI-asetuksien tietolajien välittämisen lisäksi operatiivisessa tieliikenteenohjaustyössä olisi hyödyllistä tarjota vaihtoehtoisia reittejä ajoneuvon kuljettajalle liikenteen häiriötilanteissa.

Kelluvan ajoneuvodatan ja C-ITS-järjestelmien tuottaman datan suurimpien hyötyjen operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa katsottiin haastattelututkimuksessa olevan tiedonvälityksen nopeutuminen, liikenteen ja ajokelin tilannekuvan laajeneminen ja skaalautuminen nykyistä laajemmaksi, tietyövaroitusten kohdistaminen suoraan ajoneuvoyksiköihin, liikennetilanteeseen perustuvat reittiehdotukset, tiedon määrämuotoisuuden ja tuoreuden takaava standardi sekä mahdollisuus verrata ajoneuvoista saatavaa ajokelitietoa nykyisen tiesääasemaverkon tuottamaan tietoon. C-ITS-järjestelmät tulisivat haastateltavien arvioiden mukaan kuitenkin vaatimaan operatiivisen tieliikenteenohjauksen käyttöliittymältä ja toimintamalleilta muutoksia datan jalostuksessa, automatiikassa ja prosessinkuvauksessa.

Avainsanat: yhteistoiminnalliset älyliikennejärjestelmät, C-ITS, SRTI, RTTI, operatiivinen tieliikenteenohjaus, liikenteenhallintakeskus, tieliikennekeskus, liikenteen olosuhdetiedot, ajokeli, kelluva ajoneuvodata, FCD

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

ABSTRACT

Ville Lepola: Utilization of traffic and driving conditions information and C-ITS in operational road traffic management in Finland
Master's Thesis
Tampere University
Civil Engineering
May 2025

The purpose of this thesis, commissioned by Fintraffic Road Ltd, was to study how new traffic and driving conditions information and Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS) could be utilized in Fintraffic's operational road traffic management in Finland. The background of this thesis includes the goal set by European Union of improving road traffic in terms of safety, flow of traffic, reliability of services and emissions by utilizing C-ITS. According to the vision set by Traffic Management Company Fintraffic Ltd, Finland would have the safest, smoothest and most environmentally friendly traffic in the world by the year 2030.

This thesis is led by four research questions, the first of which researches what kind of traffic conditions information would be useful to be able to transmit from road management centres to vehicles and road users. The second research question is used to find out what kind of traffic conditions information would correspondingly be useful to acquire from vehicles or road users in order to support operational road traffic management work. The third research question is used to find out what would be the biggest advantages of Floating Car Data (FCD) and data produced by C-ITS in operational road traffic management. The fourth research question researches what kind of changes FCD and C-ITS would require from the user interface and methods used in operational road traffic management.

In this thesis, literary research is used to study topics such as Finnish road transport system, C-ITS, Safety-Related Traffic Information (SRTI) services, Real Time Traffic Information (RTTI) and topic-related legislation and European practices. The new material gathered in this thesis is based on nine expert interviews which were carried out as semi-structured theme interviews.

It was discovered in the research that data types defined in SRTI and RTTI regulation are mainly similar to data types which were seen in the expert interviews to be the most useful data types to be transmitted from road traffic management centres. From operational road traffic management's perspective, it was seen to be useful to have the possibility of directing traffic and driving conditions information, warnings and announcements specifically to vehicles in a certain area. The expert interviewees also found it useful in operational road traffic management to be able to provide alternative route information to drivers of vehicles during traffic disturbances.

The results of the expert interviews suggest that the greatest advantages of data produced by FCD and C-ITS, from the perspective of operational road traffic management, are quickening communication, expanding and scalability of the traffic and driving conditions related situation awareness, ability to send roadwork warnings directly to On-Board Units (OBU), traffic situation based route suggestions, having a standard that guarantees the data to be current and in a specified form and having an option to compare driving conditions data from vehicles to data produced by the current road weather station network. According to the interviewees, C-ITS will however require changes in the user interface and methods of operational road traffic management in terms of data processing, automation and process description.

Keywords: Cooperative Intelligent Transport Systems, C-ITS, SRTI, RTTI, operational road traffic management, traffic management centre, traffic conditions information, driving conditions information, Floating Car Data, FCD

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin Originality Check service.

TEKOÄLYN KÄYTTÖ OPINNÄYTTEESSÄ

Opinnäytteessäni on käytetty tekoälysovelluksia:

☒ Ei
☐ Kyllä

Olen tietoinen siitä, että olen täysin vastuussa koko opinnäytteeni sisällöstä, mukaan lukien osat, joissa on hyödynnetty tekoälyä, ja hyväksyn vastuun mahdollisista eettisten ohjeiden rikkomuksista.

ALKUSANAT

Tämän diplomityön tavoitteena oli selvittää Fintraffic Tie Oy:n toimeksiannosta, kuinka uusia liikenteen ja ajokelin olosuhdetietoja ja C-ITS-järjestelmiä voitaisiin hyödyntää Fintrafficin operatiivisen tieliikenteenohjauksen toiminnassa Suomessa. Tämä työ tehtiin osana Tampereen yliopiston rakennustekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelmaa liikenne- ja kuljetusjärjestelmien pääaineessa.

Työtä ohjasivat Tampereen yliopistosta Markus Pöllänen, Riku Viri (vuoden 2024 loppuun asti) ja Heikki Liimatainen (vuodesta 2025 alkaen). Fintraffic Tie Oy:stä työtä ohjasi Tuuli Salonen. Kiitän työni ohjaajia matalan kynnyksen ja säännöllisen avun tarjoamisesta tämän työn eri vaiheissa. Kiitän myös työn haastatteluosioon osallistuneita ja erityisesti Fintraffic Tie Oy:n Olli Rossia ja Jani Kariniemeä osuvista vinkeistä hyödyllisisiin lähdeaineistoihin.

Opiskeluajat tarjosivat laaja-alaisen katsauksen liikenne- ja infra-alaan, mutta opintojen edetessä valkeni jatkuvasti, kuinka rajallista yksittäisen ihmisen tietäväisyys lopulta on. Opiskeluvuodet kiteytyvät loppujen lopuksi itseensä tutustumiseen ja ihmisenä kasvamiseen yrityksen ja erehdyksen sekä pettymysten ja onnistumisten kautta. Näissä prosesseissa perhe, ystävät, työkaverit ja ennen kaikkea opiskelukaverit ovat toimineet korvaamattoman arvokkaana peilinä.

Kärkölässä, 1.5.2025

Ville Lepola

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO 1
1.1 Tutkimuksen tausta 1
1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset 3
1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen rakenne 4
2. SUOMEN TIELIIKENNEJÄRJESTELMÄ 6
2.1 Tieliikennejärjestelmän historiaa lyhyesti 8
2.2 Tieliikennejärjestelmän organisaatioita ja niiden roolit 9
2.3 Tieliikenteen hallinta 11
2.4 Tieliikenteen ohjaus 12
3. C-ITS JA AJONEUVOJEN TUOTTAMA DATA 13
3.1 Määritelmät ja taustaa 13
3.1.1 C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) 13
3.1.2 Day 1 ja Day 1.5 -palvelut 14
3.1.3 SRTI (Safety-Related Traffic Information) 16
3.1.4 RTTI (Real Time Traffic Information) 16
3.1.5 DfRS (Data for Road Safety) 19
3.1.6 ITS-direktiivi 20
3.2 Ajoneuvojen tuottama data 21
3.3 Kehitys ja nykytila Suomessa 23
3.4 Verrokkikohteet ulkomailla 27
3.5 Tulevaisuudennäkymät 29
4. HAASTATTELUTUTKIMUS 31
4.1 Haastattelututkimuksen toteutus 31
4.2 Haastatteluja pohjustavat kysymykset 32
4.3 Haastattelujen tulokset 33
4.3.1 Jani Laiho / Fintraffic Tie 33
4.3.2 Olli Rossi / Fintraffic Tie 35
4.3.3 Ilkka Kotilainen / Traficon Oy 38
4.3.4 Jani Kariniemi / Fintraffic Tie 40
4.3.5 Risto Kulmala / Traficon Oy 41
4.3.6 Jouni Rantanen / Sitowise Oyj 42
4.3.7 Jukka Oikarinen / Fintraffic Tie 44
4.3.8 Juho Anttonen / Fintraffic Tie 46
4.3.9 Mika Jaatinen / Fintraffic Tie 49
4.4 Haastattelujen tulosten yhteenveto 52
5. HAASTATTELUTULOSTEN JA KIRJALLISUUSTUTKIMUKSEN TULOSTEN YHTEYS 65
6. PÄÄTELMÄT 68
6.1 Tutkimuksen tulokset 68
6.2 Johtopäätökset ja suositukset 69

6.3 Työn arviointi 69
6.4 Mahdollisia jatkotutkimussuuntia 70
LÄHTEET.....72
LIITE A: OPINNÄYTETUTKIMUKSEN TIETOSUOJAILMOITUS.....78

LYHENTEET, MERKINNÄT JA KÄSITTEET

ADAS	Advanced Driver Assistance Systems, edistykselliset kuljettajaa avustavat järjestelmät
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport Systems; yhteistoiminnalliset älyliikennejärjestelmät, vuorovaikutteiset älykkäät liikennejärjestelmät
DFRS	Data for Road Safety, voimassa olevan EU-lainsäädännön toimeenpanoa liikenneturvallisuustiedon saantiin liittyvissä asioissa tukeva ekosysteemi
Digitraffic	Fintrafficin tuottama palvelu, joka tarjoaa ajantasaista liikennetietoa avoimena datana eri liikennemuodoista
EU CCMS	EU C-ITS Credential Management System, Euroopan unionin C-ITS-järjestelmien turvatunnusten hallintajärjestelmä
FCD	Floating Car Data, kelluva ajoneuvodata
Fintraffic Tie	Fintraffic Tie Oy, tieliikenteen ohjauksesta ja hallinnasta Suomessa vastaava Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy:n tytäryhtiö
GDPR	General Data Protection Regulation, yleinen tietosuoja-asetus
HSL	Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä
I2I	Infrastructure-to-infrastructure, infrastruktuurien välinen viestintä
I2V	Infrastructure to Vehicle, infrastruktuurin ja ajoneuvon välinen viestintä
IoT	Internet of Things, esineiden internet
IoV	Internet of Vehicles, ajoneuvojen internet
ITS	Intelligent Transport Systems, älyliikennejärjestelmät Intelligent Transport Systems and services, älyliikennejärjestelmät ja -palvelut
ITS-G5	5,9 gigahertsin taajuudella toimiva lyhyen kantaman viestintästandardi
LAM-piste	Liikenteen automaattinen mittausasema
Liikennekaari	Laki liikenteen palveluista 24.5.2017/320
NAP	National Access Point, kansallinen yhteyspiste
OBU	On-Board Unit, ajoneuvoyksikkö
ODD	Operational Design Domain, automaattisten ajoneuvojen suunniteltu toimintaympäristö
RDS	Radio Data System, FM-radiovastaanottimia hyödyntävä datan lähetystekniikka
RSE	Road-Side Equipment; tienvarsilaitteisto, tienvarsilaite
RTTI	Real Time Traffic Information, tosiaikaiset liikennetiedot
SRTI	Safety-Related Traffic Information, liikenteen turvatietopalvelut
TEN-T	Trans European Transport Network, Euroopan laajuinen liikenneverkko
TLOIK	Tieliikenteenohjauksen integroitu käyttöliittymä
TMC	Traffic Message Channel, mm. tietyö- ja onnettomuustietoa RDS:n avulla välittävä palvelu
TSA	Tiesääasema
Traficom	Liikenne- ja viestintävirasto Traficom
V2I	Vehicle to Infrastructure, ajoneuvon ja infrastruktuurin välinen viestintä
V2V	Vehicle to Vehicle, ajoneuvojen välinen viestintä
V2X	Vehicle to everything communications, ajoneuvon ja ympäristön välinen viestintä

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Suomessa pyritään maailman turvallisimpaan, sujuvimpaan ja ympäristöystävällisimpään liikenteeseen vuoteen 2030 mennessä. Valtion liikenteenohjausyhtiön, Fintrafficin, asettaman vision saavuttamista edistävät muun muassa autonomiaa hyödyntävät liikennevälineet, toimivat matkaketjut eri liikennemuotojen välillä sekä saatavilla olevaa liikennetietoa hyödyntävä liikenteen ekosysteemi. (Fintraffic 2023c)

Yhtenä keskeisenä keinona vision saavuttamisessa voisivat toimia yhteistoiminnalliset älyliikennejärjestelmät, englanniksi Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS), joilla tarkoitetaan erästä ITS-palvelujen luokkaa sekä teknologioita ja standardeja, jotka mahdollistavat ajoneuvojen keskinäisen vuorovaikutuksen ja vuorovaikutuksen ympärillä olevan tieinfrastruktuurin kanssa (Asetus C/2019/1789, perustelut; Swarco 2025). Euroopan unionin tasolla maanteiden huonosta välityskyvystä koituu paljon välillisiä kustannuksia, eikä liikenneonnettomuuksissa kuolleiden määrää ole saatu vähennettyä riittävästi tavoiteaikatauluun nähden (Asetus C/2019/1789, perustelut). C-ITS-järjestelmien avulla Euroopan unionissa pyritään parantamaan muun muassa tieliikenteen turvallisuutta, sujuvuutta ja palvelujen luotettavuutta sekä esimerkiksi vähentämään liikenteen päästöjä (Asetus C/2019/1789, perustelut).

Ajoneuvojen vuorovaikutuksen ympäröivän infrastruktuurin, tielläliikkujien ja toisten ajoneuvojen kanssa katsotaan voivan vähentää huomattavasti ihmisten tekemistä virheistä johtuvia onnettomuuksia (C-Roads 2021). C-ITS:ää kohtaan asetetut odotukset liikenneturvallisuuden parantumisesta ovat linjassa EU:n niin sanotun nollavision kanssa, jonka tavoitteena on estää jokainen tieliikennekuolema vuoteen 2050 mennessä ja johon Suomi on sitoutunut ensimmäistä kertaa jo vuonna 2001 – myös vakavien loukkaantumisten nollatavoitteen osalta (Rekola 2022, s. 26).

Liikenne- ja viestintäministeriön liikenneturvallisuusstrategiassa vuosille 2022–2026 linjataan seitsemän strategista linjausta, joista yksi on ”Teknologinen kehitys tuo turvallisuutta”. Tällä linjauksella pyritään siihen, että liikenneturvallisuus paranisi automaation ja teknologisen kehityksen myötä. Linjaukseen liittyvä eräs merkittävä toimenpide on määritelty seuraavasti: ”Edistetään toimintamallia, jossa älykkäästä liikenneinfrastruktuurista ja kulkuneuvoista mitatusta sää- ja kelitiedosta tuotetaan reaaliaikaista ja ennakoivaa olosuhdetilannekuvaa muutaman kymmenen metrin tarkkuudella tie-, vesi- ja raideliikenteen tarpeisiin.” (Rekola 2022, s. 18)

Euroopan unionin hiilidioksidipäästöistä noin 20 % aiheutuu tieliikenteestä. EU:n tavoitteena on olla ilmastoneutraali viimeistään vuonna 2050. Ennen sitä EU tavoittelee vuoteen 2030 mennessä 55 %:n päästövähennyksiä henkilöautoilussa vuoteen 2021 verrattuna. Osana näitä pyrkimyksiä EU on päättänyt kieltää uusien bensiini- ja dieselmoottoristen henkilö- ja pakettiautojen, jotka tuottavat hiilidioksidipäästöjä, tuonnin markkinoilleen vuodesta 2035 alkaen. Polttomoottoriajoneuvoja, joiden käyttövoimana ovat vedystä sähkön avulla synteettisesti valmistetut sähköpolttoaineet, olisi päästöttömyytensä ansiosta kuitenkin yhä mahdollista tuoda markkinoille. (Euroopan parlamentti 2023)

Tämän diplomityön toimeksiantaja on Suomen tieliikenteen ohjauksesta ja hallinnasta vastaava Fintraffic Tie Oy, joka on Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy:n tytäryhtiö. Työn toimeksiantajan tahtotilana on selvittää, kuinka uusia liikenteen ja ajokelin olosuhdetietoja ja C-ITS-järjestelmiä voitaisiin hyödyntää Fintrafficin operatiivisen tieliikenteenohjauksen toiminnassa Suomessa. Toimeksiantajan pyrkimyksenä on myös kehittää tieliikenteen ohjausta reaktiivisesta nykyistä ennustavampaan suuntaan, esimerkiksi yhdistämällä tekoälyä menneisyyden liikennevirtojen analysointiin. Tämän työn seuraavassa alaluvussa esiteltävät tutkimuskysymykset ovat linjassa näiden tavoitteiden kanssa. Laajemmassa liikennejärjestelmän kontekstissa tavoitteena on liikennejärjestelmän välityskyvyn parantaminen liikenteen kysyntäpiikkien tasoittamisella ilman merkittäviä investointeja infrastruktuuriin. Esimerkiksi Yhdysvalloissa on havaittu, ettei moottoriteiden välityskykyä kasvattavilla infrastruktuuri-investoinneilla juuri kyetä pitkällä aikajänteellä torjumaan niiden ruuhkautumista (Dutzik et al. 2017, s. 8–9).

Tällä hetkellä varmennettu tieto maantieverkolla vallitsevista keliolosuhteista ja liikenteen sujuvuudesta perustuu lähinnä pistemäisiin tiedonlähteisiin kuten tiesääasemiin, liikenteen automaattisiin mittausasemiin (LAM-pisteet) ja kelikameroihin. Olosuhdetiedon keräämistä koeajoneuvojen avulla on pilotoitu ainakin vuosina 2016–2018 (Haavasoja 2018), mutta pysyviä toimintamalleja ei ole pilottien jäljiltä muodostunut. Tiedon pistemäisen luonteen takia mittaustulos tai havainto ei välttämättä anna todenmukaista kuvaa tieosalla tai tiellä laajemmin vallitsevasta keli- ja liikennetilanteesta. Nykyisten liikenteenhallintaa ja maanteiden hoitoa palvelevien sähköisten tienvarsilaitteiden verkosto kattaa päätiestön hyvin ja riittää pitkän aikajänteen tilastointitarkoituksiin, mutta pistemäisyys on ongelmallista erityisesti tieosuuksilla, joille on asennettu vaihtuva nopeusrajoitusjärjestelmä. Esimerkiksi hyvin paikallinen sää- tai ajokeli-ilmiö tiesääaseman ympäristössä voi aiheuttaa nopeusrajoituksen muutoksen, joka ei kauempana tiesääasemasta vastaa vallitsevia olosuhteita. Teleoperaattorien jakaman solupaikannus- ja liikkumistiedon hyödyntämistä on hiljattain alettu selvittää myös tieliikenteen tilastointitarkoituksiin (Fintraffic

2023h). Nämä tietolajit eivät kuitenkaan ole reaaliaikaisia eivätkä siten suoraan sovellu operatiivisen tieliikenteenohjauksen tarpeisiin.

Operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa onkin tarvetta kattavammalle kokonaiskuvalle, jossa tiellä liikkujien tuottama joukkoistettu keliolosuhde- ja liikenteen sujuvuustieto on avainasemassa. Tällä hetkellä haasteena on datan pirstaleisuus ja saatavuus. Datan hyödyntämisessä täytyy lisäksi varmistaa, ettei se ole liian yksilöivää yksityisyyden suojan kannalta. Yksityisyyden suojan aihepiiriin liittyen EU:ssa onkin säädetty vuonna 2016 yleinen tietosuoja-asetus (General Data Protection Regulation, GDPR) (Asetus 2016/679).

1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tämän diplomityön tavoitteena on selvittää, kuinka uusia liikenteen ja ajokelin olosuhdetietoja ja C-ITS-järjestelmiä voitaisiin hyödyntää Fintrafficin operatiivisen tieliikenteenohjauksen toiminnassa Suomessa. Operatiivisen tieliikenteenohjauksen toiminta käsittää tässä työssä ainakin liikenteenohjauksen, maantieliikenteen ja ajokelin tilannekuvan ylläpidon sekä tiedottamisen maantieliikenteen häiriöistä ja tietöistä.

Työtä ohjaavat seuraavat neljä tutkimuskysymystä:

- Millaista liikenteen olosuhdetietoa olisi hyödyllistä kyetä välittämään tieliikennekeskuksista ajoneuvoihin ja tiellä liikkujille?
- Millaista liikenteen olosuhdetietoa olisi liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyön kannalta hyödyllistä saada suoraan ajoneuvoista tai tiellä liikkujilta?
- Mitkä olisivat kelluvan ajoneuvodatan ja C-ITS-järjestelmien tuottaman datan suurimmat hyödyt operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa?
- Millaisia muutoksia kelluva ajoneuvodata ja C-ITS-järjestelmät vaatisivat operatiivisen tieliikenteenohjauksen käyttöliittymältä ja toimintamalleilta?

Ensimmäisellä tutkimuskysymyksellä pyritään hakemaan vastausta siihen, millainen Fintrafficin tieliikenteenohjauksesta saatava tieto hyödyttäisi loppukäyttäjiä. Tutkimuskysymykseen vastataan haastatteluaineiston ja kirjallisuustutkimuksen avulla.

Toisella tutkimuskysymyksellä pyritään selvittämään erityisesti Fintrafficin tieliikenteenohjauksen näkökulmasta, millainen ajoneuvoista tai tiellä liikkujilta saatava liikenteen olosuhdetieto hyödyttäisi puolestaan operatiivista tieliikenteenohjaustyötä. Tutkimuskysymykseen vastataan haastatteluaineiston ja kirjallisuustutkimuksen avulla.

Kolmannella tutkimuskysymyksellä pyritään vastaamaan kysymykseen, mitkä olisivat uusien liikenteen olosuhdetietojen suurimmat hyödyt Fintrafficin tieliikenteenohjauksen näkökulmasta. Tutkimuskysymykseen vastataan ensisijaisesti haastatteluaineiston pohjalta.

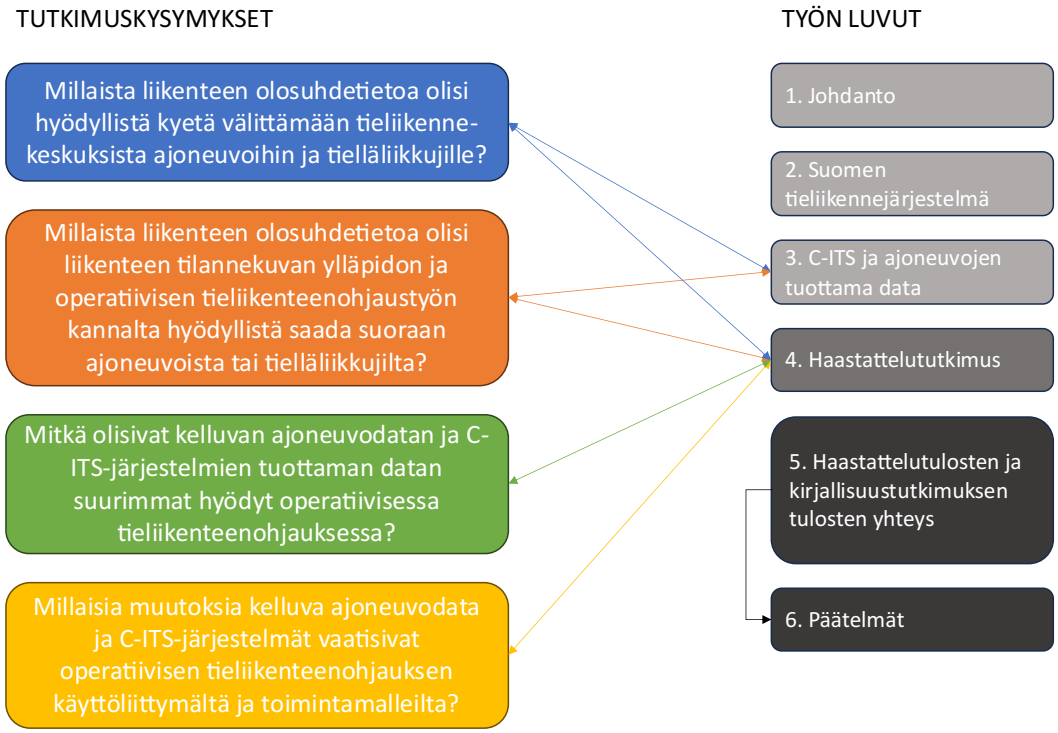
Neljännellä tutkimuskysymyksellä pyritään hakemaan vastausta kysymykseen, millä tavoin uudet liikenteen olosuhdetiedot muuttaisivat Fintrafficin tieliikenteenohjauksen käyttämää järjestelmää ja yleisesti tieliikenteenohjauksen käytäntöjä. Tutkimuskysymykseen vastataan ensisijaisesti haastatteluaineiston pohjalta.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuksen rakenne

Tämä työ on luonteeltaan kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus sekä kirjallisuustutkimuksen että haastattelututkimuksen osalta. Koska tutkimuskysymyksiin vastaamisessa hyödynnetään sekä aiheeseen liittyvää kirjallisuutta että haastattelututkimuksen tuloksia, työ edustaa laadullista monimenetelmäisyyttä. Aikahorisontiltaan tämä työ on poikittaistutkimus, sillä tässä keskitytään kuvaamaan ilmiöitä tämänhetkisestä näkökulmasta. Tosin laajimpien käsitteiden taustoituksissa on myös joitakin pitkittäistutkimuksen piirteitä, sillä asioiden nykytilaa taustoitetaan esimerkiksi aiemmalla lainsäädännöllä. Työn tilaajan organisaatiossa toteutettava laadullinen haastattelututkimus edustaa tässä yhteydessä tapaustutkimusta eli case-tutkimusta, jota kirjallisuustutkimuksen esiintuoma teoria tukee. Työssä käytetty suhtautuminen teoriaan on ennemmin nykyisen teorian laajentamista ja uuden tiedon muodostamista kuin nykyisen testaamista ja kyseenalaistamista, joten lähestymistapa on induktiivinen. Työn tekeminen yrityksen toimeksiannosta mahdollistaa myös julkisten jakelukanavien ulottumattomissa olevien aineistojen hyödyntämisen. (Saunders et al. 2019, s. 174–176, 196–199)

Tutkimusfilosofian näkökulmasta tämä työ edustaa interpretivismiä käytettyjen menetelmien (mm. induktiivinen lähestymistapa) ja aksiologian (esim. tutkijan työskentely työn toimeksiantajan organisaatiossa) osalta. Jokainen yritys on ainutlaatuinen yhdistelmä tietyllä ajanhetkellä vallitsevia olosuhteita ja eri yksilöiden välisiä vuorovaikutussuhteita, mikä on linjassa interpretivismin ontologia- ja epistemologiakäsitysten kanssa. (Saunders et al. 2019, s. 144–145, 148–149)

Kuva 1 havainnollistaa työn tutkimuskysymyksien suhdetta työn eri lukuihin. Työn neljään tutkimuskysymykseen haetaan vastauksia kirjallisuustutkimuksen ja haastattelututkimuksen pohjalta.



Kuva 1. *Työn tutkimuskysymyksien linkittyminen työn lukuihin.*

Tämän työn teoriaosuus eli luvut 2 ja 3 toteutetaan kirjallisuustutkimuksen menetelmin. Lähdemateriaalin etsimisessä hyödynnetään muun muassa Tampereen yliopiston kirjaston ylläpitämää Andor-hakupalvelua, Googlen hakukonetta sekä Suomen maanteitä ja tieliikenteen hallintaa ja ohjausta käsittelevää kirjallisuutta. Hakusanoina käytetään etenkin yhteistoiminnallisia älyliikennejärjestelmiä (C-ITS), tieliikenteen ohjausta ja hallintaa sekä aihepiiriä koskevia direktiivejä ja asetuksia. Hakusanoina käytetään sekä suomen- että englanninkielisiä termejä. Työssä hyödynnetään myös TEPA-termipankkia erikoisalojen täsmällisten termien ja määritelmien sekä niiden käännösten löytämiseksi (Sanastokeskus ry 2024). Luvussa 2 esitetään taustoitus Suomen tieliikennejärjestelmästä ja sen eri toimijoista sekä tieliikenteen hallinnasta ja ohjauksesta Suomessa. Luku 3 käsittelee C-ITS-järjestelmiä ja ajoneuvojen tuottamia liikenne- ja keliolosuhdetietoja.

Haastattelututkimukseen pohjautuvat luvut 4 ja 5 yhdistävät aiempien lukujen kirjallisuustutkimuksen työn toimeksiantajan tahtotilaan tutkia operatiivisen liikenteenohjauksen kehitysmahdollisuuksia. Luvussa 4 esitetään muun muassa haastattelututkimuksen tarkempi sisältö, toteutustapa ja haastattelujen tulokset. Luvussa 5 esitetään haastattelujen yhteenvedon yhteys aiempien lukujen kirjallisuustutkimuksessa esitettyyn teoriaan. Lopuksi viimeisessä eli kuudennessa luvussa arvioidaan työn onnistumista tutkimuksen tulosten ja tutkimusmenetelmien valinnan näkökulmasta, käsitellään työn johtopäätökset ja suositukset sekä pohditaan mahdollisia jatkotutkimuksen kohteita.

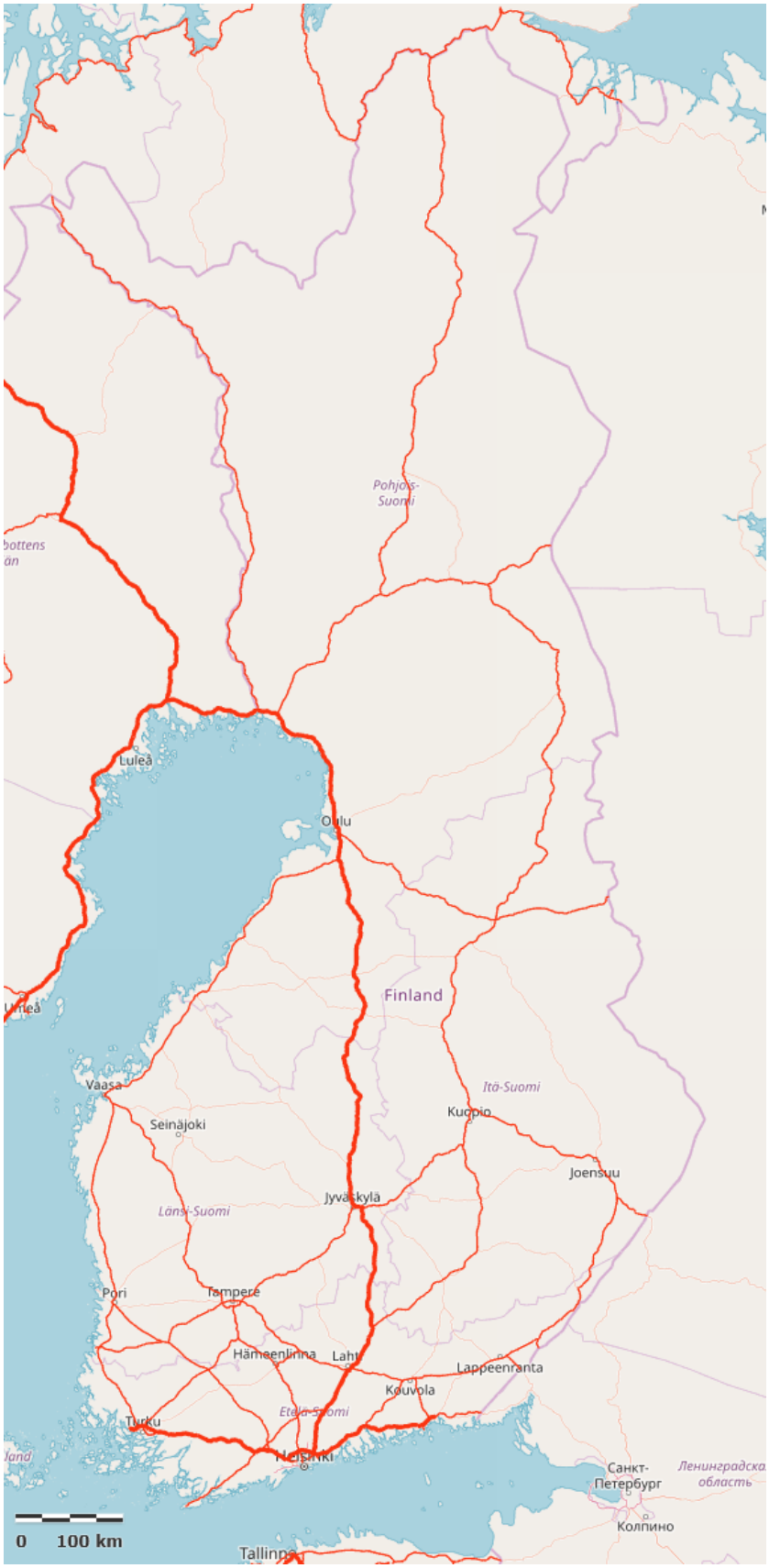
2. SUOMEN TIELIIKENNEJÄRJESTELMÄ

Liikennejärjestelmä voidaan määritellä kaikkien liikennemuotojen liikenneväylien, liikenneväylärakenteiden sekä henkilö- ja tavaraliikenteen ja niihin liittyvien palveluiden muodostamaksi kokonaisuudeksi (ELY-keskus 2025). Tämän työn rajauksena on tieliikennejärjestelmä, joten oheista liikennejärjestelmän määritelmää sovelletaan jatkossa tieliikenteeseen.

Suomen tieverkolla tarkoitetaan maanteiden, kuntien hallinnoimien katujen, yksityisteiden ja metsäautoteiden muodostamaa kokonaisuutta, joka on pituudeltaan yhteensä noin 454 000 kilometriä. Tästä yhteispituudesta maanteiden osuus on noin 78 000 kilometriä, kuntien hallinnoimien katujen osuus noin 26 000 kilometriä ja yksityisteiden sekä metsäautoteiden osuus noin 350 000 kilometriä. (Väylävirasto 2022)

Osa Suomen maantieverkosta kuuluu kuvan 2 esittämällä tavalla Euroopan laajuiseen liikenneverkkoon eli TEN-T:hen (Trans European Transport Network), johon kuuluu myös muiden liikennemuotojen väyliä, kaupunkisolmukohtia ja multimodaalisia rahtiterminaaleja (Väylävirasto 2025). TEN-T-verkko koostuu ydinverkosta, joka rakennetaan vuoteen 2030 mennessä, laajennetusta ydinverkosta, joka rakennetaan vuoteen 2040 mennessä sekä kattavasta verkosta, joka rakennetaan vuoteen 2050 mennessä (Traficom 2025). TEN-T-verkon rakentamisella pyritään EU:n laajuiseen kestävään ja turvalliseen liikennejärjestelmään, jossa tavarat ja ihmiset liikkuvat sujuvasti (Traficom 2025). Suomessa TEN-T-ydinverkkoon kuuluvien maanteiden kokonaispituus on 1050 kilometriä. TEN-T:n kattavaan verkkoon kuuluvien maanteiden kokonaispituus sen sijaan on 5090 kilometriä (Väylävirasto 2025).

TEN-T:n ydinverkkoon kuuluvien teiden on vuoden 2030 loppuun mennessä ja laajennettuun ydinverkkoon kuuluvien teiden vuoden 2040 loppuun mennessä täytettävä erinäisiä liikenneinfrastruktuuria koskevia vaatimuksia. Näiden teiden on näihin takarajoihin mennessä muun muassa palveltava ensisijaisesti moottoriajoneuvoliikennettä, liikenteen on yksittäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta oltava eri ajoradoille erotettu ja on varmistettava, ettei näillä teillä ole tasoliittymiä muihin teihin, rautateihin tai raitioteihin. (Asetus 2024/1679, 31 artikla 2 kohta)



Kuva 2. *TEN-T:n kattavaan verkkoon ja ydinverkkoon (vahvennettu viivatyyppi) kuuluvat maantiet Suomessa ja osittain naapurivaltioissa (Euroopan komissio 2025).*

TEN-T:n kattavan verkon teiden liikenneinfrastruktuurilta vaaditaan tiettyjen vaatimuksien täyttymistä vuoden 2050 loppuun mennessä: näiden teiden on muun muassa ensisijaisesti palveltava moottoriajoneuvoliikennettä, levähdysalueet saavat sijaita enintään sadan kilometrin etäisyydellä toisistaan ja liikkeessäpunnitusjärjestelmiä on kunkin jäsenvaltion verkossa oltava asennettuina keskimäärin 300 kilometrin välein (Asetus 2024/1679, 30 artikla 2 kohta). Liikkeessäpunnitusjärjestelmällä tarkoitetaan tiehen asennettua järjestelmää, jolla pyritään tunnistamaan painorajat ylittävät ajoneuvot tai ajoneuvoyhdistelmät (Asetus 2024/1679, 3 artikla 40 kohta). Liikenneinfrastruktuurivaatimusten lisäksi TEN-T:n kattavaan verkkoon kuuluville teille on asetettu vaatimuksia esimerkiksi tosiaikaisia liikennetietoja (RTTI) koskevassa ns. RTTI-asetuksessa, jonka edellyttämiä datatyyppejä on kattavaan verkkoon kuuluvilta teiltä saatava ennen kuin niitä edellytetään tätä vähäisemmiltä teiltä (Asetus 2022/670, 14 artikla).

Euroopan komissio voi kuitenkin jäsenvaltion pyytäessä tapauskohtaisen harkinnan jälkeen myöntää vapautuksia sekä kattavaa verkkoa että ydinverkkoa koskevista vaatimuksista. Vapautuksia voidaan myöntää muun muassa silloin, kun tien molemminsuuntainen liikennetiheys on enintään 10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, tiehen kohdistuu merkittäviä maantieteellisiä tai fyysisiä rajoitteita, vaatimuksien toteuttaminen olisi hyöty-kustannusanalyysin perusteella kannattamatonta tai ympäristölle tai sen monimuotoisuudelle aiheutuisi merkittäviä haittavaikutuksia. (Asetus 2024/1679, 30 artikla 4 kohta ja 31 artikla 6 kohta)

2.1 Tieliikennejärjestelmän historiaa lyhyesti

Suomen tieliikennejärjestelmä on alkeellisella tasolla muodostunut jo rautakaudella, kun eläinten ja ihmisten maastoa kuluttavasta vaikutuksesta syntyi polkuja. Teitä alettiin rakentaa järjestelmällisesti vasta 1700-luvun loppupuolella, johon asti tiet olivat pitkälti syntyneet vanhojen, asuinpaikkoja yhdistävien kulkureittien käytön muovaamina. Teiden rakentaminen vilkastui 1800-luvun alussa muun muassa Suomen teollistumiskehityksen ja valtion tukitoimien myötä. Kainuu, Lappi ja Karjala olivat kuitenkin vielä 1900-luvun alussa paikoin tieyhteyksien ulottumattomissa. Tienpito siirtyi valtiolle 1920-luvun alussa, jolloin myös alettiin voimakkaasti laajentamaan silloista tieverkkoa. Suomen tieverkko olikin 1960-luvun alussa jo lähellä nykyistä laajuuttaan. (Levä 1999, s. 7–8, 13; ELY-keskus 2024)

Suomalaisen järjestäytyneen tienpidon historian voidaan katsoa alkaneen vuonna 1799, jolloin perustettiin Kuninkaallinen Suomen koskenperkausjohtokunta. Johtokunnan perustamisen taustalla oli etenkin pyrkimys ehkäistä toistuvista jokien tulvimisista aiheutuneita satovahinkoja ja tarve kuivattaa soita kasvavan väestön maanviljelyksen tarpeisiin.

Vuonna 1816 keisarilliseksi muuttunut johtokunta teetti lisäksi kanavanrakennus- ja järvenlaskutöitä. Useiden hallintouudistusten jäljiltä tie- ja vesirakentaminen lopulta eriytyivät toisistaan, ja vuonna 1990 Suomen tienpidosta alkoi huolehtia Tielaitos. (Levä 1999, s. 44–47)

Vuoden 2001 Tielaitoksen hallintouudistuksen jälkeen tienpitäjänä jatkoi Tiehallinto, jolta tienpidon tehtävät siirtyivät vuonna 2010 perustetulle Liikennevirastolle. Vuonna 2010 perustettiin lisäksi nykyiset Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset eli ELY-keskukset, joille siirtyi muun muassa maanteiden rakentamiseen ja kunnossapitoon liittyviä tehtäviä. Vuoden 2019 alun hallinnonalauudistuksen yhteydessä lakkautetun Liikenneviraston toiminnot siirtyivät pääosin juuri perustettuun Väylävirastoon. Samassa yhteydessä valtion liikenteenohjaustoiminnot eriytettiin omaksi erityistehtäväkonsernikseen, jonka tämänhetkinen nimi on Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy. (Destia 2024, ELY-keskus 2024)

2.2 Tieliikennejärjestelmän organisaatioita ja niiden roolit

Väylävirasto on liikenne- ja viestintäministeriön alaisuudessa toimiva virasto. Tienpitäjänä se vastaa muun muassa valtion hallinnoimien tieväylien palvelutason ylläpidosta ja kehittämisestä sekä edistää alueiden ja elinkeinoelämän toimintaedellytyksiä. Väylävirasto edistää myös Liikenne- ja viestintävirasto Traficomin lailla liikenteen turvallisuutta ja automatisaatiota. Lisäksi Väylävirasto vastaa muun muassa ELY-keskusten toimialaohjauksesta ja tienpidon toimien yhteensovittamisesta. Väylävirasto on lisäksi mukana muun muassa valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman laatimisessa ja osallistuu alueelliseen liikennejärjestelmäsuunnitteluun yhteistyössä muiden alan toimijoiden kanssa. (Laki Väylävirastosta 2009/862)

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset eli ELY-keskukset hoitavat valtionhallinnon toimeenpano- ja kehittämistehtäviä toiminta-alueillaan (Laki elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksista 2009/897). Liikenneasioiden osalta ELY-keskukset hoitavat Lain elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksista 1 luvun 3 pykälän 8 momentin mukaan seuraavia tehtäviä: ”liikennejärjestelmän toimivuus, liikenneturvallisuus, tie- ja liikenneolot, maanteiden pito sekä julkisen liikenteen järjestäminen”.

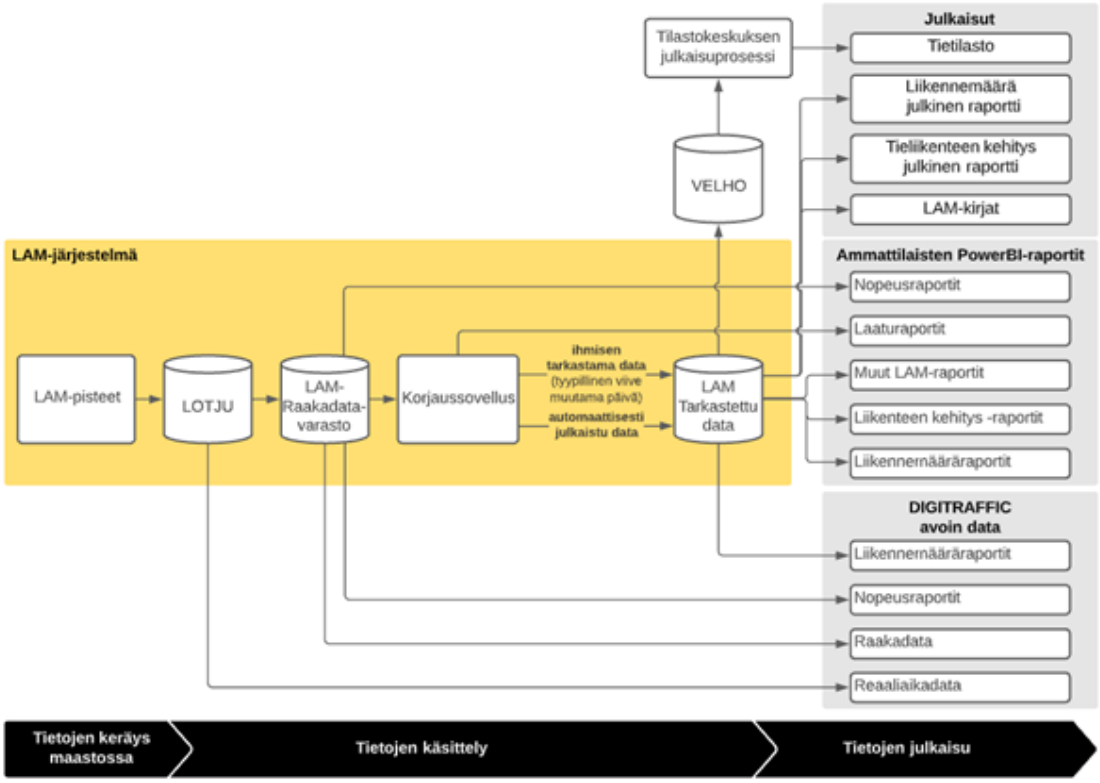
Maanteiden hoito perustuu Väyläviraston ja Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kilpailuttamiin viisivuotisiin sopimuksiin eli maanteiden hoitourakoihin, joita on yhteensä 79 kpl (Väylävirasto 2023a). Lokakuussa 2023 maanteiden hoitourakoita oli seuraavilla yrityksillä: Destia Oy, YIT Suomi Oy, Terranor Oy, Pimara Oy, Savon Kuljetus Oy ja P. Salonen Oy (Väylävirasto 2023b). Urakoitsijoiden tarjouspyyntöihin toimittamiaan tarjouksia

vertaillaan siten, että tarjoushinnalla on 60 %:n painoarvo ja laadulla 40 %:n painoarvo, joka koostuu lupauksista (15 %), testistä (12,5 %) ja tentistä (12,5 %) (Pöyhönen 2023).

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom on liikenne- ja viestintäministeriön alaisuudessa toimiva virasto, joka huolehtii muun muassa liikenteen lupa-, hyväksyntä- ja valvontatehtävistä. Sen tehtäviin kuuluu lisäksi esimerkiksi liikenteen turvallisuuden, digitalisaation ja automatisaation edistäminen, liikenteen aiheuttamien ympäristöhaittojen rajoittaminen ja liikenteen verotustehtävien hoitaminen. (Laki Liikenne- ja viestintävirastosta 2018/935)

Fintraffic Tie Oy, joka on Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy:n tytäryhtiö, vastaa tieliikenteen ohjauksesta ja hallinnasta Suomessa (Fintraffic 2023a). Keskeinen Fintraffic Tien tarjoama palvelu on tieliikennekeskuksissa tapahtuva operatiivinen liikenteenhallinta. Lisäksi se huolehtii muun muassa maantietunnelien ja muuttuvien opasteiden toimivuudesta. Myös tiesääjärjestelmien ylläpito kuuluu Fintraffic Tielle. (Fintraffic 2023b)

Fintraffic Tie myös kerää, koostaa ja julkaisee tieliikennemääriä koskevaa tietoa kuvan 3 mukaisesti (Fintraffic 2024b). Lisäksi sen vastuulla on myös muun muassa liikennevalojärjestelmiä, poliisin hyödyntämiä automaattivalvontapisteet ja rajanylityspaikkojen liikenteenhallintajärjestelmät (Fintraffic 2024c).



Kuva 3. *Liikennemäärätietojen keruu- ja julkaisuprosessi Fintraffic Tiellä (Fintraffic 2024b).*

Kotilainen, Kulmala ja Myllärinen (Kotilainen et al. 2023, s. 25) erittelevät kotimaista yhteistyötä älyliikenteen alalla mainiten, että keskeisin älyliikenteen yhteistyöfoorumi Suomessa on ITS Finland ry, johon kuuluu jäsenorganisaatioita sekä yksityiseltä että julkiselta sektorilta. Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy koordinoi liikenteen dataekosysteemiä, joka kokoaa yhteen yksityisen ja julkisen sektorin toimijoita, ja lisäksi toteuttaa ekosysteemin sisällä osakokonaisuuksia, joiden ympärille ei muodostuisi liiketoimintaa muuten (Kotilainen et al. 2023, s. 25).

Liikenteen dataekosysteemin työryhmät pyrkivät muun muassa suomalaisten liikennealan toimijoiden yhteistyöhön, liikenne- ja liikkumispalveluiden tarjoamiseen sekä Suomeen että ulkomaille ja turvallisiin ja vähäpäästöisiin matka- ja kuljetusketjuihin. Dataekosysteemin kulmakiviä ovat avoimuus ja vapaaehtoisuus. (Fintraffic n.d.a)

2.3 Tieliikenteen hallinta

Älyliikennejärjestelmien ja -palveluiden terminologiaa yhteen koonneet Appel, Aakre ja Kronborg (Appel et al. 2018, s. 13) määrittelevät liikenteenhallinnan koostuvan liikenteenohjauksen lisäksi henkilö- ja tavaraliikennevirtojen kysynnänhallinnasta, liikennetiedosta ja ”muista keinoista”. Liikenteenhallinta jakautuu strategiseen liikenteenhallintaan, jolla tarkoitetaan liikenneverkolla mahdollisesti esiintyviin tilanteisiin varautumista, ja taktiseen liikenteenhallintaan, jolla viitataan jo tapahtuneiden tilanteiden koordinoituun hoitoon (Appel et al. 2018, s. 14). Näin ollen tieliikenteenhallinta toimii kattokäsitteenä tieliikenteen ohjaukselle.

Muun muassa C-ITS:ää taustoittavassa asetuksessa (Asetus C/2019/1789, liite 1, 1.2.) tarkoitettujen liikenteenhallintakeskusten tehtävää suoritetaan Suomessa suurimmilla kaupunkiseuduilla sijaitsevissa liikenteenhallintakeskuksissa. Liikenteenhallintakeskuksissa on maanteihin keskittyvien Fintrafficin tieliikennekeskusten toimintaa ja lisäksi suurimpien kaupunkiseutujen tie- ja katuverkkoon keskittyvien liikenteenhallinnan toimijoiden toimintaa.

Esimerkiksi pääkaupunkiseudulla tieliikennekeskuksen yhteydessä on myös muiden organisaatioiden liikenteenhallinnan toimintaa. Helsingin poliisilaitos on vuodesta 2009 lähtien ohjannut Pääkaupunkiseudun liikenteenhallintakeskuksessa Helsingin, Vantaan ja Espoon liikennevaloja ja vastaanottanut niihin liittyvät vikailmoitukset. Vuodesta 2016 lähtien samoissa tiloissa on toiminut myös Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n (ent. HKL eli Helsingin kaupungin liikenneliikelaitos) raitiovaunuliikenteen ohjauskeskus. Liikenteenhallintakeskuksen toiminnassa on mukana myös HSL eli Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä. (Espoon kaupunki 2023, Liikennevirasto 2016)

2.4 Tieliikenteen ohjaus

Laki liikenteen palveluista 24.5.2017/320, jäljempänä liikennekaari, velvoittaa Väyläviraston tienpitäjänä järjestämään maantieverkon tieliikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun joko itse tai hankkimaan ne ulkopuolisilta palvelun tuottajilta, jotka voivat olla julkisia tai yksityisiä (Liikennekaari 136 §). Tieliikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajan, eli tällä hetkellä Fintraffic Tien, tehtäviin kuuluvat muun muassa liikenteen tilannekuvan ylläpitäminen, onnettomuuksien ja liikenteen sujuvuuteen vaikuttavien tekijöiden tiedotus- ja ilmoituspalvelun ylläpito ja tietojen antaminen liikennettä koskevista sää- ja olosuhdetiedoista (Liikennekaari 137 §).

Appel et al. (2018, s. 75) määrittelevät liikenteenohjauksen liikennevirtojen ohjaamiseksi tiemerkinnöin, liikennemerkein, liikennevaloin ja muin lakisääteisin toimenpitein. Nämä ohjaustoimenpiteet voivat myös pistemäisemmin kohdistua esimerkiksi yksittäiseen tieosuuteen tai tiejaksoon, yksittäiseen moottoritiehen tai yksittäiseen liittymään (Appel et al. 2018, s. 88–90, 97). Tunnelin liikenteenhallinta käsittää tunnelin liikenteen hallinnan lisäksi yhteistyön eri tahojen kanssa etenkin onnettomuus- ja hätätilanteissa. (Appel et al. 2018, s. 92)

Operatiivisella tieliikenteenohjauksella tarkoitetaan liikenteenohjausjärjestelmillä ja tiedottamisella tehtävää liikenteenohjausta. Liikenteenohjausjärjestelmät käsittävät sekä tunnelikohteet että älytieosuudet eli maantiet tai maanteiden osat, joiden varrella on muun muassa vaihtuvia nopeusrajoitusmerkkejä, varoitusmerkkejä ja tiedotusopasteita. (Fintraffic 2023g)

3. C-ITS JA AJONEUVOJEN TUOTTAMA DATA

3.1 Määritelmät ja taustaa

3.1.1 C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems)

Euroopan komission asetuksessa (Asetus C/2019/1789, 2. artikla) yhteistoiminnalliset älyliikennejärjestelmät, toisin sanoen C-ITS-järjestelmät, määritellään älyliikennejärjestelmiksi, ” – – joiden avulla ITS-käyttäjät voivat olla yhteistoiminnassa vaihtamalla suojattuja ja luotettavia viestejä EU:n C-ITS-järjestelmien turvatunnusten hallintajärjestelmän avulla;”. Saman asetuksen mukaan C-ITS-yksiköllä tarkoitetaan laitteistojen ja ohjelmistojen muodostamaa kokonaisuutta, jota tarvitaan keräämään, tallentamaan, käsittelemään, vastaanottamaan ja käsittelemään aiemmin mainittuja suojattuja ja luotettavia viestejä (Asetus C/2019/1789, 2. artikla).

C-ITS-järjestelmissä välitettävät viestit on suojattu turvatunnusten hallintajärjestelmällä eli EU CCMS:llä (European Union C-ITS Security Credential Management System). C-ITS-viestien välitys tapahtuu joko kaupallisia matkapuhelinverkkoja pitkin tai erillisiä lyhyen kantaman verkkoja pitkin. Euroopan komissio on luonut turvatunnusten hallintajärjestelmän, jotta C-ITS-viestit olisivat luotettavia, varmennettuja ja eheitä. (Kynsijärvi et al. 2024)

Yhteistoiminnallisia älyliikennejärjestelmiä koskeva asetus (Asetus C/2019/1789, 2. artikla) jakaa C-ITS-yksiköt liikkuviin C-ITS-yksiköihin, jotka ovat ajoneuvoon asennettuja yksiköitä tai henkilökohtaisia käsilaitteita, ja kiinteisiin C-ITS-yksiköihin, jotka on asennettu joko keskusjärjestelmään tai tienvarsi-infrastruktuuriin. Euroopan unionin jäsenvaltiot toteuttavat C-ITS-järjestelmän käyttöönoton hankkimalla keskuspalvelimesta koostuvan C-ITS-keskusyksikön tai tekemällä muutostöitä olemassa olevaan keskuspalvelimeen tai liikenteenohjauskeskukseen (Asetus C/2019/1789, 2. ja 21. artikla).

Tienvarsilaite eli RSE (roadside equipment) on eräältä määritelmältään tien varrella sijaitseva laite, joka sijaitsee esimerkiksi tien sivussa tai sen ala- tai yläpuolella. Tienvarsilaite voi olla joko kiinteä tai siirrettävä. (Appel et al. 2018, s. 76)

C-ITS voidaan myös suomentaa vuorovaikutteisiksi älykkäiksi liikennejärjestelmiksi. C-ITS on kattokäsite ajoneuvojen keskinäisen ja ajoneuvojen ja infrastruktuurin välisen viestinnän teknologioille ja standardeille. Sen mahdollisia sovellutuksia ovat muun mu-

assa hälytysajoneuvojen ja joukkoliikennevälineiden liikennevaloetuudet. C-ITS-järjestelmät mahdollistavat myös reaaliaikaisen tilannekuvan ylläpidon muun muassa ruuhkien pituudesta ja maantieverkon varoituksista. (Swarco 2024)

C-ITS:n käyttökohteiksi jaotellaan useimmiten Vehicle to Vehicle (V2V) eli ajoneuvojen välinen viestintä, Vehicle to Infrastructure (V2I) eli ajoneuvon ja infrastruktuurin välinen viestintä ja Vehicle to everything communications (V2X), jolla tarkoitetaan ajoneuvojen ja ympäristön välistä viestintää (Asetus C/2019/1789, perustelut; Appel et al. 2018, s. 249). Infrastructure-to-infrastructure (I2I) tarkoittaa infrastruktuurien välistä viestintää (Asetus C/2019/1789, perustelut; Asselin-Miller et al. 2016). Lisäksi on määritelty Infrastructure to Vehicle (I2V) eli infrastruktuurin ja ajoneuvon välinen viestintä (Appel et al. 2018, s. 243).

C-ITS-järjestelmät lukeutuvat ITS-palvelujen luokkiin (Asetus C/2019/1789). Intelligent Transport Systems (ITS), toisinaan myös Intelligent Transport Systems and Services, on älyliikennejärjestelmien (ja -palveluiden) muodostama kokonaisuus, jossa liikenteeseen ja sitä palvelevaan infrastruktuuriin sovelletaan tietojenkäsittely- ja tietoliikennejärjestelmiä (ja tietoliikennepalveluita) (Appel et al. 2018, s. 9). C-ITS on ikään kuin ITS:n pohjalle rakentuva kokonaisuus, jossa uutena ajatuksena ja toteutuksena on yhteistoiminnallisuus eli ajoneuvojen, niiden käyttäjien, tieliikenneinfrastruktuurin ja liikenteenhallintakeskuksen keskinäinen viestintä.

3.1.2 Day 1 ja Day 1.5 -palvelut

Euroopan komission vuorovaikutteisia älykkäitä liikennejärjestelmiä koskevassa tiedonannossa vuonna 2016 määritettiin erillisen C-ITS-ryhmän analyysin pohjalta C-ITS-palvelut, jotka tulisi ottaa käyttöön varhain (Euroopan komissio 2016, 3.0). Kyseiset ensimmäisen päivän (Day 1) ja puolentoistapäivän (Day 1.5) C-ITS-palvelut ovat:

”Ensimmäisen päivän C-ITS-palvelujen luettelo

Ilmoitukset vaarallisesta kohdasta:

- Hidas tai paikallaan oleva ajoneuvo (tai useampia ajoneuvoja) ja varoitus edellä olevasta liikenteestä;
- tietyövaroitus;
- sääolosuhteet;
- hätäjarruvalo;
- hätäajoneuvo lähestyy;

- muut vaarat.

Opastesovellukset:

- Ajoneuvon sisäiset opasteet;
- ajoneuvon sisäiset nopeusrajoitukset;
- opasteen noudattamatta jättäminen / risteysalueiden turvallisuus;
- määrättyjen ajoneuvojen etuajo-oikeuspyyntö liikennevaloissa;
- vihreän aallon kannalta parhaimman nopeuden ilmoittaminen;
- ajoneuvojen lähettämät tiedot;
- sokkiaallon vaimennus (kuuluu Euroopan telealan standardointilaitoksen (ETSI) luokkaan ”paikallinen vaaravaroitus”).

Puolentoistapäivän C-ITS-palvelujen luettelo

- Tiedot polttoaine- ja latausasemista vaihtoehtoista polttoainetta käyttäville ajoneuvoille;
- riskialttiiden tienkäyttäjien suojelu;
- katupysäköinnin hallinta ja tiedotus;
- pysäköintitiedotus muuta kuin katupysäköintiä varten;
- tiedot liityntäpysäköinnistä;
- verkkoon liitetty ja vuorovaikutteinen navigointi kaupunkiin ja kaupungista (ensimmäinen ja viimeinen osuus, pysäköinti, reittineuvonta, koordinoidut liikennevalot);
- liikennetiedotus ja älykäs reititys.” (Euroopan komissio 2016, 3.0).

Ensimmäisen päivän palveluiden laajan käyttöönoton hyöty-kustannussuhteen arvioitiin olevan kolme vuosille 2018–2030 laskettuna (Euroopan komissio 2016, 3.0). Samalla todettiin henkilötietojen ja yksityisyyden suojan olevan ratkaisevan tärkeää (Euroopan komissio 2016, 3.2).

3.1.3 SRTI (Safety-Related Traffic Information)

Niin sanotussa SRTI-asetuksessa (Komission delegoitu asetus (EU) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/40/EU täydentämisestä datan ja menettelyjen osalta, joiden avulla mahdollisuuksien mukaan tarjotaan liikenneturvallisuuteen liittyviä yleisiä vähimmäisliikennetietoja ilmaiseksi käyttäjille) määritellään, että tiedot seuraavista liikenneturvallisuuteen liittyvistä tapahtumista tai olosuhteista tulisi tarjota loppukäyttäjille ilmaiseksi:

” 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” (Asetus 2013/886, 3 artikla).

SRTI-asetusta alettiin soveltamaan vuoden 2013 lokakuun ensimmäisestä päivästä lähtien. Sellaisten tietopalvelujen osalta, jotka olivat asetuksen tultua voimaan jo entuudestaan käytössä, soveltaminen alkoi vasta vuoden 2015 lokakuun ensimmäisestä päivästä lähtien. (Asetus 2013/886, 11 artikla)

3.1.4 RTTI (Real Time Traffic Information)

RTTI eli Real Time Traffic Information, suomeksi tosiaikaiset liikennetiedot, tarkoittavat ”tietoja, jotka on saatu mistä tahansa infrastruktuuria koskevasta datasta, sääntöjä ja rajoituksia koskevasta datasta, verkon tilaa koskevasta datasta ja verkon tosiaikaista käyttöä koskevasta datasta tai niiden yhdistelmästä;” (Asetus 2022/670, 2 artikla). Tosiaikaisia liikennetietoja koskevaa asetusta sovelletaan yleisesti moottoriajoneuvoliikenteen käytettävissä olevaan tieverkkoon, mutta myös yksityisteihin, jos ne ovat moottoriteitä tai pääteitä tai kuuluvat kattavaan TEN-T-verkkoon (Asetus 2022/670, 1 artikla).

Komission delegoitu asetusta (EU) 2022/670, joka koskee tosiaikaisia liikennetietoja, aletaan sen 13. artiklaa lukuun ottamatta soveltamaan tammikuun 1. päivästä alkaen vuonna 2025. Kohtien 1, 3, 5 ja 6 datatyyppejä sovelletaan vuoden 2027 loppuun asti

vain kattavaan Euroopan laajuiseen tieverkkoon, Euroopan laajuiseen tieverkkoon kuulumattomiin moottoriteihin sekä pääteihin (Asetus 2022/670, 14 artikla). Asetus määrittelee tosiaikaisiksi liikennetiedoiksi seuraavat datan tyypit:

”1) Infrastruktuuria koskevan datan tyypit:

a) tieverkkoyhteydet ja niiden fyysiset ominaisuudet:

i) geometria;

ii) teiden leveys;

iii) kaistojen lukumäärä;

iv) pituuskaltevuus;

v) liittymät;

b) tien luokitus;

c) tietulliasemien sijainti;

d) palvelu- ja lepoalueiden sijainti;

e) sähköajoneuvojen latauspisteiden sijainti ja niiden käyttöedellytykset;

f) paineistettua maakaasua, nesteytettyä maakaasua ja nestekaasua myyvien huoltoasemien sijainti;

g) kaikkien muiden polttoainetyyppien tankkauspisteiden ja -asemien sijainti;

h) lastaus- ja purkausalueiden sijainti.

2) Välttämättömät sääntöjä ja rajoituksia koskevan datan tyypit:

a) staattiset ja dynaamiset liikennesäännöt, soveltuvin osin

i) tunneleiden käyttörajoitukset;

ii) siltojen käyttörajoitukset;

iii) pysyvät käyttörajoitukset;

iv) nopeusrajoitukset;

v) rahdinkuljetusmääräykset;

vi) ohituskielto raskaille ajoneuvoille;

vii) painoa/pituutta/leveyttä/korkeutta koskevat rajoitukset;

viii) yksisuuntaiset kadut;

ix) rajoitus-, kielto- tai velvoitevyöhykkeiden rajat, säännellyille liikennevyöhykkeille pääsyn senhetkinen tilanne ja nykyiset ehdot;

x) vaihtuvasuuntaisten kaistojen ajosuunta

b) liikennevirtasuunnitelmat.

3) Muut sääntöjä ja rajoituksia koskevan datan tyypit

a) liikennesääntöjä ja vaaroja osoittavien liikennemerkkien sijainti ja yksilöiminen

i) tunneleiden käyttörajoitukset;

ii) siltojen käyttörajoitukset;

iii) pysyvät käyttörajoitukset;

iv) muut liikennesääntöjä osoittavat liikennemerkit;

b) soveltuvin osin muut staattiset ja dynaamiset liikennesäännöt kuin 2 kohdassa tarkoitetut;

c) tietullin alaisten teiden yksilöiminen, sovellettavat kiinteät käyttäjämaksut ja käytettävissä olevat maksumenetelmät (mukaan lukien vähittäismyyntikanavat ja toimitustavat);

d) vaihtuvat tienkäyttömaksut ja käytettävissä olevat maksumenetelmät, mukaan lukien vähittäismyyntikanavat ja toteuttamismenetelmät.

4) Välttämättömät verkon tilaa koskevan datan tyypit

a) tien sulkeminen;

b) kaistan sulkeminen;

c) tietyöt;

d) tilapäiset liikenteenhallintatoimenpiteet.

5) Muut verkon tilaa koskevan datan tyypit

a) sillan sulkeminen;

b) liikenneonnettomuudet ja -häiriöt;

c) huonokuntoinen tie;

d) tien pintaan ja näkyvyyteen vaikuttavat sääolosuhteet.

6) Verkon tosiaikaista käyttöä koskevan datan tyypit

a) liikenteen määrä;

b) liikenteen nopeus;

c) jonojen sijainti ja pituus;

d) matka-ajat;

e) odotusaika rajanylityspaikoilla;

f) lastaus- ja purkauspaikkojen saatavuus;

g) sähköajoneuvojen latauspisteiden ja -asemien saatavuus;

h) vaihtoehtoisten polttoainetyyppien tankkauspisteiden ja -asemien saatavuus;

i) kertalatauksen/-tankkauksen hinta.” (Asetus 2022/670, liite)

Ajoneuvokannan tuottaman datan ja RTTI-palvelujen käytön katsotaan yleisesti olevan kustannustehokas tapa liikenteen hallinnan ja liikenteen turvallisuuden parantamiseksi (Asetus 2022/670, (22)). Tosiaikaisia liikennetietoja koskeva asetus määrää, että jokaisella Euroopan unionin jäsenvaltiolla on oltava oma tai toisten jäsenvaltioiden kanssa yhteinen kansallinen yhteyspiste (Asetus 2022/670, 3 artikla).

3.1.5 DfRS (Data for Road Safety)

DfRS eli Data for Road Safety on ekosysteemi, joka perustettiin Euroopan liikenneministerien, Euroopan komission ja muiden yhteistyötahojen kanssa vuonna 2017. Ekosysteemi tukee voimassa olevan EU-lainsäädännön toimeenpanoa liikenneturvallisuustiedon saantiin liittyvissä asioissa. DfRS-ekosysteemi perustuu kolmeen perusperiaatteeseen, jotka ovat datan maksuttomuus, vastavuoroisuus datan saamisessa ja tarjoamisessa sekä SRTI-datan käyttö vain SRTI-tarkoituksiin. (Data for Road Safety n.d.)

DfRS-ekosysteemin sisällä on luokiteltu liikenneturvallisuuteen liittyvää dataa kolmiportaisesti täydentyvällä mallilla (Vantomme 2021, s. 9):

- L1-data on ajoneuvon sensorien raakadataa, joka ei välity muille tielläliikkujille
- L2-data koostuu useista ajoneuvoista saatavasta datasta, jotka voivat koskea mm. rikkoutunutta ajoneuvoa, ajoneuvon luistonestojärjestelmää ja tuulilasinpyyhkijöiden tilaa

- L3-data on ryhmiteltyä ja yhdisteltyä dataa, joka on mahdollisesti varmennettu muista datanlähteistä ja jota voidaan käyttää luvussa 3.1.3 luetelluista SRTI-tapahtumista varoittamisessa

DfRS-ekosysteemin tavoitteena on parantaa liikenneturvallisuutta ulottamalla ajoneuvojen ja eurooppalaisten tienpitoviranomaisten tuottama liikenneturvallisuuteen liittyvä liikennetieto mahdollisimman laajalle. Ekosysteemiin kuuluu tienpitoviranomaisten lisäksi myös esimerkiksi ajoneuvovalmistajia, palveluntarjoajia ja muita liikenneturvallisuuteen liittyvään liikennetietoon kytkeytyviä organisaatioita. (TISA 2024)

3.1.6 ITS-direktiivi

Älyliikennejärjestelmien käyttöönotto ja käyttö Euroopan unionissa pohjautuvat suurelta osin vuonna 2010 annettuun ITS-direktiiviin (Direktiivi 2010/40/EU), johon liittyen Euroopan komissio on antanut delegoituja asetuksia kuudesta ensisijaisesta toimesta. Nämä kuusi delegoitua asetusta (a–f) koskevat multimodaalisten matkatietopalvelujen, tosiaikaisten liikennetietopalvelujen (RTTI, Real-Time Traffic Information), liikenteen turvatietopalvelujen (SRTI, Safety Related Traffic Information) ja jäsenmaille yhteisen hätäpuhelujärjestelmän eli eCall-järjestelmän tarjoamista sekä raskaan liikenteen turvallisiin pysäköintialueisiin liittyvien tieto- ja varauspalvelujen tarjoamista (Direktiivi 2010/40/EU, Traficom 2022a). Vuonna 2022 näistä kuudesta palvelusta ainoastaan turvallisia pysäköintialueita koskevat palvelut eivät olleet vielä saatavilla Suomessa (Kotilainen et al. 2023, s. 21–22).

C-ITS:ää koskevan asetuksen lailla myös ITS-direktiiviä perustellaan EU:n lisääntyneellä tieliikenteen määrällä ja pyrkimyksillä vähentää tieliikenteen ympäristöongelmia sekä parantaa liikenteen energiatehokkuutta ja liikenneturvallisuutta. Samassa yhteydessä myös todetaan tarve yhtenäistää EU:n jäsenvaltioiden tieliikenteeseen liittyvien tieto- ja viestintäteknologiaratkaisujen määräyksiä, menettelyjä ja standardeja. (Direktiivi 2010/40/EU)

Älyliikennejärjestelmät ja älyliikennepalvelut hyödyntävät keskinäisessä tiedonvaihdossa DATEX II -standardia. Kyseinen standardi on laajalti käytössä Euroopassa. (Kotilainen et al. 2023, s. 26).

Verkottuneet ajoneuvot liittyvät keskeisesti C-ITS:ään. Erään määritelmän mukaan verkottunut ajoneuvo on ”ajoneuvo, joka on yhteydessä internetiin, toisiin ajoneuvoihin (V2V) tai tieinfrastruktuuriin (V2I/I2V)” (Appel et al. 2018, s. 233). Ajoneuvojen internetillä eli IoV:llä (Internet of Vehicles) tarkoitetaan verkottuneiden ajoneuvojen yhdistämistä internetiin tarkoituksena kerätä ja jakaa tietoa (Appel et al. 2018, s. 65). IoV voidaan myös

määritellä esineiden internetin eli IoT:n (Internet of Things) kaltaiseksi verkoksi, jossa toimijoina ovat esineiden sijasta kahdensuuntaisesti ympäristönsä kanssa viestivät (V2X) älykkäät ajoneuvot (Shen et al. 2020).

Niin ikään läheisesti C-ITS:ään liittyy digitaalisen kaksosen käsite. Tieliikenteen asiayhteydessä digitaalinen kaksonen voidaan määritellä fyysisten ajoneuvojen ja niiden virtuaalisen esitysmuodon muodostamaksi malliksi, jossa ajoneuvojen internetin eli IoV:n liikennetieto välittyy fyysisen ja virtuaalisen todellisuuden välillä 5G-teknologian avulla (Hu et al. 2022). IoV:n valtavaa tietomäärää louhimalla ja analysoimalla voidaan tehdä tietoon pohjautuvia päätöksiä liikennejärjestelmätasolla (Hu et al. 2022).

3.2 Ajoneuvojen tuottama data

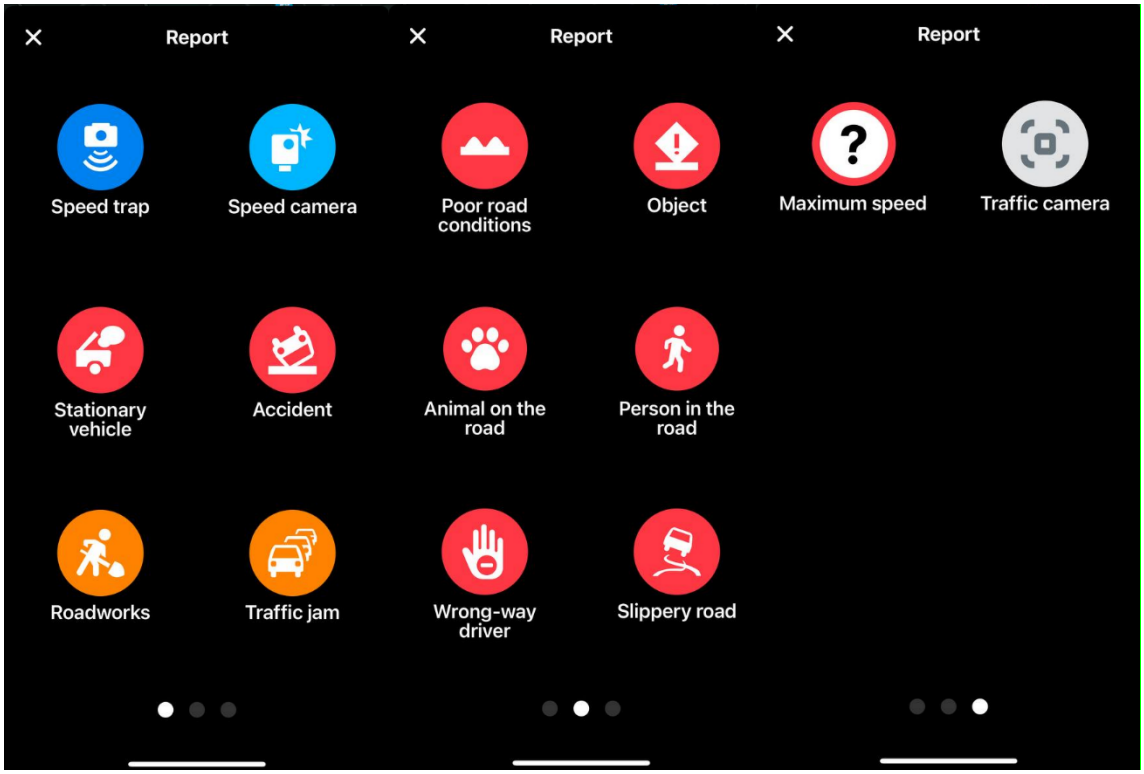
Ajoneuvojen tuottama data käsittää kaiken datan, jota ajoneuvo, siihen asennettu laite tai henkilökohtaisten laitteiden ITS-sovellukset tuottavat ajoneuvon käytön aikana (Asetus 2022/670, 2 artikla 30 kohta). Euroopan komissio kannustaa jäsenvaltioitaan ja muita sidosryhmiä (tässä tapauksessa esimerkiksi ajoneuvojen valmistajia) määrittämään ajoneuvojen tuottamaan dataan liittyen yhteiset FRAND-ehdot, jotta esteitä datan saatavuudessa ja sen uudelleenkäytössä saataisiin vähennettyä (Asetus 2022/670, 22 kohta). FRAND-ehdoilla (Fair, Reasonable and Non-Discriminatory) tarkoitetaan oikeudenmukaisia, kohtuullisia ja syrjimättömiä ehtoja (Venäläinen 2017).

Kelluva ajoneuvodata eli FCD (Floating Car Data) on käsite, jolla tarkoitetaan yksittäisen ajoneuvon tuottaman datan kuten ajonopeuden, ajosuunnan ja sijainnin käyttämistä liikenteen sujuvuuden arvioinnissa (Pfoser 2008). FCD:tä voidaan hankkia vuoden 2008 määritelmän mukaan joko GPS-laitteiden tai matkapuhelinten avulla (Pfoser 2008). FCD:n katsotaan olevan tehokas työkalu kaupunkialueiden liikenteen sujuvuuden arvioinnissa, mikäli dataa keräämiä ajoneuvoja on paljon (Pfoser 2008). Kelluva ajoneuvodata eli FCD voidaan myös määritellä ajoneuvojen viestintäjärjestelmien ja tienkäyttäjien älylaitteiden vastaanottamaksi ja lähettämäksi ajantasaiseksi liikennetiedoksi, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi liikenteen seurannassa ja analysoinnissa (Houbraken et al. 2018).

OBU (On-Board Unit) eli ajoneuvoyksikkö määritellään ajoneuvoon kiinnitetyksi tai sen sisällä olevaksi yksiköksi. OBU käsittää myös kannettavat laitteet. (Appel et al. 2018, s. 69)

Flitsmeister on useassa Euroopan valtiossa käytössä oleva mobiilisovellus, joka tarjoaa karttapohjaisesti tietoa muun muassa ruuhkista, vaaratilanteista, tietyömaista ja nopeus-

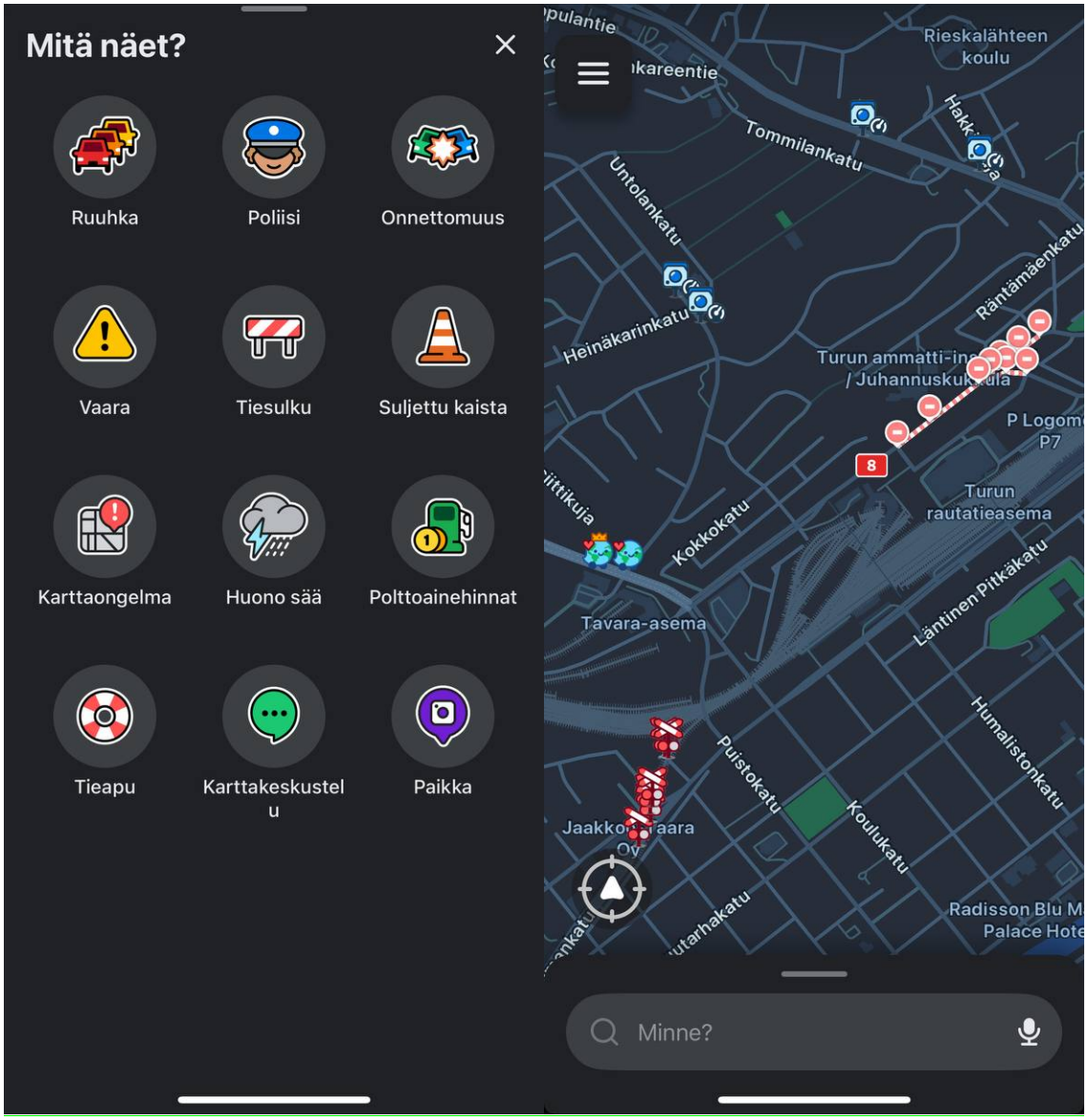
valvontakameroista. Sovelluksella on yli 2,6 miljoonaa käyttäjää, ja käyttäjät voivat ilmoittaa muille sovelluksen käyttäjille omia havaintojaan kuvan 4 esittämällä käyttöliittymällä. (Flitsmeister 2025)



Kuva 4. *Yhdistelmä kolmesta Flitsmeister-sovelluksen käyttäjäilmoitusosiosta otetusta kuvakaappauksesta.*

Flitsmeisterin käyttäjäilmoitusosio muistuttaa Fintraffic Mobiili -sovelluksen vastaavaa käyttäjäilmoitusosiota (ks. luku 3.3), mutta Flitsmeisterin eri ilmoitustyyppien lukumäärä on suurempi. Molempien sovelluksien ilmoitustyypit muistuttavat kuitenkin hyvin paljon toisiaan.

Waze on vuonna 2009 luotu joukkoistamiseen perustuva navigointisovellus, jolla on nykyään noin 190 miljoonaa kuukausittain aktiivista käyttäjää (Google 2025). Waze tekee yhteistyötä muun muassa kaupunkien ja joukkoliikenneviranomaisten kanssa (Google 2025). Myös Wazen käyttäjien on mahdollista ilmoittaa havainnoistaan muille sovelluksen käyttäjille kuvan 5 esittämällä käyttöliittymällä.



Kuva 5. *Yhdistelmä Waze-sovelluksen käyttäjäilmoitusosiosta ja karttanäkymästä otetuista kuvakaappauksista.*

Sekä Flitsmeisterissä, Wazessa että Fintraffic Mobiilissa sovelluksen käyttäjän on mahdollista ilmoittaa ruuhkasta ja onnettomuudesta. Muut sovelluksissa ilmoitettavat tapahtumatyypit muistuttavat pitkälti toisiaan, mutta sanamuodot eroavat hieman toisistaan. Tapahtumatyypit muistuttavat SRTI-asetuksessa määritettyjä tapahtuma- ja olosuhdetietoja.

3.3 Kehitys ja nykytila Suomessa

Kehä III:n vuonna 2023 uusitut vaihtuvat tiedotusopasteet näyttävät nykyään tietoa liikenteen matka-ajoista Kehä III:n läheisille pääteille ja matka-ajan poikkeamista sekä liikenteen ruuhkautumisesta. Näiden tietojen esittämisellä pyritään ennakoitavampaan ja

sujuvampaan liikenteeseen. Vaihtuvat tiedotusopasteet hyödyntävät muun muassa Waze-sovelluksen käyttäjiltä saatavaa liikenteen reaaliaikatietoa. (Fintraffic 2023d)

Tämä on yksi varhainen esimerkki joukkoistetun datan hyödyntämisestä operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa. Kuvassa 6 esitetään esimerkkinäkymä eräästä Kehä III:n liikenteenhallintajärjestelmän vaihtuvasta tiedotusopasteesta.

Kuva 6. *Esimerkki Kehä III:n uusitun liikenteenhallintajärjestelmän vaihtuvan tiedotusopasteen ilmaisemasta viivytyksestä (Fintraffic 2023d).*

RDS eli Radio Data System on datan lähetystekniikka, joka hyödyntää FM-radiovastaanottimia muun muassa radiokanaviin ja taajuusmuutoksiin liittyvän tiedon lähetyksessä. RDS-tekniikkaa hyödynnetään esimerkiksi liikennetiedotteiden välittämisessä autojen radiovastaanottimiin ja navigaattoreihin. Varhaisin tieliikennettä koskeva RDS-sovellutus on RDS-TA-palvelu, joka päälle kytkettynä siirtää auton radiovastaanottimen liikennetiedotteen lähettävän radioaseman taajuudelle. RDS-TA-toiminto voi myös katkaista radiovastaanottimessa toisen mediaformaatin kuten CD:n kuuntelun. RDS-TA on ollut käytössä Suomessa Yleisradion radiolähetyksissä 1990-luvun puolestavälistä asti. (Digita 2023)

Radiotaajuuksilla tapahtuvassa liikennetiedottamisessa on hiljattain myös alettu hyödyntää syntetisoitua puhetta. Vuoden 2023 loppupuolella Fintraffic ja kaupallisen radion toimija Bauer Media ryhtyivät välittämään radion kuuntelupaikkakunnan mukaan ympärivuorokautisesti kohdennettuja liikennetiedotteita, jotka ovat koneäänen lukemia. Tämän ennakoidaan hyödyttävän etenkin yöaikaan liikennöivää raskasta liikennettä. (Fintraffic 2023f)

Toinen esimerkki RDS:n hyödyntämisestä on RDS-TMC eli Traffic Message Channel. Kyseinen palvelu on välittänyt tietoa erityisesti tietöistä ja onnettomuuksista sekä vähäisemmissä määrin myös liikenneruuhkista ja ajokelistä. RDS-TMC on vaatinut toimiakseen erillisen purkulaitteen, joka löytyy usein sisäänrakennettuna autojen navigaattoreista. RDS-TMC:n liikennetiedotteiden paikannus on pohjautunut Fintrafficin ylläpitämään TMC/ALERT-C-aineistoon, jossa Suomen maantieverkko on jaoteltu koneluettaviin paikannuspisteisiin. (Fintraffic 2023e, Digita 2023)

Fintraffic Tie ja Tampereen kaupunki ovat hiljattain pilotoineet ensimmäistä kertaa C-ITS-järjestelmien EU-standardoitua tiedonsiirtoa liikennevalojen ja ajoneuvojen välillä Suomessa. EU:n rahoittaman NordicWay3-hankkeen osana toteutettu pilotti osoitti, että Suomen nykyinen liikennevaloinfrastruktuuri mahdollistaa hyvin jo nykyisin ajoneuvojen ja liikennevalojen välisen tiedonsiirron. Esimerkki liikennevalojen lähettämän datan sovellutuksista on tielläliikkujan saama tieto liikennevalojen tilanteesta, jonka avulla autoilija voi lähestyä liikennevaloja taloudellisemmin ja vähäpäästöisemmin. Liikennevalojen ja ajoneuvojen välisen tiedonvaihdon tavoitellaan olevan toiminnassa vuonna 2027. (Fintraffic 2024a)

Kuntaliiton ja Fintraffic Tien koordinoima HALI-järjestelmä eli hälytysajoneuvojen liikennevaloetuusjärjestelmä tarjoaa hälytysajoneuvoille vihreää valoa risteyksiin ja auttaa purkamaan ajoneuvojen jonoja risteyksistä jo etukäteen. Järjestelmällä pyritään vähentämään lisäonnettomuuksia ja viranomaisten vasteaikoja. Järjestelmä perustuu satelliittipaikannustiedon lähettämiseen mobiilidataverkkoa hyödyntäen keskusjärjestelmään. (Fintraffic n.d.)

HALI-järjestelmä on ollut Suomessa käytössä vuodesta 2012 lähtien, ja se kattoi vuonna 2015 Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun kaikki liikennevaloristeykset. Suomessa suunniteltua järjestelmää kuvailtiin vuonna 2015 hyvin edistykselliseksi kansainvälisellä mittapuulla. (Hirvonen 2015)

Tämän perusteella HALI-järjestelmä on ollut varhainen kotimainen älyliikennejärjestelmien eli ITS-järjestelmien sovellutus, jossa on jo ollut yhteistoiminnallisten älyliikennejärjestelmien eli C-ITS-järjestelmien piirteitä. Vuonna 2012 C-ITS ei ollut vielä standardoitu nykymuotoisesti.

Euroopan komissio määritti vuonna 2008 turvallisuuteen liittyvien älyliikennejärjestelmien ja -palveluiden käyttöön 30 megahertsin taajuusalueen 5875 ja 5905 megahertsin taajuuksien väliltä. Tätä 5,9 gigahertsiin pyöristyvää taajuutta käyttää ITS-G5, joka on lyhyen kantaman viestintästandardi. Toisaalta myös nykyisen matkaviestinverkon pitkän kantaman 3G- ja 4G-teknologiat tunnistetaan osaksi C-ITS-järjestelmien viestintäjärjestelmää, joten lyhyen ja pitkän kantaman viestintäteknologiat täydentävät toisiaan. (C-Roads 2018)

ITS-G5-teknologiaa ei tule kuitenkaan sekoittaa 5G-matkaviestinteknologiaan. Suomen 5G-verkoissa on käytössä eurooppalaiset niin sanotut pioneeritaajuudet eli 700 megahertsin, 3400–3800 megahertsin ja 26 gigahertsin taajuusalueet (Traficom 2023c).

Kotilainen, Scholliers, Öörni ja Kulmala (Kotilainen et al. 2024, s. 9, 88) toteavat, ettei Suomessa ollut vuoden 2023 keväällä käytössä C-Roads-yhteistyöalustan ja Euroopan

unionin turvatunnusten hallintajärjestelmän (EU CCMS, EU C-ITS Credential Management System) määrittelemiä C-ITS-palveluita. C-ITS-palveluiden käyttöönotto osaksi liikenteenohjauksen ja liikenteenhallinnan palveluita tapahtuu ottamalla käyttöön C-ITS-yksikkö, johon lukeutuvat muun muassa C-ITS-ajoneuvoyksikkö, C-ITS-tienvarsiyksikkö ja C-ITS-keskusyksikkö (Kotilainen et al. 2024, s. 88).

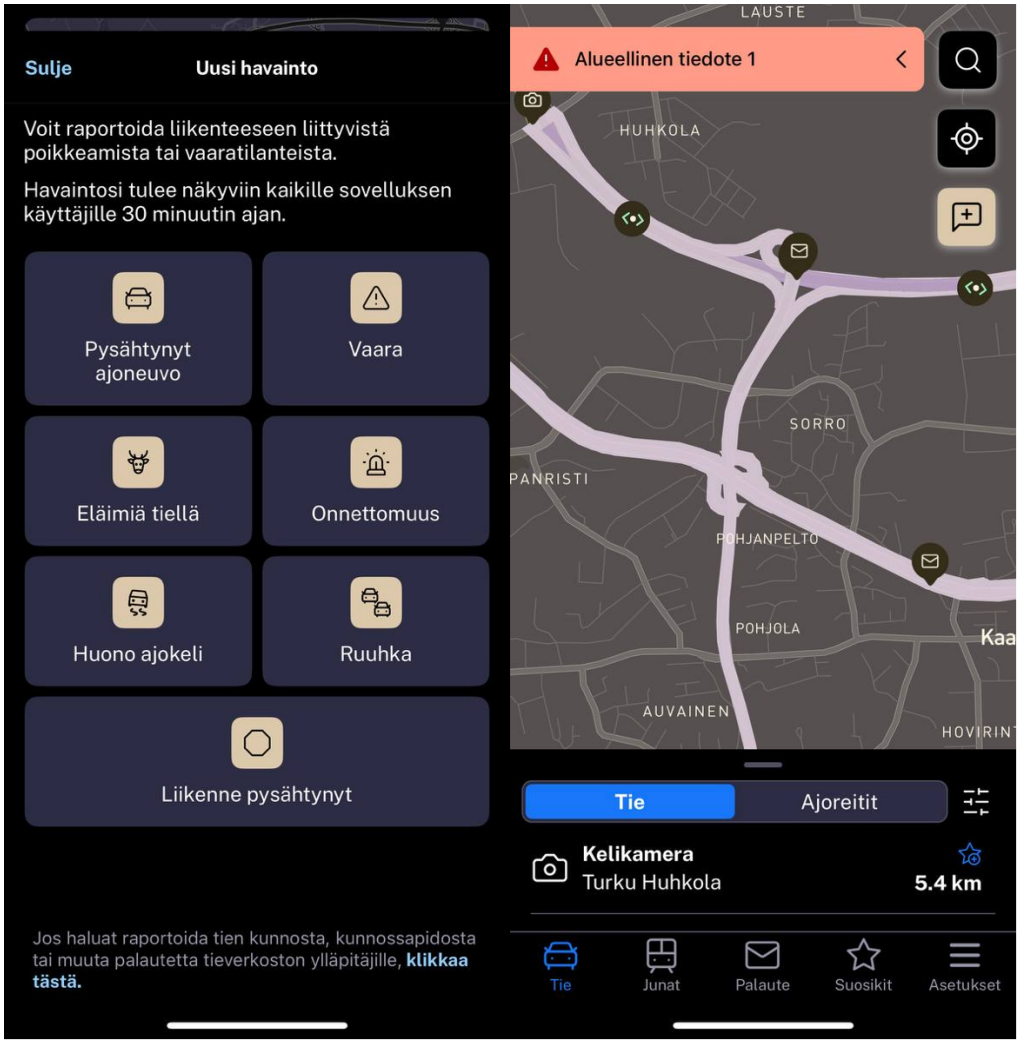
Traficomin vastikään julkaisemassa selvityksessä ehdotetaan Väylävirastoa johtamaan C-ITS-järjestelmien toteuttamista Suomessa maantieverkon osalta ja kuntia kuntien tie- ja katuverkon osalta. Selvityksessä myös ehdotetaan, että Väylävirasto ja kunnat lisäksi määrittelisivät C-ITS-palvelutason, jollei se ilmene tarkemmin lainsäädännöstä tai sopimuksista. (Kotilainen et al. 2024, s. 85–87)

Alun perin vuonna 2002 käynnistetty Digitraffic on Fintrafficin tuottama palvelu, joka tarjoaa ajantasaista liikennetietoa avoimena datana eri liikennemuodoista (Fintraffic n.d.b). Digitrafficin kautta jaetaan avoimien rajapintojen kautta Fintrafficin, Väyläviraston ja Traficomin keräämää liikenne- ja olosuhdetietoa (Fintraffic n.d.b). Laki liikenteen palveluista (320/2017) edellyttää Fintrafficilta liikenteeseen liittyvien ajantasaisien tietojen kuten olosuhde-, liikennemäärä-, sujuvuus- ja häiriötilannetietojen avaamista koneluettavassa muodossa avoimen rajapinnan kautta. (Liikennekaari 146 §, Fintraffic n.d.c)

Fintraffic operoi FINAP-palvelua, joka toimii Suomen avoimena kansallisena yhteyspisteenä (NAP, National Access Point). Liikkumispalveluita tuottavien ja tarjoavien yritysten ja julkisten tahojen on ilmoitettava olennaiset matkatietonsa FINAP-liikkumispalvelukatalogiin. FINAP:n tavoitteena on helppokäyttöiset yhdistetyt liikkumis- ja infopalvelut. (Fintraffic n.d.d)

Fintraffic ylläpitää maksutonta Fintraffic Mobiili -matkapuhelinsovellusta, joka kokoaa yhteen reaaliaikaista tietoa tie- ja junaliikenteestä ja tarjoaa sovelluksen käyttäjälle mahdollisuuden antaa myös palautetta näistä liikennemuodoista. Sovelluksessa on myös ryhdytty joukkoistamaan palautetta ja havaintoja, jolloin esimerkiksi käyttäjän raportoima havainto pysähtyneestä ajoneuvosta tai huonosta ajokelistä näkyy kaikilla sovelluksen käyttäjillä puolen tunnin ajan. (Haarala 2024)

Sovelluksen joukkoistetun tiedon hyödyntämisessä on jo piirteitä C-ITS-järjestelmistä, sillä sovelluksen käyttäjä voi tilaisuuden tullen toimia myös liikenteeseen liittyvän tiedon tuottajana. Kuvan 7 kuvakaappauksessa esitellyt havaintotyypit myös muistuttavat SRTI-asetuksessa mainittuja tapahtumia ja olosuhteita, jotka tulisi aikanaan saattaa loppukäyttäjän tiedoksi ilmaiseksi.



Kuva 7. *Yhdistelmä Fintraffic Mobiili -sovelluksen käyttäjäilmoitusosiosta ja karttanäkymästä otetuista kuvakaappauksista.*

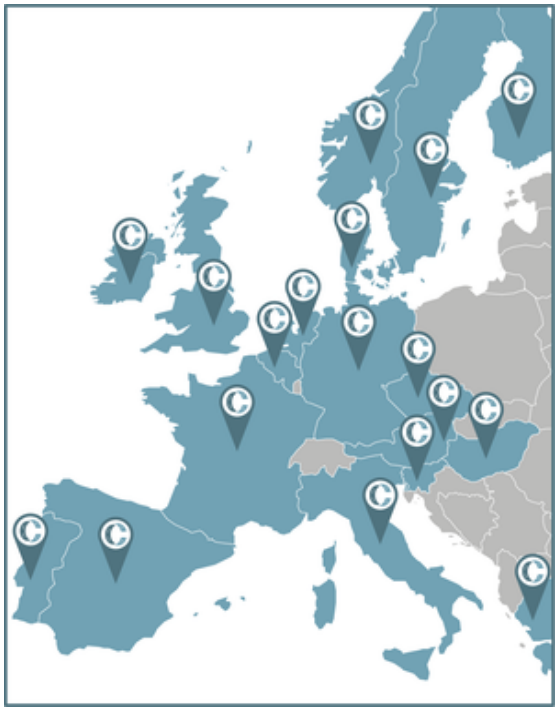
Fintraffic Mobiili -sovellukseen on myös toteutettu toiminnallisuus, jolla sovelluksen käyttäjä voi tallentaa muistiin etukäteen ajoreittejä. Sovellus antaa tällöin ajoreittiä koskevia ilmoituksia liikennehäiriöistä. Reititys ja osoitteiden haku pohjautuvat Digitransit-aineistoon. (Fintraffic 2024d)

Fintraffic Tiellä on käynnistetty Digitie-hanke, jonka tavoitteena on muun muassa toteuttaa älyliikennesääntelyn edellyttämät tietolajit, toteuttaa tieliikenteen digitaalinen kaksonen ja vähentää tieliikenteessä tapahtuvia onnettomuuksia. Digitien tavoitteet nivoutuvat yhteen esimerkiksi EU:n ilmastotavoitteiden ja tehokkaamman ja kustannuksiltaan alhaisemman liikkumisen tavoitteiden kanssa. (Rossi 2024; s. 2, s. 4)

3.4 Verrokkikohteet ulkomailla

Eurooppalainen C-Roads-yhteistyöalusta ja -projekti pyrkii sovittamaan yhteen C-ITS-järjestelmien käyttöönottoa ja rajat ylittävää yhteensopivuutta Euroopan eri valtioissa. Se

koostuu kuvan 8 mukaisesti 18 varsinaisesta jäsenvaltiosta (core members), jotka Norjaa ja Yhdistynyttä kuningaskuntaa lukuun ottamatta kuuluvat Euroopan unioniin. Lisäksi C-Roadsiin kuuluu eräänlaisia liitännäisjäseniä (associated members), joilla ei ole äänioikeutta, mutta jotka voivat hyödyntää C-Roads-alustan tietoja vastineeksi omien pilottiensa toteuttamisesta yhteistyöalustan määrittelyillä. Liitännäisjäseniä ovat vuoden 2024 alun tiedon mukaan Kroatia, Israel, Uusi-Seelanti, Australia, Slovakia, Sveitsi ja Turkki. (C-Roads n.d.a, C-Roads n.d.b)



Kuva 8. *C-Roads-yhteistyöalustan varsinaiset jäsenvaltiot (core members) (C-Roads n.d.a).*

Sloveniassa on pilotoitu onnistuneesti tunnelien ohjausjärjestelmien liikenteeseen liittyvien tapahtumien automaattista siirtoa pilvipalvelu- ja C-ITS-järjestelmiin. Sloveniassa on käytössä Promet+-mobiilisovellus, joka kykenee viestimään ympäröivän infrastruktuurin kanssa sekä tietoa vastaanottamalla että lähettämällä. Sovellus hyödyntää sijaintitietoa ja tietoa ajosuunnasta. Samalla sovellus toimii niin sanottuna OBU-laitteena (On-Board Unit). Sovellusta on pilotoitu osana C-Roads Slovenia -projektia reaaliaikaisen liikennetiedon välittämisessä I2V- ja V2I-viestinnässä. Yhtenä projektin tavoitteena on myös ollut merkittävimpien tieosuuksien varustaminen C-ITS-tienvarsilaitteilla ja näiden linkittäminen paikallisiin liikenteenhallintakeskuksiin ja niiden liikenteenohjauksen tarpeisiin. C-Roads Slovenia -projektiin on sisältynyt niin sanotun hybridiratkaisun eli lyhyemmän kantaman ITS-G5-verkon ja pidempien kantamien 3G- ja 4G-verkkojen muodostaman verkon testausta. (C-Roads 2023, s. 90, 92; Euroopan komissio n.d.)

Alankomaiden infrastruktuuri- ja vesiasioista vastaavan ministeriön ja Mercedes-Benzin välisessä ROMO-yhteistyöprojektissa (Road Monitor), joka käynnistyi vuonna 2022, hyödynnetään Mercedes-Benzin ajoneuvoistaan pilvipalveluun keräämää ajoneuvodataa. Ajoneuvojen sensorien, ADAS-järjestelmien ja Mercedes-Benzin car-to-X-järjestelmien avulla kerätään anonyymisoitua dataa Alankomaiden koko yli 130 000 kilometrin pituiselta tieverkolta. (Green Car Congress 2022)

ADAS-järjestelmillä (Advanced Driver Assistance Systems) tarkoitetaan edistyksellisiä kuljettajaa avustavia järjestelmiä, joita edustavat esimerkiksi ABS-jarrut ja ajonvakautusjärjestelmät. ADAS-järjestelmien tarkoitus on avustaa ja varoittaa kuljettajaa erilaisissa liikennetilanteissa ja siten parantaa liikenneturvallisuutta. (Traficom 2023b)

ROMO-projektin painopisteinä ovat tieliikenteen turvallisuus, talvikunnossapito ja omaisuudenhallinta. Tieliikenteen turvallisuutta pyritään parantamaan läheltä piti -tilanteista saadulla datalla, jonka avulla pystytään määrittämään mahdollisia onnettomuuspaikkoja jo ennen onnettomuuksien sattumista ja jota yhdistetään julkisiin tiedonlähteisiin ja tilastoihin. Talvikunnossapidon osa-alueella Mercedes-Benz yhdistää ajoneuvoista saatavaa anonymisoitua ajokelitietoa kuten ABS-jarruista havaittua kitkatietoa esimerkiksi tiesääasemien tuottamaan tietoon, minkä jälkeen tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi teiden kunnossapidossa. Omaisuudenhallinnan osa-alueella pyritään havaitsemaan tieinfrastruktuurin vaurioita ja puutteita jo varhaisessa vaiheessa, jolloin tienpitoviranomaiset voivat seurata niiden vakavuutta ja etenemistä ja hyödyntää tietoa kunnossapidon suunnittelussa. (Green Car Congress 2022)

3.5 Tulevaisuudennäkymät

Uudistettua Euroopan komission asetusta RTTI-palveluista alettiin soveltaa vuoden 2025 ensimmäisestä päivästä lähtien (Asetus 2022/670, 16 artikla). Itseohjautuvien autojen yleistyessä tulevaisuudessa on tieliikennekeskusten saatava jollakin kansainvälisesti standardoidulla tavalla tieto maantieverkon ODD-katkoksista (Kotilainen et al. 2023, liite 2/21). Kotilainen et al. (2023, s. 15) suomentavat ODD:n (Operational Design Domain) ”automaattisten ajoneuvojen suunnitelluksi toimintaympäristöksi”. ODD-katkoksella tarkoitetaan tilannetta, jossa automaattiajoneuvo ei selviä enää ajotehtävästään (Kotilainen et al. 2023, s. 9). Tulevina vuosina niin sanottu sekaliikenne, joka koostuu automaatioasteeltaan eri tasoilla olevista ajoneuvoista, tulee vaatimaan yhdenmukaisia liikenteenohjauksen toimenpiteitä erityisesti liikenteen poikkeustilanteissa (Kotilainen et al. 2023, liite 3/3).

Traficomin selvityksessä viranomaisten rooleista C-ITS-palveluiden käyttöönotossa ja operatiivisessa käytössä ehdotetaan, että Liikenteenohjausyhtiö Fintraffic Oy vastaisi C-ITS-keskusyksikön ja mahdollisesti myös C-ITS-tienvarsiyksiköiden operoinnista (Kotilainen et al. 2024, s. 92). Ehdotusta perustellaan Fintrafficin nykyisillä liikennetiedon välittäjän ja kansallisena yhteyspisteenä toimimisen rooleilla (Kotilainen et al. 2024, s. 90).

Euroopan komission RTTI-palveluita koskevan delegoidun asetuksen päivitystä, joka julkaistiin vuoden 2022 helmikuussa, aletaan soveltaa vuoden 2025 alusta alkaen (Laine & Kotilainen 2024, s. 12). Sääntelyssä tapahtuneet muutokset tulevat edellyttämään Fintrafficilta muun muassa LAM-pisteiden tuottaman datan muuntamista DATEX II -muotoon koko maantieverkon osalta vuoden 2027 loppuun mennessä ja tienvarsien opasteilla ja vaihtuvilla varoitusmerkeillä näytettävän tietosisällön muuntamista DATEX II -muotoon TEN-T-verkon ja moottoriteiden osalta vuoden 2026 loppuun mennessä (Laine & Kotilainen 2024, s. 76)

Euroopan komission täytäntöönpanopäätöksessä ITS-direktiivin (direktiivi 2010/40/EU) työohjelman vahvistamisesta vuosiksi 2024–2028 määritetään toimenpiteet, joilla komissio panee ITS-direktiivin täytäntöön. Ensimmäisenä toimenpiteenä on hyväksyä C-ITS-järjestelmien turvatunnusten hallintajärjestelmään ja C-ITS-palveluihin liittyvät EU:n yhteiset määritykset vuosina 2024–2027. Toisessa toimenpiteessä tarkastellaan eCall-järjestelmän mahdollista laajentamista uusiin ajoneuvoluokkiin ja tämän vaikutuksia hätäkeskuksiin vuosina 2025–2028. Kolmantena toimenpiteenä kehitetään multimodaalisten liityntäpisteiden tunnisteita, millä tavoitellaan muun muassa lipunmyyntipalveluiden kehittämistä vuosina 2025–2027. Neljännen toimenpiteen eli tehostetun liikenteen ja häiriöiden hallinnan tavoitteena on muun muassa optimoida tieverkoston käyttöä tehostettujen liikenteen ja häiriöiden hallintapalvelujen avulla vuosina 2024–2026. (Euroopan komissio 2024)

Komission täytäntöönpanopäätöksen viidennellä toimenpiteellä eli nykyisten tieliikenneturvallisuuteen liittyviä yleisiä vähimmäisliikennetietoja koskevien määritysten muuttamisella pyritään tukemaan liikenneturvallisuuteen liittyvien yleisten vähimmäisliikennetietojen tarjoamista ilmaiseksi käyttäjille vuosina 2024–2026. Kuudennella toimenpiteellä eli nykyisten kuorma-autojen ja hyötyajoneuvojen turvallisia ja valvottuja pysäköintipaikkoja koskevien tietopalvelujen määritysten muuttamisella pyritään vuosina 2026–2027 tukemaan paremmin sellaisten tietopalvelujen tarjoamista, jotka koskevat tällaisia pysäköinipaikkoja. Seitsemäs toimenpide liittyy ITS-direktiivin liitteessä III lueteltujen tiettyjen tietolajien soveltamispäivämäärän määrittämiseen vuosina 2026–2027. (Euroopan komissio 2024)

4. HAASTATTELUTUTKIMUS

Tämän työn luvussa 4 esitetään haastattelututkimuksen toteutus, haastatteluja pohjustavat kysymykset ja keskeiset huomiot haastatteluissa esille nousseista asioista. Luvun päätteeksi esitetään haastateltavien vastauksien yhteys aiemmissa luvuissa käsiteltyyn teoriaan.

4.1 Haastattelututkimuksen toteutus

Tämän työn haastatteluosio koostuu teemahaastatteluina toteutetuista asiantuntijoiden ja liikenneoperaattorien haastatteluista. Haastattelut järjestettiin etänä Microsoftin Teams-videoneuvotteluohjelmiston välityksellä. Haastattelut kestivät keskimäärin noin tunnin. Ensimmäinen haastattelu pidettiin huhtikuussa vuonna 2024 ja viimeinen lokakuussa vuonna 2024. Haastattelut tallennettiin, ja haastateltaville toimitettiin etukäteen tutustuttavaksi opinnäytetyön tietosuojailmoitus, tutkimustiedote ja haastattelun kysymysrunko. Opinnäytetyön tietosuojailmoitus on esitetty liitteessä A.

Teemahaastattelu on luonteeltaan puolistrukturoitu haastattelu. Teemahaastattelussa on kyse strukturoidun määrämuotoisen kyselylomakehaastattelun ja strukturoimattoman syvähaastattelun välimaastoon asettuvasta tutkimushaastattelumenetelmästä. Teemahaastattelussa haastattelun näkökulma on pitkälti jo ennalta määritetty, mutta tilaa jää myös haastateltavien omille tulkinnoille aihepiiristä. (Hyvärinen et al. 2017, s. 46–47)

Tässä työssä teemahaastattelun etuna on sen kohdistuminen ja rajautuminen kolmeen teemaan eli operatiiviseen tieliikenteenohjaukseen, liikenne- ja ajokelitietoon ja yhteistoiminnallisiin älyliikennejärjestelmiin. Haastateltavien eri tehtävänkuvien ja osaamisalueiden myötä vastauksissa on odotettavissa kuitenkin myös hajontaa.

Enemmistö haastateltavista lukeutuu Fintrafficin Tien henkilöstöön. Loput haastateltavista työskentelevät joko Traficon Oy:ssä tai Sitowise Oyj:ssä. Haastateltavat valikoituivat tähän tutkimukseen liikenne- ja ajokelitietoon tai C-ITS-järjestelmiin liittyvän asiantuntijaosaamisen, operatiivisen tieliikenteenohjauksen tuntemisen tai molempien perusteella. Haastateltavien ja haastattelujen perustiedot esitetään taulukossa 1.

Taulukko 1. *Haastateltavien ja haastattelujen perustiedot.*

Nimi	Titteli	Työnantaja	Haastattelun päivämäärä	Haastattelun kesto
Jani Laiho	asiantuntija	Fintraffic Tie Oy	2.4.2024	53 min
Olli Rossi	yksikön päällikkö	Fintraffic Tie Oy	12.4.2024	49 min
Ilkka Kotilainen	ITS-konsultti	Traficon Oy	25.4.2024	1 t 4 min
Jani Kariniemi	Head of Digital	Fintraffic Tie Oy	26.4.2024	53 min
Risto Kulmala	erityisasiantuntija	Traficon Oy	30.4.2024	52 min
Jouni Rantanen	vanhempi asiantuntija	Sitowise Oyj	22.5.2024	48 min
Jukka Oikarinen	asiantuntija	Fintraffic Tie Oy	29.8.2024	50 min
Juho Anttonen	liikenneoperaattori	Fintraffic Tie Oy	29.8.2024	1 t
Mika Jaatinen	projektijohtaja	Fintraffic Tie Oy	18.10.2024	57 min

Tässä työssä haastateltaviksi pyydetyt henkilöt tunnistettiin tämän työn kirjoittajan Fintrafficin henkilöstön ennalta tuntemisen ja eri lähdeteoksista havaitsemien varteenotettavien henkilöiden perusteella sekä työn ohjaajan ja Fintrafficin henkilöstön ehdotuksien perusteella. Haastateltaville annettiin mahdollisuus valita, esiintyvätkö he tässä työssä omilla nimillään vai anonyymeinä. Jokainen haastateltava päätyi esiintymään tässä työssä omalla nimellään. Haastateltaville toimitettiin haastattelujen jälkeen heitä koskeva tekstiosuus ja annettiin mahdollisuus antaa siitä palautetta ja esittää muutoksia. Osa haastateltavista esitti vähäisiä muutoksia tekstiosuuksiinsa, ja nämä muutosesitykset korjattiin lopulliseen tekstiin, jos haastateltava sitä pyysi.

4.2 Haastatteluja pohjustavat kysymykset

Haastateltaville toimitettiin ennen haastattelua kirjallisesti ennakkomateriaalina liikennetietoa, C-ITS-järjestelmiä ja operatiivista tieliikenteenohjausta koskevia kysymyksiä. Teams-haastattelussa käytiin haastateltavasta riippuen läpi joko osa kysymyksistä tai kaikki kysymykset. Ensimmäinen, toinen, kolmas ja kuudes kysymys linkittyvät suoraan tämän työn neljään tutkimuskysymykseen. Muut kysymykset tarkentavat ja täydentävät tutkimuskysymyksiä. Haastateltaville toimitettiin etukäteen tutustuttaviksi seuraavat kysymykset:

1. Millaista tietoa olisi liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyön kannalta hyödyllistä saada suoraan ajoneuvoista tai tiellä liikkujien henkilökohtaisista käsilaitteista / mobiilisovelluksesta?
2. Millaisissa tilanteissa olisi hyödyllistä kyetä välittämään tieliikennekeskuksesta liikennetietoa nykyistä laajemmin tai kohdistetummin suoraan ajoneuvoihin ja tiellä liikkujille?

3. Mitkä olisivat C-ITS-järjestelmien suurimmat hyödyt operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa?
4. Millaisia haasteita C-ITS-järjestelmiin liittyy tällä hetkellä?
5. Mikä on C-ITS-teknologian kypsyysaste valtakunnallisesti/kansainvälisesti ja (TLOIK-)käyttöönottoa ajatellen? Millaisella aikajänteellä C-ITS-järjestelmiä olisi mielekästä ottaa käyttöön?
6. Millaisia muutoksia C-ITS vaatii käyttöliittymältä ja toimintamalleilta?
7. Millä tavalla ja mihin käyttötarkoituksiin C-ITS-dataa tulisi jalostaa?
8. Kuinka tarkkaa datan tulisi olla esimerkiksi ajan, sijainnin ja määrän puolesta?
9. Kuinka C-ITS-datan tuonti käyttöliittymään olisi mielekästä toteuttaa?
10. Mikä on Fintrafficin rooli C-ITS-järjestelmissä?

Osa kysymyksistä, etenkin kuudes, seitsemäs ja yhdeksäs kysymys, osoittautui relevantimmaksi Fintrafficilla työskenteleville haasteteltaville kuin muualla työskenteleville haastateltaville. Haastattelujen aikana kysymyksiä ei kuitenkaan rajattu pois haastateltavan työnantajan perusteella.

4.3 Haastattelujen tulokset

Luvussa 4.3 esitetään Teams-haastattelujen tietosisältö. Haastattelut esitetään haastattelun päivämäärän mukaan varhaisimmasta viimeisimpään järjestettyinä.

4.3.1 Jani Laiho / Fintraffic Tie

Ensimmäinen haastateltava, Jani Laiho, työskentelee Fintraffic Tiellä asiantuntijatehtävissä. Hän katsoo, että liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjauksen kannalta olisi hyödyllistä saada onnettomuus- ja olosuhdetiedot ajoneuvoista. Onnettomuustietojen saaminen suoraan ajoneuvosta vähentäisi aikaviivettä, kun hätäkeskuksen käsittelyaika jäisi välistä pois. Olosuhdetiedot kuten äkilliset ajokelin muutostilanteet voisivat ilmetä esimerkiksi liukkaudenestojärjestelmän ja ABS-jarrujen aktivoitumisesta, kun riittävän monet ja tarpeeksi lähellä toisiaan sijaitsevat ajoneuvot lähettäisivät tiedon näiden järjestelmien aktivoitumisesta. Hänen mielestään myös tienkäyttäjien havainnot esimerkiksi vaurioista tiessä ovat hyödyllisiä, ja näiden ilmoittamiseen on hiljattain tullut uusia itsepalvelukanavia kuten Fintraffic Mobiili -sovellus. Laiho näkee myös esimerkiksi Waze-sovelluksen kautta saadun sujuvuustiedon arvokkaana tieliikenteen ohjauksen ja liikenteen tilannekuvan ylläpidon kannalta.

Tieliikennekeskuksesta ajoneuvoille ja tiellä liikkujille välitettävästä liikennetiedosta kysyttäessä Laiho katsoo tärkeäksi, että tiedonvälitys saataisiin kohdennettua tiettyä tilannepaikkaa kuten onnettomuuspaikkaa lähestyville ajoneuvoille. Hänen mukaansa viestin tulisi kulkea ajoneuvon laitteisiin riippumatta esimerkiksi kuunneltavasta radiokanavasta tai siitä, onko RDS-toiminto kytkettynä päälle vai pois. Hän katsoo, että nykymuotoisilla ajokeli- ja onnettomuustiedotteilla on kuitenkin paikkansa tulevaisuudessakin. Tieliikennekeskusta ja operatiivista tieliikenteenohjausta laajemmassa kontekstissa Laiho mainitsee esimerkkeinä liikennevalojen lähettämän tilatiedon liikennevaloristeystä lähestyville ajoneuvoille pysähdysten välttämiseksi ja muun muassa Ruotsissa pilotoidun hälytysajoneuvojen kyvykkyyden varoittaa edellä ajavia ajoneuvoja hälytysajotilanteissa.

Laihon mielestä C-ITS-järjestelmien suurimmat hyödyt operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa liittyvät tiedonvälityksen viiveiden huomattavaan lyhentymiseen, kun inhimillisten tekijöiden aiheuttama viive olisi mahdollista poistaa. Suurimpiin hyötyihin hän lukee myös nykymallisen pistemäisen tiesääasemaverkon muodostaman ajokelin tilannekuvan täydentymisen, kun C-ITS-viestintään kykenevien ajoneuvojen lukumäärä kasvaa alati. Esimerkkinä C-ITS:n hyödyistä hän esittää tilanteen, jossa kaistalle hyytynyt ajoneuvo voisi viestittää jo lähettäneensä avunpyynnön ja odottavansa apua paikalle.

C-ITS-järjestelmiin liittyy kuitenkin myös haasteita. Laiho katsoo, että tiedonvälityksen ja tiedonkäsittelyn tulisi olla hyvin nopeaa ja tiedon reaaliaikaista. Hän on pitkälti samoilla linjoilla Traficomin selvityksen (Kotilainen et al. 2024) kanssa, jossa esitellään ehdotus eri viranomaisten rooleista C-ITS-järjestelmien käyttöönotossa ja operatiivisessa käytössä, mutta uskoo eri toimijoiden tarkkojen roolien selviämisen ottavan oman aikansa. Fintraffic Tien olisi hänen mukaansa luontevaa jatkaa nykyistä operoijan rooliaan vastaisuudessakin. Laihon mielestä on myös tärkeää huomioida yleiseen tietosuoja-asetukseen eli GDPR:ään (General Data Protection Regulation) liittyvät näkökulmat tiedon jakamisesta ja jakamisen ehdoista. Hän myös korostaa, että olisi tärkeää määritellä yksiselitteisesti tiedon laatu, luotettavuus ja muoto. Tarkemmin tulee myös määritellä, jaetaanko liikenteeseen liittyvää tietoa nykyisin käytettävien Digitraffic-aineiston avoimien rajapintojen kautta vai jollakin muulla tavalla.

Laiho katsoo vaikeaksi arvioida C-ITS-teknologioiden kansainvälistä kypsyysastetta kokonaisuutena. C-ITS-viestien lähettämiseen ja vastaanottamiseen kykeneviä ajoneuvot yleistyvät jatkuvasti, ja siten tietty palvelutaso on mahdollista ylläpitää jo nyt. Operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa Suomessa ja sen käyttämässä ohjausjärjestelmässä on otettu jo käyttöön DATEX II -standardit mm. liikennetiedotteissa, mutta hän katsoo eri lähteistä tulevan tiedon automaattisen jakamisen eteenpäin vielä vaativan paljon työtä.

Hän uskoo, että C-ITS-asetuksessa mainitut takarajat erilaisten C-ITS-palveluiden käyttöönotoille tulevat viime kädessä vauhdittamaan kehitystä Suomessa. Laiho arvioi, että Suomessa voisi olla yksittäisiä C-ITS-palveluita vakiintuneessa käytössä vuodesta 2026 alkaen – edellyttäen, että saatavissa on riittävä rahoitus ja työvoima.

C-ITS-järjestelmien vakiintuminen tulisi Laihon arvion mukaan vaatimaan isoja muutoksia sekä nykyisen operatiivisen tieliikenteenohjauksen käyttöliittymän taustalle että toimintamalleihin. Tällä hetkellä esimerkiksi liikennetiedottaminen perustuu pitkälti ”vapaamuotoisen” tekstin välittämiseen liikennetiedotteen radiossa lukevalle taholle, joka lukee tiedotteen suullisesti ääneen ja jonka kuulijat vastaanottavat omilla korvillaan. Jatkossa tiedon määrän kasvaessa tämä ketju voisi kulkea ”pellin alla” automaattisesti. Operatiivisen tieliikenteenohjauksen henkilöstöllä säilyisi hänen mukaansa kuitenkin tärkeä rooli liikenteen tilannekuvan ylläpitämisessä, ja tilannekuva täytyisi olla hahmotettavissa datamäärän suuruudesta huolimatta. Liikennetiedottamisen toimintamallien tulee olla linjassa C-ITS-asetuksen sisältövaatimusten ja ajallisten takarajojen kanssa.

C-ITS-datan jalostamisesta kysyttäessä Laiho katsoo, että ajokeliin liittyvistä havainnoista voitaisiin jatkossa jalostaa parempaa tiesäätietoa. Fintrafficin havaintolaiteverkosto täydentyy, kun tiedonlähteitä ilmaantuu lisää. Datan tarkkuudesta esimerkiksi ajan, sijainnin ja määrän suhteen hän mainitsee, että datan tulisi olla hyvin ajantasaista ja sijainniltaan tarkkaa. Ajoneuvojen lähettämän datan kattavuuden ei Laihon mielestä tarvitsisi olla 100 % ajoneuvokannasta, vaan esimerkiksi 10 % riittäisi. Hän pitää luontevana, että Fintraffic toimii operoivassa roolissa C-ITS-järjestelmissä, sillä nykyinen telematiikkalaitteisto, tiedon välitys ja Digitraffic kansallisena yhteyspisteenä ovat jo nykyisin Fintrafficilla.

4.3.2 Olli Rossi / Fintraffic Tie

Toinen haastateltava, Olli Rossi, toimii Fintraffic Tiellä liikennevalo- ja automaattivalvontapalveluiden yksikön päällikkönä. Hänen mielestään liikenteen tilannekuvan ylläpidolle ja operatiiviselle tieliikenteenohjaukselle olisi hyödyllistä saada tieliikenteen häiriöt nykyistä nopeammin tiedoksi tieliikennekeskuksiin. Rossi mainitsee esimerkiksi moottoritiellä liikkuvan eläimen, jonka aiheuttamasta hätäjarrutuksesta voisi lähteä varoitus muille ajoneuvoille. Samoin liikenteen tilannekuvan kannalta olisi hyödyllistä saada tieto tietöissä, kuten aurauksessa ja niittotöissä, käytettävän kaluston sijainnista.

Rossin mielestä nykyisen kaltaiset säähän ja ajokeliin liittyvät varoitukset ja tiedotteet tulisi kyetä välittämään nykyistä kohdennetummin suoraan ajoneuvoon juuri niille ajoneuvoille, joita olosuhde koskee. Tämä kohdistus vaatii tosin tarkan tilannekuvan tieltä.

Viestintäteknologioista puhuttaessa hän mainitsee, että Suomi on ajanut EU:ssa niin sanottua hybridiratkaisua, jossa C-ITS-järjestelmät pohjautuisivat nykyisiin kaupallisiin 4G- ja 5G-verkkoihin. Taustalla on kyseisten verkkojen hyvä peitto Suomessa harvaankin asutuilla alueilla. Keski-Euroopassa sen sijaan on ajettu ITS-G5-teknologiaan ja C-ITS-tienvarsiyksiköihin pohjautuvaa mallia. Rossi katsoo, että esimerkiksi tietyömaan yhteydessä sijaitsevan törmäysvaimentimen lähettämissä C-ITS-viesteissä ITS-G5-teknologia on pitkän kantaman verkkoa soveltuvampi ratkaisu, sillä törmäysvaimennin ilmaisee sijaintinsa jatkuvasti tietyllä säteellä ja tieto kulkeutuu ajoneuvoon ilman, että tulisi tarvetta ottaa yhteyttä erilliseen keskusjärjestelmään.

C-ITS-järjestelmien suurimmista hyödyistä operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa puhuttaessa Rossi toteaa, ettei hänellä ole tieliikennekeskuksen liikenteenohjaajan eli liikenneoperaattorin näkökulmaa tarpeista. Hän tosin arvelee, että tietyövaroitusten saattaminen suoraan ajoneuvoyksiköihin sekä tieliikenteenohjauksen ja -hallinnan keinovalikoiman skaalaaminen muillekin kuin nykyisten telematiikkalaitteiden piirissä oleville tieosuuksille olisi hyödyllistä. Eräs esimerkki tällaisesta skaalaamisesta voisi olla enimmäisnopeussuositusten välittämistä ajoneuvoihin.

C-ITS-järjestelmien haasteisiin lukeutuvat Rossin mielestä epäselvyydet eri toimijoiden rooleissa. Muun muassa Fintrafficin rooli ekosysteemissä vaatii vielä selvennystä: tuleeko Fintrafficin kansallinen yhteyspiste eli NAP (National Access Point) kattamaan pelkät maantiet vai myös kaupunkien katuverkkoa. Rossi ei pidä mielekkäänä, että C-ITS-järjestelmien palvelut lakkaisivat toimimasta katuverkolle siirryttäessä. Hän mainitsee Traficomin selvityksen (Kotilainen et al. 2024), jossa annetaan ehdotus tulevista C-ITS-roolijaoista Suomessa. Rossin mielestä C-ITS-järjestelmien palveluissa vallitsee tällä hetkellä tietynlainen muna vai kana -ilmiö: tulisiko palvelutason parantuessa lisää käyttäjiä vai uusien käyttäjien myötä parempi palvelutaso. C-ITS-järjestelmien käyttöönottoon liittyy kustannuksia, joita koituu myös esimerkiksi palvelimien ylläpidosta ja joista syntyy paineita laskuttaa jotakin tahoa. Toistaiseksi ei myöskään ole valmiita prosesseja siihen, kuinka ekosysteemissä tulisi hallita reaaliaikaista tietoa. Erityisesti datan laatuun, tausta-aineistojen hallinnointiin ja ennusteiden laatimiseen liittyvät menetelmät puuttuvat. Esimerkkinä hän mainitsee kuvitteellisen tilanteen, jossa tielläliikkuja saisi eri liikennevaloristeyksistä eri ennusteet liikennevalojen vaiheista, jos jokaisessa niistä on eri laitetoimittaja. Rossi kiteyttää haasteet datan laatuun ja tarpeeseen löytää mekanismi sen valvomiseksi.

C-ITS-järjestelmien kypsyysasteeseen liittyvistä haasteista Rossi nostaa esiin niin sanotut luottamusratkaisut ja allekirjoitetut viestit, jotka liittyvät Euroopan unionin C-ITS-jär-

jestelmien turvatunnusten hallintajärjestelmään (EU CCMS). Hän katsoo, että avainten-hallinnassa, salauksessa ja tietoturvaratkaisuissa on vielä vajavaisuuksia. Myöskään ajoneuvoja tai päätelaitteita, jotka vastaanottaisivat C-ITS-viestejä, ei ole vielä kovin paljon liikenteessä. Rossi ei osaa ottaa kantaa operatiivisen tieliikenteenohjauksen käyttöliittymän muutostarpeisiin, mutta hän uskoo, että tarvittavat muutokset ja tiedot selviävät, kun liikenteenohjausta hyödyttävät käyttötapaukset on ensin määritetty. Datan hallinnoinnin ja tietovirtojen liikkumiset tulevat vaatimaan prosessikaavion kaltaisen kuvauksen.

Rossi toteaa, että C-ITS-palveluiden sisältö on tarkkaan määritelty. C-ITS-datasta osa on välitettävä eteenpäin sellaisenaan ja osaa voidaan jalostaa pidemmälle. Hänen mielestään sellaisenaan eteenpäin välitettäviä viestejä olisi arvokasta kyetä rikastamaan ja varmentamaan muista lähteistä saatavalla tiedolla. C-ITS-järjestelmissä viestinnän aikajänne on hyvin lyhyt, joten tiedon rikastamisen tulisi tapahtua mahdollisimman automaattisesti. Samalla C-ITS-viestin tulisi sisältää arvio liikenteellisen tapahtuman ennusteen luotettavuudesta eli esimerkiksi kuinka todennäköisesti ennuste kymmenen sekunnin kuluttua punaisesta vihreäksi vaihtuvasta liikennevalosta todellisuudessa toteutuisi. Rossi tulkitsee, että ajoneuvovalmistajat eivät niinkään halua vastaanottaa raakadataa vaan ennemmin eri palveluntuottajien jalostamaa ja varmentamaa dataa, jolloin data on rikastettua.

C-ITS-datan ihanteellisesta tarkkuudesta esimerkiksi ajan, sijainnin ja määrän suhteen kysyttäessä Rossi mainitsee, että C-ITS-viesteissä tulee olemaan eräänlainen laatuleima. C-ITS-viestien välityksen viiveen tulee käytännössä olla alle sekunnin ja sijaintitieto on saatava ajokaistakohtaisesti eli käytännössä tarkkuustasona on yksi metri. Laatuvaatimukset on pitkälti sisäänrakennettu C-ITS-järjestelmien teknisiin määrityksiin. Hän viittaa Fintrafficin Digitie-hankkeen osana sisäisellä jakelulla julkaistuun liikenteen turvatietopalveluita (SRTI) käsittelevään kehittämisselvitykseen, jossa monet ajoneuvovalmistajat ovat määritelleet havaintokynnykseksi vähintään kolme olosuhdehavaintoa tietystä pisteestä, jotta tieto välitettäisiin eteenpäin. Rossi mainitsee pilotin, jossa erään ajoneuvovalmistajan 6500 ajoneuvosta Suomessa saatiin yhden kuukauden aikana noin 2,3 miljoonaa havaintoa tien liukkaudesta ajoneuvolla kiihdytettäessä tai jarrutettaessa. C-ITS-viestintään kykenevän ajoneuvokannan kasvaessa haasteeksi nousee vääjäämättä, kuinka tietoa tulisi käsitellä ja tulkita – etenkin, jos tulkintojen tulee tapahtua miltei reaaliaikaisesti. Rossi katsoo, että viime kädessä tietolaji ratkaisee, mikä tieto on relevanttia ja mikä havaintomäärä on riittävä.

Rossi näkee mielekkäänä toteuttaa C-ITS-datan tuonti operatiivisen tieliikenteenohjauksen käyttöjärjestelmiin siten, että liikenneoperaattorilla olisi mahdollisuus nähdä haluamansa tietolajit ja niihin liittyvät laatuluokat. Hän visioi, että käyttöjärjestelmässä voisi olla tietoluokkien laatuun liittyviä ilmoituksia esimerkiksi havaintojen luotettavuudesta. Rossi toteaa Fintrafficin omistavan paljon dataa tuottavia tienvarsilaitteita ja katsoo sen puolesta Fintrafficin roolin olevan keskeinen C-ITS-järjestelmissä. Hänen mielestään olisi luontevaa, että kansallinen C-ITS-keskusyksikkö ja kansallinen yhteyspiste olisivat Fintrafficin hallinnoimat. Samalla myös kaupungit voisivat liittyä samaan C-ITS-keskusyksikköön.

4.3.3 Ilkka Kotilainen / Traficon Oy

Kolmas haastateltava, Ilkka Kotilainen, toimii ITS-konsulttina Traficonilla. Ajoneuvoista ja tielläliikkujien henkilökohtaisista käsilaitteista tai mobiilisovelluksesta saatavan tiedon hyödyllisyydestä kysyttäessä hän toteaa, että hyödyllisyyttä voi tarkastella eri tasoilla. Esimerkiksi Euroopan tasolla on määritetty asiantuntijoiden voimin niin sanotut Day 1 ja Day 1,5 -palvelut C-ITS-palveluihin liittyen. Yksittäisten EU-jäsenvaltioiden tasolla valtiokohtaiset eritysolosuhteet korostuvat: esimerkiksi NordicWay-hankkeiden vaikutustutkimuksissa on selvitetty, että tieto liukkaasta tienpinnasta olisi liikenneturvallisuuden kannalta vaikuttavin tietolaji Suomessa. Kotilainen katsoo, että eri ajoneuvovalmistajien innovaatioita kulkeutuu todennäköisesti myös Suomessa käytettäviksi, joten välttämättä ei ole kannattavaa kehittää aivan omia toteutuksia. Hän mainitsee eri tietojen yhdistämisen yhtenä käytäntönä, jolloin esimerkiksi infrasta ja ajoneuvoista saatu tieto voitaisiin yhdistää ilmakehän tiesäämalliin, siitä johdettuun tiesäämalliin ja esimerkiksi tuulilasinpyyhkijöiden statustietoon. Tällaista yhdistelmätietoa voidaan validoida nykyisen tiesääasemaverkon tuottamalla tiedolla. Kotilainen kuitenkin korostaa, että C-ITS on määritelmältään varsin tarkkarajainen, eivätkä kaikki tietolajit edusta C-ITS:ää.

C-ITS-järjestelmien suurimmista hyödyistä operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa kysyttäessä Kotilainen mainitsee yhteiseurooppalaisen turvatunnusten hallintajärjestelmän, jolla varmistetaan välitettävän tiedon eheys, oikeellisuus ja luotettavuus. Tällä C-ITS-viestien “leimaamisella” estetään virheellisen tiedon lähettäminen ja taataan C-ITS-järjestelmien tietoturvaa. Hän myös toteaa C-ITS-järjestelmien tuovan pitkällä aikavälillä suuria hyötyjä liikenteen turvallisuuden, sujuvuuden ja ympäristöystävällisyyden kohentumisena. Lisäksi Kotilainen arvioi, että C-ITS-palvelut ovat yhteisten standardien ja spesifikaatioiden myötä hyvin skaalautuvat ja hyödyt moninkertaistuvat yhteensopivan ajoneuvokannan kasvettua suureksi.

C-ITS-järjestelmiin liittyviksi haasteiksi Kotilainen mainitsee erilaisten toimijoiden, organisaatioiden ja roolien suuren määrän sekä itse teknologiaan liittyvät haasteet. C-ITS-järjestelmien on toimittava valtiorajat ylittävästi (interoperability) ja eri laitetyyppien kanssa, mikä on haaste eri ajoneuvo- ja laitevalmistajille. Toisaalta C-Roads-yhteistyöalustan sisällä pohditaan juuri tämänkaltaisia asioita. Hän mainitsee haasteena myös tietosuojan, joka on merkittävä asiakokonaisuus ja jossa on huomioitava yksityisyydensuojan varmistaminen ja tietosuojalainsäädännön noudattaminen.

C-ITS-teknologian kypsyysasteessa Kotilainen näkee eroja esimerkiksi Keski-Euroopan ja Suomen välillä. Keski-Euroopassa on otettu jo käyttöön joitakin C-ITS-palveluita kuten tietyövaroitukset, ja esimerkiksi tietyissä Volkswagen Golf -malleissa on ollut C-ITS-ajoneuvoyksikkö osana vakiovarustelua. Toisaalta eri C-ITS-palveluiden välillä on kypsyyseroja. Hän toteaa, ettei Suomessa ole tuotantokäytössä C-ITS-tienvarsiyksiköitä taikka matkapuhelinverkon välityksellä toteutettua C-ITS:ää. Keski-Euroopassa painopiste on ollut lyhyemmän kantaman teknologioissa. Ratkaistavana on vielä, mikä taho toteuttaisi C-ITS-järjestelmien käyttöönoton kansallisesti, missä laajuudessa ja mikä tulisi olemaan kaupunkien ja kuntien rooli tässä työssä. Kotilaisen mielestä tuotantokäyttöön otto olisi mahdollista, kun keskinäiset roolit ja vastuut ovat selkiytyneet ja teknologiaan liittyvät haasteet ratkottu. Hän näkee C-ITS-järjestelmissä eräänlaisen muna vai kana -ongelman: varustetaanko C-ITS-järjestelmillä ensin infra vai ajoneuvokanta?

Kotilainen sanoo C-ITS-datalta vaadittavan tarkkuuden riippuvan kunkin C-ITS-palvelun omasta vaatimustasosta. Esimerkkinä hän mainitsee tiedon liukkaasta tiestä, jolloin tiedon tulee olla hyvin ajantasaista, tiheästi päivittyvää ja luotettavaa. Vastaavasti esimerkiksi kahden vuoden kestoisessa ”staattisessa” tietyössä ei juuri olisi päivitystarvetta. Kotilainen mainitsee, että DfRS-ekosysteemissä on määritelty A-, B- ja C-luokat erilaatuiselle datalle. Mikäli data ei ole riittävän tarkkaa ja ajantasaista, se ei kuitenkaan kelpaa välitettäväksi C-ITS-muodossa.

Fintrafficin rooliin C-ITS-järjestelmissä Kotilainen toteaa yhteneväisesti Traficomin C-ITS-rooleja hahmotelleen julkaisun (Kotilainen et al. 2024) kanssa: Väylävirasto voisi johtaa käyttöönottoprosessia ja Fintrafficilla olisi operatiivisen toteuttajan rooli. Jotta C-ITS-viestejä voidaan ryhtyä leimaamaan, tarvitaan ensin C-ITS-keskusyksikkö. Tällä voitaisiin Kotilaisen mukaan jopa kääntää liikenteeseen liittyviä viestejä muista standardeista ja muodoista C-ITS-muotoon sillä ehdolla, että data täyttää sille asetetut laatuvaatimukset. Hän hahmottelee, että ajoneuvojen olisi tulevaisuudessa mahdollista ladata C-ITS-keskusyksikköön liittyvältä tiedonvaihtopalvelimelta Fintrafficin leimaamat tiedot.

4.3.4 Jani Kariniemi / Fintraffic Tie

Neljäs haastateltava, Jani Kariniemi, työskentelee Fintraffic Tien digitaalisten palveluiden kehittämisen parissa tittelinään Head of Digital. Hän korostaa ajoneuvoista ja tiellä liikkujien henkilökohtaisista käsilaitteista saatavasta tiedosta kysyttäessä Data for Road Safety -ekosysteemiä (DfRS), johon on liittynyt muun muassa Fintraffic Tie ja eri ajoneuvovalmistajia. Hän kiteyttää, että DfRS ikään kuin rakentuu velvoittavan SRTI-asetuksen päälle, ja SRTI- ja myös RTTI-asetus pohjautuvat ITS-direktiivistä. Osana SRTI-asetusta on määritelty kahdeksan liikennetilannetta, joista tulisi välittää tieto eteenpäin loppukäyttäjille. Näiden lisäksi Kariniemi nostaa liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyön osalta markkinaehtoisen yhteistyön, jonka kautta tietoa voitaisiin saada esimerkiksi kuljetusyrityksiltä, joukkoliikenneoperaattoreilta, Postilta, teleoperaattoreilta ja ajoneuvovalmistajilta. Hän myös visioi mahdollisuutta, jossa ajoneuvon kuvaamasta videoaineistosta voitaisiin havaita esimerkiksi telematiikkalaitteiden vikatilanteita, väärään aikaan käynnissä olevia tietöitä ja varoittamiskynnyksen ylittävä kuoppa tiessä. Kariniemi pitää liikennetietoon liittyviä sovelluksia kuten Fintraffic Mobiili ja Waze varteenotettavina alustoina, joiden kautta ilmoittaa liikenteeseen liittyviä havaintoja. Kariniemi kertoo myös, että osana DfRS-alustaa tullaan saamaan pian tietoa tien päältä noin 100 000 ajoneuvosta.

C-ITS-järjestelmien suurimmista hyödyistä operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa Kariniemi mainitsee nopeutuvan tiedonvälityksen ja sitä kautta myös tiedon parantuvan hyödynnettävyyden. Tällöin esimerkiksi liikennetiedotteet ja kiertotietiedot kulkeutuisivat suoraan ajoneuvon kojelaudalle. Tällöin voitaisiin välttää esimerkiksi liikenteen ohjautuminen Espoon katuverkolle Kehä I:n Mestarintunnelin ollessa suljettuna liikenteeltä. Hän nostaa esille myös datan saamisen tiestöltä, jolta ei ole saatavissa tiesääasemien (TSA) ja LAM-pisteiden tuottamaa dataa, jolloin C-ITS-järjestelmien viestit rikastavat TSA- ja LAM-verkon dataa ja päinvastoin.

C-ITS-järjestelmiin liittyvistä haasteista Kariniemi nostaa esiin kysymyksen siitä, mikä tulee olemaan tiedonvälityskanavana. Hän mainitsee Volvon vuoden 2016 ja sitä tuoreempien vuosimallien ja esimerkiksi mobiililaitteiden kyvykkyyden välittää liikenteeseen liittyvää tietoa, mutta hän näkee haasteena ”laivan kääntymisen” hitaasti.

Kariniemi katsoo, että C-ITS-datan jalostuksessa on ratkaistavana muun muassa, missä vaiheessa C-ITS-viestiketjua tulisi tehdä esikarsintaa datalle. Hän havainnollistaa syntyvän datan suuruusluokkaa vuoden 2024 helmikuussa toteutetulla kokeilulla, jossa ajoneuvoista pienen kaupungin alueelta saatu nopeusdata yhden kuukauden ajalta oli muu-

taman gigatavun luokkaa. Kariniemi visioi, että Suomi on edelläkävijöiden joukossa Euroopassa yhdistämällä ajoneuvoista ja muista lähteistä syntyvän tiedon liikenteen käyttöön lähes reaaliajassa ja osaksi liikenteen digitaalista kaksosta.

Kariniemi kommentoi C-ITS-datan tarkkuustasoa mainitsemalla SRTI-tietolajeissa tehtävän luokittelun A- ja B-luokan tietoon. A-luokan tietoa edustaisi esimerkiksi 25 metrin tarkkuustasolla saatava tieto, johon sisältyisi tieto ajokaistasta ja ajosuunnasta. B-luokan tieto olisi puolestaan tätä karkeampaa, eivätkä hänen arvionsa mukaan kaikki toimijat olisi tällöin kiinnostuneita siitä. Kariniemi katsoo, että datan tulisi ylipäätään olla sijainniltaan hyvin tarkkaa ja viiveiden lyhyitä, ja tiedon tulee olla pian jo regulaationkin vaatimuksista digitaalisessa muodossa.

Kysyttäessä C-ITS-datan tuonnista käyttöliittymään Kariniemi ei näe asiassa yhtä ainoaa totuutta. Kaikkea dataa ei nykyisellääänkään tuoda suoraan TLOIKiin, vaan siellä näytetään jalostettua lopputulosta. Hän hahmottelee, että esimerkiksi liikenneriskiennustus voisi tulla omana näkymäkerroksena TLOIKiin, eräänlaisena ”heatmap”-toteutuksena. Kariniemi näkee, että esimerkiksi nykyiset ensitiedotteet ja liikennetiedotteet ovat edelleen keskeisiä TLOIKin osia C-ITS-järjestelmien viestinnässä, mutta näiden rinnalle tulisi uusia digitaalisia kanavia. Kariniemi näkee Fintrafficin roolin C-ITS-järjestelmissä erittäin suurena.

4.3.5 Risto Kulmala / Traficon Oy

Viides haastateltava, Risto Kulmala, toimii Traficonilla erityisasiantuntijana älyliikenteen sekä verkottuneen ja automaattisen liikenteen parissa. Hänen mielestään liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyön kannalta olisi hyödyllistä saada keskeiset tiedot tieverkolla liikkuvista autoista: häiriöt liikenteessä ja normaalista poikkeavat asiat kuten onnettomuudet. Hän katsoo, että tieto erilaisista häiriöistä tulisi saada nopeasti ja että tieliikennekeskuksille on keskeistä havaita ja hoitaa häiriötilanteet nopeasti – tulevaisuudessa myös ennakoidakin niitä. Vastaavasti toiseen suuntaan, eli tieliikennekeskuksesta ajoneuvoihin ja tielläliikkujille, olisi Kulmalan mukaan tarve antaa autoilijalle vaihtoehtoisia reittejä. C-ITS:stä voisi hänen mukaansa saada kyvykkyyden hajauttaa liikennettä siten, etteivät kaikki siirtyisi yhdelle tietylle reitille. Samalla olisi mahdollista myös yksilöidä reittisuosituksia riippuen siitä, onko kyseessä esimerkiksi henkilöauto tai raskas ajoneuvo.

Kulmala mainitsee C-ITS-järjestelmien suurimmiksi hyödyiksi operatiivisen tieliikenteenohjauksen kannalta tiedonvaihdon, joka mahdollistaa tien päältä ajoneuvoista saatavan häiriö- ja tilannetiedon hyödyntämisen ajantasaisen tilannekuvan ylläpidossa. Hän arvioi,

että tämän myötä myös operatiivisessa tieliikenteenohjaustyössä tehtävät toimenpiteet ovat oikeellisempia. C-ITS-järjestelmät tarjoaisivat myös liikennetilanteeseen perustuvia reittiehdotuksia, mutta hänen mukaansa ei voi olettaa, että kuljettajat tarttuisivat automaattisesti niihin. Kulmala mainitsee terminä Traffic Circulation Planin, jolla voitaisiin jäsennellä liikennettä. (Traffic Circulation Planilla eli liikennevirtasuunnitelmilla tarkoitetaan ”pysyviä liikenteenhallintatoimenpiteitä, jotka liikenteenhallinnasta vastaavat ovat suunnitelleet liikennevirtojen hallintaan ja ohjaamiseen pysyvien tai toistuvien liikennehäiriöiden vuoksi” (Asetus 2022/670, 2. artikla).)

C-ITS-järjestelmiin liittyvistä tämänhetkisistä haasteista Kulmala mainitsee niin sanotun muna vai kana -ongelman, jossa C-ITS-järjestelmien yleistymistä rajoittaa käyttäjäkunnan vähäinen lukumäärä. Hänen mukaansa myöskään tarkemmasta teknologisista ratkaisuista ei ole päästy yhteisymmärrystä: Euroopassa uskotaan laajalti WiFi-tekniikan nimeen, Aasiassa puolestaan matkapuhelinverkkoihin pohjautuvaan toteutustapaan. Kulmala katsoo, että C-ITS-järjestelmien kehitys ei oikein tahdo edetä omalla painollaan, vaan se vaatii myös esimerkiksi kansallisia satsauksia.

C-ITS-viesteiltä vaadittava tarkkuus esimerkiksi ajan, sijainnin ja havaintojen lukumäärän suhteen riippuu Kulmalan mielestä tapahtumatyypistä. Esimerkiksi väärään suuntaan ajavasta ajoneuvosta voitaisiin lähettää viesti eteenpäin jo ensimmäisen havainnon jäljiltä, mutta useimmiten tarvittaisiin useampia havaintoja. Hän jakaa ajan eri osatekijöihin: viive liikenteellisen tapahtuman tiedon saapumisessa esimerkiksi tieliikennekeskukseen, viive tiedon pohjalta tehtävissä toimenpiteissä kuten viestin lähettämisessä (latenssi) ja viive viestin saapumisesta ajoneuvoon tai tienvarsiopasteeseen. Kulmala katsoo, että latenssiin voidaan vaikuttaa tieliikennekeskuksessa. Monesti haluttaisiin kuitenkin saada ensitiedolle lisää varmistusta, mikä kasvattaa latenssia. Kulmalan mukaan sijainnilta vaadittava tarkkuus riippuu käyttötapauksesta eli onko kyseessä esimerkiksi onnettomuuspaikka vai tietyömaa.

4.3.6 Jouni Rantanen / Sitowise Oyj

Kuudes haastateltava, Jouni Rantanen, toimii Sitowisella vanhempana asiantuntijana. Hän katsoo, että liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyön kannalta olisi hyödyllistä kyetä tunnistamaan vaaranpaikkoja liikenteellisestä historiatiedosta. Rantanen visioi reaaliaikaisen floating car datan (FCD) tiedon yhdistämistä historiatietoihin muun muassa liukkaan kelin aikana ajoneuvoista välittyvistä luistonestojärjestelmän tiedoista ja jarrutustiedoista siten, että mahdolliselle vaaratilanteelle muodostettaisiin eräänlainen riski-indeksi. Hän on seurannut mielenkiinnolla liikennetiedon keräämistä Hollannissa, jossa tietoa liikenteestä ja liikennekäyttäytymisestä on saatavilla

enemmän kuin Suomessa. Rantanen tunnistaa, että Suomessa kelitieto on tähän mennessä ollut vallitseva tietolaji liikennetietoon verrattuna. Hän mainitsee yhtenä tietolajimahdollisuutena ajoneuvojen ADAS-järjestelmät.

Kysyttäessä millaisissa tilanteissa olisi hyödyllistä kyetä välittämään liikennetietoa tieliikennekeskuksesta nykyistä laajemmin tai kohdistetummin ajoneuvoihin ja tiellä liikkujille Rantanen nostaa esiin ajoreitityksen. Jotta liikennetieto saataisiin kohdennettua loppukäyttäjälle mahdollisimman tarkoituksenmukaisella tavalla, tulee tiedossa olla ajoneuvon kuljettajan käyttämä reitti. Tällöin tieto eri reitteihin kuluvista matka-ajoista tai niiden poikkeamista ohjaisi kuljettajaa reittivalinnassa. Konkreettisina esimerkkeinä ajoneuvoihin ja tiellä liikkujille välitettävistä olennaisista liikennetiedosta Rantanen mainitsee tunnelin suljettuna olemisen ja kiertotien käyttöönoton.

C-ITS-järjestelmiin liittyvistä haasteista Rantanen mainitsee kustannuksiin ja liiketoimintaan liittyvät haasteet. Hänestä ei ole selvää, mikä taho lopulta rahoittaa C-ITS-järjestelmien käyttöönoton, vaikka Traficomin julkaisemassa ehdotuksessa viranomaisten rooleista C-ITS-järjestelmien käyttöönotossa ja operatiivisessa käytössä (Kotilainen et al. 2024) onkin aihepiiriä jo sivuttu. Rantasen mielestä C-ITS-palveluista tulisi olemaan vaikeaa periä maksua Suomessa, kun tienkäyttäjät ovat tottuneet muun muassa ilmaiseen säädataan. Hän pitää haasteellisena rahoituksen saamista ja korvamerkitsemistä nimenomaan liikenteen digitalisaatiotyöhön.

C-ITS-järjestelmien kypsyysastetta Rantanen kommentoi nostamalla esimerkiksi Hollannin, jossa liikenteeseen liittyvän tiedon välitystä on rakennettu vahvasti matkapuhelinten ja niiden hyvän penetraatioasteen eli yleisyyden varaan. Matkapuhelinten varaan rakennettu tekniikka ei hänen mukaansa kuitenkaan ainakaan vielä täytä C-ITS:n teknisiä määritelmiä ja vaatimuksia turvatunnusten hallintajärjestelmän ja PKI-varmenteiden osalta, jotka varmistavat, ettei C-ITS-viestiä päästä hakkeroimaan matkan varrella. Rantanen arvioi, että jollei varmennepuolta saada kuntoon matkapuhelimien osalta, C-ITS-järjestelmien yleistyminen ajoneuvokannan uusiutumisen kautta tulee olemaan hidasta. Hän nosti esiin havaintonaan, että Euroopassa lähestyminen C-ITS-järjestelmiin on hyvin lainsäädäntö- ja määrittelylähtöistä, kun taas USA:ssa ja Aasiassa tulokulma on loppukäyttäjälähtöisempi ja markkinavetoisempi. Rantasen mielestä C-ITS-järjestelmiä käyttöönotettaessa tulisi jäädä tilaa yritykselle ja erehdyksellekin, sillä pyrkimys täydellisyyteen ei välttämättä onnistu. Hän mainitsee Hollannista onnistuneena esimerkkinä Talking Traffic -yhteistyön, jossa eri julkiset ja kaupalliset tahot jakavat keskenään liikennetietoa. Rantanen mainitsee myös Flitsmeister-sovelluksen onnistuneena esimerkkinä älypuhelimien käytöstä liikennetiedon jakamisessa.

C-ITS-datan vaadittavasta tarkkuustasosta esimerkiksi ajan, sijainnin ja havaintomäärien suhteen kysyttäessä Rantanen mainitsee alkuun esimerkkinä jälleen Hollannin, jossa puutteellisellakin datalla on kyetty rakentamaan mobiilisovellus, josta tiellä liikkujat ovat olleet valmiita maksamaan kuukausimaksua (Flitsmeister). Hollannissa on ollut aikaisia omaksujia, jotka ovat lähteneet toimialalle, vaikka liikenteeseen liittyvän tiedon teknologia ja datan laatu eivät ole olleet täydellisiä. C-ITS-datan tarkkuudesta hän toteaa yleisesti, että sen on oltava paikallisesti relevanttia. Esimerkiksi tietunnelia koskevassa tiedotteessa tunnelin ja kaistatiedon on oltava oikein. Tilanteesta riippuen loppukäyttäjän kannalta mielekäs tarkkuustaso voi hyvin olla myös kilometrin luokkaa kymmenien metrien sijasta. Rantanen toteaa, että kolmen havainnon katsotaan yleisesti olevan riittävä määrä havaintoja esimerkiksi tilapäisesti liukkaan tien havainnon eteenpäin lähettämiseksi C-ITS-muodossa. Hän toteaa C-ITS-viestien laatuluokkien määrittelyn olevan parhaillaan käynnissä. Viestit tullaan näillä näkymin luokittelemaan viisiportaisella asteikolla, josta on myös käyty keskustelua Fintraffic Tien Digitie-hankkeessa.

Fintrafficin roolista C-ITS-järjestelmissä Rantanen nostaa lyhyesti ekosysteemityön, jossa Fintraffic voisi rakentaa esimerkiksi Wazesta saatavan datan pohjalle sovellutuksia, joista puolestaan liikkuisi uutta dataa Wazen käyttöön, jolloin syntyisi eräänlainen itseään ruokkiva myönteinen kierre. Hänestä on pohtimisen paikka, kuinka saada sadat tuhannet ihmiset datan tuottajiksi ja käyttäjiksi kuten Hollannissa Flitsmeister-sovelluksessa.

4.3.7 Jukka Oikarinen / Fintraffic Tie

Seitsemäs haastateltava, Jukka Oikarinen, toimii Fintraffic Tiellä asiantuntijana tietopalveluiden yksikössä. Ennen nykyistä toimenkuvaansa hän työskenteli noin 20 vuoden ajan liikennepäivystäjänä (nyk. liikenneoperaattori). Oikarinen katsoo, että liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyön kannalta ajoneuvoista saatava sää- ja keliolosuhdetieto voisi olla hyödynnettävissä vaihtuvien opasteiden ohjausjärjestelmien ohjauksessa siten, että tieto ei olisi määräävimmässä vaan tukevassa roolissa. Tällöin ajoneuvoista saatava FCD-data (floating car data) sää- ja keliolosuhteista voisi hänen mielestään riittävällä sijaintitarkkuudella tukea esimerkiksi tiesääasemien havaintoja liukkaasta tienpinnasta tai tuulilasinpyyhkijöiden liikkeiden perusteella vesisateista. Oikarinen hahmottelee, että nykyistä pistemäisessä muodossa olevaa kelitietoa voisi tulevaisuudessa laajentaa jatkuvan muotoiseksi tiesääasemien välille. Hän mainitsee, että Wazesta peräisin olevaa FCD-dataa käytetään nykyisessä Kehä III:n tiedotusopastejärjestelmässä matka-aikaviiveistä tiedottamiseen. Oikarisen mielestä tällaista dataa voitaisiin hyödyntää muissakin ohjausjärjestelmissä, jolloin tarvittaisiin vähemmän

induktiosilmukkaan perustuvia häiriöherkkiä tienvarsilaitteita. Hänen mukaansa myös nykyinen TLOIKissa käytettävä ruuhkatieto on peräisin Wazesta.

Tieliikennekeskuksesta nykyistä laajemmin tai kohdistetummin ajoneuvoihin ja tiellä liikkujille välitettävästä liikennetiedosta Oikarinen sanoo, että olisi hyödyllistä kyetä välittämään tieto esimerkiksi ruuhkautumistilanteista ja poikkeuksellisista tilanteista kuten hoitoluokkaa vastaamattomassa kunnossa olevasta tiestä. Hän mainitsee nykyisten vaihtuvien opasteiden ohjausjärjestelmien ohjauspolitiikan, jossa ehdotus varoitusmerkin asettamisesta edeltää nopeusrajoitusehdotusta. Nämä ehdotukset perustuvat tiettyihin kynnysarvoihin, jotka voisivat Oikarisen mukaan olla samat myös tieliikennekeskuksista lähetettävissä SRTI- ja RTTI-muotoisissa viesteissä. Lähetettävät SRTI-viestit voisivat koskea esimerkiksi sellaisia tilanteita, joissa moottoritien nopeus ohjataan 80 kilometriin tunnissa. Hän korostaa, että tulevaisuudessa on huomioitava vaihtuvien opasteiden varoituksien ja rajoituksien yhdenmukaisuus suhteessa autojen kojelautoihin tai kännyköihin välitettäviin tietoihin. Oikarinen mainitsee myös ensi vuonna voimaan astuvan säätelyn eikä pidä muita kuin SRTI- ja RTTI-muotoisia viestejä luontevina tieliikennekeskuksien taikka Fintrafficin tiedotustapojen kannalta.

C-ITS-järjestelmien suurimmista hyödyistä operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa Oikarinen mainitsee lyhyesti tilannekuvan muodostamisen. C-ITS-järjestelmiin liittyvistä haasteista hän puolestaan mainitsee tietomäärän, joka voisi muodostua hallitsemattomiksi jo nykyisin puhumattakaan tulevaisuudesta, jos tietoa ei suodateta ennen kuin se saapuu liikenneoperaattorin käsiteltäväksi. Lisäksi Oikarinen mainitsee haasteena SRTI-asetukseen kuuluvan velvoitteen jakaa olemassa olevaa turvallisuustietoa eteenpäin. C-ITS-teknologian kypsyysastetta hän ei pidä vielä kovin korkeana, mutta povaa että vuoden taikka kahden päästä se voisi hyvinkin olla korkea ja Fintrafficin tulisi varautua etupainotteisesti C-ITS-järjestelmien käyttöönottoon.

C-ITS:n vaatimista käyttöliittymän ja toimintamallien muutoksista kysyttäessä Oikarinen sanoo, että C-ITS-data vaatisi esijalostuksen ennen TLOIKiin saapumista, sillä datan käsittely vaatisi paljon laskentatehoa. C-ITS-datan ja TLOIKin välissä voisikin hänen mielestään olla nykyisen tiesääasemien ja LAM-pisteiden dataa keräävän ja käsittelevän LOTJU:n kaltainen komponentti. Oikarinen katsoo, että esimerkiksi sekunnin välein välitettävä tieto renkaiden sutimisista muodostaisi liian suuren datamäärän, jotta sitä olisi mielekästä visualisoida kartalle tai herätteiksi. Lisäksi huonolaatuinen data voitaisiin karsia pois, ja heräte käyttöliittymään voisi syntyä vasta useamman ajoneuvon havainnosta. Hänen mukaansa sopiva tarkkuustaso datan esittämiselle moottoritieympäristössä olisi liittymäväli.

Oikarisen mielestä datan laadun arvioinnin tulisi pitkällä tähtäimellä olla täysautomaattista sen suuren määrän vuoksi. Alkuvaiheessa liikenneoperaattorilla voisi kuitenkin olla mahdollisuus manuaaliselle tarkistukselle. Hänen mielestään lähtökohta on, että tieliikenteenohjauksen automaatioaste nousee C-ITS-viestien myötä. Vaihtuvien opasteiden ohjausehdotusten taustalla olevassa niin sanotussa suosituslaskennassa tulisi säilyä ainakin nykyinen automaatioaste. Oikarinen hahmottelee, että C-ITS-data tuotaisiin nykyisten tiesääasemien ja LAM-pisteiden dataan pohjautuviin ohjausehdotuksiin siten, ettei ohjausehdotuksesta näkyisi kyseessä olevan nimenomaisesti C-ITS-dataan liittyvä ohjausehdotus. Ohjausehdotukset olisivat siis tulevaisuudessa yhdistelmä C-ITS-dataa ja LOTJU:n koostamaa tietoa. Hän korostaa, että C-ITS:n läsnäolo olisi kuitenkin tiedostettava ja C-ITS-viesteillä olisi ainakin aluksi vain varmentava rooli. Oikarinen ajattelee, että C-ITS-viesteistä voisi tulla herätteitä myös tiesääasema- ja LAM-pisteverkon ulkopuoliselta eli nykyisen suosituslaskennan ulkopuoliselta tiestöltä. Tällöin esimerkiksi liukkaustieto voitaisiin esittää tieosuuskohtaisesti.

C-ITS-datan tarkkuutta esimerkiksi ajan, sijainnin ja havaintojen lukumäärän suhteen Oikarinen kommentoi, että ajan ja sijainnin tulisi olla hyvinkin tarkat. Lukumäärä sen sijaan on kysymys erikseen: milloin ajoneuvoja on riittävästi, jotta havaintoja syntyisi riittävästi ympäri vuorokauden? Hän pohtii, että hiljaisimmilla teillä liikennemäärät eivät riittäisi, mutta toisaalta tieliikenteenohjauksen kannalta tällaiset tiet eivät olisi kiinnostavia kehäteihin ja kaupunkien sisääntuloväyliin verrattuna. Oikarinen katsoo, ettei C-ITS-data voi olla ensisijainen tiedonlähde, sillä esimerkiksi liukkaan tien havaintojen määrät voivat ajoittain olla hyvin vähäiset. Hänen mielestään tulisikin määritellä jollakin tavalla, mikä on riittävä määrä havaintoja datan C-ITS-datan käyttämiseksi.

Oikarisen mielestä C-ITS-datan tuonti käyttöliittymään olisi mielekästä toteuttaa siten, että telematiikkalaite- ja C-ITS-suosituslaskentaehdotukset olisivat samassa nipussa, mutta vaihtuvien opasteiden ulkopuolisilta tieosuuksilta voisi kuitenkin tulla herätteitä esim. liukkaudesta tieosuuden tarkkuudella. Fintrafficin roolista C-ITS-järjestelmissä kysyttäessä hän pitää Fintrafficia järkevänä ja kyvykkäänä toimijana, jonka rooliin ja tehtäviin C-ITS-järjestelmät kuuluvat.

4.3.8 Juho Anttonen / Fintraffic Tie

Kahdeksas haastateltava, Juho Anttonen, työskentelee Fintraffic Tiellä liikenneoperaattorina tieliikennekeskuksessa. Kysyttäessä millaista tietoa olisi liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyönkannalta hyödyllistä saada suoraan ajoneuvoista tai tielläliikkujien henkilökohtaisista käsilaitteista tai mobiilisovelluksesta hän

vastaa, että liikenneoperaattorin näkökulmasta parasta hyötyä olisi reaaliaikaisen kelianturi- ja säätiedon saaminen ajoneuvoista. Ajoneuvoista saatava tieto täydentäisi nykyisten tienvarsilaitteiden tietoja ja tarjoaisi lisäksi varmistusta tiesääasemille ja toisaalta myös LAM-pisteiden ajonopeustiedoille. Tarvittaessa ajoneuvodatasta voisi ottaa keskiarvon tai käyttää otantaa tietystä joukosta, jottei datan määrä muodostuisi kohtuuttomaksi. Anttonen pitää mielekkäänä datan esittämistä tieosakohtaisesti, mutta katsoo toisaalta, että esimerkiksi lukuisat havainnot yksittäisen pisteen jäätävästä tihkusta voisi hyvin tuottaa herätteen. Tällöin kyseessä olisi normaalista hyvin paljon poikkeava havainto, jonka pohjalta voisi jopa laatia liikennetiedotteen.

Kysyttäessä millaisissa tilanteissa olisi hyödyllistä kyetä välittämään tieliikennekeskuksesta liikennetietoa nykyistä laajemmin tai kohdistetummin suoraan ajoneuvoihin ja tielläliikkujille Anttonen toteaa alkuun, että tietoa on jo olemassa, mutta hänelle on jäänyt epäselväksi, mitä reittiä pitkin navigaattorit ja esimerkiksi Google Maps saavat tiedon itselleen. Hän mainitsee, että kaikki navigaattoritkaan eivät välttämättä osaa kohdentaa liikennetietoa. Anttosen mielestä tieliikennekeskuksen kannalta ajoneuvopäätteeseen voisi kulkeutua suoraan tieto onnettomuuksista, vastaavista poikkeamista, kiertoteistä ja mahdollisesti suurimmista tietöistä ja erikoiskuljetuksista. Esimerkiksi tieto erityisen leveästä, muilta tielläliikkujilta pysähtymistä vaativasta kuljetuksesta olisi saatava tietoon, jotta tielläliikkujat voisivat ennakoida tilannetta. Hänen mukaansa myös tieto esimerkiksi onnettomuuden takia suljetusta tiestä tulisi löytyä reaaliaikaisena tietona, jotta tielläliikkuja löytäisi mahdollisimman nopeasti kiertotien. Anttonen toteaa, että kyseessä on sama tiedottaminen kuin nykyisinkin, mutta hyödyllistä olisi saada kohdennettua ja rajattua tieto esimerkiksi tietyllä säteellä tai tiellä oleville ajoneuvoille. Hän on kuullut raskaan liikenteen kuljettajilta, että radion RDS-järjestelmän poistumisen myötä liikennetiedotteiden alueellinen rajaus olisi poistunut ja siten liikennetiedotteet eivät kohdennu oikealle alueelle.

C-ITS-järjestelmien suurimmista hyödyistä operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa kysyttäessä Anttonen nostaa esiin nopeasti välittyvän tiedon molempiin suuntiin, joskin tiedon sisältökin on huomioitava. Vastaavasti C-ITS-järjestelmien tämänhetkisistä haasteista Anttonen mainitsee älykkäiden järjestelmien yleistymisen hitauden ja Suomen autokannan keski-iän ja hitaan uusiutumisen. Hän ei usko, että autoja ruvettaisiin erikseen varustamaan älylaitteilla, jollei niitä ole asennettu valmiiksi tehtaalla. Anttonen mainitsee C-ITS-järjestelmien haasteina myös kyberturvallisuus-, tietosuoja-, tietoturva- ja GDPR-näkökulmat sekä laitteissa että lainsäädännössä. Haasteisiin nivoutuen hän kommentoi C-ITS-teknologian kypsyysastetta ja käyttöönoton mielekästä aikajännettä siten, että C-ITS:llä varustettu autokanta yleistyy ja uusiutuu hitaasti: kymmenenkin vuotta voi olla

liian lyhyt aika sille, että operatiivinen tieliikenteenohjaus saisi reaaliaikaista tietoa riittävän suuresta osasta ajoneuvoja. Anttonen katsoo, että lainsäädännöllä voidaan saada muutosta aikaan.

C-ITS:n vaatimista käyttöliittymän ja toimintamallien muutoksista kysyttäessä Anttonen mainitsee tarpeen reaaliaikaisen sijaintitiedon saamisesta kunnossapidolta ja tienkäyttäjiltä. Hän pohtii, olisiko esimerkiksi kymmeneltä tiellä liikkujalta saatava samansisältöinen C-ITS-viesti validi ja mistä tietää, pitääkö se paikkansa ja onko tieto aitoa. Anttonen mainitsee tarpeet toimintaohjekorttien päivitykseen ja koulutuksiin, joissa otettaisiin kantaa, minkälainen tieto aiheuttaisi minkälaisia toimenpiteitä. Hänen mielestään nykyisellään ei voida edellyttää liikenneoperaattorilta Fintraffic Mobiili -sovellukseen tehtyjen vaarailmoitusten huomaamista. Anttonen ei usko, että itse käyttöliittymältä vaadittaisiin paljon muutoksia. Hän pitäisi hyödyllisenä mahdollisuutta tarkastella reaaliaikaisesti, missä C-ITS-tiedon tuottajat sijaitsevat. Erityisesti kunnossapitoajoneuvojen reaaliaikainen sijainti olisi hänen mielestään hyödyllistä, joskin Liikennetilanne-palvelussa näkyy jo nykyisin kunnossapitotyöt viiveellä. Anttonen visioi, että C-ITS-järjestelmät voisivat myös hyödyntää maanteiden hoitourakoitsijoita töiden priorisoinnissa ja reittien optimoinnissa.

Anttonen nostaa esille C-ITS-datan jalostustavasta ja käyttötarkoituksista mahdollisimman kattavan ja reaaliaikaisen tilannekuvan saamisen tieliikennekeskuksien käyttöön. Hän myös odottaa teiden kunnossapidon tehostuvan, ja jollain aikavälillä olisi mahdollista säästää kustannuksissakin. Anttonen mainitsee lisäksi yleisesti liikenneturvallisuuden, jonka pitäisi parantua autoilijoiden saadessa tiedon kaikista liikennettä vaarantavista asioista. Hänestä tarvittaisiin kuitenkin kriteeristö sille, mikä on huomionarvoinen havainto tien päältä, ja suuren datamäärän hyödyntäminen ja jalostaminen vaatisi Fintrafficilta pohdintaa.

C-ITS-datan tarkkuudesta esimerkiksi ajan, sijainnin ja määrän puolesta kysyttäessä Anttonen vastaa, että datan tulisi tietysti mielellään olla reaaliaikaista, mutta arvioi, että sen suodattamisesta ja varmentamisesta tulisi syntymään viivettä, jonka myötä data ei välttämättä ole enää hyödyllistä. Hän myös pohtii, että epävarma havainto aikaisin voi olla parempi kuin varma havainto myöhässä. Toisaalta tilastointitarkoituksiin voisi kelvata viiveelläkin tullut tieto. Anttonen katsoo, että sijaintitiedon tulisi olla mahdollisimman tarkkaa ja parhaassa tapauksessa tarkkuustaso olisi ajokaista. Hänestä tulisi määrittää, mikä tieto on tärkeää ja mikä ei ja millä säteellä liikenteellisestä tapahtumasta tiedotettaisiin muille. Anttonen pitää tärkeänä, että C-ITS:ään liittyvän tiedon vastaanottajat pystyisivät valitsemaan, mitä tietoa he haluaisivat vastaanottaa ja millaisella aluerajauksella.

C-ITS-datan tuonnista käyttöliittymään kysyttäessä Anttonen kommentoi, että uuden tietotason (layerin) tuominen olisi kaikista selkein tapa. C-ITS-taso voisi olla samanlainen taso kuin nykyisin esimerkiksi tietyöt tai kamerat. Tässäkin tulisi olla hänen mielestään rajanveto siitä, mikä tieto tulisi herätemäisenä ja minkä tiedon voisi halutessaan piilottaa näkyvistä. Anttonen katsoo, että C-ITS-datan tulisi erottua selkeästi tämänhetkisistä tietolähteistä. Fintrafficin roolista C-ITS-järjestelmissä kysyttäessä Anttonen ajattelee, että Fintrafficin tulisi pysyä kehityksessä mukana ja olla vision, strategian ja arvojen mukaisesti kehityksen kärjessä näyttämässä suuntaa osoittaen, että tällaisia hienoja juttuja voidaan tehdä. Tarkemman sääntelyn tulisi hänen mielestään tulla kuitenkin joltakin ylemmältä taholta.

4.3.9 Mika Jaatinen / Fintraffic Tie

Yhdeksäs haastateltava, Mika Jaatinen, toimii projektijohtajana Fintraffic Tiellä. Ennen nykyistä toimenkuvaansa hän on työskennellyt tieliikennekeskuksessa liikennepäivystäjänä (nyk. liikenneoperaattori), liikennekeskuspäällikkönä ja tieliikenteenohjausyksikön päällikkönä. Kysyttäessä millaista tietoa olisi liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyönkannalta hyödyllistä saada suoraan ajoneuvoista tai tiellä liikkujien henkilökohtaisista käsilaitteista tai mobiilisovelluksesta Jaatinen kommentoi yleisesti, että ajoneuvoista ei nykyisellään saada paljon tietoa, joskin yksittäisiä ajoneuvotietoa koskevia pilotteja on ollut menneinä vuosina. Hän katsoo, että nykyisellään on kuljettajasta kiinni, antaako hän esimerkiksi Waze-sovelluksen kautta tietoa. Jaatinen hahmottelee tulevaisuutta siten, että Fintraffic käsittelisi ja lopulta jakaisi takaisin päin ajoneuvojen ja/tai infran tuottamaa tietoa.

Tieliikennekeskuksien tilannekuvan kannalta Jaatinen pitää liikenteen sujuvuustietoa yhtenä tärkeimmistä tiedoista. Hän hahmottelee, että jatkossa reaaliaikaiset sujuvuushavainnot rikastaisivat nykyisten kaupallisten toimijoiden tuottamaa sujuvuustietoa. Sujuvuustieto kattaisi ainakin tiedot keskinopeudesta ja liikennemääristä. Jaatinen pitää erityisen hyödyllisenä tietolajina liukkaus- ja kitkatietoa, jota voitaisiin saada ajoneuvoista. Hän nostaa ajokelin yllättävistä muutostilanteista esimerkeiksi takatalven mahdollisuuden keväällä ja aamuruuhkan jälkeen kasvavan liikenteen keskinopeuden vaikutuksen ajoradan ajokeliin. Toisena esimerkkinä useiden ajoneuvojen pysähtymisestä sellaiseen paikkaan, johon ei normaalisti pysähdytä, voisi päätellä kyseessä olevan liikennehäiriö. Ajoneuvot voisivat Jaatisen mukaan toimia nykyisen tiesääasemaverkoston tuottaman kelitiedon, esimerkiksi kitka-arvotiedon, varmentajana. Hän kannattaa erityisesti joukkoliikenneajoneuvoista saatavan datan jalostusmahdollisuuksien selvittämistä.

Jaatinen näkee tieliikennekeskuksien roolin siten, että tieliikennekeskuksesta voisi lähteä ajoneuvon kuljettajalle ikään kuin virtuaalisena tiedotusopasteena vahvistettu tieto liukkaasta ajokelistä. Samoin kaikkiin ajoneuvoihin voisi tiedottaa suoraan liikennetiedottein esimerkiksi erittäin liukkaasta tiestä. Tieliikennekeskuksista tiedotettaisiin ajoneuvoihin ja tielläliikkujille häiriöistä ja esimerkiksi heikentyneistä ajo-olosuhteista. Hän katsoo, että tulevaisuudessa ajoneuvojen autonomian asteen kasvaessa tieliikennekeskuksista kohdennettaisiin suoraan ajoneuvoihin esimerkiksi nopeusrajoitustietoa, joka voisi ajan myötä olla velvoittavaa ja nopeutta teknisesti rajoittavaa eikä ainoastaan tiedoksianto vallitsevasta nopeusrajoituksesta. Fyysisten sähköisten liikennemerkkien merkitys teiden varsilla näin ollen vähenisi asteittain. Jaatinen perustelee näkemystään tieliikennekeskuksen määräämistä velvoittavista nopeusrajoituksista sillä, että tieliikennekeskus jo nykyisin rajoittaa esimerkiksi tunnelin liikennettä liikennevaloja ja liikennepuomeja operoimalla ja nykyisellään Laki liikenteen palveluista mahdollistaa liikenteen ohjaus- ja hallintapalvelun tarjoajan sulkea tunnelin enintään yhden vuorokauden ajaksi.

Jaatisen mielestä C-ITS-järjestelmien suurimmat hyödyt tieliikenteenohjauksessa kiteytyvät selkeään standardiin, jossa tieto on yhtenäistä, määrämuotoista ja riittävän tuoretta. Hänen mielestään tieto on hyödytöntä, jollei se välity lähes reaaliaikaisesti. Esimerkiksi häiriöviestinnässä tiedon viiveen merkitys on oleellinen. Jaatinen toisaalta tunnistaa, että tiedon kulussa syntyy vääjäämättä viiveitä eri toimijoiden välillä ja ihmisten verifioidessa tieto. Hän katsoo, että viiveellä on sitä suurempi merkitys mitä tarkemmin tiedote kohdistetaan alueellisesti tietyille ajoneuvoille ja kuljettajille. Tiedon tulisi olla niin reaaliaikaista, että mahdollisimman harva ajoneuvo ehtisi esimerkiksi onnettomuustilanteessa ajaa ”pussinperukkaan”. Sellaisissa tiedotustilanteissa, joissa on määritetty tiukat aikavaateet, pitäisi hänen mielestään miettiä automaation mahdollisuuksia tiedonkäsittelyssä.

Tiedon on oltava oikeaa ja relevanttia. Esimerkkinä C-ITS-järjestelmien hyödyistä Jaatinen mainitsee taannoisen moottoritien ketjukolaritilanteen, jossa tiesääaseman kitka-anturin ilmaisema kitka-arvo oli todellisuutta suurempi, jolloin ajoneuvoista olisi voitu saada tietoa tätä huonommista kitka-arvoista ja luottaa ennemmin ajoneuvoista saatuun kitkatietoon. Hänen mielestään tiedon suodattamiseen ja validiointiin täytyy olla jokin järkevä mekanismi, jos tietoa saadaan paljon. Vaihtoehtoisesti luotettavaa tietoa voitaisiin koota harkiten yksittäisistä lähteistä. Virheen mahdollisuus kuitenkin pienenisi ajoneuvoista saatavien havaintomäärien kasvaessa. Jaatinen kaavailee, että tapauskohtaisesti määriteltäisiin, onko tiesääasemien tuottama kelitieto vai ajoneuvoista saatava data painoar-

voltaan suurempi. Tiesääasemien kitka-anturit voisivat hänen mukaansa olla sekundäärisiä tiedonlähteitä, jos ajoneuvoista on saatavilla riittävästi dataa, jolloin ajoneuvodata olisi määräävä tiedonlähde.

C-ITS-teknologian kypsyysastetta ja käyttöönoton aikajännettä Jaatinen kommentoi lyhyesti vertaamalla tilannetta taannoiseen Betamax- ja VHS-kasettien väliseen kilpailuun määräävästä videokasettien teknologiastandardista. Hänen mukaansa on luotava standardi, jota kaikki noudattavat. Ajoneuvot ovat Jaatisen mielestä jo suhteellisen älykkäitä, ja hän haluaisi niihin lähetettävän jo nyt liikennetietoa. Radiossa luettavia liikennetiedotteita hän ei pidä kovin systemaattisena tapana jakaa tietoa ja hän odottaakin innolla tulevaisuutta, jolloin tiedotteet saadaan välittymään suoraan ajoneuvojen kuljettajille.

C-ITS:n käyttöliittymältä ja toimintamalleilta vaatimista muutoksista kysyttäessä Jaatinen hahmottelee, että C-ITS-data olisi alkuun herätetyyppistä, jolloin esimerkiksi liukkautta ja liikenteen sujuvuutta koskevasta tiedosta tulisi heräte, joka ohjaisi liikenneoperaattoria tarkistamaan tilanteen juurisyyn. Toisaalta hänen mielestään liukkaudesta tiedottamisessa nopeus on valttia, jolloin tieto kulkeutuisi ollessaan riittävän luotettavaa suoraan tietyn alueen ajoneuvoille. Tällöin liikenteen tilannekuvan näkymässä voisi näkyä tiedoksiantona liikenneoperaattoreille, että liukkaustieto on jo lähetetty ajoneuvoille tiedoksi. Osa herätteistä olisi tiedoksiantoja liikenneoperaattoreille, osasta tulisi ohjausehdotus ja osassa herätteistä ohjausjärjestelmä tekisi niiden pohjalta jotakin automaattisesti. Jaatisen mielestä C-ITS-datan myötä liikenteen tilannekuva pohjautuisi nykyistä enemmän karttatyyppiseen visualisointiin liikennekameroiden “analogisen” kuvavirran sijasta. Kartalla voitaisiin esittää liikenneoperaattorien tai automaation tekemiä asioita. Hän visioi, että karttanäkymässä voitaisiin visualisoida liikennehäiriön laajuus reaaliaikaisesti ja esittää ennusteita sen leviämisestä. Ennuste voisi pohjautua historiatietoihin ja laskennalliseen malliin, jota voitaisiin opettaa reaaliaikaisen tiedon ja toteutuneiden liikennehäiriötilanteiden avulla.

Kysyttäessä millä tavalla ja mihin käyttötarkoituksiin C-ITS-dataa tulisi jalostaa Jaatinen katsoo, että sitä voitaisiin tulevaisuudessa jalostaa tekoälyä hyödyntäen. Pääpaino olisi erityisesti liukkaustiedossa ja ajoneuvojen nopeustiedossa. Datan tarkkuutta esimerkiksi ajan, sijainnin ja havaintolukumäärien suhteen hän kommentoi toteamalla, että datan olisi hyvä olla mahdollisimman tarkkaa. Erityisesti maantieliikenteessä liikennetiedon tulisi olla nykyistä tarkemmin kohdennettua: nykyisellään esimerkiksi liikennetiedotteen kuuleminen radiosta tai sen lukeminen jostakin muualta on hänen mukaansa osittain sattuman kauppaa ja liikennetiedote vastaanotetaan hyvin laajalla alueella. Jaatinen

huomauttaa kuitenkin, että viivettä syntyy ihmisen varmentaessa tietoa esimerkiksi hätäkeskuksessa. Ajoneuvon automaattinen ilmoitus onnettomuudesta yhdistettynä ihmisen antamaan ilmoitukseen olisi hänen mukaansa paras tilanne.

C-ITS-datan käyttöliittymään tuonnin mielekästä toteutusta käsiteltäessä Jaatisen mielestä Fintrafficin tulisi olla toimija, joka saa datan ja louhii sitä. Hän ei osaa tarkkaan sanoa, tulisiko louhinnan ja tiedon analysoinnin tapahtua TLOIKissa vai jossain sen ulkopuolisessa järjestelmässä. Jaatinen näkee keskitettyjen järjestelmien heikkoutena yhden osasen hajoamisen laajan vaikutuksen koko muuhun järjestelmään. Hänen mielestään Fintrafficin on luontevaa jatkaa nykyisessä operoivassa roolissaan myös C-ITS-järjestelmien suhteen ja pitää Fintrafficin mahdollisuuksia toteuttaa uutta rooliaan hyvinä. Fintrafficin operoiva rooli C-ITS-järjestelmissä olisi Jaatisen mielestä suoraa jatkumoa nykyiselle operoinnille, johon sisältyy yhteistoimintaa eri viranomaiskumppanien kanssa ja Laissa liikenteen palveluista määritettyjä viranomaistehtäviksi luokiteltavia tehtäviä. Hänen mielestään toteuttaja ei voisi olla yksityinen yritys vaan sen tulee olla valtiollinen toimija muun muassa siksi, että tulevaisuudessa ihmisten liikkumiseen vaikutetaan todennäköisesti vielä voimakkaammalla reguloinnilla.

4.4 Haastattelujen tulosten yhteenveto

Ensimmäinen haastatelluille esitetty kysymys ajoneuvoista tai tiellä liikkujilta saatavasta liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyön kannalta hyödyllisestä tiedosta tuotti melko yhdenmukaisen vastausaineiston, joka esitetään taulukossa 2. Vastauksissa korostuivat etenkin ajokelin ja liikenteen sujuvuuden poikkeamat.

Taulukko 2. *Ensimmäisen haastattelukysymyksen vastaukset.*

	Millaista tietoa olisi liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyön kannalta hyödyllistä saada suoraan ajoneuvoista tai tiellä liikkujien henkilökohtaisista käsilaitteista / mobiilisovelluksesta?
Jani Laiho / Fintraffic Tie Oy	Onnettomuudet, ajokeli, tienkäyttäjien havainnot vaurioista tiessä, liikenteen sujuvuus
Olli Rossi / Fintraffic Tie Oy	Tieliikenteen häiriöt, tienhoitoajoneuvojen sijainti
Ilkka Kotilainen / Traficon Oy	Suomessa liukas tienpinta vaikuttavin tietolaji

Jani Kariniemi / Fintraffic Tie Oy	DfRS- ja SRTI-tietolajit, ajoneuvoista saatava sensoridata tiestä ja eri olosuhteista
Risto Kulmala / Traficon Oy	Häiriöt liikenteessä, normaalista poikkeavat asiat kuten onnettomuudet
Jouni Rantanen / Sitowise Oyj	FCD-data yhdistettynä esimerkiksi luistonestojärjestelmien ja jarrutuksien historiatietoihin, jolloin saataisiin "riski-indeksi"; ajoneuvojen ADAS-järjestelmät
Jukka Oikarinen / Fintraffic Tie Oy	FCD-datasta saatavat sää- ja keliolosuhdetiedot
Juho Anttonen / Fintraffic Tie Oy	Reaaliaikainen kelianturi- ja säätieto keskiarvoina tai otantana
Mika Jaatinen / Fintraffic Tie Oy	Sujuvuustieto (keskinopeus ja liikennemäärät), liukkaus- ja kitkatieto, useiden ajoneuvojen pysähtyminen epätavalliseen paikkaan

Toisella kysymyksellä haettiin vastausta siihen, millaisissa tilanteissa olisi hyödyllistä kyetä välittämään tieliikennekeskuksesta liikennetietoa nykyistä laajemmin tai kohdistetummin suoraan ajoneuvoihin ja tielläliikkujille. Tämä haastattelukysymys tuotti taulukossa 3 esitettävän vastausaineiston, jossa korostuivat ajoneuvoihin sijaintiensa perusteella kohdistettavat tiedot erilaisista liikenteen, sään ja ajokelin poikkeustilanteista.

Taulukko 3. *Toisen haastattelukysymyksen vastaukset.*

	Millaisissa tilanteissa olisi hyödyllistä kyetä välittämään tieliikennekeskuksesta liikennetietoa nykyistä laajemmin tai kohdistetummin suoraan ajoneuvoihin ja tielläliikkujille?
Jani Laiho / Fintraffic Tie Oy	Tiedon kohdistaminen esim. vain onnettomuuspaikkaa lähestyville ajoneuvoille
Olli Rossi / Fintraffic Tie Oy	Säähän ja ajokeliin liittyvien varoituksien ja tiedotteiden kohdentaminen niihin ajoneuvoihin, joita olosuhde koskee

Ilkka Kotilainen / Traficon Oy	Kun mahdollista yhdistää infrasta ja ajoneuvoista saatu tieto esim. ilmakehän tiesäämalliin, siitä johdettuun tiesäämalliin ja esim. tuulilasinpyyhkijöiden statustietoon
Jani Kariniemi / Fintraffic Tie Oy	SRTI-asetuksessa määritellyissä kahdeksassa liikennetilanteessa
Risto Kulmala / Traficon Oy	Vaihtoehtoisten reittien määrittäminen liikenteen häiriötilanteissa
Jouni Rantanen / Sitowise Oyj	Ajoreititys, kun tiedossa ajoneuvon kuljettajan käyttämä reitti
Jukka Oikarinen / Fintraffic Tie Oy	Esimerkiksi ruuhkautumistilanteissa ja tien ollessa hoitoluokkaansa vastaamattomassa kunnossa, vaihtuvien opasteiden täydentäminen SRTI- ja RTTI-muodossa lähetettävillä viesteillä esim. nopeusrajoituksia alennettaessa
Juho Anttonen / Fintraffic Tie Oy	Esimerkiksi leveän erikoiskuljetuksen, onnettomuuden, kiertotien tai suuren tietyön sijaitessa lähellä
Mika Jaatinen / Fintraffic Tie Oy	Liukkaalla ajokelillä ajoneuvoihin lähetettävä "virtuaalinen tiedotusopaste", häiriöistä tiedotettaessa, ajoneuvojen autonomian asteen kasvaessa nopeusrajoitustiedon kohdentamista ajoneuvoihin

Kolmas kysymys C-ITS-järjestelmien suurimmista hyödyistä operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa tuotti taulukossa 4 esitettävän vastausaineiston, jossa korostuivat tilannekuva ja parempi tiedonvälitys. Rantanen ei vastannut tähän kysymykseen. Mainintoja saivat myös mm. tiedon eheys, määrämuotoisuus ja ajankohtaisuus.

Taulukko 4. *Kolmannen haastattelukysymyksen vastaukset.*

	Mitkä olisivat C-ITS-järjestelmien suurimmat hyödyt operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa?
Jani Laiho / Fintraffic Tie Oy	Tiedonvälityksen viiveen lyhentyminen, pistemäisen tiesääasemaverkon muodostaman ajokelin tilannekuvan täydentyminen

Olli Rossi / Fintraffic Tie Oy	Tietyövaroitusten saattaminen suoraan ajoneuvoyksiköihin, tieliikenteenohjauksen ja -hallinnan keinovalikoiman skaalaaminen muillekin kuin nykyisten telematiikkalaitteiden piirissä oleville tieosuuksille
Ilkka Kotilainen / Traficon Oy	Yhteiseurooppalaisen turvatunnusten hallintajärjestelmä (EU CCMS), jolla varmistetaan välitettävän tiedon eheys, oikeellisuus ja luotettavuus; pitkällä aikavälillä liikenteen turvallisuuden, sujuvuuden ja ympäristöystävällisyyden kohentuminen
Jani Kariniemi / Fintraffic Tie Oy	Nopeutuva tiedonvälitys; tiedon parempi hyödynnettävyys; datan saaminen tiestöltä, jolta ei ole saatavissa tiesääasemien ja LAM-pisteiden tuottamaa dataa
Risto Kulmala / Traficon Oy	Ajoneuvoista saatavan häiriö- ja tilannetiedon hyödyntäminen tilannekuvan ylläpidossa, oikeellisemmat toimenpiteet operatiivisessa tieliikenteenohjaustyössä, liikennetilanteeseen perustuvat reittiehdotukset
Jukka Oikarinen / Fintraffic Tie Oy	Tilannekuvan muodostaminen
Juho Anttonen / Fintraffic Tie Oy	Nopeasti välittyvä tieto molempiin suuntiin
Mika Jaatinen / Fintraffic Tie Oy	Standardi, jossa tieto on yhtenäistä, määrämuotoista ja riittävän tuoretta; ajoneuvosta saatavan kitkatiedon vertaaminen tiesääaseman kitka-anturin tuottamaan tietoon

Neljäs kysymys, joka koski C-ITS-järjestelmiin liittyviä tämänhetkisiä haasteita, tuotti monipuolisen vastausaineiston, joka esitetään taulukossa 5. Jaatinen ei vastannut tähän kysymykseen. Toistuvia teemoja olivat ainakin eri toimijoiden roolit ja lukumäärä, C-ITS-järjestelmien kustannuksiin liittyvät haasteet, käytettävän teknologian yhteensopivuus ja tietosuojanäkökulmat. Myös tiedon määrään, laatuun ja muotoon liittyviä huomioita nousi esille vastauksissa.

Taulukko 5. *Neljännen haastattelukysymyksen vastaukset.*

	Millaisia haasteita C-ITS-järjestelmiin liittyy tällä hetkellä?
Jani Laiho / Fintraffic Tie Oy	Tiedonvälityksen ja tiedonkäsittelyn nopeus; eri toimijoiden tarkkojen roolien selviäminen; tietosuoja-asetukseen (GDPR) liittyvät näkökulmat; yksiselitteinen määritelmä tiedon laadulle, luotettavuudelle ja muodolle
Olli Rossi / Fintraffic Tie Oy	Epäselvyydet eri toimijoiden rooleissa, kattavatko C-ITS-järjestelmät myös katuverkkoa, C-ITS-järjestelmien käyttöönotto- ja ylläpitokulut, reaaliaikaisen tiedon ja sen laadun hallinta
Ilkka Kotilainen / Traficon Oy	Erilaisten toimijoiden, organisaatioiden ja roolien suuri määrä; teknologian toimivuus valtiorajoista ja laitetyypistä riippumatta; tietosuoja
Jani Kariniemi / Fintraffic Tie Oy	Mikä on tiedonvälityskanava, "laivan kääntyminen" hitaasti teknologian kyvykkyydestä huolimatta
Risto Kulmala / Traficon Oy	C-ITS-järjestelmien yleistymistä rajoittava pieni käyttäjäkunta (muna vai kana -ongelma), ei yhteisymmärrystä käytettävästä teknologiasta (WiFi- vai matkapuhelinverkot)
Jouni Rantanen / Sitowise Oyj	Kustannuksiin ja liiketoimintaan liittyvät haasteet, rahoituksen saaminen
Jukka Oikarinen / Fintraffic Tie Oy	Hallitsematon tietomäärä, jollei tietoa suodateta; liikenteen turvatietojen jakaminen eteenpäin SRTI-asetuksen velvoittamana
Juho Anttonen / Fintraffic Tie Oy	Älykkäiden järjestelmien hidas uusiutuminen, Suomen autokannan hidas uusiutuminen ja korkea keski-ikä, tietosuoja- ja tietoturvanäkökulmat

Viides kysymys C-ITS-teknologian kypsyysastetta ja TLOIK-käyttöönottoa koskien tuotti taulukossa 6 esitettävän vastausaineiston, jossa on edellisten kysymyksien vastauksiin verrattuna enemmän hajontaa. Kariniemi ei vastannut tähän kysymykseen. Vastauksista kuitenkin ilmenee, ettei C-ITS-teknologia ole vielä kokonaisuutena riittävän kypsää, vaikkakin kypsyysasteessa on ajoneuvo-, C-ITS-palvelu- ja valtiokohtaisia eroja.

Taulukko 6. *Viidennen haastattelukysymyksen vastaukset.*

	Mikä on C-ITS-teknologian kypsyysaste valtakunnallisesti/kansainvälisesti ja (TLOIK-)käyttöönottoa ajatellen? Millaisella aikajänteellä C-ITS-järjestelmiä olisi mielekästä ottaa käyttöön?
Jani Laiho / Fintraffic Tie Oy	Kansainvälisellä tasolla vaikea arvioida, C-ITS-viestien lähettämiseen ja vastaanottamiseen kykenevät ajoneuvot yleistyvät jatkuvasti, lainsäädännön takarajat tulevat vauhdittamaan kehitystä Suomessa, arvioi yksittäisiä C-ITS-palveluita olevan Suomessa vuodesta 2026 alkaen vakiintuneessa käytössä - rahoituksen ja työvoiman riittäessä
Olli Rossi / Fintraffic Tie Oy	Turvatunnusten hallintajärjestelmässä vielä vajavaisuuksia, C-ITS-viestien vastaanottoon kykeneviä ajoneuvoja ja päätelaitteita ei vielä kovin paljon
Ilkka Kotilainen / Traficon Oy	Kypsyysasteessa eroja esimerkiksi Keski-Euroopan ja Suomen välillä, eroja itse C-ITS-palveluiden välillä, C-ITS-järjestelmien käyttöönoton toteutuksen yksityiskohdat ja roolit epäselvät, muna vai kana -ongelma: varustetaanko C-ITS-järjestelmillä ensin infra vai ajoneuvokanta
Risto Kulmala / Traficon Oy	C-ITS-järjestelmien kehitys ei oikein tahdo edetä omalla painollaan ja vaatii myös esimerkiksi kansallisia panostuksia
Jouni Rantanen / Sitowise Oyj	Matkapuhelimien varassa oleva liikennetiedon välitys ei ainakaan vielä täytä C-ITS:n teknisiä määritelmiä eikä vaatimuksia turvatunnusten hallintajärjestelmän ja PKI-varmenteiden osalta, C-ITS-järjestelmien yleistyminen ajoneuvokannan kautta hidasta
Jukka Oikarinen / Fintraffic Tie Oy	Ei kovin korkea, mutta vuoden tai parin päästä voi olla hyvinkin korkea
Juho Anttonen / Fintraffic Tie Oy	Ajoneuvokanta ei uusiudu riittävästi ehkä kymmenessäkään vuodessa, jotta operatiivinen tieliikenteenohjaus saisi reaaliaikaista tietoa riittävän suuresta osasta ajoneuvoja
Mika Jaatinen /	Luotava standardi, jota kaikki noudattavat

Fintraffic Tie Oy	

Kuudenteen haastateltaville esitettyyn kysymykseen C-ITS:n vaatimista käyttöliittymän ja toimintamallien muutoksista vastasi viisi haastateltavaa yhdeksästä. Haastateltavien vastaukset esitetään taulukossa 7. Kotilainen, Kariniemi, Kulmala ja Rantanen eivät vastanneet tähän kysymykseen. Vastaajat katsoivat mm. C-ITS-datan vaativan esijalostusta, automatiikkaa, puoliautomatiikkaa ja prosessikaavion kaltaista kuvausta.

Taulukko 7. *Kuudennen haastattelukysymyksen vastaukset.*

	Millaisia muutoksia C-ITS vaatii käyttöliittymältä ja toimintamalleilta?
Jani Laiho / Fintraffic Tie Oy	Isoja muutoksia, tiedon määrän kasvaessa automatiikkaa liikennetiedottamiseen, operatiivisen tieliikenteenohjauksen henkilöstöllä säilyisi kuitenkin tärkeä rooli liikenteen tilannekuvan ylläpitämisessä
Olli Rossi / Fintraffic Tie Oy	Tarvittavat muutokset ja tiedot selviävät, kun liikenteenohjausta hyödyttävät käyttötapaukset on ensin määritetty; datan hallinta ja tietovirtojen liikkuminen tulevat vaatimaan prosessikaavion kaltaisen kuvauksen
Jukka Oikarinen / Fintraffic Tie Oy	C-ITS-dataa esijalostettava ennen TLOIKiin saapumista, koska datan käsittelyn vaatisi paljon laskentatehoa; C-ITS-datan ja TLOIKin välissä voisi olla LOTJU:n kaltainen komponentti; vaihtuvien opasteiden ohjausehdotukset voisivat pohjautua tiesääasemien ja LAM-pisteiden lisäksi myös C-ITS-dataan; C-ITS-viesteistä voisi tulla herätteitä myös tiesääasema- ja LAM-pisteverkon ulkopuoliselta tiestöltä
Juho Anttonen / Fintraffic Tie Oy	Tarve saada reaaliaikainen sijaintitieto tien kunnossapitäjiltä ja tienkäyttäjiltä, toimintaohjekorttien päivittäminen, tarve koulutuksille
Mika Jaatinen / Fintraffic Tie Oy	Heräte esimerkiksi liukkautta ja liikenteen sujuvuutta koskevasta tiedosta, liukkaudesta tiedottaminen suoraan tietyn alueen ajoneuvoille tiedon ollessa riittävän luotettavaa, tiedoksiannot liikenneoperaattoreille ajoneuvoille lähetetystä liukkaustiedosta, ohjausehdotuksia liikenneoperaattoreille, automaattisia

	toimenpiteitä tiettyjen herätteiden pohjalta, liikenteen tilannekuvanäkymän pohjautuminen enenevissä määrin karttatyyppiseen visualisointiin liikennekameroiden sijasta, liikennehäiriön laajuuden visualisointi reaaliaikaisesti ja ennusteiden esittäminen

Seitsemänteen kysymykseen C-ITS-datan jalostamisen tavasta ja käyttötarkoituksista vastasi viisi haastateltavaa yhdeksästä. Haastateltavien vastaukset esitetään taulukossa 8. Kotilainen, Kulmala, Rantanen ja Oikarinen eivät vastanneet tähän kysymykseen. Vastauksissa nousivat esiin muun muassa C-ITS-datan yhdistäminen nykyiseen liikennetietoon ja mahdollisuudet parempaan ajokelin tilannekuvaan.

Taulukko 8. *Seitsemännen haastattelukysymyksen vastaukset.*

	Millä tavalla ja mihin käyttötarkoituksiin C-ITS-dataa tulisi jalostaa?
Jani Laiho / Fintraffic Tie Oy	Ajokeliin liittyvistä havainnoista voitaisiin jatkossa jalostaa parempaa tiesäätietoa, uudet tiedonlähteet täydentävät Fintrafficin havaintolaiteverkostoa
Olli Rossi / Fintraffic Tie Oy	C-ITS-palvelut määritelty tarkkaan, osa datasta välitettävä eteenpäin sellaisenaan ja tällaista dataa voitaisiin rikastaa ja varmentaa muilla tiedonlähteillä, osaa datasta voidaan jalostaa pidemmälle, katsoo ajoneuvovalmistajien olevan kiinnostuneempia jalostetusta ja varmennetusta datasta kuin raakadatasta
Jani Kariniemi / Fintraffic Tie Oy	Ratkaistavana, missä vaiheessa C-ITS-viestiketjua tulisi tehdä esikarsintaa datalle; visioi Suomen olevan edelläkävijöiden joukossa Euroopassa yhdistämällä ajoneuvoista ja muista lähteistä syntyvän tiedon liikenteen käyttöön lähes reaaliajassa ja osaksi liikenteen digitaalista kaksosta
Juho Anttonen / Fintraffic Tie Oy	Mahdollisimman kattavan ja reaaliaikaisen tilannekuvan saaminen tieliikennekeskuksien käyttöön, C-ITS-datan jalostaminen teiden kunnossapidon tehostamiseksi ja liikenneturvallisuuden parantamiseksi, suuren datamäärän hyödyntäminen ja jalostaminen vaatisi pohdintaa Fintrafficilla

Mika Jaatinen / Fintraffic Tie Oy	C-ITS-dataa erityisesti liukkaustiedosta ja ajoneuvojen nopeustiedosta voitaisiin tulevaisuudessa jalostaa tekoälyä hyödyntäen, datan olisi hyvä olla mahdollisimman tarkkaa, liikennetiedon tulisi olla nykyistä tarkemmin kohdennettua

Kahdeksas kysymys datan tarkkuutta koskien tuotti vastauksia monesta eri näkökulmasta. Haastateltavien vastaukset esitetään taulukossa 9. Useampi haastateltava mainitsi C-ITS-viesteille määritetyt tarkkuusvaatimukset ja DfRS-ekosysteemissä käynnissä olevan laatuluokkamäärittelyn liikennetiedolle. Useamman haastateltavan mukaan vaadittava tarkkuustaso riippuu kyseessä olevasta C-ITS-palvelusta ja tapahtumatyypistä. Useampi haastateltava vastasi yleisellä tasolla, että C-ITS-datan tulisi olla mahdollisimman tarkkaa ajan ja/tai sijainnin suhteen.

Taulukko 9. *Kahdeksannen haastattelukysymyksen vastaukset.*

	Kuinka tarkkaa datan tulisi olla esimerkiksi ajan, sijainnin ja määrän puolesta?
Jani Laiho / Fintraffic Tie Oy	Datan tulisi olla hyvin ajantasaista ja sijainniltaan tarkkaa; ajoneuvojen lähettämän datan kattavuuden ei tarvitsisi olla 100 % ajoneuvokannasta, vaan esimerkiksi 10 % riittäisi
Olli Rossi / Fintraffic Tie Oy	C-ITS-viesteissä tulee olemaan eräänlainen laatuleima; C-ITS-viestien välityksen viiveen tulee käytännössä olla alle sekunnin ja sijaintitieto on saatava ajokaistakohtaisesti eli käytännössä tarkkuustasona on yksi metri; laatuvaatimukset on pitkälti sisäänrakennettu C-ITS-järjestelmien teknisiin määrityksiin; monet ajoneuvovalmistajat ovat määritelleet eteenpäin välitettävän tiedon havaintokynnykseksi vähintään kolme olosuhdehavaintoa tietystä pisteestä; viime kädessä tietolaji ratkaisee, mikä tieto on relevanttia ja mikä havaintomäärä on riittävä
Ilkka Kotilainen / Traficon Oy	Tarkkuustaso riippuu kunkin C-ITS-palvelun omasta vaatimustasosta; esimerkiksi liukkaassa tiessä eri vaatimustasot kuin pitkäkestoisessa "staattisessa" tietyössä; DfRS-ekosysteemissä määritelty dataa A-, B- ja C-luokkiin; data ei kuitenkaan kelpaa välitettäväksi C-ITS-muodossa, jos se ei ole riittävän tarkkaa ja ajantasaista

Jani Kariniemi / Fintraffic Tie Oy	SRTI-tietolajeissa luokittelua A- ja B-luokan tietoon, datan tulisi ylipäätään olla sijainniltaan hyvin tarkkaa ja viiveiden lyhyitä, tiedon tulee olla pian jo regulaationkin vaatimuksista digitaalisessa muodossa
Risto Kulmala / Traficon Oy	Vaadittava tarkkuus riippuu tapahtumatyypistä; esimerkiksi väärään suuntaan ajavasta ajoneuvosta voitaisiin lähettää viesti eteenpäin jo ensimmäisen havainnon jäljiltä, mutta useimmiten tarvittaisiin useampia havaintoja; sijainnilta vaadittava tarkkuus riippuu käyttötapauksesta eli onko kyseessä esimerkiksi onnettomuuspaikka vai tietyömaa
Jouni Rantanen / Sitowise Oyj	Tilanteesta riippuen sekä ajokaistan että yhden kilometrin tarkkuus voivat olla mielekäs tarkkuustaso sijainnille; kolmen havainnon katsotaan yleisesti olevan riittävä määrä havaintoja esimerkiksi tilapäisesti liukkaasta tiestä C-ITS-muodossa eteenpäin lähettämiseksi; C-ITS-viestien viisiportaisen laatuluokittelun määrittely käynnissä
Jukka Oikarinen / Fintraffic Tie Oy	Ajan ja sijainnin tulisi olla hyvinkin tarkat; milloin ajoneuvoja on riittävästi, jotta havaintoja syntyisi riittävästi ympäri vuorokauden; tulisi määritellä, mikä on riittävä määrä havaintoja C-ITS-datan käyttämiseksi
Juho Anttonen / Fintraffic Tie Oy	Datan tulisi mielellään olla reaaliaikaista, vaikkakin sen suodattamisesta ja varmentamisesta tulisi syntymään viivettä, jolloin data ei välttämättä ole enää hyödyllistä; epävarma havainto aikaisin voi olla parempi kuin varma havainto myöhässä; parhaassa tapauksessa sijainnin tarkkuustasona ajokaista
Mika Jaatinen / Fintraffic Tie Oy	Datan olisi hyvä olla mahdollisimman tarkkaa, erityisesti maantieliikenteessä liikennetiedon tulisi olla nykyistä tarkemmin kohdennettua, viivettä syntyy ihmisen varmentaessa tietoa esimerkiksi hätäkeskuksessa, ajoneuvon automaattinen ilmoitus onnettomuudesta yhdistettynä ihmisen antamaan ilmoitukseen olisi paras tilanne

Yhdeksänteen kysymykseen C-ITS-datan käyttöliittymään tuonnin mielekkäästä toteutuksesta vastasivat vain Fintrafficilla työskentelevät haastateltavat eli Kotilainen, Kulmala

ja Rantanen eivät vastanneet tähän kysymykseen. Haastateltavien vastaukset esitetään taulukossa 10. Vastauksissa mainitaan ainakin liikenneoperaattorin tilannetietoisuus ja mahdollisuus erikseen tarkastella C-ITS-dataa. Vastauksissa on eroavaisuuksia siinä, kuinka selkeästi C-ITS-datan tulisi erottua nykyisistä datalähteistä.

Taulukko 10. *Yhdeksännen haastattelukysymyksen vastaukset.*

	Kuinka C-ITS-datan tuonti käyttöliittymään olisi mielekästä toteuttaa?
Jani Laiho / Fintraffic Tie Oy	Tilannekuva täytyisi olla liikenneoperaattorin hahmotettavissa datamäärän suuruudesta huolimatta
Olli Rossi / Fintraffic Tie Oy	Liikenneoperaattorilla olisi mahdollisuus nähdä haluamansa tietolajit ja niihin liittyvät laatuluokat, käyttöjärjestelmässä voisi olla tietoluokkien laatuun liittyviä ilmoituksia esimerkiksi havaintojen luotettavuudesta
Jani Kariniemi / Fintraffic Tie Oy	TLOIK ei välttämättä tulevaisuudessa ole dataintegraatioiden keskipiste; kaikkea dataa ei nykyisellääänkään tuoda suoraan TLOIKiin, vaan siellä näytetään jalostettua lopputulosta; TLOIKissa voisi olla eräänlainen heatmap-näkymäkerros liikenneriskiennustuksesta
Jukka Oikarinen / Fintraffic Tie Oy	Telematiikkalaite- ja C-ITS-suosituslaskentaehdotukset olisivat samassa nipussa, mutta vaihtuvien opasteiden ulkopuolisilta tieosuuksilta voisi kuitenkin tulla herätteitä esim. liukkaudesta tieosuuden tarkkuudella
Juho Anttonen / Fintraffic Tie Oy	Uuden tietotason (layerin) tuominen kaikista selkein tapa (vrt. tietyöt tai kamerat); oltava rajanveto siitä, mikä tieto tulisi heräätemäisenä ja minkä tiedon voisi halutessaan piilottaa näkyvistä; C-ITS-datan tulisi erottua selkeästi tämänhetkisistä tietolähteistä
Mika Jaatinen / Fintraffic Tie Oy	Fintrafficin tulisi olla datan saava ja sitä louhiva toimija; ei osaa tarkkaan sanoa, tulisiko louhinnan ja tiedon analysoinnin tapahtua TLOIKissa vai jossain sen ulkopuolisessa järjestelmässä

Kymmenes kysymys koski Fintrafficin roolia C-ITS-järjestelmissä. Haastateltavien vastaukset esitetään taulukossa 11. Jokainen kysymykseen vastannut haastateltava näki

Fintrafficilla olevan niissä keskeinen rooli. Useat vastaajat vetosivat tässä Fintrafficin nykyiseen rooliin ja nykyisellään suorittamiin tehtäviin. Kulmala ei vastannut tähän kysymykseen.

Taulukko 11. *Kymmenennen haastattelukysymyksen vastaukset.*

	Mikä on Fintrafficin rooli C-ITS-järjestelmissä?
Jani Laiho / Fintraffic Tie Oy	Pitää luontevana, että Fintraffic toimii C-ITS-järjestelmissä operoivassa roolissa, sillä nykyinen telematiikkalaitteisto, tiedon välitys ja Digitraffic kansallisena yhteyspisteenä ovat jo nykyisin Fintrafficilla
Olli Rossi / Fintraffic Tie Oy	Toteaa Fintrafficin omistavan paljon dataa tuottavia tienvarsilaitteita ja katsoo sen puolesta Fintrafficin roolin olevan keskeinen C-ITS-järjestelmissä; hänen mielestään olisi luontevaa, että kansallinen C-ITS-keskusyksikkö ja kansallinen yhteyspiste olisivat Fintrafficin hallinnoimat
Ilkka Kotilainen / Traficon Oy	Väylävirasto voisi johtaa käyttöönottoprosessia ja Fintrafficilla olisi operatiivisen toteuttajan rooli, ajoneuvojen olisi tulevaisuudessa mahdollista ladata C-ITS-keskusyksikköön liittyvältä tiedonvaihtopalvelimelta Fintrafficin leimaamat tiedot
Jani Kariniemi / Fintraffic Tie Oy	Näkee Fintrafficin roolin C-ITS-järjestelmissä erittäin suurena
Jouni Rantanen / Sitowise Oyj	Nostaa esille ekosysteemityön, jossa Fintraffic voisi rakentaa esimerkiksi Wazesta saatavan datan pohjalle sovellutuksia, joista puolestaan liikkuisi uutta dataa Wazen käyttöön, jolloin syntyisi eräänlainen itseään ruokkiva myönteinen kierre
Jukka Oikarinen / Fintraffic Tie Oy	Pitää Fintrafficia järkevänä ja kyvykkäänä toimijana, jonka rooliin ja tehtäviin C-ITS-järjestelmät kuuluvat
Juho Anttonen / Fintraffic Tie Oy	Ajattelee, että Fintrafficin tulisi pysyä kehityksessä mukana ja olla vision, strategian ja arvojen mukaisesti kehityksen kärjessä näyttämässä suuntaa osoittaen, että tällaisia hienoja juttuja voidaan tehdä

Mika Jaatinen / Fintraffic Tie Oy	Katsoo, että Fintrafficin on luontevaa jatkaa nykyisessä operoivassa roolissaan myös C-ITS-järjestelmien suhteen, Fintrafficin mahdollisuudet toteuttaa uutta rooliaan hyvät; Fintrafficin operoiva rooli C-ITS-järjestelmissä suora jatkumo nykyiselle operoinnille, johon sisältyy yhteistoimintaa eri viranomaiskumppanien kanssa ja Laissa liikenteen palveluista määritettyjä viranomaistehtäviksi luokiteltavia tehtäviä; toteuttaja ei voisi olla yksityinen yritys vaan sen tulee olla valtiollinen toimija (koska tulevaisuudessa ihmisten liikkumiseen vaikutetaan todennäköisesti vielä voimakkaammalla reguloinnilla)

Tässä alaluvussa esitettiin yhteenveto haastattelututkimuksen vastausaineistosta haastattelukysymyksittäin. Seuraavassa luvussa kytketään haastattelujen tulokset kirjallisuustutkimuksen tuloksiin.

5. HAASTATTELUTULOSTEN JA KIRJALLISUUSTUTKIMUKSEN TULOSTEN YHTEYS

Tälle työlle asetettuna tavoitteena oli Fintraffic Tie Oy:n toimeksiantamana selvittää, kuinka uusia liikenteen ja ajokelin olosuhdetietoja ja C-ITS-järjestelmiä voitaisiin hyödyntää Fintrafficin operatiivisen tieliikenteenohjauksen toiminnassa Suomessa. Tässä luvussa nivotaan yhteen aiempien lukujen kirjallisuustutkimuksesta ja haastattelututkimuksesta esille nousseita havaintoja tätä tavoitetta vasten peilaten.

Työn neljännessä luvussa eli haastattelututkimusosiossa haastateltavilta kysyttiin ensimmäisenä kysymyksenä, millaista tietoa olisi liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyön kannalta hyödyllistä saada suoraan ajoneuvoista tai tiellä liikkujien henkilökohtaisista käsilaitteista tai mobiilisovelluksesta. Haastateltavat nostivat vastauksissaan esille erityisesti onnettomuudet ja muut tieliikenteen häiriöt, liikenteen määrä- ja sujuvuustiedot sekä vallitsevan sään ja ajokelin (esim. liukas tienpinta). Nämä maininnat ovat hyvin linjassa SRTI-asetuksen tietolajien kanssa (tilapäisesti liukas tie, suojaamaton onnettomuuspaikka, hallitsematon tiesulku, poikkeukselliset sääolosuhteet) (Asetus 2013/886, 11 artikla). Vastauksissa on myös runsaasti yhtäläisyyksiä RTTI-asetuksen tietolajien kanssa (liikenneonnettomuudet ja -häiriöt, liikenteen määrä ja liikenteen nopeus) (Asetus 2022/670, liite). Haastateltavien vastauksia niin sanottujen ensimmäisen päivän (Day 1) C-ITS-palveluihin vertailtaessa yhtäläisyyttä on tunnistettavissa ainakin sääolosuhteiden ilmoituspalvelun osalta (Euroopan komissio 2016, 3.0).

Haastattelututkimusosiossa haastateltavilta kysyttiin vastaavasti toisena kysymyksenä, millaisissa tilanteissa olisi hyödyllistä kyetä välittämään tieliikennekeskuksesta liikennetietoa nykyistä laajemmin tai kohdistetummin suoraan ajoneuvoihin ja tiellä liikkujille. Haastateltavien vastauksissa korostuivat etenkin liikennetiedon, ajokelitiedon, varoituksien ja tiedotteiden kohdentaminen maantieteellisesti niihin ajoneuvoihin, joita olosuhde koskee, vaihtoehtoisten reittien tarjoaminen ajoneuvon kuljettajalle liikenteen häiriötilanteissa ja SRTI- ja RTTI-asetuksissa määritetyt liikennetilanteet.

Kuten tämän työn johdantoluvussa todettiin, C-ITS-järjestelmillä pyritään EU:ssa muun muassa parempaan tieliikenteen turvallisuuteen, sujuvuuteen, palvelujen luotettavuuteen ja liikenteen päästöjen vähentämiseen (Asetus C/2019/1789, perustelut). Haastattelututkimuksen kolmannessa kysymyksessä C-ITS-järjestelmien suurimmiksi hyödyiksi operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa mainittiin muun muassa tiedonvälityksen nopeutuminen, liikenteen ja ajokelin tilannekuvan laajeneminen ja skaalautuminen nykyistä

laajemmaksi, tietyövaroitusten kohdistaminen suoraan ajoneuvoyksiköihin, liikennetilanteeseen perustuvat reittiehdotukset, tiedon määrämuotoisuuden ja tuoreuden takaava standardi ja mahdollisuus verrata ajoneuvoista saatavaa ajokelitietoa nykyisen tiesääasemaverkon tuottamaan tietoon. Haastatteluissa esille nousseet vastaukset ovat suoraan tai vähintään välillisesti linjassa EU:n C-ITS-järjestelmiä kohtaan asettamien tavoitteiden (Asetus C/2019/1789, perustelut) kanssa. Tiedonvälityksen nopeutuminen, parempi liikenteen ja ajokelin tilannekuva yhdistettynä kohdennetumpaan tienkäyttäjätiedottamiseen ja liikennetilanteeseen perustuvat reittiehdotukset edistäisivät EU:n (Asetus C/2019/1789, perustelut) tavoitteita liikenneturvallisuudessa, liikenteen sujuvuudessa, palvelujen luotettavuudessa ja liikenteen päästöjen vähentämisessä.

Haastattelututkimuksen neljännessä ja viidennessä kysymyksessä pyydettiin haastateltavia arvioimaan C-ITS-järjestelmiin liittyviä haasteita ja C-ITS-teknologian kypsyysastetta. C-ITS-järjestelmien haasteina nähtiin lukuisat eri toimijat ja niiden roolit, kustannuskysymykset, teknologian yhteensopivuus- ja tietosuojanäkökulmat ja itse tiedon muotoon, määrään ja laatuun liittyvät avoimet kysymykset. Kysymykseen vastanneet haastateltavat eivät yleisesti ottaen pitäneet C-ITS-teknologiaa vielä riittävän kypsänä käyttöönotettavaksi, vaikkakin he tunnistivat kypsyysasteessa olevan C-ITS-palvelu-, ajoneuvo- ja valtiokohtaisia eroavaisuuksia. Haastateltavien mielipidettä C-ITS:n riittämättömästä kypsyysasteesta tukee vuoden 2023 kevään tilanne, jolloin Suomessa ei ollut käytössä virallisia C-ITS-palveluita tai turvatunnusten hallintajärjestelmää (Kotilainen et al. 2024, s. 88).

Haastattelututkimuksen kuudennella kysymyksellä selvitettiin haastateltavilta, millaisia muutoksia C-ITS-järjestelmät heidän mielestään vaatisivat operatiivisen tieliikenteenohjauksen käyttöliittymältä ja toimintamalleilta. Kysymykseen vastanneet haastateltavat arvioivat, että C-ITS-data tarvitsisi taakseen esijalostusta, puoliautomatiikkaa ja automatiikkaa sekä prosessin kuvausta.

Seitsemänteen ja kahdeksanteen haastattelukysymykseen vastanneet katsoivat, että C-ITS-dataa tulisi yhdistää jo nykyisin olemassa olevaan liikennetietoon ja sillä olisi mahdollista muodostaa ajokelistä parempi tilannekuva. C-ITS-datan tarkkuudesta vastaajat mainitsivat, että C-ITS-viesteille on jo määritetty tarkkuus- ja laatuvaatimuksia, mutta vaadittava tarkkuustaso on lopulta C-ITS-palvelu- ja tapahtumatyyppikohtaista. Yleisesti ottaen vastaajat katsoivat, että C-ITS-datan tulisi olla ajan ja sijainnin suhteen mahdollisimman tarkkaa. DfRS-ekosysteemissä on jo tehty liikenneturvallisuuteen liittyvän datan kolmiportaista laatuluokittelutyötä (Vantomme 2021, s. 9).

Yhdeksänteen haastattelukysymykseen vastanneet haastateltavat arvioivat C-ITS-datan mielekästä toteutustapaa operatiivisen tieliikenteenohjauksen käyttöliittymään. Vastauksissa korostuivat tilannetietoisuus liikenneoperaattorin näkökulmasta ja liikenneoperaattorin mahdollisuus tarkastella C-ITS-dataa joko erillisenä datalähteenä tai nykyiseen liikennetietoon sulautuneena.

Kymmenennessä haastattelukysymyksessä arvioitiin Fintrafficin roolia C-ITS-järjestelmissä. Tähän kysymykseen vastanneet haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että Fintrafficilla on näissä keskeinen rooli. Näkemystä perusteltiin Fintrafficin nykyisellä roolilla ja nykyisillä tehtävillä. Haastateltavien näkemykset mukailevat Traficomin viranomaisten roolia C-ITS-järjestelmissä käsittelevää julkaisua, jossa Fintrafficia ehdotetaan maanteiden osalta toimijaksi kansallisessa C-ITS-yhteyspisteessä eli NAP:ssa ja operaattoriksi C-ITS-yksikköön (Kotilainen et al. 2024, s. 119).

6. PÄÄTELMÄT

Tässä työn viimeisessä luvussa pohditaan, kuinka työ onnistui vastaamaan tutkimuskysymyksiinsä, millaisia johtopäätöksiä työstä voidaan tehdä ja mitä suosituksia työn pohjalta voidaan antaa. Luvun päätteeksi arvioidaan itse työn onnistumista ja esitetään työn aihepiiriä sivuavia mahdollisia jatkotutkimussuuntia.

6.1 Tutkimuksen tulokset

Tätä diplomityötä ohjasi neljä tutkimuskysymystä, joista ensimmäinen oli ”Millaista liikenteen olosuhdetietoa olisi hyödyllistä kyetä välittämään tieliikennekeskuksista ajoneuvoihin ja tielläliikkujille?”. Sekä kirjallisuustutkimuksessa selvitetystä EU-lainsäädännöstä että haastattelututkimukseen osallistuneiden vastauksista ilmeni, että SRTI- ja RTTI-asetuksien tietolajit ja toisaalta tiedot, joiden katsottiin olevan hyödyllisimpiä välittää tieliikennekeskuksista eteenpäin, ovat pitkälti linjassa keskenään. EU-lainsäädännölle ja haastatteluvastauksille yhteisiä tietolajeja ovat etenkin onnettomuudet ja muut tieliikenteen häiriöt, liikenteen määrä- ja sujuvuustiedot sekä vallitseva sää ja ajokeli ja niiden poikkeamat tavanomaisista olosuhteista.

Toinen tutkimuskysymys oli ”Millaista liikenteen olosuhdetietoa olisi liikenteen tilannekuvan ylläpidon ja operatiivisen tieliikenteenohjaustyön kannalta hyödyllistä saada suoraan ajoneuvoista tai tielläliikkujilta?”. Työn haastatteluosion vastausaineistossa korostuivat etenkin liikennetiedon, ajokelitiedon, varoituksien ja tiedotteiden kohdentaminen maantieteellisesti juuri niihin ajoneuvoihin, joita olosuhde koskee, vaihtoehtoisten reittien tarjoaminen ajoneuvon kuljettajalle liikenteen häiriötilanteissa ja SRTI- ja RTTI-asetuksissa määritetyt liikennetilanteet.

Kolmas tutkimuskysymys oli ”Mitkä olisivat kelluvan ajoneuvodatan ja C-ITS-järjestelmien tuottaman datan suurimmat hyödyt operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa?”. Työn haastatteluosion tutkimuskysymystä sivuavan kysymyksen vastausaineistossa korostuivat tiedonvälityksen nopeutuminen, liikenteen ja ajokelin tilannekuvan laajeneminen ja skaalautuminen nykyistä laajemmaksi, tietyövaroitusten kohdistaminen suoraan ajoneuvoyksiköihin, liikennetilanteeseen perustuvat reittiehdotukset, tiedon määrämuotoisuuden ja tuoreuden takaava standardi ja mahdollisuus verrata ajoneuvoista saatavaa ajokelitietoa nykyisen tiesääasemaverkon tuottamaan tietoon. Vastausaineisto mukailee pitkälti tavoitteita, joita Euroopan unionissa on asetettu C-ITS-järjestelmille.

Neljäs tutkimuskysymys oli ”Millaisia muutoksia kelluva ajoneuvodata ja C-ITS-järjestelmät vaatisivat operatiivisen tieliikenteenohjauksen käyttöliittymältä ja toimintamalleilta?”. Tutkimuskysymystä sivuavassa haastatteluosion kysymyksessä haastateltavat katsoivat, että C-ITS-järjestelmät vaatisivat tässä tapauksessa esijalostusta, automatiikkaa, puoliautomatiikkaa ja prosessikaavion kaltaista kuvausta.

6.2 Johtopäätökset ja suositukset

Työn toimeksiantajan, Fintraffic Tie Oy:n, on suositeltavaa hyödyntää RTTI- ja SRTI-asetuksien mukaisia tietolajeja ja C-ITS-järjestelmien kautta saatavia tietolajeja operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa ja tieliikenteenohjauksen integroidussa käyttöliittymässä TLOIKissa. Toimeksiantajan tulisi käydä sisäisesti keskustelua siitä, tulisivatko uudet liikenteen ja ajokelin olosuhteita koskevat tietolajit näkymään TLOIKissa jo nykyisin käytössä oleviin tiedonlähteisiin sulautuneina vai niistä irrallisina ja erikseen tarkasteltavina.

Toimeksiantajan on suositeltavaa määrittää tapa, jolla uusiin tietolajeihin liittyvän datan määrää hallitaan ja dataa jalostetaan. Liikenteen ja ajokelin olosuhdetietojen, varoituksien ja liikennetiedotteiden tarkka maantieteellinen kohdentaminen niille ajoneuvoille ja tielläliikkujille, joita tieto koskee, olisi omiaan kasvattamaan liikenteeseen liittyvän tiedon vaikuttavuutta.

6.3 Työn arviointi

Tämän työn kirjoittamisen aikana liikenteeseen ja ajokeliin liittyvien tietolajien kansallinen omaksuminen on ollut jatkuvaa ja Euroopan laajuista liikenneverkkoa (TEN-T) koskevaan lainsäädäntöön on samalla tehty muutoksia. Haastatteluaineistossa nousi esille runsaasti liikenteen ja ajokelin olosuhdetietoihin liittyviä huomioita, jotka eivät suoraan lukeutuneet C-ITS-järjestelmien määritelmiin. Haastattelututkimuksen vastausaineiston pohjalta työn otsikko täydentyi liikenteen ja ajokelin olosuhdetiedoilla, mihin vaikutti haastattelututkimuksen toteutus puolistrukturoituna teemahaastatteluna. Haastateltaville ennakkoon toimitetut kysymykset osoittautuivat työn aihepiirin näkökulmasta osuviksi. Haastattelukysymykset muovasivatkin työn edetessä myös koko työlle aluksi asetettuja tutkimuskysymyksiä, joita työn toimeksiantaja ei ollut määritellyt sanatarkasti etukäteen.

Vaikka puolistrukturoitu teemahaastattelu oli toteutustapana omiaan tuomaan esille uusia näkökulmia ja käsitteitä kysymyksenasettelun ulkopuolelta, tämä kvalitatiivinen toteutustapa antoi haastatelluille asiantuntijoille hyvin suuren painoarvon työn lopullisiin tuloksiin. Toisaalta asiantuntijat valikoituivat haastattelututkimukseen nimenomaan C-

ITS-järjestelmiin ja operatiiviseen tieliikenteenohjaukseen liittyvän vahvan osaamisensa perusteella. Alun perin työssä oli tarkoitus toteuttaa myös suuremmalle operatiivisen tieliikenteenohjauksen henkilöstön vastaajajoukolle osoitettu, menetelmiltään kvantitatiivisempi kyselytutkimus. Työn laajuuden kannalta osoittautui kuitenkin mielekkääksi pitäytyä pelkissä asiantuntijahaastatteluissa, vaikka oletettavasti kyselytutkimuksen aineisto olisi vastannut hyvin työn neljänteen tutkimuskysymykseen.

Työtä taustoittavia lähteitä löytyi internetistä runsaasti. Työssä on käytetty paljon Euroopan unionin lainsäädäntöön liittyviä lähteitä, mutta ennen kaikkea lähdeviittauksia syntyi eri verkkosivustoihin. Lukuisat verkkosivuviittaukset kuvastavat muutosta ja kehitystä, joka työn aihepiirissä on käynnissä. Tämän muutoksen ja kehityksen huomioiminen vaati korostetun huomion kiinnittämistä lähdeaineistojen ajantasaisuuteen.

Tämän työn toimeksiantajan, Fintraffic Tie Oy:n, tahtotilana oli selvittää, kuinka uusia liikenteen ja ajokelin olosuhdetietoja ja C-ITS-järjestelmiä voitaisiin hyödyntää Fintrafficin operatiivisen tieliikenteenohjauksen toiminnassa Suomessa. Työn tutkimuskysymykset ottivat kantaa siihen, millaisia tietolajeja ylipäätään on olemassa, mitkä olisivat niiden käytön suurimmat hyödyt ja kuinka nämä tuotaisiin osaksi operatiivisen tieliikenteenohjauksen käyttöliittymää ja toimintamalleja. Työn toimeksiantajan kysymyksenasettelun näkökulmasta työ onnistui saavuttamaan tavoitteensa. Työn tulokset ovat EU:n jäsenvaltioitaan velvoittavien asetuksien myötä yleistettävissä muihin EU-jäsenvaltioihin ainakin suurelta osin. Toisaalta eri jäsenvaltioiden erot muun muassa väestöntiheydessä, liikennemäärissä ja tieliikenneinfrastruktuurin palvelutasossa aiheuttanevat eroja eri tietolajien kansallisiin painotuksiin.

6.4 Mahdollisia jatkotutkimussuuntia

Tässä työssä käsiteltiin liikenteen ja ajokelin olosuhdetietojen ja C-ITS-järjestelmien hyödyntämistä operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa Suomen näkökulmasta. Kyseistä aihepiiriä olisi mahdollista tutkia lisää esimerkiksi vertailemalla EU:n jäsenvaltiokohtaisia toteutustapoja SRTI- ja RTTI-asetuksien ja C-ITS-järjestelmien kautta saatavien tietolajien tuonnissa osaksi operatiivista tieliikenteenohjausta. Tulevaisuudessa näiden uusien tietolajien jo kunnolla vakiinnuttua voisi olla mielekästä tutkia, millaiseksi niiden vaikuttavuus liikenteen sujuvuuteen, turvallisuuteen ja päästöihin lopulta muodostui.

Tämän työn osaksi alun perin suunniteltu kyselytutkimus, joka rajattiin tästä työstä lopulta pois, mahdollistaisi tämän työn aihepiirin tutkimisen kvantitatiivisin keinoin esimerkiksi Likert-asteikkoa käyttäen. Tässä työssä ei suunniteltu liikenteen tai ajokelin olosuhdetietojen taikka C-ITS-datan TLOIKiin tuonnin visuaalista tai toiminnallista toteutusta,

joten työn toimeksiantajalle jää tarkempi toteutustapa määritettäväksi sisäisenä työnä tai ulkopuolisena toimeksiantona.

LÄHTEET

Appel, K., Aakre, A. & Kronborg, P. (2018). ITS Terminology – Terms & Definitions. 4th edition. Finnish Transport Agency – Liikennevirasto. Saatavissa (viitattu 10.4.2025): http://www.its-terminology.com/ITS%20Terminology%202018%20web-version.pdf

Asetus 2013/886. Komission delegoitu asetus (EU) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/40/EU täydentämisestä datan ja menettelyjen osalta, joiden avulla mahdollisuuksien mukaan tarjotaan liikenneturvallisuuteen liittyviä yleisiä vähimmäisliikennetietoja ilmaiseksi käyttäjille. Euroopan unionin virallinen lehti. Saatavissa (viitattu 31.3.2025): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0886&from=BG

Asetus 2016/679. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/679 luonnollisten henkilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä sekä näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta ja direktiivin 95/46/EY kumoamisesta (yleinen tietosuoja-asetus). Euroopan unionin virallinen lehti. Saatavissa (viitattu 29.4.2025): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32016R0679

Asetus 2022/670. Komission delegoitu asetus (EU) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/40/EU täydentämisestä tosiaikaisia liikennetietoja koskevien EU:n laajuisten palvelujen tarjoamisen osalta. Euroopan unionin virallinen lehti. Saatavissa (viitattu 10.4.2025): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32022R0670

Asetus 2024/1679. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2024/1679 unionin suuntaviivoista Euroopan laajuisen liikenneverkon kehittämiseksi, asetusten (EU) 2021/1153 ja (EU) N:o 913/2010 muuttamisesta sekä asetuksen (EU) N:o 1315/2013 kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti. Saatavissa (viitattu 31.3.2025): http://publications.europa.eu/resource/cellar/cc3395a5-3516-11ef-b441-01aa75ed71a1.0008.03/DOC_1

Asetus C/2019/1789. Komission delegoitu asetus (EU) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/40/EU täydentämisestä yhteistoiminnallisten älyliikennejärjestelmien käyttöönoton ja operatiivisen käytön osalta. Saatavissa (viitattu 10.4.2025): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=PI_COM%3AC%282019%291789&qid=1698215619508

Asselin-Miller, N., Biedka, M., Gibson, G., Kirsch, F., Hill, N., White, B. & Uddin, K. (2016). Study on the Deployment of C-ITS in Europe: Final Report. Loppuraportti. Saatavissa (viitattu 6.3.2025): https://transport.ec.europa.eu/system/files/2016-10/2016-c-its-deployment-study-final-report.pdf

C-Roads (2017). Radio frequencies designated for enhanced road safety in Europe - C-Roads position on the usage of the 5,9 GHz band. Saatavissa (viitattu 28.2.2024): https://www.c-roads.eu/platform/documents.html

C-Roads (2021). With C-ITS towards safer roads in Europe. PDF-dokumentti. Saatavissa (viitattu 5.3.2024): https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/safe-roadstoday/20210604_SafeRoadsTODAY_Press_Statement_fin.pdf

C-Roads (2023). Annual pilot overview report 2022. PDF-dokumentti. Saatavissa (viitattu 29.2.2024): https://www.c-roads.eu/platform/documents.html

C-Roads (n.d.a). Core members. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 6.3.2024): https://www.c-roads.eu/deployments/core-members.html

C-Roads (n.d.b). Associated members. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 3.4.2024): https://www.c-roads.eu/deployments/associated-members.html

Data for Road Safety (n.d.). DFRS Overview Presentation. PowerPoint-esitys. Saatavissa (viitattu 29.9.2024): https://www.dataforroadsafety.eu/images/Documenten/DFRS%20Overview%20Presentation.pdf

Destia (2024). Tietoa meistä > Historia. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 29.9.2024): https://www.destia.fi/tietoa-meista/historia/

Digita (2023). RDS eli Radio Data system. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 27.12.2023): https://www.digita.fi/rds-eli-radio-data-system/

Direktiivi 2010/40/EU: Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi tieliikenteen älykkäiden liikennejärjestelmien käyttöönoton sekä tieliikenteen ja muiden liikennemuotojen rajapintojen puitteista. Euroopan unionin virallinen lehti 6.8.2010. Saatavissa (viitattu 26.11.2023): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32010L0040

Dutzik, T., Bradford, A., Weissman, G. & Aragon, L. (2017). Highway Boondoggles 3: Big Projects. Bigger Price Tags. Limited Benefits. In Policy File. State Public Interest Research Groups. Saatavissa (viitattu 31.3.2025): https://andor.tuni.fi/permalink/358FIN_TAMPO/176jdvt/cdi_proquest_reports_1904675360

ELY-keskus (2024). Tienpidon pitkä historia. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 29.9.2024): https://www.ely-keskus.fi/tienpidon-pitka-historia

ELY-keskus (2025). Liikennejärjestelmätyö. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 10.4.2025): https://www.ely-keskus.fi/liikennejarjestelmatyo

Espoon kaupunki (2023). Toimitilojen alivuokraaminen Espoolle uudesta pääkaupunkiseudun liikenteenhallintakeskuksesta Fintraffic Oy:ltä. Pöytäkirja 30.01.2023/Pykälä 8. Kaupunginhallituksen tila- ja asuntojaosto. Saatavissa (viitattu 29.12.2023): https://espoo.oncloudos.com/cgi/DREQUEST.PHP?page=meetingitem&id=2023826-8

Euroopan komissio (2016). Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle Eurooppalainen strategia vuorovaikutteisia älykkäitä liikennejärjestelmiä varten - ensimmäinen virstanpylväs matkalla kohti vuorovaikutteista, verkkoon liitettyä ja automatisoitua liikkumista. 30.11.2016. Komission tiedonanto. Saatavissa (viitattu 1.4.2025): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A52016DC0766

Euroopan komissio (2024). Komission täytäntöönpanopäätös, annettu 12 päivänä marraskuuta 2024, direktiivin 2010/40/EU työohjelman vahvistamisesta vuosiksi 2024–2028. Komission täytäntöönpanopäätös. Saatavissa (viitattu 28.2.2025): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32024D06798

Euroopan komissio (2025). TENtec-karttapalvelu. Saatavissa (viitattu 28.2.2025): https://webgate.ec.europa.eu/tentec-maps/web/public/screen/home

Euroopan komissio (n.d.). C-Roads Slovenia 2. TRIMIS. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 29.2.2023): https://trimis.ec.europa.eu/project/c-roads-slovenia-2

Euroopan parlamentti (2023). Uusien bensiini- ja dieselautojen myyntikielto – mitä vuosi 2035 tuo mukanaan? Artikkeli. Saatavissa (viitattu 29.12.2023): https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2022/12/story/20221019STO44572/20221019STO44572_fi.pdf

Fintraffic (2023a). Fintraffic lyhyesti. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 18.11.2023): https://www.fintraffic.fi/fi/fintraffic/fintraffic-lyhyesti

Fintraffic (2023b). Fintraffic Tie lyhyesti. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 19.11.2023): https://www.fintraffic.fi/fi/tie/fintraffic-tie-lyhyesti

Fintraffic (2023c). Liikennevisio 2030. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 13.4.2025): https://www.fintraffic.fi/fi/fintraffic/liikennevisio-2030

Fintraffic (2023d). Kehä III:n uusien vaihtuvien tiedotusopasteiden käyttöönotto lähestyy: mukana ensimmäistä kertaa Suomessa myös ajoaika- ja poikkeamatiedotusta. Verkkouutinen. Saatavissa (viitattu 10.4.2025): https://www.fintraffic.fi/fi/uutiset/kehaiii-uusien-vaihtuvien-tiedotusopasteiden-kayttoonotto-lahestyy-mukana-ensimmaista

Fintraffic (2023e). Digitraffic > Tieliikenne > TMC/ALERT-C. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 27.12.2023): https://www.digitraffic.fi/tieliikenne/paikannusnimisto/

Fintraffic (2023f). Fintraffic mukana yhteistyössä – Bauer Media alkaa lähettää radiossa tekoälyn avulla paikallisesti tuotettuja ja kohdennettuja liikennetiedotteita. Verkkouutinen. Saatavissa (viitattu 27.12.2023): https://www.fintraffic.fi/fi/uutiset/fintraffic-mukana-yhteistyossa-bauer-media-alkaa-lahettaa-radiossa-tekoalyn-avulla

Fintraffic (2023g). Liikenteen ohjaus. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 29.12.2023): https://www.fintraffic.fi/fi/tie/liikenteen-ohjaus

Fintraffic (2023h). Fintrafficin tekijät: Liikenteenmittauspalvelussa tutkitaan maantieliikenteen kehittymistä sekä tarjotaan mittausdataa lukuisten eri toimijoiden käyttöön. Verkkouutinen. Saatavissa (viitattu 30.1.2024): https://www.fintraffic.fi/fi/uutiset/fintrafficin-tekijat-liikenteenmittauspalvelussa-tutkitaan-maantieliikenteen-kehittymista

Fintraffic (2024a). Liikennevalojen ja ajoneuvojen välistä tiedonvaihtoa pilotoitu onnistuneesti ensimmäistä kertaa Suomessa EU-standardeilla - jatkossa autoilija voi saada etukäteistietoa liikennevalojen tilanteesta. Verkkouutinen. Saatavissa (viitattu 31.3.2025): https://www.fintraffic.fi/fi/uutiset/liikennevalojen-ja-ajoneuvojen-valista-tiedonvaihtoa-pilotoitu-onnistuneesti-ensimmaista

Fintraffic (2024b). Tieliikennemäärätiedon tuottaminen. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 21.2.2024): https://www.fintraffic.fi/fi/fintraffic/liikennemaarat/tieliikennemaaratiedon-tuottaminen

Fintraffic (2024c). Tieliikenteenohjauksen palvelut. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 21.2.2024): https://www.fintraffic.fi/fi/tieliikenteenohjauksenpalvelut

Fintraffic (2024d). Palkittu Fintraffic Mobiili -sovellus opastaa reitilläsi uuden ominaisuuden avulla. Verkkouutinen. Saatavissa (viitattu 5.11.2024): https://www.fintraffic.fi/fi/uutiset/palkittu-fintraffic-mobiili-sovellus-opastaa-reitillasi-uuden-ominaisuuden-avulla

Fintraffic (n.d.). Liikennevaloetuusjärjestelmä HALI. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 22.2.2024): https://www.fintraffic.fi/fi/tie/liikennevaloetuusjarjestelma-hali

Fintraffic (n.d.a). Lyhyesti dataekosysteemistä. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 29.9.2024): https://www.fintraffic.fi/fi/liikenteendataekosysteemi/lyhyestidataekosysteemista

Fintraffic (n.d.b). Digitraffic. Palvelun esittely. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 2.2.2025): https://www.digitraffic.fi/palvelun-esittely/

Fintraffic (n.d.c). Digitraffic ja avoin data. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 2.2.2025): https://www.fintraffic.fi/fi/fintraffic/digitraffic-ja-avoin-data

Fintraffic (n.d.d). NAP - liikkumispalvelukatalogi. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 2.2.2025): https://www.fintraffic.fi/fi/digitaalisetpalvelut/fintrafficin-datapalvelut/liikkumisen-tietopalvelut/nap-liikkumispalvelukatalogi

Flitsmeister (2025). Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 4.2.2025): https://www.flitsmeister.fi/

Google (2025). About Waze. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 4.2.2025): https://support.google.com/waze/answer/6071177?hl=en&ref_topic=9022747&sjid=7806958789547842836-EU

Green Car Congress (2022). Mercedes-Benz wins landmark road monitoring program in the Netherlands; connected vehicle data. Verkkouutinen. 31.3.2022. Saatavissa (viitattu 7.1.2025): https://www.greencarcongress.com/2022/03/20220331-mb.html

Haarala, A. (2024). Fintraffic Mobiili. Fintraffic 22.4.2024. Esitysmateriaali. Saatavissa (viitattu 29.9.2024): https://www.fintraffic.fi/sites/default/files/2024-04/Fintraffic_mobiili_esittely.pdf

Haavasoja, T. (2018). JAMOKE Loppuraportti. Teconer Oy 24.4.2018. Saatavissa (viitattu 4.2.2025): https://vayla.fi/documents/25230764/35412261/JAMOKE_loppuraportti.docx/e2259673-bf98-4e9c-a4ed-d1fefe7e1667?t=1525347093388

Hirvonen, T. (2015). Katso kuinka vihreä aalto saattelee pelastajan kohteeseensa – video. Yle Uutiset 11.1.2015 (päivitetty 23.2.2015). Saatavissa (viitattu 22.2.2024): https://yle.fi/a/3-7798358

Houbraken, M., Logghe, S., Audenaert, P., Colle, D. & Pickavet, M. (2018). Examining the potential of floating car data for dynamic traffic management. IET Intelligent Transport Systems, 12(5), p. 335–344. Saatavissa: https://doi.org/10.1049/iet-its.2016.0230

Hu, C., Fan, W., Zeng, E., Hang, Z., Wang, F., Qi, L., & Bhuiyan, M. Z. A. (2022). Digital Twin-Assisted Real-Time Traffic Data Prediction Method for 5G-Enabled Internet of Vehicles. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 18(4), p. 2811–2819. Saatavissa: https://doi.org/10.1109/TII.2021.3083596

Hyvärinen, M. K., Nikander, P., Ruusuvuori, J., & Aho, A. L. (2017). Tutkimushaastattelun käsikirja. Vastapaino.

Kotilainen, I., Kulmala, R. & Myllärinen, J. (2023). Ehdotus tieliikenteen automaation toteutussuunnitelmaksi. Väyläviraston julkaisuja 11/2023. Saatavissa (viitattu 10.4.2025): https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-405-046-3

Kotilainen, I., Scholliers, J., Öörni, R. & Kulmala, R. (2024). Viranomaisten roolit vuorovaikutteisten älykkäiden liikennejärjestelmien (C-ITS) palveluiden käyttöönotossa ja operatiivisessa käytössä. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 23/2023. Saatavissa (viitattu 28.4.2025): https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/C-ITS-roolit_raportti_final.pdf

Kynsijärvi, N., Majala, T., Scholliers, J., Kauvo, K. & Lehtonen, S. (2024).C-ITS Pilotti: Kyberturvallisuus, yhteentoimivuus ja matkaviestinteknologiat. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 12/2024. Saatavissa (viitattu 29.9.2024): https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/2024%2005%2029%20C-ITS%20pilot%20final%20report.pdf

Laine, T. & Kotilainen, I. (2024). Selvitys Euroopan komission RTTI-asetuksen ja ITS-direktiivin päivityksen velvoitteista ja toimijoiden rooleista. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 20/2024. Saatavissa (viitattu 10.4.2025): https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/RTTI-asetus%20raportti%2020_2024.pdf

Laki elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksista 2009/897. Saatavissa (viitattu 18.11.2023): https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090897

Laki Liikenne- ja viestintävirastosta 2018/935. Saatavissa (viitattu 18.11.2023): https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2018/20180935

Laki liikenteen palveluista 24.5.2017/320. Saatavissa (viitattu 18.11.2023): https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170320

Laki Väylävirastosta 2009/862. Saatavissa (viitattu 18.11.2023): https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090862

Levä, K. (toim.) (1999). Kurvit kohdallaan: Tielaitos 200 vuotta. Karisto Oy.

Liikennevirasto (2016). HKL:n raitiovaunuliikenteen ohjaus siirtyy Pääkaupunkiseudun liikenteenhallintakeskukseen 4.2.2016. Tiedote. Saatavissa (viitattu 29.12.2023): https://vayla.fi/-/hkl-n-raitiovaunuliikenteen-ohjaus-siirtyy-paakaupunkiseudun-liikenteenhallintakeskukseen-4-2-2016

Pfoser, D. (2008). Floating Car Data. Encyclopedia of GIS p.321–321.

Pöyhönen, A. (2023). Maanteiden hoitourakoiden (1.10.2024 alkavat) kilpailutus ja laatutekijät urakoitsijan valinnassa. ELY-keskus. Seminaariesitys. Saatavissa (viitattu 19.11.2023): https://vayla.fi/documents/25230764/151972857/Esitysmateriaalit+MHU+2024+urakoitsijaseminaari.zip/c10821b2-10a5-d9ae-2da9-a21c4611e9e8?t=1692605400601

Rekola, M., Kolinen, L., Asikainen, E., Heliste, L., Immonen, E., Starck, M., Ahokas, M., Suomento, J. & Johansson, S. (2022). Liikenneturvallisuusstrategia 2022–2026. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2022:3. Saatavissa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-746-4

Rossi, O. (2024). Digitie-hanke. PowerPoint-esitys. Saatavissa (viitattu 7.4.2025): https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Alyautomaatio_0124_Fintraffic_Digitie.pdf

Sanastokeskus ry (2024). TEPA-termipankki. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 30.1.2024): https://termipankki.fi/tepa/fi/

Saunders, M. N. K., Thornhill, A., & Lewis, P. (2019). Research methods for business students (Eighth Edition.). Pearson Education.

Shen, X., Fantacci, R., & Chen, S. (2020). Internet of Vehicles. Proceedings of the IEEE, 108(2), p. 242–245. Saatavissa: https://doi.org/10.1109/JPROC.2020.2964107

Swarco (2024). C-ITS-yleiskatsaus. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 22.2.2024): https://www.swarco.com/fi/stories/c-its-yleiskatsaus

Swarco (2025). C-ITS – an overview. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 6.3.2025): https://www.swarco.com/stories/c-its-overview

TISA (Traveller Information Services Association) (2024). SRTI Collaboration Agreement Signature Press Release. Lehdistötiedote. Saatavissa (viitattu 29.9.2024): https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/240404_SRTI-Collaboration-Agreement-Signature_PressRelease_v8_CLEAN.pdf

Traficom (2022a). Tieliikenteen automaation kehittymisen edellytykset. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 5.12.2023): https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/tieliikenteen-automaation-kehittymisen-edellytykset

Traficom (2023b). Mitä ovat ADAS-järjestelmät ja mitä ADAS-järjestelmiä autoissa on? Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 7.1.2025): https://traficom.fi/fi/liikenne/autoilijalle/mita-ovat-adas-jarjestelmat-ja-mita-adas-jarjestelmia-autoissa

Traficom (2023c). Tietoa 5G:stä. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 4.2.2025): https://www.traficom.fi/fi/viestinta/viestintaverkot/tietoa-5gsta

Traficom (2025). Euroopan laajuinen liikenneverkko TEN-T. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 6.3.2025): https://www.traficom.fi/fi/liikenne/liikennejarjestelma/euroopan-laajuinen-liikenneverkko-ten-t

Vantomme, J. (2021). Data sharing For Road Safety. PowerPoint-esitys. Saatavissa (viitattu 10.4.2025): https://www.dataforroadsafety.eu/images/Documenten/Data_for_Road_Safety_overview_-_guiding_slides.pdf

Venäläinen, J. (2017). Mitä FRAND tarkoittaa? : Tutkielma FRAND-käsitteen merkityksestä. Tutkielman tiivistelmä. Helsingin yliopisto. Saatavissa (viitattu 5.12.2023): http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-201711085649

Väylävirasto (2022). Tieverkko. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 19.11.2023): https://vayla.fi/vaylista/tieverkko

Väylävirasto (2023a). Maanteiden hoidon kilpailutus. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 19.11.2023): https://vayla.fi/palveluntuottajat/hankinnat/tieurakat

Väylävirasto (2023b). Maanteiden hoidon kilpailuttamisen tuloksia 2023. PowerPoint-esitys. Saatavissa (viitattu 19.11.2023): https://vayla.fi/documents/25230764/35411132/2023_Kilpailuttamisen+tuloksia+2023+ulkoinen+versio.pptx/

Väylävirasto (2025). Euroopan laajuinen liikenneverkko TEN-T. Verkkosivusto. Saatavissa (viitattu 6.3.2025): https://vayla.fi/vaylista/liikennejarjestelma/tent

LIITE A: OPINNÄYTETUTKIMUKSEN TIETOSUOJAILMOITUS

Tampereen yliopisto
Tampereen ammattikorkeakoulu

Opinnäytetutkimuksen tietosuojailmoitus
EU:n yleinen tietosuoja-asetus (2016/679), art. 12–14

Rekisterin nimi	Yhteistoiminnallisten älyliikennejärjestelmien (C-ITS) hyödyntäminen operatiivisessa tieliikenteenohjauksessa Suomessa, diplomityö
Päiväys	21.3.2024
Rekisterinpitäjä(t)	Ville Lepola, sähköpostiosoite ville.lepola@tuni.fi
Muut henkilötietoja käsittelevät henkilöt	Haastattelujen ja kyselyjen tekstimuotoisen vastausaineiston, nimitietojen, työkokemustietojen ja tehtävänimikkeiden osalta henkilötietoja voivat myös käsitellä työn ohjaajina toimivat seuraavat henkilöt: ■ Markus Pöllänen, markus.pollanen@tuni.fi, Tampereen yliopisto ■ Riku Viri, riku.viri@tuni.fi, Tampereen yliopisto ■ Tuuli Salonen, tuuli.salonen@fintraffic.fi, Fintraffic Tie Oy
Ohjaaja tai oppilaitoksen yhteyshenkilö	Ohjaajana ja Tampereen yliopiston yhteyshenkilönä toimii lehtori Markus Pöllänen, markus.pollanen@tuni.fi, Tampereen yliopisto
Henkilötietojen käsittelytarkoitus ja käsittelyperuste	Henkilötietoja käsitellään yhteistoiminnallisiin älyliikennejärjestelmiin (C-ITS) liittyvässä opinnäytetutkimuksessa. Opinnäytetyössä käsiteltävät henkilötiedot liittyvät työssä tehtävään haastattelututkimukseen ja verkkolomakekyselyyn. Tietoja käytetään C-ITS-järjestelmien hyödynnettävyyden selvittämiseksi. Tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista. Henkilötietojen käsittelyperusteena on: ☒ suostumus. EU:n yleinen tietosuoja-asetus 6 artikla 1.a-kohta. Suostumuksen voi peruuttaa milloin tahansa ilmoittamalla tästä rekisterinpitäjälle. Suostumuksen peruuttaminen ei vaikuta ennen suostumuksen peruuttamista suoritetun käsittelyn lainmukaisuuteen.
Henkilötietojen säilytysaika	Aineisto säilytetään diplomityön hyväksymiseen saakka. Diplomityön valmistuttua haastatteluaineisto ja henkilötiedot tuhotaan. Arvioitu valmistumisaika vuoden 2024 loppuun mennessä. Siltä osin kuin ohjaajilla on pääsy aineistoon opinnäytetyön ohjaamista ja tarkastamista varten, ohjaajat ja tarkastajat käsittelevät henkilötietoja ainoastaan niin kauan, kuin on tarpeellista työn hyväksymistä varten.
Rekisterin tietosisältö ja tietolähteet	Kuvaus rekisterissä käsiteltävistä henkilötietotyypeistä tietoryhmittäin: - Nimi - Tehtävänimike, työkokemus ja organisaatiotieto - Yhteystiedot: puhelinnumero ja sähköpostiosoite - Haastattelussa syntyvä ääni- ja videomateriaali

Opinnäytetutkimuksen tietosuojailmoitus
EU:n yleinen tietosuoja-asetus (2016/679), art. 12–14

	- Haastattelun tietosisältö ja kyselylomakkeella kerättävät tiedot Tiedot kerätään tutkittavilta itseltään, julkisista lähteistä ja Fintrafficin sisäisestä yhteystietohakemistosta.
Henkilötietojen vastaanottajat	Henkilötietojasi ei luovuteta ulkopuolisille.
Rekisterin suojauksen periaatteet	Manuaalinen aineisto säilytetään lukitussa tilassa/kaapissa. Digitaalinen aineisto säilytetään Microsoft 365 -pilvipalvelussa, joka on suojattu käyttäjätunnuksella ja salasanalla sekä kaksivaiheisella käyttäjän tunnistuksella (MFA). Aineisto käsitellään suorin tunnistetiedoin, koska haastatteluaineiston tallenteesta äänen poistaminen ei ole mahdollista, kun on tarve säilyttää haastattelun sisältö.
Rekisteröidyn oikeudet	Tietosuojalainsäädännön mukaisesti sinulle kuuluu oikeus saada pääsy tietoihin, oikaista tietoja, oikeus tietojen poistamiseen (oikeus tulla unohdetuksi), rajoittaa tietojen käsittelyä ja vastustaa henkilötietojen käsittelyä. Jos haluat käyttää jotain oikeuttasi, ota yhteys rekisterinpitäjään.
Oikeus valittaa viranomaiselle	Sinulla on oikeus tehdä valitus henkilötietojen käsittelyä valvovalle viranomaiselle, jos epäilet henkilötietojasi käsiteltävän vastoin tietosuojalainsäädäntöä: tietosuoja.fi / sähköposti: tietosuoja@om.fi