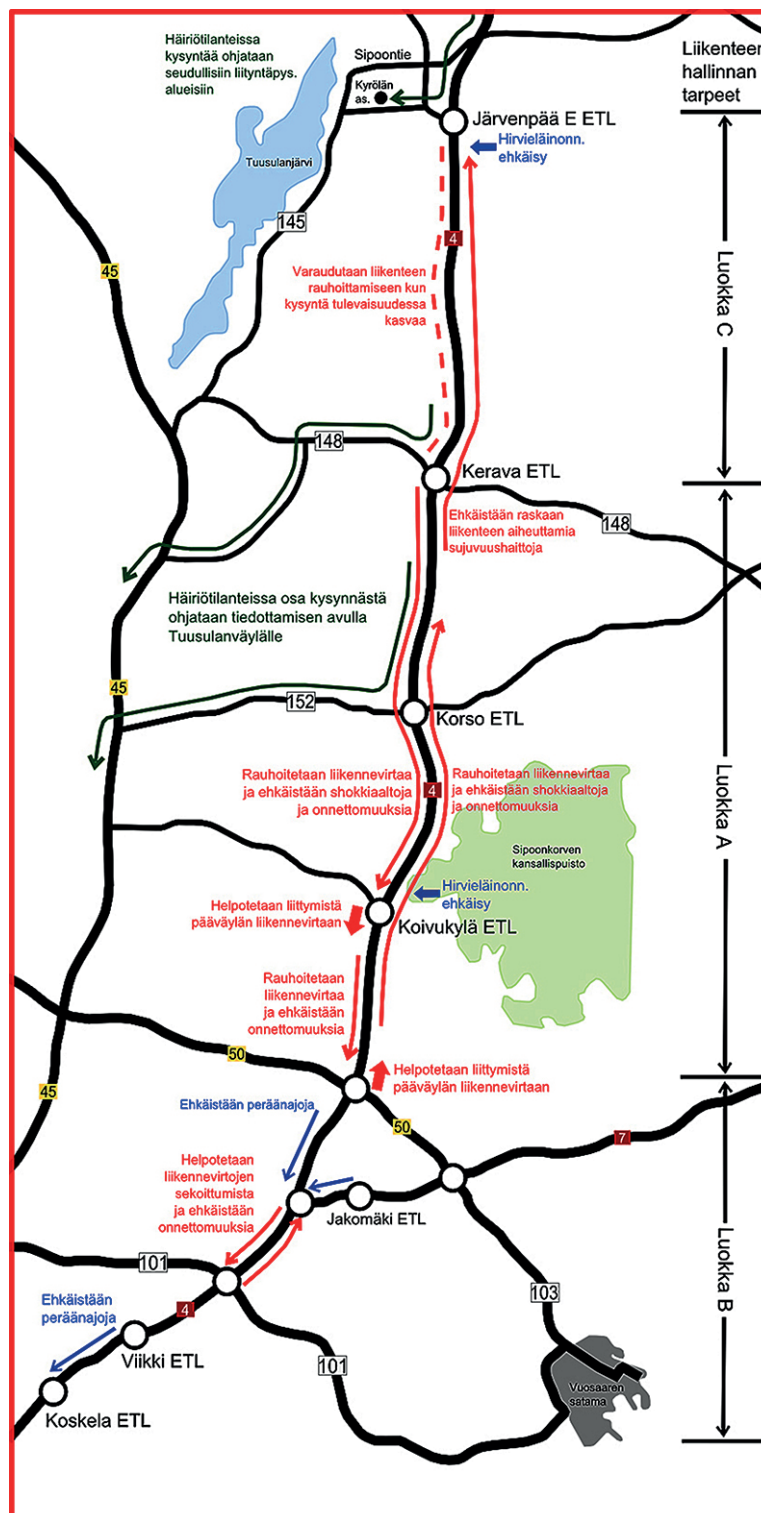


# Älykkään vaihtuvan ohjausjärjestelmän pilotointi, esiselvitys

Valtatie 4 Koskela, Helsinki - Järvenpää

TOMI LAINE | SAKARI LINDHOLM | MIIKKA NIINIKOSKI



# Älykkään vaihtuvan ohjausjärjestelmän pilotointi, esiselvitys

Valtatie 4 Koskela, Helsinki - Järvenpää

TOMI LAINE  
SAKARI LINDHOLM  
MIIKKA NIINIKOSKI

**RAPORTTEJA 72 | 2015**

**ÄLYKKÄÄN VAIHTUVAN OHJAUSJÄRJESTELMÄN PILOTOINTI, ESISELVITYS  
VALTATIE 4 KOSKELA, HELSINKI - JÄRVENPÄÄ**

**Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**

**ISBN 978-952-314-302-9 (PDF)**

**ISSN 2242-2846**

**ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)**

**URN:ISBN:978-952-314-302-9**

**[www.ely-keskus.fi/julkaisut](http://www.ely-keskus.fi/julkaisut) | [www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus)**

# Esipuhe

Helsingin seudun pääväylien liikennemäärät kasvavat jatkuvasti voimakkaan väestönkasvun myötä huolimatta panostuksista joukkoliikenteen infrastruktuuriin. Liikenteen kasvu on johtanut tieliikenteen ruuhkien pahenemiseen ja ruuhka-aikojen laajenemiseen sekä häiriöherkkyyden kasvuun ja liikenneturvallisuuden heikkenemiseen. Pääväylien ongelmia ei ole näköpiirissä olevin resurssein mahdollista ratkaista lisäkapasiteettia rakentamalla, vaan tarvitaan tehokkaita liikenteen hallinnan työkaluja. Uudenmaan ELY-keskuksen selvityksessä ” Nopeusrajoituspolitiikka ja liikenteenhallinta, Pääkaupunkiseudun pääväylien taustaselvitys” (ELY-keskuksen raportteja 6/2013) ehdotettiin toteutettavaksi vaihtuva nopeusrajoitus- ja informaatiojärjestelmä seudun ongelmallisille säteittäisväylille. Selvityksen jatkotoimenpiteenä on tässä työssä laadittu alustava suunnitelma uudenlaisesta, vilkkaaseen kaupunkiliikenteeseen soveltuvasta ohjausjärjestelmästä, joka hyödyntää teknologian kehityksen luomat mahdollisuudet. Suosituksena on pilotoida uudenlaista ohjausjärjestelmää pilottikohteeksi valitulla valtatiellä 4 välillä Koskela, Helsinki - Järvenpää, joka on sujuvuus- ja turvallisuusongelmien kannalta yksi ongelmallisimmista kohteista.

Työ laadittiin Uudenmaan ELY-keskuksen toimesta. Työn ohjauksesta vastasi työryhmä, johon kuuluivat: Eini Hirvenoja ja Marko Kelkka Uudenmaan ELY-keskuksesta, Kari Korpela Pirkanmaan ELY-keskuksesta, Riku Suursalmi ja Pasi Halttunen Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen Valtti-yksiköstä sekä Aapo Anderson, Petri Antola ja Risto Kulmala Liikennevirastosta. Konsultteina työssä toimivat Tomi Laine ja Miikka Niinikoski Strafica Oy:stä ja Sakari Lindholm Trafix Oy:stä.

Syyskuussa 2015

Uudenmaan ELY-keskus



## Sisältö

1	Johdanto .....	5
1.1	Työn taustat .....	5
1.2	Työn tavoitteet .....	5
1.3	Suunnittelutilanne .....	5
1.4	Työtä ohjaavat säädökset, linjaukset ja ohjeet .....	7
2	Suunnittelualan kuvaus ja ratkaistavat ongelmat .....	8
2.1	Tieympäristö ja liikennemäärät .....	8
2.2	Liikenteen sujuvuus .....	13
2.3	Liikenneturvallisuus .....	16
2.4	Yhteenvedo ongelma-analyysistä .....	26
3	Ohjausjärjestelmän tavoitteet .....	28
3.1	Liikenneviraston toimintalinjat .....	28
3.2	Liikenteen hallinnan tavoitteet suunnittelualueella .....	28
4	Liikenteen seurannan vaihtoehtojen arviointi .....	36
4.1	Vertailuvaihtoehtona tiheä induktiosilmukkaverkko .....	36
4.2	Yhteenkytketyt induktiosilmukat .....	40
4.3	Pintatutkat .....	43
4.4	Wlan ja Bluetooth .....	45
4.5	Kaupallinen FCD-data .....	47
4.6	Sujuva-palvelu .....	49
4.7	Yhteenvedo vaihtoehdoista .....	50
4.8	Vaihtoehtojen soveltuvuus suhteessa liikenteen hallinnan tavoitteisiin .....	53
5	Järjestelmän toiminnallinen ja tekninen konsepti .....	55
5.1	Opasteiden käyttö- ja sijoitusperusteet .....	55
5.2	Liikenteen, sään ja keliolosuhteiden seuranta .....	57
5.3	Ohjauspolitiikan laadinnan periaatteet .....	57
5.4	Lähtökohtia ohjausjärjestelmän jatkosuunnitteluun .....	60
5.5	Kustannusarvio .....	61
6	Vaikutusten arviointi .....	62
6.1	Liikennevirran rauhoittamisen vaikuttavuus liikennevirtateorian mukaan .....	62
6.2	Yhteenvedo vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikuttavuudesta .....	64
6.3	Vaihtuvan nopeusrajoitusjärjestelmän liikennejärjestelmätason vaikutukset. Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty. ....	
6.4	Aiemmat arviot kustannustehokkuudesta .....	65
6.5	Arvio korotetun palvelutason lisäarvosta .....	66
7	Yhteenvedo ja suositukset .....	68
7.1	Yhteenvedo .....	68
7.2	Pilottihanke ja sen organisointi .....	69

7.3	Jatkotoimenpiteet .....	73
8	Lähteet .....	75
	Liite 1. Järjestelmäkaavio .....	76
	Liite 2. Järjestelmän alustava kustannusarvio.....	78
	Liite 3. Onnettomuuskartat .....	79

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn taustat

Ely-keskuksen suunnitelmassa Pääkaupunkiseudun pääväylien nopeusrajoituspolitiikka ja liikenteen hallinta (NOPRA) määriteltiin tavoitetilanteen ratkaisuksi vaihtuvat nopeusrajoitusjärjestelmät suurimmalle osalle seudun säteittäisiä pääväyliä (Uudenmaan Ely-keskus 2013). Suomessa on vaihtuvia nopeusrajoitusjärjestelmiä toteutettu vilkkaan kaupunkiliikenteen väylille Länsiväylälle sekä valtatielle 1 välille Kehä III – Lohjanharju. Näistä järjestelmistä saatujen kokemusten mukaan päivittäin ruuhkautuvien pääväylien liikenteen hallinta edellyttää erityyppistä ratkaisua kuin pitkillä yhteysväleillä käytettävät järjestelmät.

NOPRA-suunnitelmassa esitettiin keskeisenä toimenpiteenä kaupunkiliikenteeseen soveltuvan vaihtuvan ohjausjärjestelmän kehittämistä pilottihankkeen avulla. Pilottikohteeksi määriteltiin valtatie 4 välillä Koskela – Järvenpää (eteläinen liittymä) sekä siihen liittyvä vt 7 osuus valtatieltä 4 Kehä III:lle. Tarkoituksena on kokeilla useita erilaisia monitorointi- ja ohjaustapoja ja arvioidaan niiden vaikutuksia. Toimivimmaksi osoittautuva ratkaisu on tarkoitus vakinaistaa ja kokemuksia pilotista on mahdollista hyödyntää jatkossa toteutettavien järjestelmien suunnittelussa tai olevien järjestelmien uusimisessa sekä Helsingin seudulla että muilla kaupunkiseuduilla.

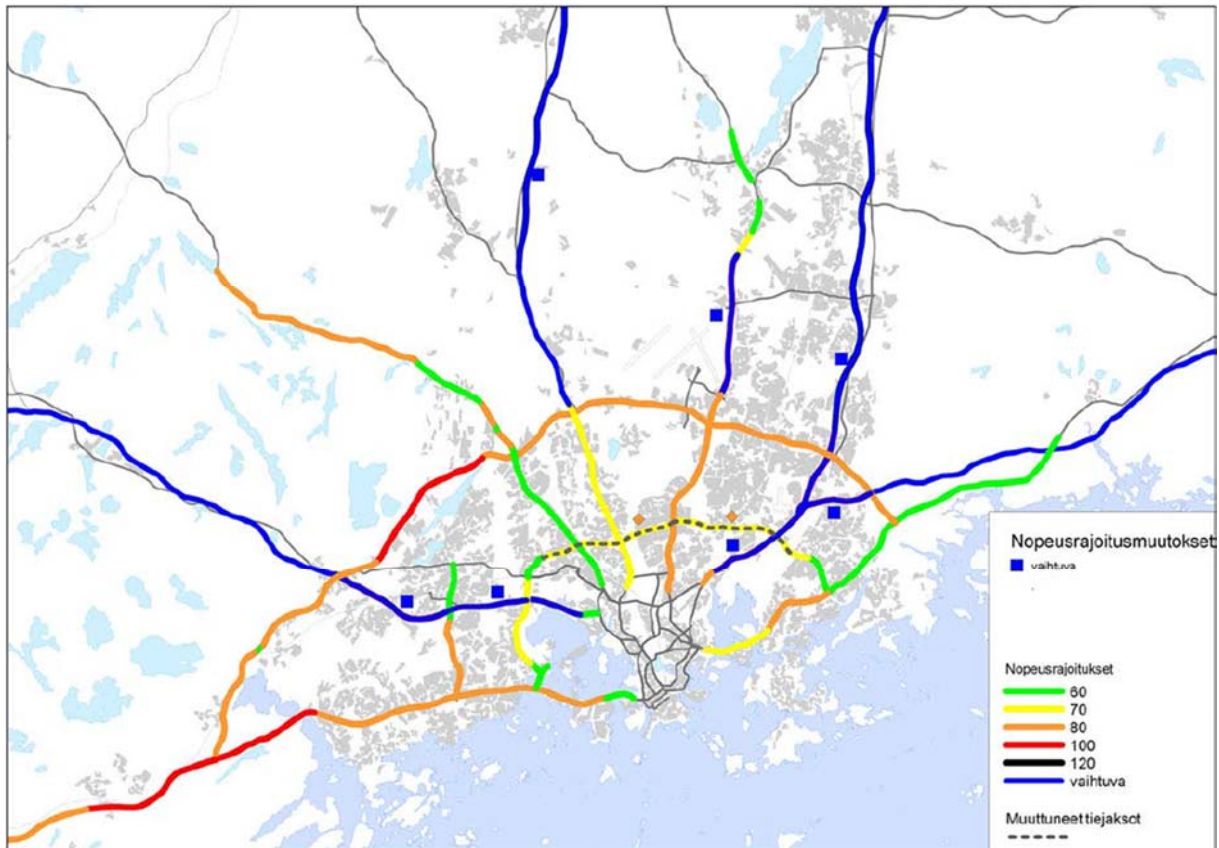
## 1.2 Työn tavoitteet

Tämän esiselvityksen tavoitteena oli selvittää nykyiset liikenteen hallinnan tarpeet pilottikohteeksi valitulla väylällä, asettaa liikenteen hallinnan tavoitteet ja tarvittavat toimenpiteet sekä laatia alustava järjestelmäsuunnitelma kustannusarvioineen. Alustavaa suunnitelmaa varten selvitettiin Euroopassa vaihtuvissa ohjausjärjestelmissä käytettyjä ohjausperiaatteita ja liikenteen seurantajärjestelmiä ja laadittiin arviointi eri seuranta-tekniologioiden soveltuvuudesta vaihtuvaan ohjaukseen. Esiselvityksen pääpaino oli liikennetieto-ohjauksen kehittämisessä. Lisäksi työn tavoitteena oli arvioida aikaisempaa korkeamman palvelutason hyötyjä ja laatia suunnitelma pilotin toteuttamisesta.

## 1.3 Suunnittelutilanne

NOPRA-suunnitelmassa on esitetty tavoitetilanteessa otettavaksi käyttöön vaihtuvat nopeusrajoitukset valtatiellä 1 Munkkivuoresta Kehä III:lle, valtatiellä 3 Klaukkalasta Nurmijärvelle, kantatiellä 45 Tuomarinkylästä Ruotsinkylään, valtatiellä 4 Koskelasta Järvenpään ja valtatiellä 7 Lahdenväylältä (vt 4) Kehä III:lle. Lisäksi NOPRA-suunnitelmassa on esitetty liikenteen hallinnan hankkeina liikenteen seurannan kehittämistä, koko seudun päätieverkon kattavan tiedotusopastejärjestelmän kehittämistä sekä automaattivalvonnan kehittämistä. Tavoitetilanteen mukaiset nopeusrajoitukset Helsingin seudun pääväylillä on esitetty seuraavassa kuvassa (rakennettavaksi esitetyt uudet vaihtuvat nopeusrajoitukset esitetty sinisellä neliöllä).





Kuva 1. Helsingin seudun pääväylien nopeusrajoitukset tavoitetilanteessa NOPRA-suunnitelman mukaan (Uudenmaan ELY-keskus 2013).

Pilottikohteeksi esitetty kohde valtatie 4 välillä Koskela-Järvenpää ja valtatie 7 Kehä III:n sisäpuolella kytkeytyy keväällä 2015 rakenteilla olevaan E 18-tien ohjausjärjestelmään Kehä III:lta Porvoon suuntaan. Näiden järjestelmien ohjauksen integrointi on tarpeen jatkuvuuden säilyttämiseksi. Lisäksi Kehä III:lla on olemassa oleva tiedotusopastejärjestelmä, jolla voidaan jatkossa tiedottaa mm. valtatie 4 onnettomuuksista ja häiriöistä.

Uudenmaan ELY-keskus on teettänyt suunnitelman valtatie 4 ja 7 liittymäalueen pikaparannustoimenpiteistä (Ramboll 2014). Selvityksessä tutkittiin useita vaihtoehtoisia ratkaisuja pikaparannustoimenpiteistä, jotka olisivat toteutettavissa lyhyelläkin aikavälillä alueen sujuvuus- ja turvallisuusongelmien parantamiseksi. Suunnitelmassa päädyttiin suositteluun ratkaisua, jossa valtatieltä 4 erkanee etelään suuntaan uusi Kehä I:lle johtava ramppi ennen valtatieltä 7. Ramppi liittyy valtatieltä 7 tulevan rampin kautta neljänneksi kaistaksi valtatielle 4 ja erkanee siitä toisena kaistana Kehä I:lle. Pohjoisen suuntaan parhaassa vaihtoehdossa Kehä I:lta tulee kaksi sekoittuvaa kaistaa valtatielle 4, joista Kehä I:lta lännestä tuleva kaista jatkuu neljäntenä kaistana valtatielle 7 asti. Pikaparannustoimenpiteistä laaditaan rakennussuunnitelma vuoden 2015 aikana.

Suunnittelualueella on todennäköisesti tulossa myös muita parannustoimenpiteitä, kuten mt 148 Keravantien parantaminen, jonka yhteydessä parannetaan myös Lahdenväylän ramppien toimivuutta Keravantiellä (oikealle kääntyvien lisäkaista).

Liikennevirasto ottaa vuodesta 2015 alkaen käyttöön tieliikenteen ohjauksen integroidun käyttöliittymän (TLOIK), jonka kautta jatkossa operoidaan vaihtuvia ohjausjärjestelmiä. Olevia ja uusia erillisiä ohjausjärjestelmiä integroidaan TLOIK:iin vaiheittain. TLOIK:n käyttöliittymään tuodaan tieliikennekeskuksen päivystäjiä varten monenlaista eri lähteistä tuotettua tilannetietoa operatiivisten päätösten tueksi.

## 1.4 Työtä ohjaavat säädökset, linjaukset ja ohjeet

Liikennevirasto julkaisi tammikuussa 2013 Tieliikenteen vaihtuvan ohjauksen palvelutasot (LIHAPATA)-toimintalinjat, joissa määritellään tieliikenteen vaihtuvan ohjauksen valtakunnalliset palvelutasotavoitteet. Toimintalinjoja käytetään työkaluna resurssien kohdentamiseen ja palvelujen toteuttamiseen. Toimintalinjoissa palvelutasot on asetettu toimintaympäristöittäin. Helsingin seudun pääväylät kuuluvat valtatieä 7 luokan ottamatta ”ruuhkautuvat kaupunkiseudulla” luokkaan. Toimintalinjojen mukaan tienvarsitiedotusta toteutetaan vain ongelmallisilla osuuksilla (päivittäin ruuhkautuvat) ja erityisissä ongelmakohtissa. Vaihtuvia nopeusrajoituksia toteutetaan vastaavasti kohteissa, joilla on erityisiä turvallisuusongelmia.

Liikennevirasto on laatinut ohjeistuksen vaihtuvan ohjausjärjestelmän ohjauspolitiikan laadinnasta (Liikennevirasto 2014). Ohjeessa on kuvattu ohjausjärjestelmien ohjauspolitiikoille yhtenäinen vaatimustaso sekä määritelty yleisiä ohjausperiaatteita. Ohjeessa on esitetty esimerkinomaisesti liikennetieto-ohjauksen ohjaussuureiden raja-arvot mitattaessa liikennettä pistemäisillä silmukoilla. Tässä esiselvityksessä on noudatettu ohjeessa esitettyjä linjauksia alustavien ohjausperiaatteiden määrittelyssä. Tulevaisuudessa ohjetta voi olla tarpeen päivittää, kun ohjaukseen käytetään muutakin dataa kuin silmukoista saatavaa pistemittausdataa.

Esiselvityksen suunnittelua ohjaa lisäksi Tiehallinnon ohje Vaihtuvien opasteiden käyttö vuodelta 2009.

Euroopan Unionin komissio on ITS Action Planin pohjalta kesällä 2010 julkaissut ITS-direktiivin, jossa linjataan jäsenmaiden älyliikenteen (tieliikennepainotus) kehitystä erityisesti kuuden ensisijaisen toimenpiteen avulla (Direktiivi 2010/40/EU). Tämän esiselvityksen kannalta olennaisia toimenpiteitä ovat ns. ilmaiset turvatiedot sekä tosiaikaiset liikennetietopalvelut. Direktiivin mukaan sellaisten liikennetietojen, joilla on vaikutusta liikenneturvallisuuteen, tulee olla ilmaiseksi saatavilla kaikille autoilijoille Euroopassa, täyttäen tietyn minimilaatutason vaatimukset. Ilmaiset turvatiedot kattavat seuraavat tietolajit:

- väärään suuntaan ajavat autot (ghost drivers)
- vaarallinen tien pinta (esimerkiksi yllättävä, poikkeuksellinen liukkaus)
- huono näkyvyys
- eläimiä, ihmisiä, esteitä tiellä
- opastamaton tien/kaistan sulkeminen
- suojaamaton onnettomuuspaikka
- lyhytaikainen tietyö.

Käytännössä toteutettaessa maantien vaihtuva ohjausjärjestelmä, joka sisältää sekä tiedon keruun että tiedottamisen (tienvarsiopeasteilla ja muilla kanavilla), tulee toteuttajan varmistaa että tiedottamisprosessi on kunnossa ja ylittää minimilaatutason esim. viiveiden osalta. Havaintodata sekä turvatiedoista että reaaliaikaisista tiedoista tulee olla jaettavissa rajapinnasta palvelunkehittäjien käyttöön.

## 2 Suunnittelualueen kuvaus ja ratkaistavat ongelmat

### 2.1 Tieympäristö ja liikennemäärät

#### 2.1.1 Tieympäristön kuvaus

Lahdenväylä palvelee sekä seudullista, erityisesti Itä-Vantaan ja Uudenmaan keski- ja koillisosien työmatka- ja asiointiliikennettä, että valtakunnallista liikennettä. Väyläosuutta käyttää Lahden suunnan, Itä-Vantaan ja koillisen Uudenmaan linja-autoliikenne. Lahdenväylältä on yhteydet pääradan ja Lahden oikoradan asemien liityntäpysäköintiin. Jokiniementien kohdalle on suunniteltu vaihtopysäkit Vantaan poikkaitsejoille. Lahdenväylällä kulkee Helsingin suuntaan jaksosta riippuen 3800–5900 henkilöautoa ja 200–2200 joukkoliikennematkustajaa tunnissa. Selvästi eniten auto- ja joukkoliikennettä on jaksolla Kehä I–Porvoonväylä, joka toimii yhteisenä osana myös Porvoonväylän suunnan (vt 7) kanssa. (Uudenmaan Ely-keskus 2014).

Merkittävimpiä välittömästi väylään tukeutuvia maankäytön kehittämiskohteita ovat pääratikäytävän kehittyvät asuinalueet sekä Kerava-Nikkilä -käytävä. Lahdenväylän eteläistä osaa käyttää myös Porvoon suunnan ja tulevaisuudessa myös Östersundomin alueen liikenne. Liikennekäytävän väestönkasvuksi Helsingin seudulla vuoteen 2040 mennessä on arvioitu Lahdenväylän osalta yhteensä noin 50 000-60 000 asukasta ja Porvoonväylän osalta yhteensä noin 50 000 asukasta. (Uudenmaan Ely-keskus 2014).

Valtatietä 4 käyttää runsaasti raskasta liikennettä, joka suuntautuu Helsingistä keskiseen ja pohjoiseen Suomeen. Raskasta liikennettä synnyttää erityisesti Vuosaaren satama sekä Kehä III:n sekä vt 4:n alueella sijaitsevat logistiikkakeskittymät ja teollisuusalueet.

Suunnittelualueeseen kuuluu myös valtatie 7 osuus välillä vt 4 liittymä–Kehä III:n liittymä. Jakson liikennemäärät ovat selvästi valtatie 4 liikennettä alhaisemmat. Tämän jakson liikenteen ohjaus on kytkettävä lännen ajosuunnassa valtatie 4 liikennetilanteeseen ja idän suunnassa E18-tien ohjausjärjestelmään, jonka rakentaminen on meneillään.

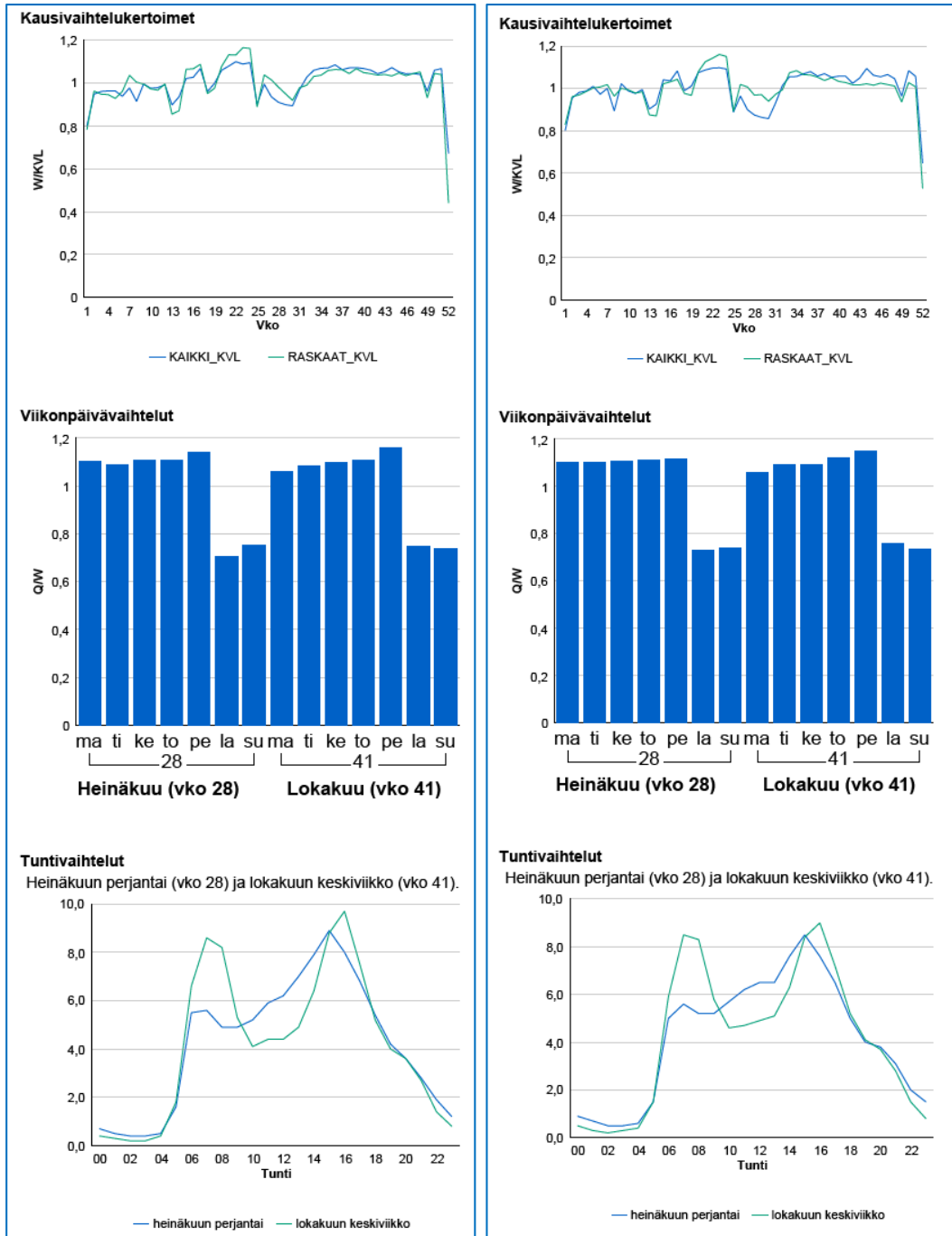
#### 2.1.2 Vuorokausiliikenne ja liikennemäärän vaihtelut

Seuraavassa kuvassa on esitetty tierekisterin perusteella suunnittelualueen teiden liikennemäärä (KVL), raskaan liikenteen määrä (KVL), nykyinen nopeusrajoitus kesäkaudella sekä kaistamäärä. Tiedot perustuvat vuosina 2011-2013 suoritettuihin yleisiin liikennelaskentoihin. Liikennemääriä tarkasteltaessa on huomiotava, että tierekisterin liikennemäärät perustuvat harvahkojen laskentatietojen laajentamiseen, eivätkä ne välttämättä pidä aivan paikkaansa.

Lisäksi kuvassa 3 on esitetty Jakomäen ja Viikinmäen LAM-pisteistä lasketut liikenteen vaihtelutiedot.



Kuva 2. Liikennemäärät, nopeusrajoitus ja kaistamäärät suunnittelualueella (tierekisteri, pl. korjattu tieto välillä Kehä I – vt 7). Laskennat vuosina 2011–13.



Jakomäki (vt4)

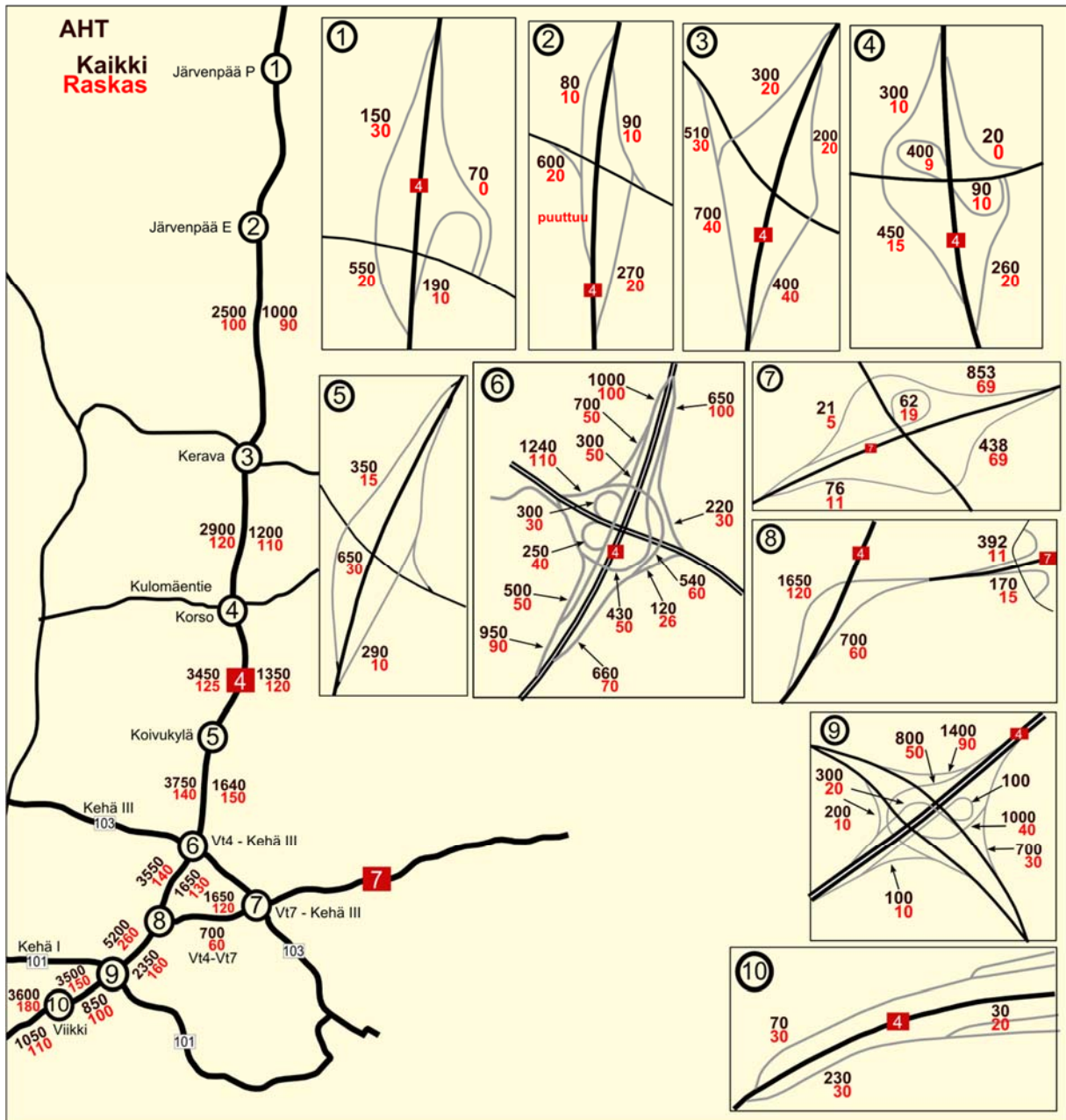
Viikinmäki (vt4)

Kuva 3. Liikenteen vaihtelut kahdessa LAM-pisteessä suunnittelualueella (2013)

## 2.1.3 Huipputuntien liikennemäärät

Suunnittelualueen aamu- ja iltahuipputuntien liikennemäärät on esitetty kuvissa 4 ja 5. Kuviin on muodostettu käsitys nykytilanteen keskimääräisten arjen huipputuntien liikenteestä LAM-pisteiden, yleisen liikennelaskennan ja muiden käytettävissä olleiden laskentatietojen pohjalta. Liikenteen viikonpäivä- ja kausivaihtelusta johtuen yksittäisten päivien liikennemäärät voivat olla selvästi esitettyä suurempia tai pienempiä. Erityisesti kohdissa joissa keskimääräinen huipputuntiliikenne on lähellä väylän kapasiteettia, riski liikenteen ruuhkautumisesta keskimääräistä vilkasliikenteisempänä päivänä kasvaa.

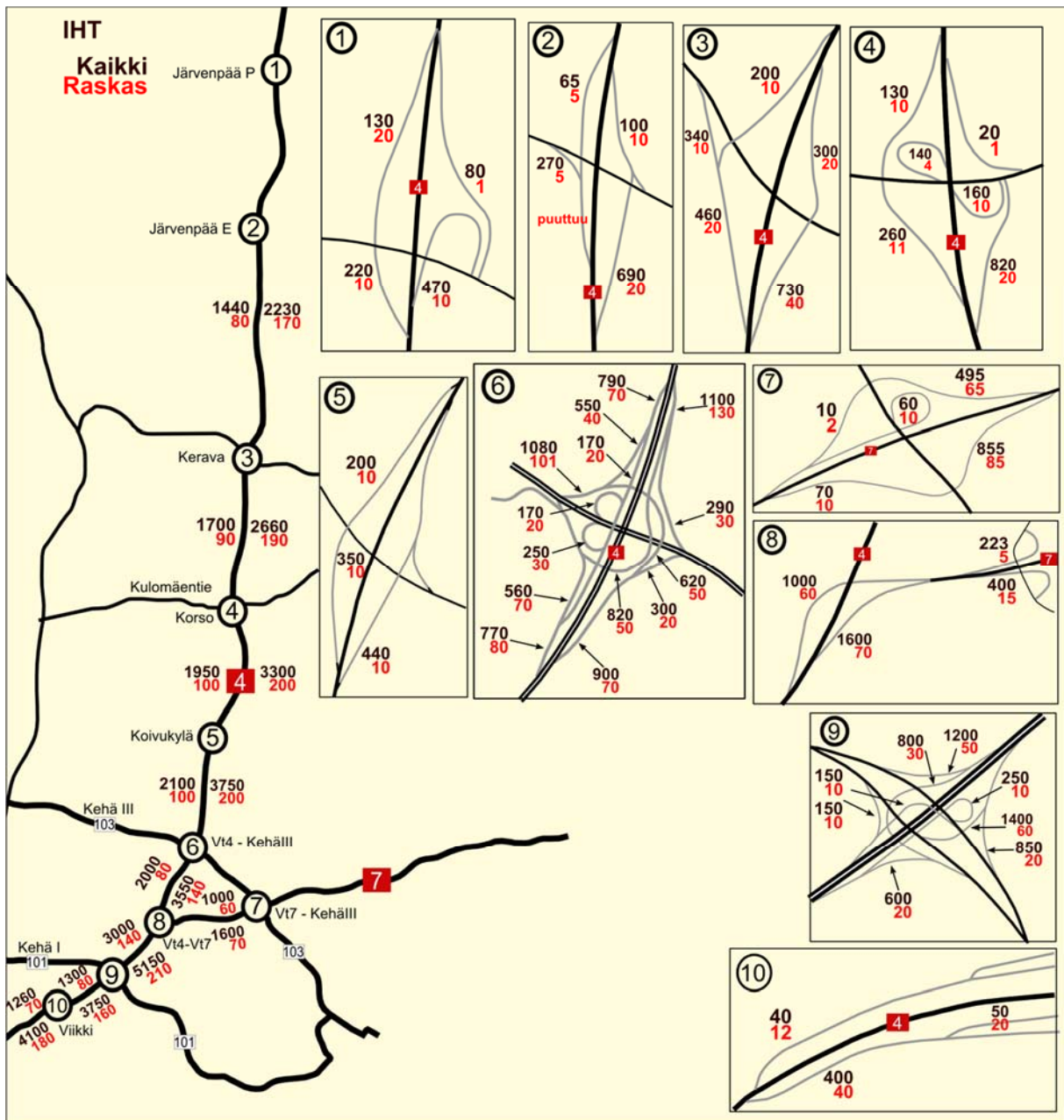
Aamuhuipputuntina Lahdenväylän liikennemäärä Helsingin suuntaan on lähellä kahden moottoritiekaistan välityskykyä Korson liittymän (nro 4) ja Jakomäen (nro 8) välillä. Välityskyvyn täyttyminen aiheuttaa ongelmia linjaosuuksilla ja etenkin Koivukylän liittymän (nro 5) kohdalla, jossa etelän suuntaan liittyvää liikennettä on paljon. Kehä III:n kohdalla valtatielle 4 liittymistä helpottaa Kehä III:lle erkanevan liikenteen suuri määrä, joka vapauttaa kapasiteettia etelän suuntaan liittyvälle liikenteelle. Vt7:n ja Kehä I:n liittymien välillä liikennemäärä ei vielä ylitä välillä olevien kaistojen yhteenlaskettua kapasiteettia, mutta sekoittuvien virtojen suuruudesta johtuen varsinkin vt7:n suunnalle syntyy jonoja. Kehä I:n sisäpuolella nykyinen kaistakapasiteetti on riittävä nykyiselle liikenteelle. Jonoutuminen Kehä I:n sisäpuolella johtuu Helsingin katuverkon kapasiteetin loppumisesta.



Kuva 4. Aamuhuipputuntin liikennemäärät. Laskennat vuosina 2011–13.

Iltahuipputuntina liikennemäärä on lähellä tien kapasiteettia Jakomäen (nro 8) ja Koivukylän (nro 5) liittymien välillä. Liittyvästä liikenteestä aiheutuvat ongelmat ovat kuitenkin pienempiä, kuin aamuhuipputuntina, koska

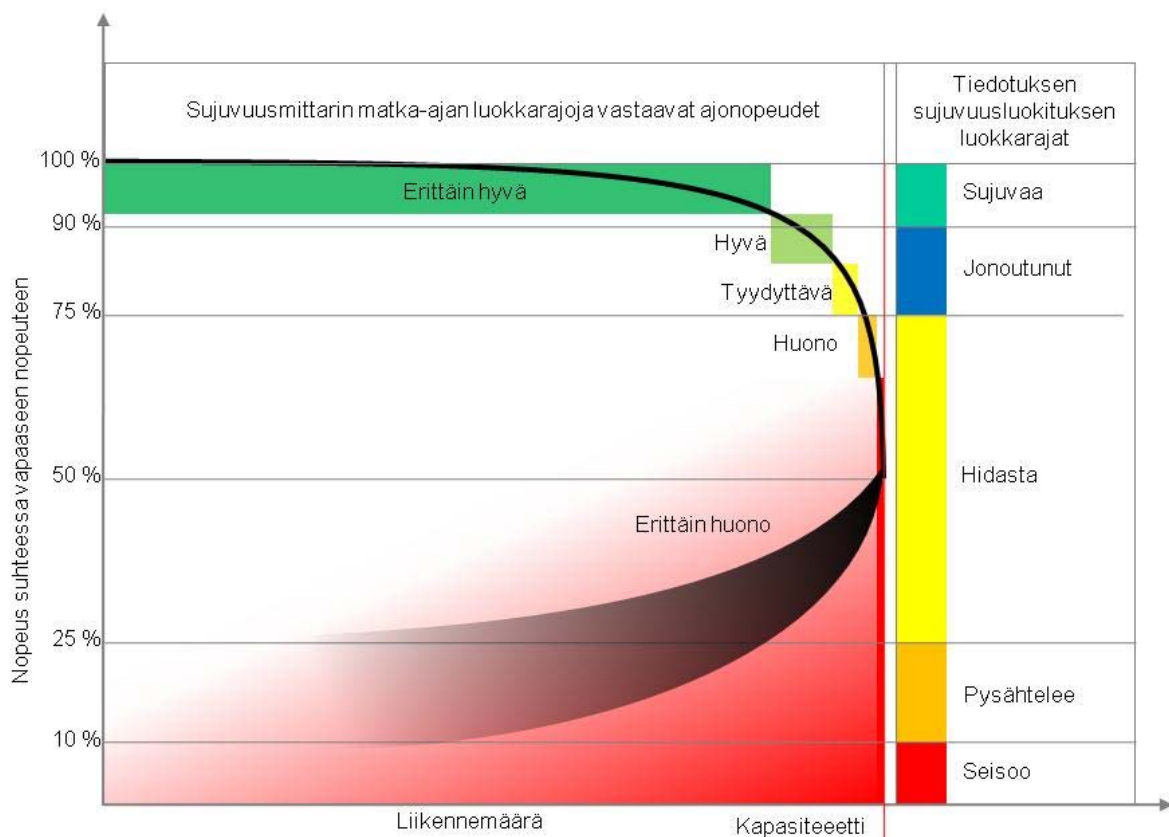
pohjoiseen mentäessä erkanevaa liikennettä on liittyvää liikennettä enemmän. Linjaosuuksilla kapasiteetti on kuitenkin lähes täynnä, mikä voi aiheuttaa ajoittaisia nopeuden alenemia ja ruuhkia. Myös iltahuipputuntina Kehä I:n ja Jakomäen välillä aiheutuu ongelmia suurista sekoittuvista virroista, minkä seurauksena varsinkin Kehä I:lle aiheutuu jonoja.



Kuva 5. Iltahuipputuntin liikennemäärät. Laskennat vuosina 2011–13.

## 2.2 Liikenteen sujuvuus

Liikenteen sujuvuustilannetta suunnittelualueella on tutkittu hyödyntäen sekä saatavilla olevaa dataa että maastokäyntejä. Sujuvuusdatana on käytetty kaupallista Here:n tarjoamaa Analytic Traffic Patterns –tuotetta. Tuote sisältää jokaiselle viikoppäivälle ja kuukaudelle lasketut linkkien matkanopeuden keskiarvot ja keskihajonnan 15 minuutin aikavälein laskettuna. Nopeuksien laskenta perustuu mm. matkapuhelinten gps-seurantaan. Tämän työn analyysiä varten laskettiin vuoden 2013 syyskuun jokaisen tiistain, keskiviikon ja torstain nopeuksien keskiarvo, jota verrattiin kunkin linkin nopeusrajoitukseen, mistä laskettiin nopeuden alenema. Seuraavassa kaaviossa on esitetty ylikysynnästä johtuvan ruuhkatilanteen synty nopeus-liikennemäärä –kaaviona sekä nopeuden aleneman suhde koettuun sujuvuuteen.



Kuva 6. Periaatekuvaus ruuhkautumisen synnystä liikennemäärän kasvaessa sekä nopeuden aleneman suhde koettuun sujuvuuteen.

### Helsingin suunta

Valtatie 4:n liikenne jonoutuu ja hidastuu selvästi aamuliikenteen aikana laajalla alueella. Aamuliikenteessä väylä ruuhkautuu varsin aikaisin kello 6:30 alkaen välillä Kehä I liittymä-Kulomäentien liittymä. Keskinopeus putoaa tällä välillä tasolle 50–75 % vapaasta nopeudesta. Käytännössä ajoittain liikenne etenee huomattavasti tätä tasoa hitaammin.

Väli Kehä III-Koivukylän liittymä säilyy ruuhkaisena aina kello 8:00 saakka, jonka jälkeen tilanne helpottaa. Kehä III:n ulkopuolella sujuvuutta heikentää osaltaan myös Vuosaaren satamaan suuntautuva raskas liikenne.

Jälkimmäinen ruuhka-hippu esiintyy selvästi myöhemmin kello 7:45–8:45 Koskelan liittymässä, josta muodostuu lähes seisovaa jonoa aina Viikkiin saakka. Tämä johtuu Helsingin katuverkon liikennevaloliittymien kapasiteetista.



Valtatien 7 liittymän ja Kehä I:n liittymän välisellä osuudella esiintyy myös ruuhkautumista kapasiteetin ylittyessä. Liikenne jonoutuu jonkin verran vt 7:n liittymän pohjoispuolelle sekä hieman myös vt 7:lle.

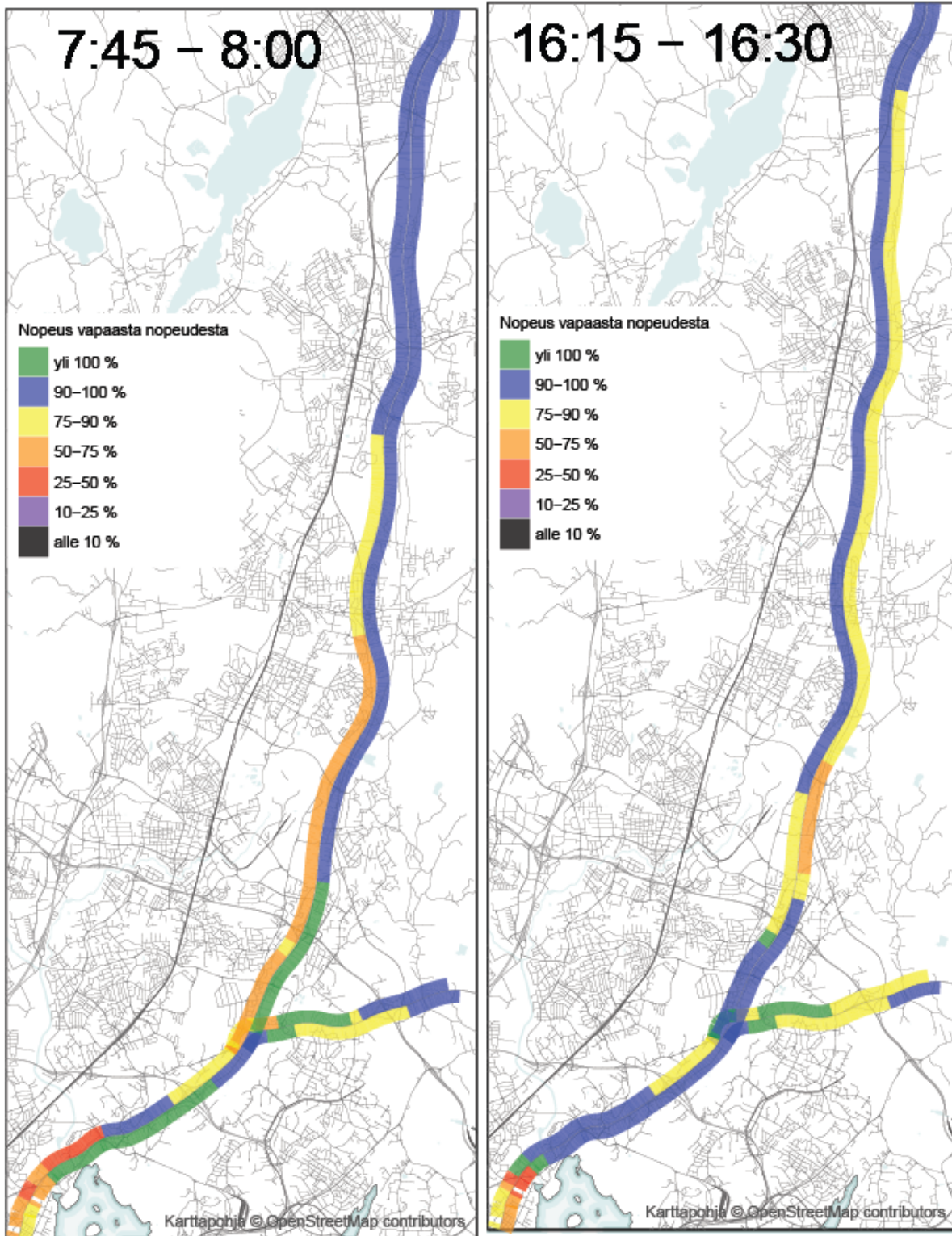
### **Järvenpään suunta**

Iltapäiväliikenne vilkastuu noin kello 15:00 jälkeen, mikä näkyy keskinopeuden putoamisena tasolle 75–90% vapaasta nopeudesta Kehä III:n ja Järvenpään välillä. Varsinaista liikenteen ruuhkautumista esiintyy Koivukyläntien ja Kehä III:n liittymien välillä noin kello 16:00–16:30. Kello 17:00 jälkeen sujuvuus paranee koko väylällä. Raskaan liikenteen merkitys sujuvuudelle on suuri Kehä III:n ulkopuolisella osuudella, koska se aiheuttaa jatkuvaa ohitustarvetta ja aiheuttaa liikennevirtaan häiriöherkkyyttä, kun liikennemäärä on suuri.

### **Sujuvuuden ennustettu kehittyminen**

Nopra-työssä analysoitiin valtatie 4 liikenne-ennustetta vuoden 2020 tilanteessa. Vt 4:llä kapasiteetin käyttöaste on aamuruuhkassa 90–100 % välillä Kulomäentie–Kehä III. Myös iltapäiväliikenteessä kyseisen välin kapasiteetin käyttöaste on hyvin korkea, välillä Koivukylänväylä–Kulomäentie kapasiteetti jopa ylitetään. Korkeasti kuormitettu osuus ulottuu Korson liittymään saakka. Onkin todennäköistä, että kun väli Kehä I–vt 7 parannetaan, pullonkaula siirtyy Kehä III:n ulkopuolelle. Jo nykyisinkin kapasiteetin täytyminen ja suuret liittyvät virrat aiheuttavat ajoittain häiriöitä väylän liikenteeseen, ja tilanne pahenee liikenteen kasvun myötä. Liittymien lisäksi myös linjaosuudet alkavat ajoittain ruuhkautua suurista liikennemääristä johtuen. Liikennevirtaan syntyy herkästi shokkiaaltoja, jotka etenevät liikennevirrassa pikku hiljaa ylävirran suuntaan, ellei niiden hallitsemiseksi ole käytössä työkaluja. Raskaan liikenteen aiheuttama ohitustarve lisää kaistanvaihtoja ja altistaa shokkiaaltojen syntymiselle. Raskaan liikenteen ennustetaan kasvavan suunnittelualueella logististen toimintojen keskittyessä vt 4:n käytävään mm. Keravalle.

Seuraavassa kuvassa on esitetty sujuvuustilanne sekä aamun että iltapäivän 15-minuutin ruuhka-aipeissa. Koko vuorokauden sujuvuudesta on laadittu animaatio ohjausryhmän käyttöön.



Kuva 7. Sujuvuustilanne suunnittelualueella tyypillisessä aamu- ja iltpäiväruuhkassa syyskuussa 2013 ruuhkaisimman 15 minuutin aikana (aineisto Here Analytical Traffic Patterns).

## 2.3 Liikenneturvallisuus

### 2.3.1 Aineisto

Suunnittelualueen liikenneturvallisuutta on analysoitu poimimalla Onnettomuusrekisteristä viiden vuoden aikana (2009-2013) tapahtuneet poliisin tietoon tulleet liikenneonnettomuudet. Aineisto sisältää tiedot mm. onnettomuuden vakavuudesta, onnettomuustypistä, ajankohdasta sekä tarkan tiedon tapahtumapaikasta. Onnettomuuksia on analysoitu onnettomuusluokittain. Ohitusonnettomuus-luokka pitää sisällään kaistanvaihto- ja ohitustilanteissa syntyneet onnettomuudet sekä ns. kylkikosketukset. Peräänajoista suurin osa on jarruttavaan tai liikenne-esteen takia pysähtyneeseen ajoneuvoon törmäämisiä.

Onnettomuusasteet ja tiheydet laskettiin NOPRA-työssä vuosien 2007-2011 aineistosta, eikä näitä laskelmia päivitetty tätä työtä varten.

### 2.3.2 Turvallisuus verrattuna muihin pääväyliin

Verrattaessa valtatie 4 välin Koskela-Järvenpää E onnettomuushistoriaa muihin Helsingin seudun pääväyliin havaitaan, että henkilövahinko-onnettomuuksien määrä tiepituuteen nähden on valtatiellä 4 säteittäisväylistä kaikkein korkein. Onnettomuustiheys on lähellä Kehä III:n onnettomuustiheyttä.

Tarkasteltaessa onnettomuusriskiä (onnettomuusastetta) havaitaan, että valtatie 4:n onnettomuusriski on säteittäisväylistä toiseksi korkein, mikäli moottoriteiden rinnakkaiset jätetään huomiotta.

Taulukko 1. Pääkaupunkiseudun pääväylien henkilövahinko-onnettomuustiheydet ja -asteet 2007-2011 (Lähde: NOPRA-selvitys). Valtatie 4 luku on laskettu väliille Koskela-Järvenpää E.

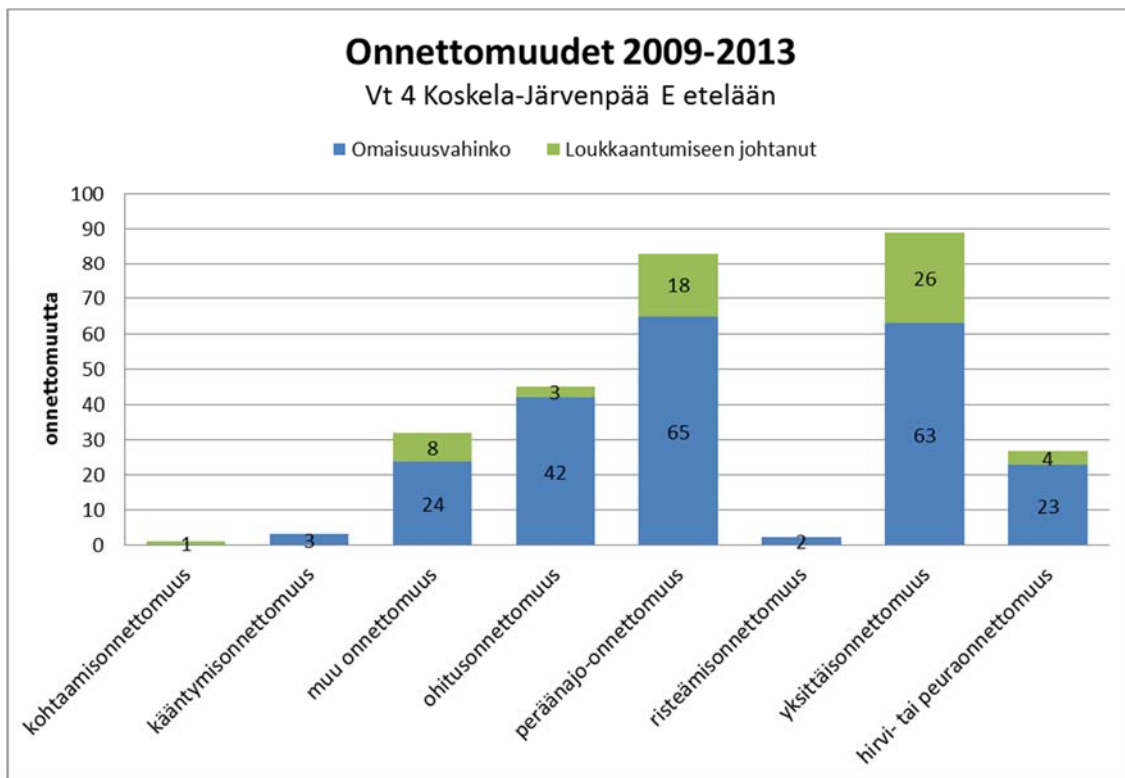
Tienro	Onnettomuustiheys (hvj-onn./100 km)	Tienro	Onnettomuus-aste (hvj-onn. / 100 milj. ajon. km)
Kehä I	141,39	st140	18,18
Kehä III	77,73	st120	16,54
vt4	70,03	st170	14,89
kt45	66,16	st130	13,09
vt3	53,48	Kehä I	6,94
vt1	52,33	kt45	6,37
st120	46,21	Kehä III	6,04
Kehä II	42,42	vt4	5,00
st140	35,13	kt51	4,67
st170	33,15	vt1	3,97
kt51	30,19	Kehä II	3,96
vt7	25,42	vt3	3,95
st130	19,52	vt7	3,37

Liikenneviraston selvityksen ”Liikenneonnettomuudet maanteillä vuonna 2012” mukaan moottoriteillä koko Suomessa oli vuonna 2012 keskimääräinen onnettomuustiheys 30,7 ja onnettomuusaste 3,6 (Liikennevirasto 2013). Näin ollen valtatie 4 eteläisellä osuudella Järvenpään eteläpuolella oli onnettomuustiheys yli kaksinkertainen valtakunnalliseen keskiarvoon nähden ja onnettomuusastekin keskimääräistä korkeampi huolimatta erittäin korkeista liikennemääristä.

### 2.3.3 Liikenneonnettomuudet onnettomuusluokittain

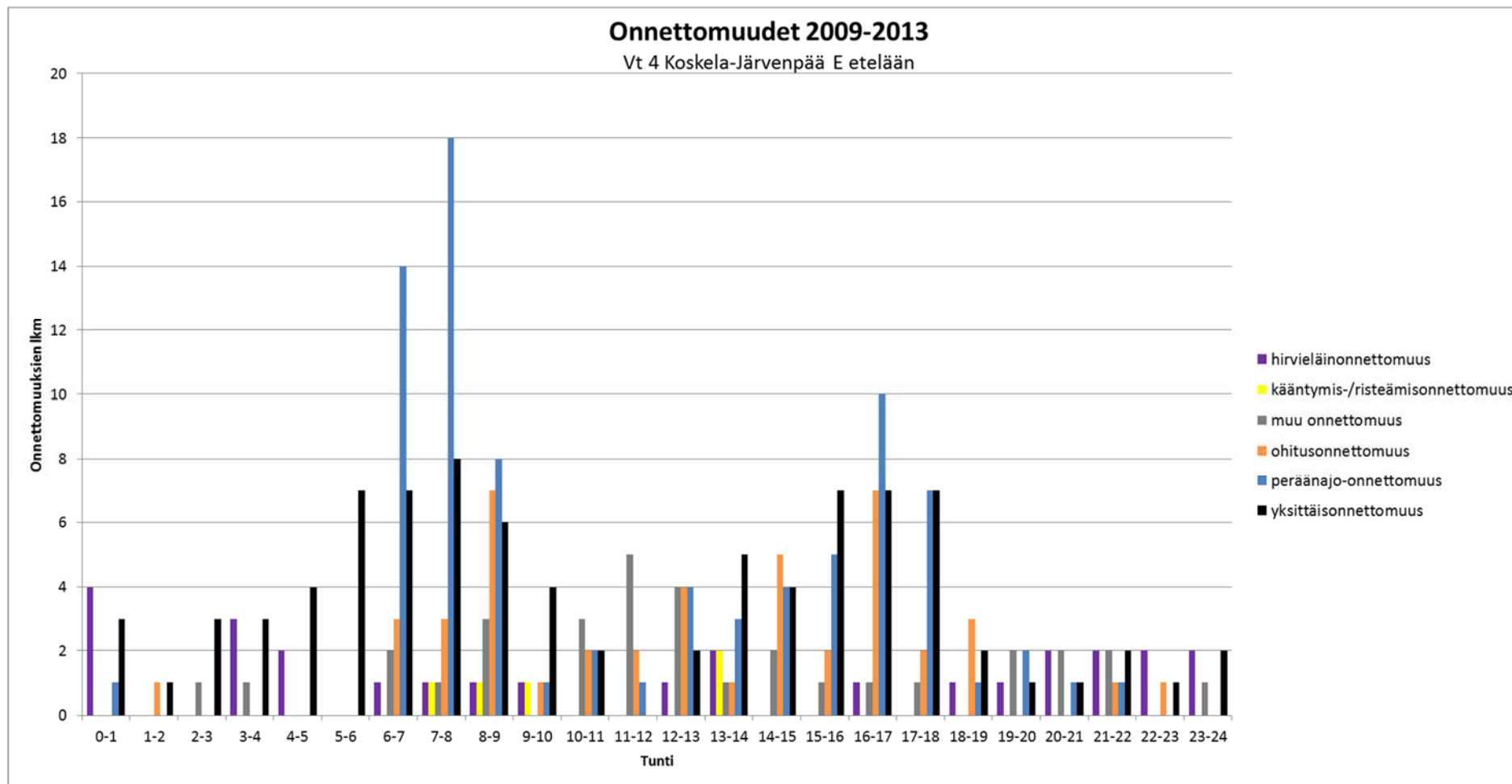
#### Valtatie 4 Helsingin suuntaan

Seuraavassa kuvassa on esitetty valtatiellä 4 välillä Koskelan liittymä – Järvenpään eteläinen liittymä tapahtuneet liikenneonnettomuudet viiden vuoden ajanjaksolla. Ajanjaksolla ei ole ajosuunnassa sattunut yhtään kuolemaan johtanutta onnettomuutta. Loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia sattui 60 kappaletta eli noin kerran kuukaudessa. Yleisin onnettomuusluokka oli yksittäisonnettomuudet, mutta peräänajoja tapahtui lähes yhtä paljon. Myös ohitusonnettomuuksia tapahtui runsaasti, mutta niiden seuraukset olivat selvästi lievempiä. Myös hirvi- ja peuraonnettomuuksia tapahtui yllättävän paljon.



Kuva 8. Liikenneonnettomuudet valtatiellä 4 välillä Koskela-Järvenpään eteläinen liittymä ajanjaksolla 2009-2013 Helsingin suuntaan.

Seuraavassa kuvassa on esitetty tapahtuneet onnettomuudet luokittain vuorokauden ajan mukaan jaoteltuna.



Kuva 9. Liikenneonnettomuudet valtatiellä 4 välillä Koskela-Järvenpään eteläinen liittymä ajanjaksolla 2009-2013 Helsingin suuntaan vuorokaudenajan mukaan jaoteltuna.

Edellisestä kuvasta nähdään, että erityisesti peräänajo-onnettomuudet ovat riippuvaisia ajankohdasta ja niitä tapahtuu hyvin runsaasti aamuruuhkassa Helsingin suunnassa. Huomionarvoista on, että aikaisin aamulla kello 6–7 on peräänajon riski suurempi kuin aamuruuhkan loppupuolella kello 8–9. Tätä selittää se, että jonoutuminen alkaa 6:30 aikoihin ja nopeuserot voivat tällöin olla liikennevirrassa suuremmat kuin ruuhkan loppupuolella. Myös iltapäivän vilkkaina tunteina esiintyy peräänajoja, vaikka varsinaista ruuhkautumista ei etelän suuntaan esiinny. Tulee huomioida, että onnettomuustilastojen tarkastelussa ei ole käsitelty onnettomuushetkellä vallinneita sää- ja keliolosuhteita.

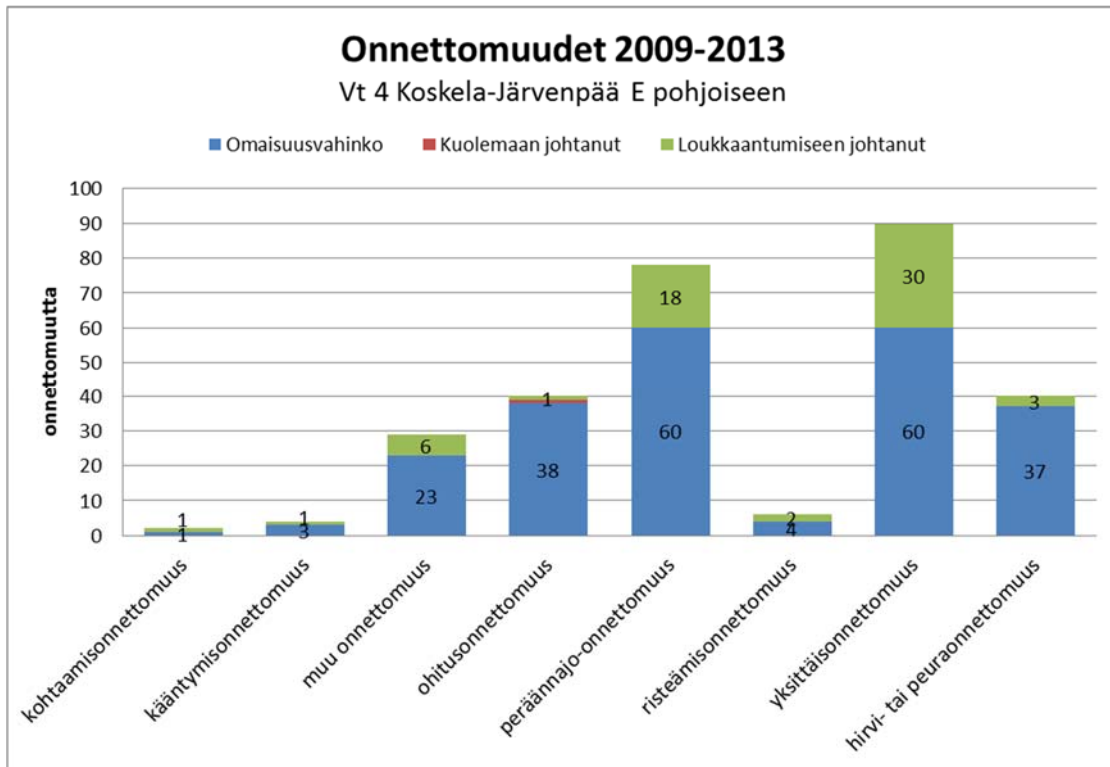
Ohitusonnettomuudet esiintyvät peräänajojen tapaan vilkkaimman liikenteen aikana. Ohitusonnettomuudet eivät kuitenkaan näytä korreloivan ruuhkautumisen kanssa kovinkaan voimakkaasti, sillä Helsingin suunnassa niitä tapahtuu runsaasti myös iltapäiväliikenteessä, jossa ei varsinaista ruuhkaa esiinny.

Yksittäisonnettomuudet jakautuvat tasaisemmin eri ajankohtiin, ja niiden määrä seurailee liikennemäärien vaihteluita. Poikkeuksena on myöhäinen ilta ja yö, jolloin muuta liikennettä on vähän mutta yksittäisonnettomuuksia sattuu jonkin verran. Myös hirvieläinonnettomuudet jakautuvat varsin tasaisesti eri ajankohtiin.

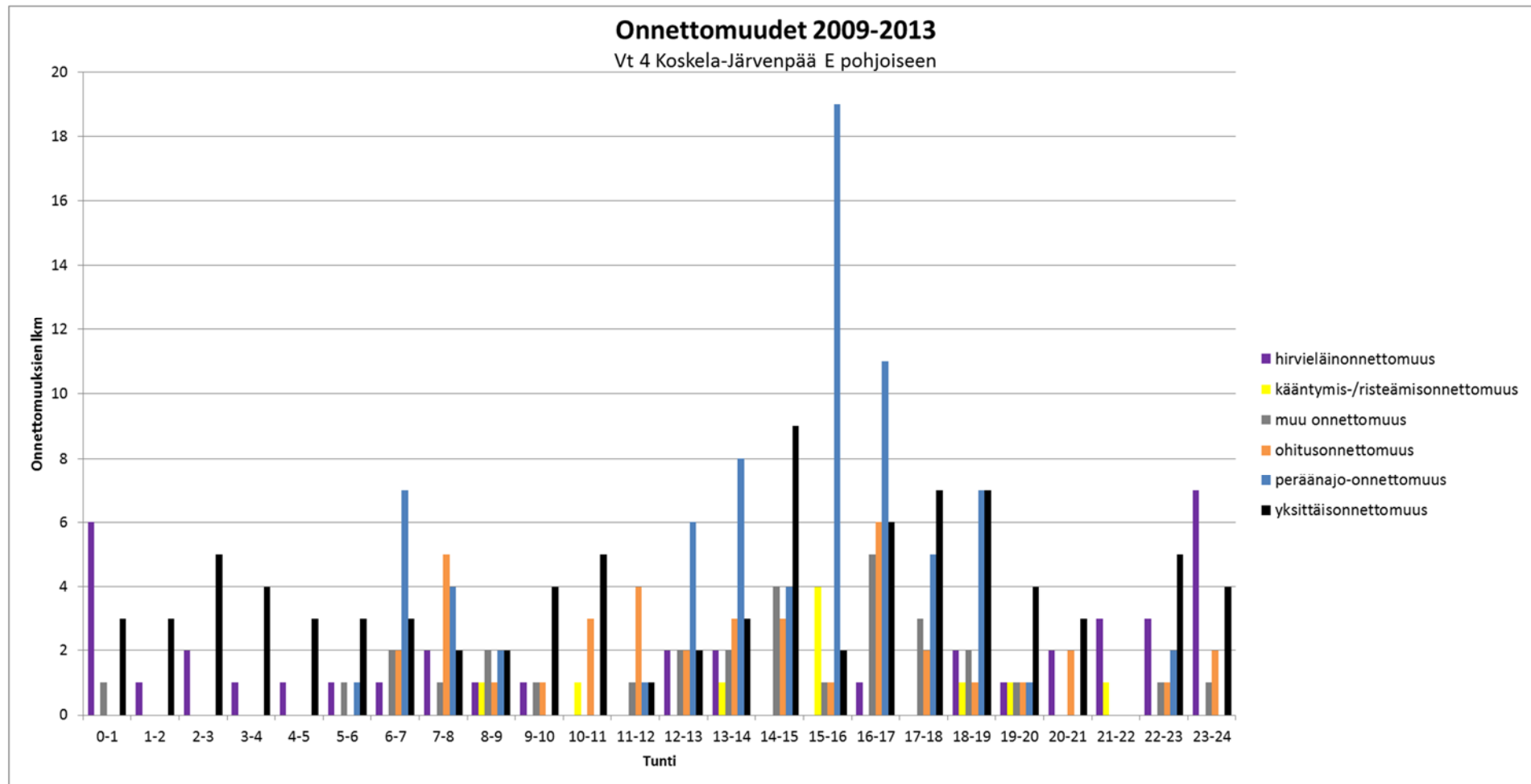
#### **Valtatie 4 Järvenpään suuntaan**

Ajosuunnassa pohjoiseen on tapahtunut yllättäen hieman enemmän liikenneonnettomuuksia tarkasteluajanjaksolla kuin etelän suuntaan (etelään 282, pohjoiseen 289 onnettomuutta). Yksi tapahtuneista onnettomuuksista oli kuolemaan johtanut ohitusonnettomuus ja 62 onnettomuutta oli loukkaantumiseen johtaneita.

Yksittäisonnettomuudet olivat yleisin onnettomuusluokka. Yksittäisonnettomuuksissa loukkaantumisriski on ollut suurempi kuin muissa onnettomuustyypeissä, mikä viittaa siihen että ylinopeus on yksi tärkeä onnettomuuden syy. Peräänajoja tapahtui myös runsaasti, lähes yhtä paljon kuin etelän suuntaan. Ohitusonnettomuuksia ja hirvieläinonnettomuuksia tapahtui myös varsin paljon, mutta ne olivat yleensä seurauksiltaan lievempiä kuin muut onnettomuustyytit.



Kuva 10. Liikenneonnettomuudet valtatiellä 4 välillä Koskela-Järvenpään eteläinen liittymä ajanjaksolla 2009-2013 Järvenpään suuntaan.



Kuva 11. Liikenneonnettomuudet valtatiellä 4 välillä Koskela-Järvenpään eteläinen liittymä ajanjaksolla 2009-2013 Järvenpään suuntaan vuorokaudenajan mukaan jaoteltuna.



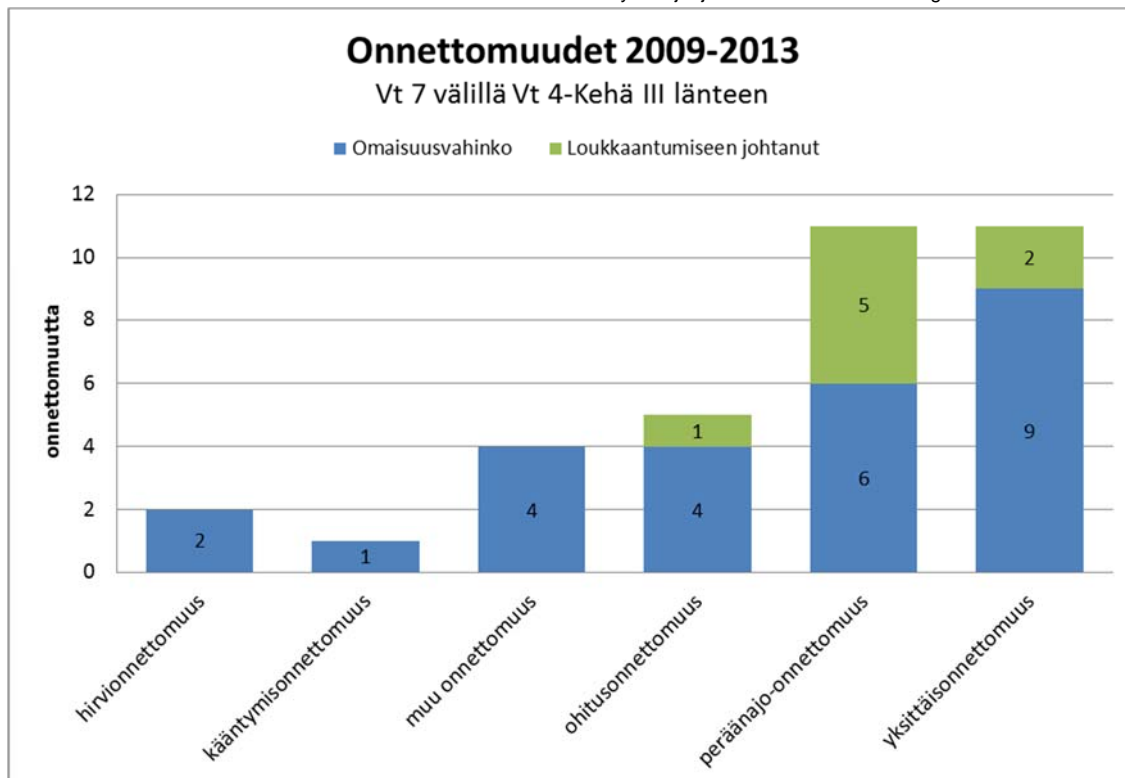
Tarkasteltaessa onnettomuuksien esiintymistä vuorokauden eri aikoina pohjoiseen ajosuuntaan havaitaan että onnettomuudet keskittyvät selvästi iltapäivään ja alkuiltaan kello 13-19 välille. Aamuliikenteessä onnettomuuksia tapahtuu vähän. Peräänajot keskittyvät iltapäivän ruuhka-ajaksi kello 15–17 välille, jolloin alueella esiintyy jonoutumista ja paikoitellen liikenteen hidastumista. Jonoutuminen näyttää olevan peräänajoja selittävä tekijä, kuten odotettua onkin.

Myös yksittäisonnettomuuksia tapahtuu pohjoisen suunnassa eniten iltapäivän ja alkuiltan tunteina. Hirvieläinonnettomuuksissa esiintyy selvä piikki kello 23–01 välillä.

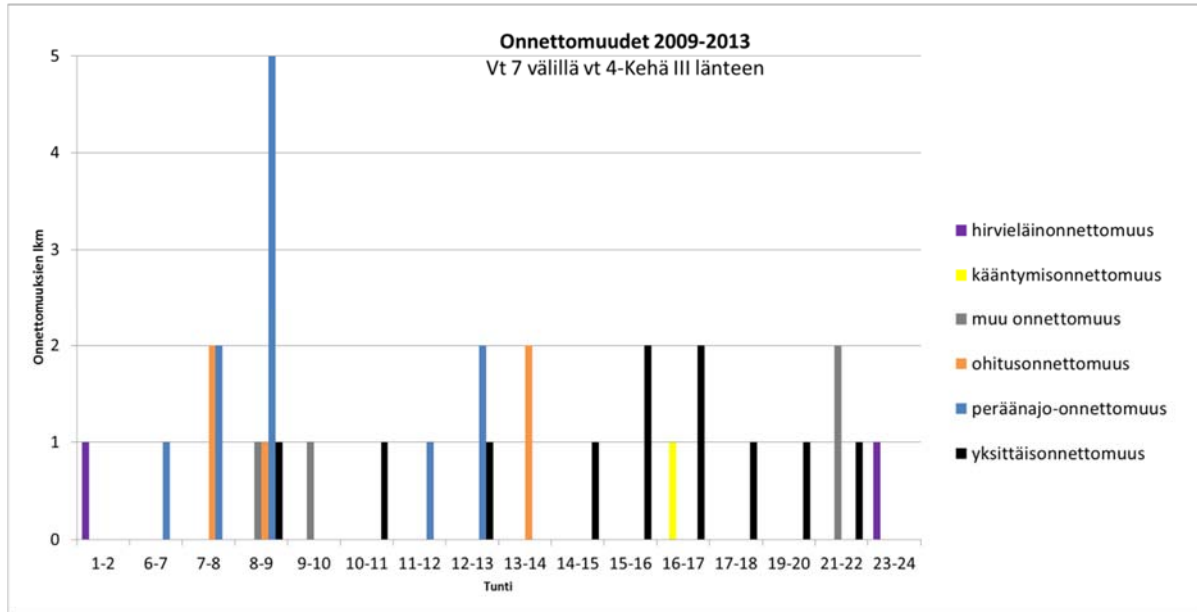
### Valtatie 7 länteen

Valtatiellä 7 liittymien vt 4 ja Kehä III välillä tapahtui tarkasteluajanjaksolla 5 vuoden aikana Helsingin suuntaan 34 onnettomuutta, joista suurin osa oli yksittäisonnettomuuksia ja peräänajoja. Huomionarvoista on, että valtatie 7 peräänajoissa loukkaantumisriski oli selvästi suurempi kuin valtatie 4 peräänajoissa, mikä viittaa siihen että nopeus on ollut valtatie 7 onnettomuuksissa suurempi. Mahdollisesti jonon pää on yllättänyt kuljettajia, tosin on huomioitava että otos on varsin pieni.

Kuva 12. Liikenneonnettomuudet valtatiellä 7 välillä vt 4 – Kehä III liittymä ajanjaksolla 2009-2013 Helsingin suuntaan.



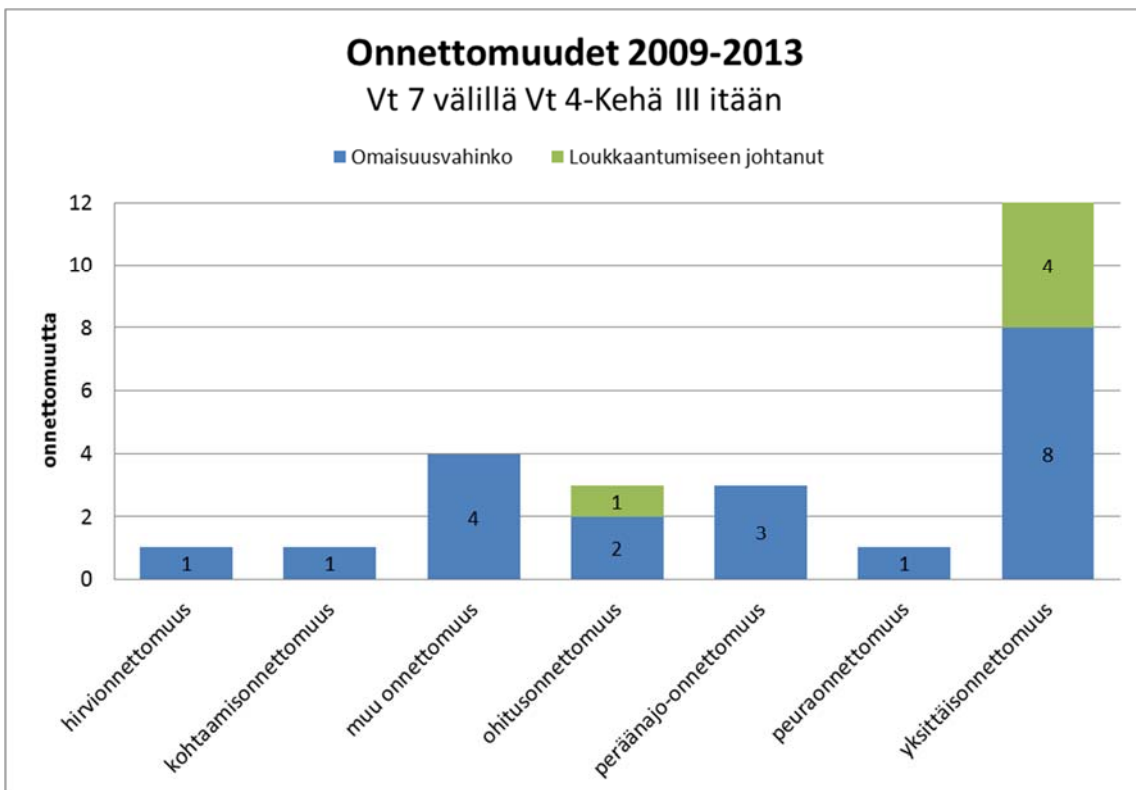
Peräänajo-onnettomuudet keskittyvät selvästi aamun ruuhka-ajaksi kello 8–9 välillä, jolloin valtatie 4 liittymästä ulottuu usein jonoa valtatie 7 päähän. Lukuun on laskettu mukaan myös valtatie 4 rampilla tapahtuneet onnettomuudet.



Kuva 13. Liikenneonnettomuudet valtatiellä 7 välillä vt 4 – Kehä III liittymä ajanjaksolla 2009-2013 Helsingin suuntaan vuorokaudenajan mukaan jaoteltuna.

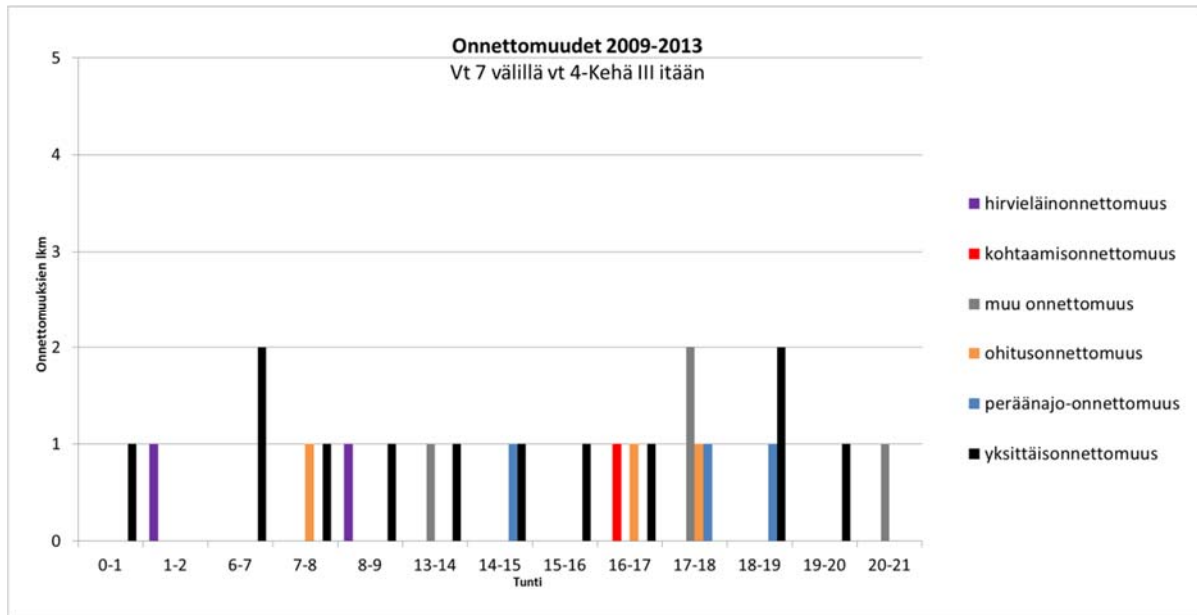
### Valtatie 7 itään

Porvoon suuntaan tapahtui vähemmän onnettomuuksia tarkasteluajanjaksolla (25 kpl). Suurin osa onnettomuuksista oli yksittäisonnettomuuksia.



Kuva 14. Liikenneonnettomuudet valtatiellä 7 välillä vt 4 – Kehä III liittymä ajanjaksolla 2009-2013 Porvoon suuntaan.

Onnettomuuksia ei esiintynyt ruuhka-aikoina enempää kuin muina ajankohtina. Porvoon suunnassa liikenne sujuu varsin vapaissa olosuhteissa kaikkina vuorokauden aikoina.



Kuva 15. Liikenneonnettomuudet valtatiellä 7 välillä vt 4 – Kehä III liittymä ajanjaksolla 2009-2013 Porvoon suuntaan vuorokaudenajan mukaan jaoteltuna

### 2.3.4 Liikenneonnettomuudet liittymäväleittäin

Onnettomuuksista laadittiin myös paikkatieto-analyysi. Kuvat on esitetty raportin liitteessä 3. Seuraavassa on esitetty keskeiset havainnot analyysistä liikenteen hallinnan tarpeiden kannalta.

#### Vt 4 Helsingin suunta

välillä Järvenpää E–Kerava

- hieman vähemmän onnettomuuksia kuin muilla liittymäväleillä, sijoittuvat tasaisesti koko liittymäväleille ja onnettomuustypeille

välillä Kerava–Kulomäentie

- peräänajojen kasautuma liittymävälän keskivaiheilla (mahdollisesti heiluriliikettä liikennevirrassa)

välillä Kulomäentie–Kehä III

- runsaasti peräänajoja Tikkurilantien ja Koivukylänväylän välisellä alueella sekä Koivukylänväylän liittymän pohjoispuolella (jonoutuva liikenne selittävänä tekijänä)
- ohitusonnettomuuksia ennen Kehä III liittymää sekä Kulomäentien liittymän eteläpuolella

välillä Kehä III– vt 7 liittymä

- runsaasti peräänajoja lyhyellä matkalla vt 7 sillan alapuolella (todennäköisesti juuri sekoittumisalueelta aiheutuvan jonon pään kohdalla)
- muutoin lähinnä yksittäisonnettomuuksia

välillä vt 7 liittymä– Kehä I

- runsaasti peräänajoja ja ohitusonnettomuuksia sekoittumisalueella
- peräänajoja paljon heti kehä I:n liittymän kohdalla ja liittymän rampilla

välillä Kehä I–Koskela

- useita peräänajoja ja ohitusonnettomuuksia välillä Koskela-Viikki

#### **Vt 4 Järvenpään suunta**

välillä Koskela–Kehä I

- hieman vähemmän onnettomuuksia kuin etelän suuntaan, kaikkia onnettomuusluokkia

välillä KehäI–vt 7 liittymä

- runsaasti peräänajoja ja ohitusonnettomuuksia sekoittumisalueella

välillä vt 7 liittymä–Kehä III

- yllättävä peräänajojen keskittyminen Jakomäen kohdalla 300 metrin matkalla

välillä Kehä III–Kulomäentie

- ohitusonnettomuuksia heti Kehä III liittymän pohjoispuolella
- peräänajoja Honkanummen hautausmaan ja Koivukylänväylän välisellä alueella sekä Koivukylänväylän liittymän pohjoispuolella (jonoutuvaa liikennettä ja heiluriliikettä iltapäiväruuhkassa)
- hirvi- ja peuraonnettomuuksien tihentyminen Kuusijärven kohdalla (pääosa pohjoisen suuntaan)

välillä Kulomäentie–Kerava

- peräänajoja Kulomäentien liittymän pohjoispuolella

välillä Kerava–Järvenpää E

- runsaasti hirvi- ja peuraonnettomuuksia liittymän alueella

#### **Vt 7 länteen**

- yksittäisonnettomuudet keskittyvät valtatielle 4 liittyvälle pitkälle rampille
- peräänajot keskittyvät alueelle jota rajaa valtatie 4 ylittävä silta ja Jakomäen liittymä

#### **Vt 7 itään**

- onnettomuudet keskittyvät valtatie 4 ja Jakomäen liittymän väliselle alueelle

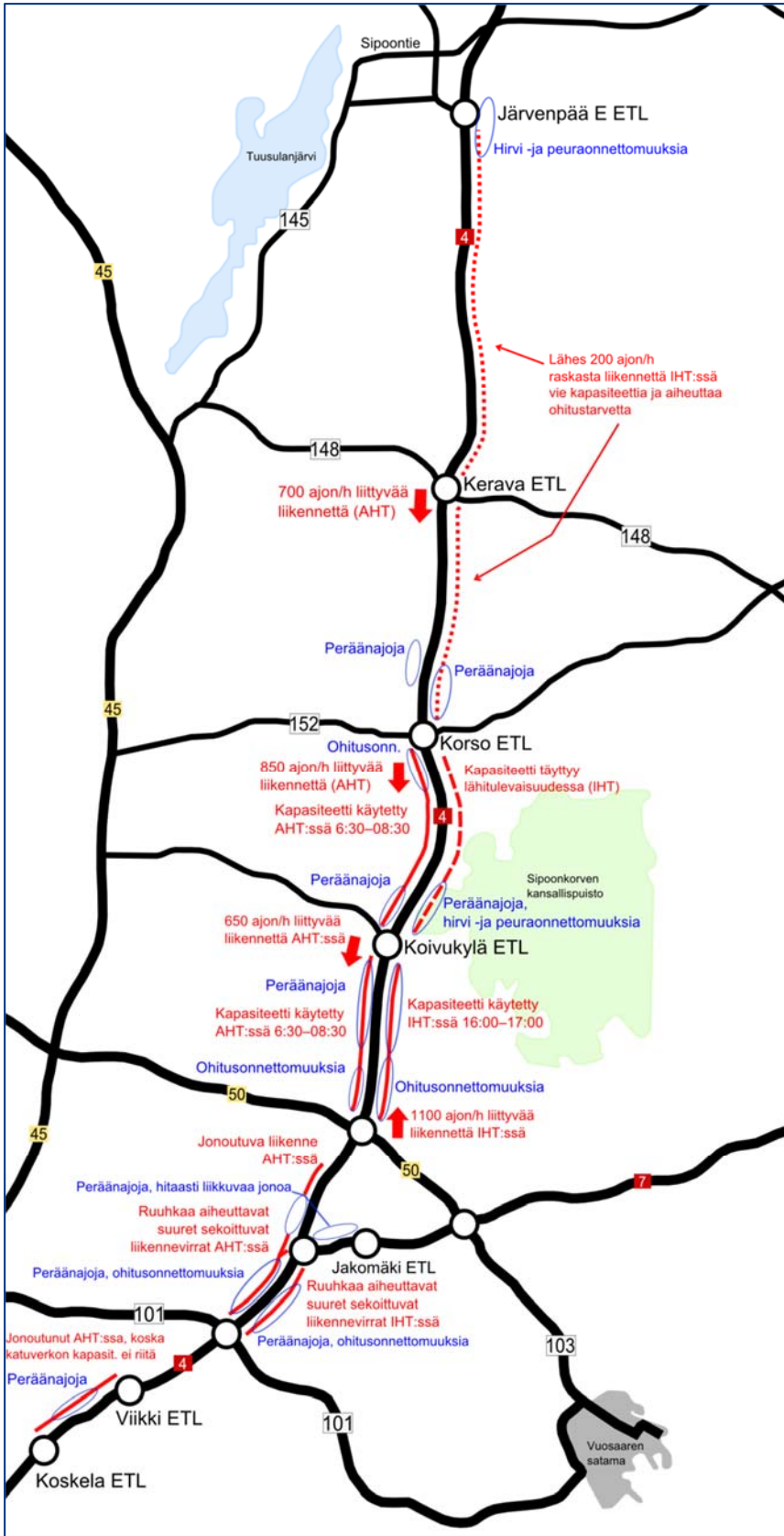
## 2.4 Yhteenvedo ongelma-analyysistä

Analyysin perusteella sekä sujuvuus- että turvallisuusongelmat esiintyvät samoilla liittymäväleillä, mikä luonnollisesti kertoo siitä että korkeat liikennemäärät ja liikenteen ruuhkautuminen lisäävät onnettomuusriskiä. Päivittäin ruuhkautuvia jaksoja ovat Kehä I:n ja vt 7:n liittymäväli sekä Kehä III:n pohjoispuolinen osuus aina Korson liittymään (Kulomäentie) saakka. Kehä I:n pohjoispuoleisella sekoittumisalueella ongelman aiheuttaa suuret sekoittuvat liikennemäärät, jotka aiheuttavat jononmuodostusta sekä valtatie 4 että valtatie 7 suuntaan. Välin Kehä III – Korso ongelmana Koivukylän (AHT) ja Kehä III:n (IHT) liittymistä tulevat hyvin suuret liikennemäärät, joiden vuoksi kapasiteetti ylittyy kyseisellä välillä. Suunnittelualueella peräänajot keskittyvät juuri ruuhkautuviin jaksoihin, mikä kertoo siitä että seisovan jonon pää saattaa yllättää kovalla nopeudella lähestyvät autoilijat. Onnettomuuskeskittymät sijaitsevat yleensä liittymiä ennen tai niiden jälkeen.

Korson pohjoispuolella tiekapasiteetti vielä riittää välittämään liikenteen, mutta suurista liittyvistä liikennevirroista ja suuresta raskaan liikenteen määrästä johtuen liikenne on nykivää ja häiriöherkkää, ajoneuvojen väliset nopeuserot ovat suuret ja turvallinen ajaminen vaatii kuljettajalta keskittymistä. Erityisesti iltahuipputun- nissa raskasta liikennettä kulkee noin 200 ajon/h, mikä tarkoittaa alle 20 sekunnin aikaväliä rekoille. Tämä rajoittaa merkittävästi oikeanpuoleisen kaistan käyttöä henkilöautoille, joiden tavoitenopeus on 120 km/h (va- litettavasti usein myös sen yli), mikä johtaa tiekapasiteetin heikkoon hyödyntämiseen.

Myös suunnittelualueen eteläpäässä esiintyy jonoutumista ja siitä johtuvia onnettomuuksia. Ne johtuvat ka- tuverkon ja valo-ohjattujen liittymien rajallisesta kapasiteetista aamuruuhkan aikana.

Seuraavassa kuvassa on esitetty yhteenvedo suunnittelualueen sujuvuus- ja turvallisuusongelmista.



Kuva 16. Suunnittelualan sujuvus- ja turvallisuusongelmat

# 3 Ohjausjärjestelmän tavoitteet

## 3.1 Liikenneviraston toimintalinjat

Liikenneviraston ”Liikenteenhallinta 2017 - tavoitetila ja toiminnan painopisteet” -julkaisu (Liikennevirasto, 2012) sisältää useita eri liikenteenhallinnan tavoitteita, joista osaa voidaan edistää kehittyneen liikenteenhallintajärjestelmän avulla. Seuraavassa on esitetty Liikenneviraston määrittelemät tavoitetilat, joita valtatie 4 uuden aikakauden liikenteenhallintajärjestelmällä voidaan edistää merkittävästi.

### **LIIKENTEENHALLINTA 2017 - Laadukas ja kattava liikenteen tilannekuva**

- *Matkojen ja kuljetusten ennakoitavuus paranee*
- *Verkon aktiivinen ja ennakoiva hallinta tehostuvat*
- *Häiriöiden liikenne- ja turvallisuusvaikutukset minimoituvat*
- *Mahdollistavat monipuoliset kaupalliset palvelut*

Liikennevirasto vastaa tilannekuvan määrittelystä ja kehittämisestä. Tilannekuva on yhtenäinen, hallinnon rajoja ylittävä palvelu, joka ilmaisee ajankohtaisen ja lyhyen aikavälin liikennetilanne-ennusteen. Tilannekuvaan sisältyy myös staattinen ja hitaasti muuttuva informaatio liikennejärjestelmästä. (Liikennevirasto, 2012)

Tilannekuvaa kehitetään valtakunnallisena hankkeena, ja useat sen sisältämät ominaisuudet tai tiedot toteutetaan valtakunnallisina hankintoina (esimerkki Sujuva matka-aikapalvelu). Operatiivisen liikenteen hallinnan kannalta tilannekuva kytkeytyy TLOIK-järjestelmään, joka tarjoaa liikenteen ohjaajille kattavan näkymän liikenteen tilannetietoihin. TLOIK-järjestelmään on mahdollista tuoda joustavasti paikallisia kaupunkikohtaisia tai vaikkapa väyläkohtaisia tilannetietoja, mikäli niitä on saatavilla esimerkiksi erilaisten kehityshankkeiden kautta.

Liikenteen ohjausjärjestelmien osalta on Liikenteenhallinta 2017 –toimintalinjoissa asetettu seuraavat tavoitteet.

### **LIIKENTEENHALLINTA 2017 - Liikenteen ohjausjärjestelmien uusiminen**

- *Liikenteen turvallisuus ja sujuvuus parantuvat*
- *Liikenteen toimintavarmuus paranee*
- *Väyläkapasiteetin hallinnan edistäminen*
- *Häiriötilanteiden ennakointi ja hallinta tehostuvat*
- *Uusiin kansainvälisiin velvoitteisiin vastataan*

Uudet liikenteenohjausjärjestelmät ovat monitoimityökaluja, joiden avulla liikenteen ohjaajilla on entistä parempi kokonaiskuva liikennetilanteesta ja sen ennustetusta muutoksesta.

## 3.2 Liikenteen hallinnan tavoitteet suunnittelualueella

Ongelma-analyysin perusteella on laadittu tavoitetilan kuvaus valtatie 4 Järvenpää E – Koskela sekä vt 7 Kehä III-vt 4 välin liikenteen hallinnalle. Tavoitetila kuvaa ohjausjärjestelmän eri osien keskeiset toiminnallisuudet ja järjestelmällä tavoiteltavat keskeiset liikenteelliset vaikutukset, jotka toteutuessaan vähentävät edellä kuvattuja sujuvuus- ja turvallisuusongelmia. Tavoitteet voidaan jakaa yleisiin koko suunnittelualueella

koskeviin tavoitteisiin sekä tiettyjen ongelmakohtien hallintaan liittyviin tavoitteisiin. Osa tavoitteista on tavanomaisia, aiemminkin vastaaville järjestelmille asetettuja tavoitteita.

### **3.2.1 Liikenteen hallinnan toiminnallinen tavoitetila**

#### **1. Liikenne- ja keliolosuhteiden tarkka seuranta mahdollistaa nopean reagoinnin ongelmiin**

Liikenteen seurannassa hyödynnetään tavanomaisten työkalujen lisäksi nykyaikaisia seurantatekniikoita ja saatavilla olevaa dataa. Tavoitetilassa liikenteen seurantaan ei jää lainkaan katvealueita. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että pistekohtaisen seurannan lisäksi liikennettä seurataan väyläosakohtaisesti. Liikenteen ruuhkautuminen ja erilaiset häiriöt havaitaan nopeasti ja luotettavasti. Seurantatiedoista saadaan liittymäväleittäin myös liikenteen kysynnän määrä, mikä mahdollistaa tarvittaessa proaktiivisen ohjauksen ruuhkautuvissa liikennetilanteissa. Yhdistelemällä erilaisia mittaustietoja voidaan päätellä ruuhkautumisen syy ja käyttää tätä tietoa tieliikennekeskuksen herätteinä sekä suoraan ohjauksessa.

Sään ja kelin seuranta toteutetaan pistemäisin mittausasemin, joiden tuottamaa tietoa täydennetään ajoneuvojärjestelmistä tuotettavien tietojen avulla.

Monipuolisesta olosuhdetiedosta koostetaan tilannekuva operatiiviseen käyttöön. Numeerisen seurantatiedon lisäksi tieliikennekeskuksen päivystäjille on tarjolla myös kamerakuvaa mm. keli- ja häiriötilanteiden verifiointia varten. Tiedon tarkkuus huomioidaan tienvarsilaitteiden ohjauksessa: detaljitason havaintojen (esim. ilmaisintieto) perusteella ohjataan tienvarsilaitteita ja karkeampaa tietoa (esim. ennusteet, säätutka, kelitieto ajoneuvoista) hyödynnetään tieliikennekeskuksissa informaationa sekä herätteinä. Järjestelmän ohjauspolitiikassa huomioidaan verkollinen häiriötiedotus ja tarvittaessa melu- ja ilmanlaatukysymykset.

#### **2. Edistysellinen liikennetieto-ohjaus parantaa sujuvuutta ja ehkäisee onnettomuuksia**

Vaihtuvia nopeusrajoituksia ohjataan proaktiivisesti siten, että väyläosan liikenteen kysynnän kasvaessa riittävän korkealle nopeusrajoitusta alentamalla tasataan ajoneuvojen ja kaistojen välisiä nopeuseroja, ja siten rauhoitetaan liikennettä. Tavoitteena on, että liikenteen rauhoittaminen ehkäisee shokkiaaltojen syntymistä, kun äkillisistä kaistanvaihdosta johtuvia jarrutuksia syntyy harvemmin. Hitaammin etenevään liikennevirtaan on myös helpompi liittyä. Liikennevirran rauhoittaminen vähentää onnettomuuksia ja pienentää niiden vakavuutta. Myös väylän kapasiteetin käyttö paranee hieman, kun ohitustarve pienenee ja liikennemäärä oikealla kaistalla nousee.

Tavoitetilassa ohjausjärjestelmä reagoi ruuhkautumiseen ja satunnaisiin häiriöihin nopeasti, luotettavasti ja tehokkaasti. Ohjausjärjestelmä erottelee säännöllisesti ruuhkautuvat pullonkaulat, satunnaiset liikennevirran shokkiaallot sekä onnettomuudesta tai ajoneuvon rikkoutumisesta johtuvat häiriöt ja käynnistää tilanteen mukaisen ohjauksen ja tiedottamisen. Tavoitteena on, että sää-, keli- ja liikennetieto-ohjaus toimii automaattisesti ilman päivystäjän ohjaustoimia kaikissa tilanteissa. Poikkeuksellisesta ohjaustoimenpiteestä tulee päivystäjälle heräte, ja päivystäjä verifioi tilannekuvatietojen avulla että käynnistetty ohjaus sopii parhaiten kyseiseen liikennetilanteeseen. Ohjausjärjestelmä laskee ja esittää tieliikennekeskuksen päivystäjälle myös toteutuneen ohjauksen vaikuttavuuden liikennevirran ominaisuuksiin. Tämän tiedon pohjalta päivystäjä voi halutessaan ottaa käyttöön voimakkaampia ohjauskeinoja tai viestejä, mikäli riittävää vaikuttavuutta ei järjestelmän tuottamalla ohjauksella saada aikaan.

Liikennetieto-ohjauksella pyritään ensisijaisesti ehkäisemään liikenneonnettomuuksia, mikä parantaa myös matkojen ennustettavuutta.



Kelitieto-ohjauksen tavoitteena on asettaa keliin sopiva nopeusrajoitus, varoittaa kuljettajia keliin ja säähän liittyvistä riskeistä ja siten ehkäistä näistä tekijöistä johtuvia onnettomuuksia.

### **3. Monikanavaisella tiedottamisella lisätään sujuvuutta ja turvallisuutta**

Liikenteelle tiedotetaan havaituista olosuhteiden muutoksista nopeasti ja perustellaan nopeusrajoitusohjaukset. Kehittynyt ja maantieteellisesti tarkka seuranta mahdollistaa tiedotus- ja varoitusviestien tarkan kohdentamisen (muun muassa 'vaikutusalue' ja 'etäisyys kohteeseen' -lisäkilvillä), jolloin viestin vaikuttavuus ja proaktiivisuus paranee. Tiedon vaikuttavuuden parantamiseksi jaetaan analysoitua ja varmennettua olosuhdetietoa tienvarsilaitteiden lisäksi muun muassa ajoneuvojen päätelaitteisiin. Tiedon jakamisessa huomioidaan voimassa olevat EU-säädökset.

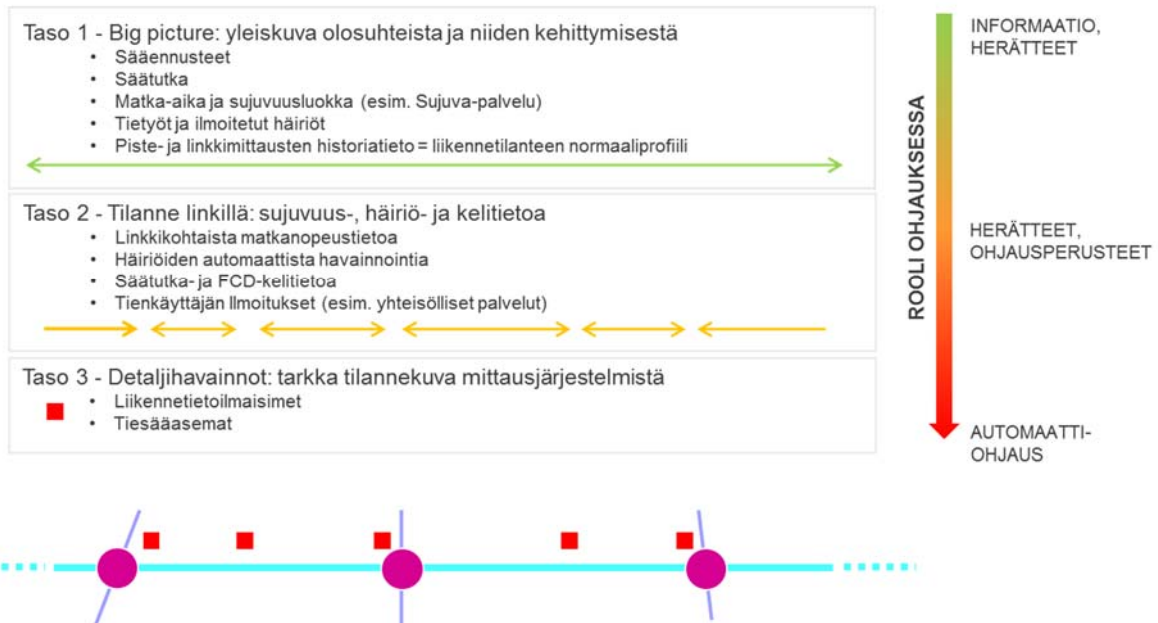
Tavoitetilassa tarkentunut ja nopeutunut tiedottaminen mm. väylän ruuhkautumisesta ehkäisee mm. peräänajo-onnettomuuksia. Tiedottaminen häiriötilanteista jakaa myös kysyntää liikenneverkolle laajemmin, vaikka varsinaista reittiopastusta ei tienvarsiopasteilla annettaisikaan.

#### **3.2.2 Tilannekuvan työkalut ja niiden kytkennät ohjaukseen**

Seuraavassa kuvassa on esitetty alustava tavoitteellinen kuvaus järjestelmän seurantatyökaluista, niiden hyödyntämisestä yhteysvälin tilannekuvassa ja tienvarsilaitteiden ohjauksessa. Tulee huomioida, että Liikenneviraston kehittäessä laajempaa tilannekuvapalvelua saattaa tietolähdetarjonta olla monipuolisempi.

Järjestelmän ohjauksessa hyödynnetään eri tarkkuustason tietoja, jotka palvelevat ennakoivaa ja ajantasaista ohjausta. Karkean tason tiedot toimivat informatiivisina tai niistä voidaan luoda herätteitä tieliikennekeskuksen päivystäjälle (esim. lähestyvät sadealueet, pitkän mittausvälin Sujuva-matka-ajat poikkeavat normaaliprofiilista). Herätteiden perusteella päivystäjä voi suorittaa ohjaustoimenpiteitä, mikäli olosuhteet niin edellyttävät. Detaljimpaa tietoa hyödynnetään tienvarsilaitteiden ohjauksessa pääosin täysautomaattisesti tai tarvittaessa järjestelmän tuottamien ehdotusten perusteella. Automaatiikan kehittämisellä varaudutaan tulevaisuuteen, jossa tieliikennekeskukset operoivat nykyisen tasoisilla resursseilla huomattavasti useampia tunnelien sekä avo-osuuksien ohjausjärjestelmiä.

### Yhteysvälin tilannekuvan muodostaminen - seurannan kolme tasoa ja mahdollisia tietolähteitä



Kuva 17. Näkemys liikenteenhallintajärjestelmän monitasoisesta seurannasta ja seurannan roolista ohjauksessa. Karkean tarkkuustason tiedon rooli on informatiivinen, kun taas automatisoitu ohjaus perustuu detaljitason havaintoihin. Eri tietolajien perusteella tuotetaan myös erilaisia heräitteitä, joiden perusteella päivystäjä tekee tarvittaessa ohjaustoimia.

### 3.2.3 Liikenteen hallinnan tavoitteet ja keinot väyläosittain

Liikenteen hallinnan tarpeiden kannalta suunnittelualue voidaan jakaa kolmeen liikenteen ohjausympäristöön ohjauksen vaativuuden mukaan:

#### Luokka A. Päivittäin ruuhkautuva moottoritieympäristö (Kehä III- Kerava)

- tarvetta liikenteen proaktiiviselle rauhoittamiselle sekä häiriötilanteiden hallinnalle ja reitinvalintaa tukevalle informaatiolle
- nopeusrajoitusalue 60-120 km/h
- liittymissä paljon liittyvää ja vähän poistuvaa liikennettä AHT:ssa

#### Luokka B. Kaupunkimoottoritie (Kehä III- Koskela)

- tarvetta ruuhkautumisen ja jonon pään havainnoinnille ja sekoittumisen helpottamiselle
- nopeusrajoitusalue 60-100 km/h
- suuret risteävät liikennevirrat

#### Luokka. Moottoritieympäristö (Kerava-Järvenpää E)

- tarvetta häiriötilanteista tiedottamiselle
- nopeusrajoitusalue 60-120 km/h
- raskas liikenne aiheuttaa ohitustarvetta

Johtuen keskimääräistä korkeammasta onnettomuusasteesta ja -tiheydestä sekä merkittävistä liikennemäärästä, koko suunnittelualueella on tarve "perinteiselle" liikenteenhallinnalle, jossa vaihtuvia opasteita ohjataan ajantasaisen sää-, keli- ja liikennetiedon perusteella. Liikennetilanneohjauksen merkitys kasvaa entisestään Keravan eteläpuolella, jossa havaitaan päivittäisiä sujuvuusongelmia.

Liikenteen hallinnan tarpeet ja vaikutusmahdollisuudet ovat suurimmat Kehä III:n ulkopuolisella osuudella välillä Kehä III-Kerava (ohjausympäristö A), jossa nopeusrajoituksen perusarvo on 120 km/h ja jossa sujuvuusongelmat ovat päivittäisiä. Erityisesti tällä osuudella on tarpeen ruuhka-aikoina rauhoittaa liikennevirtaa vaihtuvien nopeusrajoitusten ja tiedottamisen avulla, millä voidaan hieman parantaa kapasiteetin käyttöä ja ehkäistä liikennevirran häiriöitymistä. Proaktiivisella rauhoittamisella tarkoitetaan tässä nopeusrajoituksen laskua 100 km/h:ssa liikennemäärän ylittäessä tietyn kynnyksiarvon, jo ennen varsinaista liikenteen hidastumista. Liikennemäärän on tällöin oltava riittävän korkea, jotta muutos ei vaaranna liikenneturvallisuutta. Proaktiivista liikenteen hallintaa voi tällä alueella olla myös raskaiden ajoneuvojen ohituskielto, joka voidaan ottaa käyttöön ennen nopeusrajoituksen laskua. Oikein ajoitettuna voidaan keskinopeuden laskulla ja kaistojen nopeuseron tasoittamisella, sekä varoituksilla mm. edessä olevista jonoista, ehkäistä peräänajoja ja kaistanvaihto-onnettomuuksia, joita esiintyy paljon Kehä III:n ulkopuolisella osuudella useilla liittymäväleillä sekä aamun että iltapäivän ruuhkaliikenteessä. Vastaavasti tällä osuudella on mahdollista saada nykytilanteeseen verrattuna sujuvuushyötyjä vaihtuvalla nopeusrajoituksella kevätkaudella hyvissä ajo-olosuhteissa.

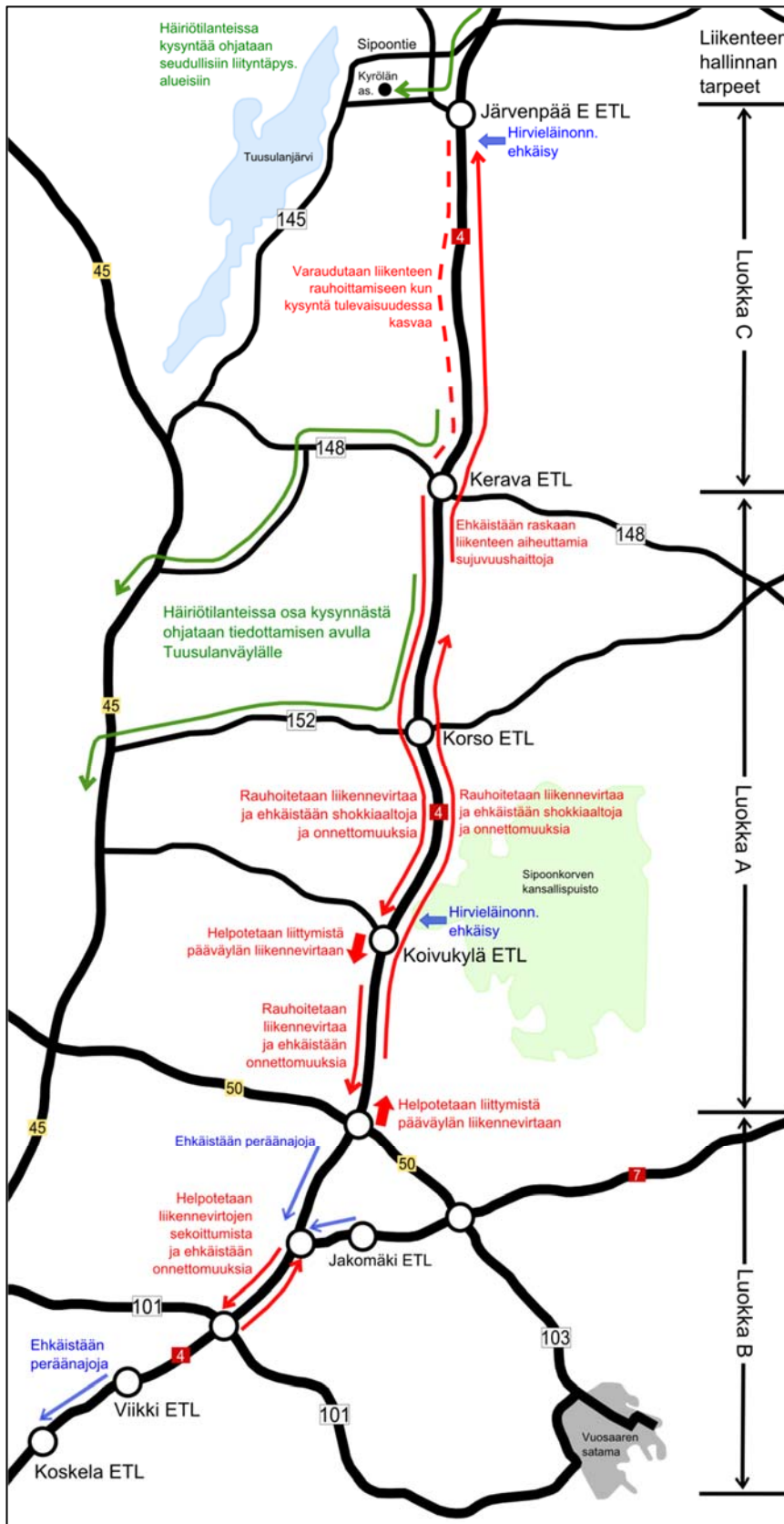
Suunnittelualueen pohjoisosassa Keravan ja Järvenpään eteläisen liittymän välillä (ohjausympäristö C) liikenteen hallinnan tarpeet ovat hieman vähäisemmät, koska selvästi alhaisempien liikennemäärien takia päivittäisiä sujuvuusongelmia ei esiinny. Lähinnä tarpeena on tiedottaminen Helsingin suunnassa etelämpänä esiintyvistä jonoista ja mahdollisista häiriöistä, jotta kuljettajat voivat harkita matkalleen sopivia vaihtoehtoisia reittejä.

Suunnittelualueen eteläpäässä Kehä III:n ja Koskelan välissä (ohjausympäristö B) tarpeet ovat myös hieman erilaiset. Koska maksiminopeusrajoitus on 100 km/h:ssa, ei liikenteen rauhoittamiselle ole samanlaista tarvetta kuin pohjoispuolella. Tällä alueella tarpeena on vilkkaan sekoittumisalueen (Kehä I – Vt 7) sujuvoittaminen ja kaistanvaihdon helpottaminen laskemalla nopeusrajoitus riittävän alas. Niin ikään alueella on päivittäin jonoutuvia pullonkauloja, joiden jonoutumisen tarkkailu ja jonon pään sijainnista tiedottaminen on tarpeen peräänajo-onnettomuuksien ehkäisemiseksi. Mainitun sekoittumisalueen liikenteen merkittävä sujuvoittaminen edellyttää kuitenkin tiekapasiteetin lisäämistä, josta on tehty jo erillinen suunnitelma, joka toimii tämän suunnitelman lähtökohtana. Pikaisena parannustoimenpiteenä voidaan liittymäalueiden toimivuutta parantaa sulkuviivamaalauksella, jolloin kaistanvaihto on kielletty liittymän alueella.

Häiriötiedottamisella voidaan osa kysynnästä ohjata myös seudullisiin liityntäpysäköintialueisiin, joita suunnittelualueella ovat Kyrölan asema Järvenpäässä, Kerava ja Tikkurila. Keravan ja Tikkurilan liityntäpysäköintialueita käyttää runsaasti myös paikallinen kysyntä ja ne ovat varsin kuormitettuja, joten paikkojen saatavuus on varmistettava (automaattisesti HSL:n rajapinnasta) ennen ohjaavamman tiedottamisen käynnistämistä.

Ongelma-analyysin perusteella liikenteen hallinnan ja niihin liittyvän liikenteen monitoroinnin ratkaisujen suunnittelu kannattaa rakentaa edellä kuvattujen kolmen toimintaympäristön erityistarpeisiin.

Seuraavassa kuvassa on esitetty yhteenveto liikenteen hallinnan tarpeista ja mahdollisuuksista väyläosittain ja erityisten ongelmakohtien kannalta. Lisäksi on esitetty taulukossa keskeiset liikenteen hallinnan tavoitteet ja niihin liittyvät ohjauskeinot.



Kuva 18. Yhteenveto liikenteen hallinnan tarpeista suunnittelualueella.

Taulukko 2. Yhteenveto suunnittelun ongelmista, joita ratkaisemaan on laadittu liikenteen hallinnan tavoitteet ja keinot

<b>SUUNNITTELUALUEEN KESKEISET HAVAITUT ONGELMAT</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liikenneturvallisuuksitaso on merkittävästi valtakunnan keskitasoa heikompi.</li> <li>• Liikennemäärät ovat valtakunnallisesti korkeat koko suunnittelualueella. Liikennemäärä kasvaa poikkeuksellisen korkeaksi etelään mentäessä, joka johtaa säännöllisiin ruuhkiin.</li> <li>• Raskaan liikenteen määrät ovat suuret. Rungas raskas liikenne aiheuttaa häiriöitä etenkin moottoritienopeuksissa (raskaan liikenteen ja henkilöautojen nopeuserot suuret).</li> <li>• Ruuhka-aikoina osassa eritasoliittymissä liittyvät virrat ovat erittäin suuret. Liittyminen päävirtaan aiheuttaa häiriöitä, vaikka päävirran kapasiteetti ei ylity.</li> <li>• Suunnittelualueella on havaittu säännöllisiä pullonkauloja, jotka aiheuttavat pysähteleviä jonoja moottoritiele.</li> </ul>		
<b>LIIKENTEENHALLINNAN TAVOITTEET JA KEINOT</b>		
<b>1</b>	Liikenneturvallisuuksitason parantaminen vilkkaassa liikenneympäristössä; ehkäistään mm. pe- räänajoja ja huonosta kelistä joh- tuvista yksittäisongelmia	Nopeuden säätely ja varoittaminen vallitsevien olosuhteiden perusteella (perinteinen sää-, keli- ja liikennetieto-ohjaus)
<b>2</b>	Häiriöiden ehkäisy ja sujuvuuden varmistaminen korkean nopeus- tason (120 km/h) alueilla	Liikenteen proaktiivinen rauhoittaminen (nopeusrajoituksen laskeminen 120 →100), Nopeusrajoitus lasketaan, kun oikeanpuoleisen ja vasemman puoleisen kaistan liikennemäärät ovat korkeat (kaistakohtaiset raja-arvot ylittyvät). Ohjausparametrissa voidaan hyödyntää tietoa rajoituksen vaikutusalueen liikennetiheydestä.
<b>3</b>	Raskaan liikenteen aiheuttamien häiriöiden ehkäisy	Kaistakapasiteetin turvaaminen raskaan liikenteen ohituskiellolla, kun ohjausjakson liikennetiheys ylittää raja-arvon
<b>4</b>	Jonojen sijainnin nopea havaitseminen, pysähtelevistä jonoista varoittaminen	Nopeuden säätely ja jonosta varoittaminen. Ohjauksen vaikuttavuutta parannetaan 'etäisyys kohteeseen' -tiedolla.
<b>5</b>	Häiriöiden nopea havaitseminen, häiriöistä varoittaminen	Nopeuden säätely ja häiriöstä varoittaminen ja tiedotus. Ohjauksen vaikuttavuutta parannetaan 'etäisyys kohteeseen' -tiedolla.
<b>6</b>	Liittymisen sujuvoittaminen, liittymien häiriöiden vähentäminen	Nopeustason alentaminen liittymäalueella; päävirran ja rampin nopeusrajoitus alennetaan liittyvän virran liikennemäärän ylittäessä asetetun raja-arvon. Jotta ohjaus ei vaikuta liian pitkälle ylävirtaan, tulee ennen liittymäaluetta toteuttaa nopeusrajoitusmerkkipari liittymäalueen ohjausta varten.
<b>7</b>	Tapahtuneiden häiriöiden vaikutusten vähentäminen	Verkollisista häiriöistä tiedotetaan vaihtuvilla opasteilla. Vaihtoehtoisille reiteille ohjataan tapauskohtaisesti (esim. erillisten varareittisuunnitelmien mukaisesti). Tiedotuksessa voidaan huomioida liittymäalueet.
<p>Suunnittelualueen ongelma-analyysien perusteella yllä esitellyt tavoitteet / keinoja (1 - 7) voidaan hyödyntää väyläosilla seuraavasti:</p> <p><b>Luokka A (Kehä III - Kerava): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</b></p> <p><b>Luokka B (Kehä III - Koskela): 1, 4, 5, 6, 7</b></p> <p><b>Luokka C (Kerava - Järvenpää E): 1, 3, 7</b></p>		

### 3.2.4 Muita mahdollisia keinoja

Ramppiohjaus on liikenteen hallinnan keino, jossa moottoritielle johtavalle rampille asetettavalla liikennevalolla säädellään moottoritielle päästettävien ajoneuvojen aikaväliä. Tarkoituksena on estää pääväylän ruuhkautuminen, joka johtuu useista peräkkäisistä liittyvistä ajoneuvoista. Aiemmassa suomalaisessa selvityksessä todettiin, että ramppiohjaus sujuvoittaa pääväylän liikennettä ja parantaa liikenneturvallisuutta sekoitumisalueella (Pitkänen ym. 2005). Kyseisessä selvityksessä todettiin, että yksikaistainen liittymisramppi on mahdollinen rampin maksimiliikennemäärän ollessa 900 ajon/h ja ohjaus on parhaimmillaan, kun päätien liikennemäärä on huomattavasti rampin liikennemäärää suurempi (esim. 3500 ajon/h versus 400-600 ajon/h). Ramppiohjausta on käytössä erityisesti Yhdysvalloissa, mutta laajalti myös Euroopassa esimerkiksi Tanskassa, Ruotsissa ja Norjassa. Ramppiohjauksen toteutettavuutta kannattaisi selvittää tarkemmin ennen valtatie 4 liikenteen hallinnan yleissuunnitelman laadintaa, jotta mahdolliset muutokset voidaan huomioida ko. suunnitelmassa, Potentiaalisia liittymiä olisivat erityisesti etelän suunnassa Koivukylänväylän ja Kulomäentien liittymät. Koivukylänväylä ja Kulomäentie ovat maanteitä, joten ramppiohjauksen toteutettavuus on lähtökohtaisesti hyvä. Ramppiohjauksen soveltuvuuden arviointi edellyttää tarkempaa analyysiä pääväylän ja liittyvien ramppien liikennemääristä ja nopeuksista.

Piennarkaistan käyttöä liikenteelle on käytetty muualla Euroopassa lisäämään pullonkaulojen kapasiteettia ruuhka-aikoina ja pienentämään ruuhkista aiheutuvia haittoja. Piennarkaistan käytön (englanniksi hard shoulder running) etuna on nähty olevan saavutettu lisäkapasiteetti 1500 ajon/h, edullinen toteutus varsinaisen lisäkaistan rakentamiseen nähden sekä nopeampi ja kevyempi suunnitteluprosessi (Pesonen ym. 2011). Englannissa piennarkaistoja on otettu väliaikaiseen liikennekäyttöön vuodesta 2006. Kokemusten mukaan järjestelmä parantaa sujuvuutta, mutta vaatii paljon operatiivisia resursseja, on riippuvainen teknologiasta ja lisäksi osa kuljettajista käyttää piennarkaistaa vaikka sen käyttö olisikin kielletty kaistaopasteella (Narroway 2014). Näiden kokemusten perusteella Englannissa ollaan siirtymässä piennarkaistojen väliaikaisesta avaamisesta piennarkaistojen jatkuvaan käyttöön (eng. All lane running). Näissä toteutuksissa piennarkaista on pääsääntöisesti avoinna liikenteelle, mutta operaattorilla on esim. onnettomuustilanteessa mahdollisuus kaistan sulkemiseen kaistaopasteella sekä vaihtuvien nopeusrajoitusten ohjaukseen (Narroway 2014).

Valtatie 4 lisäkaistojen rakentamisen mahdollisuutta suunnittelualueella on arvioitu yleispiirteisesti Sito Oy:n tekemässä selvityksessä vuonna 2012. Selvityksen mukaan valtatielle 4 on toteutettavissa lisäkaistat hyödyntämällä keskikaistalla olevaa tilaa. Joitakin siltoja olisi selvityksen mukaan mahdollisesti levennettävä. Pitkällä aikavälillä liikennekysynnän kasvaessa on varauduttava myös suunnittelualueella lisäkaistojen rakentamiseen. Tällöin voidaan selvittää lisäkaistojen toteuttamista Englannin uuden mallin mukaisina jatkuvakäyttöisinä piennarkaistoina.

# 4 Liikenteen seurannan vaihtoehtojen arviointi

## 4.1 Vertailuvaihtoehtona tiheä induktiosilmukkaverkko

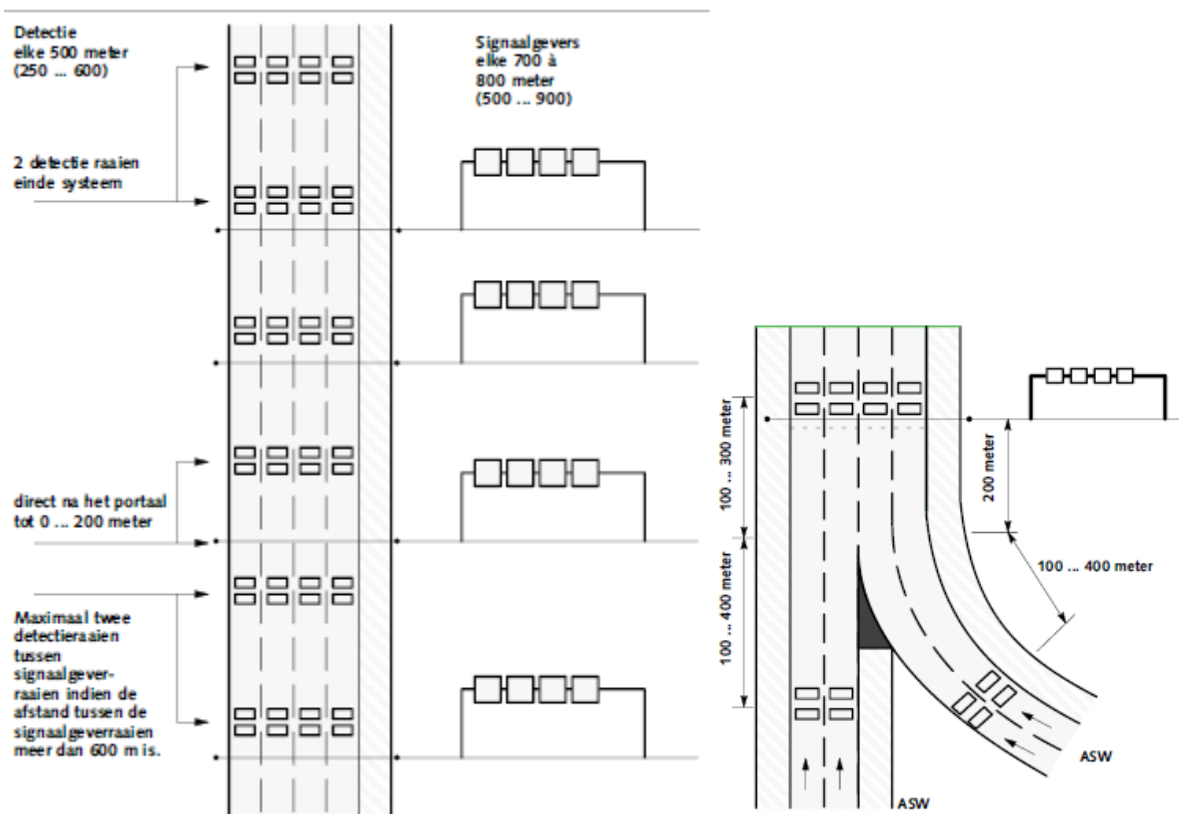
### 4.1.1 Toimintaperiaate

Keski-Euroopassa mm. Englannissa ja Hollannissa on toteutettu varsin laajalti vaihtuvia nopeusrajoitusjärjestelmiä moottoritieverkolle. Englannissa vaihtuvat nopeusrajoitusjärjestelmät ovat osa laajempaa ”smart motorways” konseptia, joka sisältää piennarkaistan dynaamisen käytön, josta tosin nykyisin ollaan siirtymässä piennarkaistan jatkuvaan hallittuun käyttöön (ALR, All Lane Running). Hollannin ja Englannin ratkaisut ovat kuitenkin vaihtuvien nopeusrajoitusten ja erityisesti niihin liittyvän monitoroinnin kannalta varsin samankaltaiset. Tässä luvussa on esitetty ko. ratkaisujen pääpiirteet.



Kuva 19. Smart motorway Englannissa varustettuna vaihtuvien nopeusrajoituksin, tiedotusopastein, piennarkaistan dynaamisella käytöllä sekä automaattivalvonnalla.

Hollannissa nopeusrajoitus esitetään kaistan yläpuolisella opasteella, jotka sijaitsevat yleensä 700-800 metrin välein linjaosuudella. Opasteiden välimatka on pidettävä lyhyenä, koska muutoin on riski siitä että kuljettaja unohtaa suljetun kaistan opasteen (portaalissa sekä nopeusrajoitus että kaistan käytön opaste).



Kuva 20. Portaalien ja induktiosilmukoiden sijoittelun periaate moottoritien linjaosuudella sekä kahden moottoritien liittymässä Hollannissa (Rijkswaterstaat 2000)

Hollannissa (sekä Englannissa) liikenteen monitorointi tapahtuu silmukkailmaisimilla (kaksi peräkkäistä silmukkaa per ilmaisin), jotka sijoitetaan välittömästi opasteportaalien jälkeen. Silmukat pyritään sijoittamaan 500 metrin välein, ja maksimietäisyys silmukoiden välillä on 600 m. Jos portaalien etäisyys on suurempi, sijoitetaan kahden portaalin väliin kahdet silmukat. Silmukan yli kulkeva metallinen ajoneuvo muuttaa silmukan sisään syntyvää magneettikenttää, jota monitoroimalla voidaan päätellä, koska ajoneuvo kulkee silmukan ylitse.

#### 4.1.2 Mitattavat suureet

Induktiosilmukoiden etu on se, että niillä voidaan mitata tarkasti liikennemäärää. Kun sijoitetaan kaistalla kaksi induktiosilmukkaa peräkkäin, voidaan mitata liikennemäärän lisäksi myös ajoneuvojen nopeus. Koska eri kokoiset ja malliset ajoneuvot synnyttävät erilaisen muutoksen silmukan magneettikenttään, voidaan induktiosilmukoiden datasta päätellä myös ajoneuvojen tyyppi. Peräkkäisiä ilmaisuja seuraamalla saadaan suoraan myös ajoneuvojen aikaväli ts. liikennevirran tiheys tai se voidaan laskea liikennemäärästä ja nopeudesta liikennevirran perusyhtälön avulla.

Erityisillä seisontailmaisimilla voidaan lisäksi havaita luotettavammin seisova jono tietyissä pullonkaulakohteissa.



### 4.1.3 KytKentä nopeusrajoitusten ohjaukseen

Hollannissa vaihtuvia nopeusrajoituksia ohjataan pääasiassa induktiosilmukoiden tuottaman datan perusteella täysin automaattisesti. Ohjausmoodeja on neljä erilaista:

- **Häiriönhallinta:** Havaitaan silmukoilla yllättävä nopeuden sekä liikennemäärän merkittävä pudotus. Nopeusrajoitus lasketaan sekvensseittäin 70 km/h ja 50 km/h. Häiriövaroitusta annetaan piktogrammilla.
- **Ruuhkanpurku shokkiaalloissa:** Havaitaan shokkiaallon syntyminen silmukoilla (nopeus laskee alle 30 km/h, liikennemäärä laskee hieman shokkiaallon alavirran puolella, tyypillisesti noin 30 %). Nopeusrajoitus lasketaan noin 5 km ennen shokkiaallon päätä asteittain 60 km/h:ssa, ja nopeusrajoitusalue siirretään taaksepäin sitä mukaa kun shokkiaalto etenee. Shokkiaalto saadaan purettua kun shokkiaallon ulosvirtaus nostetaan suuremmaksi kuin sisäänvirtaus. Ruuhkanpurkumoodia voidaan käyttää myös toistuvissa pullonkaulapaikoissa, mutta sen tehokkuus ei ole silloin yhtä hyvä.
- **Turvallisuuden parantaminen:** Alennetaan onnettomuuksien välttämiseksi nopeusrajoitus 80 km/h vilkkailla teillä, joissa lyhyt liittymäväli (esim. Amsterdamin kehätie), kun tietty liikennemäärä ylittyy.
- **Ympäristöhaittojen pienentäminen:** Alennetaan nopeusrajoitus meluhaittojen (kello-ohjaus) tai hiukkaspäästöjen mukaan (reaaliaikainen päästöjen mittaus)

Englannissa nopeusrajoitusten ohjaukseen käytetään MIDAS-järjestelmää (Motorway Incident Detection and Automatic Signalling), jossa on kaksi erillistä toimintaa (algoritmia): ruuhkautumisen hallinta sekä jonon turvaaminen (queue protection).

Ruuhkautumisen hallinnassa MIDAS asettaa automaattisesti rajoituksen 60mph, 50mph ja 40mph, jonka tarkoituksena on viivyttää ruuhkan syntyä ja siten parantaa kapasiteettia ja matka-ajan luotettavuutta. Algoritmi asettaa nopeusrajoituksen perustuen silmukoiden havaitsemaan liikennemäärään ja nopeuteen. Liikennemäärän ja nopeuden raja-arvot nopeusrajoitusten muutoksille riippuvat useista tekijöistä, kuten tiegeometriasta, raskaiden ajoneuvojen osuudesta, liittymätiheydestä, liikenteen ominaisuuksista jne. ja ne määritetään tapauskohtaisesti mallinnuksen perusteella.

Jonon turvaamismoodissa MIDAS asettaa nopeusrajoituksen HIOCC-algoritmin mukaiseksi ja antaa varoituksen tiedotusopasteella. Riippuen paikasta ohjaus on 60/50 MPH sekä varoitus "jonoa edessä" tai 40 MPH ja "varo jonoa".

Yhteenvetona voidaan todeta, että Hollannin ja Englannin ohjauspolitiikka eroaa toisistaan ruuhkatilanteiden hallinnan osalta. Englannissa pyritään nopeusrajoituksen laskulla rauhoittamaan ja harmonisoimaan liikennevirtaa ja näin ehkäisemään shokkiaaltojen syntyä liikennevirrassa (proaktiivinen ohjaus). Proaktiivisen ohjauksen tehokkuus on varmistettu integroimalla nopeusrajoitukseen automaattivalvonta. Hollannissa taas pyritään havaitsemaan syntynyt shokkiaalto mahdollisimman nopeasti ja poistamaan se pudottamalla nopeusrajoituksia tietyn mallin mukaisesti (reaktiivinen ohjaus). Häiriötilanteiden hallinnan osalta ohjaus on varsin samankaltaista.

### 4.1.4 Mittaustarkkuus ja luotettavuus

Induktiosilmukoiden mittaustarkkuus on erittäin hyvä. Mittaustarkkuus heikkenee vain hyvin hitaasti etenevässä jonossa (n. 10 km/h). Näissä tilanteissa tarkkuudella ei ole suurta merkitystä, sillä poikkeava tilanne voidaan joka tapauksessa tunnistaa.

Suomessa käytössä olevat LAM-pisteet toimivat kokemusten mukaan varsin luotettavasti. Silmukoiden luotettavuuteen ja ylläpitotarpeeseen vaikuttaa asennustyön laatu.

#### **4.1.5 Tekniset vaatimukset ml. tiedonsiirto**

Induktiosilmukoissa on Suomessa käytetty sekä kiinteitä yhteyksiä että langattomia yhteyksiä.

#### **4.1.6 Investointi- ja käyttökustannukset**

Yhden induktiosilmukkaan perustuvan mittauspisteen kustannus on Suomessa 4-kaistaisella moottoritiellä karkeasti arvioiden 25 000 euroa sisältäen silmukat, putkitukset ja ohjausyksikön asennustöineen. Kaapelointien hintaa ei ole laskettu mukaan. Liittymien ramppien erityisjärjestelyjen kustannus sisältyy karkeaan kustannusarvioon. Kustannusarvio on siten noin 50 000 euroa/km.

33 km pituisen moottoritien varustaminen LAM-pisteillä 500 metrin välein tarkoittaisi 66 mittauspistettä. Kustannusarvio tälle kokonaisuudelle induktiosilmukkaratkaisuna on 1,7 miljoonaa euroa.

Silmukoiden ylläpitotyön tarve liittyy kokemusten mukaan sekä teiden päällysteen uusimiseen että silmukoiden asennustyön laatuun. Päällystämisen yhteydessä silmukat usein vaurioituvat ja ne joudutaan uusimaan, ellei niitä ole asennettu laatan alle. Silmukoiden huoltotyöt edellyttävät kaistan sulkemista mikä lisää myös työn hintaa.

#### **4.1.7 Kokemukset ja toteutus esimerkit**

Induktiosilmukat ovat sekä Suomessa että muualla käytetyin liikenteen mittausmenetelmä vaihtuvien nopeusrajoitusten yhteydessä. Syynä on toimintavarmuus sekä se, että induktiosilmukoilla voidaan mitata nopeuden lisäksi liikennemäärää varsin luotettavasti. Kun liikennemäärä ja nopeus on tiedossa ja mittauspisteitä on hyvin tiheässä, voidaan tietojen avulla saada laskennallisesti varsin hyvä käsitys liikennetilanteesta. Hollannissa ja Englannissa liikennemäärää ja nopeutta käytetään ainoina ohjaussuureina, koska ne kertovat kaiken tarvittavan. Algoritmin säädössä voidaan toki huomioida muitakin paikallisia tekijöitä, mutta niitä ei ole tarpeen mitata jatkuvasti.

Hollannin tieviranomaisen edustajan näkemyksen mukaan tiheän induktiosilmukkaverkon ylläpito tulee varsin kalliiksi. Osittain tästä syystä sekä teknisten innovaatioiden käyttöönoton edistämiseksi Rijkswaterstaat pilotoi vuonna 2015 moottoritiellä A58 suoraan ajoneuvojen laitteisiin tuotettavia nopeussuosituksia, jotka tukevat vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikuttavuutta. Samassa hankkeessa pilotoidaan kaupallisen sujuvuusdatan hyödyntämistä liikenteen ohjauksessa, alkuvaiheessa nopeussuosituksissa. Hankkeessa evaluoidaan Inrixin, Be-Mobilen ja Heren dataa, jota yhdistellään silmukoiden tuottamaan dataan. Mikäli pilotti osoittautuu toimivaksi, on mahdollista että Rijkswaterstaat voi tulevaisuudessa harventaa silmukkaverkkoa ja korvata aukkoja muulla datalla. Myös vaihtuvien nopeusrajoitusten uskotaan Hollannissa korvautuvan ajoneuvoihin tuotavilla ratkaisuilla. (Schreuder 2014.)

## 4.1.8 Riskit

Menetelmä ei sisällä merkittäviä riskejä, koska sen soveltuvuudesta on hyvin paljon kokemuksia. Suomen tähän saakka tehdyt toteutukset ovat kuitenkin huomattavan erilaiset kuin esim. Hollannin ja Englannin toteutukset. Tämä on huomioitava suunnitteluvaiheen resursseissa.

## 4.1.9 Alustava arvio menetelmän soveltuvuudesta nopeusrajoitusten ohjaukseen

Menetelmä soveltuu hyvin vaihtuvien nopeusrajoitusten ohjaukseen. Tässä selvityksessä induktiosilmukoihin perustuva ratkaisu toimiikin eräänlaisena perusratkaisuna, johon muita vaihtoehtoja verrataan. Menetelmän heikkoutena ovat varsin korkeat investointi- ja ylläpitokustannukset.

### Lähteet:

Marco Schreuder (2014). Rijkswaterstaatin asiantuntijan puhelinhaastattelu.

Hegy A, Hoogendoorn S (2010). Dynamic speed control to resolve shock waves on freeways – Field test results of the Specialist algorithm. 2010 13<sup>th</sup> International IEEE.

Rijkswaterstaat (2000) Verkeerskundige richtlijnen autosnelweginstrumentatie.

Highways Agency UK (2009). Managed motorways implementation guidance. Interim advice note 111/09.

## 4.2 Yhteenkytketyt induktiosilmukat

### 4.2.1 Toimintaperiaate

Induktiosilmukoiden toiminta perustuu sähkömagneettiseen induktioon, jonka avulla ajorataan asennetut silmukat havaitsevat mm. yli ajavien ajoneuvojen suunta-, pituus- ja nopeustietoa. Myös silmukoiden varaussatetta pystytään mittaamaan.

Saksalainen Ave GmbH on kehittänyt induktiosilmukan havaintoja analysoivan havaintolaitteen, joka tunnistaa perinteisten ajoneuvokohtaisten ominaisuuksien (suunta, nopeus ja pituus) lisäksi ajoneuvon magneettisen profiilin. Havaitsemalla kaksi samanlaista magneettista profiilia peräkkäisissä havaintopisteissä, voidaan laskea ilmaisinvälin (kahden ilmaisinpisteen välinen linkki) matka-aikoja ja -nopeuksia sekä ilmaisinvälin liikennetiheyttä (ajon. / km). Linkkikohtaisia havaintoja voidaan käyttää ohjaussuureina.

Tekniikkaan sisältyy seuraavat teoreettiset edut:

- Mittaamalla kahden pisteen välisiä ajoaikoja ja -nopeuksia ja liikennetiheyttä, saadaan luotettavampi kuva vallitsevasta liikennetilanteesta.
- Tekniikka mahdollistaa tehokkaan ja automaattisen häiriönhavainnoinnin. Mikäli ajosuunnassa seuraava silmukkapiste ei saa ”odottamiansa” havaintoja (jo havaittuja magneettisia profiileja) tietyssä ajassa, voidaan olettaa havaintopisteiden välissä olevan ennakoimaton häiriö (esim. onnettomuus kaistalla hidastaa merkittävästi liikennevirtaa onnettomuuskohtalla). Näistä tilanteista pystytään tuottamaan päivystäjälle heräte hyvinkin nopeasti. Pistemäisissä mittauspisteissä häiriön havainnointi on epävarmempaa.
- Silmukkatekniikalla saadaan mitattua liikenteen ja sen koostumuksen tunnuslukuja luotettavasti.

## 4.2.2 Mitattavat suureet

Ave GmbH:n kehittämällä tekniikalla mitataan perinteisten pistemäisten suureiden (ajoneuvon pituus, nopeus ja määrä) lisäksi matkanopeutta ja -aikaa sekä liikennetiheyttä.

## 4.2.3 Mittaustarkkuus ja luotettavuus

Induktio tekniikka on todettu toimivaksi liikenteen mittaustekniikaksi. Magneettisen profiilien tunnistukseen ja niiden vertailuun perustuvasta tekniikasta on vähemmän kokemuksia, joskin muun muassa Saksan esimerkkien (Elbe-tunneli ja Ulm-Dornstadt-järjestelmä) perusteella seuranta on luotettavaa.

## 4.2.4 Tekniset vaatimukset ml. tiedonsiirto

Induktiosilmukoiden tuottamat datamäärät on lähtökohtaisesti vähäistä verrattuna nykyisten langattomien tietoliikenneyhteyksien tiedonsiirtokapasiteettiin. Ave GmbH:n edustajan mukaan tekniikka voidaan perustaa langattomaan tietoliikenneyhteyteen. Referenssi kohteissa langatonta yhteyttä ei ole toteutettu, koska kiinteät yhteydet ovat olleet aina saatavilla. Langatonta ratkaisua käytetään kuitenkin varayhteytenä.

## 4.2.5 Investointi- ja käyttökustannukset

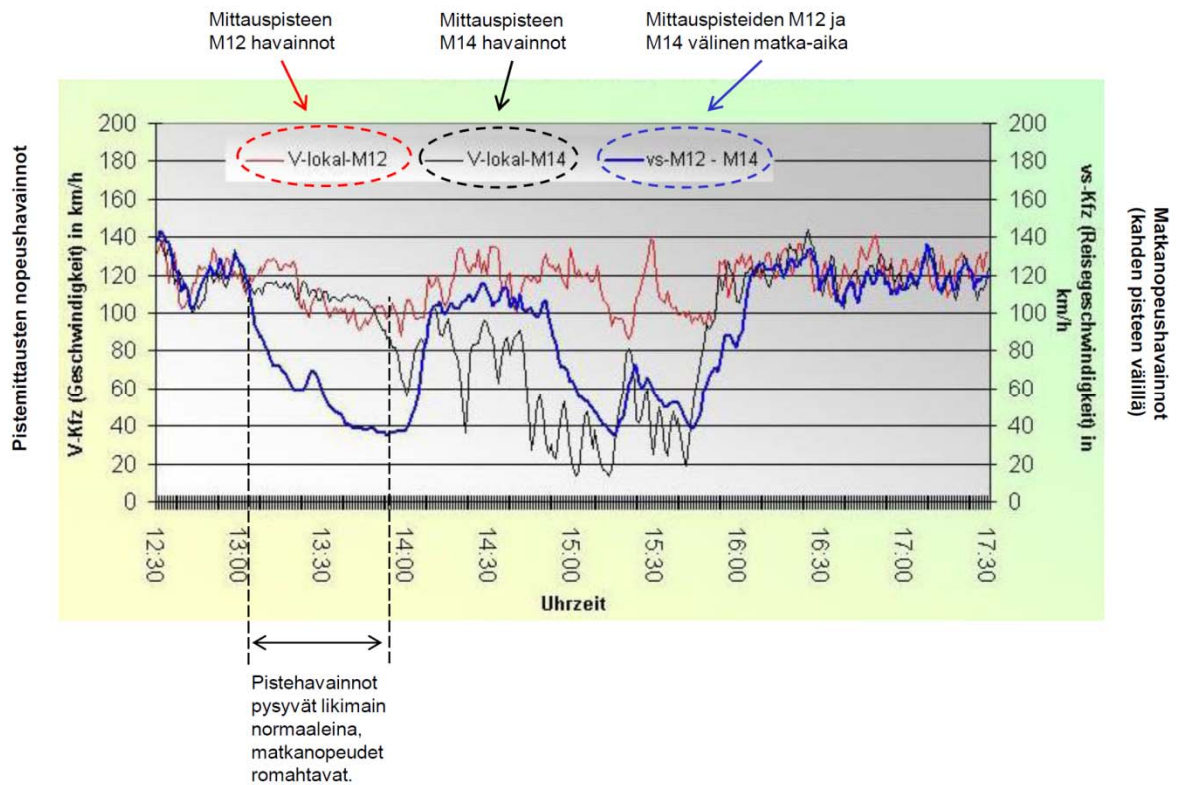
Haastateltu Ave GmbH:n edustaja ei antanut edes alustavia arvioita havaintolaitekustannuksista. Tiedossa on kuitenkin Elbe-tunnelin MAVe-Tun -häiriönhavaintojärjestelmän (3,3 km pitkä tunneli, 4 tunneliputkea, 2 kaistaa / tunneliputki, silmukaväli 300 m) toteutuskustannusarvio, joka on 1,8 miljoonaa euroa (lähde: Selvitys tunnelien häiriönhavaintotekniikoista, Kaakkois-Suomen ELY-keskus 2013). Kustannusarvio sisältää järjestelmäkokonaisuuden, johon on toteutettu silmukat arviolta 50 poikkileikkaukseen. Järjestelmäkokonaisuuden kustannusarviosta ei ole mahdollista irrottaa yksittäisen havaintolaitepisteen kustannuksia ja verrata sitä esim. Suomen LAM- tai LML-pisteiden toteutuskustannukseen.

Induktiosilmukoita joudutaan uusimaan aika-ajoin, johtuen mm. asfaltin ja asennusaineiden kulumisesta. Yhteenkytkettyjä silmukoita koskevat samat ylläpidon haasteet kuin perinteisiäkin induktiosilmukoita. Silmukoiden vaihtaminen on kallista, johtuen ajoradalla tehtävän työn liikenne- ja turvallisuusjärjestelyistä.

## 4.2.6 Kokemukset ja toteutus esimerkit

Aven tekniikkaan (tuotenimi MAVe-S) perustuen on toteutettu liikenteenhallintajärjestelmä Saksassa tielle A8 välille Ulm-Dornstadt. Noin 43 km tieosuudelle on toteutettu yhteensä 45 ajoratakohtaista silmukkailmaisinta, joista osa on toteutettu eritasoliittymien rampeille. Kahden havaintopisteen välinen etäisyys liittymien välillä on ollut luokkaa 1,5 km. Ilmaisinhavaintojen perusteella ohjataan vaihtuvia nopeusrajoituksia sekä vaihtuvia varoitus- ja kieltomerkkejä sekä tekstillisiä kilpiä. Vaihtuvia opasteita ohjataan myös sääolosuhteiden perusteella. Yhteenkytketyt silmukat toimivat myös häiriönhavaintojärjestelmänä.

Järjestelmään on toteutettu vaihtuva raskaan liikenteen ohituskielto. Ohituskielto kytkeytyy päälle tiheässä liikennevirrassa, jossa raskaan liikenteen ohitukset häiritsisivät muuta liikennevirtaa merkittävästi.



Kuva 21. Esimerkki MAVE-S -järjestelmän mittausdatan hyödyntämisestä häiriöiden havaitsemiseen (mittausdatakuvaajan lähde: J. Dubbert / Ave GmbH).

Esimerkkikuvassa on ote Ulm-Dornstadt-järjestelmän mittausdatasta häiriötilanteen aikana. Mittausdatasta havaitaan muun muassa seuraavaa:

- Klo 13 jälkeen mittauspisteiden M12 ja M14 välillä tapahtuu häiriö (mahdollisesti onnettomuus). Liikenne hidastuu häiriöstä johtuen erittäin merkittävästi (sininen matkanopeuskuvaaja), mutta häiriö ei ilmene pistemäisten mittausten havainnoissa (pistenopeudet pysyvät melko korkeina ilman merkittävää muutosta).
  - Vasta hieman ennen klo 14 häiriön vaikutukset ulottuvat mittauspisteelle M14, jonka kohdalla pistenopeudet laskevat nopeasti.
- Matkanopeuteen perustuva mittaus havaitsi häiriön yli puoli tuntia ennen kuin häiriön vaikutukset näkyivät pistemäisissä mittauksissa.

Ave GmbH:n kehittämää tekniikkaa arvioitiin "Selvitys tunnelien häiriönhavaintekniikoista" -muistiossa Kaakkois-Suomen ELY-keskus 2013), joka keskittyi häiriöhallintaan tunneliolosuhteissa. Selvityksessä todettiin, että tekniikka on potentiaalinen tunnelin liikenneolosuhteiden seurantaan, mutta pysähtyneiden ajoneuvojen tai esineiden havaitseminen ei ole mahdollista muuten kuin liikennevirran muutosten kautta.

## 4.2.7 Alustava arvio menetelmän soveltuvuudesta nopeusrajoitusten ohjaukseen

Selvityksen ja referenssikohteiden perusteella Ave GmbH:n silmukatekniikka soveltuu erinomaisesti nopeusrajoitusohjaukseen.

### Lähteet:

Sähköposti- ja puhelinkeskustelut, Jörg Dubbert / Ave GmbH ([dubbert@ave-web.de](mailto:dubbert@ave-web.de))

Selvitys tunnelien häiriönhavaintotekniikoista, Kaakkois-Suomen ELY-keskus 2013

## 4.3 Pintatutkat

### 4.3.1 Toimintaperiaate

Pintatutkan havainnot perustuvat radioaalto teknologiaan. Teknologian käytettävyys ei ole riippuvainen vallitsevista sääolosuhteista. Liikennekäyttöön soveltuvia tutkia valmistavat ainakin Navtech (Englanti) ja Saab (Ruotsi).

Ruotsin Trafikverket on ottanut käyttöön tutkailmaisimen (Navtech TS 350-X) E4-tiellä välillä Vårby-Moraberg. Tukholman eteläpuolella sijaitseva moottoritieosuus on muutettu 2-kaistaisesta 3-kaistaiseksi kaventamalla keskialuetta ja ottamalla vasemmanpuoleisen kaistan piennar ajokaistakäyttöön. 3-kaistaisessa totetutuksessa vasemman puoleisella ajokaistalla ei enää ole piennarta, joten pysähtyneet ajoneuvot ovat erityinen riski. Pysähtyneiden ajoneuvojen ja muiden häiriöiden havaitsemiseen on toteutettu tutkailmaisimeen perustuva valvonta- ja varoitusjärjestelmä, jonka toimintaperiaate vastaa tunnelien häiriönhavaintojärjestelmiä. Ruotsin kokemukset tutkailmaisimista häiriöhallinnan työkaluna ovat olleet positiiviset.

Tutkailmaisimen teoreettinen havaintoalue on jopa 3 km (1,5 km ilmaisimesta molempiin suuntiin). Kaarteet ja pituuskaltevuus pienentävät havaintoaluetta. Ruotsissa E4-tiellä yhdellä tutkalla havainnoidaan 1,5 km tietä. Yhden tutkailmaisimen investointikustannus on ollut luokkaa 40 000 €, sisältäen ilmaisimen lisäksi tienvarsipalvelimen. Tutkailmaisimien tuottaa erittäin suuret määrät dataa prosessoitavaksi, joten tiedonsiirto on toteutettu valokuituna.

### Lähteet:

Sähköposti- ja puhelinkeskustelut, Tomas Julner (Trafikverket) 01/2015

### 4.3.2 Mitattavat suureet

Tiedossa ei ole referenssikohteita, joissa tutkailmaisinta on käytetty liikennetietoon perustuvaan vaihtuvaan ohjaukseen. Trafikverket on aloittanut tutkailmaisimesta saatavan liikennedatan arviointityön. Tavoitteena on selvittää, voidaanko tutkailmaisinta käyttää esimerkiksi liikennetieto-ohjaukseen. Arviointityö valmistunee kesään 2015 mennessä.

Tutkan pyörimisnopeus määrittää sen, mitä suureita tutkalla voidaan mitata. Ruotsissa pyörimisnopeutta on kasvatettu 2 krs/s → 4 krs/s.

### **4.3.3 Mittaustarkkuus ja luotettavuus**

Trafikverket on aloittanut tutkailmaisimesta saatavan liikennedatan arviointityön. Tavoitteena on selvittää, voidaanko tutkailmaisinta käyttää esimerkiksi liikennetieto-ohjaukseen. Arviointityö valmistunee kesään 2015 mennessä.

### **4.3.4 Tekniset vaatimukset ml. tiedonsiirto**

Tutkailmaisimien tuottaa erittäin suuret määrät raakadataa prosessoitavaksi. Tästä johtuen valokuitu on tarpeen.

### **4.3.5 Investointi- ja käyttökustannukset**

Tutkailmaisimen ja sen raakadataa prosessoivan tienvarsipalvelimen investointikustannukset ovat Ruotsin kokemusten perusteella noin 40 000 €. Tarvittavien ilmaisimien määrää on vaikea arvioida ilman laitetoimitajan asiantuntemusta. Tutkan on todettu olevan melko huoltovapaa ja se voidaan asentaa tien sivuun. Näin ollen huoltokäynnit eivät vaadi työskentelyä tiealueella. Tämä laskee huolto- ja ylläpitokustannuksia.

### **4.3.6 Kokemukset ja toteutus esimerkit**

Tiedossa ei ole referenssikohteita, joissa tutkailmaisinta on käytetty liikennetietoon perustuvaan vaihtuvaan ohjaukseen.

### **4.3.7 Riskit**

Tutkan sijoitussuunnittelusta ei ole Suomessa kokemuksia, etenkin avo-osuudella. Ruotsin kokemusten perusteella sijoitussuunnittelu perustuu pitkälti tutkatoimittajan osaamiseen ja maastokäynteihin. Tästä johtuen sopivan seurantaverkon määrittely ja kustannustason arviointi on suunnitteluvaiheessa haastavaa.

### **4.3.8 Alustava arvio menetelmän soveltuvuudesta nopeusrajoitusten ohjaukseen**

Tutka on todettu toimivaksi häiriönhavaintoilmaisimeksi tunneli- ja avo-osuuksilla ulkomailla. Mestarintunnelissa suoritetuissa alustavissa testeissä ei vielä ole syntynyt varmuutta soveltuvuudesta tunnelien häiriönhavainnointiin Liikenneviraston asettamassa laatutasossa. Vielä ei ole tiedossa, kuinka luotettavaa liikennetiedodataa tutkalla voidaan kerätä ohjausjärjestelmän tarpeisiin. Trafikverket on aloittanut tutkailmaisimesta saatavan liikennedatan arviointityön. Tavoitteena on selvittää, voidaanko tutkailmaisinta käyttää esimerkiksi liikennetieto-ohjaukseen. Arviointityö valmistunee kesään 2015 mennessä.

## 4.4 Wlan ja Bluetooth

### 4.4.1 Toimintaperiaate

Wlan- ja Bluetooth- sensoreita tarjoavat useat yritykset. Tässä luvussa on esitetty tanskalaisen Blip Systemsin tarjoamat ratkaisut. Blip systems on toteuttanut useita ratkaisuja erilaisiin liikennevirran mittaustarpeisiin ympäri maailman.

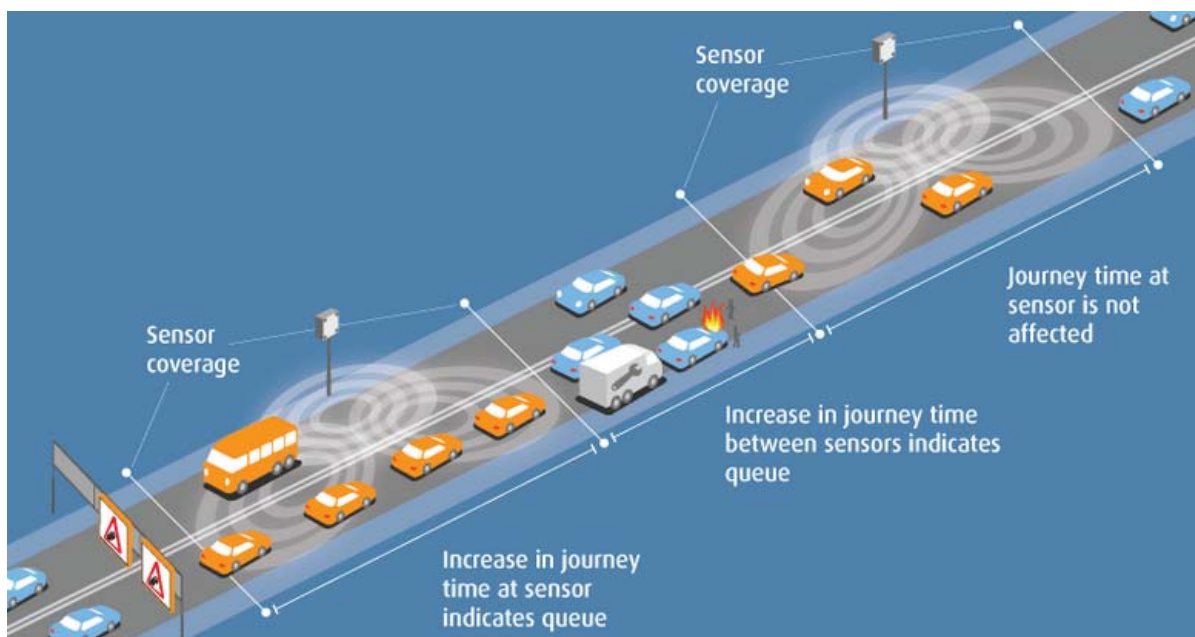
Blip Systems tarjoaa sensoreja, jotka havainnoivat sekä Wi-Fi että Bluetooth-yhteydellä varustettuja laitteita. Useissa uusissa ajoneuvoissa on Bluetooth-yhteys hands-free puhelua varten. Käytännössä kaikissa älypuhelimissa ja tableteissa on Wi-Fi yhteys. Kaikkea liikennettä ei kuitenkaan saada kiinni, koska kaikilla käyttäjillä ko. yhteydet eivät ole avoinna. Blip Systemsin mukaan yhdistetyllä Bluetooth-Wi-Fi –seurannalla saadaan dataa noin 50 % ohikulkevasta liikenteestä.

Laskenta toimii sekä kahden anturin välistä matka-aikaa seuraamalla että yhden anturin vaikutuspiirissä olemiseen kuluvaa aikaa seuraamalla. Yleensä kahden sensorin välistä aikaa käytetään matka-ajan laskentaan ja yhdellä sensorilla vietettävää aikaa häiriöiden nopeaan havainnointiin. Sensorit toimivat kaikissa keliolosuhteissa ja kaikissa liikenneolosuhteissa ja mittaavat kaikki virrat poikkileikkauksessa molempiin suuntiin. Sensorit voidaan asentaa tieympäristöstä löytyviin olemassa oleviin pylväisiin ilman liikenteen katkaisemistarvetta.

Suosittelun anturien välimatka liikenteen hallinnan sovelluksiin on 500 metriä. Raakadata salataan sensoreilla ja välitetään pilvipalveluun, jossa se jalostetaan käyttäjän tarvitsemaksi tiedoksi.

Blip Systemin mukaan heidän ratkaisujaan käytetään tällä hetkellä seuraaviin liikenteen hallinnan ratkaisuihin:

- matka-ajan laskentaan ja ruuhkautumisen havainnointiin
- jonoutumisesta varoittamiseen tienvarsiopeasteilla
- liikennevalojen toimivuuden evaluointiin ja optimointiin
- lähtöpaikka-määräpaikkatutkimuksiin
- liikennetiedon tuottamiseen erilaisiin liikennetietopalveluihin



Kuva 22. Bluetooth-Wifi –mittauksen käyttö liikennehäiriöiden havainnoinnissa ([www.blipsystems.com](http://www.blipsystems.com))



#### 4.4.2 Mitattavat suureet

Perussuurena mitataan matka-aikaa, joka voidaan muuntaa nopeudeksi. Blip Systemsin mukaan osa heidän asiakkaistaan arvioi havaintojen pohjalta myös liikennemäärää, koska havainnointi-% liikennevirrasta pysyy verraten vakiona liikennemäärän ollessa korkea. Arvioitua liikennemäärää on käytetty mm. matka-ajan enustamiseen sekä häiriöiden havainnointiin.

#### 4.4.3 Mittaustarkkuus ja luotettavuus

Anturit kykenevät tunnistamaan lähes kaikki soveltuvat laitteet. Kolmen mittauspisteen kenttäteisteissä 96,6 % soveltuvista laitteista havaittiin kaikissa pisteissä.

Yli 80 km/h nopeuksilla Bluetooth on luotettavampi mittaustapa kuin Wi-Fi. Bluetooth-anturit tunnistavat yli 95 % kahdessa pisteessä moottoritieolosuhteissa. Kuitenkin yhdistelmäanturia suositellaan myös moottoritieolosuhteisiin, koska Wi-Fi:llä saadaan tarkempaa tietoa kun liikenne ruuhkautuu. Blip Systemsin Bluetooth-anturi on riittävän herkkä, joten yhdellä anturilla voidaan havaita moottoritieellä sekä ajoneuvojen että matkapuhelinten bluetooth-laitteet, mikäli ne ovat päällä eikä niitä ole salattu.

Ratkaisun mittaustarkkuudeksi Blip Systems ilmoittaa +- 3 sekuntia jokaiselle sensorille. Yleensä medianin laskennassa mittausrvirheet kumoavat toisensa ja tarkkuus on erittäin hyvä.

500 metrin asennusvälillä kokemukset ovat osoittaneet, että poikkeuksellinen liikennetilanne havaitaan 1–5 minuutin sisällä tapahtuneesta.

Blip Systemsin palvelu sisältää erilaisten virhetekijöiden kuten pyöräilijöiden jne. suodattamisen aineistosta.

#### 4.4.4 Tekniset vaatimukset ml. tiedonsiirto

Blip Systemsin ratkaisu toimii kiinteällä yhteydellä, 3G:llä ja 4G:llä sekä Wi-Fi:llä.

#### 4.4.5 Investointi- ja käyttökustannukset

Ei tarkkaa tietoa kustannuksista, mutta yhden anturin hankintahinta on kuitenkin selvästi edullisempi kuin esimerkiksi LAM-pisteen varustaminen. Nopra-työssä tehdyn selvityksen mukaan yhden Bluetooth-anturin hinta on 2000-3500 euroa.

Blip Systems tarjoaa asiakkailleen pelkät laitteet tai vaihtoehtoisesti palvelupaketin, jossa ostetaan käytännössä pelkkää dataa.

Sensorin asennustyö kestää vain 15–30 minuuttia, eikä maastossa tehtävää huoltoa tarvita pääsääntöisesti lainkaan. Palvelusopimuksissa Blip Systems veloittaa ylläpidosta, tuesta sekä pilvipalvelun ylläpidosta.

#### 4.4.6 Kokemukset ja toteutus esimerkit

Ratkaisuista on runsaasti kokemuksia matka-ajan mittauksessa ja häiriöiden havainnoinnista ympäri maailman. Vaihtuvien tiedotusopasteiden ohjaukseen ratkaisua käytetään tällä hetkellä Uudessa Seelannissa, mutta käyttöönotto on tällä hetkellä käynnissä Tanskassa, Englannissa, Kanadassa ja Irlannissa.

Vaihtuvien nopeusrajoitusten ohjaukseen ratkaisuja ei kuitenkaan ole toistaiseksi integroitu.

#### 4.4.7 Riskit

Riskit liittyvät tekniikan soveltamiseen uudelleenlaiseen vaatimaan käyttötarkoitukseen. Käyttökokemuksia liikenteen hallinnan alueella kuitenkin on paljon ja niihin tutustumalla ja haastattelemalla voi saada tarkemman kuvan mahdollisista ongelmista.

Periaatteellisena riskinä on, että järjestelmän toimivuus edellyttää ajoneuvoilta tai matkustajilta tiettyjen tekniikoiden käyttöä. Jokin ulkoinen seikka, esim. yllättävä tietoturvallisuusongelma, voisi johtaa siihen että ihmiset siirtyvät pitämään ko. tekniikat pois päältä / tavoittamattomissa.

#### 4.4.8 Alustava arvio menetelmän soveltuvuudesta nopeusrajoitusten ohjaukseen

Bluetooth- ja Wi-Fi –seuranta on potentiaalinen ratkaisu täydentämään harvakkolla silmukkaverkolla tehtävää mittausta. Erityisen lupaavalta ratkaisu näyttää häiriöiden automaattisen havainnoinnin kannalta. Koska ratkaisu mittaa paitsi matka-aikaa/nopeutta myös karkealla tarkkuudella liikennemäärää, tarjoaa ratkaisu monipuolisemmat mahdollisuudet uudelleenlaisen ohjausalgoritmin kehittämiseen. Lyhyt linkkiväli sekä yhdellä anturilla viipymisen mittaus mahdollistaa nopean reaktiivisuuden liikennevirran muutoksiin.

##### Lähteet:

Blip Systemsin internet-sivut [www.blipsystems.com](http://www.blipsystems.com)

Sähköposti Preben Andersen/Blip Systems 29.1.2015.

### 4.5 Kaupallinen FCD-data

#### 4.5.1 Toimintaperiaate

Useat yritykset keräävät liikenteen sujuvuustietoa ajoneuvoista, joissa on yrityksen myymä laite tai sovellus. Ajoneuvon laitteessa kuten navigaattorissa tai ajoneuvossa olevassa matkapuhelimessa on gps-paikannin, joka seuraa jatkuvasti ajoneuvon liikkumista tiellä. Paikannustieto siirretään laitteesta yrityksen tietojärjestelmään esimerkiksi 3G-yhteyden avulla. Keräämällä tietoa riittävän suuresta käyttäjämässasta muodostuu ai-neistosta varsin tarkka kuva liikennevirran sujuvuudesta eri tienosilla. Laitteen tai sovelluksen käyttäjä hyväksyy, että yritys saa suorittaa käyttäjän liikkumisen anonyymiä seurantaa. FCD-dataa tarjoavia yrityksiä ovat mm. Here, Tomtom, Inrix ja Mediamobile.

Menetelmän toimivuus edellyttää kehittyneitä tiedon suodatusalgoritmeja, joilla sujuvuusdatasta suodatetaan pois joukkoliikennevälineissä olevat, pyöräilijät ja kävelijät ja muut outlierit. Myös liikennevalot aiheuttavat liikennevirtaan hetkittäisiä pysähdyksiä, minkä olemassaolo on huomioitava datan jalostamisessa varsinaiseksi sujuvuustiedoksi.

#### 4.5.2 Mitattavat suureet

FCD-menetelmillä voidaan mitata ainoastaan tieosakohtaista matkanopeutta. Ajoneuvot havaitaan kahdessa määrittelyssä pisteessä ja lasketaan nopeus pisteiden välisen etäisyyden kulkemiseen kuluneesta ajasta. Menetelmillä ei saada tietoa liikennemäärästä. Keskimääräisen matkanopeuden lisäksi tarjolla on usein tieto sujuvuusluokasta, ruuhkaisuusasteesta tms. suhteessa vapaisiin olosuhteisiin.

### 4.5.3 Mittaustarkkuus ja luotettavuus

Toistaiseksi ei ole saatavilla riittävästi tietoa eri yritysten tarjoaman sujuvuusdatan laadusta tai tarkkuudesta suhteessa johonkin tunnettuun vertailumittausmenetelmään. Näin ollen on vaikea esittää perustellusti, onko tietyn palvelun tarjoajan datan laatu riittävä liikenteen ohjauksen tarpeisiin. Kuitenkin esimerkiksi Heren karttasovelluksella varustettuja matkapuhelimia on Suomessa käytössä runsaasti ja voidaan olettaa että Pääkaupunkiseudun päätieverkolla reaaliaikaisen tiedon laatu on kohtalaisen hyvällä tasolla.

Heren tieto päivittyy kaupalliseen rajapintaan muutaman minuutin välein. Mittauslinkkien pituus on kaupunkiseudun pääväylillä varsin lyhyt, noin 0,5–1 km luokkaa, mikä mahdollistaa varsin nopean reagoinnin sujuvuuden muutoksiin. On kuitenkin mahdollista, että yritykset pystyvät tarjoamaan räätälöityä palvelua esimerkiksi tietyn väylän liikenteen ohjauksen tarpeisiin.

Strafica Oy testaa tällä hetkellä Liikenneviraston hankkeessa häiriötilanteiden tunnistamista Heren sujuvuusdatasta. Hankkeessa analysoidaan historiallista sujuvuusdataa ja arvioidaan häiriötiedottamisen laatua. Tulokset valmistuvat kesällä 2015.

### 4.5.4 Tekniset vaatimukset ml. tiedonsiirto

FDC-menetelmien etuna on, että ne eivät edellytä minkäänlaista infrastruktuuria tien varteen.

### 4.5.5 Investointi- ja käyttökustannukset

Hintaa on vaikea arvioida, koska se edellyttäne neuvotteluja yritysten kanssa. Hintaa on kuitenkin todennäköisesti erittäin edullinen verrattuna esim. silmukkaratkaisuun. Vertailun vuoksi voidaan todeta, että yrityksen omaan käyttöön (max. 3 käyttäjää) hankittuna Heren ajantasaisen rajapinnan käyttöoikeus on luokkaa 3000 euroa/vuosi koko Suomesta.

### 4.5.6 Kokemukset ja toteutus esimerkit

Toistaiseksi FCD-dataa käytetään lähinnä liikenteen tietopalveluissa tietoa keräävien yritysten toimesta. Kokemuksia soveltuvuudesta liikenteen ohjaukseen, jossa palvelutasovaatimukset ovat kovemmat, ei ole juurikaan tiedossa. Kiinnostusta FCD-datan laajempaan käyttöön on kuitenkin myös Keski-Euroopassa.

Hollannissa käynnistyy vuonna 2015 pilotti moottoritieellä A58, jossa testataan kolmen eri yrityksen tarjoamaa dataa nopeussuosituksiin, joita tarjotaan suoraan ajoneuvolaitteelle. Tietoja yhdistellään silmukkamittauksiin. Pilotin tavoitteena on selvittää, onko datan laatu riittävä liikenteen ohjauksen tarpeisiin.

### 4.5.7 Riskit

FCD-datan riskit liittyvät erityisesti tiedon laatuun sekä riippuvuuteen ulkopuolisesta toimijasta. Mahdollisten tiedon tarjoajien datan laatua on tutkittava vertailumittauksella ennen mahdollista kokeilukäyttöä liikenteen

ohjauksessa. Palvelun saatavuuteen (esim. käyttökatkoksiin) liittyviä riskejä voidaan hallita sopimuksilla, mutta näin kriittisen osajärjestelmän hankkiminen ulkopuolisena palveluna voi olla riski ja mahdollisten ongelmatilanteiden selvittäminen hankalaa.

Toinen riski liittyy siihen, että FCD-tiedoista puuttuva liikennemäärätieto antaa suppeamman kuvan liikennetilanteesta kuin perinteisemmät menetelmät.

#### **4.5.8 Alustava arvio menetelmän soveltuvuudesta nopeusrajoitusten ohjaukseen**

FCD-tieto on edullisuutensa ja esimerkiksi huoltovapautensa puolesta kiinnostava vaihtoehto myös liikenteen ohjauksen kannalta. Vähintään tietoa voidaan hyödyntää tuottamaan tilannekuvatietoa ja herätteitä liikenteen ohjaajille, vaikka sitä ei käytettäisikään automaattiohjauksessa. Potentiaalinen hyödyntämistapa on myös yhdistellä FCD-tietoa harvakkolla silmukkaverkolla kerättyyn tietoon, jolloin myös liikennemääristä saadaan tietoa ohjausalgoritmin käyttöön. Käyttöönotto edellyttäisi jatkoselvittelyä ja kokeiluja.

### **4.6 Sujuva-palvelu**

#### **4.6.1 Toimintaperiaate**

Sujuva on Liikenneviraston tilaama matka-aika- ja sujuvuustietopalvelu, jonka tuottavat TeliaSonera ja Here. Palvelu perustuu kahden mittaustavan yhdistelmään, jolla saadaan nostettua havaintomäärä korkeammalle tasolle kuin yhdellä menetelmällä. Toinen käytettävä mittausmenetelmä on matkapuhelinten solupaikannus. Solupaikannus toimii siten, että järjestelmä rekisteröi ajanhetken, jolloin tietty matkapuhelin vaihtaa tukiasemaa. Koska tukiaseman vaihto tapahtuu aina samassa kohtaa tietä, voidaan tietojen perusteella laskea matka-aika kahden tukiaseman vaihtopisteen välillä. Ratkaisu mahdollistaa sellaisten matkapuhelinten hyödyntämisen, joissa on käynnissä joko puheyhteys tai aktiivinen datayhteys. Toinen mittausmenetelmä on edellisessä luvussa kuvattu matkapuhelinten gps-seuranta, jotka tiedot toimittaa Here. Teliasonera vastaa solupaikannuksesta sekä tietojen fuusioinnista ja jalostamisesta.

Palvelu tulee käyttöön vuoden 2015 alkupuoliskolla.

#### **4.6.2 Mitattavat suureet**

Sujuva mittaa matka-aikaa tiettyjen vakiopisteiden välillä. Matka-ajasta lasketaan myös sujuvuusluokkatieto.

Mittauslinkkien pituus vaihtelee jonkin verran mutta on valtiolla 4 Järvenpään eteläpuolella 700 m – 6000 m, keskimäärin 2,7 km. Mittauslinkkien pituus on suunnittelualueella varsin pitkä, mikä aiheuttaa viivettä matka-ajan laskentaan ja siten myös esimerkiksi häiriöiden havainnointiin.

#### **4.6.3 Mittaustarkkuus ja luotettavuus**

Mittaustarkkuudesta on käynnissä vertailututkimus, jossa mittauksia verrataan rekisterikilpien tunnistuksella saatuun mittaukseen. Tutkimus valmistuu keväällä 2015.

Voidaan kuitenkin olettaa, että kahta mittausmenetelmää yhdistellen saadaan aikaiseksi tarkempi lopputulos kuin pelkkään FCD-menetelmään perustuvalla mittauksella.

#### **4.6.4 Tekniset vaatimukset ml. tiedonsiirto**

Ratkaisu ei edellytä lainkaan tienvarsi-infrastruktuuria. Tavanomaisia käyttötapauksia varten Sujuvan mitausdata jaellaan Digitraffic-rajapinnasta, johon mittaukset päivittyvät minuutin välein. Liikenteen ohjausta varten lienee mahdollista toteuttaa erillinen räätälöity rajapintapalvelu, jossa on soveltuva palvelutaso.

#### **4.6.5 Investointi- ja käyttökustannukset**

Hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että datan hankinnasta on jo sopimus Liikennevirastolla, joten sen käyttö uusiin tarkoituksiin ei lisää kustannuksia lainkaan, ellei palveluun tarvita muutoksia käyttötapauksen johdosta.

#### **4.6.6 Kokemukset ja toteutusesimerkit**

Palvelun käytöstä ei ole vielä kokemuksia.

#### **4.6.7 Riskit**

Suurin riski liittyy datan laatuun erityisesti hiljaisina ajankohtina, jolloin havaintoja kertyy vähän.

Kuten FCD-tiedoissa, myös Sujuvaan liittyy riski siitä, että puuttuva liikennemäärätieto antaa suppeamman kuvan liikennetilanteesta kuin eräät muut menetelmät.

Oman riskinsä muodostaa myös palvelusta tehty sopimus, joka päättyy määräajan jälkeen. Käyttö liikenteen ohjaukseen edellyttäneen erillistä sopimusta palveluntuottajien kanssa.

#### **4.6.8 Alustava arvio menetelmän soveltuvuudesta nopeusrajoitusten ohjaukseen**

Sujuva on edullisuutensa ja esimerkiksi huoltovapautensa puolesta kiinnostava vaihtoehto tuottamaan herätteitä liikenteen ohjaajille. Mittauslinkit ovat liikenteen ohjauksen kannalta hieman liian pitkät, sillä tietoa sujuvuuden muutoksesta saadaan vasta sitten kun ajoneuvo on havaittu kahdessa peräkkäisessä mittauspisteessä. Menetelmä soveltuu kaikkein heikoimmin liikenteen automaattiseen ohjaukseen.

### **4.7 Yhteenveto vaihtoehdoista**

Seuraavassa taulukossa on esitetty yhteenveto eri menetelmien ominaisuuksista, vahvuuksista ja heikkouksista suhteessa vertailuvaihtoehtoon.

Taulukko 3. Monitorointitekniologioiden vertailua.

Menetelmä	Mitattavat suureet (Q=liikennemäärä, v=nopeus)	Suosittelut anturien asennusväli	Karkea inv. kustannusarvio (33 km moottoritietä)	Menetelmän edut	Menetelmän heikoudet ja riskit	Alustava arvio soveltuvuudesta
Perinteinen silmukkamaisiin (vertailuvaihtoehto)	pistemäinen Q, v, ajoneuvotyyppi	Hollannissa ja Englannissa 500 m	1,7 milj. euroa	Mahdollistaa monipuolisten algoritmien kehittämisen. Paljon kokemuksia maailmalta.	Kallis investointi, kallis ylläpito. Ei mittausta pisteiden välillä. Ei mittaa hyvin seisovaa liikennettä.	Soveltuu varmasti ohjaukseen.
Yhteenkytketyt silmukat	pistemäinen Q, v, linkkikohtainen yksittäisen ajoneuvon matkanopeus	Saksassa liittymien välillä 1,5 km + rampien laitteet	Noin 35 000 €/poikki-leikkaus. Saksan toteutuskustannusten perusteella jonkin verran edullisempi kuin vertailuvaihtoehto	Yksi järjestelmä mahdollistaa pistemittauksen lisäksi linkkikohtaisen seurannan ja monipuoliset algoritmit. Nopea häiriönhavainnointi.	Kalliit ylläpitokustannukset silmukoilla. Menetelmästä vasta vähän kokemuksia liikenteen ohjauksessa.	Hyvin potentiaalinen menetelmä kehittyneeseen ohjaukseen. Ei edellytä lisäksi muita menetelmiä.
Pintatutka	Q, v. Soveltuvuus ohjaukseen on testissä Ruotsissa.	Noin 1,5 km riippuen tiegeometriasta.	40 000 euroa/tutka. Kokonaiskustannus samaa luokkaa yhteenkytkettyjen silmukoiden kanssa.	Vähäinen huoltotarve. Tuottaa suuren määrän dataa, joka voi mahdollistaa monipuoliset algoritmit.	Soveltuvuudesta vaihtuvaan ohjaukseen ei lainkaan kokemuksia. Ei vielä tiedossa, mitä suureita voidaan mitata ja kuinka luotettavasti. Edellyttää valokuitua.	Soveltuu kokemusten mukaan häiriöiden havainnointiin. Kiinnostava vaihtoehto, joka edellyttää tarkempaa selvittämistä ja tietoa kokeiluista.

Menetelmä	Mitattavat suureet (Q=liikennemäärä, v=nopeus)	Suosittelun anturien asennusväli	Karkea inv. kustannusarvio (33 km moottoritietä)	Menetelmät edut	Menetelmän heikkoudet ja riskit	Alustava arvio soveltuvuudesta
Bluetooth/WiFi	Linkkikohtainen matkanopeus, viipymä yhdellä anturilla. Tiedot ajoneuvon tarkkuudella. Karkea arvio myös liikennemäärästä.	500 m valmistajan suositus	laitteet varsin edullisia, pelkät BT-anturit 2000-3500 eur/kpl. Kustannusarvio selvästi vertailuvaihtoehtoa edullisempi.	Maailmalla useita referenssitoteutuksia. Nopea häiriönhavainnointi. Alhainen kustannustaso.	Mittaustarkkuus ei samaa luokkaa kuin silmukoilla. Wifi ei toimi moottoritienopeuksissa. Edellyttää rinnalle vähintään harvahaakoja silmukkaverkkoa.	Potentiaalinen työkalu häiriöiden havainnointiin yhdistettynä muuhun tiedonkeruuseen.
Kaupallinen FCD-data	Matkanopeuden keskiarvo linkillä Sujuvuusluokka	ei edellytä lainkaan tienvarsiteknologiaa. Lyhyt linkkiväli.	Selvästi vertailuvaihtoehtoa edullisempi	Alhainen kustannustaso. Ei ylläpitokustannuksia. Lyhyt linkkiväli mahdollistaa maantieteellisesti tarkkan havainnoinnin.	Keskiarvoistettu nopeusdata on epätarvempaa kuin ajoneuvokohtainen. Ei mittaa liikennemäärää. Ei kokemuksia käytöstä liikenteen ohjauksessa.	Palvelee ainakin lisätietona/herätteenä tieliikennekeskuksen tilannekuvajärjestelmässä. Ohjauksessa käytössä edellyttää yhdistämistä muihin mittausmenetelmiin.
Sujuva-palvelu	Matkanopeuden keskiarvo linkillä Sujuvuusluokka	ei edellytä lainkaan tienvarsiteknologiaa. Palvelussa varsin pitkät linkkivälit.	Palvelusta on jo hankintasopimus, joten hyödyntäminen periaatteessa ilmaista, ellei edellytä muutoksia rajapintaan.	Alhainen kustannustaso. Ei ylläpitokustannuksia hankkeelle.	Keskiarvoistettu nopeusdata on epätarvempaa kuin ajoneuvokohtainen. Ei mittaa liikennemäärää. Pitkät mittauslinkit, reagoi hitaasti häiriöihin. Ei suunniteltu liikenteen ohjaukseen.	Palvelee ainakin lisätietona/herätteenä tieliikennekeskuksen tilannekuvajärjestelmässä. Soveltuvuus automaattiseen ohjaukseen voi olla heikko.

## 4.8 Vaihtoehtojen soveltuvuus suhteessa liikenteen hallinnan tavoitteisiin

Potentiaalisiksi vaihtoehtoiksi liikenteen monitoroinnin teknisistä ratkaisuvaihtoehdoista tunnistettiin edellisen yhteenvetotaulukon pohjalta työn ohjausryhmässä pintatutkat, yhteenkytketyt silmukat sekä Bluetooth- ja Wifitunnistus yhdistettynä liittymien perinteisiin silmukoihin.

Oleellinen kysymys monitorointitekniikan valinnalle on, kuinka hyvin vaihtoehdot palvelevat luvussa 3 esitettyjen liikenteen hallinnan tavoitteiden toteutumista. Seuraavassa taulukossa on esitetty liikenteen hallinnan tavoitteet, tavoitteita tukevat ohjaustoimenpiteet ja –politiikat ja edelleen niistä johdetut tarpeet liikenteen monitoroinnille. Näihin on taas peilattu eri teknologiavaihtoehtoja.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tarvittavista ohjauspolitiikoista nousee kahdenlaisia liikenteen monitoroinnin tarpeita:

- liikennemäärää on kyettävä seuraamaan kaistakohtaisesti ja ajoneuvotyyppit eritellen
- liikenteen ruuhkautuminen on kyettävä havaitsemaan nopeasti ja jonon pään sijainti on tunnettava melko tarkasti

Osa ohjauspolitiikoista, kuten isojen häiriötilanteiden hallinta, edellyttää näiden molempien mittausten yhdistämistä (liikenteen nopeus laskee ja liikennemäärä alavirrassa putoaa selvästi).

Kehä III:n ulkopuolella ohjausympäristössä A (kts. luku 3.2.3.) monitoroinnin vaatimukset ovat kovimmat. Tässä toimintaympäristössä kaikki monitoroinnin tarpeet voidaan tyydyttää yhdellä teknologialla, mikäli valitaan yhteenkytketyt induktiosilmukat. Ohjausympäristössä B Kehä III:n sisäpuolella riittää, että ruuhkautuminen erityisesti tunnetuissa pullonkauloissa havaitaan nopeasti. Tähän tarkoitukseen tutka on nopein vaihtoehto, ja se tulee todennäköisesti edullisemmaksi kuin hyvin tiheä yhteenkytkettyjen silmukoiden verkko. Lisäksi alueella tarvitaan tietoa liikennemääristä muutamasta mittauspisteestä, jotka voivat olla myös perinteisiä silmukoita.

Ohjausympäristöluokassa C välillä Kerava-Järvenpää pärjätään perinteisellä induktiosilmukalla, mutta monitorointi voidaan toteuttaa yksinkertaisuuden vuoksi myös yhteenkytketyillä silmukoilla käyttäen selvästi harvempaa silmukkaverkkoa kuin toimintaympäristöluokassa A. Tällöin myös ko. liittymäväli saataisiin linkkimittauksen piiriin.

Edellä kuvattu on ehdotus jatkosuunnittelun pohjaksi. Kyseessä olisi kahden uudenlaisen teknologian kokeilu Suomen olosuhteissa, mikä palvelisi erinomaisesti pilotin alkuperäistä tarkoitusta. Ratkaisua kannattaa muuttaa mikäli esim. kustannusarvion tarkentuessa vertailuasetelma muuttuu tai muualla käynnissä olevista pilo- teista tulee uutta tietoa ratkaisujen toimivuudesta.



Taulukko 4. Liikenteen hallinnan tavoitteet, niihin liittyvät ohjauspolitiikat ja vaatimukset monitoroinnille.

Liikenteen hallinnan tavoite	Tavoitetta tukeva ohjauspolitiikka	Toiminnalliset vaatimukset monitoroinnille	Soveltevat monitorointitekniikat
Häiriöiden ehkäisy ja sujuvuuden varmistaminen korkean nopeustason alueilla (Liikenteen rauhoittaminen proaktiivisesti)	Ensi vaiheessa raskaan liikenteen ohituskielto.  Nopeusrajoituksen laskeminen 100 km/h:ssa. Ohjausparametreina liikennemäärä ja raskaan liikenteen määrä (painottaen mahdollisesti vasemman kaistan liikennemäärää). TIO-opasteella nopeusrajoituksen perustelu.	Liikennemäärän ja ajoneuvotyypin mittaaminen kaistakohtaisesti liittymäväleittäin	(perinteinen) induktiosilmukka yhteenkytketyt silmukat
Raskaan liikenteen aiheuttamien häiriöiden ehkäisy	Raskaan liikenteen ohituskielto, ohjausparametrina liikennemäärä.	Liikennemäärän ja ajoneuvotyypin mittaaminen kaistakohtaisesti liittymäväleittäin	induktiosilmukka yhteenkytketyt silmukat
Jonojen sijainnin nopea havaitseminen, pysähtelevistä jonoista varoittaminen	Nopeusrajoituksen lasku 100-80-60 km/h, ruuhkavaroitus ja TIO- viesti ennen pullonkaulaa.  Esimerkkiviesti ”PYSÄHTELEVÄ JONO” + etäisyys kohteeseen x km.	Liikenteen ruuhkautumisen nopea tunnistaminen millä tahansa linkkivälillä. Arvio etäisyydestä jonon päähän on annettava vähintään 1 km tarkkuudella.	yhteenkytketyt silmukat, WLAN/Bluetooth, tutka [perinteinen induktiosilmukka edellyttää noin 500 m välejä]
Häiriöiden nopea havaitseminen, häiriöistä varoittaminen	Nopeusrajoituksen lasku 100-80-60 km/h, ruuhkavaroitus ja TIO- viesti ennen pullonkaulaa.  Esimerkkiviesti ”PYSÄHTELEVÄ JONO” + etäisyys kohteeseen x km.	kapasiteetin väliaikaisen laskun tunnistaminen millä tahansa linkkivälillä	induktiosilmukka, yhteenkytketty silmukka, tutka
Liittymisen sujuvoittaminen, liittymien häiriöiden vähentäminen	Liittymäalueen rajoitusten laskeminen tasolle 60-80 km/h riippuen kohteesta. Sopivat TIO- viestit.	liikennetiheyden (tai liikennemäärän ja nopeuden) mittaaminen sekoittumisalueella	tutka, induktiosilmukka yhteenkytketyt silmukat
Tapahtuneiden häiriöiden vaikutusten vähentäminen	Tiedotusopasteiden käyttö ennen vaihtoehtoista reittiä (huom. PKS-häiriökirjasto).	kapasiteetin väliaikaisen laskun tunnistaminen millä tahansa linkkivälillä	induktiosilmukka, yhteenkytketty silmukka, tutka

# 5 Järjestelmän toiminnallinen ja tekninen konsepti

## 5.1 Opasteiden käyttö- ja sijoitusperusteet

Järjestelmän vaihtuvien opasteiden alustava suunnitelma on esitetty järjestelmäkaaviossa (liite 1). Suunnitelmassa esitetyt vaihtuvat opasteet ja niiden sijoitus- ja käyttöperiaatteet on esitetty seuraavassa. Tieympäristön osalta järjestelmäkoonpanon suunnittelussa on huomioitu Kehä III - Vt 7 -parannushankkeet sekä välin Porvoonväylän eritasoliittymä - Kehä I parannustoimenpidesuunnitelmat (mm. ramppijärjestelyt Kehä I:lle).

- **Vaihtuvan kielto- ja varoitusmerkin, lisäkilven ja nopeusrajoitusmerkin yhdistelmä (KRM-VME/TIO/KRM).** Opasteet toteutetaan molemmissa ajosuunnissa välille Järvenpää (et.) - Porvoonväylä sekä eteläsuunnalle valtatielle 7 Kehä III:n jälkeen. Opasteet sijoitetaan päätielle eritasoliittymän jälkeen ns. rampin päättäväksi opasteiksi.

Pääsääntöisessä käytössä opasteella asetetaan eritasoliittymävälille nopeusrajoitus sekä ohituskielto kuorma-autoille. Ohituskielto on voimassa aina seuraavaan liittymään asti. Nopeusrajoituksia ohjataan sää-, keli- ja liikennetiedon perusteella. Ohituskielto astetaan, kun liikennemäärät liittymävälillä ylittävät asetetun raja-arvon.

Opasteissa voidaan näyttää ohituskielto-merkin sijasta varoitusmerkkiä ja lisäkilpeä. Näitä käytetään muun muassa silloin, kun eritasoliittymävälillä on havaittu kapasiteettia alentava äkillinen häiriö ('ruuhkavaroitusta' + etäisyys kohteeseen -lisäkilpi) tai keliolosuhteet ovat poikkeuksellisen huonot ('liukas ajorata'). Varoitusmerkin käytön aikana nopeusrajoitus on asetettu alhaiseksi (alustavasti 60...80 km/h, riippuen rajoituksen perusarvosta opasteiden kohdalla).

- **Ajoradan yläpuolinen vaihtuvan varoitusmerkin ja tekstillisen kilven yhdistelmä (VME/TIO).** Opasteet toteutetaan eteläsuunnassa välille Järvenpää (et.) - Porvoonväylä ja pohjoissuunnassa välille Pihlajamäki - Kerava. Valtatielle 7 toteutetaan yksi opasteyhdistelmä ennen Porvoonväylän eritasoliittymää.

Opasteet sijoitetaan portaaliin noin 300 m ennen seuraavan eritasoliittymän ennakkoviittaa. Pääsääntöisesti tämä tarkoittaa sijoitusta noin 1,8 km ennen eritasoliittymän erkanevaa rampia, mikäli ennakkoviitta on sijoitettu 1,5 km päähän rampista. Jatkosuunnittelussa portaalit tulee yhteensovittaa kiinteän viitoituksen kanssa.

Varoitusmerkissä voidaan esittää varoitus ruuhkasta, liukkaasta ajoradasta, sivutuulesta ja tietyöstä. Lisäkilvellä voidaan varoitusmerkin yhteydessä esittää näytöt 'etäisyys kohteeseen' ja 'vaikutusalueen pituus' (käytetään pääsääntöisesti 'etäisyys kohteeseen'-näyttöä ruuhkavaroituksen yhteydessä). Tekstillisellä kilvellä pääsääntöisesti tarkennetaan varoitusmerkin sisältöä Liikenneviraston määrittelemän ohjauspolitiikkaa koskevan ohjeistuksen puitteissa tai tiedotetaan kyseisen tien tai päätieverkon häiriöistä.

Ruuhkavaroituksen yhteydessä esitettävä 'etäisyys kohteeseen' määritellään likimain tien kohtaan, josta liikenteen ruuhkautuminen seurantajärjestelmän havaintojen perusteella alkaa. Esimerkiksi silmukkapohjaisen linkkimittauksen tapauksessa 'etäisyys kohteeseen' asetettaisiin sen mittauslinkin alkuun, jolta ruuhkahavainnot ovat saatu.

Opasteen sijoituksella pyritään siihen, että opasteella voidaan tiedottaa ja varoittaa mahdollisimman tehokkaasti edessä olevan liittymäalueen ja liittymävälän liikennetilanteesta ja sää- ja kelitilanteesta. Sijoittamalla opaste lähelle liittymäaluetta, joissa häiriöt ensisijaisesti ilmenevät, tienkäyttäjä kokee ohjauksen oikea-aikaiseksi ja uskottavaksi; havaittu tilanne ei ehdi kehittyä merkittävästi tiedotuksesta/varoituksesta poikkeavaksi, koska varoitus/tiedotus esitetään suhteellisen lähellä ongelmakohtaa. Lisäksi sijoitus ennen eritasoliittymän erkanevaa rampia palvelee tehokkaammin reitinohjausta vakavissa häiriötilanteissa (opaste on lähellä vaihtoehtoisen reitin erkanemispistettä, jolloin mahdollisimman moni tienkäyttäjä ehtii nähdä viestin).

Opasteen portaaliin asetetaan myös nopeusrajoitusmerkit (nopeusrajoitusmerkkien ohjausta käsitellään jatkossa erikseen).

- **Vaihtuvan varoitusmerkin, lisäkilven ja nopeusrajoitusmerkin yhdistelmä rampeilla (VME/TIO/KRM).** Opasteet on toteutettu niille eritasoliittymän liittyville rampeille, joita päätiellä edeltää VME/TIO-yhdistelmä- ja nopeusrajoitusmerkkiportaali. Opasteissa voidaan esittää varoitus ruuhkasta, liukaasta ajoradasta, sivutuulesta ja tietyöstä. Lisäkilvellä voidaan varoitusmerkin yhteydessä esittää näytöt 'etäisyys kohteeseen' ja 'vaikutusalueen pituus' (käytetään pääsääntöisesti 'etäisyys kohteeseen'-näyttöä ruuhkavaroituksen yhteydessä).

Opasteissa toistetaan VME/TIO-yhdistelmä- ja nopeusrajoitusmerkkiportaalien opasteiden ohjaukset (pl. tekstillisen kilven viestit ja 'muu vaara' -merkki).

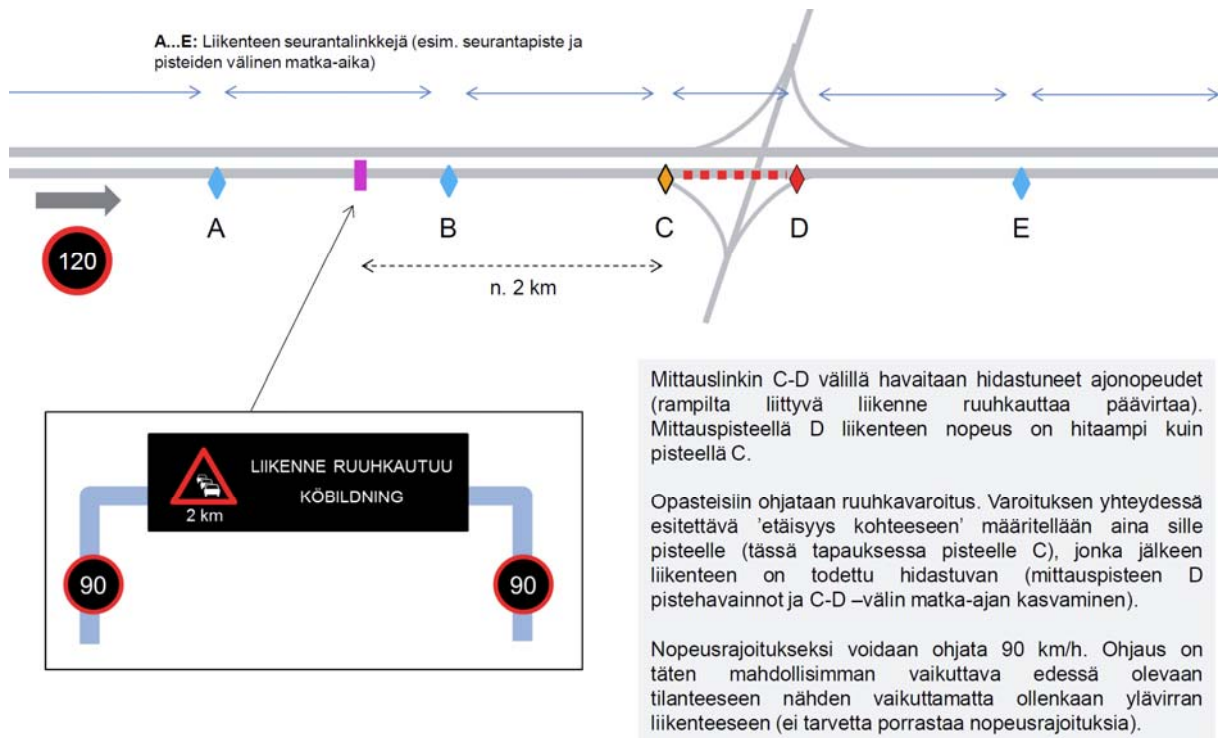
Nopeusrajoitus asetetaan rampilla aina samaan arvoon kuin päätiellä ennen rampia.

- **Vaihtuvan varoitusmerkin, lisäkilven ja nopeusrajoitusmerkin yhdistelmä päätiellä (VME/TIO/KRM).** Opasteet on toteutettu eteläsuunnassa Porvoonväylän eritasoliittymän eteläpuolelle sekä pohjois- ja itäsuunnassa Kehä I:ltä saapuvien rampeille ja Porvoonväylälle.

Opasteissa voidaan esittää varoitus ruuhkasta, liukaasta ajoradasta, sivutuulesta ja tietyöstä. Lisäkilvellä voidaan varoitusmerkin yhteydessä esittää näytöt 'etäisyys kohteeseen' ja 'vaikutusalueen pituus' (käytetään pääsääntöisesti 'etäisyys kohteeseen'-näyttöä ruuhkavaroituksen yhteydessä).

- **Nopeusrajoitusmerkit (KRM).** Nopeusrajoitusmerkit toteutetaan yllä kuvattujen yhdistelmäopasteiden lisäksi pääsääntöisesti liittyviä edeltävien portaalien pylväsrakenteisiin. Tällä tavoin muodostuu tiheämpi ohjausjaksojako, jolloin nopeusrajoitusten ohjaus ei vaikuta liian pitkälle ylävirtaan olosuhteista, joiden vuoksi nopeusrajoituksia ohjataan (esim. liittymäalueen ruuhkautumisesta johtuva nopeusrajoituksen lasku voidaan tehdä n. 2 km ongelmakohtasta, kun "perinteisissä" opastekokoonpanoissa rajoitukset laskettaisiin edellisen eritasoliittymän jälkeisillä merkeillä). Toteutus portaalihin ennen eritasoliittymäaluetta palvelee pisimmillä eritasoliittymäväleillä myös nopeusrajoitusten toiston tarvetta.

Ramppien nopeusrajoitusmerkit toteutetaan toistamaan nopeusrajoitus, joka on asetettu päätielle ennen liittyvää rampia.



Kuva 23. Esimerkki VME/TIO-yhdistelmän, 'etäisyys kohteeseen' -lisäkilven ja nopeusrajoitusten ohjauksesta tilanteessa, jossa rampilta liittyvä liikenne ruuhkauttaa päävirran liikennettä.

## 5.2 Liikenteen, sään ja keliolosuhteiden seuranta

Järjestelmäkaaviossa esitetystä alustavassa järjestelmäkokoontamassa liikennetilanteen seuranta perustuu valtatiellä 4 yhteenkytkettyihin silmukoihin (välillä Järvenpää - Kehä III) ja tutkailmaisimiin Kehä III:n eteläpuolella. Valtatien 4 liikenteen seurantalaitteisto on valittu siten, että laitteistolla on teknisesti mahdollista seurata koko tieosuuden liikennetilannetta pistemäisen seurannan sijasta (seuranta on linkki- tai aluekohtaista). Jatkosuunnittelua varten on syytä tutkia esitettyjen ja vaihtoehtoisten seurantatekniikoiden soveltuvuutta järjestelmän ohjaukseen (seurantalaittepilotti). Tutkimustietoon perustuen voidaan suunnitella tarvittavat seurantatekniikkokohtaiset ohjausalgoritmit.

Porvoonväylällä, jossa liikennemäärästä johtuvat ongelmat ovat vähäisemmät, seuranta perustuu pistemäisiin silmukkalmaisimiin (LML).

Sää- ja kelitieto-ohjaus perustuu tiesääasemien havaintoihin. Tiesääasemia on esitetty sijoitettavan noin 5 km välein (liikimain 1 kpl / eritasoliittymä alue Kehä III:n pohjoispuolella) Liikenneviraston ohjeiden mukaisesti. Uudentyyppisten kelinseurantatyökalujen kehittyessä (esim. Liikenneviraston FCD-keli) voidaan kokeilla niiden hyödynnettävyyttä ohjaukseen, ensisijaisesti tilannekuva- ja herätetiedoksi.

## 5.3 Ohjauspolitiikan laadinnan periaatteet

Järjestelmän ohjauspolitiikan keskeinen sisältö tulee laatia liikenteenhallinnan yleissuunnitelman laadinnan yhteydessä. Jatkossa on esitetty alustava kuvaus järjestelmän ohjausperiaatteista suunnittelualueelle ominaisissa liikennetilanteissa sekä alustavat liikennetieto-ohjauksen ja sää- ja kelitieto-ohjauksen olosuhde-luokitukset.

## LIKENNETIETO-OHJAUS

Taulukko 5. liikennetiето-ohjauksen alustava olosuhdeluokitus

OLOSUHDE-LUOKKA	KUVAUS	OHJAUSTOIMENPITEET (Lähtökohtaisesti automaattiohjauksia)
A1 -luokka, hyvät olosuhteet	Liikenne sujuvaa, nopeustaso korkea	Korkein sallittu nopeusrajoitus, ei liikennetilanteesta johtuvia varoituksia.
A2 -luokka, ohituskielto	Liikenne tihentynyt, mutta edelleen sujuvaa. Nopeustaso korkea.	Korkein sallittu nopeusrajoitus, ohituskielto kuorma-autoille.
B1-luokka, tiheä liikenne	A-olosuhdeluokan nopeustason kriittinen liikennetiheyden saavutetaan, liikenteen rauhoittaminen aloitetaan ensimmäisen portaan ohjauksella.	Nopeusrajoitusta lasketaan (alustavasti 20 km/h), nopeusrajoituksen laskua perustelevat tiedotusopasteviestit.
B2-luokka, tiheä liikenne liittymä-alueella	Eritasoliittymän rampilta liittyvä kriittinen määrä ajoneuvoja tihentyneeseen (A2-olosuhdeluokka) päävirtaan.	Sekoittumisaluetta edeltäviä nopeusrajoituksia (pääsääntöisesti VME/TIO/KRM-portaalissa) lasketaan 20...30 km/h, esitetään nopeusrajoituksen laskua perustelevat tiedotusopasteviestit + etäisyys kohteeseen. Rampin jälkeen nopeusrajoitus voidaan nostaa korkeammaksi, mikäli liittymäalueen jälkeen liikenne sujuvoituu.
C1-luokka, ruuhkautuva liikenne	B-olosuhdeluokan nopeustason kriittinen liikennetiheyden saavutetaan, liikenteen rauhoittamista jatketaan seuraavan portaan ohjauksella.	Nopeusrajoitusta lasketaan edelleen (alustavasti 20 km/h), ruuhkavaroitukset + etäisyys kohteeseen.
C2-luokka, ruuhkautuva liikenne liittymäalueella	Eritasoliittymän rampilta liittyvä kriittinen määrä ajoneuvoja tiheään (B1-olosuhdeluokka) päävirtaan.	Sekoittumisaluetta edeltäviä nopeusrajoituksia (pääsääntöisesti VME/TIO/KRM-portaalissa) lasketaan edelleen (alustavasti 20 km/h), ohjataan nopeusrajoituksen laskua perustelevat varoitukset ja tiedotusopasteviestit + etäisyys kohteeseen. Rampin jälkeen nopeusrajoitus voidaan nostaa korkeammaksi, mikäli liittymäalueen jälkeen liikenne sujuvoituu.
D1-luokka, ruuhkautunut liikenne	Kriittinen liikennetiheyden saavutettu ja ylitetty. Väylä ruuhkautunut (hitaasti liikkuvia, pysähteleviä jonoja)	Nopeusrajoitusta lasketaan jonojen turvallisuuden varmistamiseksi, ohjataan ruuhkavaroitukset ja tiedotusopasteviesti + etäisyys kohteeseen.
D2-luokka, liikennehäiriö	Yllättävä kapasiteetin romahdus, esim. onnettomuuden vuoksi.	Nopeusrajoitusta lasketaan häiriökohdan turvallisuuden varmistamiseksi, varoitukset häiriöstä + etäisyys kohteeseen. Tarvittaessa (päivystäjän käsiohjauksella) tarkempi tiedotusviesti häiriöstä tai opastus varoitille tiedotusopasteen avulla.

### **Ohituskielto kuorma-autoille (Olosuhdeluokka A2)**

Liittyvän rampin päättävissä merkeissä esitetään ohituskieltomerkit, kun eritasoliittymävälillä liikennemäärät kasvavat yli asetetun raja-arvon. Mikäli ao. eritasoliittymävälillä olosuhteet muuttuvat huonoiksi tai vaarallisiksi nopeuksien, liikennemäärien tai häiriöiden vuoksi, voidaan ohituskieltomerkin

sijaan esittää varoitusmerkki (ruuhka) sekä tarvittaessa 'etäisyys kohteeseen' -lisäkilpi. Ohituskielto kuorma-autoille tukee liikenteen rauhoittamiseen tarkoitettua ohjausta.

### ***Liikenteen rauhoittaminen (B1 ja C1)***

Liikennettä rauhoitetaan, kun liikennetiheys lähestyy vallitsevan nopeustason kriittistä liikennetiheyttä (tarkemmin raportin alaluvussa 6.1). Liikennettä voidaan rauhoittaa käyttäen esim. 120 → 100 → 80 -porrastusta.

### ***Sekoittumisalueen häiriöiden ehkäisy (B2)***

Eritasoliittymää edeltävässä VME/TIO/KRM-portaalissa ja liittyvällä rampilla lasketaan nopeusrajoitusta (esim. 120 → 100 tai 90) ja varoitetaan edessä olevasta ruuhkasta (varoitusmerkki ja etäisyys kohteeseen -lisäkilpi). Ohjaukseen vaikuttavat päävirran ja liittyvän rampin liikennetilanne.

### ***Ruuhkautuneesta liikenteestä varoittaminen (D1)***

Ruuhkautuneessa liikenteessä havaitaan erittäin hitaita ajoneuvoja ja pysähteleviä jonoja. Ruuhkakoh-  
taa edeltäviin nopeusrajoituksiin asetetaan alin mahdollinen nopeusrajoitus (alustavasti 50...60 km/h, riippuen sijainnista). Ruuhkakoh-  
taa lähimpään VME/TIO-yhdistelmään asetetaan varoitus ruuhkasta sekä arvio jonon pään sijainnista.

### ***Liikennehäiriö (D2)***

Liikennehäiriöstä, joka romahduttaa kapasiteetin ja hidastaa liikennettä, varoitetaan tapahtumakohtaa lähim-  
mällä VME/TIO-yhdistelmällä (+ etäisyys kohteeseen) sekä lasketaan nopeusrajoitukset mahdollisimman  
alas (alustavasti 50...60 km/h, riippuen sijainnista). Mikäli häiriö on eritasoliittymien välillä, asetetaan rampin  
päättäviin matriisiopasteisiin varoitus ruuhkasta ja etäisyys kohteeseen -lisäkilpi.

### ***Muita huomioita***

Koska järjestelmään on suunniteltu tiheä ohjausjaksojako ja nopeasti reagoiva seurantajärjestelmä, on mah-  
dollista, että paikallisista ruuhkatilanteista johtuen nopeusrajoitusarvot vaihtelevat muutaman kilometrin vä-  
lein. Tienkäyttäjät saattavat kokea tällaisen ohjauksen epämiellyttävänä. Ohjauspolitiikan laadinnassa tulee  
harkita, tuleeko tähän mahdolliseen ongelmaan reagoida (esim. mikäli nopeusrajoitukset laskevat useam-  
massa ei-peräkkäin olevassa lyhyessä ohjausjaksossa, ohjataan alennetut rajoitukset yhtenäisesti pidem-  
mälle matkalle).

## **SÄÄ- JA KELITIETO-OHJAUS**

Sää- ja kelitieto-ohjauksessa noudatetaan lähtökohtaisesti Liikenneviraston nykyohjeistuksen mukaisia rat-  
kaisuja. Mikäli suosituslaskenta kehittyä tulevaisuudessa kehityshankkeissa (esim. LOTJU) tai järjestelmään toteu-  
tetaan oma suosituslaskenta, voidaan tutkia mm. tiesääasemien lyhyen aikavälin historiatietojen hyödyntä-  
mistä ohjauksessa (eri olosuhteiden kehityksen seuranta ja sitä kautta lyhyen aikavälin ennusteiden laatimi-  
nen).

Sää- ja kelitieto-ohjauksessa käytetään lähtökohtaisesti 4-portaista olosuhdeluokitusta nykyohjeistuksen mu-  
kaisesti:

A) Hyvät olosuhteet

B) Heikentyneet olosuhteet

C) Huonot olosuhteet

D) Vaaralliset olosuhteet

## **SÄÄ-, KELI- JA LIIKENNETILANTEEN YHTEISVAIKUTUS OHJAUKSEEN**

Nykyisen Liikenneviraston määrittelemän ohjauspolitiikkaa koskevan ohjeistuksen mukaan liikennetilanteen ja sää- ja keliolosuhteiden ollessa yhtäaikaaisesti huonot (tietyt olosuhteluokan C olosuhteet täyttyvät), siirrytään ohjauksessa olosuhteluokkaan D. Tämä periaate on lähtökohtana määriteltäessä järjestelmän tarkempia ohjausehtoja seuraavassa suunnitteluvaiheessa.

## 5.4 Lähtökohtia ohjausjärjestelmän jatkosuunnitteluun

Järjestelmän toiminnallisia erityispiirteitä ja teknisen toteutuksen lähtökohtia jatkosuunnittelua varten on listattu alla:

- Vaihtuvat opasteet esitetään toteutettavaksi täysmatriisitekniikalla, mikäli täysmatriisitekniikkaan perustuvat kokeilut osoittavat tekniikan soveltuvan Suomen olosuhteisiin. Täysmatriisitekniologia mahdollistaa opasteiden joustavamman käytön (koskee erityisesti 'ohituskielto kuorma-autoille' - ja nopeusrajoitusmerkkijhdistelmää, jota käytetään myös varoituksiin) ja parantaa lähtökohtaisesti opasteiden energiataloutta.
- Järjestelmän käyttöliittymä toteutetaan T-LOIK-arkkitehtuurilla.
- Järjestelmän opasteiden tilatiedot (etenkin nopeusrajoitukset ja varoitukset) tulee viedä Digitraffic-palveluun. Toteutustavan arkkitehtuuri (rajapinta T-LOIK:iin, järjestelmäpalvelimeen tai muu ratkaisu) tulee selvittää jatkosuunnittelussa.
- Mikäli Liikenneviraston keskitettyä suosituslaskentaa ei ole uusittu muissa kehitysprojekteissa, voidaan järjestelmään toteuttaa yksilöity suosituslaskenta, jossa tiesääasematiedot ja liikennetieto muodostetaan opasteiden ohjaussuosituksiksi. Yksilöidyssä suosituslaskennassa voidaan muun muassa kehittää ohjausalgoritmeja, hyödyntää tiesääasemahavaintojen lyhyen aikavälin historiatietoja (olosuhteiden kehityksen seuranta ja ennusteet), tihentää tiesäädatan keruu- ja laskentafrekvenssiä ja yhdistää tiesää- ja liikennetietoja.
- Varauksena jatkosuunnittelussa on huomioitava I/O-kaapelointivaraukset automaattisille liikennevalvontakamerapisteille, jotka toteutetaan järjestelmään tarvittaessa ja Liikenneviraston, ELY-keskuksen ja poliisihallituksen yhteistyömallien sen mahdollistaessa.
- Järjestelmäpalvelimet toteutetaan Liikenneviraston virtuaalipalvelinympäristöön.
- Järjestelmän tietoliikenneverkko kytketään Liikenneviraston OPNET-runkokuituverkkoon, joka on toteutettu suunnitelma-alueella Kehä III:lle. Järjestelmän tietoliikenneverkko kytketään OPNET-verkkoon Vt 4 - Kehä III -liittymää lähimpänä olevassa LOK-keskuksessa.
- Järjestelmän tienvarsilaitteiden tietoliikenne toteutetaan valokuituyhteydellä. Järjestelmän tietoliikenneyhteyksiä varten toteutetaan seitsemän LOK-keskusta (liikimain yksi LOK-keskus / eritasoliittymä).

## 5.5 Kustannusarvio

Järjestelmän kustannusarvio on laskettu perustuen järjestelmäkaaviossa esitettyyn laitekoonpanoon sekä edellisessä alaluvussa esitettyihin jatkosuunnittelun lähtökohtiin.

Järjestelmän kustannusarvio on noin **5,90 miljoonaa euroa**, sisältäen 20 prosenttia yhteiskustannuksia. Kustannusarviossa on huomioitu seurantapilotista saavutettavat kustannushyödyt (valittavasta uudesta seurantatekniikasta saadaan kokemuksia ennen järjestelmän suunnittelua ja rakentamista). Kustannukset muodostuvat seuraavista osatekijöistä:



Kustannusarvion tarkempi erittely on raportin liitteenä 2.

Kustannusarviossa on huomioitu seuraava olemassa oleva kaapeli-infra: runkokuituyhteys Kehä III - Koskelantie ja sähkökaapeli kytkentäpilareissa välillä Koskelantie - Keravan eritasoliittymän pohjoispuoli.

Ensimmäiseksi toteutusvaiheeksi esitettävän seurantapilotin kustannusarvio on esitetty luvussa 7.2.2. Kustannusarviosta ei ole poisluettu seurantapilotissa toteutettavia tienvarsilaitteita ja kaapeli-infraa. Mikäli seurantapilotin tienvarsilaitteet ja kaapeli-infra poisluetaan järjestelmän kokonaiskustannusarviosta, pienenevät kustannukset noin 0,10 M€.



# 6 Vaikutusten arviointi

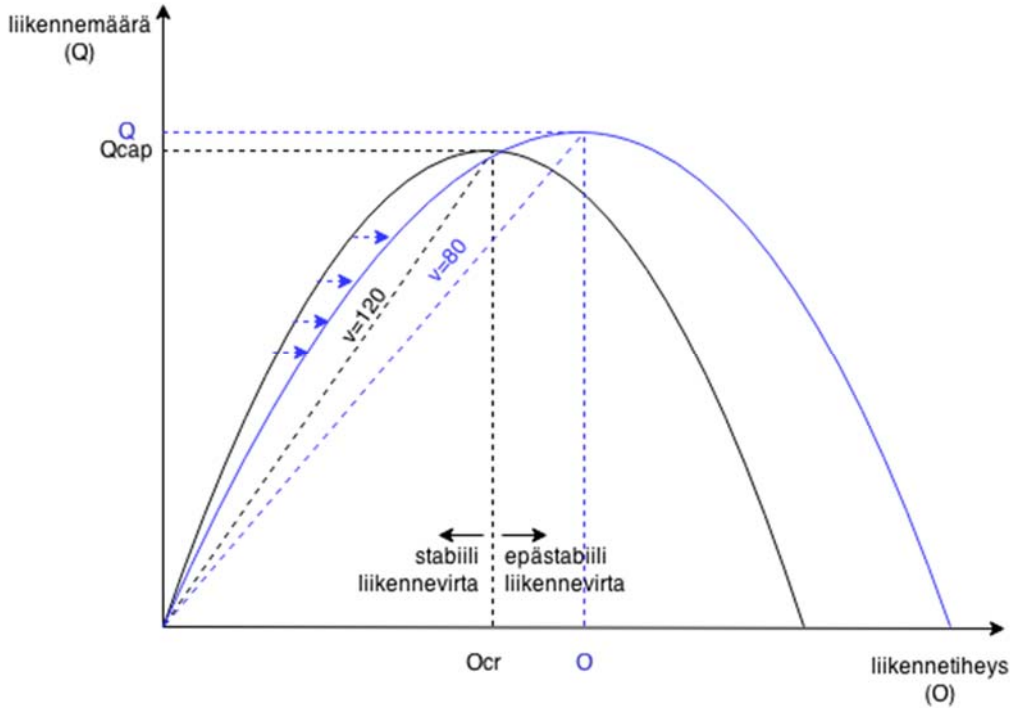
## 6.1 Liikennevirran rauhoittamisen vaikuttavuus liikennevirtateorian mukaan

Suunnitelmassa on esitetty yhtenä keskeisenä liikenteen hallinnan keinona liikenteen proaktiivista rauhoittamista nopeusrajoitusta alentamalla välillä Kehä III – Kerava. Proaktiivisesta rauhoittamisesta on Suomesta vain vähän kokemuksia, sillä vaihtuvia nopeusrajoituksia on toteutettu vain vähän päivittäin ruuhkautuville moottoritiejaksoille. Kokemukset eivät myöskään ole aivan yksiselitteisen positiivisia, sillä kokemusten mukaan nopeusrajoituksen laskeminen liian aikaisin voi lisätä ajoneuvojen nopeuseroja ja heikentää näin ollen turvallisuutta. Proaktiivisen rauhoittamisen valinta keskeiseksi keinoksi edellyttää näin ollen perusteluja, vaikka se onkin yleisesti käytössä oleva menettely muualla Euroopassa.

Tarkastellaan moottoritien vaihtuvan nopeusrajoituksen ja erityisesti proaktiivisen liikenteen rauhoittamisen vaikuttavuutta liikennevirtateorian mukaan. Seuraavassa kuvassa on esitetty liikennevirran peruskuvaaja eli liikennemäärä-tiheysfunktio. Teoreettinen maksimivälityskyky ( $Q_{cap}$ ) saavutetaan, kun liikennetiheys nousee kriittiseen tiheyteen ( $O_{cr}$ ) saakka. Kriittinen tiheys on noin 15 % varausasteella mitattuna, ja se riippuu liikennevirran nopeudesta. Liikennemäärä ja -tiheys voivat vielä tämänkin pisteen jälkeen kasvaa, mutta liikennevirta on tällöin epästabiilissa tilassa. Liikennevirta ei tällöin siedä minkäänlaista yllättävää tai poikkeavaa tapahtumaa, vaan sellaisen sattuessa välityskyky romahtaa ja liikennevirta siirtyy häiriöityneeseen (ruuhkautuneeseen) tilaan. Liikennevirrassa on myös sellainen ominaisuus, että ruuhkautumisen syntyä ei voi enää ”perua”, eli liikennevirta ei voi suoraan siirtyä ruuhkautuneesta tilasta epästabiiliin tilaan, vaan palautumisen on aina tapahduttava siirtymällä ensin stabiiliin tilaan, jossa liikennetiheys on alle kriittisen tiheyden. Palauttaminen edellyttää toisenlaista vaihtuvan ohjauksen toteuttamista kuin proaktiivinen ohjaus.

Kun nopeusrajoitusta (tai oikeastaan mediaaninopeutta) lasketaan, tapahtuu seuraavaa (kts. kuva 24):

- alikriittisessä eli stabiilissa liikennevirrassa liikennemäärä laskee, ts. kapasiteetin hyödyntäminen hieman vähenee hetkellisesti
- Liikennetiheyden kasvaessa uusi kuvaaja (sininen väri) leikkaa vanhan kuvaajan (musta väri). Kriittinen liikennetiheys kasvaa. Väylä kykenee välittämään enemmän liikennettä häiriöitymättä, eli välityskyky kasvaa hieman.



Kuva 24. Muutokset liikennevirran peruskuvajajassa, kun nopeusrajoitusta lasketaan.

Papageorgiou on esittänyt tutkimuksessaan (Papageorgiou ym. 2008) seuraavat käytännön tason päätelmät kirjallisuuskatsauksestaan ja empiirisistä tutkimuksistaan liittyen proaktiiviseen rauhoittamiseen:

- 50 mph (80 km/h) näyttää olevan paras nopeusrajoituksen arvo, kun tavoitteena on rauhoittaa liikennevirtaa ja parantaa kapasiteetin hyödyntämistä.
  - joidenkin tutkimusten mukaan kapasiteetti ja nopeus lähellä kapasiteettia kasvavat 5–10 %, kun nopeusrajoitus lasketaan ennen ruuhkautumisen alkua. Vastaava tulos on saatu mitattua osassa Papageorgioun testikohteissa, mutta ei kaikissa.
- 60 mph (96 km/h) tuottaa samansuuntaisia mutta hieman pienempiä hyötyjä. Se kannattaa kuitenkin ottaa käyttöön jo hieman ennen kriittisen liikennetiheyden saavuttamista (~varausasteella 13 %), jolloin sillä voidaan valmistella kuljettajia seuraavaan nopeusrajoituksen laskuun. Lisäksi sillä saavutetaan liikenneturvallisuushyötyjä.
- 40 mph (64 km/h) nopeusrajoituksella ei välttämättä saavuteta kapasiteetin käytön tehostumista, mutta sitä voidaan käyttää liikenneturvallisuuden parantamiseksi selvästi ylikriittisissä liikennetilanteissa (~varausasteella 25 %).
- kriittinen liikennetiheys näyttää olevan pitkälti riippumaton päivittäisistä vaihteluista (liikennetilanteet, keli), ja se havaitaan keskimäärin 15 % varausasteella.
- sen sijaan kriittinen nopeus ja välityskyky vaihtelevat päivästä ja tilanteesta toiseen. Ohjausalgoritmin suunnittelussa, mikäli se perustuu ko. suureisiin, on otettava huomioon nämä vaihtelut. Vaihteluista johtuen ohjaus ei toimi joka tilanteessa optimaalisesti (esim. nopeusrajoitus lasketaan liian aikaisin/myöhään)

Kansainvälisten kokemusten ja asiantuntijoiden näkemysten valossa proaktiivinen liikennevirran rauhoittaminen toimii ja parantaa sekä sujuvuutta että turvallisuutta. Väärin toteutettuna, jos nopeusrajoitusta esim. lasketaan liian aikaisin, syntyy tarpeetonta ajanhukkaa ja lisäksi, mikäli nopeusrajoituksen noudattaminen vaihtelee, voi ajoneuvojen väliset nopeuserotkin kasvaa. Näin ollen ohjausalgoritmin tulee perustua edellä esitetyn kriittisen liikennetiheyden laskentaan ja se on kalibroitava jokaiselle väyläosuudelle erikseen kohteessa tehtyjen mittausten perusteella.

## 6.2 Yhteenveto vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikuttavuudesta

Vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutuksia liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen selvitettiin Uudenmaan ELY-keskuksen selvityksessä Helsingin seudun pääväylien nopeusrajoituspolitiikka ja liikenteen hallinta (NOPRA) kirjallisuudesta sekä mikrosimuloimalla (ELY-keskus 2014). Simuloinneissa mallinnettiin Turunväylän Helsingistä poispäin suuntautuvan liikenteen iltaruuhkan kaistakohtaisia nopeuksia useassa eri havaintopokkileikkauksessa sekä koko tarkastelujaksolla. Seuraavassa on esitetty yhteenveto keskeisistä havainnoista sekä muualta kirjallisuudesta löytyvästä vaikutustiedosta.

Vaihtuvien nopeusrajoitusten keskeiset vaikutusmekanismit ovat:

### Sujuvuuden paraneminen

- Nopeusrajoituksen alentaminen pienentää nopeushajontaa kaistalla ja kaistojen välillä ja ehkäisee näin shokkiaallon syntymistä liikennevirtaan. Tämä johtaa siihen, että ruuhkautuminen siirtyy hieman myöhemmäksi (jos liikennemäärä väylällä edelleen kasvaa) tai lievässä ylikysyntätilanteessa ruuhkautuminen voidaan kokonaan ehkäistä. Näin ollen olemassa olevan kapasiteetin hyödyntäminen paranee. Kirjallisuudesta löytyvien vaikutusarvioiden mukaan liikenteen ennakoiva rauhoittaminen nopeusrajoitusta alentamalla voi nostaa kapasiteettia jopa 5–10 % (Papageorgiou ym. 2008). (kts. luku 6.1.)
- Ruotsalaisten tutkimusten mukaan liikennetilanneohjatut vaihtuvat nopeusrajoitukset lyhensivät vilkkaan liikenteen aikana matka-aikoja 5 % ja jonoutuneessa tilanteessa 15 % (Vägverket 2008).
- Isossa-Britanniassa vaihtuvien nopeusrajoitusten avulla on pyritty hallitsemaan ruuhkia 4+4-kaistaisella moottoritieillä. Tutkimukset osoittivat järjestelmän vähentäneen henkilövahinko-onnettomuuksia 15 %, päästöjä päästötyypistä riippuen 2–8 % ja ruuhka-aikana välillä pysähtelevää ajamista 6 % sekä parantaneen matka-aikojen luotettavuutta, tasanneen ajoneuvojen määrää eri kaistoilla ja parantaneen nopeusrajoitusten noudattamista. (Highways Agency 2007.) Isossa-Britanniassa tosin vaihtuvien nopeusrajoitusten noudattamista valvotaan automaattisesti, mikä parantaa vaikuttavuutta.
- NOPRA-työssä tehdyt simuloinnit vahvistivat ajonopeuksien hajonnan laskevan. Lisäksi alhaisempi nopeusrajoitus aamuruuhkan aikana tasasi liikennevirran käyttäytymistä normaaleiden eritasoliittymien kohdalla ja päävirtaan liittyminen aiheutti vähemmän häiriöitä liikennevirtaan.
- Häiriöiden ja onnettomuuksien ehkäisy vähentää matka-aikojen vaihtelua ja parantaa sekä autoliikenteen että joukkoliikenteen täsmällisyyttä.

### Onnettomuuksien ehkäiseminen

- Suomalaisten tutkimusten mukaan kelin mukaan ohjattavat vaihtuvat nopeusrajoitukset vähentävät heva-onnettomuuksia talvella 10 % ja kesällä 6 % (Schirokoff ym. 2005).
- TARVA-laskelman perusteella siirtyminen vaihtuviin nopeusrajoituksiin valtatiellä 4 Koskelan ja Järvenpään eteläisen liittymän välillä vähentää noin 5 % henkilövahinko-onnettomuuksia eli noin 1 heva-onnettomuuden vuodessa. Liikennekuolemia vähennetään noin 1 onnettomuus yhdeksässä vuodessa. (ELY-keskus 2014). TARVA:n vaikutusarviot perustuvat kokemuksiin muilta kuin vilkasliikenteisiltä kaupunkimoottoriteiltä ja saattavat arvioida vaikutusta alakanttiin.
- Göteborgissa 3+3-kaistaisella tieosuudella, jossa liikennemäärät ovat noin 70 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, liikennetilanneohjattujen nopeusrajoitusten arvioitiin vähentäneen onnettomuuksia 20 %. (Vägverket 2008.) Tutkimuskohde sisältää myös kaistaohjauksen.
- Kansainvälisessä kirjallisuuskatsauksessa on saatu usean vuoden seurannassa moottoriteiden vaihtuvilla nopeusrajoituksilla saavutetuksi onnettomuuksien vähenemäksi 20–30 %. (Papageorgiou ym. 2008.) Nämäkin kohteet sisältävät muuta telematiikkaa kuin pelkät vaihtuvat nopeusrajoitukset.
- Järjestelmät mahdollistavat poikkeavien liikennetilanteiden, kuten erittäin huonon ajokelin tai erilaisten häiriötilanteiden hallinnan. Hallintatoimilla voidaan ehkäistä sekundäärisiä onnettomuuksia, joita on Helsingin seudun pääväylillä kasaantunut vakaviksi ketjukulareiksi juuri huonoissa keliolosuhteissa. Tällaisten tilanteiden todennäköisyys on pieni, mutta yhteiskuntataloudelliset kustannukset erittäin suuret.

- Lisäksi vaihtuvien nopeusrajoitusten on raportoitu vähentävän päästöjä ja liikennemelua.

Lisäksi vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien vaikutuksia ja yhteiskuntataloudellisuutta arvioitiin NOPRA-selvityksen yhteydessä EMME/2-liikennemallilla koko liikennejärjestelmän tasolla. Liikennemallin avulla arvioitiin nopeusrajoitusmuutosten vaikutuksia kulkutapojen käyttöön, matkojen suuntautumiseen ja käytettäviin reitteihin. Tarkastelussa verrattiin kiinteästi toteutettujen nopeusrajoitusten vaikutuksia vaihtuviin nopeusrajoituksiin. Tarkastelun perusteella voitiin todeta, että laajasti toteutetuilla vaihtuvilla nopeusrajoituksilla aiheutuva yhteiskuntataloudellinen haitta on kaikkein pienin. Kun vertaillaan keskenään tavoitetilanteen laajaa vaihtuvaa nopeusrajoitusjärjestelmää ja kiinteillä opasteilla alennettuja nopeusrajoituksia, ovat vaihtuvan järjestelmän liikenteen kustannukset noin 21 Meur/v pienemmät. Mikäli vaihtuvan järjestelmän taloudellinen pitoaika on noin 15 vuotta, olisivat 4 % korolla diskonttatut säästöt pitoajalta noin 250 Meur.

## 6.3 Aiemmat arviot kustannustehokkuudesta

NOPRA-projektin jatkotyönä laadittiin HELMET-liikennemalliin perustuva hyöty-kustannuslaskelma (Keränen & Laine 2014). Tarkasteltuja kustannuseriä olivat aika- ja ajoneuvokustannukset, päästö- ja onnettomuuskustannukset sekä vaihtuvan järjestelmän ylläpitokustannukset. Tarkastelu tehtiin vuoden 2025 tilanteessa. Mallista laskettiin ulos suoritiedot ja ne arvoitettiin tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvoilla. Malli huomioi vaikutukset aika- ja ajosuoritteisiin, päästöihin, liikenneturvallisuuteen ja kulkutapaan.

Laskelma perustui seuraaviin oletuksiin:

- Säteittäisväylien vaihtuvat nopeusrajoitukset on alennettu 80 km/h:iin 2-3 tunnin ajan aamu- tai iltapäiväruuhkassa ruuhkasuuntaan. Joillakin väylillä Kehä III sisäpuolella liikenne on ruuhkaista kumpaankin suuntaan. Näillä väylillä on alennettu rajoitus molempiin suuntiin.
- Muina ajankohtina oletettiin, että nopeusrajoitus on 120/100 km/h nykyisen tilanteen mukaisena ja kehä III sisäpuolella 100 km/h
- Vertailuvaihtoehto (ve 0) käsittää nykytilanteeseen lisätyt Nopra-työssä määritellyt vaiheen 1 alennetut nopeusrajoitukset ja nykyiset vaihtuvat rajoitukset. Esimerkiksi valtatie 4 osalta vertailuvaihtoehdossa oli 80 km/h kiinteä nopeusrajoitus Kehä III eteläpuolella ja 100 km/h kiinteä rajoitus välillä Kehä III – Järvenpää E.
- Vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutuksesta ajonopeuksiin tehtiin kaksi eri oletusta: rajoitukset muuttavat ajonopeutta keskimäärin 4 km/h (ve 1) tai 8 km/h (ve 2).
- Tarkastelu laskettiin 4% korkokannalla ja 10 vuoden pitoajalla. Järjestelmän ylläpitokustannukset korvausinvestointeineen ovat kokemuksen mukaan 10 % investointikustannuksista. Vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmän kustannus on noin 100 000 euroa kilometriä kohden. Investoinnin jäännösarvona on käytetty 25 %.

Laskelman tuloksena saatiin, että vaihtoehdossa 1 kertyneet hyödyt diskontattuna 10 vuoden ajalta ovat runsaat 30 miljoonaa euroa ja vaihtoehdossa 2 lähes 60 miljoonaa euroa. **Vaihtoehdon 1 hyöty-kustannussuhteeksi laskettiin 3,3 ja vaihtoehdon 2 jopa 6,3.** Vaihtuvat nopeusrajoitukset ovat näin ollen erittäin kannattavat yhteiskunnan kannalta verrattuna kiinteästi laskettuihin nopeusrajoituksiin. Kannattavuus on sitä suurempi, mitä paremmin liikkijat noudattavat nopeusrajoituksia.

Vertailuvaihtoehdoksi asetetut alennetut kiinteät rajoitukset ovat oikea ja realistinen vertailukohta, sillä Uudenmaan ELY-keskus toteuttaa ensimmäisen vaiheen toimenpiteinä nopeusrajoituksen laskun kiinteästi osalle pääväyläverkkoa vähentämään ruuhka-aikojen onnettomuuksia ja häiriöitä.

Laskelma ei koske pelkästään vt 4:n nopeusrajoituksia, koska laskelmassa vaihtuvia rajoituksia on toteutettu useammalle säteittäisväylälle, mutta moniongelmaisena väylänä valtatie 4 kannattavuus on vähintään esitetyllä tasolla.

## 6.4 Arvio korotetun palvelutason lisäarvosta

Tässä työssä on karkeasti arvioitu mitä lisäarvoa aiempaa paremmalla palvelutasolla toteutettu liikennetilanteen seuranta ja liikenteen ohjaus voivat tuottaa yhteiskunnan kannalta. Korotetun palvelutason yhteiskuntataloudelliset hyödyt syntyvät seuraavien vaikutusmekanismien kautta:

- Proaktiivinen liikenteen rauhoittaminen (nopeusrajoituksen alentaminen ja raskaan liikenteen ohituskielto) saadaan toteutettua aiempaa tarkemmin ja oikea-aikaisemmin, jolloin kapasiteetin hyödyntäminen paranee ja ruuhkautuminen pienenee ja onnettomuusriski (erityisesti kaistanvaihto-onnettomuudet) pienenee
- Liikenteen ruuhkautuminen ja häiriöt tunnistetaan 1 minuutin sisällä eli aiempaa selvästi nopeammin. Liikenteen ohjauksella ja tiedottamisella saadaan pienennettyä peräänajojen riskiä. Erityisesti laajojen ketjukolarien riski pienenee.
- Häiriötilanteissa osa kuljettajista valitsee tehokkaamman tiedottamisen perusteella toisen reitin tai liittytäpysäköinnin, jolloin kokonaisviivytys pienenee.

Lasketaan karkeasti korotetun palvelutason vaikuttavuutta heva-onnettomuuksiin. Suunnittelualueella valtiolla 4 välillä Koskela-Järvenpää E sekä vt 7 välillä vt 4-Kehä III tapahtui viimeisen viiden vuoden aikana vuosittain 27 heva-onnettomuutta. Oletetaan, että TARVA-ohjelmalla laskettu 5 % heva-onnettomuusvähenemä vastaa perinteisellä palvelutasolla saavutettavaa hyötyä, koska TARVA:n vaikuttavuustiedot perustuvat vastaaviin aiempiin toteutuksiin. Tällä oletuksella saadaan, että perinteisellä palvelutasolla saavutetaan 1,35 heva-onnettomuuden vähenemä vuodessa. Koska yhden heva-onnettomuuden yhteiskuntataloudellinen arvo on tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvoissa (2010) 493 000 euroa, on saavutetun hyödyn arvo 0,7 miljoonaa euroa vuodessa.

Vägverketin tutkimusten mukaan liikennetilanneohjatulla vaihtuvalla nopeusrajoitusjärjestelmällä saavutetaan vilkkaalla kaupunkimootoriteillä 20 % vähenemä onnettomuuksiin (Vägverket 2008). Samoin Papageorgiou kirjallisuuskatsauksessa on saatu moottoriteillä onnettomuusvähenemäksi 20–30 % (Papageorgiou ym. 2008). Näissä kohteissa on kuitenkin ollut käytössä muutakin telematiikkaa ja liikennemäärät korkeammat kuin vt 4 olosuhteissa. Näin ollen voidaan realistisesti olettaa, että Suomen olosuhteissa voidaan saavuttaa korkeintaan 10 % onnettomuusvähenemä. Tällä oletuksella saadaan heva-vähenemäksi **2,7 heva-onnettomuutta/v ja korkeammasta palvelutasosta saavutetuksi lisäarvoksi 0,7 miljoonaa euroa vuodessa.**

Vastaavasti on tarkasteltu vaikutuksia ruuhkautumiseen. HERE:n tuottamista nopeustiedoista on tutkittu syyskuun 2013 arkipäivien (ma-to) keskimääräistä liikennevirran nopeutta liittymäväleittäin suunnittelualueella. Vertaamalla nopeuden alenemaa nopeusrajoitukseen saatiin laskettu liittymäväleittäin aamuruuhkan (07-09) ja iltapäiväruuhkan (16-17) keskimääräinen viivytys. Tämä on keskimääräisen aamuruuhkan aikana (kello 07-09) etelään yhteensä kaikilta liittymäväleiltä 4,4 minuuttia/ajoneuvo (+25 %) ja pohjoiseen iltapäiväruuhkan (kello 16-17) aikana 2,9 minuuttia/ajoneuvo (+16%).

Yhdistämällä nämä viivytystiedot liittymävälikohtaisiin ruuhkatuntien liikennemäärätietoihin saatiin laskettua ruuhkautumisen aiheuttama kokonaisviivytys, joka on yhtenä arkipäivänä aamuruuhkassa 518 tuntia ja iltapäiväruuhkassa 162 tuntia. Laajennettuna vuositasolle (laajennuskerroin 230) saadaan keskimääräisen ruuh-

kan aiheuttamaksi kokonaisviivytykseksi 156 000 tuntia vuodessa. Tämän viivytyksen yhteiskuntataloudellinen kustannus on 2,8 miljoonaa euroa vuodessa, kun käytetään Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvojen (Liikennevirasto 2010) mukaisia hintoja kevyille ja raskaille ajoneuvoille.

Nojataan laskelmassa Vägverketin tutkimuksiin (Vägverket 2008), joiden mukaan liikennetilanteen mukaan vaihtuva ohjaus lyhentää matka-aikoja vilkkaassa liikenteessä 5 % ja ruuhkassa 15 %. Oletetaan, että vaihtuva ohjaus lyhentää matka-aikaa aamuruuhkassa etelään lievästi ruuhkaisilla linkeillä 5 % (kuitenkin maksimissaan vapaaseen nopeuteen saakka) ja enemmän ruuhkautuvilla linkeillä 10 %, saadaan matka-ajan kokonaissästöksi arkipäivässä 260 tuntia ja vuodessa noin 60 000 tuntia. Tämän aikasäästön yhteiskuntataloudellinen arvo olisi 1,1 miljoonaa euroa. Jos lisäksi oletetaan, että näistä hyödyistä puolet olisi saavutettavissa perinteisellä harvaan silmukkaverkkoon perustuvalla järjestelmällä, saadaan **korotetun palvelutason aiheuttamaksi sujuvuushyödyksi noin 0,5 miljoonaa euroa vuodessa.**

60 000 tunnin vuotuinen aikasäästö vastaa 38 % vuotuisesta ruuhkan aiheuttamasta kokonaisviivytyksestä. Tämä voi olla hieman yliarvioitu vaikuttavuus väylällä, jossa ei esiinny vakavia päivittäisiä ruuhkia kuin paikoitellen. Herkkyystarkasteluna voidaan laskea, että jos vaihtuvalla ohjauksella saadaan ruuhkan aiheuttama viivytystä pienennettyä 20 %, saadaan aikasäästön yhteiskuntataloudelliseksi arvoksi vuositasona 0,6 miljoonaa euroa ja korotetun palvelutason hyödyksi tästä puolet eli 0,3 miljoonaa euroa.

Yhteenvetona vaikutusten laskennallisesta tarkastelusta voidaan todeta, että mikäli vaihtuvan ohjauksen palvelutason parantamisella saavutetaan Suomen olosuhteissa edes osa kansainvälisten kokemusten mukaisista vaikutuksista, voidaan **saavuttaa noin 1,0–1,2 miljoonan euron yhteiskuntataloudelliset säästöt vuodessa onnettomuus- ja aikakustannusten vähenemisen kautta.** Kymmenen vuoden käyttöajalla korotetun palvelutason lisäarvo on niin merkittävä, että se kattaa selvästi korotetusta palvelutasosta aiheutuvat investointi- ja ylläpitokustannukset.

# 7 Yhteenveto ja suositukset

## 7.1 Yhteenveto

Valtatie 4 Koskelan ja Järvenpään eritasoliittymien välillä on erittäin vilkkaasti liikennöity väylä, jota käyttää työmatkaliikenteen lisäksi myös pitkämatkainen Vuosaaren satamasta lähtevä raskas liikenne, joka suuntautuu Helsingin seudun logistiikkakeskuksiin ja muualle maahan aina Lappia myöten. Tie ruuhkautuu monin paikoin sekä aamun että iltapäivän ruuhkatunteina. Sujuvuusongelmien on ennustettu pahenevan lähitulevaisuudessa ilman merkittäviä parannustoimenpiteitä. Henkilövahinko-onnettomuuksien määrä on tiepituuteen nähden Helsingin säteittäisväylistä kaikkein korkein, ja onnettomuusriski toiseksi korkein. Onnettomuustiheys on yli kaksinkertainen valtakunnalliseen moottoriteiden keskiarvoon nähden. Turvallisuus- ja sujuvuusongelmien ratkaisemiseksi on aiemmissa suunnitteluvaiheissa esitetty nykyaikaisen vaihtuvan ohjausjärjestelmän toteuttamista valtatielle 4 Järvenpäähän saakka sekä valtatielle 7 välille vt 4–Kehä III. Vaihtoehtoisena ratkaisuna on nähty nopeusrajoitusten laskeminen kiinteästi 80–100 km/h:ssa.

Suomessa on toistaiseksi vain vähän kokemuksia vaihtuvien nopeusrajoitusten käytöstä päivittäin ruuhkautuvan kaupunkimaisen moottoritien liikennetietoperustaisessa ohjauksessa. Länsiväylällä on ollut jo käytöstä poistettu järjestelmä, mutta sen hyötyjä ei pystytty yksiselitteisesti osoittamaan. Valtatiellä 1 välillä Kehä III–Lohjanharju on vaihtuva nopeusrajoitusjärjestelmä, mutta sen harvahkoon silmukkaverkkoon perustuva liikenteen ohjaus tai opasteiden sijoittelu ei mahdollista tehokkaimpia mahdollisia ohjaustoimenpiteitä vaihtelevissa liikennetilanteissa, kuten ruuhkissa ja häiriöissä. Muualla Euroopassa vaihtuvia ohjausjärjestelmiä käytetään kuitenkin laajasti vastaavien kaupunkimoottoriteiden liikenteen hallintaan. Tämän esiselvityksen tavoitteena oli laatia alustava, kansainvälisiä esimerkkejä hyödyntävä suunnitelma laadukkaan ja monipuolisen liikennetieto-ohjauksen mahdollistavasta ohjausjärjestelmästä, jossa on huomioitu uusien seurantateknologioiden luomat mahdollisuudet. Tavoitteena on suunnitella järjestelmä, jolla voidaan hyödyntää olemassa oleva väyläkapasiteetti mahdollisimman tehokkaasti älyliikenteen keinoin.

Tässä esiselvityksessä laadittu liikenteen hallinnan suunnitelma sisältää **uusia elementtejä ja muutoksia** tavanomaisiin liikenteen vaihtuviin ohjausjärjestelmiin Suomessa:

- **Liikenteen seuranta perustuu aiempaa monipuolisempien ja tarkempien tietojen keruuseen.**
  - pistemäistä liikennemäärä- ja nopeustietoa kerätään tiheästi, pääosin noin 1,5 km välein asennetuin induktiosilmukoin
  - yhteenkytketyt silmukat (tai muu vastaava mittausmekaniikka) mahdollistavat matka-aikatiedon keruun 1,5 km pituisilta lyhyiltä linkeiltä
  - häiriötilanteiden havainnointiin käytetään useita mittausmenetelmiä kohteesta riippuen: pintatutkia, matka-aikahavainnot ja pistemäisiä nopeus- ja liikennemäärähavainnot, tai muita vastaavia mittausmenetelmiä. Nämä mahdollistavat häiriön havainnoinnin noin 1 minuutin sisällä sen tapahtumisesta sekä häiriötilanteen laadun (ylikysyntä pullonkaulassa, liikennevirran shokkiaalto, onnettomuus- tai muu kapasiteettiin selvästi vaikuttava häiriö) päättelyn automaattisesti.
- **Ohjausjärjestelmällä ja -politiikalla ehkäistään ongelmatilanteita proaktiivisesti ja ruuhkautumiseen ja häiriöihin reagoidaan nopeasti ja tehokkaasti**
  - aiempaa lyhyemmillä 2–3 km mittaisilla ohjausjaksoilla kohdennetaan ohjaustoimenpiteet tarkasti liikennetilanteen tai häiriön vaikutusalueelle
  - Kehä III:n ulkopuolisella osuudella sekä sekoittumisalueilla liikennettä rauhoitetaan ensin raskaiden ajoneuvojen ohituskiellolla ja liikennetiheyden kasvaessa laskemalla nopeusrajoitusta vaihteittain 80

km/h:iin. Liikenteen rahoittaminen lisää hieman väylän välityskykyä ja ennen kaikkea säilyttää liikennevirran stabiilissa (häiriöttömässä) tilassa suuremmilla liikennemäärillä. Välityskyvyn romahtamisen sekä häiriöiden todennäköisyys pienenee

- Liikenteen ruuhkautuminen ja häiriöt havaitaan ja luokitellaan järjestelmän toimesta nopeasti ja käynnistetään niiden edellyttämät ohjaustoimenpiteet automaattisesti
- ruuhka- ja muiden varoitusmerkkien yhteydessä esitetään aina etäisyys kohteeseen lisäkilvellä, mikä parantaa varoitusten ja nopeusrajoitusten vaikuttavuutta.

Lisäksi järjestelmän operointi tieliikennekeskuksessa poikkeaa totutusta, koska ohjauksen automaatiotaso on korkeampi. Toisaalta tieliikennekeskukseen tulee erilaisia herätteitä ohjausjärjestelmän ulkopuolelta, mahdollisesti kooperatiivisista järjestelmistä ja/tai kaupallisista tietopalveluista. Uutta on myös järjestelmän integraatio TLOIK-ympäristöön.

Tässä esiselvityksessä on laadittu alustava suunnitelma ohjausjärjestelmän kokoonpanosta, ohjauspolitiikasta ja arkkitehtuurista. Liikenteen seurannan ratkaisusta on laadittu alustava ehdotus, mutta samalla suositellaan eri teknologioiden toimivuuden vertailua pilotin ensimmäisessä vaiheessa ennen ratkaisun lopullista valintaa. Alustava kustannusarvio ohjausjärjestelmän suunnittelusta ja toteutuksesta on 5,9 miljoonaa euroa (ilman pilotoinnista aiheutuvia erilliskustannuksia). Parannetun palvelutason lisäkustannus on karkeasti arvioiden noin 0,7 miljoonaa euroa sisältäen lisäkustannukset seurantalaitteistosta, monipuolisemmista vaihtuvista opasteista sekä monipuolisemman järjestelmän ohjausautomaatiikan rakentamis- ja testauskustannukset.

Suunnitellun vaihtuvan ohjausjärjestelmän voidaan kansainvälisten kokemusten valossa arvioida ehkäisevän heva-onnettomuuksia Suomen olosuhteissa noin 10 % ja pienentävän ruuhka-aikojen viivytyksiä noin 20 %. PKS:n säteittäisväylien vaihtuvan ohjauksen hyöty-kustannussuhteeksi on aiemmin laskettu 3,3–6,3, eli investointi on erittäin kannattava. Vaihtuva ohjausjärjestelmä on kustannustehokas ratkaisu kapasiteetin käytön tehostamiseksi Kehä III:n ja Järvenpään välille, jolle osuudelle ei ole keskipitkällä aikavälillä suunnitteilla lisäkaistoja. Normaalia korkeamman palvelutason hyödyt on arvioitu selvästi kustannuksia suuremmiksi.

## 7.2 Pilottihanke ja sen organisointi

### 7.2.1 Vaiheistettu pilotointi

Suunniteltu ohjausjärjestelmä sisältää runsaasti edellisessä luvussa mainittuja uusia teknologisia sekä operatiivisia elementtejä. Järjestelmästä saatavia kokemuksia voidaan hyödyntää sekä muiden PKS:n pääväylien liikenteen hallintajärjestelmien uusimisen/toteutuksen yhteydessä että muiden kaupunkiseutujen vastaavien järjestelmien toteutuksessa. **Hanke kannattaa toteuttaa pilottina, jonka tavoitteena on selvittää toimivimmat teknologiat ja ohjauspolitiikat laajempaa hyödyntämistä varten.** Valtakunnallisesta ulottuvuudesta johtuen hanketta kannattaa viedä eteenpäin Liikenneviraston ja Uudenmaan ELY-keskuksen yhteishankkeena.

Pilottihanke muodostuu kahdesta osasta:

1. Seurantapilotti
2. Ohjauspilotti

Ensimmäisen pilottivaiheen rinnalla käynnistetään liikenteen hallinnan yleissuunnitelman laadinta, joka synkronoidaan seurantapilotin kanssa siten, että pilotin tulokset huomioidaan yleissuunnitelmassa. Yleissuunnitelman jälkeen laaditaan varsinainen rakennussuunnitelma.



## 7.2.2 Seurantapilotin sisältö

Seurantapilotin tarkoituksena on selvittää kenttäkokeella suunniteltua vaihtuvaa ohjausjärjestelmää parhaiten palvelevat seurantatekniikat. Seurantapilottiin pyritään saamaan mukaan vähintään 1 järjestelmätoimittaja pintatutkan, yhteenkytkettyjen induktiosilmukoiden, Bluetooth/Wlan-tunnistuksen sekä liikennekameroiden kuvantulkintaan perustuvista järjestelmistä.

Koska pilotissa on kyse T&K-hankkeesta, sitä koskevat säädökset julkisista hankinnoista ovat joustavimmat kuin normaaleissa järjestelmähankkeissa. Pilotoitavat laitteet voidaan hankkia kahdella vaihtoehdoisella tavalla:

- Tilaaja määrittelee ne laitteet ja laitetoimittajat, jotka ovat tällä hetkellä kiinnostavimmat kustakin teknologiasta, ja vuokraa testattavat laitteet käyttöönsä pilotin ajaksi. Tilaaja rakennuttaa testikohteen infran erikseen. Vuokrasopimukseen sisällytetään vuokrattavien laitteiden lunastusoptio.
- Tilaaja kilpailuttaa pilottikohteen rakentamisen laitetoimittajilla siten, että kunkin tarjoajan tulee kyetä toimittamaan ratkaisu kustakin seurantatekniikasta ja lisäksi tarvittava muu infra. Kilpailukriteereinä ovat referenssit teknologioiden toteutuksesta moottoritieympäristössä sekä hinta. Minimivaatimukset mittauksen laadulle kannattaa myös asettaa, jotta toimittajat tarjoavat luotettavaksi tuntemiaan ratkaisuja.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa tilaaja saa varmasti testata juuri haluamiaan tuotteita, mutta toisaalta tilaajan työmäärä pilotin toteutuksessa on suurempi. Jälkimmäisen vaihtoehdon etuna on, että laitetoimittajat valitsevat tiedossaan olevat toimivat ja laadukkaat laitteet ja varsinainen testikohde tulee rakennettua samalla tilauksella. Laitetoimittajien osaaminen laitteiden asennuksessa saadaan täysimääräisesti käyttöön. Testialueen infra jää tilaajan omistukseen ja mahdollistaa muidenkin laitteiden testauksen joko rinnalla pilotin kanssa tai sen jälkeen. Laitetoimittajien ottaessa suuremman vastuun kokonaisuuden rakentamisesta on pilotin läpivienti oletettavasti nopeampaa.

Molemmissa vaihtoehdoissa toteutetaan mittausdatan tallennus Liikenneviraston tai pilotin koordinaattorin palvelimelle. Lisäksi laitetoimittajien tulee tarjota vähintään yksinkertainen käyttöliittymä mittaustiedon kateluun reaaliajassa. Esityskäyttöliittymät mahdollistavat eri teknologioiden vertailun reaaliajassa tieliikennekeskuksessa sekä pilotin arvioinnin tekijöiden toimesta. Seurantapilotissa testataan myös mittaustietojen integrointia TLOIK:iin.

Seurantakohteena on Koivukylän liittymän alue etelän suuntaan, joka on liikenteellisesti ongelmallisin 2-käistäinen kohde suunnittelualueella. Testattavat laitteet asennetaan liittymän alavirran sekoittumisalueelta liittymän ylävirran puolelle siten, että liikenteen ruuhkautuminen liittyvän liikenteen takia voidaan havaita laitteilla.

Tietoliikennekaapelointi toteutetaan Kehä III:lta Koivukylän liittymään, jotta järjestelmien toimivuuden todentaminen ei vaikeutuisi kevyemmästä tietoliikenneyhteydestä johtuen. Koivukylän liittymään toteutetaan liikennekamera, josta voidaan todentaa liikennetilanteita manuaalisesti.

Järjestelmien tuottamat mittaustulokset tallennetaan tutkimusajalta (noin 3 kk). Mittaustuloksia verrataan keluvan ajoneuvon menetelmällä tuotettavaan ground truth –aineistoon sekä liikennekameran tallentamaan videokuvaan. Vertailun perusteella arvioidaan

- teknistä toimintavarmuutta ja luotettavuutta
- ruuhkan ja häiriön alkamisen ja päättymisen havainnoinnin nopeutta
- matka-ajan ja pistemäisen nopeuden mittaustarkkuutta suhteessa ground truth –aineistoon
- yhteenkytkettyjen silmukoiden ja pintatutkien osalta liikennemäärän mittaamisen tarkkuutta (suhteessa lyhyeen käsinlaskentaan tai muuhun laskentamenetelmään)

Tutkimuksen perusteella esitetään arvio siitä, kuinka hyvin eri menetelmillä voidaan tuottaa liikenteen ohjauksessa vaadittuja ohjaussuureita eri liikennetilanteista, ja mitkä ovat suositeltavat menetelmät jatkosuunnittelua varten.

Seurantapilotin kustannusarvio on **noin 320 000 euroa** ja se koostuu seuraavista elementeistä:

- Pilotin käyttöön tarkoitetun LOK-keskuksen toteutus; 20 000 €
- laitekaapelointi (tietoliikenne + sähkö) n. 1 km; 30 000 €
- portaalit ja tukirakenteet seurantalaitteiden mukaan n. 50 000 €
- seurantalaitteet lähtökohtaisesti palveluntuottajan omaisuutta; vuokratilanne arviolta 10 % hankintahinnasta, jolloin kustannus karkeasti noin 15 000 €
- kaksi liikennekameraa mittausten laadun arviointiin (yksi kamera mitattavan alueen molempiin päihin) yhteensä 20 000 euroa
- Suunnittelu ja käyttöönotto n. 50 000 €
- Yhteiskustannukset n. 30 000 €
- pilotin koordinointi ja tutkimustyö konsulttipalveluna; 80 000 euroa.
- pilotoitavien langattomien tiedonsiirtoratkaisujen suunnittelu, laitehankinnat, konfigurointi, verkon käyttöönotto; noin 25 000 €

### 7.2.3 Ohjauspilotin sisältö

Ohjauspilotin tavoitteena on testata ohjausjärjestelmän toimintaa käytännössä ja täsmentää suunniteltua ohjauspolitiikkaa siten, että järjestelmä tuottaa tavoitteiden mukaisia turvallisuus- ja sujuvuusvaikutuksia. Tavoitteena on myös testata automaattisen liikennetilanneohjauksen toimivuutta ja luotettavuutta erilaisissa liikennetilanteissa sekä kehittää järjestelmään soveltuva tieliikennekeskuksen operointimalli. Tavoitteena on kehittää sellaiset yleispätevät kaupunkiliikenteen ohjausmenetelmät ja -politiikat, joita voidaan jatkossa hyödyntää vastaavissa kohteissa kaikkialla Suomessa. Ohjauspilotin tulosten pohjalta voidaan tarvittaessa päivittää liikenteen hallinnan sekä vaihtuvan ohjauspolitiikan suunnitteluohjeita. Pilotin vaikutusten arviointi mahdollistaa tarkemman arvion laadinnan kaupunkiväylien vaihtuvan ohjauksen vaikuttavuudesta ja kustannustehokkuudesta päätöksentekijöitä varten.

Perinteisen tienvarsitekniikan avulla tapahtuvan ohjauksen lisäksi ohjauspilottiin rakennetaan mahdollisuus pilotoida ajoneuvojärjestelmillä annettavaa ohjausta ja informaatiota. Kaikki seurantalaitteiden tuottamat liikennevirran ominaisuustiedot, häiriöherätteet sekä järjestelmän tuottamat ohjauskomennot jaetaan reaaliajassa ulos avoimesta rajapinnasta hyödyntäjien käyttöön. Tämä mahdollistaa esimerkiksi voimassa olevan nopeusrajoituksen sekä tiedotusopasteiden varoitusten esittämisen ajoneuvolaitteessa. Lisäksi palveluntarjoajat tai kehittäjät voivat jaettavan mittausdatan pohjalta kehittää uusia häiriöntunnistusmenetelmiä tms. Liikenneviraston toisessa pilottihankkeessa NordicWay kokeillaan ITS-Direktiivin mukaisten turvatiedotteiden tuottamista kooperatiivisella järjestelmällä ajoneuvosta ajoneuvoon sekä viranomaisten käyttöön. Valtatie 4 kuuluu NordicWayn pilottialueeseen. Näin ollen ohjausjärjestelmän toteuttaminen mahdollistaa kooperatiivisen järjestelmän tuottamien turvatiedotteiden käytön testaamisen vaihtuvassa ohjausjärjestelmässä. Valtatien 4 pilottikohteesta on mahdollista rakentaa pidemmällä aikavälillä valtakunnallinen testausympäristö ruuhkautuvan kaupunkiliikenteen älyliikennetarkaisuille.

**Ohjauspilottia varten toteutetaan suunniteltu järjestelmä kokonaisuudessaan** välille Koskela–Järvenpää (vt 4) ja Lahdenväylä–Kehä III (vt 7). Näin menetellään siksi, että suppeammasta 2–3 liittymävälin toteutuksesta ei saada esille vastaavia vaikutuksia kuin laajasta toteutuksesta. Vaihtuvan ohjauksen vaikuttavuus perustuu nopeusrajoitusten asteittäisiin muutoksiin pidemmällä tiejaksolla ja toisaalta taas informaation ja

varoitusten toistoon kuljettajille. Lyhyellä testijaksolla vaikuttavuus ei ole sama kuin täysmittaisessa toteutuksessa, joka on edellytyksenä sille että pilotin arvioinnista saadaan luotettavia johtopäätöksiä. Länsiväylällä 90-luvulla toteutettu järjestelmä osoittautua ongelmalliseksi juuri siitä syystä, että ruuhkautuminen alkoi vaihtuvien ohjausjaksojen ulkopuolella. Tässä yhteydessä on lisäksi muistettava, että kyse on valtakunnan tason päätöksiä ohjaavasta pilotista, ei pelkästään yhden sovelluskohteen suunnittelua ohjaavasta pilotista.

**Ohjauspilotin alustava kustannusarvio on noin 6 miljoonaa euroa**, joka koostuu seuraavista osista

- pilottijärjestelmän suunnittelu, toteutus, testaus ja säätö 5,9 miljoonaa euroa (tarkentuu seurantapilotin jälkeen yleissuunnitelmavaiheessa)
- pilotin teknisen toimivuuden ja vaikutusten arviointi ja suositukset ohjausjärjestelmien toteutukseen 130 000 euroa.

Ohjauspilotin toteuttamisen edellytykset ovat varsin hyvät, sillä hankekokonaisuus ”Päätieverkon seuranta- ja ohjausjärjestelmän kehittäminen”, johon tämä pilotointikohte kuuluu, on nostettu 10. tärkeimmäksi infrastruktuurin parantamishankkeeksi Helsingin seudun liikennejärjestelmäsuunnitelmassa HLJ 2015. Hankekokonaisuus on esitetty toteutettavaksi ensimmäisessä vaiheessa 2016–2025 ja sen kustannusarvio suunnitelmassa on 20 M€.

## 7.2.4 Ohjauspilotin vaikutusten ja toimivuuden arviointi

Suunnittelualueella valtatie 4 eteläosassa on vain 2 LAM-pistettä nykytilanteessa, eikä näillä saada kerättyä riittävän kattavaa tietoa liikenteen olosuhteista ennen-tutkimusta varten. Erillisen tiedonkeruun toteuttaminen taas tulisi varsin kalliiksi. Tästä syystä ehdotetaan, että liikenteen hallintajärjestelmät toteutetaan liikenteen seurantajärjestelmien ja tiedonsiirtoyhteyksien osalta valmiiksi, ja ennen-tilanteen liikennevirtatiedot kerätään näillä järjestelmillä. Tällä tavoin saadaan kaikkein kattavin kuva liikenteestä kaikilta liittymäväleiltä ja vertailukelpoisuus on erinomainen, kun jälkeen-tiedot kerätään täsmälleen samoilla järjestelmillä. Tiedonkeruujakson tulee olla mahdollisuuksien mukaan pitkä, jotta mukaan saadaan riittävä määrä erilaisia keli- ja liikennetilanteita, myös häiriöitä ja onnettomuuksia. Muun telematiikan asennuksia ja testauksia voidaan suorittaa samanaikaisesti ennen-tiedon keruun kanssa, jotta käyttöönotto ei turhaan viivästy tutkimuksen takia.

Käyttöönoton jälkeen on varauduttava ohjauspolitiikkaan liittyvien ohjausperusteiden ja parametrien testaamiseen ja säätöön, jonka kesto voi olla 6–12 kk riippuen siitä, kuinka paljon kokemuksia ehditään keräämään erilaisista tilanteista. Testaus- ja säätövaiheeseen on varattava riittävät resurssit, jotta ohjaus saadaan toimimaan suunnitellulla tavalla. Tämä vaihe on olennainen, sillä järjestelmän vaikuttavuus on riippuvainen ohjauspolitiikan toteutuksesta. Vasta kun ohjausperiaatteet on säädetty riittävän hyvin toimivalle tasolle voidaan käynnistää jälkeen-tutkimus, jonka aikana säätöjä ei enää tehdä. Ideaalitalanteessa jälkeen-tutkimus toteutetaan vuoden kuluttua ennen-tutkimuksesta, jotta olosuhteet olisivat mahdollisimman samankaltaiset.

Jälkeen-tilanteen tiedonkeruun jälkeen käynnistetään varsinainen arviointitutkimus. Tutkimukseen sisältyy kaksi osaa: seuranta- ja ohjausjärjestelmän teknisen toimivuuden arviointi sekä vaikutusten arviointi.

Teknisen toimivuuden osalta tutkimuksessa haetaan vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- kuinka teknisesti luotettavia toteutetut liikenteen seurantajärjestelmät ovat olleet (viat, käyttökatkot jne.)
- millaista huoltotarvetta on esiintynyt ja kuinka usein?
- kuinka nopeasti liikenteen seurantajärjestelmät tunnistavat liikenteen ruuhkautumisen
- kuinka nopeasti liikenteen seurantajärjestelmät tunnistavat onnettomuuden tai muun poikkeuksellisen häiriön?

- kuinka hyvin eri liikennetilanteiden automaattinen ohjaus toimii (proaktiivinen rauhoittaminen, ruuhkatilanteiden ohjaus)

Ruuhkautumisen tunnistamisen nopeutta voidaan arvioida liikennekamerakuvan perusteella tieliikennekeskuksesta käsin hyödyntäen pullonkauloihin asennettavia liikennekameroita. Onnettomuuksien tai vastaavien häiriöiden tunnistusnopeutta voi arvioida vertaamalla tunnistuksen aikaleimaa (lokityiedoista) Liikenneviraston HÄTI/TLOIK-järjestelmän aikaleimoihin ja silmukoiden mittaustietoihin.

Mittaustarkkuus voidaan tutkia erikseen, mutta se edellyttää vertailumittausten toteutusta ja kannattaa tehdä mikäli on syytä epäillä ongelmia mittaustarkkuuden suhteen.

Vaikutusten osalta tutkimuksessa vastataan seuraaviin kysymyksiin:

- kuinka hyvin kuljettajat noudattavat vaihtuvia nopeusrajoituksia eri tilanteissa? Miten olosuhteet ja tiedotusopasteiden käyttö vaikuttaa noudattamiseen?
- miten vaihtuva ohjaus vaikuttaa liikenneonnettomuuksiin? Tilastollinen tarkastelu onnettomuusluokittain.
- miten vaihtuva ohjaus vaikuttaa onnettomuusriskiin? Onnettomuusriskiä tarkastellaan analysoimalla muutoksia liikennevirran ominaisuuksissa (nopeudet, ajoneuvovälit) ennen ja jälkeen käyttöönoton. Lisäksi ajokäyttäytymistä analysoidaan ajamalla väylällä eri ohjaustilanteissa.
- miten vaihtuva ohjaus vaikuttaa väylän kapasiteettiin ja kapasiteetin käyttöön? Tutkitaan liikennemääriä kaistoittain ennen/jälkeen ohjauksen käyttöönoton.
- miten ohjaus vaikuttaa liikenteen ruuhkautumiseen? Ruuhkatilanteiden esiintyminen, kesto ja vakavuus. Shokkiaaltotilanteiden esiintyminen ennen/jälkeen ohjauksen käyttöönoton. Pullonkaulojen ruuhkautuminen.
- miten vaihtuva ohjaus vaikuttaa väylän liikenteen sujuvuuteen? Matka-aikojen vertailu ennen/jälkeen eri tilanteissa.

## 7.3 Jatkotoimenpiteet

Esiselvityksen perusteella suositellaan, että Liikennevirasto ja Uudenmaan ELY-keskus käynnistävät syksyllä 2015 kaksivaiheisen pilotin valmistelut. Konkreettisia jatkotoimenpiteitä ovat:

1. Pilottihankkeen tilaajapuolen organisoituminen; yhteistyö ja vastuut Liikenneviraston sekä Uudenmaan Ely-keskuksen ja Valtti-yksikön kesken
2. Seurantapilotin toteutus
3. Liikenteen hallinnan yleissuunnitelman laadinta
4. Liikenteen hallinnan rakentamissuunnitelman laadinta
5. Liikenteen hallintajärjestelmien toteutus
6. Ennen-tutkimus (3 kk)
7. Liikenteen hallintajärjestelmien käyttöönotto, ohjauspolitiikan ja –perusteiden testaus ja säätö (6–9 kk)
8. Jälkeen-tutkimus (3 kk)
9. Ohjausjärjestelmän toiminnan ja vaikutusten arviointi
10. Ohjauspolitiikan ja –perusteiden tarkistus pilottikohteen järjestelmässä

## 11. Suunnitteluohjeiden ja ohjauspolitiikan päivitys

Seuraavassa on esitetty alustava arvio pilottihankkeen aikataulusta.

Vt 4 Älykäs ohjaus - pilotin vaiheet	2015		2016		2017		2018		2019	
1. Pilottihankkeen tilaajapuolen organisoituminen		●								
2. Seurantapilotin toteutus			■	■						
3. Liikenteen hallinnan yleissuunnitelman laadinta			■							
Toteuttamispäätös (ohjauspilotti)				●						
4. Liikenteen hallinnan rakennussuunnitelman laadinta					■					
5. Liikenteen hallintajärjestelmien toteutus					■	■				
6. Ennen-tutkimus (3 kk)						■				
7. Liikenteen hallintajärjestelmien käyttöönotto, ohjauspolitiikan ja -perusteiden testaus ja säätö (6–9 kk)							■	■		
8. Jälkeen-tutkimus (3 kk)								■		
9. Ohjausjärjestelmän toiminnan ja vaikutusten arviointi								■	■	
10. Ohjauspolitiikan ja -perusteiden tarkistus pilottikohteen järjestelmässä										■
11. Suunnitteluohjeiden ja ohjauspolitiikan päivitys										■

# 8 Lähteet

Highways Agency (2007). M25 Controlled Motorways. Summary Report March 2007. Highways Agency Publications Group, Iso-Britannia.

Keränen Matti, Laine Tomi (2014). Pääkaupunkiseudun pääväylien 2. vaiheen vaihtuvien nopeusrajoitusten ja liikenteen hallinnan toimenpiteiden kannattavuuden arviointi. Muistio 30.10.2014.

Liikennevirasto (2012). Liikenteenhallinta 2017. Liikenneviraston toimintalinjoja 1/2012.

Liikennevirasto (2013). Hankinnan toimintalinjat. Liikenneviraston toimintalinjoja 3/2013.

Liikennevirasto (2014). Vaihtuvan ohjauksen ohjauspolitiikan laadinta. Liikenneviraston ohjeita 19/2014.

Narrowway Steve. (2014). Highways Agencyn asiantuntija Steve Narrowwayn sähköposti 3.12.2014.

Papageorgiou Markos, Kosmatopoulos Elias, Papamichail Loannis (2008). Effects of Variable speed limits on Motorway Traffic Flow. Transportation Research Record No 2047.

Pesonen Hannu, Laine Tomi, Rahiala Antti (2011). Helsingin seudun pääväylien toimivuuden tehostaminen. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen erillisjulkaisu.

Pitkänen Jukka-Pekka, Nevala Riku, Laitinen Rauno (2005). Ramppiohjaus, esiselvitys 2004-2005. AINO-ohjelman julkaisuja 11/2005.

Ramboll Oy (2014). Valtateiden 4 ja 7 eritasoliittymäalueen pikaparannustoimenpiteet. Muistio 30.6.2014.

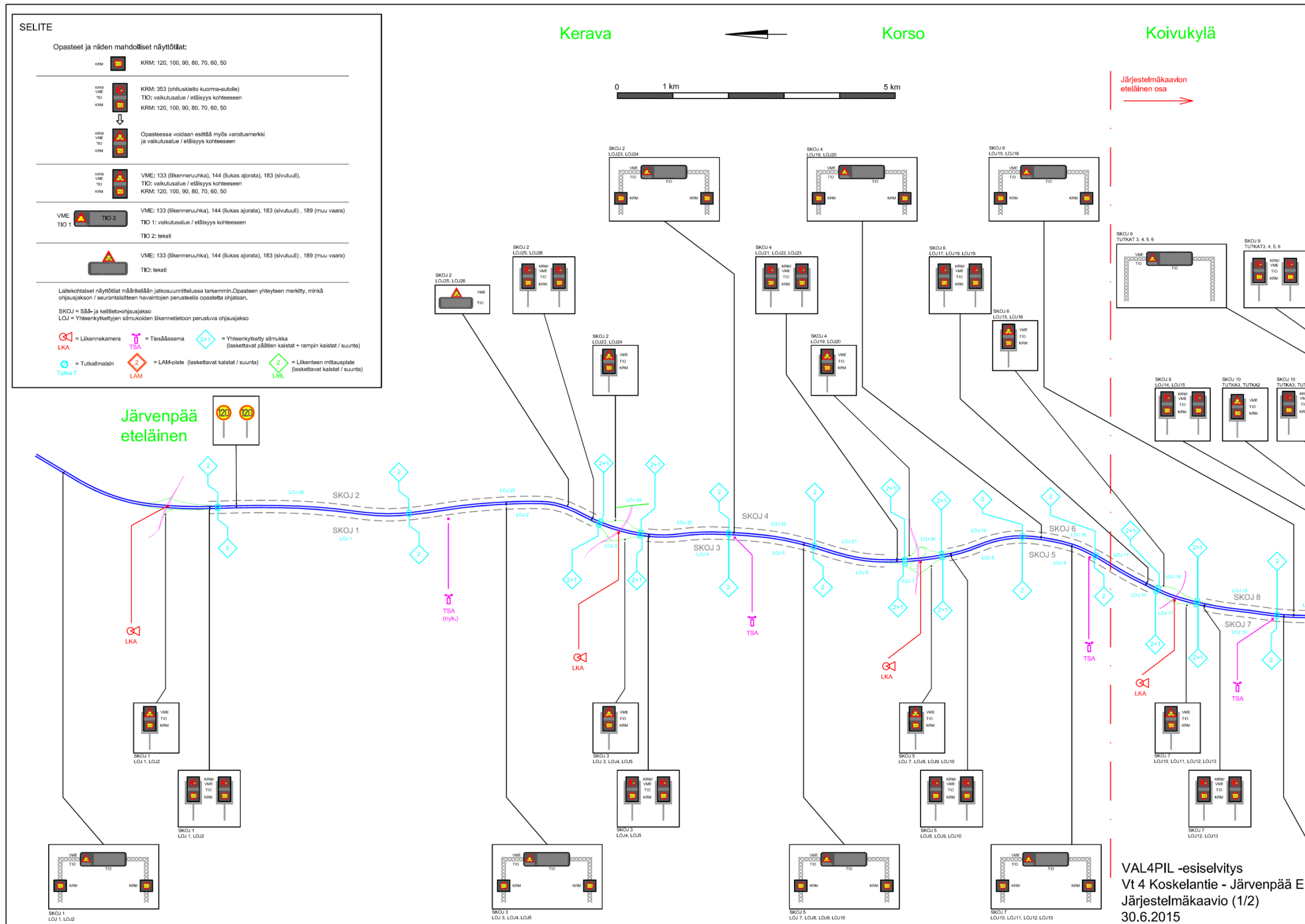
Schirokoff, A., Rämä, P., Tuomainen, A. (2005). Vaihtuvien nopeusrajoitusten laajamittainen käyttö Suomessa. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 89/2005. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.

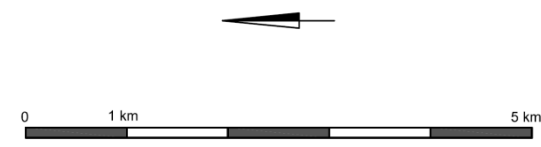
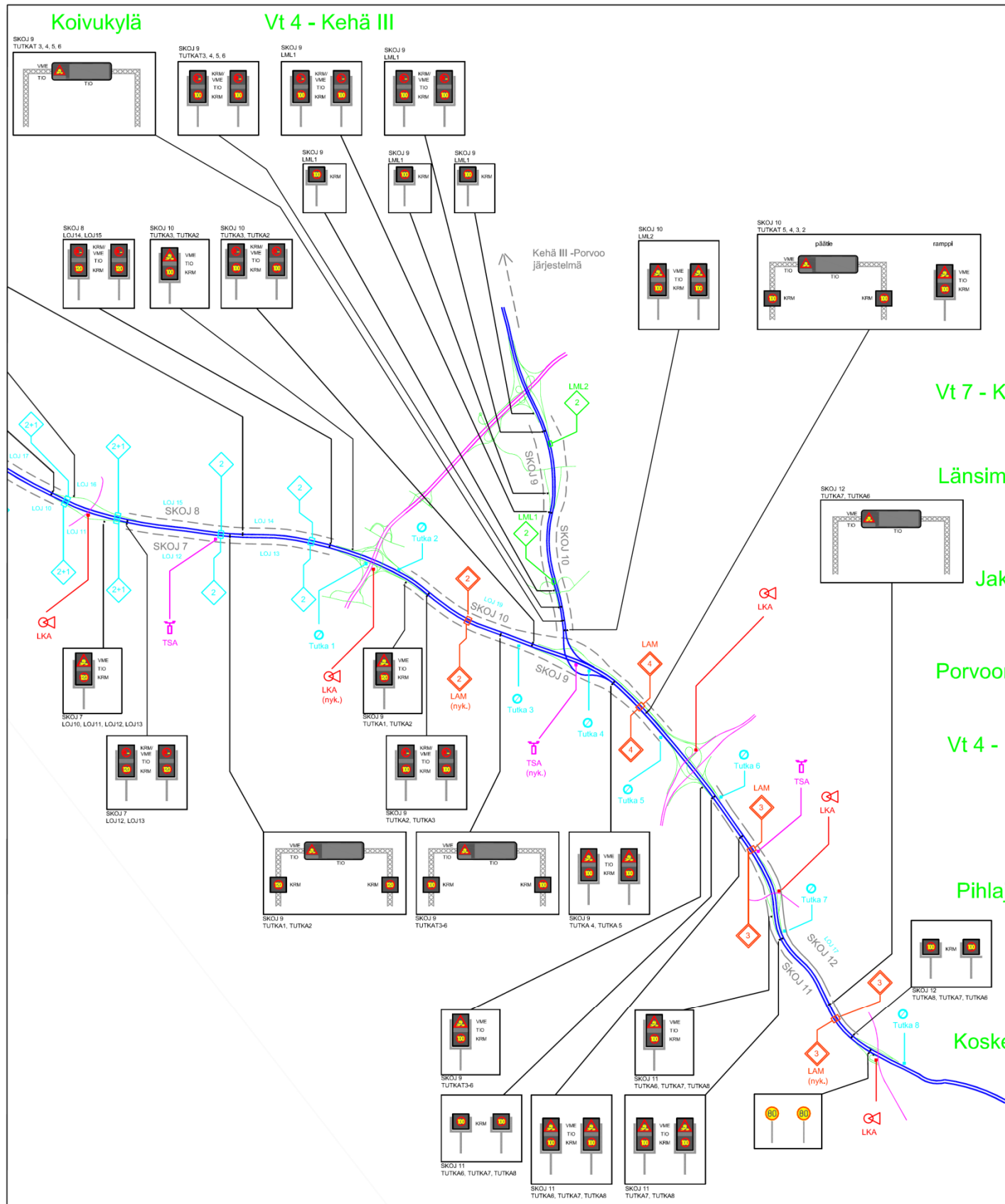
Sito Oy. (2012). Valtateiden 1, 3 ja 4 kehittäminen, Selvitys lisäkaistojen toteuttamismahdollisuuksista. Muistio 8/2012. Uudenmaan Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Uudenmaan Ely-keskus (2013). Nopeusrajoituspolitiikka ja liikenteen hallinta. Pääkaupunkiseudun pääväylien taustaselvitys. Raportteja 6/2013.

Vägverket (2008). Variabel hastighet, Trafikstyrd väg - tillämpningsrapport. Publikation 2008:98. Vägverket, Borlänge.

# Liite 1. Järjestelmäkaavio





**SELITE**

Opasteet ja niiden mahdolliset näyttötilat:

	KRM: 120, 100, 90, 80, 70, 60, 50
	KRM: 353 (ohituskielto kuorma-autolle) TIO: vaikutusalue / etäisyys kohteeseen KRM: 120, 100, 90, 80, 70, 60, 50
	Opasteessa voidaan esittää myös varoitusmerkki ja vaikutusalue / etäisyys kohteeseen
	VME: 133 (liikenneuhka), 144 (liukas ajorata), 183 (sivutuuli), TIO: vaikutusalue / etäisyys kohteeseen KRM: 120, 100, 90, 80, 70, 60, 50
	VME: 133 (liikenneuhka), 144 (liukas ajorata), 183 (sivutuuli), 189 (muu vaara) TIO 1: vaikutusalue / etäisyys kohteeseen TIO 2: teksti
	VME: 133 (liikenneuhka), 144 (liukas ajorata), 183 (sivutuuli), 189 (muu vaara) TIO: teksti

Laittekohtaiset näyttötilat määritellään jatkosuunnitelussa tarkemmin. Opasteen yhteyteen merkitty, minkä ohjauksen / seurantalaitteen havaintojen perusteella opasteita ohjataan.

SKOJ = Sää- ja keliilto-ohjauksko  
LOJ = Yhteenkytkettyjen silmukoiden liikennetietoon perustuva ohjauksko

= Liikennekamera  
 = Tiesäätasema  
 = Yhteenkytketty silmukka (laskettavat päätien kalstat + rampin kalstat / suurta)  
 = Tutkailmalain  
 = LAM-piste (laskettavat kalstat / suurta)  
 = Liikenteen mittauspiste (laskettavat kalstat / suurta)  
 = Liikenteen mittauspiste (laskettavat kalstat / suurta)

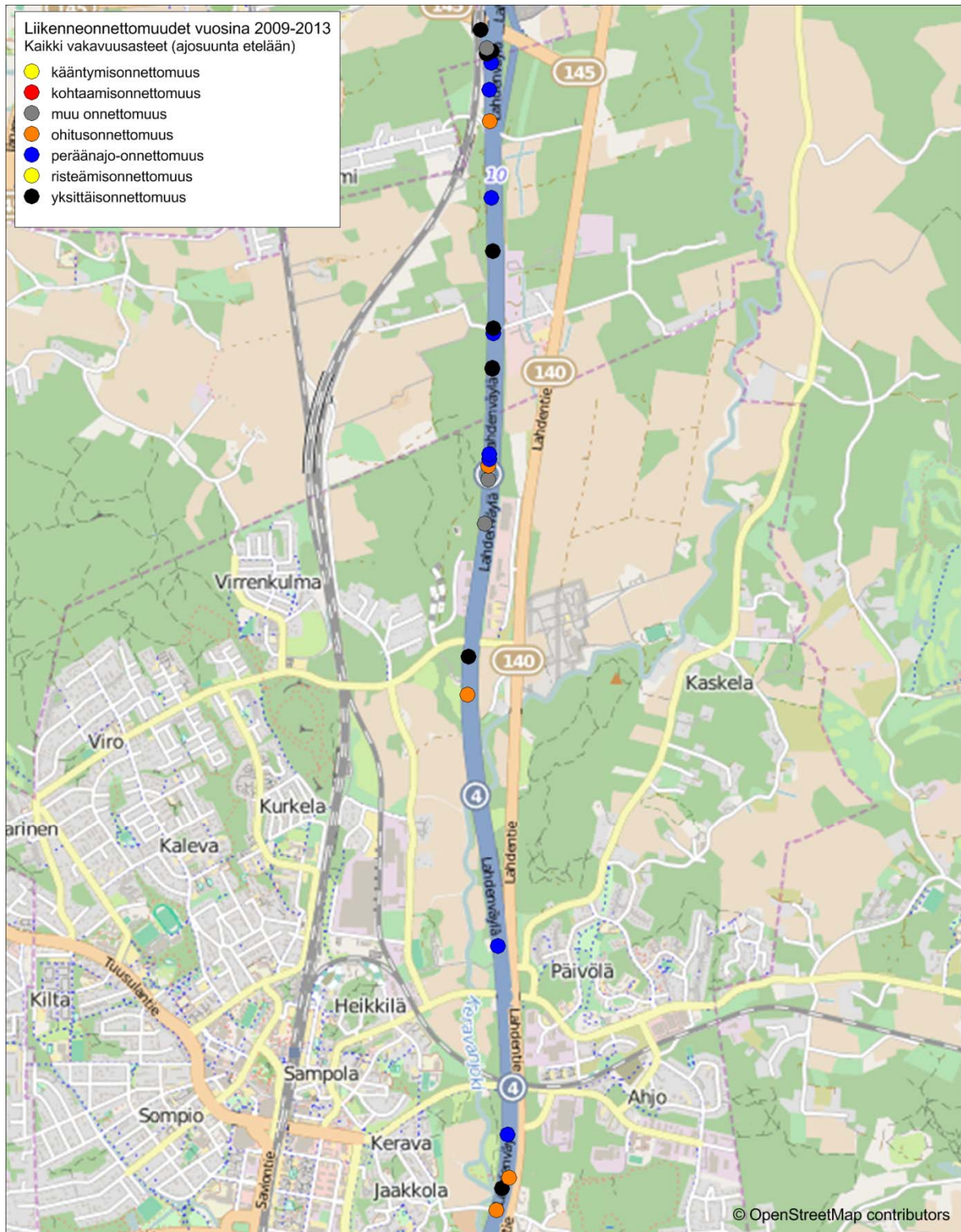
VAL4PIL -esiselvitys  
Vt 4 Koskelantie - Järvenpää E  
Järjestelmäkaavio (2/2)  
30.6.2015



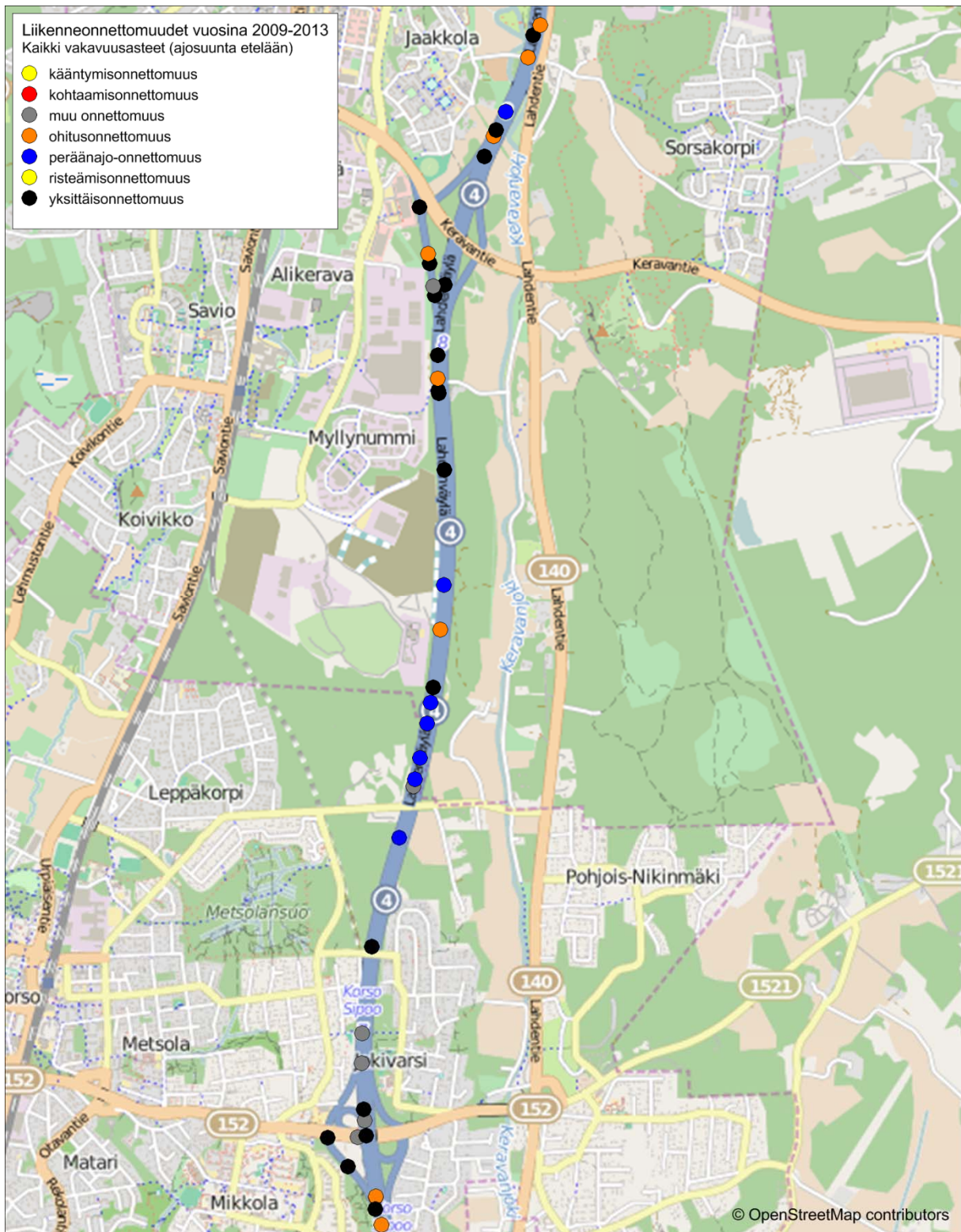
## Liite 2. Järjestelmän alustava kustannusarvio

	Kpl	Yksikkö	€ / yksikkö	Summa
<b>AVO-OSUUS</b>				
<b>Vaihtuvat opasteet</b>				
KRM (omilla jalustoilla)	7	kpl	7 500	52 500
KRM/VME/TIO (päätiät ja rampit)	46	kpl	12 000	552 000
VME/TIO (sivuun)	1	kpl	35 000	35 000
VME/TIO (Yläp.)	12	kpl	65 000	780 000
VME/TIO-portaalin KRM:t	20	kpl	5 000	100 000
				0
<b>Liikenteen seurantalaitteet</b>				
LAM	4	kpl	15 000	60 000
TSA	6	kpl	85 000	510 000
LKA	8	kpl	16 000	128 000
LML-silmukat	2	kpl	8 000	16 000
Yhteenkytk. silmukat (keskim. kustannus / poikkileikkaus)	14	kpl	8 000	112 000
<i>Laskettu Imtech VIP-ilmaisimilla (EC-200D)</i>				0
Tutka	8	kpl	60 000	480 000
				0
<b>Muut</b>				
LOK-keskukset (esim. Rittal-kontti)	7	kpl	20 000	140 000
				0
<b>Suunnittelu ja ohjelmointi</b>				
LiHa-YS	1	kpl	50 000	50 000
LiHa-RS (Liikenne + SA)	1	kpl	500 000	500 000
Käyttöönotto ja testaus	1	kpl	100 000	100 000
<i>Järjestelmäpalvelimet virtuaaliympäristössä</i>				
<b>TIETOLIIKENNE</b>				
<b>Kytkimet</b>				
LOK-kytkimet (1 kpl / keskus)	7	kpl	7 000	49 000
Laitekytkimet	128	kpl	200	25 600
<b>Kaapelointi</b>				
Kaapelikaivannot ja putkitus	25 000	m	22	550 000
Runkokuitu	30 000	m	8	240 000
Laitekuidut	45 000	m	5	225 000
Sähköt	15 000	m	8	120 000
<i>Olemassa olevaa: runkokuitu Kehä III - Koskelantie ja sähkökaapeli kytkentäpilareissa välillä Kerava - Koskelantie</i>				
<b>TYÖNAIKAISET LIIKENNEJÄRJESTELYT</b>				
Liikenteenohjaus (keskimääräinen päiväkustannus)	150	pvä	500	75 000
<b>YHTEENSÄ</b>				4 900 100
<b>YHTEISKUSTANNUKSET</b>	20 %			980 020
<b>KUSTANNUSARVIO</b>				5 880 120

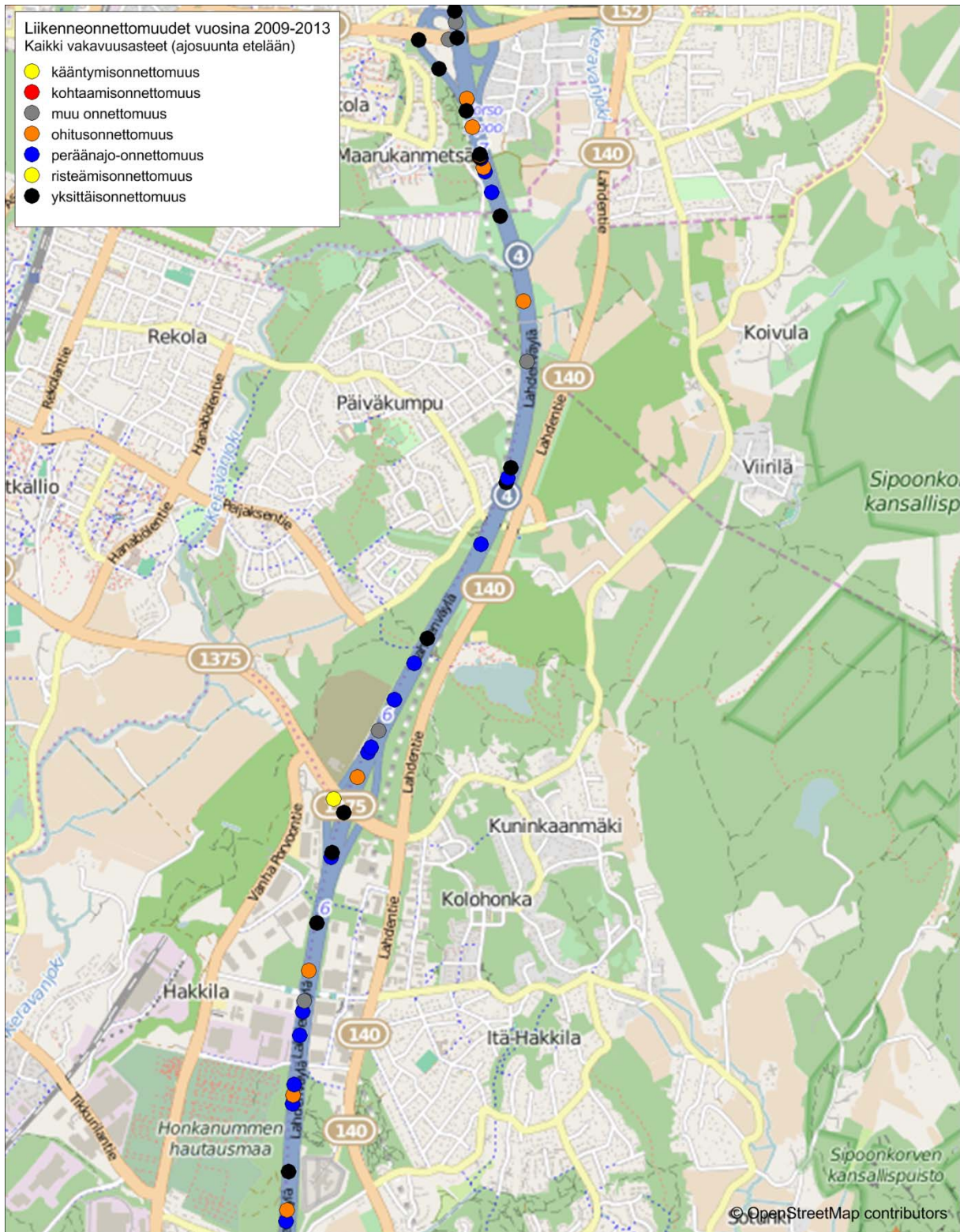
# Liite 3. Onnettomuuskartat



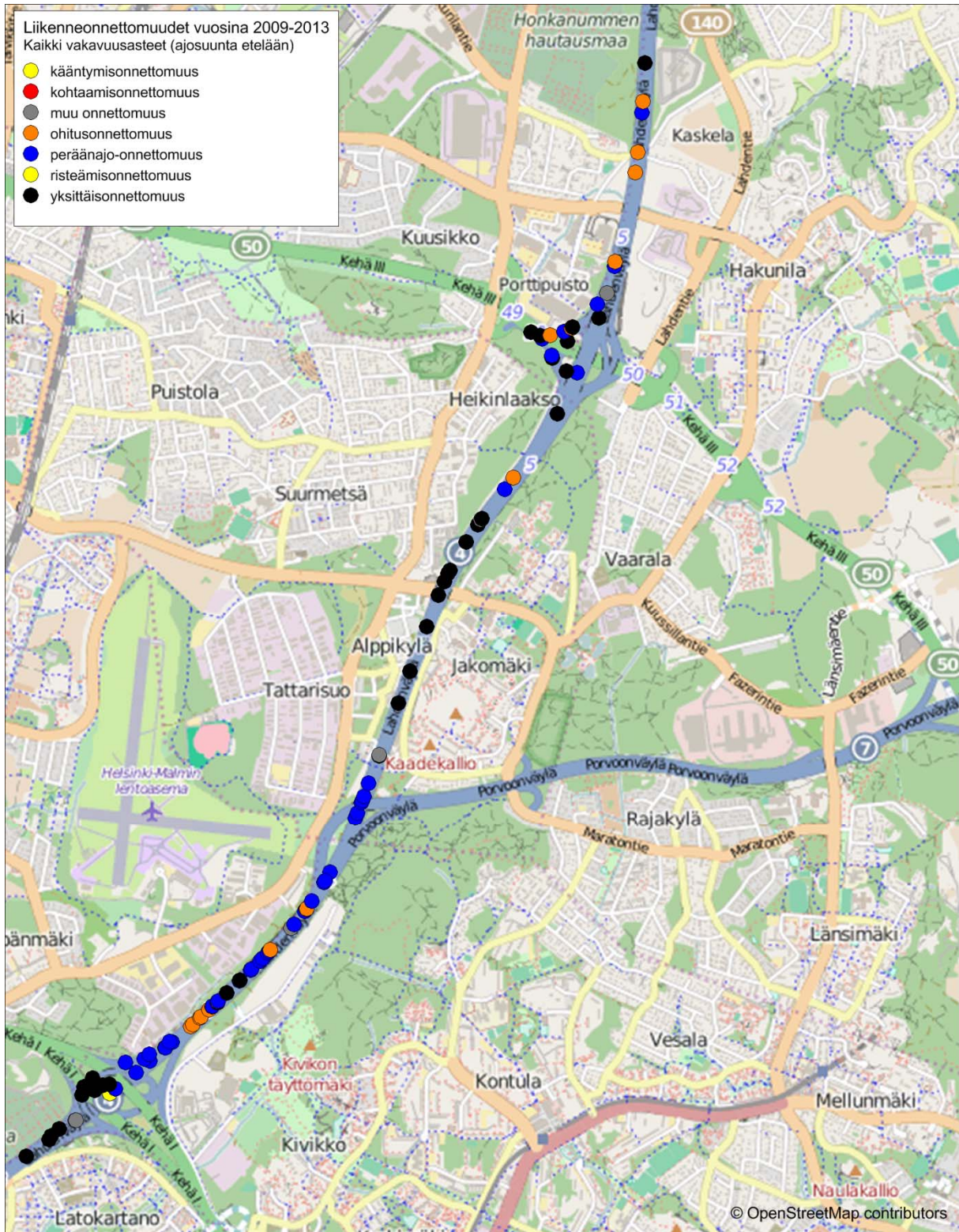
Liikenneonnettomuudet 2009-2013 Vt 4 Järvenpään eteläinen liittymä - Kerava etelään.



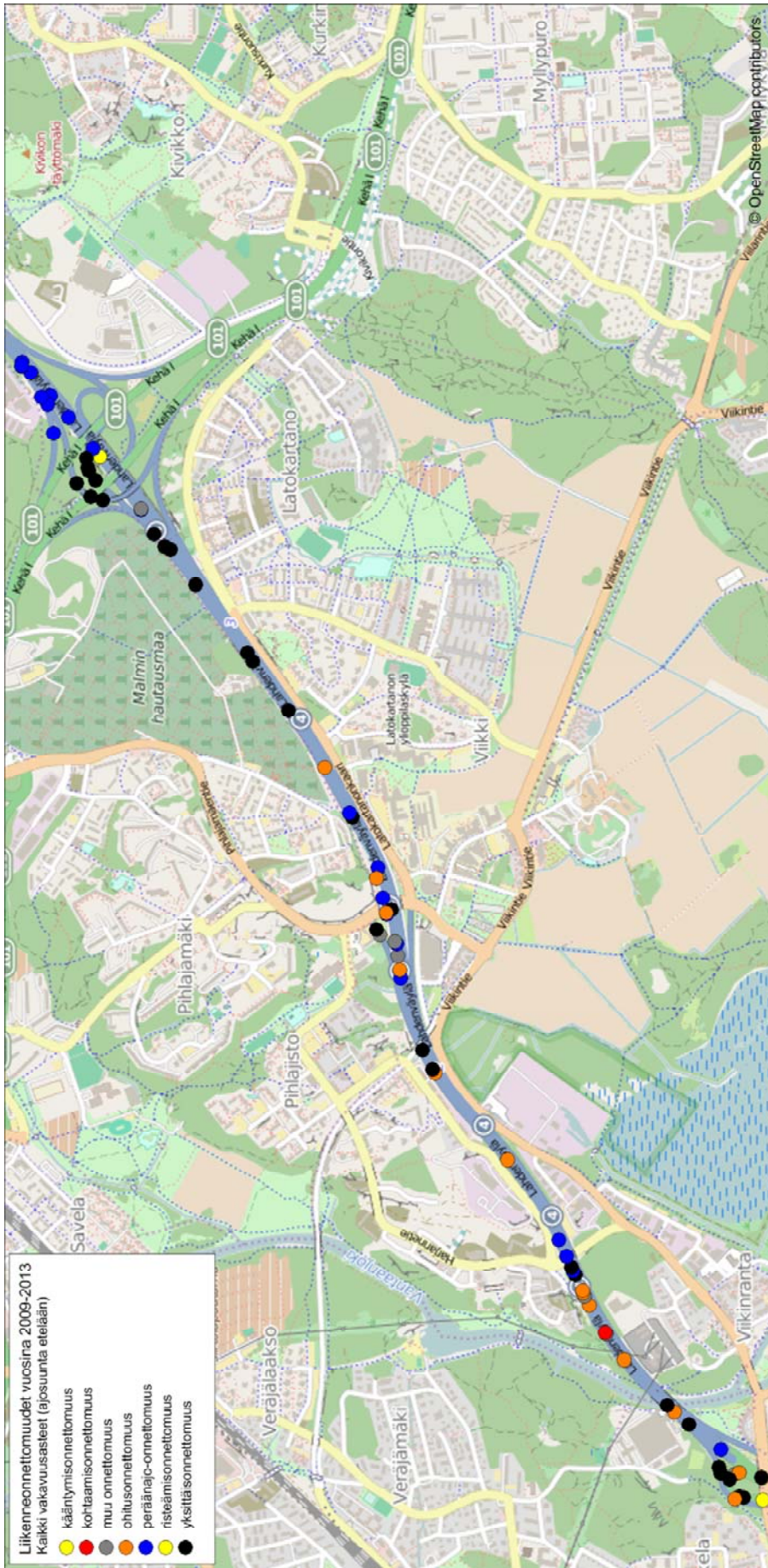
Liikenneonnettomuudet 2009-2013 Vt 4 Kerava-Kulomäentie etelään.



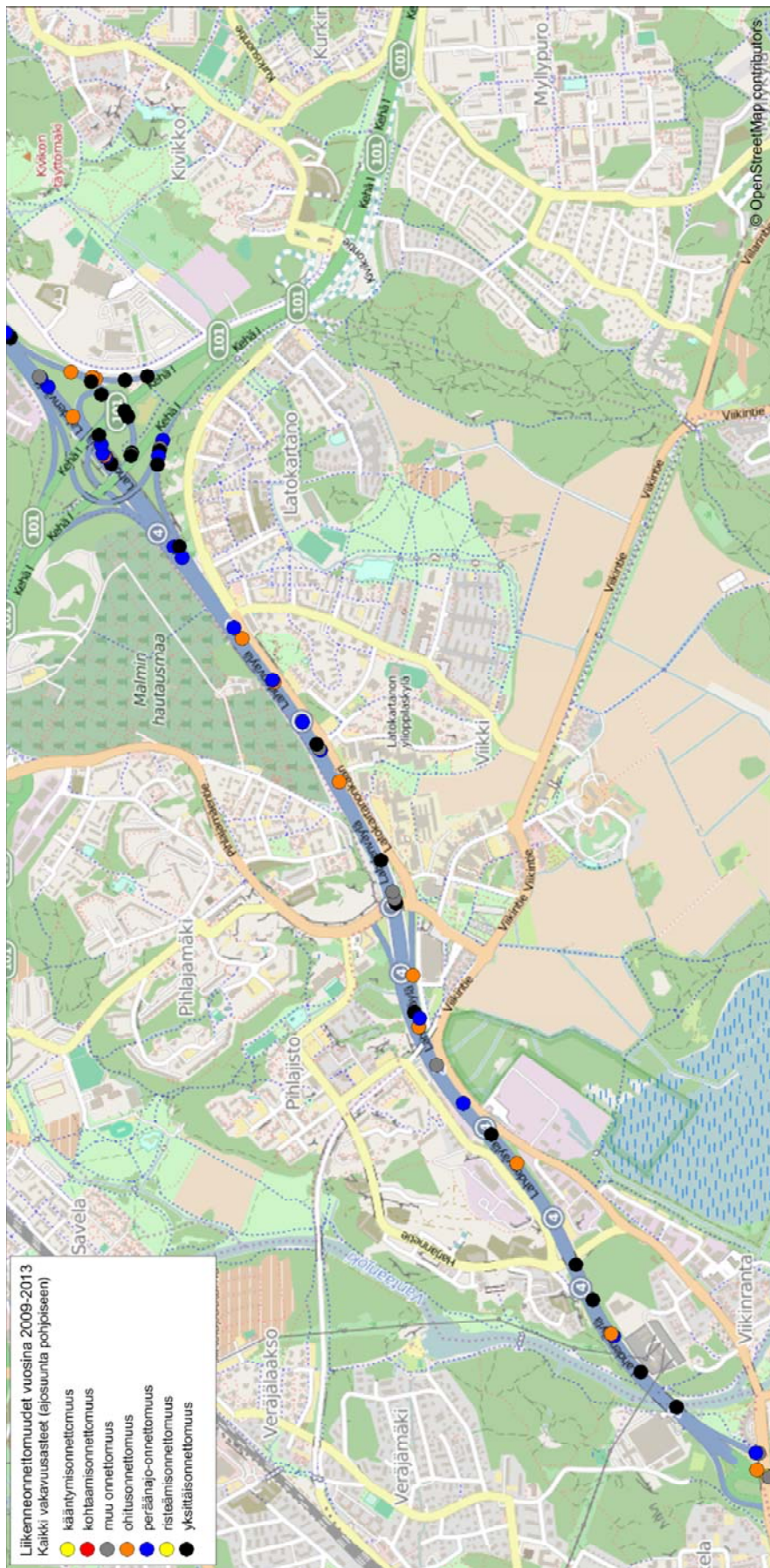
Liikenneonnettomuudet 2009-2013 Vt 4 Kulomäentie-Tikkurilantie etelään.



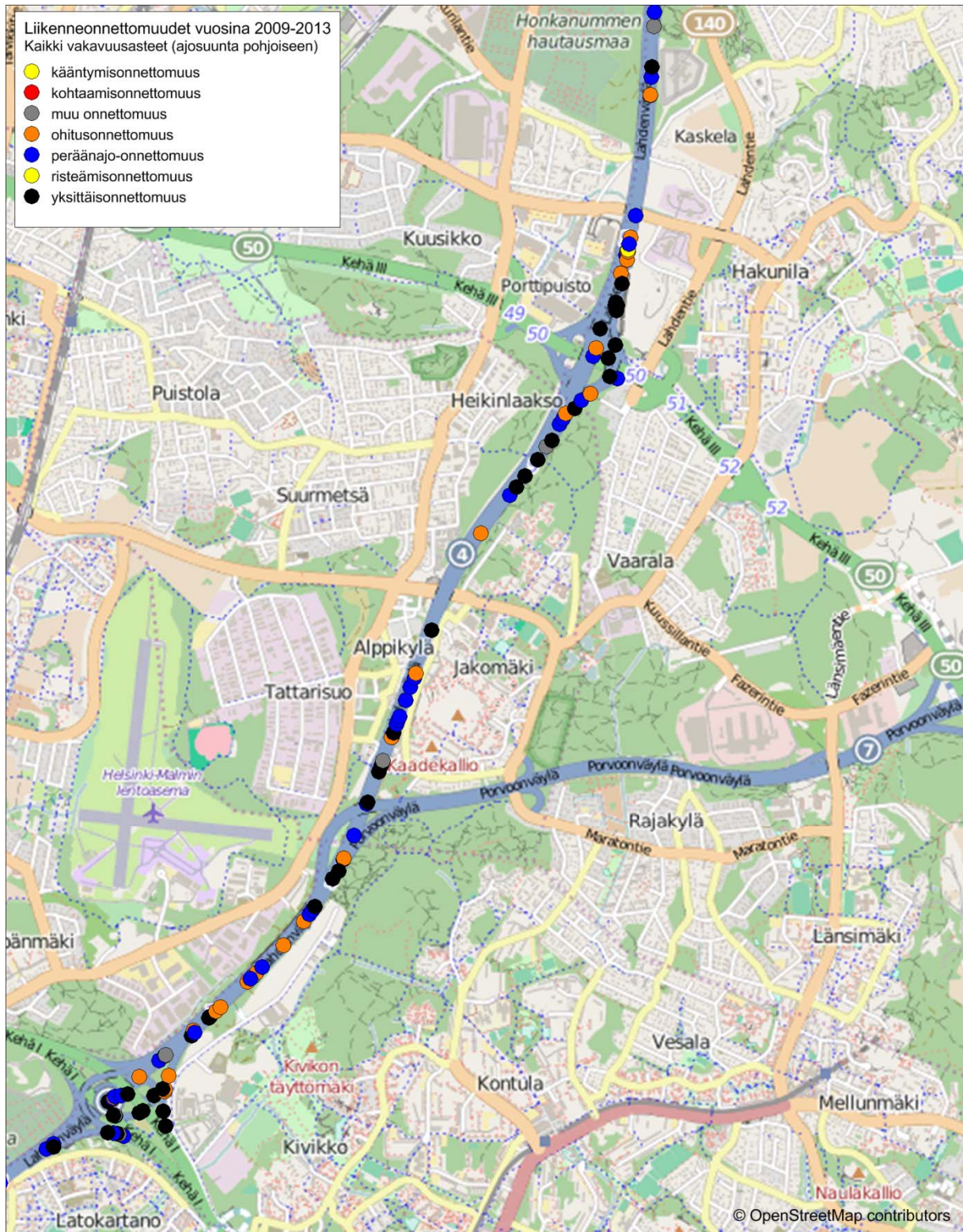
Liikenneonnettomuudet 2009-2013 Vt 4 Tikkurilantie-Kehä I etelään



Liikenneonnettomuudet 2009-2013 Vt 4 Kehä I- Koskela etelään.

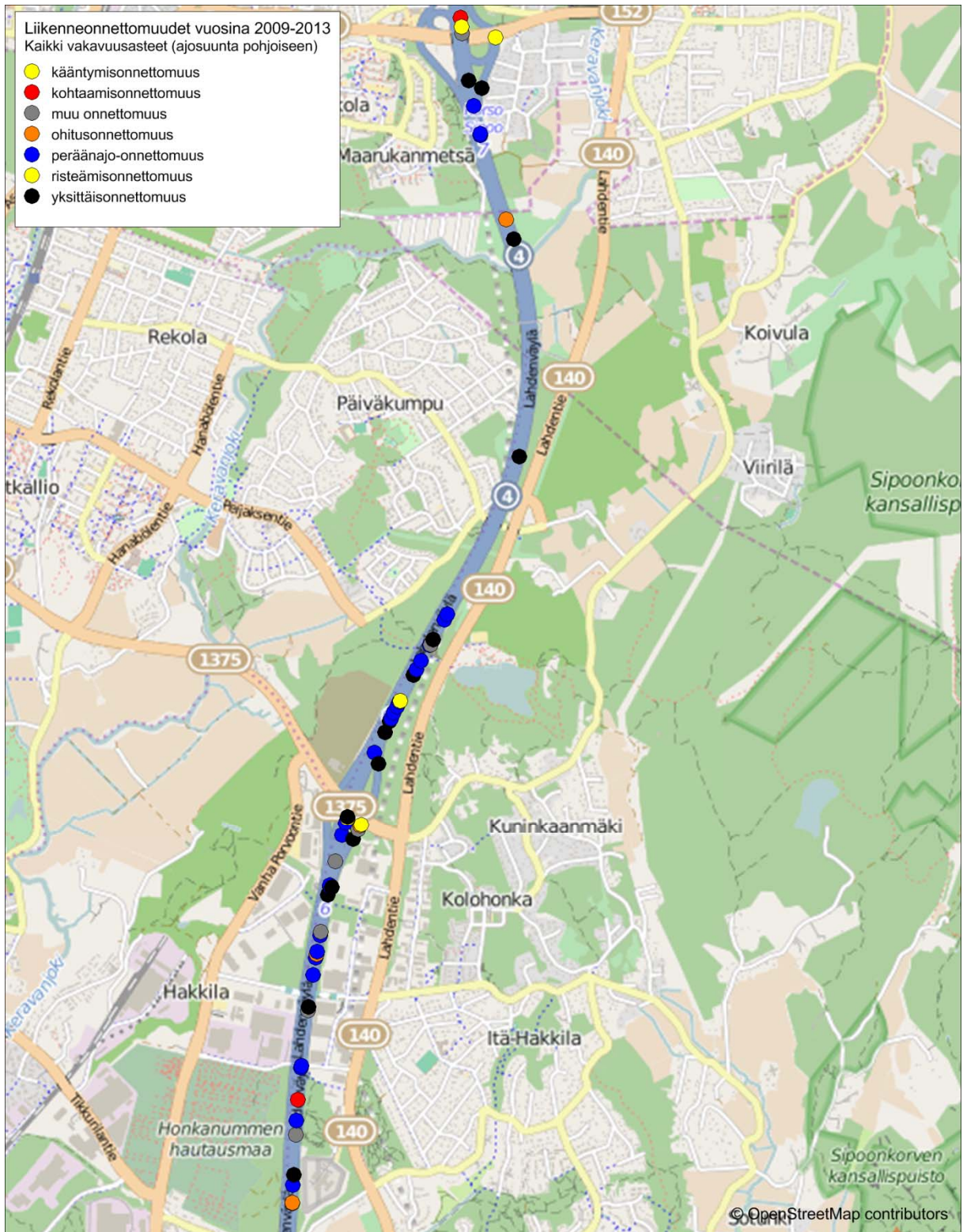


Liikenneonnettomuudet 2009-2013 Vt 4 Koskela-Kehä I pohjoiseen.

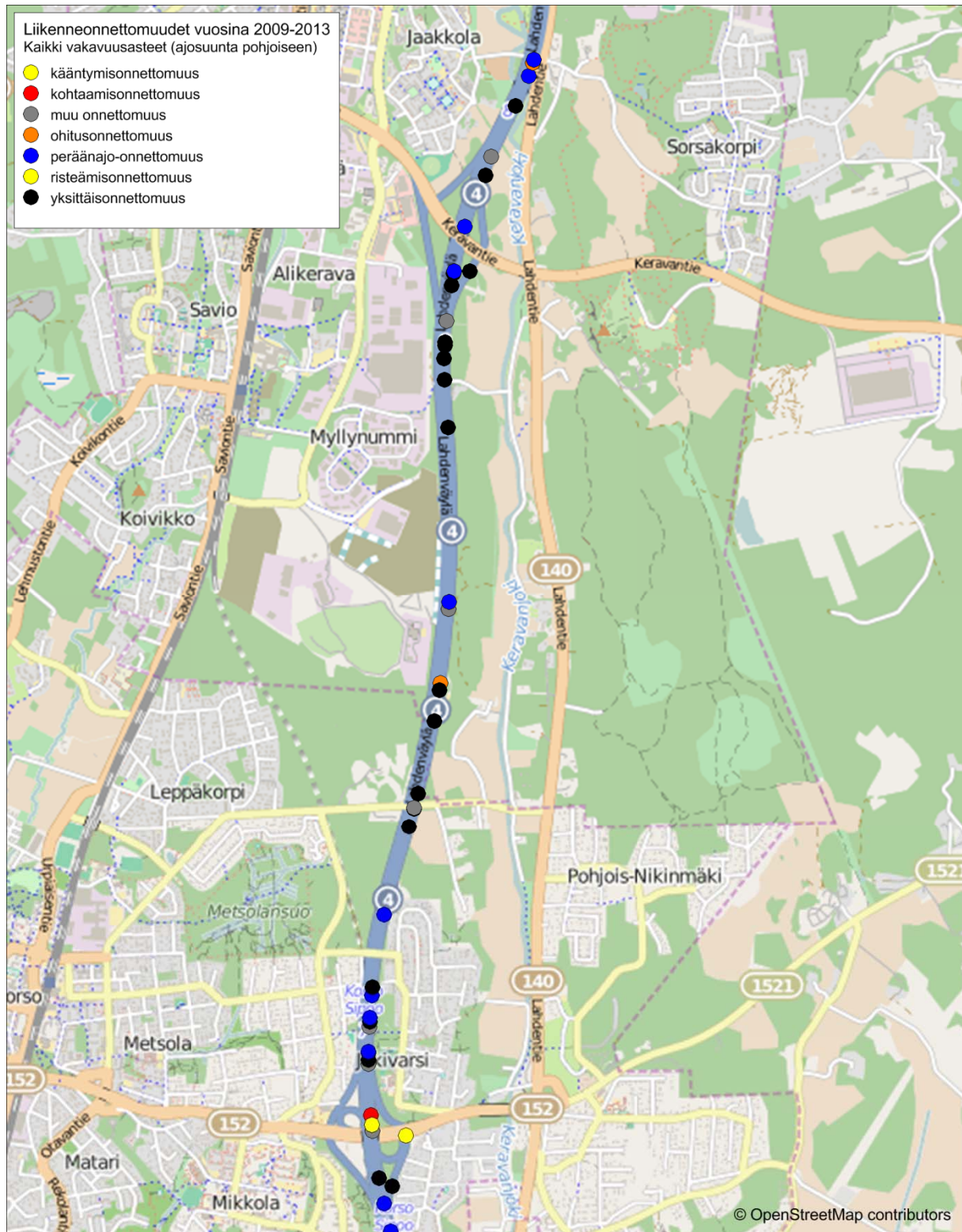


Liikenneonnettomuudet 2009-2013 Vt 4 Kehä I - Tikkurilantie pohjoiseen.

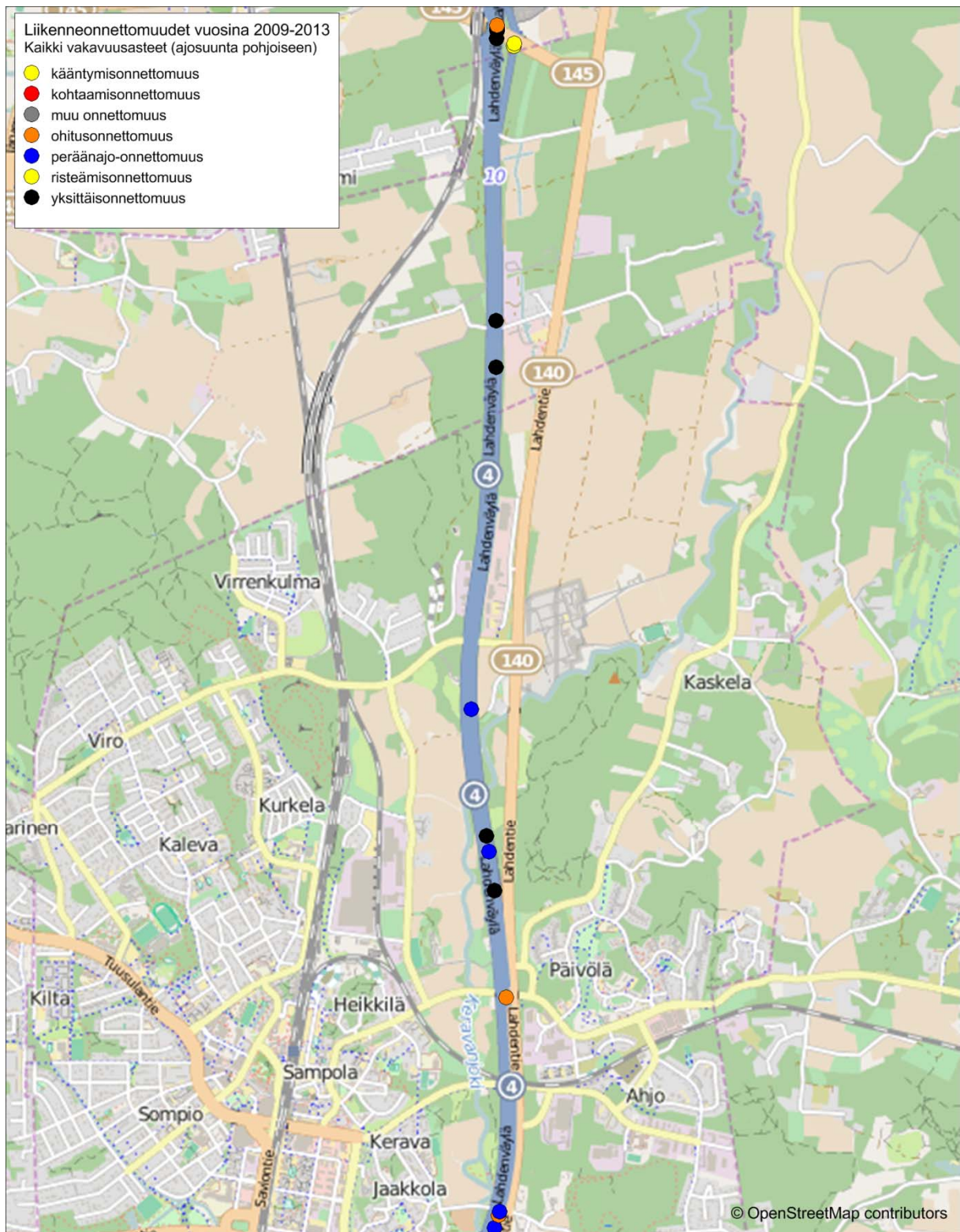




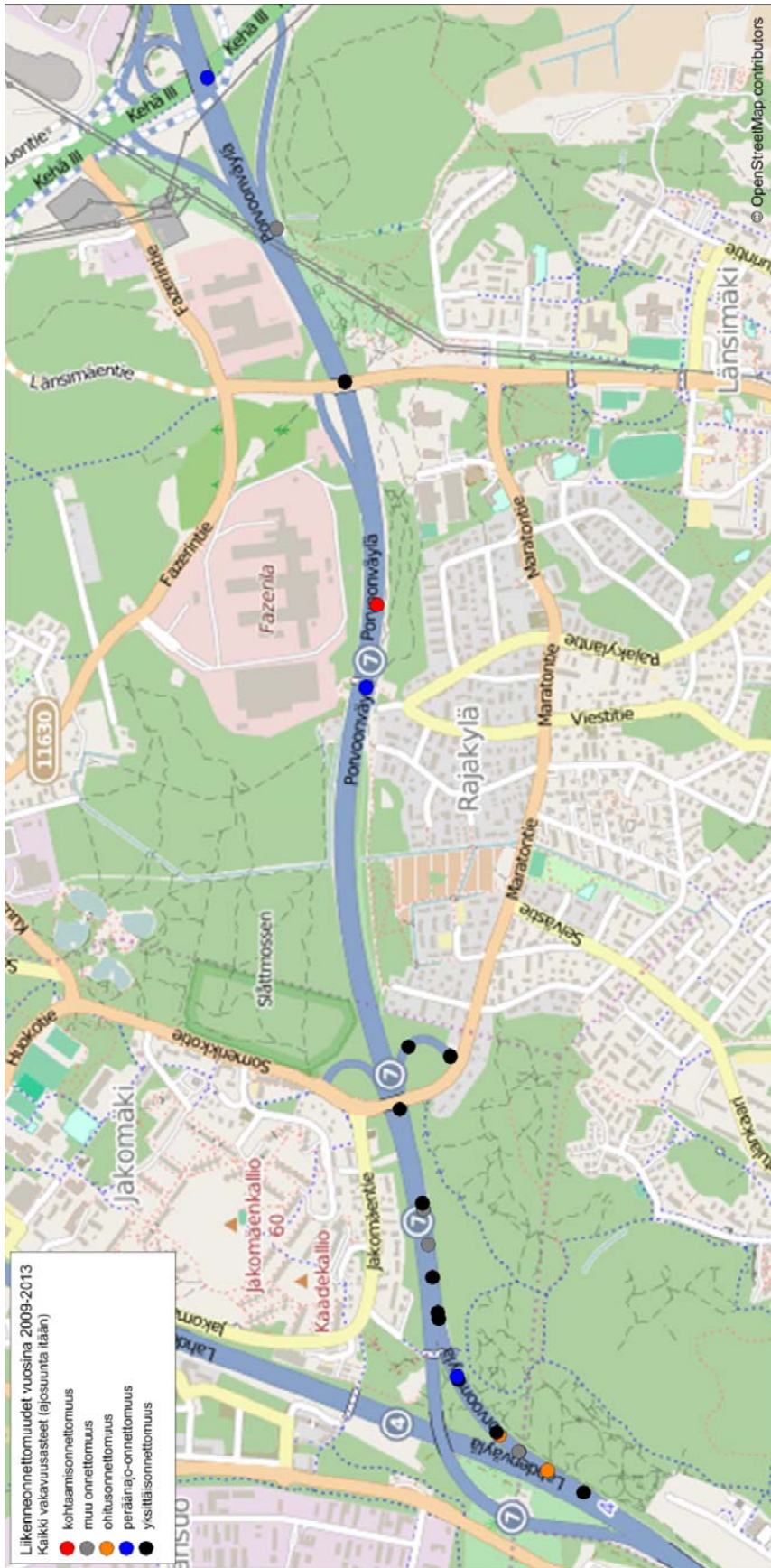
Liikenneonnettomuudet 2009-2013 Vt 4 Tikkurilantie-Kulomäentie pohjoiseen



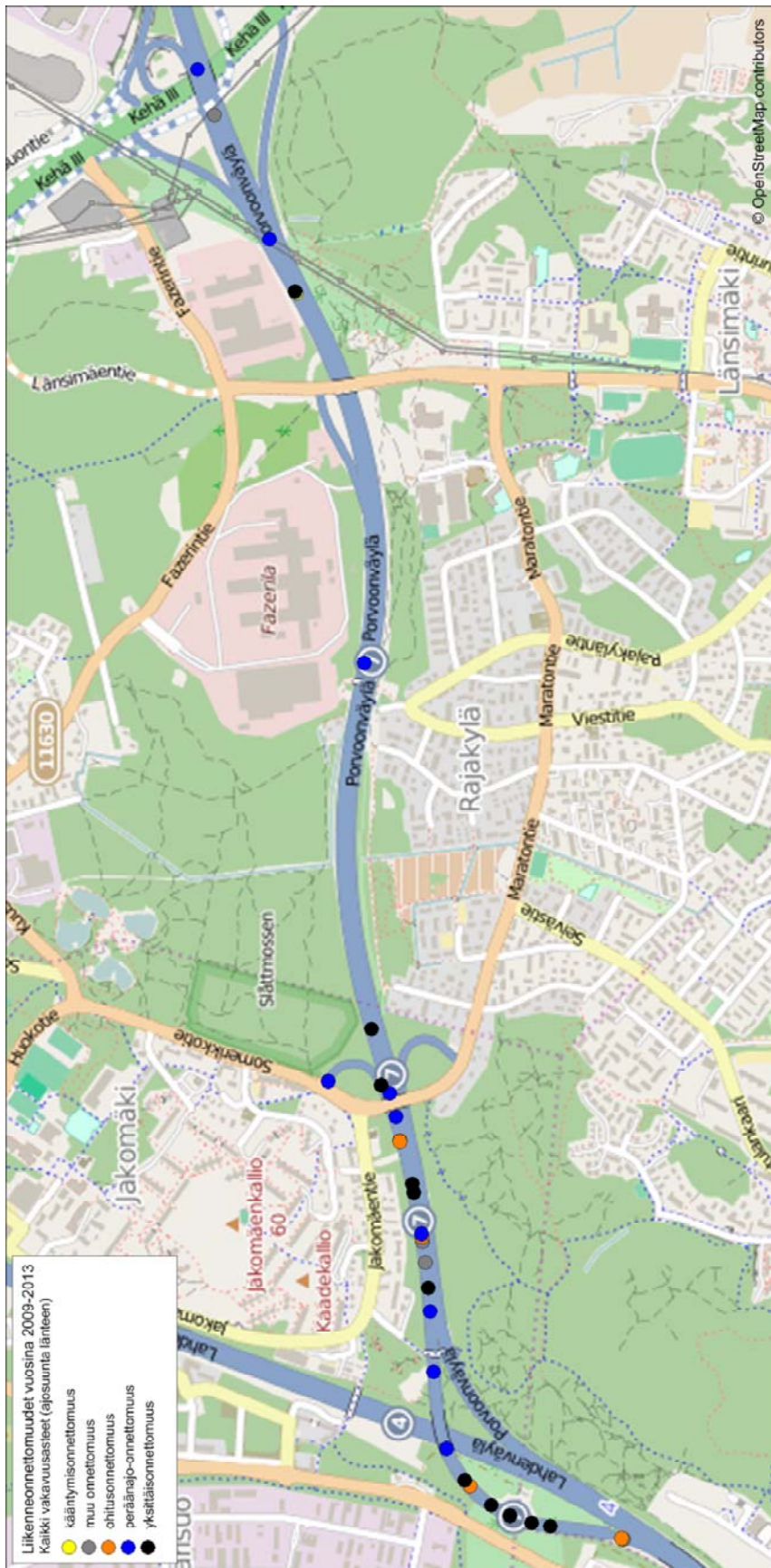
Liikenneonnettomuudet 2009-2013 Vt 4 Kulomäentie-Kerava pohjoiseen



Liikenneönnettömuudet 2009-2013 Vt 4 Kerava-Järvenpää E pohjoiseen.



Liikenneonnettomuudet 2009-2013 Vt 7 välillä vt 4 liittymä-Kehä III:n liittymä itään.



Liikenneonnettomuudet 2009-2013 Vt 7 välillä Kehä III liittymä- vt 4 liittymä länteen.

Julkaisusarjan nimi ja numero <b>Raportteja 72/2015</b>				
Vastuualue <b>Liikenne ja infrastruktuuri</b>				
Tekijät Tomi Laine Sakari Lindfors Miikka Niinikoski		Julkaisuaika <b>Syyskuu 2015</b>		
		Kustantaja   Julkaisija <b>Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus</b>		
		Hankkeen rahoittaja   toimeksiantaja <b>Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus</b>		
Julkaisun nimi <b>Älykkään vaihtuvan ohjausjärjestelmän pilotointi, esiselvitys</b> Valtatie 4 Koskela, Helsinki - Järvenpää				
Tiivistelmä Valtatie 4 Helsingin Koskelan ja Järvenpään eritasoliittymien välillä on erittäin vilkkaasti liikennöity väylä, joka ruuhkautuu sekä aamun että iltapäivän ruuhkatunteina ja jonka turvallisuustilanne on heikko. Ongelmien ratkaisemiseksi on aiemmissa suunnitteluvaiheissa esitetty nykyaikaisen vaihtuvan ohjausjärjestelmän toteuttamista valtatielle 4 Järvenpäähän saakka sekä valtatielle 7 välille vt 4-Kehä III. Tämän esiselvityksen tavoitteena oli laatia alustava suunnitelma laadukkaan ja monipuolisen liikennetieto-ohjauksen mahdollistavasta ohjausjärjestelmästä, jossa on huomioitu uusien seurantateknologioiden luomat mahdollisuudet. Laadittu suunnitelma sisältää tavanomaisiin liikenteen vaihtuviin ohjausjärjestelmiin nähden uusina elementteinä aiempaa monipuolisemman ja tarkemman liikenteen seurantajärjestelmän sekä aiempaa proaktiivisemman ja hienojakoisemman liikenteen ohjausjärjestelmän ja -politiikan. Lisäksi järjestelmän operointi tieliikennekeskuksessa poikkeaa totutusta, koska ohjauksen automaatiotaso on korkeampi. Uutta on myös järjestelmän integraatio tieliikenteen ohjauksen integroidun käyttöliittymän ympäristöön (TLOIK) sekä muista piloteista, kuten kooperatiivisista järjestelmistä, saatavat herätteet. Suunnitellun vaihtuvan ohjausjärjestelmän voidaan kansainvälisten kokemusten valossa arvioida ehkäisevän henkilövahinkoihin johtavia onnettomuuksia Suomen olosuhteissa noin 10 % ja pienentävän ruuhka-aikojen viivytyksiä vähintään 20 %. Pääkaupunkiseudun säteittäisväylien vaihtuvan ohjauksen hyöty-kustannussuhteeksi on aiemmin laskettu 3,3-6,3, eli investointi on erittäin kannattava.  Hanke kannattaa toteuttaa kaksivaiheisena pilottina, jonka tavoitteena on selvittää toimivimmat teknologiat ja ohjauspolitiikat laajempaa hyödyntämistä varten. Valtakunnallisesta ulottuvuudesta johtuen hanketta kannattaa viedä eteenpäin Liikenneviraston ja Uudenmaan ELY-keskuksen yhteishankkeena. Järjestelmästä saatavia kokemuksia voidaan hyödyntää sekä muiden pääkaupunkiseudun pääväylien liikenteen hallintajärjestelmien uusimisen/toteutuksen yhteydessä että muiden kaupunkiseutujen vastaavien järjestelmien toteutuksessa. Pilottihankkeen ensimmäisen osan, seurantapilotin alustava kustannusarvio on 320 000 euroa ja toisen, varsinaisen ohjauspilotin kustannusarvio 6,0 miljoonaa euroa sisältäen koko ohjausjärjestelmän toteutuksen.				
Asiasanat (YSA:n mukaan) <b>Vaihtuva liikenteen ohjaus, nopeusrajoitukset, älyliikenne</b>				
ISBN (painettu)	ISBN (PDF)	ISSN-L	ISSN (painettu)	ISSN (verkkopainettu)
	978-952-314-302-9	2242-2846	2242-2846	2242-2854
www		URN	Kieli	Sivumäärä
www.ely-keskus.fi/julkaisut   www.doria.fi		URN: ISBN:978-952-314-302-9	Suomi	93
Julkaisun myynti/jakaja				
Kustannuspaikka ja aika <b>Helsinki 16.9.2015</b>			Painotalo	

# PRESENTATIONSBLAD

Publikationens serie och nummer Rapporter 72/2015				
Ansvarsområde <b>Trafik och infrastruktur</b>				
Författare Tomi Laine Sakari Lindfors Miikka Niinikoski		Publiceringsdatum Syyskuu 2015		
		Utgivare   Förläggare Närings-, trafik- och miljöcentralen i Nyland		
		Projektets finansiär   uppdragsgivare		
Publikationens titel <b>Pilotering av intelligent variabel styrsystem, preliminär utredning</b> Riksväg 4 Forsby, Helsingfors - Träskända (Älykkään vaihtuvan ohjaujärjestelmän pilotointi, esiselvitys Valtatie 4 Koskela, Helsinki - Järvenpää)				
Sammandrag Avsnittet mellan Forsbys i Helsingfors och Träskändas planskilda anslutningar på riksväg 4 är en mycket livligt trafikerad led med trafikstockningar både morgon och eftermiddag under rusningstimmarna då även säkerhetssituationen är svag. För att lösa problemen har tidigare planeringsskeden föreslagit att ett modernt variabelt styrsystem genomförs för riksväg 4 fram till Träskända samt för riksväg 7 mellan riksväg 4 och Ring III. Syftet med denna preliminär utredning var att utarbeta en preliminär plan för ett styrsystem som möjliggör en högklassig och mångsidig styrning av trafikdata som utnyttjar de möjligheter som den senaste uppföljningsteknologin medför.  Planen innehåller nya element i form av ett mångsidigare och exaktare trafikuppföljningssystem samt ett mer proaktivt och finfördelat trafikstyrsystem och -politik än vedertagna variabla trafikstyrsystem. Dessutom avviker sättet som systemet opererar på i vägtrafikcentralen från det vedertagna, då styrningen sker på högre automationsnivå. Nytt är också att systemet integreras i det nya operation system miljön (TLOIK), samt impulser som fås från andra piloteringar, till exempel kooperativa system. På basis av internationella erfarenheter kan man anta att det planerade variabla styrsystemet kommer att förebygga olyckor med personskador med cirka 10 % och reducera fördröjningar under rusningstid med minst 20 %. Nyttokostnadsförhållandet för en flexibel styrning av huvudstadsregionens utfartsleder har tidigare beräknats vara 3,3-6,3. Investeringen skulle således vara mycket lönsam.  Projektet kan med fördel genomföras som ett pilotprojekt i två etapper, där syftet är att utreda vilken teknologi och styrpolitik som fungerar bäst i ett större sammanhang. Med tanke på den riksomfattande dimensionen kan projektet genomföras som ett samprojekt mellan Trafikverket och Nylands NTM-central. De erfarenheter man får av systemet kan användas både i samband med förnyandet/förverkligandet av trafikledningssystemen för huvudstadsregionens andra huvudleder och för förverkligande av motsvarande system i andra stadsregioner. Den preliminära kostnadsberäkningen för pilotprojektets första del, uppföljningsdelen, är 320 000 euro, medan den andra delen, styrdelen omfattande genomförandet av hela styrsystemet beräknas kosta 6,0 miljoner euro.				
Nyckelord (enligt Allärs) variable styrsystem, hastighetsbegränsning, intelligent trafiksystem				
ISBN (tryckt)	ISBN (PDF)	ISSN-L	ISSN (tryckt)	ISSN (webbpublikation)
	978-952-314-302-9	2242-2846	2242-2846	2242-2854
Www.ely-keskus.fi   www.doria.fi		URN URN:ISBN: 978-952-314-302-9		Språk Finska
				Sidantal 93
Beställningar				
Förläggningsort och datum Helsingfors 16.9.2015			Tryckeri	

## DOCUMENTATION PAGE

Publication serie and number Reports 72/2015				
Publication serie and number Transport and Infrastructure				
Author(s) Tomi Laine Sakari Lindfors Miikka Niinikoski		Date September 2015		
		Publisher Centre for Economic Development, Transport and the Environment for Uusimaa		
		Financier/commissioner		
Title of publication <b>Pilot for an intelligent variable speed limit system, pre-study</b> Highway 4 Koskela, Helsinki - Järvenpää ( <b>Älykkään vaihtuvan ohjausjärjestelmän pilotointi, esiselvitys</b> Valtatie 4 Koskela, Helsinki - Järvenpää)				
Abstract Highway 4 between the intersections Koskela, Helsinki and Järvenpää is a heavily trafficked highway stretch, it gets congested during rush-hours and suffers from low level of traffic safety. In earlier plans a modern variable control system was suggested for highway 4 between Koskela, Helsinki and Järvenpää and for highway 7 between highway 4 and Ring 3. The aim for this pre-study was to prepare a preliminary plan for a high-quality control system enabling versatile traffic data based control policies, taking into account the possibilities created by the new traffic monitoring technologies.  The prepared plan contains as new elements more diverse and more accurate traffic monitoring system as well as more proactive and fine-grained traffic control system and policies. Operation of the system is different from the existing control systems, because the level of automatization is clearly higher. In addition as new elements the system will be integrated into the new road traffic operation system environment (TLOIK) and it can receive input from other technology pilots such as cooperative systems. The planned system has been estimated in the light of international studies to reduce injury incidents by 10 % and reducing rush-hour delays by 20 % in the Finnish road conditions. The cost-effectiveness ratio for variable speed limit systems on the main arterials of the Helsinki region has earlier been estimated to be 3,3-6,3, hence the investment is highly profitable.  The project is suggested to be implemented as a two-stage pilot, the aim of which is to find out the best technologies and control policies for wider utilization. Due to the national perspective the project should be implemented in cooperation between Finnish Transport Agency and the Centre for Economic Development, Transport and the Environment in Uusimaa. Experiences gained from the pilot can be utilized in the planning/renewal of similar systems on other main arterials in the Helsinki region and other conurbations in Finland. The cost estimate for the stage 1 monitoring pilot is 320 000 euros and stage 2 control pilot 6,0 million euros including the implementation of the whole control system and its elements.				
Keywords Variable traffic control, speed limits, intelligent transport system				
ISBN (print)	ISBN (PDF)	ISSN-L	ISSN (print)	ISSN (online)
	978-952-314-302-9	2242-2846	2242-2846	2242-2854
www <a href="http://www.ely-keskus.fi/julkaisut">www.ely-keskus.fi/julkaisut</a>   <a href="http://www.doria.fi">www.doria.fi</a>		URN URN:ISBN: 978-952-314-302-9		Language Suomi
				Number of pages 93
For sale at/distributor				
Place of publication and date Helsinki 16.9.2015			Printing place	



**RAPORTEJA 72 | 2015**

**ÄLYKKÄÄN VAIHTUVAN OHJAUSJÄRJESTELMÄN PILOTOINTI, ESISELVITYS  
VALTATIE 4 KOSKELA, HELSINKI - JÄRVENPÄÄ**

**Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**

**ISBN 978-952-314-302-9 (PDF)**

**ISSN-L 2242-2846**

**ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)**

**URN:ISBN: 978-952-314-302-9**

**[www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus) | [www.ely-keskus.fi](http://www.ely-keskus.fi)**