



Aalto-yliopisto
Insinöörیتieteiden korkeakoulu

Sakari Lindholm

Valtatien 1 sää- ja keliohjattujen nopeusrajoitusjärjestelmien ohjauksen kehittäminen

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espossa 2.12.2011
Valvoja: Professori Tapio Luttinen
Ohjaaja: DI Jaakko Myllylä

| | | | |
|--|--|-------------------------|--------------------|
| AALTO-YLIOPISTO TEKNIIKAN KORKEAKOULUT PL 12100, 00076 Aalto http://www.aalto.fi | | DIPLOMITYÖN TIIVISTELMÄ | |
| Tekijä: Sakari Lindholm | | | |
| Työn nimi: Valtatien 1 sää- ja keliohjattujen nopeusrajoitusjärjestelmien ohjauksen kehittäminen | | | |
| Korkeakoulu: Insinööritieteiden korkeakoulu | | | |
| Laitos: Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka | | | |
| Professori: Liikennetekniikka | | Koodi: Yhd-70 | |
| Työn valvoja: Professori Tapio Luttinen | | | |
| Työn ohjaaja(t): DI Jaakko Myllylä | | | |
| <p>Valtatiellä 1 toimii kolme erillistä liikenteenhallintajärjestelmää, joiden vaihtuvia nopeusrajoitusmerkkejä, varoitusmerkkejä sekä tekstillisiä kilpiä ohjataan vallitsevien sää- ja keliolosuhteiden perusteella. Järjestelmien ensisijainen tavoite on liikenneturvallisuus.</p> <p>Järjestelmien ohjaus perustuu järjestelmien automatiikan tuottamiin ohjausehdotuksiin, jotka tieliikennekeskuksien päivystäjät joko hyväksyvät tai jättävät hyväksymättä. Ohjausehdotukset perustuvat tiesääasemien tuottamaan kelitietoon. Työn tavoite oli ohjausprosessin kehitystarpeiden ja -mahdollisuuksien kartoittaminen.</p> <p>Työssä ohjausta tarkasteltiin nykytilan ja tulevaisuuden mahdollisuuksien kannalta. Nykytilanteesta selvitettiin päivystäjien ohjaustottumuksia sekä näkemyksiä automatiikan tuottamiin ohjausehdotuksiin. Työssä tutkittiin myös, miten päivystäjien tekemät ohjauspäätökset olivat vaikuttaneet liikennevirran nopeuteen. Tutkimusmenetelminä käytettiin päivystäjille suunnattua kyselyä, päivystäjien suorittamia seurantajaksoja (raportointi omasta ohjaustyöstä) sekä järjestelmien suosituslaskennan (ohjausehdotus) lokitietojen ja nopeusrajoitusmerkkien ohjaustil tietojen (toteutunut ohjaus) vertailua. Ohjauspäätösten vaikutuksia tutkittiin seurantajaksojen kirjauksiin sekä ajoneuvojen nopeushavaintoihin (LAM-tietokannasta) perustuen.</p> <p>Tulevaisuudessa valtatie 1 järjestelmien eräs kehittämismahdollisuudesta on talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituskäytännönsä (120 km/h rajoitusta ei sallita) luopuminen. Tähän kysymykseen liittyy ohjauksen nykytilanteen (onko järjestelmien ohjaus onnistunut) lisäksi talvikauden ajokelit: mitä enemmän erittäin hyviä kelejä talvikaudella esiintyy, sitä perustellumpaa talvi-nopeusrajoituksista luopuminen on. Työssä tutkittiin tiesääasemien historiatietojen perusteella erittäin hyvien kelien esiintymistä talvikuukausina sekä arvioitiin talvinopeusrajoituksista luopumisella saatavia hyötyjä. Taustatietoja tutkimuksiin kerättiin muun muassa kirjallisuudesta sekä tutustumalla järjestelmien tekniseen toteutukseen.</p> <p>Tutkimusten keskeiset tulokset sekä havainnot olivat seuraavat: Päivystäjien ohjaustavoissa on eroja. Järjestelmien suosituslaskennat eivät ole keskenään yhtenäisiä. Merkittävä osa automatiikan tuottamista ohjausehdotuksista jätetään hyväksymättä. Järjestelmien lokitiedoissa on epäohdonmukaisuuksia. Liikennevirran nopeuksien perusteella, päivystäjät reagoivat oikein järjestelmien ehdotuksiin. Päivystäjien ohjauspäätöksien tekemiseen kuluu runsaasti aikaa. Erittäin hyviä keliolosuhteita on esiintynyt erittäin paljon viime vuosien talvikuukausina.</p> <p>Työn päätelminä todettiin, että järjestelmät vaikuttavat parantavan liikenneturvallisuutta. Ohjauspäätökseen kuluva aika kuitenkin pienentää turvallisuusvaikutuksia. Sekä päivystäjien ohjaustapojen että järjestelmien suosituslaskentojen eroavaisuudet ovat uhka järjestelmien johdonmukaisuudelle ja uskottavuudelle.</p> <p>Merkittävimpinä jatkotoimenpiteinä ehdotettiin lokitietojen kirjausjärjestelmien korjausta, valtatie 1 järjestelmien suosituslaskennan yhtenäistämistä ja kehitystyötä sekä päivystäjien ohjaustapojen yhtenäistämiseen pyrkivän lisäkoulutuksen järjestämistä. Lisäksi ehdotettiin järjestettäväksi kokeilu, jossa talvinopeusrajoituskauden aikana valtatiellä 1 voidaan erittäin hyvissä olosuhteissa asettaa 120 km/h nopeusrajoitus. Kokeilu vaatisi ministeriötasoisesta luvasta.</p> | | | |
| Päivämäärä: 2.12.2011 | | Kieli: suomi | Sivumäärä: 74 + 29 |
| Avainsanat: liikenteen hallinta, nopeusrajoitukset, sää- ja keliohjaus, tieliikennekeskuksien päivystäjät | | | |

| | | | |
|---|--|---------------------------------|--------------------------|
| AALTO UNIVERSITY SCHOOLS OF TECHNOLOGY PO Box 12100, FI-00076 AALTO http://www.aalto.fi | | ABSTRACT OF THE MASTER'S THESIS | |
| Author: Sakari Lindholm | | | |
| Title: The Development of Operation of Weather-controlled Speed Limits on Highway 1 | | | |
| School: School of Engineering | | | |
| Department: Transportation and Environmental Engineering | | | |
| Professorship: Transportation | | Code: Yhd-70 | |
| Supervisor: Professor Tapio Luttinen | | | |
| Instructor(s): Jaakko Myllylä | | | |
| <p>On highway 1 (Finnish road network), there are three independent traffic management systems, whose variable speed limits (VSL), warning signs (VWS) and message signs (VMS) are weather-controlled. The aim is to improve safety.</p> <p>The operation of the systems is based on automatism which generates road weather -based recommendations for speed limits, warnings and messages to traffic management center (TMC) operators. The operators decide either to approve or ignore the recommendations. To chart the needs and possibilities to develop this process was the aim of this thesis.</p> <p>The operation process was discussed from purviews of present situation and future. TMC operator's operative habits and readings of the recommendations were studied from the present situation. Also, the effects of the operative decisions on traffic flow were studied. The following methods were used: questionnaire for operators, self-monitored reports on operative actions and comparison of log files (generated recommendations and actual speed limits). The evaluation of effects on traffic flow based on the self-monitored reports and vehicle speed data (loop detectors on road network).</p> <p>In the future, a potential development concerns the abandonment of winter-time speed limit practices, which prevent the setting of 120 km/h speed limit in any case. This issue relates to the present status (how successful is the current operative action) and winter-time weather and road condition: if remarkable share of all winter-time driving conditions are immaculate, it is reasonable to abandon the winter-time speed limits. In this thesis, the share of immaculate winter-time road conditions were gathered from the log files of the highway 1 road weather stations and the benefits of the abandonment of winter-time speed limit practices were evaluated. Background information for the studies was gathered from literature and technical details of the systems.</p> <p>The focal results and findings were following:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Between individual operators, there are differences in operative habits • Between the systems, there are principled differences in automatism which generate the recommendations for speed limits, warnings and messages. • Remarkable share of the recommendations are ignored by the operators • The log files of the systems were discrepant • Based on the speed of traffic flow, operators react correctly to the automatic recommendations. • Operative actions (decisions) of the operators took plenty of time • In the past years, a remarkable amount of immaculate driving conditions have occurred in the winter season <p>The main conclusions are that the systems seem to achieve their safety-related goals. However, the time between recommendation (automatism) and reaction (operator) weakens the safety effects. The differences between both operators' operative habits and the system-specific principles of automatic recommendations are threats to the coherency and the credibility of the systems. The operation process should be expedite by developing the automatism.</p> <p>The proposals for further measures and studies are following: the log files of the systems should be corrected, the system-specific principles of automatic recommendation should be unified and developed and the gap between operators' operative habits should be narrowed by updating training. In addition, a experimental winter season without winter-time speed limits should be arranged. A ministry-level approval is needed for the experiment.</p> | | | |
| Date: 2.12.2011 | | Language: Finnish | Number of pages: 74 + 29 |
| Keywords: traffic management, weather-controlled road signs, traffic management center operators | | | |

Alkusanat

Tämä konsulttityönä tehty selvitys valtatie 1 sää- ja keliohjattujen nopeusrajoitusjärjestelmien kehittämistä on Sakari Lindholmin (Trafix Oy) diplomityö Aalto-yliopiston teknilliseen korkeakouluun. Työn tilasi Trafix Oy:ltä Kaakkois-Suomen ELY-keskus.

Työn ohjaajana toimi Jaakko Myllylä (Kaakkois-Suomen ELY-keskus) ja valvojana professori Tapio Luttinen (Aalto-yliopisto).

Työn ohjausryhmään kuuluivat Jaakko Myllylä sekä Pekka Nurminen (Kaakkois-Suomen ELY-keskus), Laura Väisänen (Uudenmaan ELY-keskus), Petri Antola sekä Juha Ylikorpi (Varsinais-Suomen ELY-keskus), Sami Luoma (Liikennevirasto) ja Juhani Bäckström (Trafix Oy).

Työ alkoi syyskuussa 2010 ja valmistui marraskuussa 2011.

Tekijän alkusanat:

Haluan kiittää ELY-keskusten edustajia mahdollisuudesta tehdä haastava opinnäytetyö mielenkiintoisesta aiheesta. Eri asiantuntijoilta sekä ohjausryhmältä saatu työn aikainen ohjaus oli korvaamatonta. Ohjausryhmän ulkopuolelta haluan kiittää Toivosen Kimmoa. Erityinen kiitos kuuluu myös Turun ja Helsingin tieliikennekeskusten henkilökunnalle.

Trafix Oy:stä haluan kiittää erityisesti Jäbää ja Arskaa heidän ajastaan ja saamastani kannustuksesta.

Työ on omistettu maailman suloisimmalle motivaation lähteelle, pikku-Papulle ja hänen ihanalle äidille.

Espoossa 2.12.2011

Sakari Lindholm

Sisällysluettelo

| | |
|---|----|
| Tiivistelmä | |
| Abstract | |
| Alkusanat | |
| Sisällysluettelo | 1 |
| Johdanto | 3 |
| 1.1 Lähtökohdat | 3 |
| 1.2 Työn tavoitteet | 4 |
| 2 Tienkäyttäjät eri sää-, keli- ja valaistusolosuhteissa | 5 |
| 2.1 Taustaa | 5 |
| 2.2 Sään, kelin ja pimeän vaikutukset ajokäyttäytymiseen | 5 |
| 2.2.1 Ajokelin arviointi | 5 |
| 2.2.2 Vaikutukset ajonopeuksiin | 6 |
| 2.3 Sää- ja keli ohjattujen nopeusrajoitusten vaikutus tienkäyttäjään | 9 |
| 2.3.1 Vaikutukset nopeuksiin | 9 |
| 2.3.2 Vaikutukset turvallisuuteen | 9 |
| 2.4 Nopeusrajoitusten uskottavuus | 9 |
| 2.5 Ajonopeuksien ja onnettomuuksien välinen yhteys | 10 |
| 2.6 Päätelmät | 11 |
| 3 Valtatien 1 liikenteen hallintajärjestelmät | 13 |
| 3.1 Toimintaperiaatteet | 13 |
| 3.2 Järjestelmien toimintaympäristö ja tienvarsilaitteet | 14 |
| 3.2.1 Lähtöaineisto | 14 |
| 3.2.2 Termit | 14 |
| 3.2.3 Turku–Muurla | 15 |
| 3.2.4 Muurla–Lohja | 16 |
| 3.2.5 Lohja – Kehä III | 17 |
| 3.3 Järjestelmien ohjaus | 17 |
| 3.3.1 Ohjaus sää- ja keliolosuhteiden perusteella | 17 |
| 3.3.2 Ohjaus liikennetilanteen perusteella | 18 |
| 3.3.3 Päivystäjien toiminta ohjauksessa | 18 |
| 4 Taustajärjestelmät | 20 |
| 4.1 Prosessikuvaus | 20 |
| 4.2 Tiesään keruu | 21 |
| 4.2.1 Tiesääasemien toiminta | 21 |
| 4.2.2 Tiesääasemien sijoittaminen tieympäristöön | 22 |
| 4.3 Suosituslaskenta | 22 |
| 4.3.1 Toiminta | 22 |
| 4.3.2 Saantofunktioiden vertailu | 23 |
| 4.4 Historiatiedon varastointi | 25 |
| 4.4.1 Suosituslaskenta | 26 |
| 4.4.2 Tiesääasemat | 27 |
| 4.4.3 Nopeusrajoitusmerkkien tilatiedot | 28 |
| 4.4.4 VME/TIO-yhdistelmien tilatiedot | 30 |
| 4.4.5 Huomioita | 31 |
| 5 Katsaus kansainvälisiin telematiikkatoteutuksiin | 33 |
| 5.1 Halland ja Blekinge, Ruotsi | 33 |
| 5.2 Uddevallabron – tuulivaroitus | 34 |
| 5.3 E18 Norrtäljevägen – liikennetilanneohjaus | 35 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.4 | Washington, Yhdysvallat – keli ohjaus..... | 35 |
| 5.5 | Muita ratkaisuja ja vaikutuksia..... | 36 |
| 5.6 | Yhteenveto..... | 37 |
| 6 | Tutkimukset tieliikennekeskusten päivystäjien työskentelystä..... | 38 |
| 6.1 | Päivystäjät tutkimuskohteena | 38 |
| 6.2 | Kysely ohjaustottumuksista | 38 |
| 6.2.1 | Kyselyn laatiminen..... | 38 |
| 6.2.2 | Vastaukset | 39 |
| 6.3 | Päivystäjien kirjaukset ohjauspäätöksistään..... | 45 |
| 6.3.1 | Tutkimusaineisto ja -menetelmä | 45 |
| 6.3.2 | Tulokset..... | 46 |
| 6.4 | Ohjausehdotuksien hyväksyminen lokitietojen perusteella..... | 48 |
| 6.4.1 | Tutkimusaineisto ja -menetelmä | 48 |
| 6.4.2 | Tulokset..... | 49 |
| 7 | Tutkimus ohjauspäätösten vaikutuksista tienkäyttäjiin..... | 53 |
| 7.1 | Tienkäyttäjät tutkimuskohteena | 53 |
| 7.2 | Tutkimusmenetelmä ja -aineisto | 53 |
| 7.3 | Tulokset..... | 55 |
| 8 | Keliolosuhteet talvikaudella..... | 59 |
| 8.1 | Keliolosuhteet tutkimuskohteena | 59 |
| 8.2 | Tutkimusmenetelmä ja -aineisto | 59 |
| 8.3 | Tulokset..... | 59 |
| 8.4 | Talvinopeusrajoitusten poistamisen hyödyt | 61 |
| 9 | Yhteenveto ja päätelmät..... | 63 |
| 9.1 | Yhteenveto..... | 63 |
| 9.2 | Päätelmät ja tulosten arviointi | 65 |
| 9.3 | Jatkotutkimustarpeet ja toimenpide-ehdotukset | 68 |
| | Kirjallisuus..... | 72 |

Liitteet:

| | |
|---|------------|
| Liite 1. Keliluokitus suunnitelmien perusteella | (1 sivu) |
| Liite 2. Näytettävät merkit ja viestit, Turku–Muurla | (1 sivu) |
| Liite 3. Näytettävät merkit ja viestit, Muurla-Lohja | (1 sivu) |
| Liite 4. Näytettävät merkit ja viestit, Lohja – Kehä III | (1 sivu) |
| Liite 5. Liikennetilanneohjaus, Lohja – Kehä III | (1 sivu) |
| Liite 6. Keliluokitus saantofunktioiden perusteella | (6 sivua) |
| Liite 7. Kyselylomake | (3 sivua) |
| Liite 8. Seurantajakson ohjeet ja kirjauslomake | (2 sivua) |
| Liite 9. LAM-pisteiden nopeustiedot keli ohjauksessa | (11 sivua) |
| Liite 10. Yhteiskuntataloudelliset hyödyt ja kustannukset | (2 sivua) |

Johdanto

1.1 Lähtökohdat

Suomessa ryhdyttiin 90-luvun alkupuolella ottamaan käyttöön telemaattisia liikenteenhallintajärjestelmiä, joissa tieosuuksien nopeusrajoituksia vaihdetaan sää- ja kelitilanteen perusteella. Järjestelmien lähtökohtaisia päätavoitteita oli kaksi: kuljettajien varoittaminen liukkaudesta sekä kiinteitä talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituksia joustavamman nopeusrajoitusjärjestelmän luominen. Nykyisin järjestelmiä on usealla tieosuudella, tavoitteinaan liikenneturvallisuuden sekä liikenteen sujuvuuden parantaminen. Ministeriötasolla harkitaan vaihtuvien nopeusrajoitusten verkon merkittävää laajentamista. Talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituskäytännöt koskevat myös sää- ja keli ohjattuja nopeusrajoitusjaksoja.

Valtatie 1 (E18) Turku – Kehä III – moottoritieyhteydellä toimii kolme eri aikaan käyttöön otettua liikenteenhallintajärjestelmää, jotka sisältävät keli- ja sääolosuhteisiin perustuvan vaihtuvien nopeusrajoitusten, varoitusmerkkien ja tekstikilpien ohjauksen. Järjestelmät sijaitsevat väleillä Turku–Muurla, Muurla–Lohja sekä Lohja – Kehä III, muodostaen lähes 145 kilometriä pitkän telematiikkajakson (kuva 1). Valtatien 1 osuus Suomen sää- ja keli ohjatuista järjestelmistä on erittäin merkittävä.

Valtatien 1 järjestelmiä ohjaavat Turun ja Helsingin tieliikennekeskusten päivystäjät, jotka saavat tiesääasemien kelianalyysiin perustuvia ohjausehdotuksia suosituslaskennasta. Periaatteena on, että päivystäjät varmentavat ohjausehdotuksien sopivuuden vallitseviin olosuhteisiin ja hyväksyvät tai jättävät hyväksymättä ehdotuksen. Keliolosuhteiden varmentamiseen päivystäjillä on käytössä tiesääasemien kelianalyysi, kelikameroita, sadetutka sekä sääennusteet. Päivystäjien työllä pystytään lähtökohtaisesti seulomaan automatiikan virhetulkintoja, ja automatiikka vuorostaan pystyy monitoroimaan tieosuuksia jatkuvasti. Lähtökohtaisesti merkkien tila ei muutu maastossa ilman päivystäjän hyväksyntää.

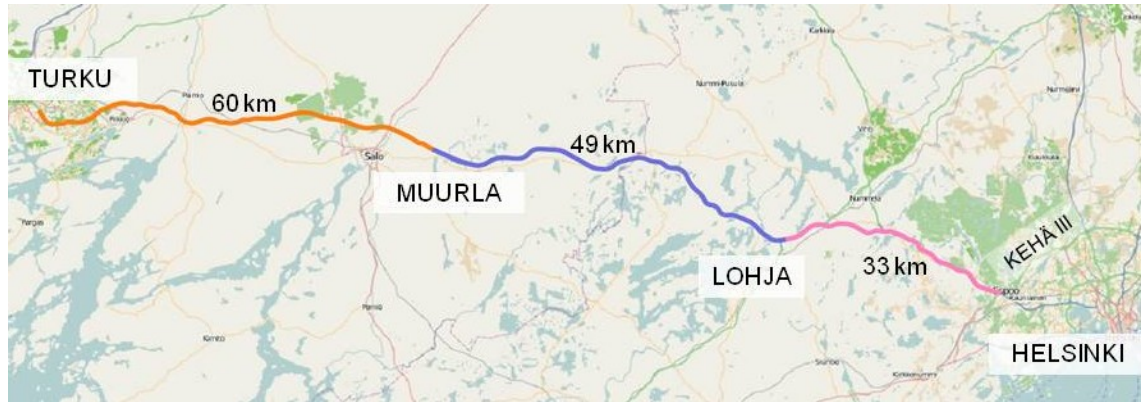
Myös muita Uudenmaan ja Varsinais-Suomen ELY-keskusalueiden keli ohjattuja järjestelmiä ohjataan samankaltaisesti. Muualla Suomessa järjestelmien ohjaus tapahtuu automaattisesti, ilman päivystäjien varmennustyötä ja päätöksiä.

Järjestelmiin kuuluvat tieosuudet ovat jaettu pääsääntöisesti 5 – 15 kilometriä pitkiin keli-jaksoihin. Suosituslaskenta tuottaa jokaiselle kelijaksolle oman ohjausehdotuksen, eli ohjauksessa voidaan huomioida paikallisia olosuhde-eroja. Lohja – Kehä III – järjestelmän nopeusrajoituksia sekä varoitusmerkkejä ja tekstillisiä kilpiä voidaan ohjata myös liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM-pisteiden) mittaaman liikennetilanteen perusteella. Liikennetilanneohjaus perustuu ainoastaan automatiikan havaintoihin.

Suomessa ollaan tietoisia nykyjärjestelmien eduista ja puutteista automatiikan ja tiesäätiedon keräämisen osalta, ja järjestelmien vaikutuksia turvallisuuteen ja nopeuksiin on tutkittu. Tieliikennekeskusten päivystäjien toimintaa ohjausprosessissa ei kuitenkaan ole selvitetty laajemmin.

Tienkäyttäjien antaman palautteen perusteella järjestelmien merkkien ja opasteiden tilat kärsivät ajoittain epäjohtonmukaisuudesta (mm. Hemmilä 2009). Palaute saattaa johtua päivystäjien erilaisista ohjaustavoista, automatiikan heikkouksista tai palaute saattaa olla aiheetonta.

Joustavat talvi- ja pimeänajan nopeusrajoitukset (120 km/h sallittaisiin erinomaisissa olosuhteissa) ovat keli ohjattujen järjestelmien yksi tavoite sekä mahdollisuus. Talvi- ja pimeänajan nopeusrajoitusten käyttöä keli ohjatuilla nopeusrajoitusalueilla koko talvikauden aikana keliolosuhteista riippumatta on saanut osakseen kritiikkiä (Hemmilä 2006).



Kuva 1. Valtatie 1 liikenteenhallintajärjestelmät.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on kartoittaa valtatie 1 järjestelmien ohjauksen kehitystarpeita ja -mahdollisuuksia. Koska ohjaus on kaksitahoinen, tarkastelu määrittämään koskevan sekä päivystäjiä että ohjaukseen liittyvää automatiikkaa.

Ohjauksen nykytilanteen osalta mielenkiinnon kohteena ovat päivystäjien ohjaustottumukset, päivystäjien näkemykset ohjausautomaatiikan toiminnasta sekä ohjaustoimien vaikutukset tienkäyttäjiiin. Keskeisimpiä kysymyksiä, joiden perusteella ohjauksen nykytilaa voidaan arvioida, ovat:

- Ovatko eri päivystäjien reagoitavat ohjausehdotuksiin yhteneväisiä?
- Kuinka usein järjestelmien ohjausehdotukset vastaavat päivystäjien näkemyksiä?
- Kuinka nopeasti päivystäjät reagoivat ohjausehdotuksiin?
- Onko ohjausehdotuksissa järjestelmä- tai kelijaksokohtaisia eroja?
- Ovatko päivystäjät onnistuneet ohjaustyössään tienkäyttäjien ajonopeuksien perusteella?

Yksi tulevaisuuden merkittävimmistä kehittämismahdollisuuksista on talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituskäytännöstä luopuminen. Aiheeseen liittyy ohjauksen nykytilanteen (onko järjestelmien ohjaus onnistunut) lisäksi talvikauden ajokelit: mitä enemmän erinomaisia kelejä talvikaudella esiintyy, sitä perustellumpaa talvinopeusrajoituksista luopuminen on.

Ohjauksen nykytilan kartoitusta varten työssä tehdään neljä pientutkimusta, jotka perustuvat sekä päivystäjien itsearvioon että järjestelmien historiatietoihin ja ajoneuvojen nopeushavaintoihin. Tulevaisuuden kehittämismahdollisuuksien osalta tutkitaan erinomaisten keliien esiintymistä tiesääasemien historiatietoihin perustuen. Lisäksi talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituksista luopumisen hyötyjä arvioidaan hyöty – kustannus - laskelman perusteella. Lähtötietoja tutkimuksiin kerätään kirjallisuudesta sekä tutustumalla järjestelmien teknisiin ratkaisuihin.

2 Tienkäyttäjät eri sää-, keli- ja valaistusolosuhteissa

2.1 Taustaa

Turvallisuuden kannalta on tärkeää, että tienkäyttäjät havaitsevat ajoympäristönsä muuttuvia olosuhteita ja säätelevät nopeuttaan olosuhteisiin sopiviksi. Sää- ja keli-ohjatut nopeusrajoitusjärjestelmät ovat rakennettu parantamaan liikenneturvallisuutta etenkin heikentyneissä ajo-olosuhteissa, jolloin nopeusrajoitusta voidaan alentaa ja muuttuneista olosuhteista voidaan antaa informaatiota varoitusmerkkien ja tekstillisten kilpien avulla. Jotta sää- ja keli-ohjattujen nopeusrajoitusten ohjausta voidaan tutkia ja kehittää, tulee perehtyä tienkäyttäjien nopeuskäyttäytymiseen eri tilanteissa sekä ajonopeuksien mahdollisiin syihin ja seurauksiin.

Tässä luvussa tarkastellaan kirjallisuuden perustuen tienkäyttäjien ajokäyttäytymistä eri olosuhteissa sekä keli-ohjattujen nopeusrajoitusjärjestelmien vaikutuksia. Tutustutaan myös uskottavien nopeusrajoitusten käsitteeseen sekä nopeuden ja onnettomuuksien väliin yhteyksiin. Kirjallisuustutkimus toimii viitekehystenä työn tutkimuksille sekä tutkimustulosten tarkastelulle.

2.2 Sään, kelin ja pimeän vaikutukset ajokäyttäytymiseen

2.2.1 Ajokelin arviointi

Tienkäyttäjän kyky arvioida vallitsevia keliolosuhteita etenkin liukkailla keleillä on puutteellinen. Tämä näkyy liian suurina tilannenopeuksina huonoissa ja liukkaissa olosuhteissa. Mielipide sopivasta ajonopeudesta on vallitsevaan keliin nähden liian korkea. Myös arviot vallitsevien olosuhteiden onnettomuusriskistä varsinkin riskialttiilla keleillä poikkeaa asiantuntija-arvioista. (Heinijoki et al 1990, Rämä 2001, Kilpeläinen ja Summala 2002).

Heinijoen (1994) tutkimuksen mukaan kuljettajien luokausarvioiden ja mitattujen luokausluokkien välinen yhtenevyys on huono. Tilastollisissa tarkasteluissa ilmeni, että likimain vain joka kolmas (30 %) tienkäyttäjät arvioi vallitsevat keliolosuhteet oikein. Selkeästi yleisempää oli arvioida tien pinta todettua luokausastoa pitävämmäksi. Virheellisimmät arviot tehtiin liukkaalla kelillä (kitka $\leq 0,25$). Tällöin vain noin 14 % tienkäyttäjistä arvioi keliolosuhteet oikein ja yli 55 % arvioi kelin olleen joko pitävä (kitka $\geq 0,45$) tai melko pitävä ($0,35 \leq \text{kitka} \leq 0,45$). Luokausastan tunnistaminen jäisellä tiellä oli erityisen hankalaa olosuhteissa, joissa tien pinta oli vähäpolanteinen tai peitteetön. Tutkimustuloksia vahvistaa Saastamoisen (1993) tutkimustulokset, joissa ajonopeuksien havaittiin laskevan melko pitävissä olosuhteissa (kitka-arvojen rajat samat kuin Heinijoen tutkimuksessa) 0 – 3 km/h, melko liukkailla 3 – 6 km/h ja liukkailla 4 – 7 km/h. Vertailutasona olivat kuivan ja pitävän tien ajonopeudet. Nopeustasojen päällekkäisyys kertoo arviointikyvyn puutteellisuudesta.

Sihvolan ja Rämän tutkimuksessa (2008) kuljettajien arvioita tien pinnan tilasta verrattiin tiesääasematietoihin. Kun tiesääaseman mukaan tien pinta oli pitävä, noin puolet vastaajista arvioi tien pinnan joko liukkaaksi tai melko liukkaaksi. Tien pinnan ollessa liukas, oli tulos likimain sama. Tiesääasemien ja kuljettajien havainnot eivät siis olleet kovinkaan yhteneviä.

Tienkäyttäjän heikko kyky arvioida tien pinnan liukkautta lisää onnettomuusriskiä talvi-aikana (Rämä 2001). Tätä puoltaa Malmivuon ja Peltolan (1997) tutkimus, jossa arvioitiin henkilövahinko-onnettomuuden riskin olevan 9-kertainen lumisella ja 24-kertainen jäiselällä tiellä paljaaseen tiehen verrattuna. Tulokseen vaikuttanee kitka-arvojen lisäksi se, että jäisiä (mutta muuten peitteettömiä) kelejä on hankalampi havaita kuin lumipeitettä tiellä.

On todettu, että korkealaatuisimman, eli 1s-hoitoluokan (kuten valtatie 1) tieosuuksien riski pysyy merkittävästi matalampana kuin esimerkiksi 1-hoitoluokan tiet (1s-hoitoluokan jälkeen korkealaatuisin). Tämä voidaan selittää 1s-hoitoluokan teiden loivemmalla geometrialla. Etelä-Suomessa riski on pohjoista suurempi (Malmivuo ja Kärki 2002.) Tämä johtunee siitä, että pohjoisemmassa liukkaus ei tule yllätyksenä tienkäyttäjille, ja tienkäyttäjät ovat tottuneempia liukkaisiin olosuhteisiin. Onnettomuusriskitutkimuksiin liittyy kuitenkin suuria epävarmuustekijöitä, kuten havaintojen vähyys ja eri keliluokkien ajosuoritteiden arviointi (mihin keli- tai olosuhdeluokkaan tutkitut tilanteet jaoteltiin). Onnettomuusriskit ovat ylimmän hoitoluokan teillä huomattavasti suurempia liukkaalla kelillä, koska autoilijat eivät odota tien olevan liukas. Moottoriteillä kuivalla kelillä onnettomuuksia tapahtuu korkeintaan viidesosa huonoihin keleihin nähden (Salli et al 2008).

Nykyään uusimpien ajoneuvojen vakio- tai lisävarusteisiin kuuluvat älykkäät ajoneuvojärjestelmät, kuten esimerkiksi ajonvakauden hallintajärjestelmät. Nämä ovat potentiaalisia apuvälineitä parantamaan liikenneturvallisuutta liukkaissa olosuhteissa (Kulmala 2008). Suomen autokanta on kuitenkin läntisen Euroopan vanhimpia. Vuonna 2010 keski-ikä oli noin 10,7 vuotta (Autoalan tiedotuskeskus 2011). Älykkäiden ajoneuvojärjestelmien yleistymisen on ennustettu hyvinkin hitaaksi (Kulmala 2008).

Ajovakauden hallintajärjestelmiä tavallisempia, liukkaudesta ilmoittavia luistonestojärjestelmiä on useassa nykyautoissa, ja niiden avulla kuljettaja havaitsee tien liukkauden helpommin. Nämä järjestelmät toimivat parhaiten kiihdytyksissä (Johansen 2010). Moottoritiellä ajosuoritus kuitenkin sisältää melko vähäisiä kiihdytyksiä verrattuna kaupunkiliikenteeseen, joten järjestelmien vaikutukset tasaisessa ajossa voidaan olettaa melko vähäisiksi. Oletusta puoltaa Sihvolan ja Rämän (2008) tutkimuksen tulokset, jossa tienkäyttäjien arviointikyky tien liukkaudesta todettiin vajavaiseksi.

2.2.2 Vaikutukset ajonopeuksiin

Keliolosuhteiden huonontuessa tienkäyttäjä joutuu mukauttamaan ajotapansa vallitsevaan ajokeliin. Mukautus perustuu omiin arvioihin. Ongelmina ovat huonontuneen kelin havaitseminen sekä sen riittävä huomioiminen ajokäyttäytymisessä. (Sihvola ja Rämä, 2008). Konkreettisin keliolosuhteista johtuva muutos on ajonopeuden alentaminen (Luukkanen ja Rajalin, 2003). Lähes kaikki tienkäyttäjät raportoivat sää- ja keliolosuhteiden vaikuttavan ajokäyttäytymiseensä (Kilpeläinen ja Summala 2002).

Tässä alaluvussa käsitellään Suomen tieverkon yleisiä nopeustasoja sekä sään, kelin ja valoisuuden vaikutusta niihin. Nopeustasot ovat tieosuuksilta joille on asetettu kiinteät nopeusrajoitukset. Tutkimustuloksia tulkitessa tulee huomioda se, että jokaisen eri tutkimuskohteen paikalliset olosuhteet eroavat toisistaan. Nämä seikat vaikuttavat mittauspisteiden yleiseen nopeustasoon. Täten eri nopeustasojen vertaaminen keskenään ei ole mielekäästä. Vertailukelpoisempia tuloksia ovat mittauspisteiden keskinopeuksien muutokset keliolosuhteiden muuttuessa. Nämäkin vertailutulokset ovat vain suuntaa-antavia (Heinijoki, 1994.) Osa tarkastelluista tutkimuksista on yli kymmenen vuoden takaa. Ajonopeuksissa ei kuitenkaan ole havaittavissa merkittäviä muutoksia vuoden 1990 tasoon verrattu-

na, joskin moottoriteillä ajoneuvojen keskinopeudet ovat hieman nousussa (Kangas 2005).

Koko vuoden keskimääräisissä nopeustasoissa eri nopeusrajoitusalueilla pätee seuraavat pitkän seurannan tilastolliset havainnot, jotka koskevat tieosuusia, joille on asetettu kiinteät nopeusrajoitukset:

- Kaikkien ajoneuvojen keskinopeus ylittää nopeusrajoituksen kun nopeusrajoitus on 80 km/h.
- Kun nopeusrajoitus on 100 km/h, keskinopeus on likimain rajoituksen suuruinen.
- 120 km/h rajoitusalueella keskinopeus on noin 112 km/h, eli selkeästi alle rajoituksen.
- Raskaan liikenteen ja henkilöautojen nopeuserot kasvoivat nopeusrajoituksen noustessa.
- Tutkimusten mukaan keskinopeudet laskevat yleisesti talvikuukausina 2 – 7 km/h kesän nopeuksiin verrattuna tieosuusilla, joissa on ympärivuotinen 100 km/h nopeusrajoitus.
- Alennetut moottoritienopeudet talvella (120 km/h → 100 km/h, kiinteät merkit) laskevat nopeustasoja likimain 11 km/h. Tällöin nopeustaso vastasi kesän keskinopeutta kun nopeusrajoitus oli 100 km/h. (Saastamoinen 1993, Estlander 1995, Kangas 2005).

Lumiset ajokelit ja lumisade ovat merkittävimmät tekijät nopeuksien laskemiseen, liukkaaus on näiden jälkeen merkittävin. Liukkailla talvikeleillä, eli huonoissa olosuhteissa henkilöautoliikenteen nopeustaso laskee noin 4 – 7 km/h verrattuna hyviin ajoolosuhteisiin 80 km/h ja 100 km/h nopeusrajoitusalueilla. Huonojen ajo-olosuhteiden vaikutukset 120 km/h – rajoitusalueilla (kun talvinopeusrajoituksia ei ole vielä asetettu) ovat vähäisempiä. Tätä voidaan osittain selittää korkeiden nopeusrajoitusalueiden loivalla tiegeometrialla sekä kuljettajien arviointikyvyn puutteellisuudella (ks. edellinen alaluku). Raskaan liikenteen ja linja-autojen nopeustasojen alenemat ovat selkeästi henkilöautoja pienempiä. (Saastamoinen 1993, Estlander 1995, Rämä 2001, Luukkanen ja Rajalin 2003, Kilpeläinen ja Summala 2007).

Kesällä ajonopeuksia 100 km/h ja 120 km/h nopeusrajoitusalueilla laskee eniten vesisade, noin 4 - 5 km/h. Tien pinnan ollessa märkä, nopeudet laskevat 1 – 3 km/h. Kevät- ja syyspakkasilla vaikutus nopeuksiin riippui ajankohdasta ja valaistusolosuhteista. (Saastamoinen 1993, Estlander 1995).

Pimeän vaikutus nopeuksiin eri keliolosuhteissa on Estlanderin (1995) tutkimuksen mukaan selkeästi havaittavissa. Hyvissä olosuhteissa pimeän vaikutus oli melko vähäinen, mutta huonoissa olosuhteissa pimeä lisäsi keleistä johtuvaa nopeuksien alenemaa. Talvella moottoriteiden nopeustaso laski pimeän vuoksi noin 2 – 7 km/h, riippuen ajankohdasta ja keliolosuhteista. Suurin vaikutus nopeuksiin oli lumisateella pimeän aikana. Tällöin nopeudet alenivat yli 12 km/h. Kesällä pimeän vaikutus oli vähäisempi ja ajoittain epä johdonmukainen (nopeustasot tietyissä tapauksissa jopa valoisaa korkeammat). Huomatavaa on, että kevät- ja syyspakkasten aikana nopeudet laskevat valoisalla lähes kolminkertaisesti pimeään verrattuna, aleneman ollessa yli 10 km/h. Valoisaan aikaan tienkäyttäjät siis havaitsivat liukkaat olosuhteet paremmin. Tämän perusteella kevät- ja syyspakkaset varsinkin pimeällä voidaan tulkita erityisen vaarallisiksi ajo-olosuhteiksi. Tämä seikka perustelee muun muassa vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien käyttöä.

Moottoriteillä henkilöautojen nopeuksien keskihajonta on kesällä keskimäärin noin 14 km/h ja talvella 12 km/h. Huomioitaessa raskas liikenne, hajonnan arvo nousee luonnollisesti, johtuen raskaan liikenteen yleisesti alemmista ajonopeuksista. (Estlander 1995, Kangas 2005). Estlander (1995) havaitsi talviliikenteessä keliolosuhteiden huonontumisella olevan nopeushajontaa pienentävä vaikutus. Tämä voidaan tulkita nopeuskäyttäytymisen yhdenmukaistumista, joka on liikenneturvallisuuden kannalta positiivinen ilmiö (Rämä 1997, OECD 2006). Jos nollassa pidetään kuivaa keliä valoisissa olosuhteissa, eri keliolosuhteet laskivat henkilöautoliikennevirran nopeuden keskihajontaa talvella enintään 2 km/h. Talvella parhaissa ajo-olosuhteissa hajonta oli suurinta. Suurin muutos havaittiin liukkaan ajokelin vallitessa valoisissa oloissa.

Kesällä keskihajonta eri keliolosuhteissa joko nousi tai laski nollassa verrattuna. Suurin muutos, 3,7 km/h alenema keskihajonnassa, havaittiin kevät- ja syyspakkasilla valoisissa olosuhteissa. Huomioitavaa on, että pimeällä kevät- ja syyspakkasten vaikutus oli vain – 0,7 km/h, joka tukee päätelmää näiden kelien vaarallisuudesta. Vesisateella ja mällä kelillä hajonta oli suurinta. (Estlander 1995).

Sääohjatun tien (Vt 7) tutkimuksissa vertailutien (kiinteät nopeusrajoitukset) ajonopeuksien keskihajonta kasvoi selvästi talvella (Rämä 1997). Vaikutus oli siis päinvastainen Estlanderin (1995) tutkimustuloksiin verrattuna. Edellä käsiteltyihin keskihajonnan tuloksiin tulee siis suhtautua kriittisesti.

Keskeisimmät sää-, keli- ja valaistusolosuhteiden vaikutukset ajonopeuksiin on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Kooste olosuhteiden vaikutuksesta ajonopeuksiin.

| | 120 km/h (kesä) | 100 km/h (talvi) | 100 km/h (ympäri vuotinen) |
|--|--------------------|---------------------|-------------------------------|
| Talvinopeusrajoituksen vaikutus (Saastamoinen 1993, Estlander 1995, Kangas 2005) | (-) | - 4 - 9 km/h | (-) |
| Talvikelien yleinen vaikutus (Saastamoinen 1993, Estlander 1995, Kangas 2005) | (-) | - 2 – 7 km/h | |
| Liukkaiden talvikelien vaikutus (Saastamoinen 1993, Estlander 1995, Rämä 2001, Kilpeläinen ja Summala 2007) | (-) | - 4 – 7 km/h | |
| Huonojen kesäkelien vaikutus, vesisade (Saastamoinen 1993, Estlander 1995) | - 4 – 5 km/h | (-) | - 4 – 5 km/h |
| Märkä tienpinta kesällä (Saastamoinen 1993, Estlander 1995) | - 1 – 3 km/h | (-) | - 1 – 3 km/h |
| Pimeän vaikutus talvella, eri keliolosuhteissa (Estlander 1995) | (-) | - 2 – 7 km/h | |
| Pimeän vaikutus kevät- ja syyspakkasilla (Estlander 1995) | + 7 km/h | (-) | + 7 km/h |

2.3 Sää- ja keliohjattujen nopeusrajoitusten vaikutus tienkäyttäjään

2.3.1 Vaikutukset nopeuksiin

Kotkan ja Haminan välisen sääohjatun tien vaikutuksia tutkittiin vuosina 1994 – 1996. Sääohjattu tie toimi automaattiohjauksella, jossa tiesääasemien havaintojen perusteella olosuhteet luokiteltiin kolmeen keliluokkaan, hyvä (120 km/h rajoitus, vain kesällä), kohdalainen (100 km/h) ja huono (80 km/h). Tutkimuksessa vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutuksia mitattiin vertaamalla ajoneuvojen nopeuksia vertailutien nopeuksiin keliolosuhteiden ollessa vertailukelpoisia. (Rämä 1997, 2001).

Tutkimuksessa sääohjatuilla nopeusrajoituksilla todettiin olevan keskinopeutta laskeva vaikutus: talven keskinopeudet laskivat kelin aiheuttaman aleneman (joka havaittiin myös vertailutiellä) lisäksi runsaat 3 km/h. Hankalasti havaittavien liukkaiden keliolosuhteiden osalta (vertailuaineistosta poistettiin ”näkyvän” liukkauden havainnot) keskinopeuden alenema oli lähes 5 km/h. Kesällä huonojen ajo-olosuhteiden (vettä tiellä) aikana laskettu nopeusrajoitus (120 km/h → 100 km/h) alensi nopeustasoa keskimäärin runsaat 5 km/h enemmän kuin vertailutiellä (kiinteä nopeusrajoitus 120 km/h). Tämä voidaan tulkita olleen keliohjauksen vaikutus sateella. Keliohjauksen vaikutus nopeuksien keskihajontaan havaittiin olevan selvästi negatiivinen sekä kesällä että talvella, kun vertailutiellä kelin huonontuessa hajonta joko kasvoi tai pieneni hieman. (Rämä 1997, 2001).

2.3.2 Vaikutukset turvallisuuteen

Onnettomuusriski on suurimmillaan ajokelien ollessa huonoimmillaan. Järjestelmien suurin turvallisuusvaikutuspotentiaali perustuu näiden keliolosuhteiden havaitsemiseen ja nopeusrajoituksen laskemiseen. Lisäksi kuljettajien tietoisuudella siitä, että rajoituksia ohjataan keliolosuhteiden perustuen sekä merkkien poikkeavalla ulkoasulla on vaikutusta positiivisesti nopeusrajoitusten yleiseen noudattamiseen. (Schikoroff et al 2005).

Aikaisempien suomalaisten tutkimusten mukaan sää- ja keliohjatuilla nopeusrajoitusjärjestelmillä (kaikilla tieluokilla) vaikuttaa olevan liikenneturvallisuutta parantavia vaikutuksia, joskin havaittiin tieosuuskohdaisia poikkeuksiakin. Suosituslaskennalla toimivat järjestelmät vähensivät henkilövahinko-onnettomuusriskiä keskimäärin noin 10 prosentilla kesällä sekä talvella. Huomioitavaa on, että turvallisuusvaikutukset eivät perustuneet pelkästään alentuneisiin ajonopeuksiin, koska tieosuuksilla havaittiin myös aikasäästöjä. Tulokset ovat vain suuntaa antavia, koska vähäisten onnettomuushavaintojen sekä järjestelmien lyhyen iän vuoksi tutkimukset eivät ole saavuttaneet tilastollista varmuutta. (Rämä et al. 2003, Schikoroff et al 2005)

Liikenne- ja viestintäministeriön teettämässä selvityksessä (Beilinson et al. 2007) kartoitettiin Suomen osalta koko E18-tien nykytilanne liikenneturvallisuuden näkökulmasta. Vaikka huonot keliolosuhteet olivat kuljettajien kokemia uhkia, ei selvityksessä kuitenkaan ollut mainintaa keliohjatuista nopeusrajoitusjärjestelmistä ja niiden liikenneturvallisuuspotentiaalista.

2.4 Nopeusrajoitusten uskottavuus

Uskottava nopeusrajoitus vastaa tienkäyttäjän käsityksiä vallitsevista ajo-olosuhteista, jotka koostuvat kahdesta komponentista, tieympäristöstä ja tilannekuvasta. Tieympäristöön kuuluvat staattiset tekijät, kuten tien leveys, kaarteisuus ja ajoratamerkinnot. Tilan-

nekuvan taas muodostavat dynaamiset tekijät, kuten liikennemäärä ja sää- ja keliolosuhteet. (ETSC, 2010).

Uskottavilla nopeusrajoituksilla on vaikutusta liikenneturvallisuuteen. Tien käyttäjät hyväksyvät uskottavat rajoitukset ja noudattavat niitä useammin. Tämä vähentää todennäköisesti ylinopeuksia ja liikennevirran nopeushajontaa. (van Nes et al. 2010). Nopeustason homogeenisuus ja nopeusrajoitusten noudattaminen ovat liikennevirran ominaisuuksia, jotka vähentävät onnettomuusriskiä sekä onnettomuuksien vakavuutta (OECD, 2006).

Uskottavuus on vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien mahdollisuus sekä haaste. Vaihtuvilla nopeusrajoitusjärjestelmillä voidaan reagoida tilannekuvan muutoksiin (esimerkiksi liikennemäärät kasvavat hetkellisesti, ajokelissä tapahtuu muutos), jolloin nopeusrajoitusten uskottavuus kasvaa (OECD, 2006). Toisaalta, jos tilannekuva tulkitaankin tienkäyttäjän mielestä virheellisesti, muuttuu vaikutus negatiiviseksi. Nopeusrajoituksen ollessa epäuskottava, kuljettajat ovat taipuvaisia valitsemaan itse oman nopeustasonsa. Nopeusrajoituksen ollessa epäuskottava tarpeeksi usein, vaikuttaa se haitallisesti koko nopeusrajoitusjärjestelmän uskottavuuteen. (ETSC, 2010).

Keliohjattujen järjestelmien käyttäminen kiinteän talvinopeusrajoitusten tapaan laskee hyvillä ajokeleillä nopeustasoa, joka on turvallisuuden kannalta positiivinen vaikutus. Tämän on kuitenkin arvioitu alentavan järjestelmien uskottavuutta ajan kuluessa (Schikoroff et al 2005).

Tutkimuksissa on haastateltu tienkäyttäjää vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien tarpeellisuudesta. Suomessa vaihtuvat nopeusrajoitukset hyväksytään ja tienkäyttäjät kokevat ne hyödyllisiksi. Tienkäyttäjien luottamus järjestelmien näyttämien nopeusrajoitusten ”oikeellisuuteen” oli korkea. (Rämä 2001, Schikoroff ja Vitikka 2001).

2.5 Ajonopeuksien ja onnettomuuksien välinen yhteys

Ajonopeuden ja onnettomuuksien yhteydestä on tehty satoja erilaisia tutkimuksia. Näiden tutkimusten perusteella Elvik (2004) testasi Nilssonin 2000-luvulla kehittämää ”potenssimallia”.

Nilssonin potenssimalli pyrkii selittämään nopeuden muutoksen ja onnettomuuksien välistä suhdetta. Pääosin malli on yksinkertainen: mallin ennustama onnettomuuksien (tuleva) määrä saadaan korottamalla uuden nopeustason ja vanhan nopeustason osamäärä tiettyyn potenssiin. Potenssi valitaan sen mukaan, ovatko tarkastelun alla esimerkiksi kuolemaan johtaneet onnettomuudet vai loukkaantumiset. Tutkimuksessaan Elvik (2004) testasi Nilssonin olettamien potenssiarvojen paikkansapitävyyttä.

Lähtöaineistoksi Elvik (2004) kokosi noin sadan onnettomuustutkimuksen tuloksia, jotka kerättiin aikaisempien, laajojen kirjallisuustutkimusten lähdeluetteloista sekä TRANSPORT – tietokannan sanahaun perusteella. Aineistoa löytyi lähes 1500 julkaisua, joista seulottiin tutkimukseen soveltumattomat. Tutkimuksessa korostettiin, että lähtöaineistossa saattaa olla julkaisuun liittyvää vääristymää: jos jonkun tutkimuksen tulokset ovat epäselvät tai ristiriitaiset, sitä tuskin julkaistaan yhtä todennäköisesti kuin tuloksiltaan ”onnistuneempi” tutkimus. Julkaisemattomat tutkimukset eivät luonnollisesti olleet osa Elvikin lähtöaineistoa.

Tutkimuksensa tuloksina Elvik (2004) toteaa, että nopeuden ja onnettomuuksien välillä on vahva tilastollinen riippuvuus. Hänen tarkastelemissaan tutkimuksissa nopeustasojen kasvaessa onnettomuusluvut kasvoivat lähes aina. Vaikutus havaittiin pätevän käänteises-tikin. Nopeuden ja onnettomuuksien välinen riippuvuus pätee eri nopeustasoissa: tutki-mustulokset kattavat 25 – 120 km/h nopeudet. Taulukossa 2 on Elvikin tutkimustulokset nopeuden ja onnettomuuksien suhteesta eri onnettomuusryhmissä.

Taulukko 2. Elvikin (2004) tutkimustulokset nopeuden muutoksen ja onnettomuuksien välisestä suhteesta.

| $\frac{\text{Onnettomuudet jälkeen}}{\text{Onnettomuudet ennen}} = \left(\frac{\text{Nopeus jälkeen}}{\text{Nopeus ennen}} \right)^x$ | Onnettomuus- tyyppikohtai- nen potenssi (x) |
|--|---|
| Kuolemat | 4,5 |
| Kuolemaan johtavat onnettomuudet | 3,6 |
| Vakavasti loukkaantuneet tienkäyttäjät | 3,0 |
| Vakavaan loukkaantumiseen johtavat onnettomuudet | 2,4 |
| Lievästi loukkaantuneet tienkäyttäjät | 1,5 |
| Lievään loukkaantumiseen johtavat onnettomuudet | 1,2 |
| Loukkaantuneet tienkäyttäjät (vakavuus ei määritelty) | 2,7 |
| Loukkaantumiseen johtavat onnettomuudet (vakavuus ei määritelty) | 2,0 |
| Omaisuusvahingot (ei henkilövahinkoja) | 1,0 |

2.6 Päätelmät

Sää- ja keliolosuhteilla on vaikutusta tienkäyttäjien ajonopeuksiin. Vaikutuksen suuruus riippuu eri kelityypeistä ja siitä, kuinka helposti havaittavissa huonontuneet olosuhteet ovat. Liikenneturvallisuuden kannalta on huolestuttavaa, että kuljettajien kyky arvioida varsinkin liukkaus tien pinnalla on heikohko. Tällöin nopeustasot nousevat suuremmiksi kuin keliolosuhteet sallisivat ja onnettomuusriski kasvaa.

Sää- ja keliohjatulla nopeusrajoitusjärjestelmillä on pystytty vaikuttamaan autoilijoiden nopeuksiin siten, että nopeusrajoitusta laskettaessa ajonopeudet laskevat enemmän kuin vastaavissa keliolosuhteissa tiellä, jolle on asetettu kiinteät nopeusrajoitukset. Tämän on arvioitu myös alentavan onnettomuusriskiä, joka varsinkin pääteillä on huomattavasti suurempi liukkailla keleillä kuin kuivalla. Järjestelmiä on kuitenkin rakennettu vain pie-nelle osalle tieverkkoamme ja ne ovat suhteellisen uusia. Tällöin todellisia vaikutuksia liikenneturvallisuuteen on mahdotonta arvioida, koska onnettomuusaineisto on hyvin vä-häistä.

Uskottavuus on vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien mahdollisuus vaikuttaa liikenne-turvallisuuteen. Uskottavan järjestelmän nopeusrajoituksia noudatetaan enemmän ja lii-kennevirran nopeushajonta pienenee. Samalla uskottavuus on myös haaste: järjestelmien kannalta on ehdottoman tärkeää, että järjestelmät toimivat mahdollisimman oikealla taval-la joka tilanteessa.

Suomen järjestelmien vaikutuksia tarkastelleiden tutkimusten tulosten perusteella voidaan päätellä, että nämä järjestelmät ovat vaikutustensa perusteella toimineet uskottavasti. Päätelmää tukevat tienkäyttäjien mielipiteet järjestelmien tarpeellisuudesta sekä asetettujen nopeusrajoitusten oikeellisuudesta.

Tienkäyttäjissä talvinopeusrajoituksen oletetaan pitkällä tähtäimellä heikentävän rakennettujen järjestelmien uskottavuutta (joka tutkimusten mukaan on aikanaan saavutettu). Ilmiöllä saattaa olla vaikutuksia liikenneturvallisuuteen tilanteissa, joissa järjestelmä havaitsee keliolosuhteet huonoiksi, mutta tienkäyttäjä ei luota järjestelmään. Järjestelmän ollessa ”oikeassa” riski onnettomuuteen kasvaa.

Edellä esitetyn Elvikin (2004) tutkimuksen perusteella talvinopeusrajoituksista luopuminen johtaisi suurempiin onnettomuusmääriin. Tulee kuitenkin huomioida, että korkein sallittu nopeus moottoriteillä (kevät -, kesä – ja syysaikaan) on nykyään 120 km/h, ja se sallitaan niilläkin tieosuuksilla, joissa keliohjausta ei ole. Lisäksi onnettomuusriski on huomattavasti pienempi kuivalla kelillä kuin olosuhteissa, joissa 120 km/h rajoitusta ei keliohjatulla tieosilla muutenkaan hyväksyttäisi. Kirjallisuustutkimuksen perusteella suurimmat riskit tulevat vastaan esimerkiksi heikentyneillä kevät- tai syysajan keleillä 120 km/h kiinteän rajoituksen väylillä kuin keliohjatulla, turvallisesti varmennetulla kuivalla talvikelillä, joissa 120 km/h rajoitus sallitaan.

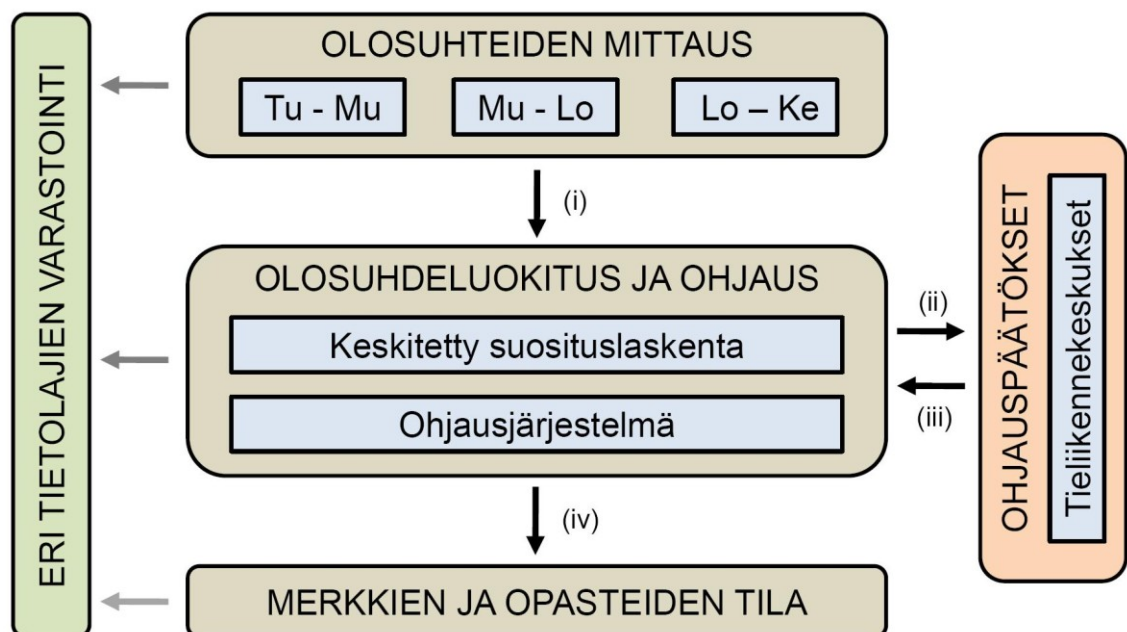
Elvikin tutkimustulos vaikuttaa aineistonsa laajuuden perusteella luotettavalta. Tutkimuksessa tarkentunutta potenssimallia voitaneen käyttää pohjatietona karkean tason ennusteissa, kun tarve on tietää onnettomuusmäärien ja muuttuvan nopeuden suhdetta.

3 Valtatien 1 liikenteenhallintajärjestelmät

3.1 Toimintaperiaatteet

Valtatien 1 järjestelmien sää-, keli- ja liikennetilanneohjauksen prosessi voidaan yksinkertaistetusti jakaa kolmeen kokonaisuuteen (kuva 2). Prosessin lopputuloksena on vaihtuvien merkkien ja opasteiden tila, eli näyttämä tienkäyttäjille, sekä historiatiedon tallennus järjestelmien mittausdatasta ja tapahtumista. Prosessi alkaa olosuhteiden määrittämisellä. Tiesääasemat tuottavat mittauksensa perusteella kelianalyysin ja Lohja – Kehä III – järjestelmän LAM-pisteet keräävät liikennetilannetietoa. Olosuhdetiedot kerätään suosituslaskentaan, jossa ennalta määrättyjen ehtolauseiden avulla tuotetaan suoria ohjauksia (liikennetilanneohjaus) tai ohjausehdotuksia (sää- ja keliohjaus). Keliohjauksen suosituslaskenta suoritetaan noin viiden minuutin väliajoin. Liikennetilanteen laskenta on reaaliaikaista. Tiedontaltiointia, tiesään keruuta ja suosituslaskennan toimintaa kuvataan tarkemmin luvussa 4.

Kelijaksokohtaiset ohjausehdotukset tulevat näkyville kyseistä kelijaksoa ohjaavan tieliikennekeskuksen valvomosovellukseen (tietokoneen näyttöryhmä). Ohjausehdotuksen keskuksen päivystäjä joko hyväksyy tai jättää hyväksymättä. Hyväksytty ohjausehdotus muuttuu ohjauksikäskyksi, jonka ohjausjärjestelmä lähettää kyseistä ohjausta koskeville tienvarsilaitteille (vaihtuvat rajoitus- ja varoitusmerkit sekä tekstilliset kilvet). Järjestelmät voidaan myös kytkeä ohittamaan tieliikennekeskuksien ohjauspäätökset, jolloin ohjausehdotukset muutetaan suoraan ohjauksikäskyiksi. Lähtökohtana kuitenkin on, että järjestelmän ohjaustapa on ”ehdottava”, koska päivystäjien tekemien ohjauspäätöksien katsotaan johtavan tienkäyttäjien kannalta uskottavampaan ohjaukseen. Liikennetilanneohjausta ei voida kytkeä keliohjauksen tavoin ”ehdottavaksi”, vaan se perustuu vain automatiikan havaintoihin.



Kuva 2. Valtatien 1 nopeusrajoitusjärjestelmien toiminnan periaatekuva.

3.2 Järjestelmien toimintaympäristö ja tienvarsilaitteet

3.2.1 Lähtöaineisto

Luvussa kuvataan valtatie 1 liikenteenhallintajärjestelmien (ks. kuva 1) toimintaympäristö, sää-, keli- ja liikennetilanneohjauksen kannalta olennaiset laitekoonpanot sekä järjestelmien ohjaukseen liittyviä suunnitelmia sekä käytäntöjä. Lähteinä kuvauksissa on käytetty liikenteenhallintajärjestelmien suunnitelmia, jotka ovat muista lähteistä poiketen listattu alla. Liikennemäärät perustuvat Liikenneviraston liikennemääräkarttaan (2009).

Turku–Muurla:

- Teknisten järjestelmien tiivistelmä (VT 1 välillä Turku – Muurla, telematiikan rakennussuunnitelma)
- Muuttuvien nopeusrajoitusten sekä muuttuvan varoitusmerkin ja tiedotustaulun yhdistelmien ohjausperiaatteet kaksiajorataisella tiellä vt 1 välillä Turku – Muurla (16.6.2005)
- Järjestelmäkaavio (Vt 1 liikennetelematiikka välillä Turku – Muurla - Liikennetelematiikka, piir. nrot R12/201-1 ja R12/201-2, loppupiirustus 31.3.2004)

Muurla-Lohja:



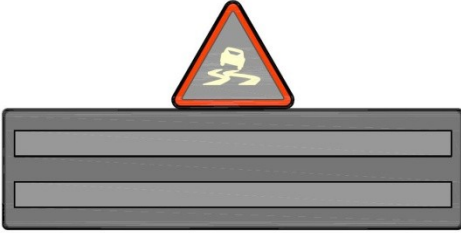


- E18 Muurla – Lohja Liikenteenhallintajärjestelmän toimintaperiaate (piir. nro R12/T101-2, versio L7 2.3.2010)
- Muuttuvien nopeusrajoitusten sekä muuttuvan varoitusmerkin ja tiedotusopasteen yhdistelmien ohjausperiaatteet valtatiellä 1 välillä Muurla – Lohja (versio 1.1 / 8.11.2007)
- Liikennetekniset järjestelmäkaaviot R12/T100-1 – 4, versiot L7, L5, L5, L8

Lohja – Kehä III:

- Liikennetekninen järjestelmäkaavio (Lohja – Kehä III telematiikan rakennussuunnitelma, piir. nro R12/T1, loppupiirustus 29.12.2006)
- Vaihtuvien nopeusrajoitusten sekä muuttuvien varoitusmerkkien ja tiedotusopasteiden ohjausperiaatteet tiellä E18 välillä Lohja – Kehä III (31.3.2008)

3.2.2 Termit

Kuvassa 3 on esitetty vaihtuvat rajoitus- ja varoitusmerkit, vaihtuvat tekstilliset kilvet sekä niiden yhdistelmät, joita valtatie 1 järjestelmissä on pääasiallisesti käytetty. Termistö perustuu julkaisuun Vaihtuvien opasteiden käyttö (Tiehallinto 2009). Kuvaan on myös merkitty edellä mainittujen tienvarsilaitteiden lyhenteet, joita on käytetty järjestelmien suunnitelma-asiakirjoissa.

| | |
|--|--|
|  | Vaihtuva nopeusrajoitusmerkki (KRM) |
|  | Varoitusmerkin ja nopeusrajoitusmerkin yhdistelmä (VME/KRM) |
|  | Ajoradan oikealle puolelle sijoitettava varoitusmerkin ja tekstillisen kilven yhdistelmä (VME/TIO) |
|  | Vaihtuva tekstillinen kilpi (TIO) |
|  | Ajoradan yläpuolelle sijoitettava varoitusmerkin ja tekstillisen kilven yhdistelmä (VME/TIO) |

Kuva 3. Keskeiset sää- ja keliohjattujen nopeusrajoitusjärjestelmien vaihtuvat rajoitus- ja varoitusmerkit, tekstilliset kilvet sekä niiden yhdistelmät.

3.2.3 Turku–Muurla

Turku–Muurla – järjestelmä on ensimmäinen valtatiellä 1 käyttöön otettu liikenteenohjaintajärjestelmä. Järjestelmä sijoittuu noin 60 kilometrin matkalle Turun Kupittaaan kaupunginosan ja Muurlan eritasoliittymän (E 16) välille ja järjestelmä on jaoteltu avoimeen osuuteen ja Isokylän tunneliosuuteen. Tieosuus on valaistu Turun taajamassa sekä kaikkien eritasoliittymien kohdilla.

Järjestelmä palvelee suurimpia liikennemääriä Kaarinan ja Turun välillä keskimääräisen vuorokausiliikenteen ollessa noin 20 000 – 25 000 ajoneuvoa. Muun osan liikennemäärät ovat luokkaa 10 000 – 15 000 ajoneuvoa.

Järjestelmän sää- ja keliohjaukseen liittyvä tienvarsilaitteisto koostuu

- 10 tiesääasemasta (20 kelijaksoa)

- 108 vaihtuvasta nopeusrajoitusmerkistä (KRM), joissa mahdolliset nopeusrajoitusarvot avo-osuudella ovat 120, 100, 80 sekä 60 km/h ja tunneliosuudella 100, 80, 60 ja 30 km/h
- 24 tiensivuun asennetusta varoitusmerkin ja tekstillisen kilven yhdistelmästä (VME/TIO)
- 21 liikenteenseurantakamerasta, joista 11 sijoittuu Isokylän tunneliosuudelle.

Joitain tunnelialueiden vaihtuvia nopeusrajoitusmerkkejä käytetään vain erikoistilanteiden (esimerkiksi tapauksissa, joissa tunnelin ajokaistoja on jouduttu sulkemaan) liikenteen ohjauksessa, joten ne näyttävät vain nopeusrajoitusarvoja 30 ja 60 km/h. Normaali-tilanteissa merkit eivät näytä mitään rajoitusta.

Tekstilliset kilvet ovat kooltaan 2-rivisiä, ja yhdelle riville mahtuu 16 merkkiä. Lähes kaikki merkit ja opasteet ovat toteutettu LED-tekniikalla.

Turku–Muurlan kelijaksot ovat keskimäärin kuusi kilometriä pitkiä, ja täten valtatie 1 järjestelmien lyhyimpiä. Tämä tarkoittaa tiheintä tiesääasemaverkkoa ja mahdollistaa tarkimman paikallisten sää- ja kelihavaintojen kartoittamisen.

Järjestelmää ohjataan lähtökohtaisesti Turun tieliikennekeskuksessa. Vikatilanteen sattuessa (esimerkiksi Turun tietoliikenneyhteyksissä ilmenee ongelmia) järjestelmää voidaan ohjata Helsingin tieliikennekeskuksesta.

3.2.4 Muurla–Lohja

Muurla–Lohja – järjestelmä sijoittuu noin 49 kilometrin matkalle Lempolan ja Muurlan eritasoliittymien (E23 ja E16) välille. Järjestelmää hallinnoi Tieyhtiö Ykköstie, joka tuottaa yhteysvälin liikennöinnin sekä liikenteenhallinnan palveluna Liikennevirastolle. Näin ollen Ykköstie tuottaa lähes koko järjestelmän toiminnan. Tienkäyttäjän kannalta poikkeuksellisen yhteysvälistä tekevät tunnelit, joita on seitsemän kappaletta. Pisin tunneleista on Karnaisten tunneli, joka on yli 2200 metriä pitkä.

Liikennemäärä yhteysvälillä on pääasiassa noin 10 000 – 12000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Poikkeuksena on Karnaisten ja Lempolan eritasoliittymien (E22 ja E23) väli, jossa KVL nousee yli 20 000 ajoneuvon.

Järjestelmän sää- ja keliohjaukseen liittyvä tienvarsilaitteisto koostuu

- kuudesta tiesääasemasta (12 kelijaksoa)
- 101 vaihtuvasta nopeusrajoitusmerkistä (KRM), joissa mahdolliset nopeusrajoitusarvot avo-osuudella ovat 120, 100, 80 ja 60 km/h ja tunneliosuuksilla myös 30 km/h
- 10 tiensivuun asennetusta varoitusmerkin ja tekstillisen kyltin yhdistelmästä (VME/TIO)
- 32 tiensivuun asennetusta varoitusmerkin ja nopeusrajoitusmerkin yhdistelmästä (VME/KRM)
- 22 ajoradan yläpuolelle sijoitetusta tekstillisestä kilvestä (TIO)
- 11 keliseurantaan tarkoitettua kelikamerasta.

Joitain tunnelialueiden muuttuvia nopeusrajoitusmerkkejä käytetään vain erikoistilanteiden liikenteen ohjauksessa, joten ne näyttävät vain nopeusrajoitusarvoja 30 ja 60 km/h. Normaali-tilanteissa merkit eivät näytä mitään arvoa. Kaikki varoitusmerkin ja

nopeusrajoituksen yhdistelmät sijaitsevat tunnelialueilla. Nummen ja Karnaisten eritasoliittymien (E21 ja E22) välillä suurin nopeusrajoitusarvo on 100 km/h.

Tekstillisten kilpien koot ovat 3*20 (3 riviä, 20 merkkiä / rivi), 2*16 ja 2*8. Tunnelialueiden kilvet ovat kokoa 2*8 ja niitä on yhteensä 14 kappaletta. Tunnelialueen kilvillä ei näytetä kaikkia sää- ja keliohjaukseen liittyviä viestejä. Kaikki merkit ja opasteet ovat toteutettu LED-tekniikalla

Järjestelmää ohjataan ja monitoroidaan Turun ja Helsingin tieliikennekeskuksista siten, että kelijaksoja 19 – 26 ohjataan Turusta ja kelijaksoja 27 – 32 Helsingistä. Vikatilanteen sattuessa (esimerkiksi toisen keskuksen tietoliikenneyhteyksissä ilmenee ongelmia) järjestelmää voidaan ohjata kokonaan toisesta tieliikennekeskuksesta.

3.2.5 Lohja – Kehä III

Lohja – Kehä III – järjestelmä sijoittuu noin 33 kilometrin matkalle Kehä III:n ja Lempolan eritasoliittymien (E29 ja E23) välille. Vaihtuvia nopeusrajoitus- ja varoitusmerkkejä sekä tekstillisiä kilpiä ohjataan sään ja kelin lisäksi liikennetilanteen perusteella.

Järjestelmän sää- ja keliohjaukseen liittyvä tienvarsilaitteisto koostuu

- neljästä tiesääasemasta (8 kelijaksoa)
- 47 vaihtuvasta nopeusrajoitusmerkistä (KRM), joissa mahdolliset nopeusrajoitusarvot ovat 120, 100, 80 ja 60 km/h
- 10 tiensivuun asennetusta varoitusmerkin ja tekstillisen kilven yhdistelmästä (VME/TIO), joista yksi sijoitettu valtatielle 25 Myllylammen kohdalle
- neljästä ajoradan yläpuolelle sijoitetusta varoitusmerkin ja tekstillisen kilven yhdistelmästä (VME/TIO)
- kuudesta liikenteen automaattisesta mittauspisteestä (LAM)
- kuudesta monitorointiin tarkoitettua liikennekamerasta.

Tiensivuun asennetut tekstitaulut ovat 2-rivisiä (poikkeuksena 3-rivinen valtatie 25 taulu) ja ajoradan yläpuolelle sijoitetut 3-rivisiä. Valtatie 25 VME/TIO – yhdistelmää ohjataan vain käsiohjauksella. Joidenkin 3-rivisten opasteiden alimmalla rivillä näytetään matka-aikoja eri kohteisiin. Matka-aikamittaus ja sen näyttämät eivät kuulu tämän tarkastelun piiriin. Kaikki merkit ja opasteet ovat toteutettu LED-tekniikalla.

Järjestelmää ohjataan lähtökohtaisesti Helsingin tieliikennekeskuksessa. Vikatilanteen sattuessa (esimerkiksi Helsingin tietoliikenneyhteyksissä ilmenee ongelmia) järjestelmää voidaan ohjata Turun tieliikennekeskuksesta.

3.3 Järjestelmien ohjaus

3.3.1 Ohjaus sää- ja keliolosuhteiden perusteella

Järjestelmien tieosuudet ovat jaettu kelijaksoihin, joiden sää- ja keliolosuhteita tiesääasemat mittaavat. Kelijaksot ovat ajoratakohtaisia ja pituudeltaan yleensä noin 5 – 15 kilometriä. Tiesäähavaintojen perusteella suosituslaskennan automatiikka määrittelee kelijakson keliluokan (A, B, C tai D, keliluokassa A olosuhteet ovat parhaat). Jokaista keliluokkaa vastaa nopeusrajoitus (120, 100, 80 tai 60 km/h) ja eri olosuhteiden mukaisia varoitusmerkin ja tekstillisen kilven näyttämiä. Jokaisessa valtatie 1 järjestelmässä on voi-

massa samanlainen suunnitteluvaiheessa määritelty sää- ja keliolosuhdeluokitus, eli ohjauspolitiikka, joka on esitetty liitteessä 1.

Nopeusrajoitusarvoehdotus ohjauspolitiikan mukaan määritetään vain ajoradan oikeanpuoleisen kaistan anturien havaintojen perusteella yleisten säähavaintojen lisäksi. Kelijakson nopeusrajoitusarvoehdotus määritetään kelijakson heikoimman keliolosuhdehavainnon perusteella.

Vaihtuvan varoitusmerkin ja tekstillisen kilpien yhdistelmiä ohjataan siten, että suosituslaskenta (joka kerää tiesääsemien kelianalyysejä ja muodostaa jokaiselle kelijaksolle oman ohjausehdotuksen ennalta määriteltyjen ehtolauseiden perusteella) ehdottaa eri keliluokissa vain tiettyjä varoitusmerkin ja viestin yhdistelmiä. Toisin kuin nopeusrajoitusarvon ohjausehdotuksissa, VME- ja TIO-ohjausehdotukset perustuvat molempien ajokaistojen antureiden kelihavaintoihin (muiden anturien havaintojen lisäksi), joista heikompi huomioidaan. Perustilassa (ei varoituksia) tekstillisissä kilvissä näytetään ilman ja tien lämpötilat varoitusmerkin ollessa pimeänä. Varoitusmerkkejä ja tekstillisten kilpien viestejä käytetään informoimaan tienkäyttäjää vallitsevan nopeusrajoituksen syystä. Järjestelmäkohdaiset, suunnitelmissa esiintyvät varoitusmerkkien ja viestien yhdistelmät ovat esitetty liitteissä 2 - 4.

Nopeusrajoitus ei saa laskea kerralla enempää kuin 30 km/h. Tämän vuoksi peräkkäisten kelijaksojen merkkien välille on automatisoitu porrastus (20 km/h askelin), joka estää lainvastaisen ohjauksen. Porrastus on tarpeellinen esimerkiksi silloin, kun kelijakson paikalliset olosuhteet ovat useampaa keliluokkaa alemmat kuin edeltävällä jaksolla.

3.3.2 Ohjaus liikennetilanteen perusteella

Poikkeuksena muista valtatie 1 järjestelmistä, Lohja – Kehä III sisältää liikennetilanneohjauksen, joka toimii keli-ohjauksen rinnalla. Liikennetilanneohjaus toimii joko automaattisesti ilman päivystäjän hyväksyntää tai on kytketty pois päältä. Varoitusmerkkien ja tekstillisten kilpien ohjaus toimii myös automaattisesti, mutta muutoksen aiheuttavat raja-arvot ovat erisuuret kuin nopeusrajoitusohjauksessa. Järjestelmä informoi tekstillisissä kilvissä ja varoitusmerkeillä heikkenevästä liikennetilanteesta jo ennen kuin nopeusrajoitukset alenevat. Tästä esimerkkinä viesti ”Muista turvaväli / Håll rätt avstånd”, joka näytetään kun kaistojen yhteenlaskettu liikennemäärä on yli 3200 ajoneuvoa tunnissa. Nopeusrajoitus laskee vasta liikennemäärän ollessa 3500 ajon/h tai suurempi. Eri liikennetilanteissa näytettävien viestien ja varoitusmerkin yhdistelmät ovat esitetty liitteessä 4.

Liikennetilanteen mukaan tapahtuva ohjaus koostuu kahdesta tekijästä, mittauspisteiden (LAM) havainnoista sekä valvomosovelluksen parametreista. Nopeusrajoitusten vaihtuminen mittauspisteiden mukaan on esitetty liitteessä 5. Kuten sää- ja keli-ohjauksessa, myös liikennetilanneohjauksessa on huomioitu nopeusrajoituksen porrastus.

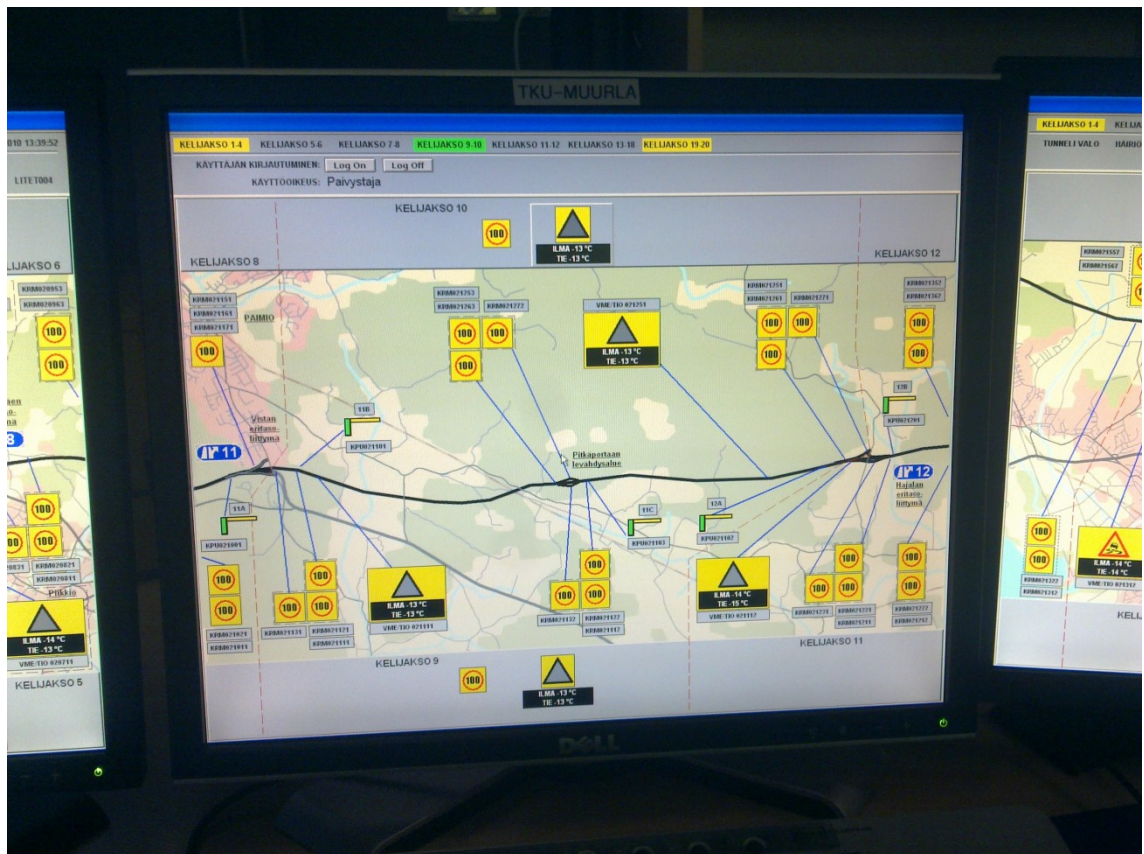
3.3.3 Päivystäjien toiminta ohjauksessa

Jokaista järjestelmää valvotaan ja ohjataan tieliikennekeskuksissa valvomosovelluksen eli käyttöliittymän avulla. Valvomosovellukset ovat järjestelmäkohdaisia näyttöruutukonkaisuuksia. Näytöille voidaan valita eri näkymiä järjestelmästä, eli sivuja. Sivut sisältävät esimerkiksi eri kelijaksojen tilan graafisella karttapohjalla tai tietoja hälytyksistä (järjestelmän vikatilat). Valvomosovelluksesta ohjataan ja valvotaan myös keli-ohjauk-

sen piiriin kuulumattomia laitteita, kuten keskikaistojen puomeja sekä tunnelialueiden laitteita. Valvomosovelluksen käyttäjinä toimivat tieliikennekeskusten päivystäjät.

Suosituslaskennan uusi ohjausehdotus tulee näkyviin valvomosovelluksen näytölle vilkkuvana grafiikkana. Päivystäjän huomattua uuden ohjausehdotuksen hänen tulee varmistaa ohjauksen sopivan kyseisen kelijakson olosuhteisiin ennen ohjauksen hyväksymistä. Varmistamiseen on käytettävissä seuraavia työkaluja: reaaliaikainen videokamerakuva kelijaksoilta, reaaliaikaiset anturitiedot tiesääasemilta, Forecan toimittavat sääennusteet sekä tutkakuvat. Tienkäyttäjät saattavat ilmoittaa poikkeuksellisista keliolosuhteista puhelimitse Tienkäyttäjän linjaa käyttäen.

Järjestelmien ohjausperiaatteeksi on suunnitelmissa määritelty, että asetettavan nopeusrajoitusten tulee perustua vallitseviin ajo-olosuhteisiin. Jotta tämä voidaan saavuttaa, tulee järjestelmää ja keliolosuhteita seurata jatkuvasti, ja tapauskohtaisesti vaihtaa nopeusrajoituksia myös ennakoivasti (päivystäjä vaihtaa rajoituksen ilman suosituslaskennasta tulevaa ehdotusta). Ennakoivalla ohjauksella voidaan reagoida nopeisiin keliolosuhteiden muutoksiin, kuten esimerkiksi rankkasadekuuroihin, jotka päivystäjä voi havaita sadetutkista.

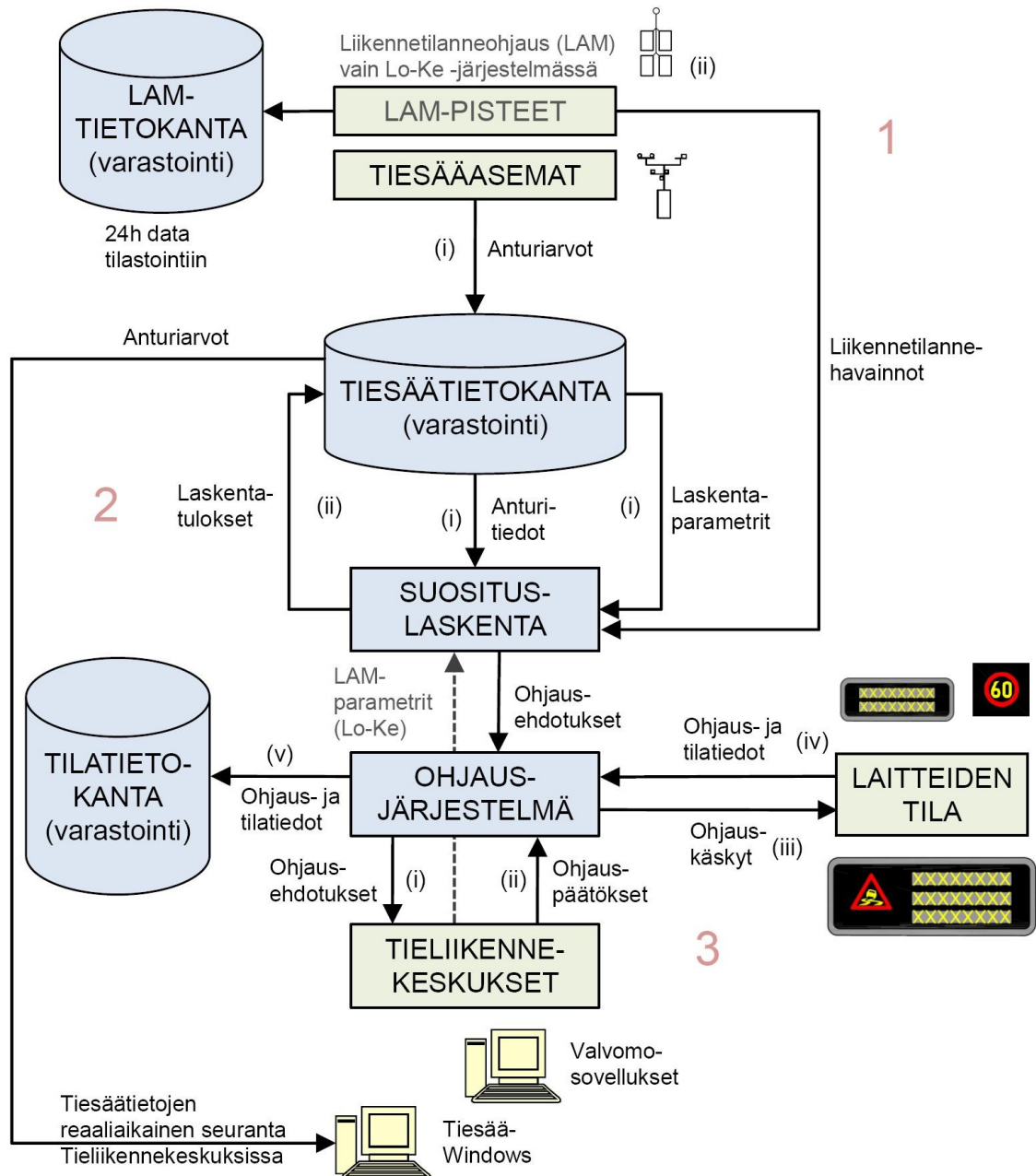


Kuva 4. Kuva valvomosovelluksesta (Turku – Muurla).

4 Taustajärjestelmät

4.1 Prosessikuvaus

Valtatien 1 liikenteenohjauksjärjestelmät koostuvat eri osatekijöistä, joita ovat reaaliaikainen liikenneympäristön havainnointi, suosituslaskenta, järjestelmien ohjaus sekä historia-tiedon taltiointi. Kuvassa 5 on esitetty järjestelmien toimintaperiaate sää-, keli- ja liikennetilanneohjauksen kannalta.



Kuva 5. Valtatien 1 liikenteenohjauksjärjestelmien sää-, keli- ja liikennetilanneohjauksen toimintaperiaate.

Järjestelmien toiminta voidaan ajatella jakautuvan kolmeen eri osaan (kuvassa 5 punaiset numerot), olosuhteiden mittaukseen, liikenneolosuhteiden määrittämiseen (tiedon prosessointi) sekä laitteiden ohjaukseen. Näiden lisäksi järjestelmässä taltioidaan lokitieto ta-

pahtumista. Kelijaksojen tiesääasemien anturien havainnot kerätään tiesäätietokantaan ja LAM-tiedot omaan tietokantaansa.

Tiesäätietokannasta keliluokituksen kannalta olennaiset olosuhdetiedot (tiesääaseman kelianalyysi) kerätään suosituslaskentaan, jossa yksinkertaisten ehtolauseiden avulla sää- ja kelianalyysistä muodostetaan ohjausehdotuksia. Ohjausehdotus on kelijaksokohtainen, järjestelmän automatiikan näkemys oikeasta merkkien ja opasteiden ohjaustilasta. Laskentatulokset (ohjausehdotus) tallennetaan tiesäätietokantaan. Suosituslaskennan toiminta on kuvattu tarkemmin alaluvussa 4.3.

Ohjausehdotus kulkee ohjausjärjestelmään, josta voimassaoleva ohjausehdotus näkyy kyseistä kelijaksoa ohjaavan tieliikennekeskuksen valvomosovelluksessa (kun järjestelmän ohjausmoodi on ”ehdottava”). Tieliikennekeskuksen päivystäjä tarkastaa ehdotuksen sopivuuden olosuhteisiin ja tekee ohjauspäätöksen. Tieliikennekeskuksissa on suora yhteys kaikkien tiesääasemien mittaustuloksiin ns. ”tiesää-Windows” – tietokoneelta.

Ohjauspäätös (jos suosituslaskennan ohjausehdotus on hyväksytty) kulkee ohjausjärjestelmän kautta tienvarsilaitteille, jonka jälkeen laitteen näyttämä (tila) vaihtuu ohjausta vastaavaksi. Laitteilta lähtee takaisinkytkentänä tieto sekä ohjauksesta että laitteen tilasta, jotka tallennetaan tilatietokantaan. Takaisinkytkennällä saadaan tieto laitteen mahdollisesta vikatilasta, jolloin ohjauksikäsky ja laitteen tila eivät vastaa toisiaan. Vain laitteen todellisella näyttämällä on tienkäyttäjän kannalta merkitystä.

Lohja - Kehä III – järjestelmässä on ainoana LAM-pisteiden reaaliaikaisiin havaintoihin perustuva liikennetilanneohjaus. Muiden järjestelmien LAM-pisteet keräävät liikennehavaintoja vain tilastointitarkoitukseen. Liikennetilanneohjauksessa suosituslaskenta kerää jatkuvasti LAM-pisteiden havaintoja. Havaintojen ja laskentaparametrien (joita valvomosovelluksen pääkäyttäjä voi muokata) avulla muodostetaan analyysi liikennetilanteesta. Liikennetilanteen ollessa asetettujen raja-arvojen mukaan kriittinen, järjestelmä antaa ohjauksikäskyn tienvarsilaitteille.

Muurla–Lohja – järjestelmä on palveluntuottaja Tieyhtiö Ykköstie Oy:n hallinnoima. Hallinnon piiriin edellä kuvatussa keliohjausprosessissa kuuluvat tiesääasemat, ohjausjärjestelmä sekä vaihtuvat opasteet (tienvarsilaitteet). Yhteydet ELY-keskusten tietokantoihin, suosituslaskentaan, tieliikennekeskuksiin sekä Lohja – Kehä III – ja Turku–Muurla – järjestelmien merkkien tilatietoihin kulkevat SONJA – rajapintapalvelun kautta. Hallinnollisista eroavaisuuksista huolimatta toimintaperiaate on jokaisessa järjestelmässä samanlainen.

4.2 Tiesään keruu

4.2.1 Tiesääasemien toiminta

Vuoden 1995 jälkeen kaikissa Tiehallinnon tiesääasema-asennuksissa on käytetty Vaisalan ROSA-tiesääasemia. Tiesääasemien mittausten perusteella tekemät analyysit sisältävät lukuisia ominaisuuksia tienpinnasta sekä ympäristöstä (ks. tarkemmin 4.4.2), joiden perusteella aseman sisäinen prosessori tekee analyysin olosuhteiden kuvaamista varten. Näitä olosuhdekuvauksia käytetään suosituslaskennassa. Valtatien 1 sää- ja keliohjauksen kannalta keskeiset sää- ja kelitilannekuvaukset ovat tien pinnan tila, ilman lämpötila, sadetilanne, näkyvyys sekä tuulen voimakkuus.

Valtatien 1 järjestelmissä kahden kelijakson ohjaukseen käytetään yhden tiesääaseman keräämiä tietoja. Kelijaksot ovat likimain saman poikkileikkauksen eri ajoradat

(suunta Helsinkiin tai Turkuun). Havaintojen perusteella suosituskalkulaatio tekee ohjausohjeet, jotka ovat kelijakso-, eli ajosuuntakohtaisia. Tämä onnistuu yhdellä tiesääasemalla siten, että ”isäntä”-asemaan, joka havainnoi toisen ajoradan tienpintaa tienpinta-antureilla sekä yleistä säätilaa, kytketään ”orja”-anturit, joilla havainnoidaan toisen ajoradan tilaa (tienpinta-anturit). Näin ”orja”-anturien tienpintahavaintoihin voidaan yhdistää ”isäntä”-aseman yleiset säähavainnot, jolloin kahden ajoradan erillinen havainnointi mahdollistuu. Yhteen ROSA-asemaan voi liittää yhteensä kuusi tienpinta-anturia (Vaisala 2001).

Jokaiselle järjestelmien tiesääasemille on määritelty vara-asema. Vara-asetat tulevat automaattisesti käyttöön, jos kelijaksokohtainen asema on epäkunnossa.

4.2.2 Tiesääasemien sijoittaminen tieympäristöön

Tiehallinnon ohjeissa tiesääasemien sijoitteluun on korostettu priorisointitarvetta. Koska tiesääasemien tarve on suurempi kuin resurssit mahdollistavat, tulee aseman sijoituksessa pyrkiä löytämään se paikka, jossa on suurin tarve tiesääasemille ja josta saadaan suurin hyöty. Tämän lisäksi sijoituksissa tulee aina huomioida asemien huoltotarve, eli sijoituspaikka maastossa tulee olla helposti saavutettavissa ympäri vuoden häiritsemättä liikennettä kohtuuttomasti.

Laajempaa aluetta, kuten kelijaksoa, edustavan tiesääaseman tienpinta-antureita sijoitettaessa tulee ohjeen mukaan välttää kaltevia pintoja (ylä- ja alamäet, notkot ja suuret kallistukset), liittymäalueita, kaarteita sekä kallioleikkauksia ja penkereitä. Kaltevilla pinnoilla veden virtaus on poikkeavaa, joka aiheuttaa virhetulkintoja veden määrästä. Liittymäalueilla riskinä on risteävästä liikenteestä antureihin kulkeutuva kura. Kaarteissa talvisin ajolinjat poikkeavat kesän tilanteesta ja anturi saattaa jäädä polanteen alle vaikka rengasura pysyykin paljaana. Kallioleikkausten ja penkereiden kohdalle muodostuu oma mikroilmasto, joka poikkeaa muusta ympäristöstä. Mahdollisesti niissä muodostuu pyörteitä, jotka kuljettavat vettä ja lunta antureille. Tiesääaseman sijoituksesta huolimatta on aina mahdollista, että tienpinta-antureihin kohdistuu paikallisia virhetekijöitä, kuten esimerkiksi yleisistä olosuhteista poikkeava loskaroiskeita, jotka johtavat vääriin tulkintoihin vallitsevasta kelistä.

Tieympäristössä normaalitilanteesta poikkeavia olosuhteita esiintyy usein talvella siltojen kansilla, koska tien pinta siltojen kansilla muuttuu maanvaraista tietä nopeammin. Tämä johtuu siltojen rakenteista ja siitä, että kylmä ilma jäädyttää siltakansia sekä ylä- että alapuolelta (Vaisala 2001). Siksi ilman kylmetessä tien pinnan lämpötila sillalla laskee nopeammin kuin muualla ja sillalle voi muodostua paikallista jäätä.

Tulee huomioida, että tiesääasemien sijoitukseen vaikuttaa aina hoitourakoinnin tarpeet, riippumatta siitä onko kyseisellä tieosuudella keliohjattu nopeusrajoitusjärjestelmä.

4.3 Suosituskalkulaatio

4.3.1 Toiminta

Suosituuskalkulaatio vastaanottaa tiesääasemilta havaintoja keli- ja säätilanteesta ja näiden perusteella se määrittää kelijaksokohtaisen suosituksen nopeusrajoitusarvoksi sekä VME- ja TIO-ohjaukseksi. Suosituskalkulaatio prosessoi myös suorat ohjauskäskyt liikennetilanteen perusteella (vain Lohja – Kehä III)

Suosituslaskennan laskiessa nopeusrajoitusehdotusta se vertaa tiesääaseman tuottamia olosuhdekuvaavuuksia prioriteettijärjestyksessä ehtolauseisiin, jotka vastaavat ohjauspolitiikassa määriteltyjä keliolosuhdeluokituksia. Ehtolauseen, jota laskennassa kutsutaan saantofunktioksi, toteutuessa lähetetään sitä vastaava ohjausehdotus (nopeusrajoitussuositus) opasteiden ohjausjärjestelmään. Jos mikään ehtolauseista ei ole tosi, järjestelmä ehdottaa oletusnopeutta, joka on 100 km/h. Suosituslaskennassa on erilaisia saantokenttiä, joita muokkaamalla voidaan poistaa tiettyjä ehtoja tiettyyn aikaan. Tästä esimerkkinä on talvi-nopeusrajoituskausi, mikä suosituslaskennassa on määritelty siten, että 120 km/h rajoitusarvon ehdot voivat toteutua vain 1.3. – 31.10. välisenä aikana.

Suosituslaskennan kautta tulee myös varoitusmerkkien ja tekstillisten kilpien ohjausehdotukset. Periaate on sama kuin nopeusrajoitusehdotuksissa, mutta varoitusmerkkiä ja tekstillisiä kilpiä ohjattaessa ehtolauseet käydään läpi sekä merkki- että tekstirivikohtaisesti. Suosituslaskennan tuloksena on numeroarvo, joka muutetaan numeroarvoa vastaavaksi tekstiksi konversiotiedoston avulla.

Keliohjauksessa ohjausehdotus muodostuu siis kolmesta eri laskennasta (varoitusmerkki, tekstin ylä- ja alarivi). Poikkeuksena on Lohja – Kehä III – järjestelmän laskenta, jossa keliohjauksen seurauksena tekstiä voidaan syöttää myös tien yläpuolisten tekstillisten kilpien kolmannelle riville.

Jos järjestelmän ohjaustila on valittu ”ehdottavaksi” (muut vaihtoehdot ovat ”automaattinen” ja ”pois päältä”), suosituslaskennan ohjausehdotukset tulevat näkyviin tieliikennekeskuksien järjestelmäkohtaisiin valvomosovelluksiin. Näihin ehdotuksiin päivystäjä reagoi joko hyväksymällä ehdotuksen tai jättämällä ehdotuksen hyväksymättä. Ohjausehdotus ei ole staattinen, vaan se päivittyy suosituslaskennan laskentafrekvenssin mukaan. Tämä tarkoittaa sitä, että hyväksymättä jätetyn ohjausehdotuksen taustalla olevat olosuhteet saattavat ajan kuluessa muuttua, vaikka ohjausehdotus pysyy muuttumattomana. Olosuhteiden palautuessa vallitsevan ohjauksen mukaiseksi, ohjausehdotus poistuu valvomosovelluksen näytöltä.

4.3.2 Saantofunktioiden vertailu

Nopeusrajoitusohjaus

Saantofunktiot ovat ehtolauseita, joihin perustuu suosituslaskennan muodostamat kelijaksokohtaiset ohjausehdotukset. Suosituslaskenta vertaa tiesääasemien kelianalyysin tuloksia saantofunktioiden sisältämiin raja-arvoihin. Riippuen siitä, mitkä saantofunktioiden ehdot täyttyvät, muodostuvat ohjausehdotukset. Liitteessä 6 on esitetty järjestelmien saantofunktiot sanallisessa muodossa (muun muassa tiesääasemien numeeriset kelianalyysitulokset ovat kirjoitettu sanalliseen muotoon).

Liitteessä 1 on esitetty järjestelmien suunnitelmiin perustuva ohjauspolitiikka, eli suosituslaskennan ohjausehdot. Tässä luvussa tarkastellaan järjestelmien ohjauksen todellista tilaa vertailemalla järjestelmien keliohjauksen saantofunktioita keskenään sekä suunniteluvaiheen määrittämiin (ohjauspolitiikka). Lähtöaineistona vertailussa ovat tammikuussa 2011 voimassa olleet saantofunktiot. Mahdollisia muutoksia funktioissa tätä edeltävältä ajalta ei ole dokumentoitu.

Järjestelmiin voidaan määritellä erilaisia saantofunktioita eri kelijaksoille (kelijakson laskentatunnus). Näin voidaan korostaa eri kelijaksojen ominaispiirteitä. Turku–Muurla –

järjestelmässä erilaisia laskentatunnuksia on kuusi ja Lohja – Kehä III – järjestelmässä kaksi. Muurla–Lohja – järjestelmä toimii koko matkalla samalla ehtojoukolla.

Liitteessä 6 on esitetty saantofunktiot sanallisessa muodossa, eli järjestelmäkohtainen toteutunut ohjauspolitiikka nopeusrajoitusohjauksen osalta. Seuraavassa mainitaan järjestelmien keskeisimmät erot nopeusrajoituksen määrittämisessä.

Merkittävin ero järjestelmien välillä saantofunktioiden perusteella on se, että Muurla–Lohja – järjestelmässä nopeusrajoitusten ohjausehdot käyttävät molempien kaistojen tilatietoja, kun muissa järjestelmissä ohjaus perustuu vain oikean puoleisen kaistan havaintoihin. Muurla–Lohja – järjestelmässä ei myöskään ole määritelty 60 km/h nopeusrajoitusta missään keliolosuhteissa. Tällöin erittäin huonot keliolosuhteet johtavat 80 km/h nopeusrajoitukseen. Suunnitelmissa 60 km/h rajoitus oli määritelty.

Muurla–Lohja – järjestelmä laskee nopeusrajoitusta keskituulen vuoksi muita järjestelmiä herkemmin. Muurla–Lohja – järjestelmässä 10 m/s puhaltava keskituuli johtaa 100 km/h nopeusrajoitusehdotukseen, kun muissa rajana on pääosin 15 m/s (pienessä osassa Turku–Muurlan funktioista keskituulen raja on jopa 17 m/s). Muurla–Lohjassa 15 m/s tuuli johtaa 80 km/h nopeusrajoitusehdotukseen.

Lohja – Kehä III – järjestelmien kelijaksoissa 7 ja 8 tienpinta-anturien havaintoja on korvattu kitka-anturilla. Lohja – Kehä III ottaa ainoana huomioon sateen olomuodon (jäätävä tihku tai sade) nopeusrajoituksen määrittämisessä.

Turku–Muurlassa on kuusi erilaista ehtojoukkoa eri kelijaksoille. Tämä johtuu Hepojoen sillan tuulivaroitusjärjestelmästä sekä kelijaksoista, joissa 120 km/h nopeusrajoitus on kokonaan poistettu mahdollisten rajoitusten joukosta. Lisäksi joissain kelijaksoissa ohjausehdoissa käytetään useamman tiesääaseman havaintoja. 60 km/h nopeusrajoitusehdotuksen tuottavissa ohjausehdoissa on epä johdonmukaisuuksia (ks. liite 6).

Muut kuin ohjausehdoissa määritellyt kelitilanteet johtavat saantofunktioissa aina 100 km/h nopeusrajoitussuositukseen ajankohdasta riippumatta. Suunnitelmissa on määritelty, että talvella muut kelitilanteet johtavat 80 km/h rajoitusehdotukseen.

Varoitusmerkin ja tekstillisen kilven yhdistelmien ohjaus

Järjestelmien eroavaisuudet nopeusrajoitusohjauksessa johtavat väistämättä eroavaisuuksiin varoitusmerkin ja tekstillisen kilven yhdistelmien ohjauksessa. Muurla–Lohja - ja Lohja – Kehä III – järjestelmien ohjauspolitiikat VME/TIO-ohjauksiin ovat identtiset. Nopeusrajoitusohjauksessa on kuitenkin merkittäviä eroja, joten samoja merkki- ja viestiyhdistelmiä voidaan näyttää eri nopeusrajoitusten vallitessa. Esimerkkinä jäätävästä tihkusta varoitettava teksti ”Jäätävä sade”, joka voidaan Lohja – Kehä III – järjestelmässä esittää vain 80 km/h rajoituksen vallitessa, kun Muurla–Lohja – järjestelmässä vaihtoehdot ovat 100 km/h ja 120 km/h (ei 80 km/h).

Turku–Muurla – järjestelmän VME/TIO-ohjaus on jäsenneily muista poikkeavien periaatteiden mukaisesti. Siinä varoitusmerkin ”liukas ajorata” – näyttämä on määritelty erikseen (ilman tiettyjä tiedotustekstejä, prioriteettijärjestyksessä 1) tien keliolosuhteiden mukaan. Tällöin tiedotusteksti (muu kuin ilman ja tien lämpötilat) määräytyy mahdollisten muiden huonojen keliolosuhteiden perusteella. Muissa järjestelmissä kaikki VME/TIO-näyttämät ovat sidottu tiettyihin saantofunktioiden yhdistelmiin.

Liitteessä 6 on esitetty kaikki eri keliolosuhteiden perusteella näytettävät viestit (saantofunktioiden ja konversiotiedostojen mukaan) sekä nopeusrajoitukset, joissa kyseiset näytämät voivat ilmaantua.

Päätelmät

Saantofunktioiden perusteella järjestelmien ohjauksessa on havaittavissa merkittäviäkin eroja. Eri VME/TIO-näyttämät saattavat näkyä toisissa järjestelmissä täysin eri nopeusrajoitusten vallitessa. Muurla–Lohja – järjestelmän nopeusrajoitusohjaus huomioi molemmat (toisin kuin muut) kaistat, jolloin keli ohjausehdotuksia ilmaantunee erilaisissa olosuhteissa muihin verrattuna.

Saantofunktioiden perusteella voidaan todeta, että järjestelmät eivät ole tienkäyttäjien näkökulmasta yhteneviä, ja osa eroavaisuuksista saattaa jopa olla harhaanjohtavia (tilanteet, joissa samat olosuhteet johtavat täysin eri ohjaustilanteisiin järjestelmästä riippuen). Periaatetasolla saantofunktioiden tulisi vastata järjestelmiin määriteltyä ohjauspolitiikkaa.

4.4 Historiatiedon varastointi

ELY-keskukset tallentavat ja arkistovat liikenteenhallinnassa käytettävien laitteidensa lokitiedot sekä mittauslaitteiden datan. Valtatie 1 liikenteenhallintajärjestelmistä ja niiden taustajärjestelmistä tallentuu keli ohjauksen kannalta oleelliset tiedot seuraavasti:

- **Tiesääasemat:** kaikkien keli ominaisuuksien mittausarvot aikaleimalla, tallennusfrekvenssi noin 10 minuuttia.
- **Suosituslaskenta:** kelijaksokohtaisten nopeusrajoitusarvon ja VME/TIO-yhdistelmän ohjausehdotukset aikaleimoilla, tallennusfrekvenssi noin 5 minuuttia.
- **Järjestelmien ohjaus:** kaikkien merkkien ohjausarvo ja todellinen näyttämä aikaleimalla sekä ohjaustapa (automaattinen tai manuaalinen), kaikki tapahtumat (muutokset) tallennetaan.

Liikenteenhallintajärjestelmien historiatietoja tallentuu eri tietokantoihin. Nopeusrajoitusmerkkien tila- ja ohjaustietojen osalta historiatietoja voidaan selata tieliikennekeskusten käyttöliittymän kautta, mutta käyttöliittymä mahdollistaa ainoastaan yhden merkin tietojen selaamisen valitulta aikaväliltä. Muita lokitietoja pääsee käsittelemään vain valtuutetut käyttäjät.

Alla esitetään otteita nopeusrajoitusjärjestelmien, suosituslaskennan sekä tiesääasemien tiedontaltioinnista. Kaikki tiedostoesimerkit ovat haettu tietokannoista, ja ne ovat avattu alkuperäisessä muodossaan joko tekstieditorilla tai taulukkolaskenta- ja tietokantaohjelmilla. Muurla–Lohja – järjestelmän esimerkkitiedostoja on tietokantarakenteesta johdettujen lajiteltu, jotta olennaisin välittyisi lukijalle.

4.4.1 Suosituslaskenta

Varoitusmerkin ja tekstillisen kilven yhdistelmä

Esimerkki:

```
R 30221 30001 "01/01/2009 00:11" 1.00
R 30221 30003 "01/01/2009 00:11" 0.40
R 30221 30005 "01/01/2009 00:11" -3.90
R 30221 30001 "01/01/2009 00:46" 1.00
R 30221 30003 "01/01/2009 00:46" -0.20
R 30221 30005 "01/01/2009 00:46" -4.90
R 30221 30001 "01/01/2009 00:41" 1.00
R 30221 30003 "01/01/2009 00:41" -0.20
R 30221 30005 "01/01/2009 00:41" -4.90
R 30221 30001 "01/01/2009 00:36" 1.00
R 30221 30003 "01/01/2009 00:36" 0.00
R 30221 30005 "01/01/2009 00:36" -4.60
R 30221 30001 "01/01/2009 00:06" 1.00
R 30221 30003 "01/01/2009 00:06" 0.40
R 30221 30005 "01/01/2009 00:06" -3.90
```

Esimerkki on Turku–Muurla – järjestelmästä, kelijakson 1 VME/TIO-yhdistelmän 15 ensimmäistä riviä vuodelta 2009. Tiedosto on avattu tekstieditorilla. Jokainen rivi alkaa R-kirjaimella ja päättyy ”näkyttömään” (tekstieditorissa suorakulmio) rivinvaihtomerkkiin.

Tietueen rakenne on yksinkertainen. Ensimmäinen tietokenttä (tässä 30221) ilmaisee mistä VME/TIO-yhdistelmästä on kyse. Toinen tietokenttä ilmaisee sen, koskeeko ohjausehdotus varoitusmerkkiä (30001), tekstillisen kilven ylempää (30003) tai alempaa (30005) tekstikenttää. Ohjausehdotuksia tulee siis kerrallaan kolme, kuten rivien päivämäärä- ja kellonaikatiedoista huomataan. Kyseisen ajanhetken ohjausehdotus on rivin viimeinen tietokenttä. Ohjausehdotus on lukuarvo joka konvertoidaan ohjausjärjestelmässä vastaamaan tiettyä varoitusmerkkiä (tai tyhjää merkkiä) ja tekstillisen kilven tekstiriviä.

Tietyn ajanhetken ohjausehdotukset (toisen tietokentän arvot 30001, 30003, 30005) tallentuvat järjestyksessä, mutta tiedoston rivit eivät ole aikaleimaltaan täysin järjestyksessä (päiväkohtainen järjestys on oikein). Datan käsittely (esimerkiksi lajittelu) taulukkolaskentaohjelmalla on helppoa.

VME/TIO-suosituslaskennasta tallentuu historiatietoja noin viiden minuutin välein. Tallentuvan datan määrän tulisi olla luokkaa 25000 riviä kuukaudessa kelijaksoa kohti, jos tiedontaltiointi ei ole jostain syystä keskeytynyt.

Nopeusrajoitus

Esimerkki:

```
R 20011 20001 "01/01/2009 00:00" 100.00
R 20011 20001 "01/01/2009 00:05" 100.00
R 20011 20001 "01/01/2009 00:50" 100.00
R 20011 20001 "01/01/2009 00:30" 100.00
R 20011 20001 "01/01/2009 00:45" 100.00
R 20011 20001 "01/01/2009 00:15" 100.00
R 20011 20001 "01/01/2009 00:10" 100.00
R 20011 20001 "01/01/2009 00:35" 100.00
R 20011 20001 "01/01/2009 00:25" 100.00
R 20011 20001 "01/01/2009 00:40" 100.00
```

Esimerkki on Lohja – Kehä III – järjestelmästä, kelijakson 1 nopeusrajoitussuosituksien kymmenen ensimmäistä riviä vuodelta 2009. Tiedosto on avattu tekstieditorilla. Jokainen rivi alkaa R-kirjaimella ja päättyy ”näkyttömään” (tekstieditorissa suorakulmio) rivinvaihtomerkkiin.

Tietueen rakenne on samanlainen kuin VME/TIO-yhdistelmien suosituslaskennassa. Ensimmäinen tietokenttä (20011) kertoo järjestelmän ja kelijakson, toinen (20001) kyseessä olevan nopeusrajoitussuosituksen. Suositus nopeusrajoitukseksi on viimeisessä tietokentässä. Kuten VME/TIO-yhdistelmien suosituslaskennassa, tietueet tallentuvat järjestykseen ainoastaan päivän mukaan.

Nopeusrajoitusten suosituslaskennasta tallentuu historiatietoja noin viiden minuutin välein. Tallentuvan datan määrä tulisi olla luokkaa 8000 – 9000 riviä kuukaudessa kelijaksoa kohti, jos tiedontaltiointi ei ole jostain syystä keskeytynyt. Tutkimuksen perusteella Turku– Muurla– ja Muurla–Lohja – järjestelmien historiatieto tallentunut lähes 90 prosenttisesti, mutta Lohja – Kehä III:ssa osuus on jäänyt alle 60 prosentin. Arkistoitavia tietoja saattaa puuttua tiesääasemien vikatilojen vuoksi.

4.4.2 Tiesääasemat

Esimerkki:

```

S 1066 1 "01/01/2009 00:16" -1.20
S 1066 2 "01/01/2009 00:16" -0.10
S 1066 3 "01/01/2009 00:16" -4.20
S 1066 4 "01/01/2009 00:16" -0.10
S 1066 5 "01/01/2009 00:16" -4.20
S 1066 6 "01/01/2009 00:16" -0.10
S 1066 7 "01/01/2009 00:16" -2.10
S 1066 8 "01/01/2009 00:16" -2.40
S 1066 9 "01/01/2009 00:16" -3.90
S 1066 10 "01/01/2009 00:16" -0.40
S 1066 11 "01/01/2009 00:16" -0.20
S 1066 16 "01/01/2009 00:16" 2.00
S 1066 17 "01/01/2009 00:16" 3.90
S 1066 18 "01/01/2009 00:16" 306.00
S 1066 21 "01/01/2009 00:16" 82.00
S 1066 22 "01/01/2009 00:16" 0.00
S 1066 23 "01/01/2009 00:16" 0.00
S 1066 24 "01/01/2009 00:16" 0.00
S 1066 25 "01/01/2009 00:16" 7.00
S 1066 26 "01/01/2009 00:16" 20.00
S 1066 27 "01/01/2009 00:16" 8.00
S 1066 28 "01/01/2009 00:16" 8.00
S 1066 29 "01/01/2009 00:16" 0.00
S 1066 30 "01/01/2009 00:16" 3.00
S 1066 31 "01/01/2009 00:16" 2.70
S 1066 32 "01/01/2009 00:16" 1.70
S 1066 33 "01/01/2009 00:16" 8.80
S 1066 34 "01/01/2009 00:16" 8.90
S 1066 35 "01/01/2009 00:16" 113.00
S 1066 36 "01/01/2009 00:16" 110.00
S 1066 37 "01/01/2009 00:16" 28.00
S 1066 38 "01/01/2009 00:16" 328.00
S 1066 41 "01/01/2009 00:16" 0.00
S 1066 48 "01/01/2009 00:16" 18.00
S 1066 49 "01/01/2009 00:16" -0.30
S 1066 50 "01/01/2009 00:16" 0.02
S 1066 51 "01/01/2009 00:16" 0.01
S 1066 52 "01/01/2009 00:16" 0.10
S 1066 53 "01/01/2009 00:16" 0.00
S 1066 54 "01/01/2009 00:16" 70.10
S 1066 55 "01/01/2009 00:16" 71.80
S 1066 56 "01/01/2009 00:16" -0.30
S 1066 57 "01/01/2009 00:16" -0.10
S 1066 58 "01/01/2009 00:16" 20000.00
S 1066 98 "01/01/2009 00:16" 0.00
S 1066 130 "01/01/2009 00:16" 0.00
S 1066 131 "01/01/2009 00:16" 0.00
S 1066 132 "01/01/2009 00:16" 0.00
S 1066 133 "01/01/2009 00:16" 0.00
S 1066 60002 "01/01/2009 00:16" 1.00

```

Esimerkki on Lohja – Kehä III – järjestelmästä, kelijaksoa 1 ohjaavan tiesääaseman (1066) yhden ajanhetken (1.1.2009 klo 00:16) sää- ja keliominaisuudet anturien mitta-uksista. Tiedosto on avattavissa tekstieditorilla. Jokainen rivi alkaa S-kirjaimella ja päättyy ”näkyttömään” (tekstieditorissa suorakulmio) rivinvaihtomerkkiin.

Tiesääsaman numeron (tässä 1066) jälkeinen tietokenttä kertoo mitä vallitsevan kelin ominaisuutta (kuten esimerkiksi keskimääräinen tuulen nopeus tai tien pinnan lämpötila) viimeisenä oleva lukuarvo kuvaa. Kaikki tiesääasemat eivät tuota yhtä paljon ominaisuustietoa.

Suosituslaskennassa käytettävät sää- ja keliominaisuudet ovat vain pieni osa tiesääasemien tuottamasta datasta. Esimerkiksi nopeusrajoitus-suosituksen määrittämiseen tarvitaan vain kahdeksan keliominaisuuden tiedot. Kuten suosituslaskennassa, tiedot tallentuvat järjestykseen ainoastaan päivän mukaan.

Tiesääasemista tallentuu historiatietoja noin kymmenen minuutin välein. Tallentuvan datan määrä on luokkaa 200 000 riviä kuukaudessa tiesääasemaa kohti. Tutkimuksen perusteella valtatie 1 tiesääasemien mittausdata taltioituu yli 90 prosenttisesti. Turku-Muurla – järjestelmä on ainoa valtatie 1 järjestelmä, jonka kaikkien kelijaksojen tiesääasemahavainnoista kirjataan lokia. Muurla-Lohja – ja Lohja – Kehä III-järjestelmissä tallennetaan kahden rinnakkaisen kelijakson havainnoista vain toista (kaikissa järjestelmissä sääasemia on rinnakkaisilla kelijaksoilla fyysisesti vain yksi, joka ”monistetaan” liittämällä siihen tienpinnan ”orja”-anturit, ks. 4.2.1 Tiesääasemien toiminta).

4.4.3 Nopeusrajoitusmerkkien tilatiedot

Esimerkki:

| | A | B | C | D | E | F |
|----|---------|-----------|---------------------|-------------|-------------|------------------|
| 1 | INDEKSI | FLTIME | DATETIME | KRM020511.O | KRM020511.T | KRM020511.S |
| 2 | 152179 | 975161312 | 2010-11-25 14:08:32 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 3 | 152178 | 975161312 | 2010-11-25 14:08:32 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 4 | 152177 | 975161312 | 2010-11-25 14:08:32 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 5 | 152176 | 975161312 | 2010-11-25 14:08:32 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 6 | 152175 | 975161312 | 2010-11-25 14:08:32 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 7 | 152174 | 975161312 | 2010-11-25 14:08:32 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 8 | 152161 | 975161218 | 2010-11-25 14:06:58 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 9 | 152160 | 975161218 | 2010-11-25 14:06:58 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 10 | 152159 | 975161218 | 2010-11-25 14:06:58 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 11 | 152158 | 975161218 | 2010-11-25 14:06:58 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 12 | 152157 | 975161218 | 2010-11-25 14:06:58 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 13 | 152156 | 975161218 | 2010-11-25 14:06:58 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 14 | 152155 | 975161218 | 2010-11-25 14:06:58 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |
| 15 | 152154 | 975161218 | 2010-11-25 14:06:58 | 100 | 100 | AUTO, KELIOHJAUS |

Kuva 6. Näkymä taulukkolaskentaohjelmalla avatusta nopeusrajoitusmerkkien tilatiedoista (Turku–Muurla – järjestelmä, kuvakaappaus)

Turku–Muurla – ja Lohja – Kehä III – järjestelmissä KRM-tilatietoloki on rakenteeltaan yksinkertainen. Jokainen kirjaus indeksoidaan juoksevalla luvulla (INDEKSI) sekä jokaisen kirjauksen ajanhetki palvelimella kahdella eri aikaleimalla, tavallinen DATETIME sekä sekuntilaskuri FLTIME. Merkin ohjauksesta kirjataan kolme tietoa: ohjausarvo (O), merkin todellinen tila (T) sekä ohjausmoodi (S). Ohjausmoodin vaihtoehdot ovat ”AUTO, KELIOHJAUS”, ”AUTO, LIIKENNEOHJAUS” (vain Lohja – Kehä III -järjestelmässä) ja ”KÄSIOHJAUS”. Ohjausarvo tarkoittaa sitä nopeusrajoitusta jonka ohjausjärjestelmä on merkille lähettänyt. Tämä ohjausarvo on siis päivystäjän hyväksymä ohjausehdotus tai automaattinen ohjaus tilanteissa jossa ehdottava ohjaus on kytetty pois päältä. Järjestelmän kaikkien merkkien historia (O, T ja S-sarakkeet) tallentuu

samaan tiedostoon rinnakkaisiin sarakkeisiin, joten yksi tiedosto sisältää yhden järjestelmän kaikkien nopeusrajoitusmerkkien historiatiedot.

Tilatietojen tallennustapa on järjestelmän toiminnan tarkastelun kannalta ongelmallista. Dataa tallentuu merkkiä kohti epäsäännöllisin väliajoin tuhansia rivejä kuukaudessa, suurimman osan datasta ollen samalla aikaleimalla (yhden merkin kannalta täysin identtisiä rivejä). Yhtä merkkiä koskevaa oleellista tilatietoa (oikeita tapahtumia) on noin yksi prosentti lokin sisällöstä. Tämä johtuu tietokannan kirjoitustavasta. Automaattikka kirjoittaa kaikkien merkkien ohjaus- ja tilatiedot aina kun yhdessäkin merkissä havaitaan tapahtuma. Havaittiin myös, että merkkien ohjaustieto ja tilatieto saattoi tapauskohtaisesti olla erisuuruisia jopa viikon (jos kyseessä ei ole tiedoston kirjoitusvirhe tai katkos tiedonsiirrossa, nopeusrajoitusmerkki on ollut vikatilassa ja näyttänyt väärää nopeutta viikon ajan, joka ei liene realistinen vaihtoehto järjestelmässä, jonka toimintaa valvotaan aktiivisesti kellon ympäri). Järjestelmän toimiessa moitteettomasti ohjaustiedon ja tilatiedon tulisi olla yhtenäiset korkeintaan muutamassa sekunnissa ohjausarvon vaihtumisesta.

Tilatietojen juridinen tarkoitus, eli voimassa olleen nopeusrajoituksen varmentaminen, kyseenalaistuu edellä mainituissa pitkien ohjaustiedon ja tilatiedon eroissa. Kyseiset tilanteet ovat selkeästi vikatilanteita joissain järjestelmien osissa, mutta vikojen selvittäminen saattaa jälkepäin olla joko työlästä tai mahdotonta. Suurin osa datasta kuitenkin noudattaa loogisesti järjestelmän prosessia.

Esimerkki:

| ID | TYPE | SGNNAME | SELITE | RDUTCTIME | EVTUTCTIME | MSGTYPE | ACTSTAT2 | NOMCMD |
|--------|------|-----------|------------|-------------------|-------------------|---------|----------|--------|
| 835962 | KRM | KRM021921 | OHJAUSARVO | 3.2.2010 7:22:52 | 2.2.2010 9:52:27 | 24HData | 0 | 80 |
| 836011 | KRM | KRM021921 | OHJAUSARVO | 3.2.2010 7:22:52 | 2.2.2010 11:45:12 | 24HData | 0 | 100 |
| 836010 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 3.2.2010 7:22:52 | 2.2.2010 11:45:12 | 24HData | 100 | 100 |
| 870848 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 5.2.2010 7:34:15 | 4.2.2010 23:14:05 | 24HData | 80 | 80 |
| 870944 | KRM | KRM021921 | OHJAUSARVO | 5.2.2010 7:34:15 | 4.2.2010 23:14:05 | 24HData | 0 | 80 |
| 887880 | KRM | KRM021921 | OHJAUSARVO | 6.2.2010 7:40:03 | 5.2.2010 9:09:44 | 24HData | 0 | 100 |
| 887712 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 6.2.2010 7:40:03 | 5.2.2010 9:09:47 | 24HData | 100 | 100 |
| 937524 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 9:04:32 | 24HData | 0 | 100 |
| 937569 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 9:21:37 | 24HData | 100 | 100 |
| 937627 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 10:52:12 | 24HData | 0 | 100 |
| 937645 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 10:53:25 | 24HData | 100 | 100 |
| 937667 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 10:57:56 | 24HData | 0 | 100 |
| 937795 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 12:22:21 | 24HData | 100 | 100 |
| 937805 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 12:22:42 | 24HData | 0 | 100 |
| 937813 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 12:28:35 | 24HData | 100 | 100 |
| 937873 | KRM | KRM021921 | OHJAUSARVO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 14:02:23 | 24HData | 0 | 80 |
| 937890 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 14:02:27 | 24HData | 80 | 80 |
| 937919 | KRM | KRM021921 | OHJAUSARVO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 14:27:34 | 24HData | 0 | 100 |
| 937938 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 14:27:38 | 24HData | 100 | 100 |
| 938068 | KRM | KRM021921 | OHJAUSARVO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 21:15:17 | 24HData | 0 | 80 |
| 938078 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 9.2.2010 7:22:51 | 8.2.2010 21:15:20 | 24HData | 80 | 80 |
| 958911 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 10.2.2010 7:28:44 | 9.2.2010 9:28:32 | 24HData | 0 | 80 |
| 958953 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 10.2.2010 7:28:44 | 9.2.2010 11:15:48 | 24HData | 80 | 80 |
| 959094 | KRM | KRM021921 | OHJAUSARVO | 10.2.2010 7:28:44 | 9.2.2010 15:09:37 | 24HData | 0 | 100 |
| 959104 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 10.2.2010 7:28:44 | 9.2.2010 15:09:40 | 24HData | 100 | 100 |
| 959174 | KRM | KRM021921 | OHJAUSARVO | 10.2.2010 7:28:44 | 9.2.2010 16:01:43 | 24HData | 0 | 80 |
| 959184 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 10.2.2010 7:28:44 | 9.2.2010 16:01:46 | 24HData | 80 | 80 |
| 959268 | KRM | KRM021921 | OHJAUSARVO | 10.2.2010 7:28:44 | 10.2.2010 4:31:30 | 24HData | 0 | 100 |
| 959285 | KRM | KRM021921 | TILATIETO | 10.2.2010 7:28:44 | 10.2.2010 4:31:34 | 24HData | 100 | 100 |

Kuva 7. Näkymä tietokantasovelluksella avatusta nopeusrajoitusmerkin historiatiedoista (Muurla-Lohja -järjestelmä, kuvakaappaus). Tietoja on suodatettu sekä lajiteltu ja osa sarakkeista on piilotettu.

Muurla–Lohja – järjestelmän historiatietojen taltiointi (kuva 7) poikkeaa muista järjestelmistä. Tietokanta sisältää enemmän sarakkeita antaen enemmän tietoa historiatiedosta ja sen kirjoituksesta tietokantaan. Näitä sarakkeita ovat muun muassa palvelimen nimi (piilotettu kuvasta selkeyden vuoksi) sekä tapahtuman kirjausaika palvelimella (RDUTCTIME).

Merkittävänä erona voidaan mainita tietokannan rakenne. Kun muissa järjestelmissä tarkasteltavan hetken ohjausarvo ja tilatieto on kirjoitettu samaan tietueeseen, on Muurla – Lohjan tietokannassa nämä tiedot peräkkäisillä riveillä. Nämä rivit ovat eroteltu selitteen avulla (tilatieto tai ohjausarvo, ks. kuva 7), jolloin tapahtumia on helppo seurata. Jokaisessa ohjaustilan muutoksessa tilatieto (ACTSTAT) on merkitty nolllaksi. Tilatieto sen sijaan näyttää vallitsevan ohjausarvon (NOMCMD).

Muurla–Lohja – tietokanta kirjoittaa kolmea tyyppiä dataa, joita ovat reaaliaikainen data, yhden tunnin data ja vuorokauden data. Jokainen tapahtuma kirjoitetaan heti tietokantaan (reaaliaikainen data). Tunnin välein tietokantaan kirjoitetaan kaikki kyseisen tunnin tapahtumat (yhden tunnin data). Kaikki vuorokauden sisällä tapahtuneet muutokset merkin ohjauksessa kirjataan vuorokauden dataan. Lähtökohtaisesti tämä tarkoittaa sitä, että kaikki tapahtumat kirjataan järjestelmään kolme kertaa. Tavoitteena ratkaisussa on ollut mahdollisimman aukoton tilatietojen kirjaus, joka ei häiriintyisi palvelimien ruuhkista tai hetkellisistä vikatiloista.

Tietokanta sisältää kaikkien järjestelmän merkkien, opasteiden ja laitteiden (myös niiden, jotka eivät kuulu keliohjauksen piiriin) tilatiedot. Tästä johtuen tietokanta on erittäin suuri, joten tietojen käsittely tutkimusmielessä on hidasta.

4.4.4 VME/TIO-yhdistelmien tilatiedot

Esimerkit:

| | A | B | C | D | E | F |
|----|---------|-----------|------------|-------------|-------------|------------------|
| 1 | INDEKSI | FLTIME | DATETIME | VME012311.O | VME012311.T | VME012311.S |
| 2 | 68817 | 975288368 | 27.11.2010 | Pimeä | Pimeä | AUTO, KELIOHJAUS |
| 3 | 68816 | 975288368 | 27.11.2010 | Pimeä | Pimeä | AUTO, KELIOHJAUS |
| 4 | 68815 | 975279325 | 26.11.2010 | Tietyö | Tietyö | KÄSIOHJAUS |
| 5 | 68814 | 975279296 | 26.11.2010 | Tietyö | Tietyö | KÄSIOHJAUS |
| 6 | 68813 | 975279152 | 26.11.2010 | Tietyö | Tietyö | KÄSIOHJAUS |
| 7 | 68812 | 975279133 | 26.11.2010 | Tietyö | Pimeä | KÄSIOHJAUS |
| 8 | 68811 | 975278984 | 26.11.2010 | Pimeä | Pimeä | AUTO, KELIOHJAUS |
| 9 | 68810 | 975278924 | 26.11.2010 | Pimeä | Pimeä | AUTO, KELIOHJAUS |
| 10 | 68809 | 975171565 | 25.11.2010 | Pimeä | Pimeä | AUTO, KELIOHJAUS |
| 11 | 68808 | 975171317 | 25.11.2010 | Pimeä | Pimeä | AUTO, KELIOHJAUS |

Kuva 8. Näkymä taulukkolaskentaohjelmalla avatusta varoitusmerkkien tilatiedoista (Lohja – Kehä III – järjestelmä, kuvakaappaus).

| | A | B | C | D | E | F |
|----|---------|-----------|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1 | INDEKSI | FLTIME | DATETIME | TIO012311_0_0.O | TIO012311_0_0.T | TIO012311_0_0.S |
| 2 | 725087 | 975466821 | 2010-11-29 03:00:21 | ILMA -19 °C LUFT | ILMA -19 °C LUFT | AUTO, KELIOHJAUS |
| 3 | 725086 | 975466801 | 2010-11-29 03:00:01 | ILMA -19 °C LUFT | ILMA -19 °C LUFT | AUTO, KELIOHJAUS |
| 4 | 725085 | 975466801 | 2010-11-29 03:00:01 | ILMA -19 °C LUFT | ILMA -19 °C LUFT | AUTO, KELIOHJAUS |
| 5 | 725084 | 975466501 | 2010-11-29 02:55:01 | ILMA -18 °C LUFT | ILMA -18 °C LUFT | AUTO, KELIOHJAUS |
| 6 | 725083 | 975466240 | 2010-11-29 02:50:40 | ILMA -18 °C LUFT | ILMA -18 °C LUFT | AUTO, KELIOHJAUS |
| 7 | 725082 | 975466226 | 2010-11-29 02:50:26 | ILMA -18 °C LUFT | ILMA -18 °C LUFT | AUTO, KELIOHJAUS |
| 8 | 725081 | 975466201 | 2010-11-29 02:50:01 | ILMA -18 °C LUFT | ILMA -18 °C LUFT | AUTO, KELIOHJAUS |
| 9 | 725080 | 975466201 | 2010-11-29 02:50:01 | ILMA -18 °C LUFT | ILMA -18 °C LUFT | AUTO, KELIOHJAUS |
| 10 | 725079 | 975465901 | 2010-11-29 02:45:01 | ILMA -19 °C LUFT | ILMA -19 °C LUFT | AUTO, KELIOHJAUS |
| 11 | 725078 | 975465765 | 2010-11-29 02:42:45 | ILMA -19 °C LUFT | ILMA -19 °C LUFT | AUTO, KELIOHJAUS |

Kuva 9. Näkymä taulukkolaskentaohjelmalla avatusta tekstillisen kilven tilatiedoista (Lohja – Kehä III – järjestelmä, kuvakaappaus).

| ID | TYPE | SGNNAME | SELITE | RDUCTIME | EVTUCTIME | MSGTYP | ACTSTAT2 | NOMCMD2 |
|--------|------|-----------|------------|---------------------|---------------------|---------|------------------------|------------------------|
| 140462 | TIO | TIO021801 | TILATIETO | 13.12.2009 12:41:13 | 12.12.2009 17:32:38 | 24HData | ILMA -4 °C TIE -4 °C | ILMA -4 °C TIE -4 °C |
| 140476 | TIO | TIO021801 | OHJAUSARVO | 13.12.2009 12:41:13 | 12.12.2009 17:52:27 | 24HData | 0 | ILMA -4 °C TIE -5 °C |
| 140477 | TIO | TIO021801 | TILATIETO | 13.12.2009 12:41:13 | 12.12.2009 17:52:36 | 24HData | ILMA -4 °C TIE -5 °C | ILMA -4 °C TIE -5 °C |
| 140484 | TIO | TIO021801 | OHJAUSARVO | 13.12.2009 12:41:13 | 12.12.2009 18:49:24 | 24HData | 0 | MUISTA TURVAVÄLI |
| 140485 | TIO | TIO021801 | TILATIETO | 13.12.2009 12:41:13 | 12.12.2009 18:49:39 | 24HData | MUISTA TURVAVÄLI | MUISTA TURVAVÄLI |
| 140573 | TIO | TIO021801 | OHJAUSARVO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 0:24:22 | 24HData | 0 | ILMA -4 °C TIE -3 °C |
| 140574 | TIO | TIO021801 | TILATIETO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 0:24:35 | 24HData | ILMA -4 °C TIE -3 °C | ILMA -4 °C TIE -3 °C |
| 140575 | TIO | TIO021801 | OHJAUSARVO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 0:52:47 | 24HData | 0 | ILMA -3 °C TIE -3 °C |
| 140576 | TIO | TIO021801 | TILATIETO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 0:52:59 | 24HData | ILMA -3 °C TIE -3 °C | ILMA -3 °C TIE -3 °C |
| 140643 | TIO | TIO021801 | OHJAUSARVO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 5:43:02 | 24HData | 0 | ILMA -3 °C TIE -2 °C |
| 140644 | TIO | TIO021801 | TILATIETO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 5:43:11 | 24HData | ILMA -3 °C TIE -2 °C | ILMA -3 °C TIE -2 °C |
| 140657 | TIO | TIO021801 | OHJAUSARVO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 8:27:28 | 24HData | 0 | MUISTA TURVAVÄLI |
| 140658 | TIO | TIO021801 | TILATIETO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 8:27:38 | 24HData | MUISTA TURVAVÄLI | MUISTA TURVAVÄLI |
| 140659 | TIO | TIO021801 | OHJAUSARVO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 8:29:56 | 24HData | 0 | ILMA -2 °C TIE -2 °C |
| 140660 | TIO | TIO021801 | TILATIETO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 8:30:11 | 24HData | ILMA -2 °C TIE -2 °C | ILMA -2 °C TIE -2 °C |
| 140673 | TIO | TIO021801 | OHJAUSARVO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 9:28:16 | 24HData | 0 | ILMA -2 °C TIE -1 °C |
| 140674 | TIO | TIO021801 | TILATIETO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 9:28:25 | 24HData | ILMA -2 °C TIE -1 °C | ILMA -2 °C TIE -1 °C |
| 140685 | TIO | TIO021801 | OHJAUSARVO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 10:48:12 | 24HData | 0 | ILMA -1 °C TIE -1 °C |
| 140686 | TIO | TIO021801 | TILATIETO | 13.12.2009 12:41:13 | 13.12.2009 10:48:26 | 24HData | ILMA -1 °C TIE -1 °C | ILMA -1 °C TIE -1 °C |

Kuva 10. Näkymä tietokantasovelluksella avatusta tekstillisen kilven historiatiedoista (Muurla–Lohja -järjestelmä, kuvakaappaus). Tietoja on suodatettu sekä lajiteltu ja osa sarakkeista on piilotettu.

Jokaisen järjestelmän varoitusmerkin ja tekstillisen kilven historiatietojen taltiointiperiaate on samanlainen kuin nopeusrajoitusmerkinkin. Myös nämä tietokannat ovat kooltaan suuria, joten tietojen käsittely tutkimusmielessä on hidasta.

4.4.5 Huomioita

Järjestelmistä tallentuu valtava määrä historiatietoja. Tietokantarakenteet ovat yksinkertaisia, ja tästä johtuen samaan tietokantaan tallentuu lukuisten laitteiden tilatietoja. Osa tietokannoista tallentaa myös merkityksetöntä tietoa ja eri tietokannat ovat hajautettuja (esimerkiksi nopeusrajoitusmerkin ja sitä ohjaavan suosituslaskennan historiatiedot kirjautuvat eri tietokantoihin) Näistä johtuen historiatiedon prosessointi tutkimusmielessä on hyvinkin työlästä.

Tietokantoihin tutustuttaessa huomattiin, että karkauspäivän osalta (2008, vain Turku-Muurla – järjestelmän historiatietoja) tietoja ei kirjautunut ollenkaan. Muilta osin tietojen tallentumisessa ei pääosin havaittu merkittäviä katkoksia.

Tietokantoihin perustuvissa tutkimuksissa (käsitellään myöhemmin tässä raportissa luvussa 7) havaittiin, että suosituslaskennan ja nopeusrajoitusmerkkien tilatiedoissa on epäjohdonmukaisuuksia. Lokitietojen perusteella merkkien ohjaustila vaihtuu ajoittain ennen

kuin suosituskalkenta on ehdottanut muutosta kyseiselle kelijaksolle. Tämä on järjestelmien toimintaperiaatteiden vastaista.

Vastaavien järjestelmien tulevissa toteutuksissa tulee huomioida tietokantojen rakenne sekä kirjoitettavat tiedot. Tutkimusnäkökulmasta edullinen toteutus olisi rakenne, jossa yhden kelijakson merkkien tapahtumat ja niitä koskevat suosituskalkennan tiedot tallentuisivat yhteen kantaan. Tällöin tapahtumien seuraamiseksi ei tarvitsisi yhdistellä eri tietokantojen tietoja, ja tietokantojen käsittely olisi kevyempää. Tarpeetonta tietoa ei tulisi tallentaa.

5 Katsaus kansainvälisiin telematiikkatoteutuksiin

Luvussa tarkastellaan kansainvälisiä toteutuksia telematiikan saralta, kiinnostuksen kohteen ollessa erityisesti sää- ja keliohjaussovelluksissa sekä liikennetilanneohjauksessa. Eri toteutuksien kuvauksen lisäksi pyritään tekemään vertailua Suomen vastaaviin järjestelmiin ja niiden vaikutuksiin, joita on kuvattu luvuissa 2, 3 ja 4.

5.1 Halland ja Blekinge, Ruotsi

Ruotsin Hallandin sääohjatulla E6-tiellä, jonka ohjaus on manuaalista, nopeusrajoitusvaihtoehdot ovat 120, 110, 100, 80 ja 60 km/h. Ruotsin maanteillä 110 km/h on tavallisesti suurin nopeus, mutta E6-tiellä suurin nopeusrajoitus nostettiin 120 kilometriin tunnissa vaihtuvan järjestelmän käyttöönoton yhteydessä. Vaihtuvat nopeusrajoitukset ovat Suomen tavoin velvoittavia.

Vaihtuvien nopeusrajoitusten vaikutus keskinopeuksiin märällä ja lumisella kelillä (nopeusrajoituksen lasku 120 km/h → 110 km/h ja 120 km/h → 100 km/h) oli noin ± 1 km/h verrattuna saman tieosuuden vastaavan kelin havaintoihin ajalta, jolloin tielle oli asetettu kiinteä 110 km/h rajoitus. Nopeusrajoituksen nosto kuivissa olosuhteissa (110 km/h → 120 km/h) nosti keskinopeuksia ainoastaan 1 km/h, joskin vasemman kaistan nopeustaso nousi merkittävästi (7 km/h). Merkittävä muutos keskinopeuseroihin havaittiin vasta jäisillä ja erittäin liukkailla keleillä, jolloin sääohjatun tien keskinopeudet laskivat 13 – 14 km/h enemmän kuin vastaavalla kelillä kiinteiden rajoitusten aikana. (Lindqvist, Landerfors 2008).

Voidaan tulkita, että järjestelmän hyödyt liikenneturvallisuudessa näkyivät vasta kelien ollessa huonot tai erittäin huonot, ja tällöin vaikutukset olivat erittäin merkittävät. Nopeusrajoituksen nosto kuivilla keleillä vaikutti merkittävästi vain vasemman kaistan nopeuksiin, eli nopeushajonta kasvoi.

22 – tiellä Blekingen maakunnassa Etelä-Ruotsissa kiinteät 90 km/h rajoitukset korvattiin sääohjatulla nopeusrajoitusjärjestelmällä, jossa näytettävät rajoitukset (ja vastaava keli-
luokitus) ovat 110 (kuiva keli), 100 (märkä), 90 (lumi), 80 (jää) ja 60 km/h (erittäin liukas). Vaikutuksia arvioitiin vertailemalla vastaavien kelien nopeustasoja ennen (jolloin kiinteä rajoitus 90 km/h) ja jälkeen vaihtuvien nopeusrajoitusten käyttöönottoa. Kuivalla kelillä keskinopeus nousi vaihtuvien rajoitusten vaikutuksesta noin 5 km/h, kun jo märällä kelillä nopeustaso laski kiinteään nähden hieman, noin 1 km/h. Lumisella, jäisellä ja erittäin liukkaalla kelillä vaihtuvien rajoitusten vaikutukset olivat merkittävät, noin 5 – 20 km/h, keskinopeuksien laskiessa loogisesti kelin huonontuessa. (Lindqvist ja Landerfors 2008).

Järjestelmien nopeusrajoitusarvon määrittämiseksi tiesääasemat keräävät olosuhdetietoa, josta muodostetaan tieosuuden kattava kelitilanne. Kelitilanteen avulla arvioidaan muun muassa tien pinnan kitkaa. Automaatiikan lisäksi ohjaukseen vaikuttaa järjestelmän käyttäjä, joka varmistaa kelikameroista ja kunnossapitourakoitsijalta vallitsevat olosuhteet. Taulukkoon on kerätty järjestelmien ohjausehdot, jotka ovat ilmoitettu perustuvan yksinkertaisesti kitka-arvoon. (Lindqvist ja Landerfors 2008).

Taulukko 3. Keli ohjauksen kriteerit ruotsalaisissa järjestelmissä.

| Nopeusrajoitus (E22 Blekinge) | Nopeusrajoitus (E6 Halland) | Kitka-arvot |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------|
| 110 | 120 | > 0,5 |
| 100 | 110 | 0,4 – 0,5 |
| 90 | 100 | 0,3 – 0,4 |
| 80 | 80 | 0,2 – 0,3 |
| 60 | 60 | < 0,2 |

Vertailun vuoksi esitetään suomalainen liukkaussuokitus kitkamittauksiin, joka määrittelee talvikelien pitävyydet seuraavasti:

- kitka > 0,30: pitävä talvikeli
- kitka 0,25 – 0,29: hyvä talvikeli
- kitka 0,20 – 0,24: tyydyttävä talvikeli
- kitka 0,15 – 0,19: liukas keli
- kitka < 0,15: erittäin liukas keli. (Tervahattu 2008).

Näihin arvoihin verrattaessa voidaan havaita Ruotsin järjestelmien näyttävän pitävällä talvikelillä 90 tai 100 km/h tai enemmän. Hyvällä tai tyydyttävällä talvikelillä nopeusrajoitus on 80 km/h ja liukkaalla tai erittäin liukkaalla kelillä näytetään alhaisinta rajoitusta. Suomen vastaavien toteutuksien ohjausehdot voidaan todeta olevan huomattavasti kehittyneemmällä tasolla ottaen huomioon erilaisia sään ja ajokelin yhdistelmiä sekä näkyvyyden.

Vertailtaessa Suomen ja Ruotsin järjestelmien vaikutuksia havaitaan, että Ruotsissa järjestelmien vaikutukset huonoilla keleillä ovat moninkertaiset Suomen vaikutuksiin. Syynä suureen eroon vaikuttaa olevan Ruotsin korkeat ajonopeudet huonoissa ajoolosuhteissa tieosuuksilla, joissa nopeusrajoitukset ovat määrätty kiinteillä merkeillä. Suomen tienkäyttäjät siis vaikuttavat suhteuttavan ajonopeutensa keliolosuhteisiin paremmin kuin ruotsalaiset.

5.2 Uddevallabron – tuulivaroitus

Noin 1,7 kilometriä pitkällä moottoritiesilta Uddevallabronilla nopeusrajoituksia ohjataan tuulen voimakkuuden mukaan. Näytettävät nopeusrajoitukset ovat 110, 90, 70 ja 50 km/h. Tuulen voimakkuus ja vastaavat nopeusrajoitukset ovat taulukoitu alla.

Taulukko 4. Tuulen perusteella ohjatun järjestelmän kriteerit.

| Nopeusrajoitus (E6 Uddevallabron) | Tuulen voimakkuus (m/s) |
|-----------------------------------|-------------------------|
| 110 | < 16 |
| 90 | 16 – 18 |
| 70 | 18 – 22 |
| 50 | > 22 |

Suomessa valtatie 1 järjestelmien ohjauksessa huomioidaan myös tuuli, raja-arvon ollessa pääosin 15 m/s. Tällöin keliluokka vaihtuu A:sta B:hen (nopeusrajoitus 120 km/h → 100 km/h). Enempää nopeusrajoitusta suosituskalkula ei ehdota laskettavan.

5.3 E18 Norrtäljevägen – liikennetilanneohjaus

E18-moottoritieellä Tukholmassa nopeusrajoituksia ohjataan liikennemäärien ja nopeustasojen perusteella. Näytettävät nopeudet ovat 100, 90, 70 ja 50 km/h. Tieosuuden (2 + 2 kaistaa) liikennemäärät ovat noin 50 000 – 65 000 ajoneuvoa päivässä. Nopeusrajoituksen määräävät liikennemäärät, nopeudet ja ilmaisimien varausasteet ovat listattu alla.

Taulukko 5. Liikennetilanneohjauksen kriteerit ruotsalaisessa järjestelmässä.

| Nopeusrajoituksen muutos (E18 Norrtäljevägen) | Kriteerit |
|---|---|
| 100 → 90 | $q > 17$ ajon/min tai $v < 70$ km/h tai varausaste > 15 % |
| 90 → 70 | $q > 32$ ajon/min tai $v < 60$ km/h tai varausaste > 20 % |
| 70 → 50 | $q > 42$ ajon/min tai $v < 40$ km/h tai varausaste > 30 % |
| 50 → 70 | $q < 34$ ajon/min ja $v > 45$ km/h (vähintään 5 min ajan) |
| 70 → 90 | $q < 28$ ajon/min ja $v > 65$ km/h (vähintään 5 min ajan) |
| 90 → 100 | $q < 15$ ajon/min ja $v > 85$ km/h (vähintään 5 min ajan) |

Lohja – Kehä III – järjestelmään verrattuna ruotsalaisessa järjestelmässä on useita eroavaisuuksia. Lohja – Kehä III – järjestelmän nopeusrajoituksia ei ohjata ilmaisimien varausasteiden tietojen perusteella. Nopeusrajoituksia ohjaavat liikennemäärät ovat suomalaisessa järjestelmässä huomattavasti korkeammat (120 km/h → 100 km/h: 3500 ajon/h eli noin 58 ajon/min) ja alemmat nopeusrajoitukset (80 ja 60 km/h) ohjautuvat vain liikennevirran nopeuden perusteella. Rajoitus voidaan nostaa suuremmaksi raja-arvon ylittyttyä kahden minuutin ajan.

Ruotsin järjestelmän voidaan päätellä toimivan ennaltaehkäisevänä, eli liikennevirran nopeutta pyritään laskemaan selkeästi ennen ruuhkautumista. Tällöin edessä oleva jonoutuva liikenne ehtii purkautua ennen kuin nopeuttaan laskeneet ajoneuvot ennättävät muodostumassa olevaan jonoon. Vaikutus kohdistuu siis liikenteen sujuvuuteen.

Lohja – Kehä III – järjestelmän lähtökohtana on liikenneturvallisuuden parantaminen. Havaitessaan selkeää ruuhkautumista järjestelmä alentaa nopeusrajoituksia ennen ruuhka-aluetta, jotta peräänajoilta vältyttäisiin.

5.4 Washington, Yhdysvallat – keliohjaus

I-90 – tiellä Snoquaemissa Washingtonin osavaltiossa on käytössä suosituskaskeutukseen perustuva vaihtuva nopeusrajoitusjärjestelmä. Se otettiin käyttöön laskemaan ajonopeuksia ja nopeushajontaa, jotka varsinkin talvella johtivat peräänajoihin ja suistumisiin. Järjestelmä kattaa 64 kilometriä pitkän tieosuuden.

Järjestelmä havainnoi ympäristöä kuuden tiesääaseman (ESS, Environmental Sensor Station) ja 22 liikenteenmittauslaitteen avulla. Tiesääasemat mittaavat muun muassa lämpötilaa, kosteutta, kastepistettä sekä tekevät analyysiä tienpinnan olosuhteista. Järjestelmä on jaettu kelijaksoihin, joiden nopeusnäytöt voivat poiketa toisistaan. Nopeusnäyttöjen lisäksi järjestelmä sisältää tiedotusopasteita, joilla tiedotetaan tienkäyttäjää. Lopullisista ohjauspäätöksistä vastaa poliisin päivystäjä.

Taulukossa 6 on esitetty järjestelmän ohjauspolitiikka, joka perustuu tiesääsamien havaintoihin.

Taulukko 6. Ohjauspolitiikka I-90 –tien keliohjausjärjestelmästä. Lähde: Goodwin 2003

| Weather Conditions | Pavement Conditions | Control Strategies |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Light to moderate rain • Visibility distance greater than 0.5 mi. (0.80 km) | <ul style="list-style-type: none"> • Dry • Wet | Speed limit at 65 mph (104.5 kph) |
| | | No tire regulations |
| <ul style="list-style-type: none"> • Heavy rain • Fog • Visibility distance less than 0.2 mi. (0.32 km) | <ul style="list-style-type: none"> • Slushy • Icy | Speed limit reduced to 55 mph (88.4 kph) |
| | | Traction tires advised |
| <ul style="list-style-type: none"> • Heavy rain or snow • Blowing snow • Visibility distance less than 0.1 mi. (0.16 km) | <ul style="list-style-type: none"> • Shallow standing water • Compacted snow/ice • Deep slush | Speed limit reduced to 45 mph (72.4 kph) |
| | | Traction tires required |
| <ul style="list-style-type: none"> • Freezing rain • Heavy rain or snow • Blowing snow • Visibility distance less than 0.1 mi. (0.16 km) | <ul style="list-style-type: none"> • Deep standing water • Deep snow/slush | Speed limit reduced to 35 mph (56.3 kph) |
| | | Tire chains required |

Järjestelmän vaikutuksesta keskinopeudet ovat laskeneet selkeästi huonoissa oloissa (noin 13 %), joskin nopeushajonta hieman kasvoi.

Järjestelmä toimii valtatie 1 järjestelmiin verrattuna hyvin samankaltaisesti. Ohjauspolitiikka vaikuttaa sanallisen kuvauksen mukaan Suomen järjestelmien kaltaiselta. Olosuhteiden mukaan vaihtuva ajoneuvojen varusteluvaatimukset ovat mielenkiintoinen piirre, joka voidaan nähdä eräänlaisena vaihtoehtona talvirengaspakolle.

5.5 Muita ratkaisuja ja vaikutuksia

Minnesotassa on käytössä talvikunnossapitoon liittyvä telematiikkaratkaisu, jossa sillankansiin on asennettu tienpintasensoreita, jotka läheisen tiesääsamien kanssa analysoivat siltakansien (joilla suurempi jäätymisriski) tilaa. Kun järjestelmä havaitsee jäätymisriskin, siltaan asennetut suihkut ruiskuttavat kannelle jäänestoainetta. Jäänestoaine on varastoitettu säiliöihin. Toimenpiteestä varoitetaan autoilijoita vilkkuvaloin. Järjestelmän vaikutuksesta talviajan onnettomuudet ovat vähentyneet erittäin merkittävästi järjestelmien toiminta-alueella. Tilastojen mukaan vuotuinen käyttömäärä oli luokkaa 500 (Goodwin 2003). Myös New Yorkin Brooklyn-sillalla sekä Suomessa Raappaluodon sillalla on käytössä vastaava järjestelmä.

Destia on kokeillut omaa AIS-järjestelmää (anti-ice system) Pohjan sillalla Tammisaarissa sekä Raaseporin sillalla. Järjestelmä toimii samankaltaisesti kuin edellä mainitut järjestelmät.

Etelä-Carolinassa on Cooper-joen sillalla sumuvaroitussjärjestelmä, joka toimii Suomen järjestelmien tavoin suosituskannan pohjalta. Järjestelmä koostuu tiesääsamasta, viidestä, noin 150 metrin välein sijoitetuista näkyvyysanturista, päällysteeseen asennetuista valoista, säädettävästä valaistuksesta sekä vaihtuvista tiedotuspasteista. Siltaa tarkkaillaan kahdeksan kelikameran avulla. Taulukossa 7 on esitetty sumuohjauksen ohjauspolitiikka. Suomeen verrattuina näkymäluokat (metreinä) ovat samaa suuruus-

luokkaa, ja niin myös nopeusrajoitukset. Järjestelmän käyttöönoton jälkeen sillalla ei ole tapahtunut yhtään sumuun liittyvää onnettomuutta.

Taulukko 7. Etelä-Carolinan sumuvaroitusjärjestelmän ohjauspolitiikka. Lähde: Goodwin 2003

| Visibility Conditions | Advisory Strategies | Control Strategies |
|---|--|---|
| 700 to 900 feet (213.4 to 274.3 meters) | "POTENTIAL FOR FOG" and "LIGHT FOG CAUTION" on DMS | "LIGHT FOG TRUCKS 45 MPH" and "TRUCKS KEEP RIGHT" on DMS |
| 450 to 700 feet (137.2 to 213.4 meters) | "FOG CAUTION" and "FOG REDUCE SPEED" on DMS | Pavement lights illuminated |
| | | "FOG REDUCE SPEED 45 MPH" and "TRUCKS KEEP RIGHT" on DMS |
| 300 to 450 feet (91.4 to 137.2 meters) | "FOG CAUTION" on DMS | Pavement lights illuminated and overhead street lighting extinguished |
| | | "FOG REDUCE SPEED 35 MPH" and "TRUCKS KEEP RIGHT" on DMS |
| Less than 300 feet | N/A | Pavement lights illuminated and overhead street lighting extinguished |
| | | "DENSE FOG REDUCE SPEED 25 MPH" and "TRUCKS KEEP RIGHT" on DMS |
| | | If warranted, "PREPARE TO STOP", "I-526 BRIDGE CLOSED AHEAD USE I-26/US 17", and "ALL TRAFFIC MUST EXIT" on DMS |

Hollantilaisessa tutkimuksessa (Hoegema ja van der Horst, 1997), jossa arvioitiin näkyvyyden perusteella ohjattujen nopeusrajoitusten vaikutuksia ajonopeuksiin, todettiin järjestelmällä olevan sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Järjestelmän nopeusrajoituksen laskiessa (100 km/h → 80 km/h tai 100 km/h → 60 km/h) laskivat myös keskinopeudet noin 8 – 10 km/h. Negatiivisena vaikutuksena kuitenkin havaittiin, että erittäin rankassa sumussa keskinopeus laski vähemmän kuin tieosuuksilla, joissa vastaavaa järjestelmää ei ollut käytössä. Tämän vaikutuksen syynä arveltiin olevan tienkäyttäjien liiallinen luottamus järjestelmään.

5.6 Yhteenveto

Suomen telematiikkaratkaisut ovat korkealuokkaisia kansainvälisessäkin vertailussa. Järjestelmät ottavat sää- ja keliolosuhteiden muutokset huomioon monipuolisella tavalla, kun kansainvälisissä ratkaisuihin on useimmiten keskitytty vain johonkin tiettyyn ongelmaan. Washingtonin osavaltion järjestelmä on vertailukelpoisin Suomen järjestelmien kanssa. Telematiikkaratkaisuihin on kansainvälisesti saavutettu hyviä tuloksia liikenneturvallisuuden kannalta etenkin huonoissa olosuhteissa. Nykyään kehittynein keliohjauksen toteutusperiaate vaikuttaa kansainvälisen vertailun perusteella olevan tiesäähavaintoihin perustuva suosituskannan sisältävä ohjaus. Vertailun perusteella Suomen voidaan laskea kuuluvan sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteenhallinnan kärkimaihin.

6 Tutkimukset tieliikennekeskuksien päivystäjien työskentelystä

6.1 Päivystäjät tutkimuskohteena

Tieliikennekeskuksien päivystäjät ovat päätöksentekijöitä, jotka ohjaavat liikenteenhallintajärjestelmien kautta maastoon menevät ohjaustilat. Onnistuessaan työssään päivystäjät voivat edesauttaa keli ohjattujen liikenteenhallintajärjestelmien tavoitteiden saavuttamista. Tienkäyttäjien kannalta on tärkeää, että samoissa keliolosuhteissa järjestelmien ohjaustapa on (päivystäjistä riippumatta) samanlainen. Liikenteenohjausjärjestelmiä ohjaavilla päivystäjillä voidaan perustellusti olettaa olevan paras näkemys järjestelmien käytettävyyteen ja käytännön ohjauksesta.

Päivystäjien työskentelyä tutkittiin kolmella erilaisella pientutkimuksella, joita olivat:

- kysely ohjaustottumuksista
- seurantajaksot, joissa päivystäjät kirjasiivat ohjaustoimensa sekä syyt toimintaansa
- järjestelmien ohjausehdotusten hyväksymismäärien kartoitus järjestelmien automatiikan lokitiedoista.

Näiden tutkimusten avulla pyrittiin selvittämään, onko ohjaustyössä eri päivystäjien välillä (merkittäviä) eroja, millä perusteilla päivystäjät tekevät ohjauspäätöksiään sekä kuinka suuri osa automatiikan ohjausehdotuksista jätetään hyväksymättä. Lisäksi kartoitettiin päivystäjien näkemyksiä järjestelmien toiminnasta sekä järjestelmien käyttöön liittyvästä koulutuksesta.

6.2 Kysely ohjaustottumuksista

Koska päivystäjät työskentelevät vuoroissa, ja työn kiireellisyys on vaihtelevaa, päädyttiin päivystäjien työskentelyä selvittämään kyselylomakkeen avulla, johon kaikki saivat vastata kiireettömänä ajankohtana. Kyselyn keskeisimmiksi aiheiksi nousivat ohjaustottumukset, syyt omiin ohjauspäätöksiin sekä päivystäjien näkemykset suosituslaskennan tuottamien ohjausehdotusten laadusta (sopivatko ohjausehdotukset usein vallitseviin olosuhteisiin). Kyselylomake on liitteessä 7. Päivystäjillä oli mahdollisuus vastata kyselyyn kevään 2011 aikana.

6.2.1 Kyselyn laatiminen

Päivystäjiä haastateltiin satunnaisesti ensin vapaamuotoisissa keskusteluissa, joiden perusteella laadittiin kyselylomake, johon kaikkien päivystäjien oli tarkoitus vastata. Keskusteluissa pyrittiin selvittämään heidän työnsä peruseriaatteet sekä ohjaustyön kriittisiä tekijöitä, jotta kirjallisessa kyselyssä ”puhuttaisiin samaa kieltä”.

Eri kysymyksiin valittiin erilaisia vastaustapoja. Mielipidettä tai näkemystä kysyttäessä tuli valita sopivin vaihtoehto lukujen 1 – 4 välillä (1 = vahvasti samaa mieltä, 4 = vahvasti eri mieltä). "En osaa sanoa" oli myös vastausvaihtoehtona (ei numeerista arvoa). Numeerisen vastaustavan valintaa puolsi mahdollisuus tarkastella vastausjoukkoa matemaattisesti.

Kysyttäessä syitä omaan ohjaustoimintaan tuli valmiiksi laaditut vastausvaihtoehdot asettaa numerojärjestykseen (niin monta kuin koki tarpeelliseksi). Ennen kyselyn laatimista tehdyt haastattelut olivat tärkeä tietolähde näiden vastausvaihtoehtojen määrittämiseksi. Näiden vastausten käsittelyssä päivystäjien ohjaustapojen yhteneväisyydestä (tai sen puut-

teesta) kertoo eri vastausvaihtoehdoille annettujen järjestyslukujen määrät sekä järjestyslukujen hajonta.

Kyselyssä pyydettiin päivystäjiltä oma arvio (prosenttiluku) hyväksymistään ohjausehdotuksista, jonka perusteella arvioitiin päivystäjien ja automatiikan keskinäistä suhdetta ohjausketjussa. Lomakkeeseen oli myös mahdollista kirjoittaa vapaita kommentteja järjestelmistä sekä tarkentaa vastauksiaan sanallisesti. Lopuksi tiedusteltiin kyselyn onnistumista (kouluarvosanalla), jotta voitiin arvioida, suhtautuivatko vastaajat kyselyyn samankaltaisesti. Taustatiedoiksi kysyttiin vastaajan työkokemus päivystäjänä sekä tiesäästä.

6.2.2 Vastaukset

Kyselyyn saatiin yhteensä kymmenen vastausta (Helsinki 7, Turku 3). Helsingissä työskenteli kyselyä tehtäessä 14 ja Turussa yhdeksän päivystäjää, joten kysely kattoi Helsingistä puolet päivystäjistä ja Turusta kolmanneksen. Lomakkeet täytettiin pääsääntöisesti ohjeiden (lomakkeen yhteydessä) mukaisesti. Seuraavassa esitellään kyselyn osakokonaisuudet tuloksineen.

Taustatiedot

Vastanneilla oli työkokemusta päivystäjänä keskimäärin yhdeksän vuotta. Mediaani oli 9,5 vuotta, minimi 3 vuotta ja maksimi 14 vuotta. Aikaisempaa kokemusta tiesään parissa työskentelystä (esim. kelikeskus) oli kolmella vastaajalla (3, 10 ja 15 vuoden kokemus). He kaikki ovat myös kokeneita päivystäjiä.

Voidaan todeta, että suurimmalla osalla vastanneista on pitkä työhistoria päivystäjinä ja osalla myös aikaisempaa kokemusta tiesäästä. Kun huomioidaan Valtatien 1 järjestelmien ikä, todetaan että jopa kokemattomimmatkin päivystäjät ovat olleet nykyisessä tehtävässään kun Lohja – Kehä III ja Muurla – Lohja ovat otettu käyttöön. Vastauksien takana on siis henkilöstö, joilla voidaan olettaa olevan lähes pisin mahdollinen ohjauskokemus valtatie 1 järjestelmistä.

Näkemykset järjestelmistä

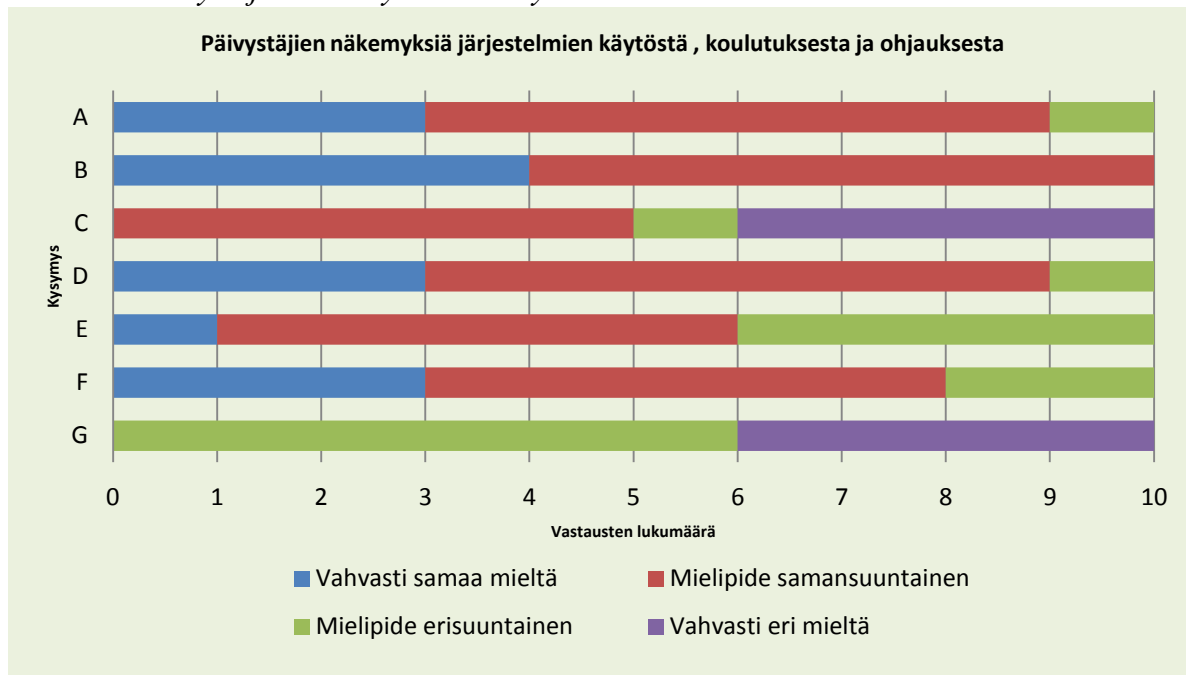
Järjestelmän käyttöön, koulutukseen ja ohjaukseen liittyviin väittämiin päivystäjät valitsivat parhaiten näkemystään kuvaavan vaihtoehdon välillä 1 – 4 (1 = vahvasti samaa mieltä, 4 = vahvasti eri mieltä). Lisäksi ”En osaa sanoa” oli mahdollinen vastaus. Väittämät koskivat päivystäjien näkemyksiä liittyen järjestelmien käyttöön, koulutukseen ja ohjaustapoihin. Taulukossa 8 on esitetty nämä väittämät ja niihin saatujen numeeristen vastausten keskiarvot. Kaikkiin kohtiin saatiin kymmenen vastausta, eli kaikilta vastanneilta. Mihinkään väitteeseen ei vastattu ”En osaa sanoa”.

Taulukko 8. Kyselyssä esitetyt väitteet järjestelmien ohjauksesta.

| | | |
|----------|--|------------|
| A | Olen saanut riittävästi koulutusta järjestelmien käyttöliittymien (valvomosovellukset) toimintaan | 1,8 |
| B | Olen saanut riittävästi koulutusta järjestelmien ohjauksesta (ohjausehdot, reagointi eri keli-ohjausehdotuksiin ym.) | 1,6 |
| C | Järjestelmiä ohjataan yhtenäisellä tavalla (eri päivystäjien ohjaustavoissa ei ole merkittäviä eroja) | 2,9 |
| D | Olen tietoinen keli-ohjausehdotuksen syistä (mitkä sää- ja keli-ilmiöt laukaisevat eri ehdotukset) | 1,8 |
| E | Järjestelmien keli-ohjausehdotukset sopivat useimmiten vallitseviin ajo-olosuhteisiin | 2,3 |
| F | Keliolosuhteiden varmennuksen "työkalut" (kelikamerat, tiesäätiedot ym.) ovat helppokäyttöisiä | 1,9 |
| G | Tienkäyttäjiltä saatu palaute vaikuttaa merkittävästi ohjaustapoihini | 3,4 |

Kaavioissa 1 on koottuna päivystäjien näkemys väitteisiin. Väitteet, jotka ovat taulukoitua yllä, ovat pystyakselilla kirjaintunnuksella merkittyinä taulukon luettavuuden varmistamiseksi.

Kaavio 1. Päivystäjän näkemyksiä esitettyihin väitteisiin.



Kaavioista huomataan, että päivystäjien näkemykset ovat useassa väitteessä hajanaisia, eli vastaukset sisältävät kolmea eri vastausvaihtoehtoa. Vain kahdessa kohdassa (B = koulutus ohjaukseen ja G = tienkäyttäjien palautteen vaikutus) kaikkien päivystäjien näkemykset ovat samankaltaisia. Näiden kohtien (numeeriset) vastaukset olivat keskiarvoiltaan kyselyn pienin (1,6) ja suurin (3,4).

Selkeimmin mielipiteitä jakoi järjestelmien ohjauksen yhtenäisyys (kohta C). Vastauskeskiarvon (2,9) perusteella väitteen kanssa ollaan enemmän eri mieltä kuin samaa mieltä. Neljä kymmenestä vastaajasta oli vahvasti eri mieltä väitteen kanssa. Vastauksen perusteella päivystäjien ohjaustavoissa (reagointi ohjausehdotuksiin) on eroja.

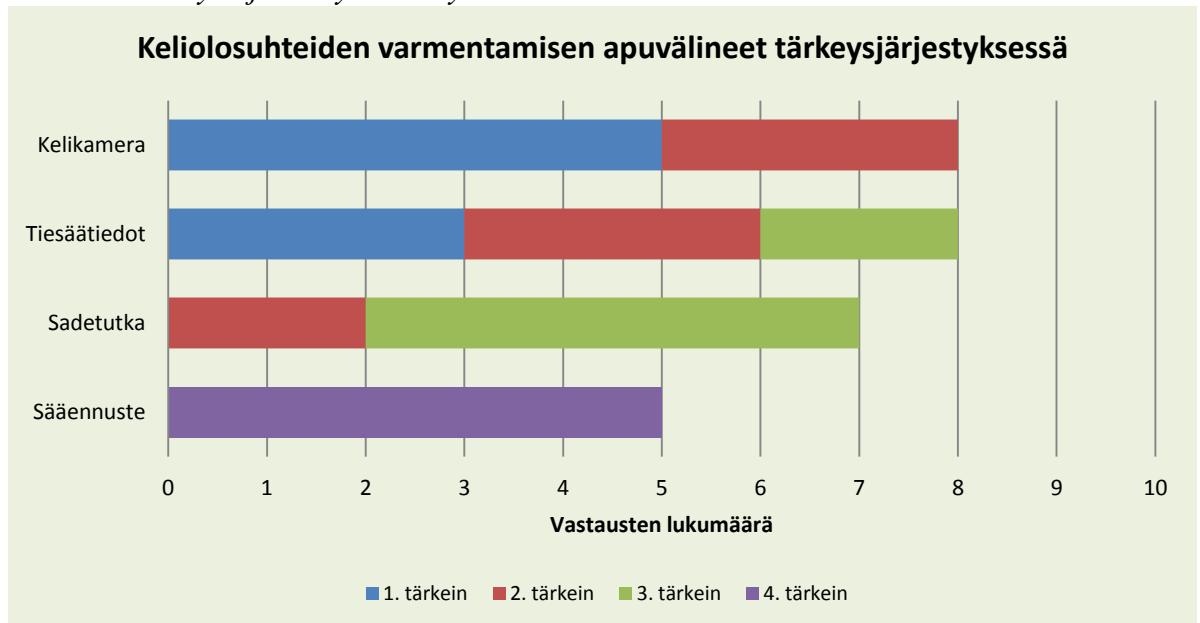
Päivystäjien perustiedot järjestelmästä ja niiden käytöstä ovat kohtuullisella tasolla (kohdat A, B ja D). Päivystäjät ovat kokeneet saaneensa asiaan liittyvää koulutusta, ja suurin osa kokee olevansa tietoisia järjestelmien ohjauspolitiikan sisällöstä. Tienkäyttäjiltä saatua palautetta ei koeta niin merkittäväksi, että siihen reagoitaisiin ohjaustapoja muuttamalla. Vaikka suuri osa väitteistä jakoikin mielipiteitä, mihinkään väitteeseen ei tullut vastausta molemmista ääripäistä.

Keliolosuhteiden varmentamisen apuvälineet

Päivystäjien tuli numeroida tärkeysjärjestykseen ne apuvälineet, joita käyttämällä he varmistavat keli ohjausehdotuksen oikeellisuuden. Vastausvaihtoehtoja oli kuusi: ”kamerakuva kelijaksolta”, ”tiesääasemien havainnot”, ”sääututka”, ”sääennuste”, ”en käytä mitään apuvälineitä” sekä ”muu, mikä?”. Näistä vaihtoehdoista tuli numeroida vain niin monta kuin koki tarpeelliseksi.

Vastanneista jokainen oli numeroinut vähintään kaksi apuvälinettä, ja kuusi päivystäjää numeroi neljä apuvälinettä. Vaihtoehtoja ”en käytä mitään apuvälineitä” ja ”muu, mikä?” ei numeroitu yhdessäkään vastauksessa. Kaaviossa 2 on esitetty vastausten jakautuminen. Kahdessa vastauslomakkeessa tämä osio oli täytetty ohjeiden vastaisesti. Nämä vastaukset jätettiin tarkastelun ulkopuolelle, joskin toinen niistä voitiin tulkita samansuuntaiseksi alla esitettyjen tulosten kanssa.

Kaavio 2. Päivystäjien käyttämät työkalut keliolosuhteiden varmentamiseen.



Tuloksista nähdään kelikameran olevan tärkein päivystäjien työkalu keliolosuhteiden varmentamisessa. Toiseksi tärkein, merkittäväällä osuudella, on tiesää tiedot. Sadedutka ei saanut yhtään ensimmäistä sijaa, ja vain kaksi toista sijaa. Sääennustetta ei voida tulosten valossa pitää kovin tärkeänä apuvälineenä keliolosuhteiden varmennuksessa.

Ohjausehdotuksiin reagoiminen

Kyselyssä kartoitettiin syitä päivystäjien päätöksille hyväksyä tai olla hyväksymättä järjestelmien keli ohjausehdotuksia. Ennalta annettuja vaihtoehtoja tuli numeroida tärkeysjärjestyksessä niin monta kuin koki tarpeelliseksi. Vaihtoehtona oli myös omasanai-

nen ”muu, mikä?” – vaihtoehto. Taulukossa 9 on esitetty vaihtoehtoiset syyt hyväksyä tai jättää hyväksymättä ohjausehdotus. Hyväksyminen ja hyväksymättä jättäminen käsiteltiin eri kysymyksissä.

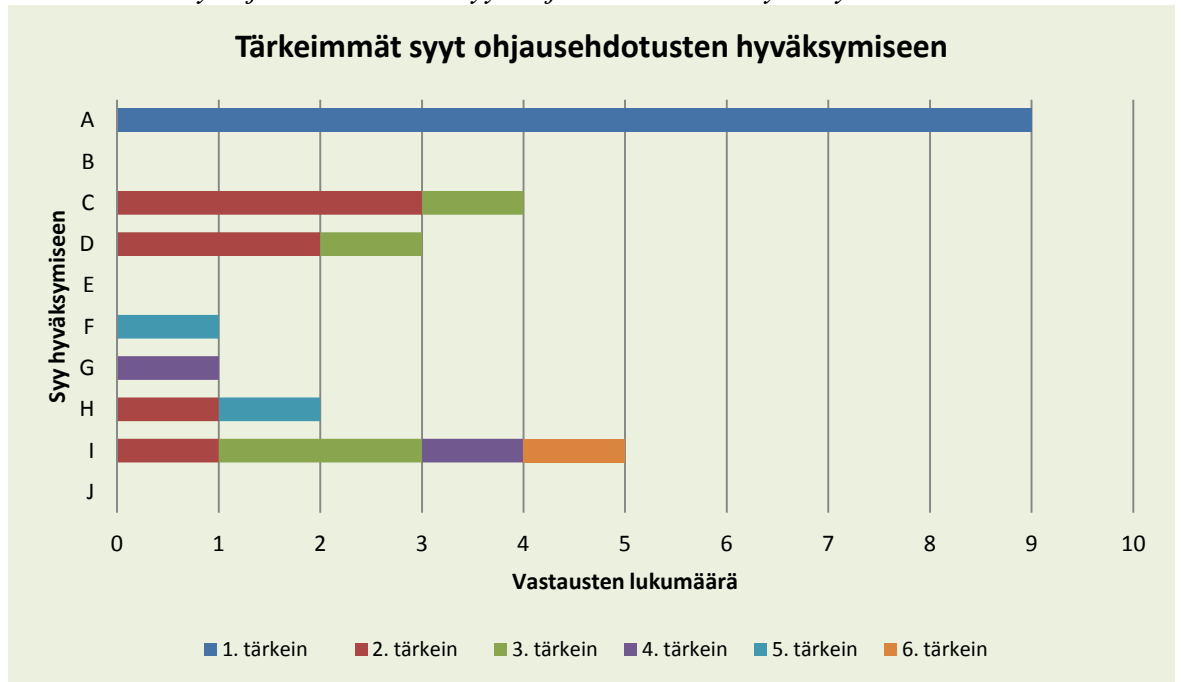
Taulukko 9. Vaihtoehtoiset syyt ohjausehdotusten hyväksymiseksi ja hyväksymättä jättämiseksi.

| | Syy hyväksymiseen | Syy hyväksymättä jättämiseen |
|----------|---|---|
| A | Vallitsevat keliolosuhteet, jotka on varmistettu esim. kamerakuvasta, tiesäätiedoista jne. | Ehdotus ei vastaa vallitsevia olosuhteita, jotka päivystäjä varmentaa |
| B | Usko ohjausehdotuksen oikeellisuuteen (ilman erillistä varmennusta) | Usko ohjausehdotuksen virheellisyyteen (ilman erillistä varmennusta) |
| C | Hyväksyminen johtaa yhtenäiseen nopeusrajoitukseen usealla kelijaksolla | Hyväksyminen johtaisi poikkeavaan nopeusrajoitukseen muihin kelijaksoihin nähden |
| D | Aikaisemmat kokemukset vastaavasta tilanteesta | Aikaisemmat kokemukset vastaavasta tilanteesta |
| E | Kiire (päivystäjä ei ehdi tarkastamaan, onko ehdotus tarpeeton) | Kiire (päivystäjä ei ehdi tarkastamaan ehdotuksen oikeellisuutta) |
| F | Virheellisen arvion välttäminen tapauksissa, joissa ehdotuksena on laskea nopeusrajoitusta | Virheellisen arvion välttäminen tapauksissa, joissa ehdotuksena on nostaa nopeusrajoitusta |
| G | Halu nopeuttaa tienkäyttäjien matka-aikoja tapauksissa, joissa ehdotuksena on nostaa nopeusrajoitusta | Haluttomuus hidastaa tienkäyttäjien matka-aikoja tapauksissa, joissa ehdotuksena on laskea nopeusrajoitusta |
| H | Ohjausehdotus oli odotettavissa sääennusteiden perusteella | Ohjausehdotus ei ollut odotettavissa sääennusteiden perusteella |
| I | Ohjausehdotus oli odotettavissa muiden kelijaksojen tilojen perusteella | Ohjausehdotus ei ollut odotettavissa muiden kelijaksojen tilojen perusteella |
| J | Päivystäjäkollegan ohjeet / ohjaustavat | Päivystäjäkollegan ohjeet / ohjaustavat |

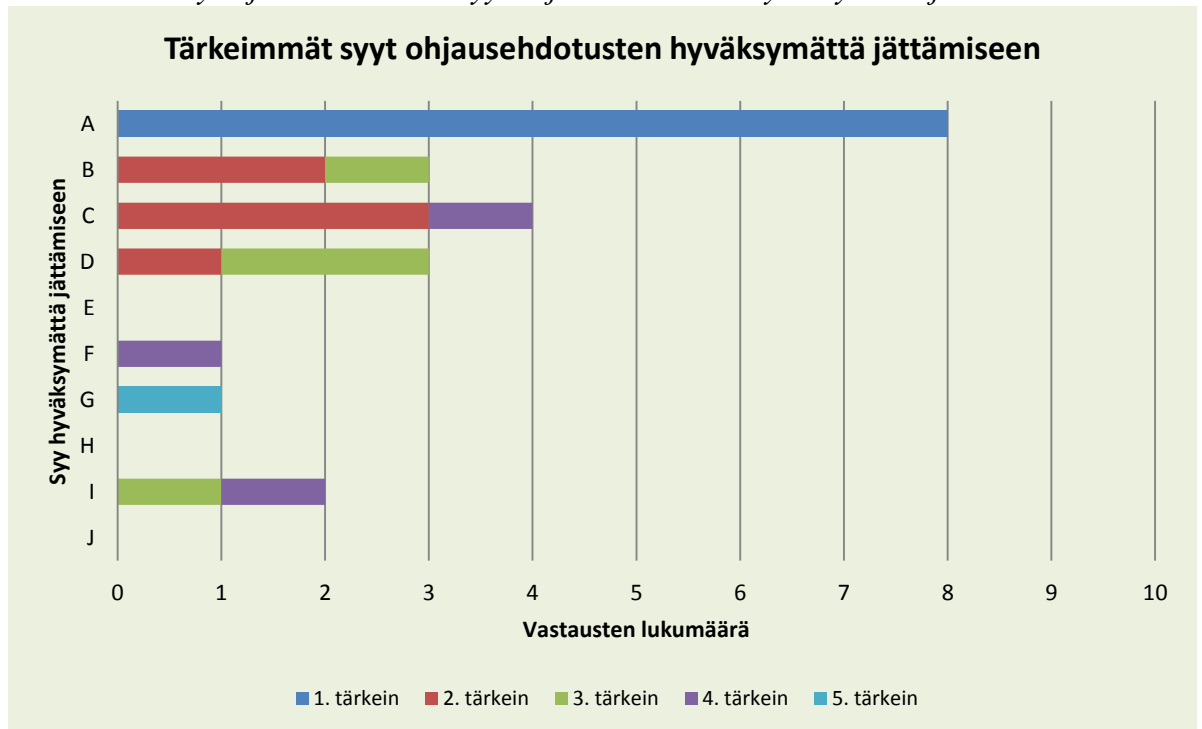
Kyselylomakkeen ohjeiden mukaisia vastauksia saatiin ”hyväksymisen syyt” – kysymykseen yhdeksän, ja ”hyväksymättä jättämisen syyt” – kysymykseen kahdeksan kappaletta. Enimmillään vastauksissa numeroitiin kuusi syytä, vähimmillään vain yksi. Yksikään päivystäjä ei käyttänyt ”muu, mikä?” – vaihtoehtoa.

Kaavioissa 3 ja 4 on koottuna päivystäjien vastaukset hyväksymisen ja hyväksymättä jättämisen syiksi. Vastausvaihtoehdot, jotka ovat taulukoitu yllä, ovat pystyakselilla kirjaintunnuksella merkittyinä taulukon luettavuuden varmistamiseksi.

Kaavio 3. Päivystäjien tärkeimmät syyt ohjausehdotusten hyväksymiseen.



Kaavio 4. Päivystäjien tärkeimmät syyt ohjausehdotusten hyväksymättä jättämiseen.



Jokaisessa vastauksessa tärkeimmiksi sekä hyväksymisen että hyväksymättä jättämisen syiksi mainittiin ohjausehdotuksen sopivuus / sopimattomuus vallitsevien, apuvälineiden avulla varmennettuihin keliolosuhteisiin. Näitä vastauksia voidaan pitää ”ainoina oikeina” valintoina ehdottavaan ohjaukseen (päivystäjä tekee ohjauspäätöksen automaattian ehdotuksesta) perustuvien järjestelmien toimintafilosofian kannalta.

Eniten mainintoja toiseksi tärkeimmäksi syyksi (hyväksymiseen sekä hyväksymättä jättämiseen) sai nopeusrajoitusten yhtenäisyyden säilyttäminen (kohta C molemmissa tapauksissa). Hyväksymättä jättämisen syyksi mainittiin kolme kertaa (kaksi 2. tärkeintä ja

yksi 3. tärkein) usko järjestelmän tuottaman ehdotuksen virheellisyyteen. Luottamista järjestelmän ohjausehdotuksen oikeellisuuteen ei ollut mainittu yhdessäkään vastauksessa syyksi hyväksyä ehdotus.

Päivystäjät tekevät ohjauspäätöksiä myös silkkään kokemukseen perustuen ja säännusteella on vaikutusta hyväksymispäätökseen. Kiire ei ollut yhdenkään vastaajan syy ohjauspäätöksille.

Ensisijaista syytä lukuun ottamatta vastaukset jakautuivat usealle vaihtoehdolle (esim. hyväksymisen toiseksi tärkein syy jakautui neljälle eri vaihtoehdolle). Tästä voidaan päätellä ohjaustavoissa olevan eroja.

Arvio keliöhjauksesta sekä vapaat kommentit

Kyselyssä pyydettiin jokaista vastaajaa arvioimaan prosentteina hyväksymiensä keliöhjausehdotusten määrää. Vastauksia saatiin yhdeksän (taulukko 10).

Taulukko 10. Vastaajien arviot hyväksymiensä ohjausehdotusten määrästä.

| 9 vastausta suuruusjärjestyksessä | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| 80 % | 80 % | 75 % | 75 % | 70 % | 70 % | 60 % | 45 % | 5 % |

Osa vastauksista olivat hyvin yhteneväisiä, mutta minimin ja maksimin välinen ero on huima. Mielenkiintoista oli, että alhaisimpien prosenttilukujen vastaajat eivät vastanneet väitteeseen ”järjestelmien keliöhjausehdotukset sopivat useimmiten vallitseviin ajo-olosuhteisiin” (näkemykset järjestelmästä, kohta E) yhtä jyrkästi. Päivystäjä, joka arvioi hyväksyvänsä 45 prosenttia keliöhjausehdotuksista, oli aiemmassa vastauksessaan vahvasti samaa mieltä edellä mainitun väitteen kanssa. Vastauksensa perusteella hän kuitenkin jättäisi hyväksymättä yli puolet kaikista ohjausehdotuksista. Oman arvionsa mukaan selkeästi vähiten (5 prosenttia) ehdotuksia hyväksyvällä päivystäjällä oli vain erisuuntainen mielipide väitteeseen ”järjestelmien keliöhjausehdotukset sopivat useimmiten vallitseviin ajo-olosuhteisiin”. Hyväksymisprosenttinsa perusteella mielipide olisi ehdottomasti pitänyt olla ”vahvasti eri mieltä”.

Tuloksista voidaan päätellä, että päivystäjät käyttävät järjestelmiä lähinnä apuvälineinä päätöksentekoon. Jos hyväksymisprosentit olisivat olleet selvästi lähempänä sataa, voitaisiin kyselyn perusteella todeta järjestelmien tekevän ohjauspäätöksen ja päivystäjät toimisivat vain päätöksen ”toimeenpanijoina”. Lukujen hajonnan perusteella päivystäjät tulkitsevat osittain eri tavalla, ovatko järjestelmien tuottamat ohjausehdotukset tilanteeseen sopivia.

Osiossa päivystäjät saivat omasanaisesti tarkentaa antamaansa hyväksymisprosenttiaan sekä antaa yleisiä kommentteja järjestelmästä. Muutamia kommentteja kirjattiin, alla on esitetty niistä kooste:

- Ohjausehdotukset saapuvat myöhässä keliolosuhteiden muuttuessa nopeasti, esimerkiksi sateen alkaessa. (Tämä kommentti saatiin kahdesta vastauksesta).
- Järjestelmät toimivat päivystäjien apuvälineinä nopeusrajoitusten, merkkien ja opasteiden ohjauksessa. Päivystäjien tulee arvioida jokainen ohjausehdotus erikseen.

- Tiesäätietojen analysointi on tärkeä taito, jonka avulla voidaan havaita mustaa jätää, vaikka sitä ei muodostu tieanturille.
- Kertaus- ja täydennyskoulutus olisi tarpeellista. Sopivia aihealueita olisi meteorologia ja tiesää, hoitourakoitsijoiden työmenetelmät sekä kertauskurssit eri ohjausjärjestelmistä.
- Valtatiellä 1 tulisi sallia 120 km/h rajoitukset ympärivuotisesti.

Kyselyn laatu

Lopuksi päivystäjiltä pyydettiin kouluarvosanalla (4 – 10) mielipide siitä, kuinka onnistunut kysely oli. Kysymykseen saatiin yhdeksän vastausta. Keskiarvoksi muodostui 7,1, mediaanin ollessa 7. Minimi- ja maksimiarvosanat olivat 4 (1 kpl) ja 9 (2 kpl). Voidaan siis todeta, että päivystäjät suhtautuivat kyselyyn hyvin eri tavoin.

6.3 Päivystäjien kirjaukset ohjauspäätöksistään

Työn aikana järjestettiin kaksi seurantajaksoa, joissa tieliikennekeskusten päivystäjien tuli kirjata kaikki suosituslaskennan tuottamat keli-ohjausehdotukset sekä omat ohjauspäätöksensä näihin ohjausehdotuksiin ja päätökseen johtaneet syyt. Tavoitteena oli karjottaa syyt ohjausehdotuksen hyväksymiseen tai hyväksymättä jättämiseen sekä arvioida, kuinka päivystäjien näkemykset olosuhteista eroavat automatiikan tuottamista ohjausehdotuksista. Kirjaukset koskivat valtatie 1 järjestelmiä. Kiinnostava kysymys oli, havaitaanko ohjausehdotuksiin reagoinnissa huomattavia eroja eri kelijaksojen välillä, eli ovatko joidenkin kelijaksojen ohjausehdotukset "väärässä" muita useammin. Lisäksi kirjaukset toimivat lähtöaineistona luvussa 7 käsiteltävälle tutkimukselle ohjaustoimenpiteiden vaikutuksista liikennevirtaan.

6.3.1 Tutkimusaineisto ja -menetelmä

Seurantajaksot sijoituivat syksylle 2010 (25.10. – 14.11.) ja kevättalvelle 2011 (21.2. – 20.3.). Ajankohdat valittiin siten, että ajo-olosuhteissa oli odotettavissa paljon vaihtelua. Syksyn seurannan aikana järjestelmissä siirryttiin talvinopeusrajoitusten käyttöön 31.10. Kevättalven kirjaukset tehtiin kokonaan talvinopeusrajoituskauden aikana. Kirjaukset tulivat suorittaa erillisille lomakkeille. Kirjauslomake ja kirjausohje ovat esitetty liitteessä 8.

Yhteensä kaikilta 40 kelijaksolta kirjattiin talven aikana 412 ja keväällä 210 kirjausta eli yhteensä 622. Keskimäärin talvella kirjattiin noin kymmenen tapahtumaa kelijaksoa kohden, keväällä noin viisi. Kun huomioidaan, että yhden ehdotuksen hyväksyminen ja sitä (mahdollisesti) seurannut palautus lähtötilanteeseen tuottaa kaksi merkintää, voidaan todeta tapahtumien määrän olevan pienehkö. Lisäksi kirjausten tilannekuvaukset olivat enimmäkseen puutteellisia (kuvaus tilanteesta sisälsi vain muutaman sanan tai tiesääaseman havaintoarvon, joten käsitys kokonaisuudesta jäi hataraksi), joten yksityiskohtaista tietoa ohjauspäätöksiin johtaneista syistä ei ollut saatavilla. Näiden seikkojen vuoksi oli perusteltua yhdistää eri kelijaksojen ja järjestelmien aineisto yhdeksi tarkasteltavaksi kokonaisuudeksi, josta muodostettiin neljä käsiteltävää luokkaa seuraavasti:

- hyväksytyt KRM-, VME- ja TIO-ehdotukset (ks. 3.2.2 Termit)
- hyväksytyt VME- ja TIO-ehdotukset
- hyväksymättä jääneet KRM-, VME- ja TIO-ehdotukset
- hyväksymättä jääneet VME- ja TIO-ehdotukset.

KRM-, VME- ja TIO-ehdotukset ovat erotettu pelkistä VME- ja TIO-ehdotuksista siksi, että nopeusrajoitusta koskevat ehdotukset johtavat lähes aina myös VME- / TIO-ohjausehdotukseen, mutta tämä ei pidä käänteisesti paikkaansa. Jos kirjattu ehdotus on sisältänyt sekä KRM- että VME/TIO-ohjauksen, sitä on käsitelty ainoastaan KRM-, VME- ja TIO-ohjauksena.

Kirjaustulokset analysoitiin jaotteleamalla kirjatut ohjaustoimet niihin johtaneiden syiden perusteella. Ohjauspäätöksiin johtaneiden syiden jaottelu perustuu kirjauksissa esiintyneille, päivystäjien ilmoittamille syille. Jaottelu on esitetty tulokset – osiossa, taulukossa 11, johon on myös lisätty kirjausten talven ja kevään yhteenlaskettu lukumäärä sekä prosenttiosuudet. Useaan hyväksytyyn ohjausehdotukseen oli syyksi merkitty mittausarvo ehdotuksen laukaisevasta tiesääanturista, kuten näkyvyysanturista. Nämä luokiteltiin analyysivaiheessa luokkaan "Ohjausehdotus vastaa (muuttuneita) olosuhteita". Taulukkoon ei ole sisällytetty niiden ohjausten määriä, joissa järjestelmä ei ole reagoinut olosuhteiden muutoksiin ja päivystäjä on ohjannut merkit manuaaliohjauksella sopivampaan tilaan. Näitä tapauksia kirjattiin vain kaksi.

Aineistoa tarkasteltiin myös ainoastaan hyväksymisen ja hyväksymättä jättämisen perusteella (syytä toimintaan ei ole huomioitu). Tällöin aineisto tarkasteltiin sekä talven että kevään kirjausjakson osalta erikseen että yhdistettynä. Tämä tarkastelu esitetään tulokset - osiossa taulukossa 12.

6.3.2 Tulokset

Taulukko 11. Kerätyn aineiston jaottelu sekä kirjausten lukumäärät.

| Luokka | Syy ohjauspäätökseen | Kuvaus | Lukumäärä | |
|---------------------------------------|---|---|------------|--------------|
| HYVÄKSYTYT | | | | |
| KRM-, VME- ja TIO- ohjaukset | Ohjausehdotus vastaa (muuttuneita) olosuhteita | <i>Järjestelmän ohjausehdotus on todettu tilanteeseen sopivaksi</i> | 147 | 68 % |
| | Hoitorakoitsijan suorittama toimenpide | <i>Hyväksymisen taustalla on tieto esim. juuri suoritetusta suolauksesta tai aurauksesta</i> | 29 | 14 % |
| | Useamman kelijakson rajoitusten yhtenäistäminen | <i>Nopeusrajoitusehdotuksen hyväksymisen johtaa samaan rajoitukseen useammalla peräkkäisellä kelijaksolla</i> | 24 | 11 % |
| | Syytä ei ole kirjattu / syy puutteellinen | <i>Syytä ei ole tai syy ei ole luettavissa tai syy on epälooginen</i> | 16 | 7 % |
| YHTEENSÄ | | | 216 | 100 % |
| VME- ja TIO- ohjaukset | Ohjausehdotus vastaa (muuttuneita) olosuhteita | <i>ks. vastaava yllä</i> | 211 | 91 % |
| | Hoitorakoitsijan suorittama toimenpide | <i>ks. vastaava yllä</i> | 2 | 1 % |
| | Syytä ei ole kirjattu / syy puutteellinen | <i>ks. vastaava yllä</i> | 20 | 8 % |
| YHTEENSÄ | | | 233 | 100 % |

| HYVÄKSYMÄTTÄ JÄTETYT | | | | | |
|---------------------------------------|---|--|------------|--------------|--|
| KRM-, VME- ja TIO- ohjaukset | Ehdotus tilanteeseen sopimaton | <i>Olosuhteissa ei ole havaittu syytä toimia ehdotuksen mukaisesti</i> | 72 | 68 % | |
| | Ohjausehdotus ylireagoi olosuhteiden muutokseen | <i>Järjestelmä havaitsee olosuhteiden muutoksen, mutta vaikutus ajokeliin on vähäinen</i> | 10 | 9 % | |
| | Useamman kelijakson rajoitusten pitäminen yhtenäisinä | <i>Nopeusrajoitusehdotuksen hyväksymättä jättäminen pitää saman rajoituksen useammalla peräkkäisellä kelijaksolla</i> | 13 | 12 % | |
| | Hoitourakoitsijan suorittama toimenpide | <i>Hyväksymättä jättämisen syy on esim. juuri suoritettava suolaus tai auraus</i> | 8 | 8 % | |
| | Syytä ei ole kirjattu / syy mahdoton tulkita | <i>Syytä ei ole tai syy ei ole luettavissa tai syy on epälooginen</i> | 3 | 3 % | |
| YHTEENSÄ | | | 106 | 100 % | |
| VME- ja TIO- ohjaukset | Ehdotus tilanteeseen sopimaton | <i>ks. vastaava yllä</i> | 39 | 58 % | |
| | Ohjausehdotus ylireagoi olosuhteiden muutokseen | <i>ks. vastaava yllä</i> | 13 | 19 % | |
| | Tekstillisen kilven teksti ei sovi tilanteeseen | <i>”Muista turvaväli” – tekstiä ei ole hyväksytty hiljaisella liikenteellä (järjestelmän havainnot kuitenkin oikeat)</i> | 12 | 18 % | |
| | Syytä ei ole kirjattu / syy mahdoton tulkita | <i>ks. vastaava yllä</i> | 3 | 5 % | |
| YHTEENSÄ | | | 67 | 100 % | |

Valtaosa kirjatuista syistä ohjauspäätöksiin noudatti ehdottavan ohjauksen periaatteita: automatiikan tuottaman ohjausehdotuksen sopivuus tilanteeseen varmennetaan päivystäjän apuvälineiden (esim. tiesäätiedot) avulla. Nopeusrajoitusehdotusten kohdalla kuitenkin havaittiin, että muiden kelijaksojen ohjaustilalla oli vaikutusta ohjauspäätökseen, eli ohjausehdotus hyväksyttiin tai jätettiin hyväksymättä, jotta useammalla kelijaksolla olisi sama rajoitus. Muiden kelijaksojen tila ei kuitenkaan vaikuttanut ainoastaan varoitusmerkkiä ja tekstikilpeä koskeviin ohjauspäätöksiin. Tieto suoritetuista talvikunnossapitoista oli myös syynä nopeusrajoituksia koskeviin ohjauspäätöksiin.

Joissain tapauksissa järjestelmä reagoi päivystäjän havaintojen mukaan olosuhdemuutokseen oikein, mutta päivystäjä koki tekstillisen kilven tekstin sopimattomaksi tilanteeseen. Tämä koski ”Muista turvaväli” – viestiä hiljaisen liikenteen aikana.

Taulukko 12. Ohjausehdotusten hyväksyminen ja hyväksymättä jättäminen.

| | HYVÄKSYTYT | | HYVÄKSYMÄTTÄ JÄTETYT | | YHTEENSÄ | |
|-------|---------------|----------|----------------------|----------|----------|-------|
| | KRM, VME, TIO | VME, TIO | KRM, VME, TIO | VME, TIO | | |
| TALVI | 153 | 139 | 82 | 38 | 235 | 177 |
| | 65 % | 79 % | 35 % | 21 % | 100 % | 100 % |
| KEVÄT | 63 | 94 | 24 | 29 | 92 | 123 |
| | 72 % | 76 % | 28 % | 24 % | 100 % | 100 % |
| YHT. | 216 | 233 | 106 | 67 | 322 | 300 |
| | 67 % | 78 % | 33 % | 22 % | 100 % | 100 % |

Taulukkoon 12 on koottu kevään ja talven hyväksytyjen ja hyväksymättä jääneiden, päivystäjien kirjaamien ohjausehdotusten lukumäärät ja prosenttiosuudet eri ohjausehdotusluokkien mukaan. Jos koko aineistoa käsitellään yhtenä kokonaisuutena (yhdistetään talven ja kevään KRM-, VME-, TIO- ja VME-, TIO-ehdotukset), saadaan kaikkien ohjausehdotusten hyväksymisprosentiksi 72 %. Talven ja kevään erot prosenttiosuuksien osalta ovat suhteellisen pienet.

Edellä mainittujen lisäksi esitetään seuraavat keskeiset tulokset:

- Päivystäjien arviot hyväksymisprosentistaan (kysely päivystäjille, alaluku 6.2.2, arvio keliohjauksesta sekä vapaat kommentit) ovat suurimmaksi osaksi erittäin lähellä kirjausten perusteella laskettua hyväksymisprosenttia.
- Ohjausehdotuksia jätettiin hyväksymättä yhteensä 173, joista 111 oli tapauksia, joissa päivystäjän näkemyksen mukaan järjestelmän ehdottama ohjaus ei selvästi ollut olosuhteisiin sopiva. Kyseisten ehdotuksien osuus kaikista kirjatuista ohjausehdotuksista (622 kpl) on noin 18 prosenttia.
- Taulukkojen 11 ja 12 perusteella päivystäjät ovat kriittisempiä nopeusrajoituksia koskevia ohjausehdotuksia kohtaan, ja jättävät niitä hyväksymättä useammin kuin pelkkiä varoitusmerkkejä ja tekstikilpiä koskevia ohjausehdotuksia.
- Tilanteita, joissa päivystäjä huomasi ajokelin muutoksen ilman järjestelmän ohjausehdotusta ja muutti merkkien tilaa manuaaliohjauksella, kirjattiin vain muutama (eivät sisältyneet taulukoihin). Toisaalta, merkittävä osa ohjausehdotuksista hylättiin järjestelmän "ylireagoinnin" vuoksi. Näiden tulosten perusteella järjestelmät tuottavat päivystäjien näkemysten mukaan ehdotuksia ennemminkin liian herkästi kuin liian harvoin.

6.4 Ohjausehdotuksien hyväksyminen lokitietojen perusteella

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää järjestelmien lokitiedoista seuraavat asiat: kuinka suuren osan suosituslaskennan tuottamista ohjausehdotuksista päivystäjät hyväksyvät ja kuinka kauan uuteen ohjausehdotukseen reagoimiseen kuluu aikaa. Lisäksi Turku-Muurla -järjestelmän kohdalla voitiin tarkastella (lokityöt oli satavilla kolmelta vuodelta), onko edellä mainituissa tarkasteluissa havaittavissa selkeää säännönmukaisuutta eri kelijaksojen välillä. Aineiston laajuuden vuoksi tarkastelu rajattiin koskemaan vain nopeusrajoitusohjauksia.

6.4.1 Tutkimusaineisto ja – menetelmä

Tutkimusaineistona käytettiin kaikkien valtatie 1 järjestelmien kelijaksokohtaisia suosituslaskennan sekä nopeusrajoitusmerkkien lokityöt. Tarkasteltava aika oli vuodet 2008 – 2010 tai siltä osin, kuin dataa oli saatavilla. Nopeusrajoitusmerkkien tilatiedoista käsiteltiin vain keliohjauksen ohjaustilatyöt (kaikki muu tieto suodatettiin pois).

Tutkimuksessa molemmat lokityöt järjestettiin ajan perusteella, jonka jälkeen tarkasteluun seulottiin vain muutoskohdat (ks. 4.4 Historiatiedon varastointi). Lopuksi nämä seulotut (muutoskohdat) eri tiedostot yhdistettiin ja järjestettiin uudelleen aikajärjestykseen. Tällä tavoin pyrittiin seuraamaan sitä, onko päivystäjä hyväksynyt tietyn ohjausehdotuk-

sen (ohjausehdotusarvon jälkeen seuraava rivi olisi ohjausehdotuksen mukainen lokitieto nopeusrajoitusmerkiltä) ja sitä, kuinka kauan tähän on kulunut aikaa.

Käyttöliittymässä (ei suosituslaskennan ohjausehtoihin) on joillekin kelijaksoille asetettu korkeimmaksi sallittavaksi nopeusrajoitukseksi 100 km/h. Näitä tapauksia tarkasteltiin siten, että ohjausehdotuslokien 120 km/h – ehdotus (suosituslaskenta ei huomioi käyttöliittymän asetusta) korvattiin arvolla 100 km/h.

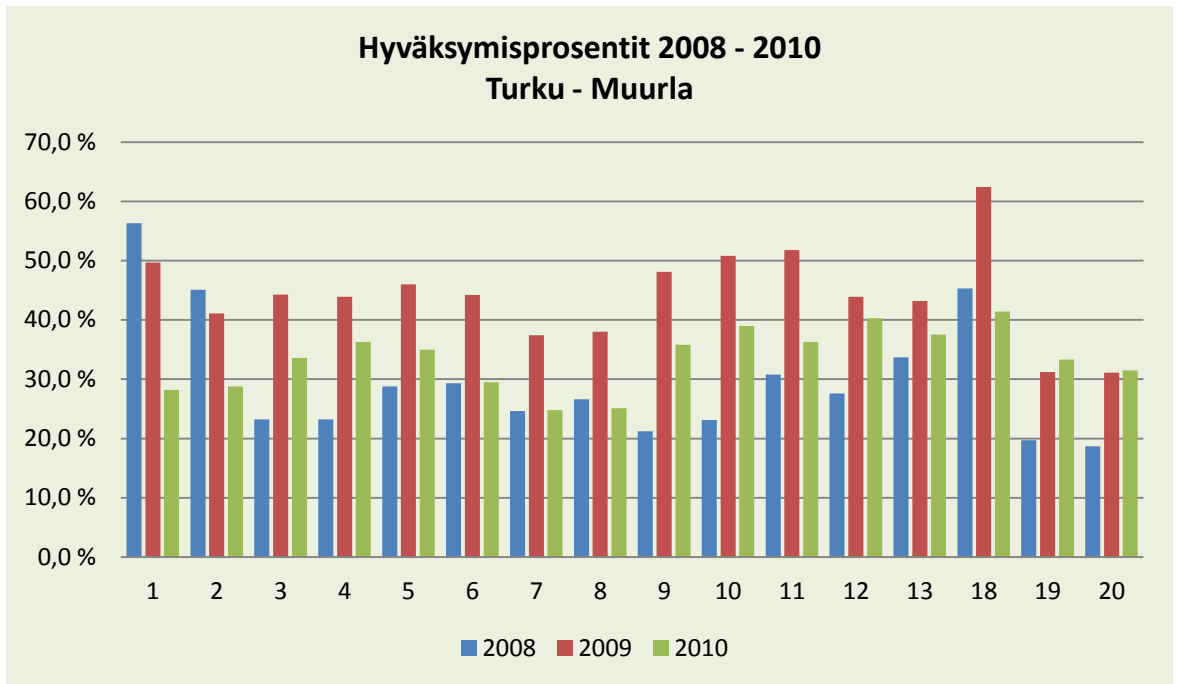
Tutkimuksen aikana ilmeni, että järjestelmien lokitietojen kirjoituksessa on ongelmia. Ongelmat ilmenivät epäloogisuuksina kun aikajärjestykseen lajitellut sekä suosituslaskennan ehdotusnopeudet että nopeusrajoitusmerkkien ohjaustilatiedot yhdistettiin. Havaittiin, että (useimmiten jopa selvästi suurin osa) nopeusrajoitusmerkin ohjaustilat olivat lokitietojen mukaan vaihtuneet ilman samansuuruisia suosituslaskennan nopeusrajoitusehdotusta. Tämä ei ole järjestelmän toimintaperiaatteen mukaan mahdollista, joten vika on mitä ilmeisimmin lokitietojen kirjoituksessa. Ilmenneen ongelman vuoksi ehdotusten hyväksymiseen kulunutta aikaa ei pystytty selvittämään. Ongelman vuoksi on selvää, että muihinkin lokitietoihin perustuvien tuloksien luotettavuuteen tulee suhtautua varauksella.

Lohja – Kehä III – järjestelmän kelijaksojen 3 – 8 lokitiedoissa havaittiin selkeästi ylimääräisiä ohjauksia (nopeusrajoitusmerkkien keliohjauksia on tapahtunut enemmän kuin suosituslaskenta on ehdottanut, eli hyväksymisprosentti olisi yli 100 %). Näiden kelijaksojen tulokset jätetään käsittelyn ulkopuolelle. Turku – Muurla – järjestelmän kelijaksoilta 14 – 17 (Isokylän tunnelialue) ei ollut saatavilla KRM-lokeja, joten myös nämä sivuutettiin.

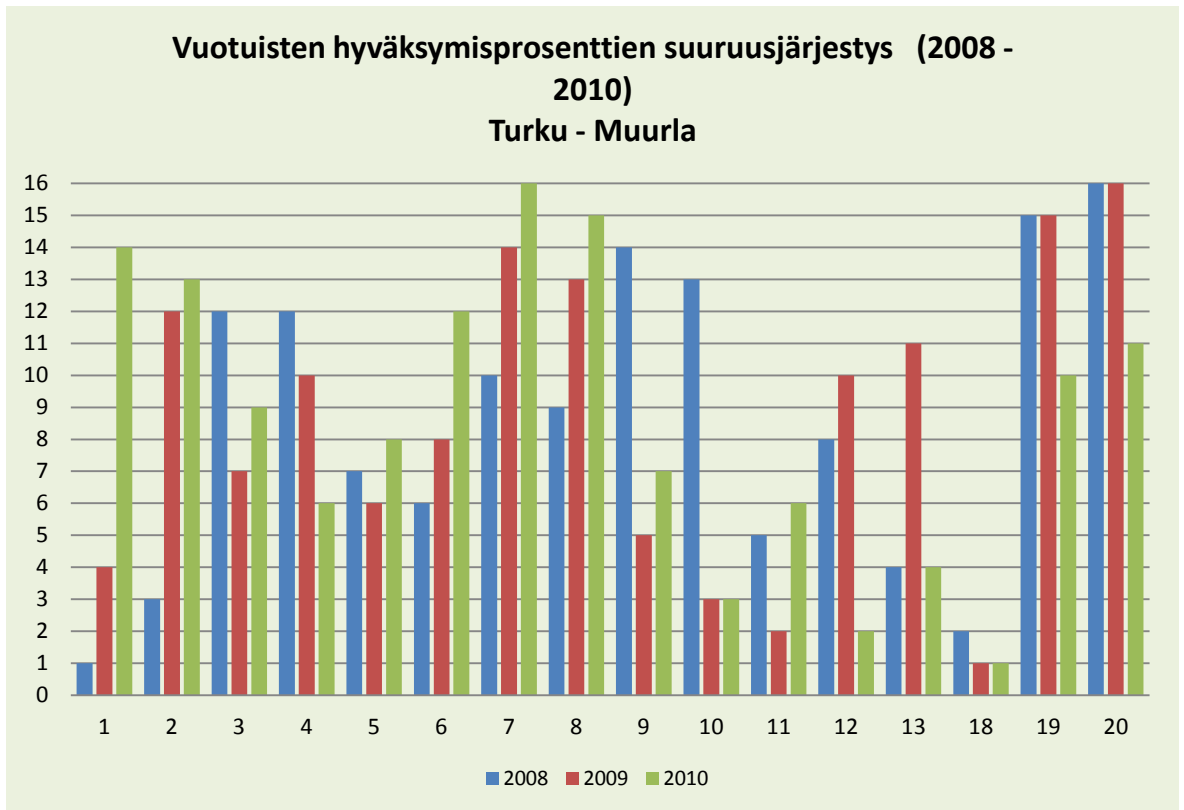
6.4.2 Tulokset

Kaavioissa 5, 7 ja 8 on esitetty eri järjestelmien kelijaksokohtaiset suosituslaskennan nopeusrajoitusehdotusten hyväksymisprosentit sekä järjestelmä- ja vuosikohtaiset keskiarvot. Lisäksi Turku-Muurla -järjestelmän tulokset ovat järjestetty siten, että jokaisen vuoden kelijaksokohtaiset hyväksymisprosentit ovat asetettu suuruusjärjestykseen (kaavio 6).

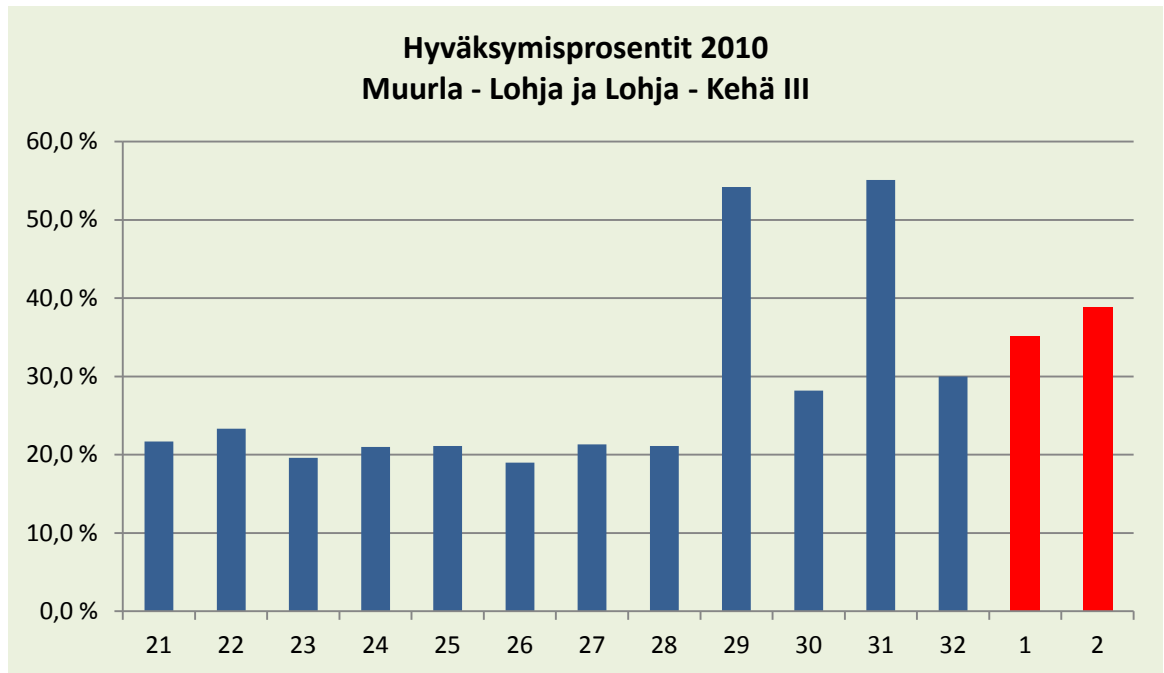
Kaavio 5. Päivystäjien hyväksymät keliöhjausehdotukset kelijaksoittain. Turku – Muurla 2008 – 2010.



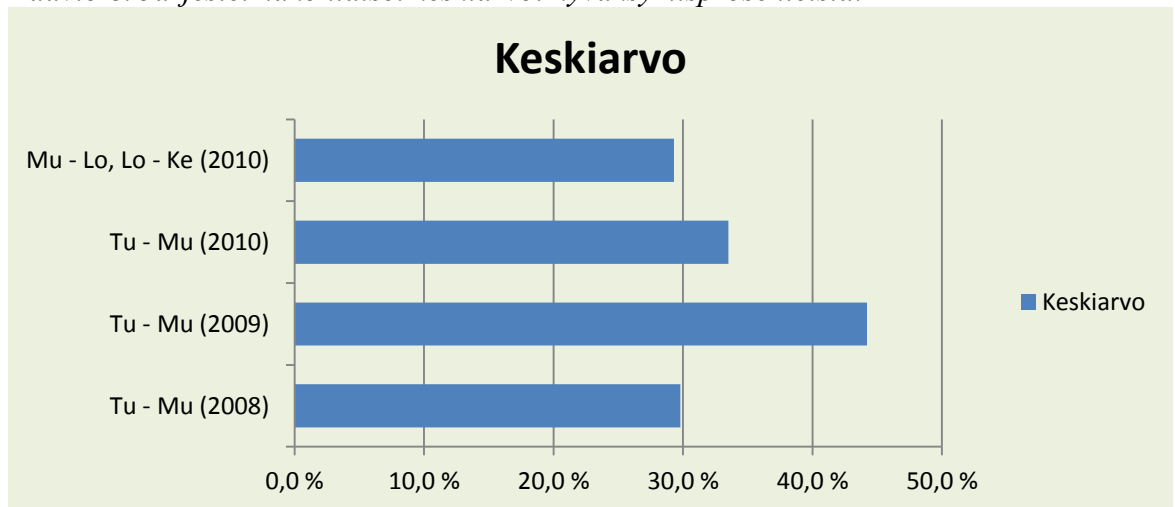
Kaavio 6. Vuotuisten hyväksymisprosenttien suuruusjärjestys. Turku – Muurla 2008 – 2010.



Kaavio 7. Päivystäjien hyväksymät keliohjausehdotukset kelijaksoittain. Mu – Lo ja Lo – Ke 2008.



Kaavio 8. Järjestelmäkohtaiset keskiarvot hyväksymisprosentista.



Kaavioiden tuloksia tarkasteltaessa tulee huomioida, että kelijaksojen 1 ja 2 (Turku – Muurla) sekä 29 ja 31 (Muurla – Lohja) suurin sallittu nopeus on 100 km/h, joten suosituskannan sekä 120 km/h että 100 km/h suositukset hyväksytään ohjaamalla merkkiin 100 km/h rajoitus. Tämä luonnollisesti nostaa näiden kelijaksojen hyväksymisprosenttia. Turku-Muurla -järjestelmän kelijaksojen suosituskantaan on huomioitu alempi nopeusrajoitus, Muurla-Lohja -järjestelmässä asetus on tehty käyttöliittymästä. Tällä ei kuitenkaan ole vaikutusta edellä todettuun.

Jos talvinopeusrajoitusaikaan on siirrytty aiemmin kuin marraskuussa tai kesärajoituksiin on siirrytty myöhemmin kuin maaliskuun alettua, ovat tulokset näiltä ajoilta osittain vääristyneet, koska suosituskanta voi ehdottaa 120 km/h rajoitusta, vaikka ohjauksen käyttöliittymästä on valittu talvinopeusrajoituskausi (suoituslaskenta ei kuitenkaan ehdota 120 km/h rajoitusta marraskuusta maaliskuun alkuun). Vaikutus voidaan arvioida vähäiseksi.

Tulosten tarkastelua varten suosituslaskentatiedoista tehtiin pienennetyllä otoksella satunnaisia kokeita, jossa pyrittiin selvittämään kuinka suuri osa ohjausehdoista vaihtuu takaisin (tai toiseen, ei-edelliseen arvoon) nopealla aikavälillä. Tarkoituksena oli selvittää, onko suuri osa ohjauksista sellaisia, joita päivystäjä ei muiden työtehtäviensä parista helposti huomaisi. Tulokset olivat seuraavat (prosenttiosuudet kumulatiivisia):

Taulukko 13. Kumulatiiviset osuudet nopeusrajoitusohjausehdotusten vaihtumisajoista.

| Vaihtumisaika | alle 1h | alle 30 min | 15 tai alle | 5 min (minimi) |
|---------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| Osuus (%) | ~ 40 - 45 % | ~ 20 - 25 % | ~ 5 - 10 % | 0 - 3 % |

Prosenttiosuuksista arvioidaan, että vain pieni osa ehdotuksista ”ehtii vanhentua” niin nopeasti, että päivystäjät eivät kiireellisemmässä työtilanteessa ehtisi huomaamaan niitä. Päivystäjät eivät myöskään maininneet kiireen vaikuttavan heidän ohjaustoimiin, kun sitä tiedusteltiin kyselyssä (ks. alaluku 6.2.2).

Suosituslaskennan lokeihin Turku – Muurlassa oli tallentunut keskimäärin 87 prosenttia kaikista suosituksista (vuotuinen vaihtelu hyvin pientä), Muurla – Lohjassa 85 % ja Lohja – Kehä III:ssa vain 56 %.

Seuraavat keskeiset tulokset tulevat mainita:

- Päivystäjien haastatteluista ja kirjausjaksoilta (ks. alaluvut 6.2 ja 6.3) saadut tulokset ovat lähes päinvastaisia lokitietovertailun tuloksiin nähden. Lokitietoihin perustuvat hyväksymiskeskisarvot ovat luokkaa 30 – 40 %, kun haastattelujen ja kirjausten mukaan ne olivat enimmäkseen luokkaa 65 – 75 %. Tulosten perusteella järjestelmät toimivat vain apuvälineenä päivystäjien ohjaustyössä.
- Turku–Muurla – järjestelmän kolmen vuoden historiatietojen perusteella havaitaan kelijaksojen hyväksymisprosenttien vaihtelevan huomattavasti. Vuotuiset hyväksymisprosentit eivät ole samassa suuruusluokassa, vaan vuonna 2009 hyväksymisprosentti oli selkeästi muita korkeampi. Vertailtaessa kelijaksoja toisiinsa (kaavio 6, jossa jokaisen kelijakson hyväksymisprosentille on annettu vuotuinen järjestysluku) vaihtelu ei ole useimmissa tapauksissa säännönmukaista: jos jonain vuonna kelijakson hyväksymisprosentti oli vuotuisessa vertailussa alhainen, ei tämä aina pätenyt toisen vuoden datasta tehdyssä vastaavassa vertailussa. Tarkastelun perusteella kelijaksoa 18 koskevat ohjausehdotukset ovat päivystäjien näkemysten mukaan olleet eniten oikeassa ja kelijaksoa 20 koskevat ohjausehdotukset useimmiten tilanteeseen sopimattomia.
- Muurla-Lohja -järjestelmän kelijaksojen 21 - 28 hyväksymisprosentit ovat hyvin samankaltaiset, joskin alhaiset. Tulosten perusteella keskimäärin vain joka viides ohjausehdotus hyväksytään.
- Lohja – Kehä III – järjestelmän nopeusrajoitusmerkkien lokitietojen mukaan keliohjauksia on tapahtunut enemmän kuin suosituslaskenta on ehdottanut. Tämä on järjestelmän toimintaperiaatteiden vastaista, joten lokitiedoissa voidaan päätellä olevan virheitä.
- Satunnaisten kokeiden perusteella korkeintaan kymmenen prosenttia kaikista käsitellyistä ehdotuksista ”vanhenivat” 15 minuutin kuluessa.

7 Tutkimus ohjauspäätösten vaikutuksista tienkäyttäjiiin

7.1 Tienkäyttäjät tutkimuskohteena

Sää- ja keliohjatut nopeusrajoitusjärjestelmät ovat rakennettu parantamaan tienkäyttäjien turvallisuutta. Avainasemassa turvallisuusvaikutuksiin on järjestelmien nopeusrajoitusnäyttäminen uskottavuus, jolloin tienkäyttäjät kokevat nopeusrajoituksen soveltuvan kyseiselle tieosuudelle sen silloisten sää- ja keliolosuhteiden perusteella. Tienkäyttäjät hyväksyvät uskottavat rajoitukset ja noudattavat niitä useammin, josta todennäköisesti seuraa positiivisia turvallisuusvaikutuksia (van Nes et. al. 2010). Uskottavat nopeusrajoitukset ovat seurausta onnistuneesta keli ohjausprosessista, joka valtatie 1 järjestelmiä tarkasteltaessa koostuu (pääasiallisesti) sekä automatiikan havainnoista että päivystäjien reaktioista ohjauskehdoiksi.

Seuraavassa alaluvussa esiteltävän tutkimuksen päätarkoituksena oli tutkia sekä suosituslaskennan toimintaa että liikennekeskusten päivystäjien ohjaustoimien sopivuutta vallitseviin olosuhteisiin. Näiden yhdistelmänä arvioitiin keli ohjattujen nopeusrajoitusten vaikutuksia tienkäyttäjiiin. Mittarina arvioissa käytettiin tienkäyttäjien ajonopeuksia keli ohjauksen eri vaiheissa.

7.2 Tutkimusmenetelmä ja -aineisto

Alaluvussa 6.3 on esitelty työn aikana tehty kirjausjakso, jossa päivystäjät kirjasiivat lomakkeisiin kaikki valtatie 1 järjestelmiin liittyvät keli ohjaustoimensa sekä syyt kuhunkin ohjaukseen. Näihin kirjauksiin perustuen tehtiin tutkimus, jossa tarkasteltiin järjestelmien ohjauksen vaikutusta liikennevirtaan.

Toteutusperiaate oli seuraava: päivystäjien kirjauksista valittiin ohjauspäätöksiä, jotka koskivat nopeusrajoitusten ohjausta. Huomiota kiinnitettiin siihen, että valittiin vain vähäliikenteisen ajankohdan ohjaustapahtumia, jotta ajoneuvojen keskinäiset vuorovaikutukset jäisivät mahdollisimman pieniksi. Ylärajaksi asetettiin kymmenen ajoneuvoa minuuttia kohti. Lähtötilanteeksi (pääsääntöisesti) valittiin aikajakso, jossa nopeusrajoitus ja suosituslaskennan ehdotus olivat samat. Aikajaksoa, jolloin suosituslaskennan rajoitusehdotus oli vaihtunut (mutta nopeusrajoitus ei, eli päivystäjä ei ole vielä hyväksynyt ehdotusta tai ei aiokaan hyväksyä ehdotusta), käytettiin niin sanottuna vertailutienä. Vertailutien tarkoitus oli demonstroida tieosuutta, jolla on vastaavanlaiset olosuhteet kuin tutkittavalla tieosuudella, mutta ilman vaihtuvia nopeusrajoituksia. Nopeusrajoituksen vaihtuessa päivystäjän ohjauspäätöksestä alkaa jakso, jolla ohjauksen vaikutuksia arvioidaan. Tarkastelu rajattiin henkilöautoihin.

| | Lähtötilanne | Vertailu-tilanne | Vaikutukset |
|------------------|--------------|------------------|-------------|
| Rajoitus | 100 | 100 | 80 |
| Suosituslaskenta | 100 | 80 | 80 |

Kuva 11. Tutkimusperiaate. Kuvassa esitetyt rajoitukset ja suosituslaskennan ehdotusarvot ovat esimerkkejä.

Tutkimuksen toteutustavasta tulee nostaa esille seuraavat lähtökohdat ja tulosten tulkinta-periaatteet:

- ”Vertailutien” ajoradan rakenteelliset ominaisuudet sekä tiesääsaman sijoittuminen ovat ”tutkittavan” tien kanssa identtiset.
- Ajonopeudet vertailuympäristössä verrattuna lähtötilanteeseen (nopeusrajoitukset eivät vielä muuttuneet) kuvaavat tienkäyttäjien reagointia muuttuneisiin olosuhteisiin.
- Mahdollinen ajonopeuksien muutos (samaa aikaan ohjaussuosituksen suuntaisesti) lähtötilanteen ja vertailuympäristön välillä kertoo järjestelmän suosituslaskennan oikeasta reaktiosta muuttuneisiin keliolosuhteisiin.
- Päivystäjän hyväksyessä ohjausehdotuksen (muuttaessa nopeusrajoitusta), voidaan havaita keliohjauksen vaikutus liikennevirtaan, ja samalla päätellä, oliko ohjaus tilanteeseen sopiva.

Tutkimusaineistona käytettiin ajoneuvokohtaisia, liikenteen automaattisten mittauspisteiden (LAM) havaintoja valituilta päiviltä ja pisteiltä. Suosituslaskennan muutosajankohta sekä nopeusrajoitusmerkkien tilan (näyttämä maastossa) muutosajat saatiin järjestelmien lokitiedoista. LAM-pisteen ja nopeusrajoitusmerkkien välinen etäisyys arvioitiin järjestelmäkaavioista (järjestelmien rakennussuunnitelmista) niitä tapauksissa, joissa nopeusrajoitus oli juuri vaihtunut, ja oli tarpeen arvioida, oliko LAM-pisteen ohittanut ajoneuvon kuljettaja nähnyt vaihtuneen rajoituksen vai edennyt LAM-pisteelle ”vanhan” rajoituksen nähneenä.

Tutkimuksessa tarkasteltiin 13 eri keliohjaukirjausta, jotka käsittelivät yhteensä 32 kelijaksokohtaista ohjausta (yksi kirjaus saattoi koskea useampaa kelijaksoa). LAM-pisteiden liikennetietoa analysoitiin eri ajankohdilta yhteensä 58 päiväkohtaisesta mittausdatasta (kelijaksolla saattaa olla asennettuna useampi LAM-piste). Liikennevirran nopeus laskettiin harmonisena keskiarvona, ja keskihajonta pistenopeuksista.

Tulosten tarkastelu perustui kirjallisuustutkimuksessa kerättyihin tutkimustuloksiin siten, että jos päivystäjien ohjaustoimien (nopeusrajoituksen muuttaminen) seurauksena keskinopeudet ovat laskeneet suuruusluokaltaan 8 km/h tai enemmän, on ohjauspäätös ollut oikea. 8 km/h raja koostuu huonontuneiden (parantuneiden) keliolosuhteiden vaikutuksesta (3 km/h) sekä keliohjauksen vaikutuksesta (5 km/h) (Saastamoinen 1993, Estlander

1995, Rämä 2001, Luukkanen ja Rajalin 2003, Kilpeläinen ja Summala 2007). Jos vaikutukset olivat hieman pienemmät tai ajoneuvohavaintoja oli vähän, ohjauspäätös todettiin uskottavaksi tai oikean suuntaiseksi.

Vertailutiemittaukset ovat samalla kelijaksolla mitatut ajonopeudet tilanteessa, jossa suosituskalkulaatio ehdottaa uutta rajoitusarvoa, mutta päivystäjä ei ole sitä vielä hyväksynyt (tai ei tule hyväksymään). Vertailutiemittauksen nopeustasoista voidaan päätellä, onko tienkäyttäjät havainneet olosuhteiden muutokset samoin kuin järjestelmä (jos järjestelmä ehdottaa nopeuksien laskemista, ja liikennevirran nopeus laskee myös, voidaan ohjaus ehdotus tulkita oikeaksi). Tulkintakehys valittiin kirjallisuustutkimuksen perusteella: jos keskinopeuden muutos on vertailutilanteessa vähintään noin 3 km/h pienempi tai suurempi (riippuen, onko ohjaus ehdotus laskea vai nostaa nopeusrajoitusta), tienkäyttäjät ovat havainneet samat muutokset olosuhteissa ja valinneet uuden, tilanteeseen sopivamman ajonopeuden. Niissä tapauksissa, joissa päivystäjä on hyväksynyt järjestelmän ehdotuksen, ja ohjauspäätös on osoittautunut nopeuksien perusteella oikeaksi, on järjestelmän reagoitakin lähtökohtaisesti oikea.

7.3 Tulokset

Taulukoihin 14 - 16 on koottu järjestelmäkohtaiset tulokset tutkimuksesta. Taulukossa lyhenne ”KJ” tarkoittaa kelijaksoa, jota ohjaussuositus ja – toimet koskevat. ”Suositus”-sarakeessa kuvataan nopeusrajoituksen ohjaus ehdotus (ensin voimassa ollut rajoitus, jälkimmäisenä uusi ehdotus). ”LAM-lkm”-sarake kertoo tarkasteltujen LAM-pisteiden lukumäärän. Tilannekuvaus perustuu päivystäjän kirjaukseen kyseisestä ohjaustoimesta. Taulukkojen analyysit perustuvat liitteessä 9 esitettyihin keskinopeuksiin ja nopeuden muutostrendeihin.

Taulukot 14 – 16. Järjestelmäkohtaiset analyysit päivystäjien ohjaustoimien vaikutuksista.

TURKU–MUURLA

| NRO | PVM | KJ | SUOSITUS | LAM-LKM | TILANNEKUVAUS |
|--|--|--------|-----------|---------|--|
| 1 | 26.10.2010 | useita | 120 → 100 | 4 | Yöliikenne. Tie kuuralla, ilman ja tien lämpötilat lähellä nollaa. Suolaus käynnissä. Päivystäjä hyväksyi ohjaus ehdotuksen. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| Suunta Turkuun. Ohjauksella oli nopeuksia alentavaa vaikutusta keskimäärin yli 10 km/h. Nopeuksien kelijaksokohtaiset keskihajonnat pienenevät rajoituksen vaihduttua. Suola-auton liikkuminen tiellä vaikuttaa ajonopeuksiin, joten tulokset osin epävarmoja. Ajoneuvohavaintoja oli melko vähän. Ohjauspäätös voidaan tulkita oikeaksi. | | | | | |
| 2 | 26.10.2010 | useita | 120 → 100 | 4 | Yöliikenne. Tie kuuralla, ilman ja tien lämpötilat lähellä nollaa. Suolaus käynnissä. Päivystäjä hyväksyi ohjaus ehdotuksen. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| Suunta Helsinkiin. Ohjauksella oli nopeuksia alentavaa vaikutusta keskimäärin runsaat 4 km/h. Keskihajonnat pienenevät rajoituksen vaihduttua. Ajoneuvohavaintoja oli vähän. Ohjauspäätös voidaan tulkita oikeasuuntaiseksi. | | | | | |
| 3 | 9.11.2010 | 3 - 6 | 80 → 100 | 6 | Iltaliikenne. Tie luminen, sohjoinen ja suolattu. Päivystäjä ei hyväksynyt ohjaus ehdotusta. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| Liikennevirran nopeus pysyy lähes vakiona, vaikka suosituskalkulaation mukaan olosuhteet ovat parantuneet. Päivystäjän ohjauspäätös voidaan todeta oikeaksi. Tienkäyttäjät eivät havainneet samaa muutosta olosuhteissa kuin järjestelmä. | | | | | |

MUURLA-LOHJA

| NRO | PVM | KJ | SUOSITUS | LAM-LKM | TILANNEKUVAUS |
|-----|--|--------|-----------|---------|---|
| 1 | 26.10.2010 | 28 | 120 → 100 | 3 | Yöliikenne. Suosituksen syy tuntematon. Päivystäjä ei hyväksynyt suositusta, koska tie oli kuiva ja ehdotus koski vain yhtä kelijaksoa. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| | Nopeustasot olivat korkeat suosituslaskennan ehdotuksen (rajoituksen lasku) aikana (yli 117 km/h). Jos rajoitus olisi laskettu, tienkäyttäjät olisivat mahdollisesti kokeneet sen epäuskottavaksi. Ohjauspäätös voidaan tulkita oikeaksi. Riskinä on kuitenkin esim. paikallinen liukkaus, jota tienkäyttäjä eikä päivystäjä ei havaitse. | | | | |
| 2 | 27.10.2010 | 27, 28 | 120 → 100 | 6 | Iltaliikenne. Tie pakkasella ja vesisadetta. Päivystäjä hyväksyi ehdotuksen. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| | Ajonopeudet alkoivat selkeästi laskea järjestelmän reagoidessa vesisateeseen. Päivystäjän alentaessa rajoitusta nopeudet alkoivat laskea jyrkemmin. Päivystäjä teki ohjauspäätöksen n. 1,5 h tunnin kulutta järjestelmän ensimmäisestä reaktiosta. Ohjauspäätös voidaan tulkita oikeaksi, mutta ohjauspäätöksen olisi voinut tehdä aiemminkin. | | | | |
| 3 | 30.10.2010 | 27, 28 | 120 → 100 | 6 | Yöliikenne. Sumua. Päivystäjä hyväksyi ehdotuksen. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| | Ajonopeudet laskivat rajoituksen laskun seurauksena keskimäärin lähes 10 km/h. Ajoneuvohavaintoja melko vähän. Päivystäjä reagoi n. 5 minuutin kuluessa suosituslaskentaan. Ohjauspäätös voidaan tulkita oikeaksi. | | | | |
| 4 | 3.11.2010 | 21 | 100 → 80 | 1 | Tihkusadetta keskipäivällä. Ei jäätymisvaaraa. Päivystäjä ei hyväksynyt ehdotusta. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| | Sateella nopeudet havaittiin jopa korkeammiksi kuin sateen loputtua. Ohjauspäätös voidaan tulkita oikeaksi. | | | | |
| 5 | 9.11.2010 | 27, 28 | 100 → 80 | 8 | Ilta / yöliikenne. Lumisade. Päivystäjä hyväksyi ohjaus ehdotuksen odotettuaan kelin heikkenevän tarpeeksi. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| | Ajonopeudet alkoivat selkeästi laskea järjestelmän reagoidessa lumisateeseen. Keskinopeus laski runsaat 4 km/h. Rajoituksen laskun seurauksena nopeustaso laski jyrkemmin. Erotus oli runsaat 13 km/h alkutilanteeseen (hyvä keli, rajoitus 100 km/h) nähden. Ohjauspäätös voidaan tulkita oikeaksi. Mahdollisesti päätös olisi ollut tienkäyttäjän kannalta uskottava heti sen jälkeenkin, kun järjestelmä reagoi olosuhteiden muutokseen. | | | | |

LOHJA – KEHÄ III

| NRO | PVM | KJ | SUOSITUS | LAM-LKM | TILANNEKUVAUS |
|--|--|-------|-----------|---------|---|
| 1 | 27.10.2010 | 1 - 4 | 120 → 100 | 6 | Yöliikenne. Tie kostea ja pakkasella. Päivystäjä hyväksyi ohjausehdotuksen. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| Nopeustasot laskivat ohjauksen vaikutuksesta keskimäärin yli 8 km/h. Päivystäjä teki ohjauspäätöksen noin 30 minuutin kuluttua ensimmäisestä suosituksesta. Ohjauspäätös voidaan tulkita oikeaksi. | | | | | |
| 2 | 28.10.2010 | 1, 2 | 120 → 100 | 4 | Aamuyön liikenne. Vesisadetta. Päivystäjä hyväksyi ehdotuksen. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| Sateen ajalta on vähän havaintoja, joten vaikutusten arviointi on epävarmaa. Päivystäjä teki ohjauspäätöksen runsaan 30 minuutin kuluttua järjestelmän reagoinnista. Nopeustasoissa on havaittavissa merkittävää alenemaa, joten ohjauspäätös voidaan tulkita uskottavaksi. | | | | | |
| 3 | 30.10.2010 | 3, 4 | 120 → 100 | 2 | Yöliikenne. Sumua. Päivystäjä hyväksyi ehdotuksen. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| 100 km/h rajoitus ja muuttuneet olosuhteet laskivat nopeustasoja keskimäärin lähes 7 km/h. Havaintoja kuitenkin melko vähän. Päivystäjä teki ohjauspäätöksen alle 10 minuutin kuluttua järjestelmän reagoinnista. Ohjaus voidaan tulkita uskottavaksi. | | | | | |
| 4 | 9.11.2010 | 1, 2 | 100 → 80 | 4 | Iltaliikenne. Jäätävä sade. Päivystäjä hyväksyi ohjausehdotuksen. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| Sateen alettua (rajoitus vielä 100 km/h, järjestelmä ehdotti 80 km/h) nopeudet laskivat keskimäärin lähes 5 km/h. Päivystäjän ohjauspäätöksen jälkeen nopeudet laskivat pääosin hieman lisää. Päivystäjä teki ohjauspäätöksen noin 30 minuutin kuluttua järjestelmän reagoinnista. Ohjauspäätös voidaan tulkita uskottavaksi, mutta sen olisi voinut tehdä aikaisemmin. | | | | | |
| 5 | 10.11.2010 | 5 | 100 → 80 | 1 | Aamuyön liikenne. Suosituslaskenta ehdottanut koko yön rajoitusten nostamista, syy ei tiedossa. Aamuyöllä päivystäjä hyväksyi ohjausehdotuksen. |
| | ANALYYSI NOPEUKSIEN PERUSTEELLA | | | | |
| Nopeudet ovat olleet yöllä noususuuntaisia, ja rajoitusten nostamisen seurauksena ne kasvoivat noin 10 km/h. Ohjauspäätös voidaan tulkita oikeaksi, mutta liikennevirran kasvavan nopeuden perusteella ohjauksen olisi voinut tehdä selvästi aiemmin. | | | | | |

Taulukon ja liitteen 9 perusteella voidaan todeta seuraavaa:

- Päivystäjien ohjauspäätökset ovat liikennevirran nopeuden perusteella olleet poikkeuksetta tilanteisiin sopivia.
- Osa päivystäjien (tilanteeseen sopivista) päätöksistä oli suosituslaskennan ohjausehdotuksen vastaisia (ohjausehdotus jätettiin hyväksymättä). Tämän perusteella päivystäjillä on merkittävä, positiivinen rooli ohjausprosessissa.
- Keliohjauksella on selkeä vaikutus tienkäyttäjien ajonopeuksiin. Tällöin järjestelmien liikenneturvallisuuden liittyvät tavoitteet täyttyvät.
- Päivystäjien reagointiaika ohjausehdotuksiin on useimmiten melko pitkä. Päivystäjien kirjaamien tilannekuvausten perusteella päivystäjät eivät tarkoituksenmukaisesti odottaneet (esimerkiksi olosuhteiden selkeämpää muutosta) ennen ohjaustoimiaan.

- Vertailujakso (uusi ohjausehdotus, jota ei vielä ole hyväksytty) jäi lähes aina ajoneuvohavainnoiltaan pieneksi. Tämän vuoksi ei voida päätellä, kuinka suuri merkitys vaihtuvalla nopeusrajoituksella ja muuttuneilla keliolosuhteilla oli erikseen tarkasteltuna. Nyt tarkasteltiin niiden yhteisvaikutusta.

8 Keliolosuhteet talvikaudella

8.1 Keliolosuhteet tutkimuskohteena

Sää- ja keli ohjattujen nopeusrajoitusjärjestelmien alkuperäisenä tavoitteena on ollut joustavien talvi- ja pimeänajan nopeusrajoitusten mahdollistaminen. Nykyisin talvi- ja pimeänajan rajoitukset koskevat myös sää- ja keli ohjattuja rajoituksia, joka on aiheuttanut osaltaan kritiikkiä (Hemmilä 2006). On myös arvioitu, että talvi- ja pimeänajan nopeusrajoitukset heikentävät keli ohjattujen järjestelmien uskottavuutta (Schikoroff et al 2005).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, olisiko talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituksesta luopumiseen (sää- ja keli ohjatuilla tieosuuksilla) perusteita vallinneiden keliolosuhteiden näkökulmasta. Tutkimuksen lähtökohtana voidaan pitää nopeusrajoitusten uskottavuuteen liittyvää oletusta: tienkäyttäjien kannalta on turhauttavaa noudattaa talvinopeusrajoituksia tieosilla, joissa olosuhteet ovat erinomaiset ja tekniset ratkaisut mahdollistaisivat korkeamman rajoituksen käytön.

Tutkimuksen lisäksi laadittiin laskelma, jossa arvioitiin talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituksista luopumisen yhteiskuntataloudellisia hyötyjä. Tätä laskelmaa käsitellään erikseen alaluvussa 8.4.

8.2 Tutkimusmenetelmä ja -aineisto

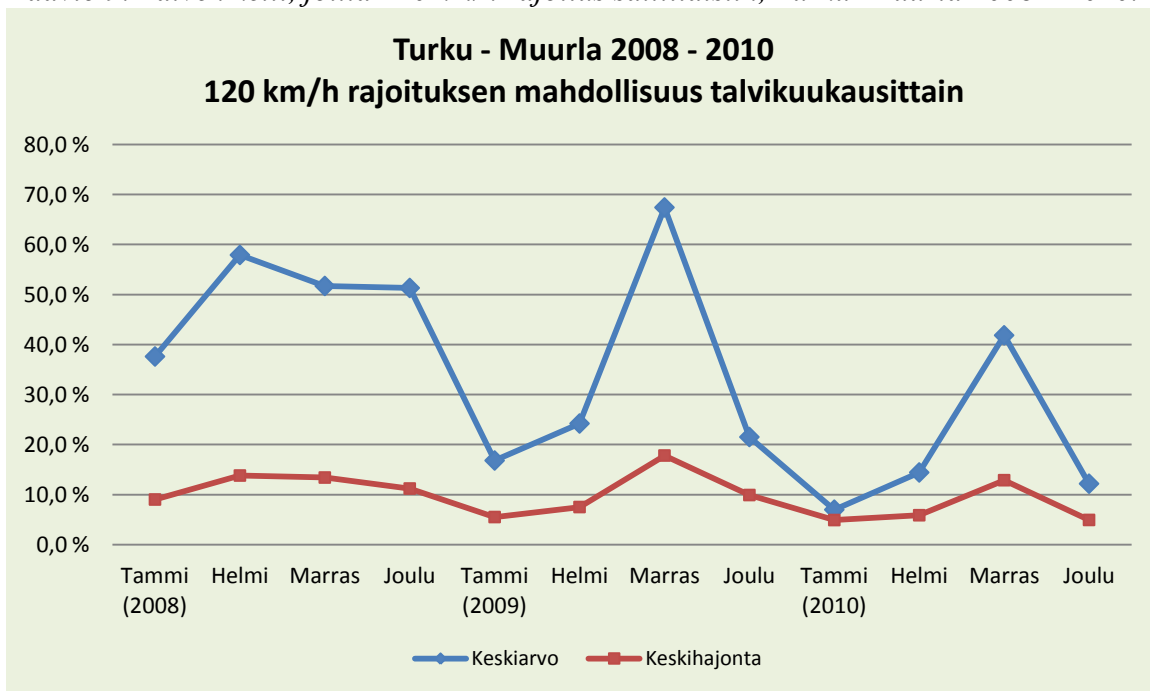
Tutkimuksessa selvitettiin tiesääasemien mittaustietolokien perusteella sitä, kuinka suuri osa marras – helmikuun keleistä on suosituslaskennan saantofunktioiden perusteella erittäin hyviä, eli 120 km/h rajoitus olisi mahdollinen. Tutkimus suoritettiin tiesääasematietojen perusteella, koska suosituslaskennassa 120 km/h rajoituksen mahdollisuus kytketään automaattisesti pois talvella, joten tietoa ei ole suoraan saatavilla suosituslaskennan lokitiedoista. Tutkimus toteutettiin analysoimalla tiesäälokien anturitiedot suosituslaskentaa vastaavien ehtolauseiden avulla. Analyysin jälkeen laskettiin niiden (saman aikaleiman) havaintojen lukumäärä, jotka toteuttivat 120 km/h rajoitukseen johdaneet ehdot. Näiden ja koko havaintojoukon suhteesta laskettiin prosenttiosuus. Tutkimus suoritettiin erikseen kaikista valtatie 1 tiesääasemien lokitiedoista. Tulokset (keskiarvo kaikista järjestelmän tiesääasemista) raportoitiin järjestelmä- ja kuukausikohtaisesti. Paikallisia keliolosuhdevaihteluita kuvattiin laskemalla keskihajonta.

Tutkimus käsitti vuosien 2008 – 2010 kaikkien valtatie 1 tiesääasemien mittausdatan, ja data käsiteltiin voimassa olevien, kelijaksokohtaisten ohjausehtojen perusteella. Ainoastaan Turku–Muurla – järjestelmässä tiesääasemista kirjoitetaan kelijaksokohtaista historiatietoa. Muiden järjestelmien kirjaus sisältää vain yhden aseman tiedot rinnakkaisilta kelijaksoilta. Muurla-Lohja – järjestelmän poikkeava suosituslaskenta (ks. 4.3.2), joka sallii 120 km/h nopeusrajoituksen muita tiukemmilla kriteereillä, tulee huomioida tuloksia tarkastellessa. Yhteensä tietoa analysoitiin lähes 30 tiesääasemalta, korkeimmillaan kolmen vuoden ajalta.

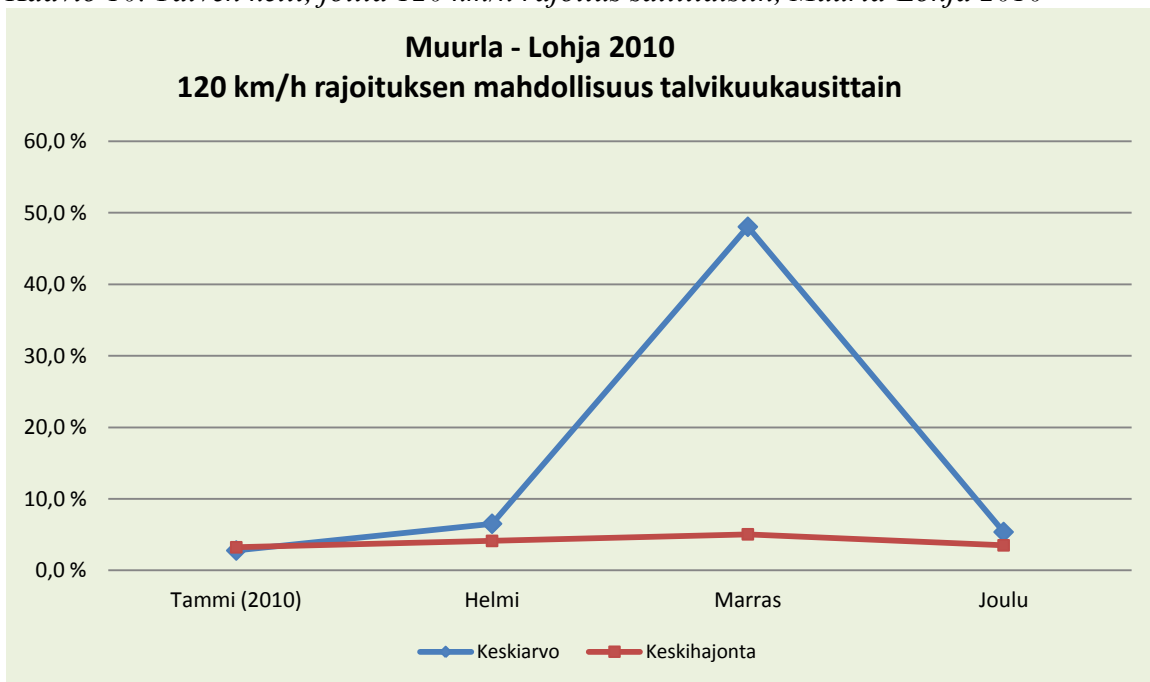
8.3 Tulokset

Kaavioissa 9 – 11 on esitetty järjestelmä- ja kuukausikohtaiset keskiarvot niistä olosuhteista, jotka tiesääasemien havaintojen perusteella nykyinen suosituslaskenta tulkitsee erittäin hyväksi (ohjausehdotus olisi 120 km/h rajoitus). Turku–Muurlassa historiatietoa oli saatavilla kolmelta vuodelta, Lohja – Kehä III:sta kahdelta ja Muurla–Lohjalta ainoastaan vuodelta 2010.

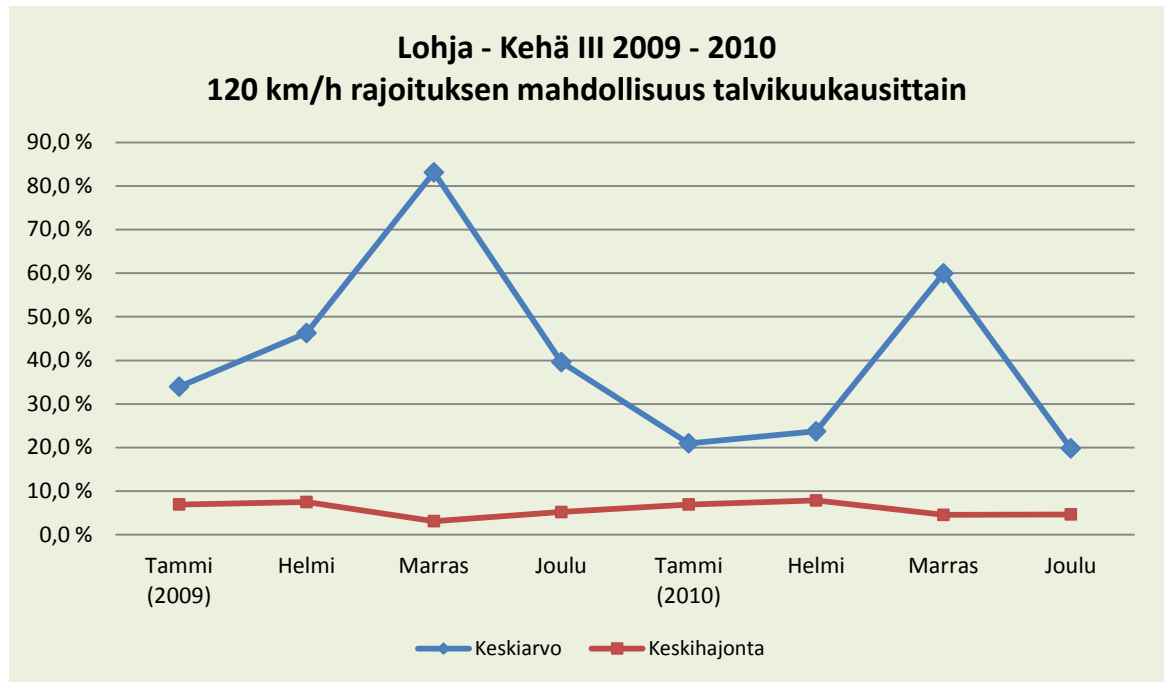
Kaavio 9. Talven kelit, joilla 120 km/h rajoitus sallittaisiin, Turku–Muurla 2008 – 2010.



Kaavio 10. Talven kelit, joilla 120 km/h rajoitus sallittaisiin, Muurla-Lohja 2010



Kaavio 11. Talven kelit, joilla 120 km/h rajoitus sallittaisiin, Lohja – Kehä III 2009 – 2010.



Kuvaajista voidaan todeta seuraavaa:

- Suosituslaskennan mukaisia erinomaisia kelejä on esiintynyt talvikausilla hyvinkin paljon. Tämä perustelee joustavampiin nopeusrajoituskäytäntöihin siirtymistä.
- Marraskuu on ollut menneinä talvina keliolosuhteiltaan erittäin hyvä. Suosituslaskennan ohjausehtojen perusteella tarkasteltujen marraskuuden keliolosuhteet olivat alimmillaankin (Turku-Muurla, vuosi 2010) yli 40 prosenttia ajasta erinomaisia. Korkeimmillaan marraskuun erinomaisten keliöiden osuus on ollut yli 80 prosenttia (Lohja - Kehä III, vuosi 2009). Lisäksi koko vuoden 2008 talvikuukaudet olivat keleistään varsin hyvät.
- Tiesääasemien välisiä eroja kuvaavat keskihajonnat ovat ajoittain hyvinkin suuret. Suurimmat keskihajonnat havaittiin Turku–Muurla – järjestelmän asemista.
- Muurla–Lohja – järjestelmän suosituslaskennan mukaisten erinomaisten keliöiden määrät olivat ajoittain selkeästi muita pienemmät, kuten poikkeavan suosituslaskennan perusteella oli odotettavissakin.
- Lohja – Kehä III- järjestelmän tiesääasemat analysoivat kelit selkeästi paremmiksi kuin Turku–Muurlan (ero aina luokkaa 10 %).

8.4 Talvinopeusrajoitusten poistamisen hyödyt

Työn aikana tehtiin kustannuslaskenta, jossa arvioitiin yhteiskuntataloudellisia hyötyjä tilanteessa, jossa keliohjatulta moottoritieosuuksilta olisi poistettu talvinopeusrajoitukset. Laskenta käsittää hyödyt yhdeltä vuodelta. Laskenta pohjautui Tiehallinnon ”Tieliikenteen ajokustannusten laskenta”- ohjeeseen (2005). Laskennassa käytetyt yksikköarvot saatiin Liikenneviraston ”Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2010” – ohjeesta. Laskennassa tarvittavia lähtöarvoja saatiin seuraavasti:

- 120 km/h rajoituksen asettaminen hyvissä talviolosuhteissa nostaisi liikennevirran nopeutta 4 km/h. Arvo perustuu Schikoroffin ja Rämän (2005) julkaisussa esitettyyn arvioon.
- Liikennemäärät perustuvat vuoden 2009 tilanteeseen siten, että väyläosuuskohtaisista KVL-määristä muodostettiin yhteysvälin (Turku kj 3 – Kehä III kj 8, josta Muurla – Lohjan 100 km/h rajoitusalueet poistettiin) yhteinen liikennemäärä painotettuna keskiarvona. Lohja – Kehä III:n liikennemääristä vähennettiin 5000 ajoneuvoa/vuorokausi, jotteivät ruuhka-aikojen suuremmat liikennemäärät vääristäisi tulosta liian optimistiseksi.
- Onnettomuusmäärien kasvu perustuu Elvikin (2004) tutkimuksen mukaisiin Nilssonin ”potenssimallin” tarkennuksiin. Nykytilanne saatiin suhteuttamalla vuoden 2009 moottoriteiden onnettomuustilastot tarkastellun yhteysvälin pituudelle. Laskennassa on huomioitu onnettomuuksien esiintyminen eri keliluokissa käyttäen lähteenä Salin et al (2008) tutkimusta.
- Päästötarkastelussa huomioitiin vain hiilidioksidi, joka laskettiin suoraan lisääntyneestä polttoainekulutuksesta.

Laskennan (liitteessä 10) tuloksena saatiin, että talvinopeuksista luopuminen olisi yhteiskuntataloudellisesti kannattavaa, mutta hyödyt olisivat pienet. Maksimipotentiaali (talvikausi sisältäisi ainoastaan hyviä ajokelejä) neljältä talvikuukaudelta oli laskennan mukaan luokkaa 150 – 200 tuhatta euroa. Tämä luonnollisesti jakaantuisi pienemmiksi osiksi talvikelien huonontuessa. Käytännössä laskennan lopputulos tarkoittaa sitä, että talvinopeusrajoituksista luopumisen myötä saavutetut aikasäästöhyödyt (maksimissaan likimain neljä miljoonaa euroa talvinopeusrajoituskautta kohti) eivät ole merkittävästi suurempia kuin ajonopeuksien noususta aiheutuvat ajoneuvo-, ympäristö- sekä onnettomuuskustannukset. Teoreettinen aikasäästö (väli Turku – Kehä III ajetaan joko 120 km/h tai 100 km/h nopeudella) ajoneuvoa kohti yhteysvälillä on noin 14 minuuttia. Laskennassa käytetty 4 km/h nopeustason nousu toisi ajoneuvokohtaista aikasäästöä alle kolme minuuttia.

9 Yhteenveto ja päätelmät

9.1 Yhteenveto

Työssä tavoitteena oli kartoittaa valtatie 1 sää- ja keliohjattujen nopeusrajoitusjärjestelmien kehitystarpeita. Työn näkökulmana oli ohjaus, joka valtatie 1 järjestelmissä muodostuu automatiikan tuottamista ohjausehdotuksista sekä tieliikennekeskusten päivystäjien ohjauspäätöksistä. Nykytilannetta koskevan tarkastelun kohteina olivat tieliikennekeskusten päivystäjien toiminta, päivystäjien ohjauspäätösten vaikutus liikennevirtaan sekä ohjauksen taustalla toimiva suosituslaskenta. Tulevaisuuden kehitysmahdollisuuksien osalta keskeinen kysymys oli, onko nykyisten talvi- ja pimeänajan nopeusrajoitusten tarkoituksenmukaista koskea sää- ja keliohjattuja järjestelmiä.

Taustatiedoiksi tutkimuksiin kartoitettiin muun muassa autoilijoiden nopeuskäyttäytymistä eri keliolosuhteissa sekä järjestelmien ohjausautomaatiikan toimintaa. Automaatiikan osalta eräs mielenkiintoisimmista havainnoista oli eri järjestelmien suosituslaskennan eroavaisuudet.

Päivystäjien toimintaa ohjausprosessissa tutkittiin kolmella eri tavalla. Kaksi tutkimuksista perustui päivystäjien itsearvioon. Nämä tutkimukset olivat lomakekysely sekä talvella ja keväällä järjestetyt seurantajakso, joissa päivystäjien tuli kirjata kaikki ohjauspäätöksensä sekä niihin johtaneet syyt (tilannekuvaus). Päivystäjien hyväksymien ohjausehdotusten lukumäärää tutkittiin järjestelmien automatiikan lokitietojen perusteella. Keskeiset tulokset olivat seuraavat:

- Kyselyyn vastanneet olivat kokeneet saaneensa riittävästi käyttö- ja ohjauskoulutusta järjestelmien parissa työskentelyyn. Mielenkiintoisinta asiasta eivät olleet kuitenkaan täysin yksimielisiä, vaan lähinnä samansuuntaisia.
- Kyselyn perusteella päivystäjien ohjaustavoissa on eroavaisuuksia. Tämä ilmeni aiheeseen liittyvän suoran kysymyksen vastauksista sekä kysyttäessä syitä, jotka vaikuttavat ohjauspäätösten tekemiseen.
- Ohjauspäätösten tekemisen ensisijainen peruste kuitenkin todettiin yhteneväiseksi (vrt. edellinen kohta). Kaikki kyselyyn vastaajat ilmoittivat ensisijaisesti varmentavansa vallitsevat keliolosuhteet tieliikennekeskusten "työkalujen" (esim. tiesäätiidot, kelikamerat) avulla. Aikaisempi kokemus vastaavista tilanteista raportoitiin usein (ensisijaisen vastauksen jälkeen) syyksi ohjauspäätöksiin.
- Ohjauspäätöksiin vaikuttaa merkittävästi halu pitää useamman kelijakson nopeusrajoitus yhtenäisenä. Tämä ilmeni sekä kyselystä että päivystäjien seurantajaksojen kirjauksista.
- Seurantajaksojen kirjausten perusteella likimain joka viides järjestelmien ohjausehdotuksista on päivystäjien tulkinnan mukaan selkeästi tilanteeseen sopimaton.
- Päivystäjät ovat kriittisempiä nopeusrajoituksia koskevia ohjausehdotuksia kohtaan, ja jättävät niitä hyväksymättä useammin kuin pelkkiä varoitusmerkkejä ja tekstikilpiä koskevia ohjausehdotuksia.

- Tilanteita, joissa päivystäjä huomasi ajokelin muutoksen ilman järjestelmän ohjaus-ehdotusta ja muutti merkkien tilaa manuaaliohjauksella, kirjattiin seurantajaksoilla vain muutama. Merkittävä osa ohjaus ehdotuksista taas hylättiin järjestelmän "yli-reagoinnin" vuoksi. Näiden tulosten perusteella järjestelmät tuottavat päivystäjien näkemysten mukaan ehdotuksia ennemminkin liian herkästi kuin liian harvoin.
- Kyselyn ja seurantajakson kirjausten perusteella päivystäjät hyväksyvät likimain kaksi kolmesta järjestelmien tuottamista ohjaus ehdotuksista.
- Lokitietoihin perustuvan tutkimuksen mukaan vain noin yksi kolmesta ehdotuksesta hyväksytään

Päivystäjien ohjauspäätösten vaikutusta liikennevirtaan tutkittiin havaittujen ajonopeuksien avulla. Tutkimuksessa vertailtiin ennen ohjausta (sekä suosituslaskennan ohjaus-ehdotusta että päivystäjän ohjauspäätöstä) havaittuja nopeuksia ohjauksen jälkeisiin nopeuksiin. Tutkittavat ajankohdat ja kelitilanteet saatiin talven seurantajakson kirjauksista. Periaatteena oli, että tarkasteltavat ajankohdat ovat vähäliikenteisiä, jotta ajoneuvojen välinen vuorovaikutus minimoituu. Ajoneuvojen nopeushavainnot kerättiin LAM-tietokannasta. Yhteensä tarkasteltiin 13 eri kelitilannetta, jotka koskivat yhteensä 32 kelijaksoa ja 58 LAM-pisteiden ajoneuvohavaintojoukkoa. Keskeiset tulokset olivat seuraavat:

- Päivystäjien ohjauspäätökset olivat liikennevirran nopeuden perusteella poikkeuksetta tilanteisiin sopivia.
- Osa päivystäjien (tilanteeseen sopivista) päätöksistä oli suosituslaskennan ohjaus-ehdotuksen vastaisia (ohjaus ehdotus jätettiin hyväksymättä). Tämän perusteella päivystäjillä on merkittävä, positiivinen rooli ohjausprosessissa.
- Päivystäjien reagointiajat ohjaus ehdotuksiin olivat useimmiten melko pitkät. Päivystäjien kirjaamien tilannekuvausten perusteella päivystäjät eivät tarkoituksenmukaisesti odottaneet (esimerkiksi olosuhteiden selkeämpää muutosta) ennen ohjaus-toimiaan.

Järjestelmien ohjauksen tulevaisuuden kehittymismahdollisuuksien arviointia varten tutkittiin aikaisempien vuosien (2008 - 2010) keliolosuhteita marraskuusta helmikuuhun (talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituskausi). Tutkimuksessa analysoitiin tiesääasemien historiatietojen sekä voimassa olevien suosituslaskennan ohjaus ehtojen perusteella niiden keliolosuhteiden määriä, joilla suosituslaskenta olisi ehdottanut 120 km/h rajoitusta, jos se ei olisi nykyisten talvinopeusrajoituskäytäntöjen vastaista. Tutkimuksen lisäksi laadittiin yhteiskuntataloudellinen laskelma, jossa arvioitiin talvinopeusrajoituskaudesta luopumisen vaikutuksia valtatiellä 1. Laskelman lähtötiedot perustuivat kirjallisuusselvityksen onnettomuus- ja nopeustietoihin, vuoden 2009 liikennemääriin sekä Tiehallinnon (nyk. Liikennevirasto) laskentaohjeisiin ja Liikenneviraston ja kustannusten yksiköarvoihin. Keskeiset tulokset olivat seuraavat:

- Suosituslaskennan mukaisia erinomaisia kelejä on esiintynyt talvikausien aikana hyvinkin paljon. Pääsääntöisesti eniten erinomaisia kelejä on esiintynyt marraskuussa.

- Kelijaksojen ajo-olosuhteiden välisiä eroja kuvaavat keskihajonnat olivat ajoittain hyvinkin suuret.
- Muurla–Lohja – järjestelmän suosituslaskennan mukaisten erinomaisten kelien määrät olivat ajoittain selkeästi muita pienemmät, kuten poikkeavan suosituslaskennan perusteella oli odotettavissakin.
- Talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituksista luopumisella saavutettavat aikasäästöhyödyt eivät olisi merkittävästi suurempia kuin ajonopeuksien noususta johtuvat ajoneuvo-, ympäristö- ja onnettomuuskustannukset.

9.2 Päätelmät ja tulosten arviointi

Päivystäjien ohjaustyöskentelyä koskevan kyselyn yksi keskeisimmistä havainnoista oli päivystäjien väliset eroavaisuudet ohjaustavoissa. Tämä on järjestelmien uskottavuuden kannalta negatiivinen ilmiö: jos eri päivystäjien tulkinnat vallitsevista keliolosuhteista sekä syyt eri ohjauspäätöksiin poikkeavat toisistaan, saattaa tietyissä (likimain samoissa) keliolosuhteissa ohjauspäätökset erota toisistaan systemaattisesti. Tämä on tienkäyttäjän kannalta hämmentävää ja voi heikentää järjestelmien uskottavuutta sekä turvallisuusvaikutuksia.

Kyselyn perusteella ohjauspäätösten tekeminen aikaisempiin kokemuksiin perustuen oli yleisimpiä tapoja reagoida ohjausehdotuksiin. Liiallinen kokemuksiin nojautuminen voi johtaa (systemaattisesti) virheellisiin ohjauspäätöksiin

Päivystäjien ohjaustapaeroista saattaa kertoa myös päivystäjien seurantajakson kirjaukset, joissa syyksi tehtyyn ohjauspäätökseen ilmoitettiin ohjausehdotuksen laukaisevan tiesäänturin mittausarvo. Tapaukset luokiteltiin analyysivaiheessa luokkaan "ohjausehdotus vastaa (muuttuneita) olosuhteita". Tämän voidaan kuitenkin tulkita tarkoittavan sitä, että päivystäjä on tietoinen ohjausehtojen sisällöstä (minkä raja-arvon alittuessa / ylittyessä tietty ohjausehdotus ilmaantuu), mutta varmennusta siitä, vastaavatko todelliset olosuhteet anturin näyttämää, ei ole tehty. Tällöin päivystäjä varmentaisi ainoastaan sen, toimiiko suosituslaskenta ohjausehtojen mukaisesti, mikä ei ole päivystäjän rooli ohjausprosessissa.

Järjestelmien suosituslaskennat eivät ole keskenään yhtenäisiä. Tästä saattaa seurata vastaavanlaisia vaikutuksia kuin päivystäjien välisistä ohjaustapaeroista. Merkittävimpana erona havaittiin Muurla - Lohja -järjestelmän muista poikkeava nopeusrajoitusohjaus. Sekä päivystäjien ohjaustyön yhtenäistäminen että ohjauksen automatiikan järjestelmäkohtaisten erojen poistaminen johtaisivat tienkäyttäjän kannalta selkeämpään ohjaukseen.

Päivystäjille järjestetyn seurantajakson kirjausten sekä kyselyn perusteella useamman kelijakson rajoitusten pitäminen yhtenäisenä on tärkeä syy ohjauspäätöksille. Tätä voidaan pitää kyseenalaisena tapana toimia, koska kelijaksoihin jaetun järjestelmän eräänä vahvuutena voidaan pitää mahdollisuutta reagoida paikallisiin olosuhdevaihteluihin.

Seurantajakson kirjausten perusteella joka viides järjestelmien ohjausehdotuksista on selkeästi tilanteeseen sopimaton, mutta tämä ei ole ainoa syy jättää ehdotuksia hyväksymättä. Kirjausten perusteella kaikkiaan noin kaksi kolmesta ohjausehdotuksesta hyväksytään. Samankaltaiset tulokset saatiin, kun päivystäjille järjestetyssä kyselyssä päivystäjiä pyydettiin antamaan oma arvio hyväksymiensä ohjausehdotusten määrästä. Kun hyväksyty-

jen ohjausehdotusten (nopeusrajoitusohjaus) määrää tutkittiin järjestelmien lokitietojen perusteella, havaittiin hyväksymisprosenttien olevan huomattavasti kirjausten ja kyselyn tuloksia pienempiä. Mahdollisia syitä havaittuun on listattu alla:

- Järjestelmien lokitiedoissa havaittiin tutkimusten aikana epäjohdonmukaisuuksia, joten lokitiedoista saadut prosenttiluvut saattavat olla osittain virheellisiä.
- Kyselyyn ja seurantajaksoon perustuvat havainnot ovat luonnollisesti epävarmoja, koska ne perustuivat subjektiivisiin näkemyksiin, ja ainakin kyselyn osalta vastaajien määrä jäi melko pieneksi.
- Seurantajakson kirjausten ja todellisten ohjaustapahtumien lukumäärien vastaavuutta ei tutkittu, joten seurantajaksosta laskettu hyväksymisprosentti saattaa olla harhaanjohtava (esimerkiksi kaikkia hyväksymättä jätettyjä ohjausehdotuksia ei kirjattu)
- On myös hyvin mahdollista, että päivystäjät eivät huomaa osaa ohjausehdotuksista (jotka "vanhetessaan" poistuvat käyttöliittymien näytöiltä).

Tulosten perusteella päivystäjien rooli on ohjauksessa päätöksen tekijöinä eikä vain ”koneenkäyttäjinä”. Päivystäjät suhtautuvat ohjausehdotuksiin kriittisesti ja heidän näkemyksen mukaan järjestelmien tuottamat ohjausehdotukset ovat ajoittain tilanteeseen sopimattomia. Edellä mainittujen perusteella, ehdottava ohjaus on oikea lähestymistapa sää- ja keliyhjattujen nopeusrajoitusjärjestelmien toteuttamiseksi (verrattuna automaattiseen ohjaukseen, jossa nopeusrajoitukset asetetaan ainoastaan automatiikan havaintojen perusteella). Tulee myös todeta, että automatiikan ohjausehdotuksissa on kehitettävää: mitä enemmän järjestelmien tuottamia ohjausehtoja jätetään hyväksymättä, sitä merkityksetömämmäksi ehdotuksien rooli ohjausprosessissa jää.

Tutkittaessa päivystäjien ohjauspäätösten vaikutuksia liikennevirtaan, todettiin, että päivystäjät onnistuvat tienkäyttäjien ajonopeuksien perusteella ohjaustyössään. Tuloksista pääteltiin, että tienkäyttäjät hyväksyvät useimmiten päivystäjien asettaman nopeusrajoituksen. Tulosten analyysissä käytetyt ajonopeuksien muutokset ja niiden tulkinta (tietyn nopeustason muutoksen jälkeen ohjaus tulkitaan oikeaksi ja tienkäyttäjät ovat hyväksyneet rajoituksen) perustuivat aikaisempiin tutkimuksiin sekä uskottavien nopeusrajoitusten oletettuihin vaikutuksiin (tilanteeseen sopivaa rajoitusta noudatetaan todennäköisemmin). Seuraavat tutkimusasetelman heikkoudet tulee huomioida tuloksia arvioitaessa:

- Riippuen päivystäjän reaktionopeudesta suosituslaskennan muutokseen, vertailutien ajoneuvohavaintojen lukumäärä saattaa jäädä vähäiseksi. Tämä korostui tutkimuksen painottuessa hiljaisen liikenteen aikaan.
- Suosituslaskenta ei ole reaaliaikainen, joten varsinkin nopeissa kelimuutoksissa se saattaa olla tilanteesta jäljessä useita minutteja
- Keliolosuhteet oletettiin staattisiksi, eli alkutilanteen kelin oletetaan muuttuvan hetkessä toiseksi, eli seurattavaksi keliksi.

On myös mahdollista, että valtatiellä 1 nopeuskäyttäytyminen ei vastaa kirjallisuuden perusteella valittuja rajoja ja oletus siitä, että nopeustasojen (merkittävä) muutos tarkoittaa nopeusrajoituksen hyväksymistä, ei päde. Tienkäyttäjien voidaan olettaa laskevan ajonopeuksiaan myös esimerkiksi ylinopeussakkojen välttämiseksi, olivat he mitä mieltä tahansa asetetun rajoituksen oikeellisuudesta. Tällöin tulosten tulkinta on liian optimistinen. Tutkimusasetelmassa määritellyn vertailutilanteen (jonka tarkoitus oli demonstroida pelkän kelin nopeusvaikutuksia) ajoneuvohavainnot jäivät niin pieneksi, että pelkän kelin

nopeusvaikutuksista ei voitu tehdä päätelmiä. Tulosten perusteella on kuitenkin selvää, että nopeusrajoitusten muuttaminen vaikutti ajonopeuksiin, mikä täyttää järjestelmien turvallisuuteen liittyviä tavoitteita.

Päivystäjien reagointi ohjausehdotuksiin oli tutkimuksen perusteella usein hidasta. Tämä saattaa johtua siitä, että päivystäjät ovat odottaneet olosuhteiden huonontumista ennen kuin suorittavat ohjauksen. Jos tämä ei ollut syy (ja näin ei lähtöaineistona toimineiden kirjausten perusteella ollut), ohjausehdotukset odottavat päivystäjien reagointia jopa kymmeniä minutteja. Tällöin järjestelmien turvallisuusvaikutukset osaan tienkäyttäjistä häviää. Eräs syy hitaaseen reagointiin lienee se, että päivystäjillä on valvottavana useita järjestelmiä sekä muita työtehtäviä, jotka usein kasaantuvat juuri huonojen kelien aikoina. Yhden työvuoron aikana tieliikennekeskuksissa työskentelee vain muutamia päivystäjiä.

Keliohjauksen tulevaisuuden tarpeita tutkittiin tiesääasemien talvikuukausien mittaushistoriasta. Jokaisen tiesääaseman mittauksista laskettiin keliolosuhteet, jolloin 120 km/h nopeusrajoitus olisi ollut ohjaussuositus, jos talvinopeusrajoituskautta ei olisi. Havaittiin, että aikaisimpina vuosina erinomaisia ajokelejä on esiintynyt hyvinkin paljon. Ajoittain reilusti yli puolet talvikuukauden keleistä on ollut tiesääasemien mittausten perusteella moitteettomia. Aikaisemmin tässä työssä tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että automaatiikan suositukset eivät aina ole luotettavia. Tästä johtuen saadut tulokset erinomaisien kelien esiintymisestä eivät välttämättä ole luotettavia. Talvikelien esiintyminen vaikuttaa kuitenkin vaihtelevan kuukausittain erittäin paljon. Tällöin talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituskäytännön voidaan ajatella heikentävän järjestelmien uskottavuutta.

Tiesääasemien mittaustulosten hajonta oli ajoittain suurta, johon vaikuttanee paikallisten olosuhdevaihtelujen suuri esiintyminen (joita asiantuntija-arvion mukaan on paljon esimerkiksi Turku-Muurla – välillä vaihtelevien maastonmuotojen vuoksi). Tästä johtuen päivystäjien työskentelystä havaittu ohjaustapa, joka pyrkii pitämään usean kelijakson ohjaustilan yhtenäisenä, saattaa heikentää liikenneturvallisuutta ja järjestelmien uskottavuutta. Toisaalta, jos paikallinen olosuhde-ero esiintyy vain hyvin lyhyellä matkalla koko kelijakson pituuteen nähden (esimerkiksi helposti jäätyvä siltakansi), ja tiesääasema on sijoitettu havaitsemaan tätä kohtaa tiessä, on perusteltua kyseenalaistaa tiettyjen ohjausehdotusten sopivuus useamman kilometrin matkalle.

Tutkimuksen tueksi laaditun yhteiskuntataloudellisen laskelman perusteella saavutettavat aikasäästöt olisivat likimain yhtä suuret kuin kohonneet ajoneuvo-, ympäristö- ja onnettomuuskustannukset. Laskennassa ei huomioitu sitä, että autoilijan nostaessa ajonopeuttaan talvella kuivalla tiellä nousee ajoneuvokustannukset nastarenkaiden lisääntyneellä kulumisella. Myös päällysteen kulutus kasvaa. Yhteiskuntataloudellisen tarkastelun perusteella talvinopeusrajoituskäytännöstä luopumiselle ei ole painavia syitä. Laskelma ei kuitenkaan liene ainoa tapa arvioida talvinopeusrajoituskäytännöistä luopumisen vaikutuksia, koska laskelmassa ei pystytä huomioimaan niitä mahdollisia positiivisia vaikutuksia, joita joustavilla talvinopeusrajoituksilla voisi olla järjestelmien uskottavuuteen. Tietoa ajokäyttäytymisestä tilanteissa, joissa talvinopeusrajoituskaudella (nykytilanne) ajokeli on erinomainen, ei ollut saatavilla. On hyvin mahdollista, että kyseiset tilanteet (100 km/h rajoitus) jakavat tienkäyttäjien mielipiteitä oikeasta ajonopeudesta, ja tämä johtaa suureen nopeushajontaan. Kasvanut nopeushajonta johtaa helpommin konflikteihin. Talvi- ja pimeänajan rajoituksista luopumisella saattaisi siis olla jopa turvallisuutta parantava vaikutus.

Ohjauksen näkökulmasta tarkasteltuna, lisäämällä talviaikana keliohjaukseen uuden tason (120 km/h nopeusrajoitus), se tarkoittaa muita nopeusrajoituksia. Nykytilanteessa 100 km/h rajoituksen voi talvella tulkita joko erittäin hyväksi olosuhteiksi tai hieman talvisemmiksi. Varoitusmerkkien ja tekstillisten kilpien näyttämät tosin auttavat tulkintaongelmiin.

Järjestelmien suosituslaskenta on toteutettu joustavaksi, joten eri ajankohtina suosituslaskennassa voidaan käyttää eri ohjausehtoja. Merkittävä kysymys kuitenkin on, tulisiko talviajan ohjauspolitiikka vastata erittäin hyvissä olosuhteissa kesän ohjausehtoja. Suosituslaskentaan on mahdollista määritellä nykyiselle talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituskaudelle omat ohjausehdot, jotka huomioisivat eri kelitilanteiden lisäksi esimerkiksi kelonajan. Näin ollen 120 km/h rajoitussuositus voisi olla mahdollinen esimerkiksi ainoastaan päivällä (valoisalla). Joustaviin nopeusrajoituksiin siirtyminen ei vaatisi lisäinvestointeja.

9.3 Jatkotutkimustarpeet ja toimenpide-ehdotukset

Suuri nykytilanteen haaste on keliolosuhteiden muutokseen reagoimiseen kulunut aika. Järjestelmien tuottamat ohjausehdotukset eivät ole läheskään reaaliaikaisia, joten päivystäjien (mahdollinen) pitkä reagointiaika ohjausehdotuksiin järjestelmien viiveen lisäksi on järjestelmien toiminnan kannalta suuri heikkous. Tulevaisuudessa järjestelmien tekninen kehitys on syytä suunnata reaaliaikaisemman ohjauksen tuottamiseen. Eräs potentiaalinen keino olisi säätökien lyhyen aikavälin ennusteiden integroiminen suosituslaskentaan. Täten päivystäjille voitaisiin tuottaa ilmoituksia siitä, että tietyn ajan kulluttua olosuhteet todennäköisesti tulevat muuttumaan.

Kun nykyisiä ja tulevia järjestelmiä pyritään kehittämään, tulee huomioida, että päivystäjät eivät saa palautetta tekemistään ohjauspäätöksistä, lukuun ottamatta harvoja yhteydenottoja tienkäyttäjiltä. Palaute tulisi saada tienkäyttäjien ajotapavalinnoista, jotta päivystäjät voisivat paremmin asettua ohjaustyössään ”ratin taakse”. Reaaliaikainen liikennetilanteen seuranta LAM-pisteiltä voisi tulevissa hankkeissa toimia palautekanavana: ohjauspäätöstä tehdessä ja sen jälkeenkin seurattavat liikennevirran nopeussuureet kertoisivat tienkäyttäjien suhtautumisesta vallitseviin olosuhteisiin ja ohjaustiloihin. Näin ohjauspäätöksiä voitaisiin tulkita oikeiksi tai vääriksi, ja ohjaus kehittyisi. Nykyisin vastaavanlainen järjestelmä on jo käytössä valtatiellä 6 Lappeenrannan kaupungin kohdalla.

Teknisten tekijöiden osalta suurimmat puutteet vaikuttavat olevan Lohja – Kehä III:n liikennetilanneohjauksessa, joka tämän työn alettua jouduttiin poistamaan kokonaan toiminnasta järjestelmässä havaittujen vikojen vuoksi. Myös keliohjausjärjestelmien historiatiedon tallennuksessa havaittiin ongelmia ja data vaikuttaa osittain virheelliseltä. Tietokannat ovat raskaita käyttää tutkimusmielessä niiden valtavan kokonsa vuoksi. Jatkossa tuleekin pyrkiä kevyempiin, vain olennaista tietoa tallentaviin tietokantarakenteisiin. Tulee myös selvittää, onko datalla mahdollisia muita käyttökohteita kuin tutkimus.

Seuraavassa on neljä keskeisintä toimenpide-ehdotusta, joiden avulla nykyisiä järjestelmiä sekä niiden ohjausta voitaisiin kehittää. Ehdotukset koostuvat neljästä osasta. Ongelmassa määritellään ilmennyt puute tai tarve. Toimenpide-ehdotus määrittelee karkealla tasolla toimet, joilla ongelmia voitaisiin ratkaista. Toteutuksessa hahmotellaan tarvittavia resursseja ja avainhenkilöt. Tavoitteelliset vaikutukset ovat skenaario, joka tuottaisi toimenpiteestä suurimman hyödyn.

Järjestelmien ja suosituslaskennan virheelliset lokitiedot

Ongelma:

Jokaisen järjestelmän kohdalla havaittiin, että nopeusrajoitusmerkkien ohjaustilatiedot eivät aina vastanneet voimassaolevan suosituslaskennan ohjausarvoa. Vian voidaan mitä ilmeisimmin olettaa johtuvan lokitietojen kirjoituksessa tapahtuvasta häiriöstä.

Toimenpide-ehdotus:

Järjestelmien ja suosituslaskennan lokikirjoituksen ongelmat tulee selvittää ja korjata. Kun huomioidaan lokitietojen juridinen merkitys (nopeusrajoitusmerkkien tilan varmennus) sekä rooli tutkimustyön lähtöaineistona, tulee niiden olla luotettavia.

Toteutus:

Työn koordinoi Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen VALTTI-yksikkö, jolla on asiantuntemus lokitietojen tallennuksesta sekä lukuoikeudet tietovarastoihin. Yhteistyö tietokantojen teknisten toteuttajien kanssa on avainasemassa.

Tavoitteelliset vaikutukset:

Saavutetaan tietokantojen sisällön luotettavuus. Saadaan uusia näkemyksiä lokitietorakenteiden parhaaseen toteutustapaan tulevia hankkeita varten.

Valtatien 1 järjestelmien suosituslaskennan yhtenäistäminen

Ongelma:

Kolmen eri järjestelmän ohjausehdot suosituslaskennassa eroavat kukin alkuperäisistä suunnitelmistaan, ja myös toisistaan. Erot ovat ajoittain merkittäviä, ja vaikka osa eroista saattaa ilmetä vain poikkeuksellisissa olosuhteissa, niillä on negatiivisia vaikutuksia järjestelmien ohjaukseen ja luotettavuuteen. Osa eroista on täysin perusteltavissa, kuten tuuliohjaus Hepojoen sillalla. Pienetkin erot saattavat kuitenkin aiheuttaa päivystäjille (joilla ei ole tietoa saantofunktioiden eroista) epäluottavaisuutta järjestelmien toimintaan. Tienkäyttäjän kannalta erilaiset ohjaukset samoissa olosuhteissa aiheuttaa hämmennystä.

Toimenpide-ehdotus:

Nykyisten ohjausehtojen valintaperusteet tulee selvittää. Tärkeä kysymys on, ovatko ehtolausekkeiden erot perusteltuja. Selvitystyön perusteella ohjausta yhtenäistetään siltä osin kuin se katsotaan järjestelmien edun mukaiseksi. Selvityksessä myös pohditaan, voitaisiinko suosituslaskennan ehtojen sisältöä kehittää esimerkiksi lisäämällä ehtoihin vielä käyttämättömiä mittaustietolajeja. Toimenpide tukee ”Päivystäjien ohjaustapojen yhtenäistäminen”-ehdotusta (ohjausehtojen sisältö sekä syyt).

Toteutus:

Toimenpiteen suorittaa työryhmä, joka koostuu ELY-keskusten ja erityisesti VALTTI-yksikön asiantuntijoista sekä tieliikennekeskusten edustajista. Ulkoisen asiantuntijan ja koordinaattorin käyttö saattaa tulla kyseeseen.

Tavoitteelliset vaikutukset:

Ohjausehdot yhtenäistyvät ja tietämys ehtojen perusteista leviää. Järjestelmien ohjaus kehittyy. Uusia ohjaustapoja voidaan soveltaa tuleviin järjestelmiin. Tienkäyttäjät kokevat järjestelmien kehittyvän.

Päivystäjien ohjaustapojen yhtenäistäminen

Ongelma:

Yleisesti todettiin, että päivystäjien ohjauspäätökset ovat tilanteisiin sopivia ja niillä on vaikutuksia liikennevirtaan. Päivystäjien haastattelujen ja kirjausjakson tulosten perusteella kuitenkin voidaan todeta, että päivystäjien tavoissa reagoida ohjausehdotuksiin on eroja. Tällä saattaa olla vaikutuksia sekä liikenneturvallisuuteen että järjestelmien uskottavuuteen tienkäyttäjien kannalta. Ilmeni myös tarvetta kertaus- ja täydennyskoulutukseen, jotta mahdolliset tietotaitoerot kaventuisivat.

Toimenpide-ehdotus:

Järjestetään päivystäjille koulutusta järjestelmien ohjaamiseen. Koulutuksessa avainasemassa on muun muassa seuraavat asiat:

- *Nykyisten, järjestelmäkohtaisten ohjausehtojen sisältö ja syyt kyseisten ehtojen valintaan.*
- *Linjaus siitä, kuinka tärkeää on useamman kelijakson rajoitusten pitäminen yhtenäisenä. Tämän työn tutkimusten perusteella kelijaksojen yksilöllinen ohjaaminen parantaa järjestelmien uskottavuutta ja lisää turvallisuutta.*
- *Tiesäätietojen analysointi: miten (vai voidaanko ylipäätään) yksittäisten havaintojen totuudenmukaisuus varmentaa muiden anturitietojen avulla.*
- *Olosuhteiden, eli ohjausehdotusten ”oikeellisuuden” varmennus: painotetaan, ettei keliolosuhteiden varmennuksen tule perustua siihen, että tarkastetaan sen anturin mittausarvo, joka laukaisee ehdotuksen. Tällöin ei varmenneta keliolosuhteita vaan automatiikan toimintaa. Varmennuksen tulee kohdistua siihen, voiko kyseinen mittausarvo olla oikea. Tämä tapahtuu kelikamerakuvan avulla sekä muiden antureiden arvojen perusteella.*
- *Hoitourakoitsijoiden toiminnan vaikutukset keliolosuhteisiin.*

Toteutus:

Koulutuksen järjestää tieliikennekeskuksien johto. Koulutusmateriaali valmistellaan työpajassa, johon osallistuvat tieliikennekeskuksien päälliköt, päivystäjien edustajia, ELY-keskuksien asiantuntijoita sekä mahdollisesti ulkopuolisia asiantuntijoita. Koulutus voidaan järjestää esimerkiksi vuosittain.

Tavoitteelliset vaikutukset

Koulutus kaventaa eroja osaamisessa ja selkeyttää käsityksiä järjestelmien tavoitteista. Ohjaustapojen yhtenäistyminen vaikuttaa positiivisesti tienkäyttäjien käsityksiin järjestelmästä. Uuden oppiminen saattaa lisätä motivaatiota ohjaustyöhön. Koulutusmateriaalia valmisteltaessa saatetaan löytää keinoja kehittää järjestelmiä eteenpäin.

Keliohjaus ilman talvi- ja pimeänajan nopeusrajoituksia

Ongelma:

Järjestelmien yksi päätavoitteista on ollut joustavat nopeusrajoitukset ympärivuotisesti. On arvioitu, että talvinopeusrajoitukset heikentävät keliohjattujen järjestelmien uskottavuutta. Vaikka tämän työn laskelman mukaan saatavat vuotuiset, euromääräiset hyödyt tulisivat olemaan vähäisiä, tulee huomioida, että ratkaisul-

la saattaa olla kauaskantoisempia vaikutuksia. Kokeilulla saattaa kuitenkin olla negatiivisia vaikutuksia liikenneturvallisuuteen.

Toimenpide-ehdotus:

Järjestetään talviaikana koejakso, jonka aika korkeimmaksi nopeusrajoitukseksi voidaan asettaa 120 km/h. Koejaksolla tutkitaan tienkäyttäjien ajotapavalintoja erittäin hyvillä keleillä. Vertailukohteena toimii moottoritieosuus, jolla talvinopeusrajoituksia ei ole poistettu. Lähtöaineistoksi kartoitetaan nykytilanteen ajokäyttäytyminen hyvillä keleillä talvinopeusrajoituskaudella, jotta saadaan vertailutilanne myös samaiselta tieosuudelta. Kartoitetaan tienkäyttäjien kokemuksia. Näkökulmina ovat turvallisuus sekä autoilijoiden luottamus järjestelmien toimintaan.

Toteutus:

Koejakso toteutetaan valtatie 1:llä, ja erityisesti Lohja – Kehä III – järjestelmän kelijaksoilla. Valintaa perustelevat seuraavat seikat:

- Osuus on liikennemääriltään melko vaihteleva, jolloin tutkimustulokset ovat peilattavissa usealle Suomen tieosuudelle.
- Järjestelmän liikennetilanneohjauksen (liikennevirran nopeus ja liikennemäärät LAM-pisteiltä) ohjauspäätösten vaikutuksia voidaan seurata reaaliaikaisesti.
- Järjestelmä on otettu käyttöön muutama vuosi sitten, joten nykytilanteen kartoittamiseksi on saatavilla historiatietoa (esim. tiesääsemistä).

Koejakson tulee kestää koko talven, jotta kerätään tarpeeksi kokemuksia hyvistä olosuhteista. Koejaksoa ei tule suorittaa tiesoilla, joissa tien vaakageometria on poikkeuksellisen jyrkkä. Tienkäyttäjien kokemuksia kartoitetaan esimerkiksi Internet-kyselyllä. Teknisesti (järjestelmiin liittyvät muutokset) koejaksoon valmistautuminen on suhteellisen vaivatonta, koska talvinopeusrajoituskausi on määriteltä suosituslaskennan saantofunktioihin. Tämä asetetus on helposti poistettavissa.

Koejakso toteutetaan konsulttityönä siten, että koejärjestelyiden suunnitteluun ja ohjausryhmään osallistuu Liikenneviraston ja ELY-keskusten asiantuntijoita. Kokeiluun tarvitaan ministeriötasoinen lupa.

Tavoitteelliset vaikutukset:

Talvinopeusrajoituksista luopuminen keliohjatulla osuuksilla tuo ennustettua enemmän aikasäästöjä ja yhtenäistää autoilijoiden ajonopeuksia. Tienkäyttäjät kokevat nykytilanteen parantuneen. Kokeilusta seuraa valtakunnallinen käytäntö. Järjestelmien uskottavuus kasvaa. Saatujen kokemusten perusteella järjestelmiä voidaan kehittää edelleen.

Kirjallisuus

- Autoalan tiedotuskeskus 2011: Internet-sivu, www.aut.fi. Viitattu 15.8.2011.
- Beilinson, L. Salusjärvi, M. Hatakka, M. 2007: Liikenneturvallisuuden parantaminen E18-tiellä ja siihen liittyvillä Suomen ja Venäjän välisillä liikenneyhteyksillä. Selvitys. Helsinki 2007. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 22/2007. 58s. ISSN 1795-4045. ISBN 978-952-201-873-1.
- Estlander, K. 1995: Sään ja kelin vaikutukset eri ajoneuvoryhmien nopeuksiin. Helsinki 1995. Tielaitos, keskushallinto. Tielaitoksen selvityksiä 23/1995, 90s. + liitt. 16s. TIEL 3200301, ISBN 951-726-057-1, ISSN 0788-3722
- ETSC (European Transport Safety Council). 2010: ETSC Speed Fact Sheet 7 – Setting Appropriate, Safe, and Credible Speed Limits. ETSC 2010. Saatavana: <http://www.etsc.eu/documents/Speed%20Fact%20Sheet%207.pdf> (PDF)
- Goodwin, L. C. 2003. Best Practises for Road Weather Management. Version 2.0. Saatavana: http://ops.fhwa.dot.gov/weather/best_practices/CaseStudiesFINALv2-RPT.pdf
- Heinijoki, H, Koivuniemi, M, Ehrola, E. 1990: Talvikelien esiintyminen ja vaikutukset ajettavuuteen ja ajokäyttäytymiseen. Oulu, 1990. Oulun yliopiston tie- ja liikennetekniikan laboratorion julkaisuja 6. ISBN 951-42-3007-8, ISSN 0785-4137
- Heinijoki, H. 1994: Kelin kokemisen, rengaskunnon ja rengastyypin vaikutus nopeuskäyttäytymiseen. Helsinki 1994. Tielaitos, Liikenteen palvelukeskus. Tielaitoksen selvityksiä 19/1994. 99s. + liitt. 60s. ISSN 0788-3722, ISBN 951-47-9098-7, TIEL 3200229
- Hemmilä, P. 2006: Toimenpidealoite: Vaihtuvien nopeusrajoitusten käyttöönotto. TPA 64/2006 vp. Kansanedustaja Pertti Hemmilän (kok.) toimenpidealoite vuoden 2006 valtiopäivillä.
- Hemmilä, P. 2009: Kirjallinen kysymys: E18-tein liikenteenohjausjärjestelmien kehittäminen. KK 585/2009 vp. Kansanedustaja Pertti Hemmilän (kok) kirjallinen kysymys vuoden 2009 valtiopäivillä.
- Hogema, J. Horst, R. van der. 1997: Evaluation of A16 motorway fog-signalling system with respect to driving behaviour. In: Transportation Research Record, vol. 1573, p. 63-67.
- Johansen, R. 2010. Traction control – What it is and how it works? Internet-artikkeli (SecurityDriver.com). Viitattu 27.1.2011. Saatavissa: <http://www.securitydriver.com/aic/stories/article-111.html>
- Kangas, J. 2005: Autojen nopeudet pääteillä vuonna 2004. Helsinki 2005. Tiehallinto. Tiehallinnon selvityksiä 63/2005. 32s. + liitt. 42s. ISSN 1459-1553, ISBN 951-803-646-2, TIEH 3200976-v

- Kilpeläinen M. Summala, H. 2002: Kelitiedotuksen kokeminen ja vaikutukset. Helsinki 2002. Tiehallinnon selvityksiä 59/2002. 42s. + liitt. 4s. ISSN 1457-9871, ISBN 951-726-976-5. TIEH 3200792.
- Kilpeläinen, M. Summala, H. 2007: Effects of weather forecasts on driver behaviour. Transportation Reserch Part F 10 (2007) s. 288-299.
- Kulmala, R (VTT). 2008: Älykkäät ajoneuvot – uhka, haaste vai uusi työkalu tielaitoksille? Väylät ja liikenne 2008-seminaarin esitelmä (8.- 9.10.2008, Tampere)
- Liikennevirasto. 2010: Liikennemääräkartta 2009. Saatavissa Internetistä: <http://www.tiehallinto.fi/pls/wwwedit/docs/26602.PDF>. Viitattu 13.1.2011.
- Lindqvist, A. Landerfors, L. 2008: Variable hastighet – resultatrapport. Vägverket 2008. Publication 2008:77. Vägverket, Teknikavdelningen. ISSN 1401-9612
- Luukkanen, L. Rajalin, S. 2003: Autoilijoiden ajonopeudet. Liikenneturva 2003. Liikenneturvan tutkimusmonisteita 96/2003. 20s. ISBN 951-560-116-9
- Malmivuo, M. Kärki, O. 2002: Ajokeliin liittyvä riski. Helsinki 2002. Tiehallinto. Tiehallinnon selvityksiä 39/2002. 65s. + liitt. 7 s. ISSN 1457-9871, ISBN 951-726-921-8, TIEH 3200770
- Malmivuo, M. Peltola, H. 1997: Talviajan liikenneturvallisuus, tilastollinen tarkastelu 1991 – 1995. Helsinki 1997. Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 6/1997. 71 s. ISSN 0788-3722; 6/1997
- van Nes, N. Brandenburg, S. Twisk, D. 2010: Improving homogeneity by dynamic speed limit systems. Accident Analysis & Prevention, Volume 42, Issue 3, Assessing Safety with Driving Simulators. Elsevier Ltd. 2010. 9s. ISSN 0001-4575
- OECD, European Conference of Ministers of Transport 2006: Speed Management. Ranska 2006, OECD Publishing. 282s. ISBN 92-821-0377-3
- Rämä, P. 1997: Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vaikutukset Kotka – Hamina -moottoritieellä. Helsinki 1997, Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 1/1997, 64s. + liitt. 23s. ISBN 951-726-311-2. ISSN 0788-3722. TIEL 320 0488.
- Rämä, P. 2001: Effects of weather-controlled variable message signing on driver behaviour. Espoo 2001. VTT Publications 447. 55s. + liitt. 50s. ISBN 951-38-5872-3
- Rämä, P. Schikoroff, A. Rajamäki, R. 2003: Muuttuvien nopeusrajoitusjärjestelmien turvallisuus. Helsinki 2003. Tiehallinto, Palvelujen suunnittelu. Tiehallinnon selvityksiä 54/2003. 46s. + liitt. 8s. ISSN 1459-9871, ISBN 951-803-154-1, TIEH 3200841
- Salli, R. Lintusaari, M. Tiikkaja, H. Pöllänen, P. 2008: Keliolosuhteet ja henkilöautoliikenteen riskit. Tampere 2008. Tampereen teknillinen yliopisto. Tiedonhallinnan ja logistiikan laitos. Liikenne- ja kuljetusjärjestelmät. Tutkimusraportti 68. 70 s. ISBN 978-952-15-1966-6 (PDF)

- Schikoroff, A. Rämä, P. Tuomainen, A. 2005: Vaihtuvien nopeusrajoitusten laajamittainen käyttö Suomessa. Helsinki 2005. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 89/2005. 52s. ISSN 1795-4045. ISBN 952-201-476-1.
- Schikoroff, A. Vitikka, A. 2001: Muuttuvat nopeusrajoitukset autoilijoiden kokemina. Helsinki 2001, Tiehallinto, liikenteen palvelut. Tiehallinnon selvityksiä 50/2001. 34s. + liitt. 6s. ISSN 1457-9871, ISBN 951-726-799-1, TIEH 3200696.
- Sihvola, N. Rämä, P. 2008: Kuljettajien käsityksiä kelistä ja kelitiedotuksesta – tienvarsihaastattelu talvikelissä. Helsinki 2008. Tiehallinnon selvityksiä 16/2008. 62s. + liitt.10s. ISSN 1459-1553, ISBN 978-952-221-070-8, TIEH 3201096-v
- Tervahattu, H. 2008: Vierintämelun väheneminen. VIEME-tutkimus- ja kehittämishankkeen loppuraportti. Helsinki 2008. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 4/2008. 98s. ISSN 1795-4045. ISBN 978-952-201-683-6
- Tiehallinto. 2009: Nopeusrajoitukset: 16.9.2009. Helsinki 2009, Tiehallinto. 56s + liitel. ISBN 978-952-221-277-1 (pdf). TIEH 2100063-v-09 Suunnitteluvaiheen ohjaus
- Vaisala. 2001: ROSA Weather Station, Site and Sensor Location – Technical Reference. Vaisala 2001. M010031en-B

LIITTEET

**KELILUOKITUS SUUNNITELMIEN PERUSTEELLA
Turku – Muurla, Muurla – Lohja, Lohja – Kehä III****Keliluokka A (120 km/h), erittäin hyvä keli (kaikki seuraavat ehdot täyttyvät):**

- keli on kuiva, kostea tai märkä
- ei ole kohtalaista tai runsasta sadetta
- tiesääasema ei ilmoita muita varoituksia kuin sade
- näkyvyys on yli 300 metriä
- tuulen keskinopeus < 15 m/s
- talvinopeusrajoituksia ei ole kytketty päälle

Keliluokka B (100 km/h), hyvä keli (jokin seuraavista ehdoista täyttyy):

- näkyvyys on 300 metriä tai vähemmän, mutta yli 200 metriä
- tuulen keskinopeus \geq 15 m/s
- sadeanturi ilmoittaa kohtalaisesta sateesta

Keliluokka C (80 km/h), huono keli (jokin seuraavista ehdoista täyttyy):

- tiellä on lunta tai jäätä ja tien pinnan lämpötila on alle + 2 °C
- tien pinta on märkä tai märkä ja suolainen ja sataa runsaasti vettä, räntää tai lunta
- sataa runsaasti lunta tai räntää
- sataa alijäähtynyttä vettä
- näkyvyys on alle 200 metriä

Keliluokka D (60 km/h), erittäin huono keli (toinen seuraavista ehdoista täyttyy):

- runsasta lumi- ja räntäsadetta JA tiellä on lunta tai jäätä sekä tienpinnan lämpötila on alle + 2 °C JA näkyvyys on alle 100 metriä
- liikenneolosuhteet ovat muutoin poikkeukselliset huonot

- Muut tilanteet kuuluvat kesänopeusrajoitusten aikaan keliluokkaan B ja talvinopeusrajoitusten aikaan keliluokkaan C.

- Talvinopeusrajoituskaudella keliluokka A ei ole mahdollinen.

- Kaikki ajoradan tilaa kuvaavat havainnot perustuvat oikeanpuoleisen kaistan anturitietoihin.

**VAROITUSMERKIN JA TIEDOTUSOPASTEEN YHDISTELMISSÄ (VME/TIO) NÄYTETTÄVÄT MERKIT JA VIESTIT
SÄÄ- JA KELIOHJAUS, SUUNNITELMIEN PERUSTEELLA
TURKU - MUURLA**

| OLOSUHDE- LUOKKA | VAROITUS | VME | TIO | HAVAINTO (HAVAITSIJA) |
|---------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------|---|
| A | TUULI | muu vaara (189) | "VOIMAKAS TUULI" | Keskituulenopeus \geq 12 m/s |
| B | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "PAIKOIN SUMUA" | Näkyvyys \leq 300 m (näkyvyysanturi) |
| B | LUMI tai JÄÄ | liukas ajorata (144) | "ILMA XX °C" "TIE XX °C" | Lunta tai jäätä JA tien pinnan lämpötila $<$ 2 °C (tieanturi) |
| B | TUULI | muu vaara (189)* | "VOIMAKAS TUULI" | Keskituulenopeus \geq 15 m/s |
| C | MÄRKÄ TIENPINTA | muu vaara (189) | "VESILIIRTO" | Tienpinta märkä TAI märkä ja suolainen (tieanturi) JA runsasta sadetta (sadeanturi) |
| C | LUMI tai JÄÄ | liukas ajorata (144) | "ILMA XX °C" "TIE XX °C" | Lunta tai jäätä JA tien pinnan lämpötila $<$ 2 °C (tieanturi) |
| C | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "PAIKOIN SUMUA" | Näkyvyys $<$ 200 m (näkyvyysanturi) |
| C | TUULI | muu vaara (189)* | "VOIMAKAS TUULI" | Keskituulenopeus \geq 15 m/s |
| D | LUMI- tai RÄNTÄSADE | liukas ajorata (144) | "ILMA XX °C" "TIE XX °C" | Runsasta lumi- tai räntäsadetta (sadeanturi) JA tiellä on lunta tai jäätä (tieanturi) JA tien pinnan lämpötila $<$ 2 °C (tieanturi) |
| D | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "PAIKOIN SUMUA" | Näkyvyys $<$ 100 m (näkyvyysanturi) |

*) Hepojoen sillalla sivutuuli-merkki (183)

LÄHDE: MUUTTUVIEN NOPEUSRAJOITUSTEN SEKÄ MUUTTUVAN VAROITUSMERKIN JA TIEDOITUSTAULUN YHDISTELMIEN
OHJAUSPERIAATTEET KAKSIAJORATAISELLA TIELLÄ VT1 VÄLILLÄ TURKU - MUURLA (TIEHALLINTO, 16.6.2005)

**VAROITUSMERKIN JA TIEDOTUSOPASTEEN YHDISTELMISSÄ (VME/TIO) NÄYTETTÄVÄT MERKIT JA VIESTIT
SÄÄ- JA KELIOHJAUS, SUUNNITELMIEN PERUSTEELLA
MUURLA - LOHJA**

| OLOSUHDE- LUOKKA | VAROITUS | VME | TIO | HAVAINTO (HAVAITSIJA) |
|---------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------------|---|
| A | TUULI | muu vaara (189) | "KOVA TUULI" (1) "HÅRD VIND" (2) | Keskituulenoisuus ≥ 12 m/s |
| B | LUMI tai JÄÄ | liukas ajorata (144) | "ILMA XX °C LUFT" "TIE XX °C VÄG" | Lunta TAI jäätä JA tien pinnan lämpötila < 2 °C (tieanturi) |
| B | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "HUONO NÄKYVYYS" "DÄLIG SIKT" | Näkyvyys ≤ 300 m (näkyvyysanturi) |
| B | TUULI | muu vaara (189) | "KOVA TUULI" (1) "HÅRD VIND" (2) | Keskituulenoisuus ≥ 15 m/s |
| C | MÄRKÄ TIENPINTA | muu vaara (189) | "VESILIIIRTOVAARA" "VATTENPLANING" | Tienpinta märkä TAI märkä ja suolainen (tieanturi) JA runsasta sadetta (sadeanturi) |
| C | LUMI tai JÄÄ | liukas ajorata (144) | "ILMA XX °C LUFT" "TIE XX °C VÄG" | Lunta TAI jäätä JA tien pinnan lämpötila < 2 °C (tieanturi) |
| C | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "HUONO NÄKYVYYS" "DÄLIG SIKT" | Näkyvyys < 200 m (näkyvyysanturi) |
| C | TUULI | muu vaara (189) | "KOVA TUULI" (1) "HÅRD VIND" (2) | Keskituulenoisuus ≥ 15 m/s |
| D | LUMI- tai RÄNTÄSADE | liukas ajorata (144) | "ILMA XX °C LUFT" "TIE XX °C VÄG" | Runsasta lumi- tai räntäsadetta (sadeanturi) JA tiellä on lunta tai jäätä (tieanturi) JA tien pinnan lämpötila < 2 °C (tieanturi) |
| D | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "HUONO NÄKYVYYS" "DÄLIG SIKT" | Näkyvyys < 100 m (näkyvyysanturi) |

ENTISEN TURUN TIEPIIRIN PUOLELLA VIESTIT VAIN SUOMEKSI.
VIESTIT, JOISSA MERKINNÄT (1) JA (2), NÄYTETÄÄN VUOROTELLEN.

**LISÄKSI SUUNNITELMASSA R12/T101-2 ON
MÄÄRITELTY SEURAAVAT VIESTIT:**
VIESTIEN NÄYTTÖPERUSTEITA
EI OLE DOKUMENTOITU SUUNNITELMISSA

| |
|---|
| "JÄÄTÄ TIELLÄ" (1) "IS PÅ VÄGEN" (2) |
| "LIUKASTA" "HALKA" |
| "VETTÄ TIELLÄ" (1) "VATTEN PÅ VÄGEN" (2) |
| "HUONO AJOKELI" (1) "DÄLIG VÄGLAG" (2) |
| "SUMUA" "DIMMA" |
| "HÄIKÄISYVAARA" "BLÄNDFARA" |

LÄHTEET: MUUTTUVIEN NOPEUSRAJOITUSTEN SEKÄ MUUTTUVAN VAROITUSMERKIN JA TIEDOTUSOPASTEEN YHDISTELMIEN
OHJAUSPERIAATTEET VALTATIELLÄ 1 VÄLILLÄ MUURLA - LOHJA (VERSIO 1.1 / 8.11.2007)

E18 MUURLA - LOHJA - LIIKENTEENHALLINTAJÄRJESTELMÄN TOIMINTAPERIAATE (R12/T101-2)

VAROITUSMERKIN JA TIEDOTUSOPASTEEN YHDISTELMISSÄ (VME/TIO) NÄYTETTÄVÄT MERKIT JA VIESTIT SÄÄ, KELI- JA LIIKENNETILANNEOHJAUS, SUUNNITELMIEN PERUSTEELLA LOHJA - KEHÄ III

| OLOSUHDE-LUOKKA | VAROITUS | VME | TIO | HAVAINTO |
|-----------------|----------------------------|----------------------|---|---|
| A | TUULI | muu vaara (189) | "VOIMAKAS TUULI" "HÅRD VIND" | Keskituulennopeus ≥ 12 m/s |
| B | VILKAS LIIKENNE | - | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Oikean ja vasemman kaistan liikennemäärä yhteensä yli 3200 ajon./h (LAM-piste) |
| B | VILKAS LIIKENNE | - | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Oikean kaistan nopeussuure $v_k \leq 90$ km/h (LAM-piste) |
| B | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "HUONO NÄKYVYYS" "DÅLIG SIKT" | Näkyvyys ≤ 300 m (näkyvyysanturi) |
| B | LUMI tai JÄÄ | liukas ajorata (144) | "ILMA XX °C LUFT" "TIE XX °C VÄG" | Lunta tai jäätä JA tien pinnan lämpötila < 2 °C (vasemman kaistan anturi) |
| B | KOHTALAINEN SADE | - | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Kohtalaista sadetta (sadeanturi) |
| B | TUULI | muu vaara (189) | "VOIMAKAS TUULI" "HÅRD VIND" | Keskituulennopeus ≥ 15 m/s |
| C | ALIJÄÄHTYNYT VESISADE | liukas ajorata (144) | "JÄÄTÄVÄ SADE" "ISBILDANDE REGN" | Alijäähtynyttä tihkusadetta tai sadetta (PWD22) |
| C | MÄRKÄ TIENPINTA | muu vaara (189) | "VESILIIRTO" "VATTENPLANING" | Tienpinta märkä tai märkä ja suolainen (tieanturi) JA runsasta sadetta (sadeanturi) |
| C | LUMI tai JÄÄ | liukas ajorata (144) | "ILMA XX °C LUFT" "TIE XX °C VÄG" | Lunta tai jäätä JA tien pinnan lämpötila < 2 °C (tieanturi) |
| C | LUMI tai JÄÄ | liukas ajorata (144) | "HUONO AJOKELI" "DÅLIGT VÄGLAG" | Lunta tai jäätä JA tien pinnan lämpötila < 2 °C (tieanturi) |
| C | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "HUONO NÄKYVYYS" "DÅLIG SIKT" | Näkyvyys < 200 m (näkyvyysanturi) |
| C | RUUHKA | ruuhka (133) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Oikean kaistan nopeussuure $v_k \leq 70$ km/h (LAM-piste) |
| C | RUNSAS LUMI- tai RÄNTÄSADE | - | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Runsasta lumi- TAI räntäsadetta (sadeanturi) |
| C | TUULI | muu vaara (189) | "VOIMAKAS TUULI" "HÅRD VIND" | Keskituulennopeus ≥ 15 m/s |
| D | LUMI- tai RÄNTÄSADE | liukas ajorata (144) | "ILMA XX °C LUFT" "TIE XX °C VÄG" | Runsasta lumi- tai räntäsadetta (sadeanturi) JA tiellä on lunta tai jäätä (tieanturi) JA tien pinnan lämpötila < 2 °C (tieanturi) |
| D | LUMI- tai RÄNTÄSADE | liukas ajorata (144) | "VAARALLINEN AJOKELI" "FARLIGT VÄGLAGT" "TIE XX °C VÄG" | Runsasta lumi- tai räntäsadetta (sadeanturi) JA tiellä on lunta tai jäätä (tieanturi) JA tien pinnan lämpötila < 2 °C (tieanturi) |
| D | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "HUONO NÄKYVYYS" "DÅLIG SIKT" | Näkyvyys < 100 m (näkyvyysanturi) |
| D | RUUHKA | ruuhka (133) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Oikean kaistan nopeussuure $v_k < 50$ km/h (LAM-piste) |

S = Näytetään vain ajoradan sivuun asennetuissa tiedotusopasteiden ja varoitusmerkin yhdistelmissä

Y = Näytetään vain ajoradan yläpuolelle asennetuissa tiedotusopasteiden ja varoitusmerkin yhdistelmissä

TIO012301 (Lohja) näyttää alimmalla rivillä matka-aikaa Kehä III:lle: "KEHÄ RING III xx min"

TIO012701 (Hista) näyttää alimmalla rivillä matka-aikaa Kehä I:lle: "KEHÄ RING I xx min"

TIO012701 (Nupuri) näyttää alimmalla rivillä matka-aikaa Kehä I:lle: "KEHÄ RING I xx min"

LÄHDE: VAIHTUVIEN NOPEUSRAJOITUSTEN SEKÄ MUUTTUVIEN VAROITUSMERKKIEN JA TIEDOTUSOPASTEIDEN OHJAUSPERIAATTEET TIELLÄ E18 VÄLILLÄ LOHJA - KEHÄ III (TIEHALLINTO, 31.3.2008)

LIIKENNETILANNEOHJAUS**Lohja – Kehä III****120 km/h → 100 km/h (toinen tai molemmat ehdot toteutuvat):**

- molempien kaistojen yhteenlaskettu liikennemäärä $Q_{\text{alas}} \geq 292$ ajoneuvoa / 5 minuuttia (vastaa 3500 ajon. / h)
- molempien kaistojen yhteenlaskettu keskinopeus $v_{\text{alas}} < 85$ km/h

100 km/h → 120 km/h (molemmat ehdot toteutuvat):

- molempien kaistojen yhteenlaskettu liikennemäärä $Q_{\text{ylös}} < 250$ ajoneuvoa / 5 minuuttia (vastaa 3000 ajon. / h)
- oikeanpuoleisen kaistan nopeus $v_{\text{ylös}} \geq 92$ km/h

100 km/h → 80 km/h:

- oikeanpuoleisen kaistan nopeus $v_{\text{alas}} < 70$ km/h

80 km/h → 100 km/h:

- molempien kaistojen yhteenlaskettu keskinopeus $v_{\text{ylös}} > 78$ km/h

80 km/h → 60 km/h:

- oikeanpuoleisen kaistan nopeus $v_{\text{alas}} < 50$ km/h

60 km/h → 80 km/h:

- oikeanpuoleisen kaistan nopeus $v_{\text{ylös}} > 65$ km/h

Ehdoissa esiintyvän nopeussuureen laskenta:

$$V(k) = \alpha * V(v) + (1 - \alpha) * V(k - 1), \text{ jossa}$$

k = ilmaistujen ajoneuvojen lukumäärä

$V(k)$ = nopeus, kun k ajoneuvosta on saatu ilmaisu

α = viimeisen ilmaistun ajoneuvon vaikutusosuus (%)

$V(v)$ = viimeisen ilmaistun ajoneuvon nopeus

$V(k - 1)$ = edellinen nopeus

- Viimeiselle havaitulle autolle asetetaan painoarvo prosentteina. Nopeusrajoitus muuttuu alhaisemmaksi, kun nopeus alittaa raja-arvon ja edellinen rajoitus on ollut voimassa 60 sekuntia. Korkeammaksi nopeusrajoitus muuttuu kun nopeus on ollut raja-arvoa suurempi 120 sekuntia.
- Pääkäyttäjä voi valvomosovelluksesta (käyttöliittymä) muokata sekä muutosviiveaikoja että kaikkia muitakin laskennan parametreja.
- Liikennemäärät lasketaan viiden minuutin liukuvana keskiarvona laskentavälin ollessa yksi minuutti. Tulos skaalataan tuntiliikennemääräksi, ja verrataan nopeusrajoitusten lasku- ja nostorajoihin.

KELILUOKITUS SAANTOFUNKTIOIDEN (01/2011) PERUSTEELLA

(*) = Suunnitelmien ja toteutuneiden ohjausehtojen välinen ero

(***) = Epäjohdonmukainen, suunnitelmista poikkeava ohjausehto

Turku – Muurla, laskentatunnus 21 (14 kelijaksoa)**Keliluokka A (120 km/h), erittäin hyvä keli (kaikki seuraavat ehdot täyttyvät):**

- oikea kaista on kuiva, kostea tai märkä
- on poutaa tai heikkoa vesisadetta
- tiesääasema ei ilmoita varoituksia oikeanpuoleiselta kaistalta (*)
- näkyvyys on yli 300 metriä
- tuulen keskinopeus < 15 m/s
- talvinopeusrajoituksia ei ole kytketty päälle

Keliluokka B (100 km/h), hyvä keli (jokin seuraavista ehdoista täyttyy):

- näkyvyys on 300 metriä tai vähemmän, mutta vähintään 200 metriä
- tuulen keskinopeus \geq 15 m/s
- sadeanturi ilmoittaa kohtalaisesta sateesta

Keliluokka C (80 km/h), huono keli (jokin seuraavista ehdoista täyttyy):

- oikealla kaistalla on lunta tai jäätä ja kaistan lämpötila on alle + 2 °C
- tien pinta on märkä tai märkä ja suolainen ja sataa runsaasti vettä, räntää tai lunta
- sataa runsaasti lunta tai räntää
- näkyvyys on alle 200 metriä
- sateen olomuodolla (anturi 25, alijäähtynyt) ei vaikutusta keliluokitukseen (*)

Keliluokka D (60 km/h), erittäin huono keli (kaikki ehdot täyttyvät):

- runsasta lumi- ja räntäsadetta
- oikealla kaistalla on lunta tai vasemmalla kaistalla jäätä (***)
- tienpinnan lämpötila on alle + 2 °C
- näkyvyys on alle 100 metriä

- Muut tilanteet kuuluvat keliluokkaan B (*).

- Talvinopeusrajoituskaudella keliluokka A ei ole mahdollinen.

- 120 km/h enimmäisrajoituksen kelijaksoilla (laskentatunnukset 24 ja 25) keskituulen voimakkuuden raja keliluokassa A on 17 m/s. Näissä kelijaksoissa useampia ohjaavia asemia saantofunktioissa
- Hepojoensillan tuulivaroitussäätöjärjestelmässä (kelijaksot 5 ja 6) keskituulen rajat:
 - o tuuli < 12 m/s (120 km/h rajoitus)
 - o tuuli \geq 15 m/s (80 km/h)

Muurla – Lohja, laskentatunnus 1 (12 kelijaksoa)**Keliluokka A1 (120 km/h), erittäin hyvä keli (kaikki seuraavat ehdot täyttyvät):**

- oikea ja vasen kaista ovat kuivia tai kosteita
- on poutaa tai heikkoa vesi- tai lumisadetta
- tiesääasema ei ilmoita varoituksia kummaltakaan kaistalta (*)
- näkyvyys on vähintään 300 metriä
- tuulen keskinopeus < 10 m/s
- talvinopeusrajoituksia ei ole kytketty päälle

Keliluokka A2 (120 km/h), erittäin hyvä keli (kaikki seuraavat ehdot täyttyvät):

- oikea ja/tai vasen kaista on todennäköisesti kostea ja suolainen JA kumpikaan kaistoista ei ole märkä tai märkä ja suolattu JA kaistojen lämpötilat ovat yli + 2 °C JA ei ole kohtalaista tai runsasta (lumi)sadetta
- näkyvyys on vähintään 300 metriä
- tuulen keskinopeus < 10 m/s
- talvinopeusrajoituksia ei ole kytketty päälle

Keliluokka B (100 km/h), hyvä keli (jokin seuraavista ehdoista täyttyy):

- näkyvyys on alle 300 metriä, mutta vähintään 200 metriä
- tuulen keskinopeus 10 m/s tai yli, mutta alle 15 m/s
- sadeanturi ilmoittaa kohtalaisesta sateesta

Keliluokka C (80 km/h), huono keli (jokin seuraavista ehdoista täyttyy):

- molemmilla kaistoilla on lunta tai jäätä ja kaistan lämpötila on alle + 2 °C
- tien pinta (molemmat kaistat) on märkä tai märkä ja suolainen ja sataa runsaasti vettä
- sataa runsaasti lunta tai räntää
- näkyvyys on alle 200 metriä
- keskituuli 15 m/s tai enemmän (*)
- sateen olomuodolla (anturi 25, alijäähtynyt) ei vaikutusta keliluokitukseen (*)

Keliluokka D (60 km/h), erittäin huono keli (kaikki ehdot täyttyvät):

- EI MAHDOLLINEN (*)
- Muut tilanteet kuuluvat keliluokkaan B (*)
- Keliluokka A1 käsitellään suosituslaskennassa ensimmäiseksi. Jos ehdot eivät täyty, käsitellään A2
- Kelijaksoista vain kymmenellä toteutuu 120 km/h rajoitus. 120 km/h rajoituksen poistaminen kahdelta kelijaksolta on tehty käyttöliittymän kautta
- Kaikki nopeusrajoitusohjaukset määritellään molempien kaistojen perusteella (*)

Lohja – Kehä III, laskentatunnus 14 (6 kelijaksoa)**Keliluokka A (120 km/h), erittäin hyvä keli (kaikki seuraavat ehdot täyttyvät):**

- oikea kaista on kuiva, kostea tai märkä
- on poutaa tai heikkoa vesisadetta
- tiesääasema ei ilmoita varoituksia oikeanpuoleiselta kaistalta (*)
- näkyvyys on yli 300 metriä
- tuulen keskinopeus < 15 m/s
- talvinopeusrajoituksia ei ole kytketty päälle

Keliluokka B (100 km/h), hyvä keli (jokin seuraavista ehdoista täyttyy):

- näkyvyys on 300 metriä tai vähemmän, mutta vähintään 200 metriä
- tuulen keskinopeus \geq 15 m/s
- sadeanturi ilmoittaa kohtalaisesta sateesta

Keliluokka C (80 km/h), huono keli (jokin seuraavista ehdoista täyttyy):

- oikealla kaistalla on lunta tai jäätä ja kaistan lämpötila on alle + 2 °C
- tien pinta on märkä tai märkä ja suolainen ja sataa runsaasti vettä, räntää tai lunta
- sataa runsaasti lunta tai räntää
- näkyvyys on alle 200 metriä
- sateen olomuoto on jäätävä tihku tai sade

Keliluokka D (60 km/h), erittäin huono keli (kaikki ehdot täyttyvät):

- runsasta lumi- ja räntäsadetta
- oikealla kaistalla on lunta tai vasemmalla kaistalla jäätä (***)
- tienpinnan lämpötila on alle + 2 °C
- näkyvyys on alle 100 metriä

- Muut tilanteet kuuluvat keliluokkaan B (*).

- Talvinopeusrajoituskaudella keliluokka A ei ole mahdollinen.

- Laskentatunnus 15 kelijaksoilla (7 ja 8) C- ja D-keliluokkien tienpinta-anturien havainnot on korvattu kitka-anturin arvolla (kitka < 0,45).

**VAROITUSMERKIN JA TIEDOTUSOPASTEEN YHDISTELMISSÄ (VME/TIO) NÄYTETTÄVÄT MERKIT JA VIESTIT
SÄÄ- JA KELIOHJAUS, SAANTOFUNKTIOIDEN PERUSTEELLA
TURKU - MUURLA**

| NOPEUS- RAJOITUS | VAROITUS | VME | TIO | HAVAINTO (HAVAITSIJA) |
|---------------------|--------------------|----------------------|--|--|
| 100, 120 | (-) | (-) | Ilman ja tien lämpötilat | Mikään alla olevista ei toteudu |
| 80, 100, 120 | TUULI | muu vaara (189) | "VOIMAKAS TUULI" | Keskituulennopeus \geq 12 m/s |
| 80, 100 | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "PAIKOIN SUMUA" | Näkyvyys < 300 m (näkyvyysanturi) |
| 80, 100 | TUULI | muu vaara (189) | "VOIMAKAS TUULI" | Keskituulennopeus \geq 15 m/s |
| 80, 100 | MÄRKÄ TIENPINTA | muu vaara (189) | "VESILIIRTO" | Tienpinta märkä TAI märkä ja suolainen (tieanturi[t]) JA runsasta sadetta (sadeanturi) |
| 60, 80, 100, 120 | LUMI tai JÄÄ | liukas ajorata (144) | Lämpötilat tai jokin yllä olevista varoitusteksteistä | Tiellä on lunta tai jäätä (tieanturi[t]) JA tien pinnan lämpötila < 2 °C (tieanturi[t]) |

NÄYTTÄMÄT OVAT KÄÄNTEISESSÄ PRIORITEETTIJÄRJESTYKSESSÄ

HUOM: Suosituslaskenta mahdollistaa minkä tahansa yllä olevien TIO-tekstien näyttämisen liukas ajorata -merkin yhteydessä, jos LUMI tai JÄÄ -varoituksen ehtojen lisäksi täyttyy jokin muukin varoitusehto. Muu varoitusehto vaikuttaa siihen, mikä nopeusrajoitus on mahdollinen.

Nopeusrajoitus = mahdolliset järjestelmän ehdottamat nopeusrajoitukset,

**VAROITUSMERKIN JA TIEDOTUSOPASTEEN YHDISTELMISSÄ (VME/TIO) NÄYTETTÄVÄT MERKIT JA VIESTIT
SÄÄ- JA KELIOHJAUS, SAANTOFUNKTIOIDEN PERUSTEELLA
MUURLA - LOHJA (Laskentatunnus 11)**

| NOPEUS- RAJOITUS | VAROITUS | VME | TIO | HAVAINTO (HAVAITSIJA) |
|---------------------|------------------------|----------------------|---|--|
| 100, 120 | (-) | (-) | Ilman ja tien lämpötilat | Mikään alla olevista ei toteudu |
| 100 | TUULI | muu vaara (189) | "VOIMAKAS TUULI" "HÅRD VIND" | Keskituulenoisuus ≥ 12 m/s |
| 80 | LIUKAS TIE | liukas ajorata (144) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Vasemmalla kaistalla lunta TAI jäätä (tieanturi) JA kaistan lämpötila $< 2^{\circ}\text{C}$ |
| 100 | KOHTALAINEN SADE | liukas ajorata (144) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Kohtalaista vesi-, lumi- tai räntäsadetta (sadeanturi) |
| 100, 120 | JÄÄTÄVÄ SADE | liukas ajorata (144) | "JÄÄTÄVÄ SADE" "ISBILDANDE REGN" | Jäättävää tihkua tai sadetta |
| 80 | MÄRKÄ TIENPINTA | muu vaara (189) | "VESILIIRTO" "VATTENPLANING" | Tienpinta märkä TAI märkä ja suolainen (tieanturi[t]) JA runsasta sadetta (sadeanturi) |
| 100, 80 | LIUKAS TIE | liukas ajorata (144) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Lunta TAI jäätä (tieanturi[t]) JA oikeanpuoleisen kaistan lämpötila $< 2^{\circ}\text{C}$ |
| 80 | LUMI- tai RÄNTÄSADE | (-) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Runsasta lumi- tai räntäsadetta |
| 80 | TUULI | muu vaara (189) | "VOIMAKAS TUULI" "HÅRD VIND" | Keskituulenoisuus ≥ 15 m/s |
| 80 | LUMI- tai RÄNTÄSADE | liukas ajorata (144) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Runsasta lumi- tai räntäsadetta (sadeanturi) JA tiellä on lunta tai jäätä (tieanturi[t]) JA tien oikeanpuoleisen kaistan lämpötila $< 2^{\circ}\text{C}$ |
| 80, 100 | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "HUONO NÄKYVYYS" "DÅLIG SIGT" | Näkyvyys ≤ 300 m (näkyvyysanturi) |

NÄYTTÄMÄT OVAT KÄÄNTEISESSÄ PRIORITEETTIJÄRJESTYKSESSÄ

HUOM: Laskentatunnuksen 12 alaisena olevien merkkien ja taulujen ohjaus muuten sama, mutta kaikki muu vaara -merkin näyttämät on korvattu tyhjällä merkillä.

"DÅLIGT SIGT" on kirjoitettu väärin. "SIKT" on oikea muoto

**VAROITUSMERKIN JA TIEDOTUSOPASTEEN YHDISTELMISSÄ (VME/TIO) NÄYTETTÄVÄT MERKIT JA VIESTIT
SÄÄ- JA KELIOHJAUS, SAANTOFUNKTIoidEN PERUSTEELLA
LOHJA - KEHÄ III (VME - laskentatunnus 11)**

| NOPEUS- RAJOITUS | VAROITUS | VME | TIO | HAVAINTO (HAVAITSIJA) |
|---------------------|------------------------|----------------------|---|--|
| 100, 120 | (-) | (-) | Ilman ja tien lämpötilat | Mikään alla olevista ei toteudu |
| 100, 120 | TUULI | muu vaara (189) | "VOIMAKAS TUULI" "HÅRD VIND" | Keskituulennopeus ≥ 12 m/s |
| 120, 100 | LIUKAS TIE | liukas ajorata (144) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Vasemmalla kaistalla lunta TAI jäätä (tieanturi) JA kaistan lämpötila $< 2^{\circ}\text{C}$ |
| 100 | KOHTALAINEN SADE | liukas ajorata (144) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Kohtalaista vesi-, lumi- tai räntäsadetta (sadeanturi) |
| 80 | JÄÄTÄVÄ SADE | liukas ajorata (144) | "JÄÄTÄVÄ SADE" "ISBILDANDE REGN" | Jäätävää tihkua tai sadetta |
| 80, 100 | MÄRKÄ TIENPINTA | muu vaara (189) | "VESILIIRTO" "VATTENPLANING" | Tienpinta märkä TAI märkä ja suolainen (tieanturi[t]) JA runsasta sadetta (sadeanturi) |
| 100, 80 | LIUKAS TIE | liukas ajorata (144) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Lunta TAI jäätä (tieanturi[t]) JA oikeanpuoleisen kaistan lämpötila $< 2^{\circ}\text{C}$ |
| 80 | LUMI- tai RÄNTÄSADE | (-) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Runsasta lumi- tai räntäsadetta |
| 100 | TUULI | muu vaara (189) | "VOIMAKAS TUULI" "HÅRD VIND" | Keskituulennopeus ≥ 15 m/s |
| 80 | LUMI- tai RÄNTÄSADE | liukas ajorata (144) | "MUISTA TURVAVÄLI" "HÅLL RÄTT AVSTÅND" | Runsasta lumi- tai räntäsadetta (sadeanturi) JA tiellä on lunta tai jäätä (tieanturi[t]) JA tien oikeanpuoleisen kaistan lämpötila $< 2^{\circ}\text{C}$ |
| 60, 80, 100 | HUONO NÄKYVYYS | muu vaara (189) | "HUONO NÄKYVYYS" "DÅLIG SIGT" | Näkyvyys ≤ 300 m (näkyvyysanturi) |

NÄYTTÄMÄT OVAT KÄÄNTEISESSÄ PRIORITEETTIJÄRJESTYKSESSÄ

HUOM: "DÅLIGT SIGT" on kirjoitettu väärin. "SIKT" on oikea muoto

KYSELYLOMAKE



Vt 1 sää- ja keliohjatut nopeusrajoitusjärjestelmät

Tämä kysely on osa Trafix Oy:n tekemää selvitystyötä, jossa tarkastellaan **valtatie 1** liikenteenhallintajärjestelmien keliohjausta. Kyselyn tarkoituksena on kartoittaa järjestelmien ohjaustapoja ja kyselyn perusteella pyritään kehittämään järjestelmien toimintaa. Kyselyyn vastataan anonyymisti.

ALKUTIEDOT

Olen toiminut tieliikennekeskuksen päivystäjänä noin _____ vuotta.

Ennen päivystäjän uraa olen työskennellyt tiesään parissa noin _____ vuotta.

MERKITSE MIELESTÄSI SOPIVIN VAIHTOEHTO SEURAAVIIN VÄITTÄMIIN

1 = vahvasti samaa mieltä 4 = vahvasti eri mieltä

Olen saanut riittävästi koulutusta järjestelmien käyttöliittymien (valvomosovellukset) toimintaan

1 2 3 4 En osaa sanoa

Olen saanut riittävästi koulutusta järjestelmien ohjauksesta (ohjausehdot, reagointi eri keliohjausehdotuksiin ym.)

1 2 3 4 En osaa sanoa

Järjestelmiä ohjataan yhtenäisellä tavalla (eri päivystäjien ohjaustavoissa ei ole merkittäviä eroja)

1 2 3 4 En osaa sanoa

Olen tietoinen keliohjausehdotuksen syistä (mitkä sää- ja keli-ilmiöt laukaisevat eri ehdotukset)

1 2 3 4 En osaa sanoa

Järjestelmien keliohjausehdotukset sopivat useimmiten vallitseviin ajo-olosuhteisiin

1 2 3 4 En osaa sanoa

Keliolosuhteiden varmennuksen "työkalut" (kelikamerat, tiesääätiedot ym.) ovat helppokäyttöisiä

1 2 3 4 En osaa sanoa

Tienkäyttäjiltä saatu palaute vaikuttaa merkittävästi ohjaustapoihini

1 2 3 4 En osaa sanoa

NUMEROI TÄRKEYSJÄRJESTYKSESSÄ

Mitä apuvälineitä käytät keliohjausehdotuksen oikeellisuuden arvioinnissa?

_____ kamerakuva kelijaksolta

_____ tiesääasemien havainnot

_____ säätutka

_____ sääennuste

_____ en käytä mitään apuvälineitä

_____ muu, mikä? _____

Voit numeroida niin monta vaihtoehtoa kuin koet tapeelliseksi.

Muista tärkeysjärjestys!

(1 = tärkein, 2 = toiseksi tärkein työkalusi jne.)

LISÄÄ KYSYMYKSIÄ



NUMEROI TÄRKEYSJÄRJESTYKSESSÄ (NIIN MONTA KUIN KOET TARPEELLISEKSI)

Mitkä seikat vaikuttavat kohdallasi eniten keli ohjausehdotusten **hyväksymiseen**?

- Vallitsevat keliolosuhteet, jotka varmistat esim. kamerakuvasta, tiesäätiedoista, tutkasta jne.
- Usko ohjausehdotuksen oikeellisuuteen (ilman erillistä varmennusta)
- Muiden kelijaksojen nopeusrajoitusten tila (ehdotuksen hyväksyminen johtaa yhtenäiseen nopeusrajoitukseen useammassa kelijaksossa)
- Aikaisemmat ohjauskokemuksesi vastaavasta tilanteesta
- Kiire (et ehdi tarkastamaan onko ohjausehdotus tarpeeton)
- Virheellisen arvion välttäminen, eli "varman päälle pelaaminen" tapauksissa, joissa järjestelmä ehdottaa nopeusrajoituksen laskua
- Halu nopeuttaa tienkäyttäjien matka-aikoja tapauksissa, joissa järjestelmä ehdottaa nopeusrajoituksen nostoa
- Ohjausehdotus oli odotettavissa sääennusteen perusteella
- Ohjausehdotus oli odotettavissa muiden kelijaksojen tilojen perusteella
- Päivystäjäkollegan ohjeet / ohjaustavat
- Muu, mikä? _____

Mitkä seikat vaikuttavat kohdallasi eniten keli ohjausehdotusten **hyväksymättä jättämiseen**?

- Ohjausehdotus ei vastaa vallitsevia olosuhteita käytössä olevien varmennustyökalujen (esim. tiesäätiedot, kamerat, tutka) perusteella
- Usko ohjausehdotuksen virheellisyyteen (sama ohjausehdotus tulee usein tietyissä olosuhteissa, jotka eivät vastaa ohjausehdotusta)
- Muiden kelijaksojen nopeusrajoitusten tila (ehdotuksen hyväksyminen johtaisi muista kelijaksoista poikkeavaan nopeusrajoitukseen)
- Aikaisemmat ohjauskokemuksesi vastaavasta tilanteesta
- Kiire (et ehdi tarkastamaan ohjausehdotuksen oikeellisuutta)
- Virheellisen arvion välttäminen, eli "varman päälle pelaaminen" tapauksissa, joissa järjestelmä ehdottaa nopeusrajoituksen nostoa
- Haluttomuus hidastaa tienkäyttäjien matka-aikoja tapauksissa, joissa järjestelmä ehdottaa nopeusrajoituksen laskua
- Ohjausehdotus ei ollut odotettavissa sääennusteen perusteella
- Ohjausehdotus ei ollut odotettavissa muiden kelijaksojen tilojen perusteella
- Päivystäjäkollegan ohjeet / ohjaustavat
- Muu, mikä? _____



ANNA OMA ARVIO

Hyväksyn noin _____ % järjestelmien ehdottamista keliyhjauksista.

Voit tarkentaa tätä vastaustasi (jos esim. koet ohjaavasi eri järjestelmiä eri tavoin, tai vuodenaikojen välillä on eroja tms.):

Vapaat kommentit järjestelmistä (puutteita, hyviä puolia, kehitysehdotuksia ym.):

Kouluarvosanalla 4 - 10, kuinka onnistunut tämä kysely oli mielestäsi? _____

KIITOS VASTAUKSISTASI!

AURINKOISIA KELEJÄ TOIVOTTAEN,

SAKARI LINDHOLM

Keliohjauksen seuranta
Muurla - Lohja (Hki)

| PVM | KLO | KELIJAKSOT | EHDOTUKSET | | EHDOTUS HYVÄKSYTTY? | | PÄIVYSTÄJÄN VAPAA KUVAUS |
|-----|-----|------------|------------|---------|---------------------|----|--------------------------|
| | | | KRM | VME/TIO | KYLLÄ | EI | SYYT PÄÄTÖKSEN TEKOON |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Keliohjauksen seuranta – kevät 2011

On aika kevään kirjausjakson, joka suoritetaan syksyisen jakson tavoin. Syksyn kirjaukset olivat hyödyllistä aineistoa, suuri kiitos siitä Teille!

Kuten syksyllä, seuranta tehdään Turun ja Helsingin tieliikennekeskuksissa. Tarkasteltavat järjestelmät ovat **Turku – Muurla, Muurla – Lohja ja Lohja – Kehä III**.

Seuranta on osa selvitystyötä, jossa pyritään kehittämään valtatie 1 järjestelmien toimivuutta. Seurannan tarkoituksena on kartoittaa sekä järjestelmien toimintaa että päivystäjien ohjaustottumuksia. Onkin tärkeää, että jokainen päivystäjä kirjaa lomakkeeseen tilannekohtaiset syyt tehtyään ohjauspäätöksen (joko hyväksyessään tai jättäessään hyväksymättä keliohjauksen).

Kevään kirjaukset tehdään hieman erilaiseen lomakkeeseen kuin syksyllä, johtuen saamastamme palautteesta. Kirjauseriaatteet ovat kuitenkin hyvin samankaltaiset.

KIRJAUSOHJEET:

- Jokainen keliohjaus ehdotukseen reagoiminen kirjataan (hyväksymiset sekä hyväksymättä jättämiset)
- Kirjauksien tulee sisältää seuraavat tiedot:
 - Päivämäärä ja kellonaika
 - Kelijakso(t), joita ohjaus ehdotus koskee
 - Hyväksyitkö ehdotuksen? (Kyllä tai Ei, rasti ruutuun)
 - Syyt kyseiseen päätökseen (mahdollisimman tarkka, vapaamuotoinen kuvaus päätökseen vaikuttaneista olosuhteista)
- Lomakkeessa on nyt poikkiviivat. Jos tila ei tunnu riittävän, käytä vapaasti seuraavia rivejä! Tärkeintä on saada kattava kuvaus tilanteista.

Terveisin

Laura Väisänen ja Sakari Lindholm

LAM-PISTEIDEN NOPEUSTIEDOT KELIOHJAUKSESSA

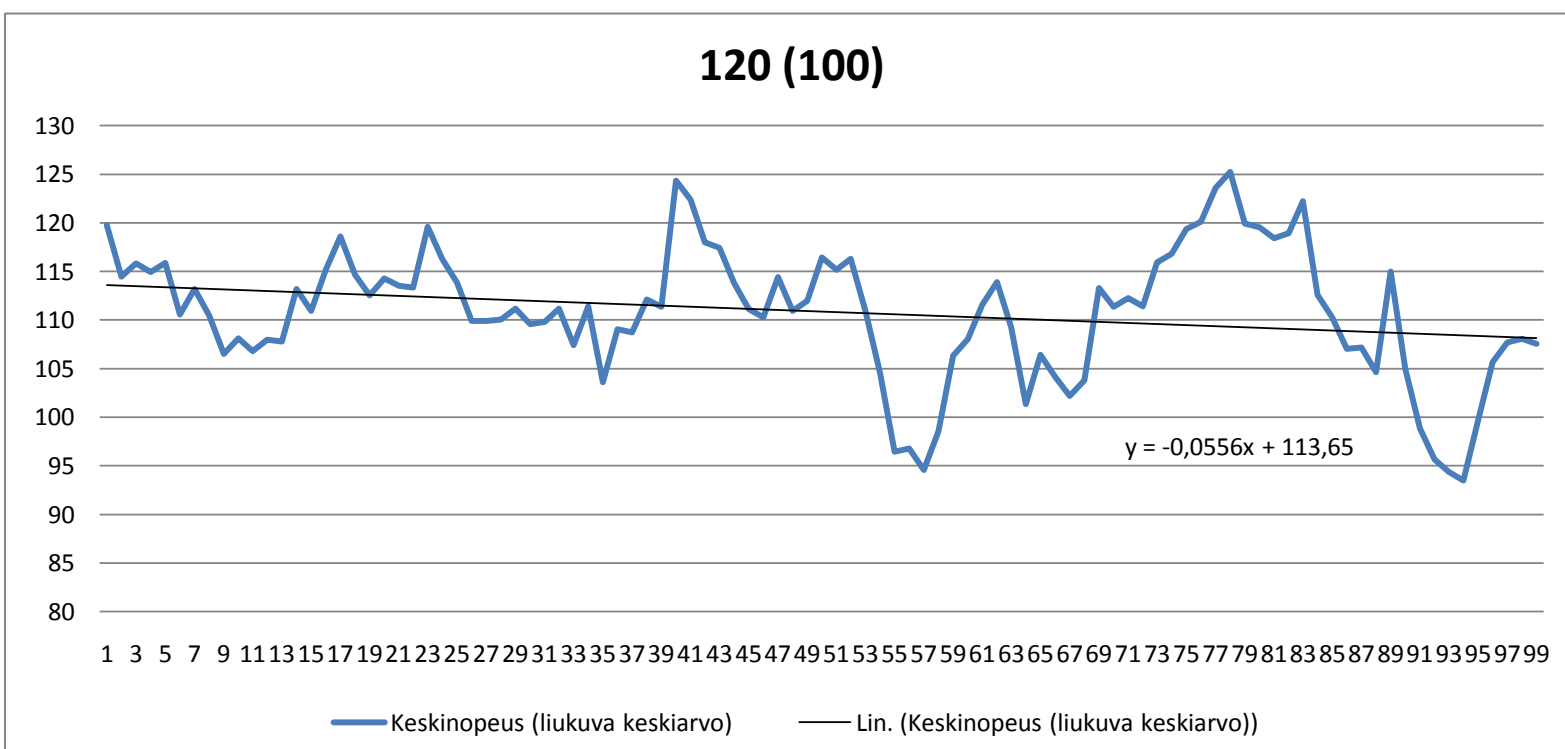
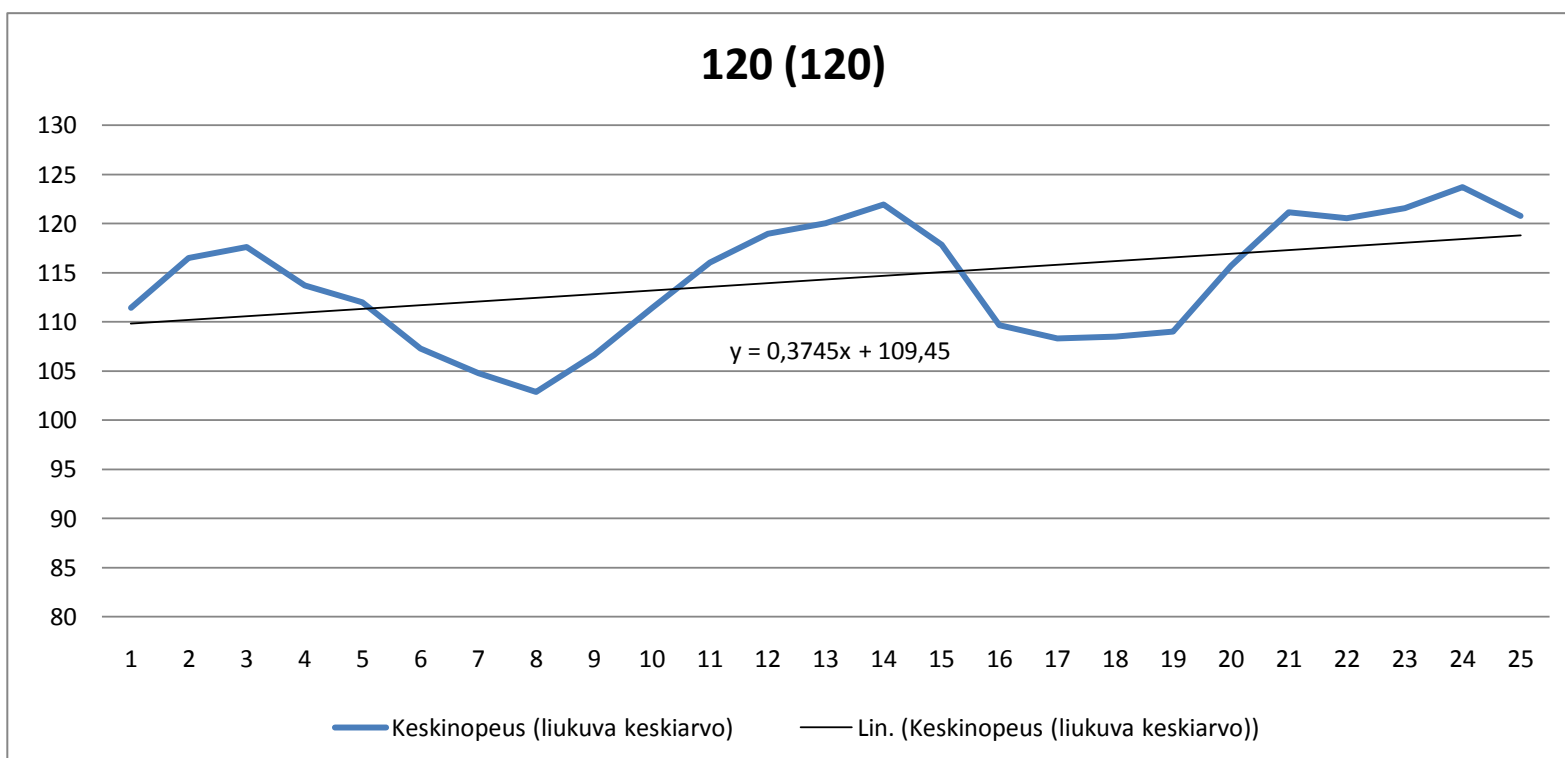
120 (100) = nopeusrajoitus (suosituslaskennan ehdotus uudeksi rajoitukseksi)
 V = harmoninen keskiarvo nopeuksista
 S = keskihajonta
 O = havaintojen lukumäärä

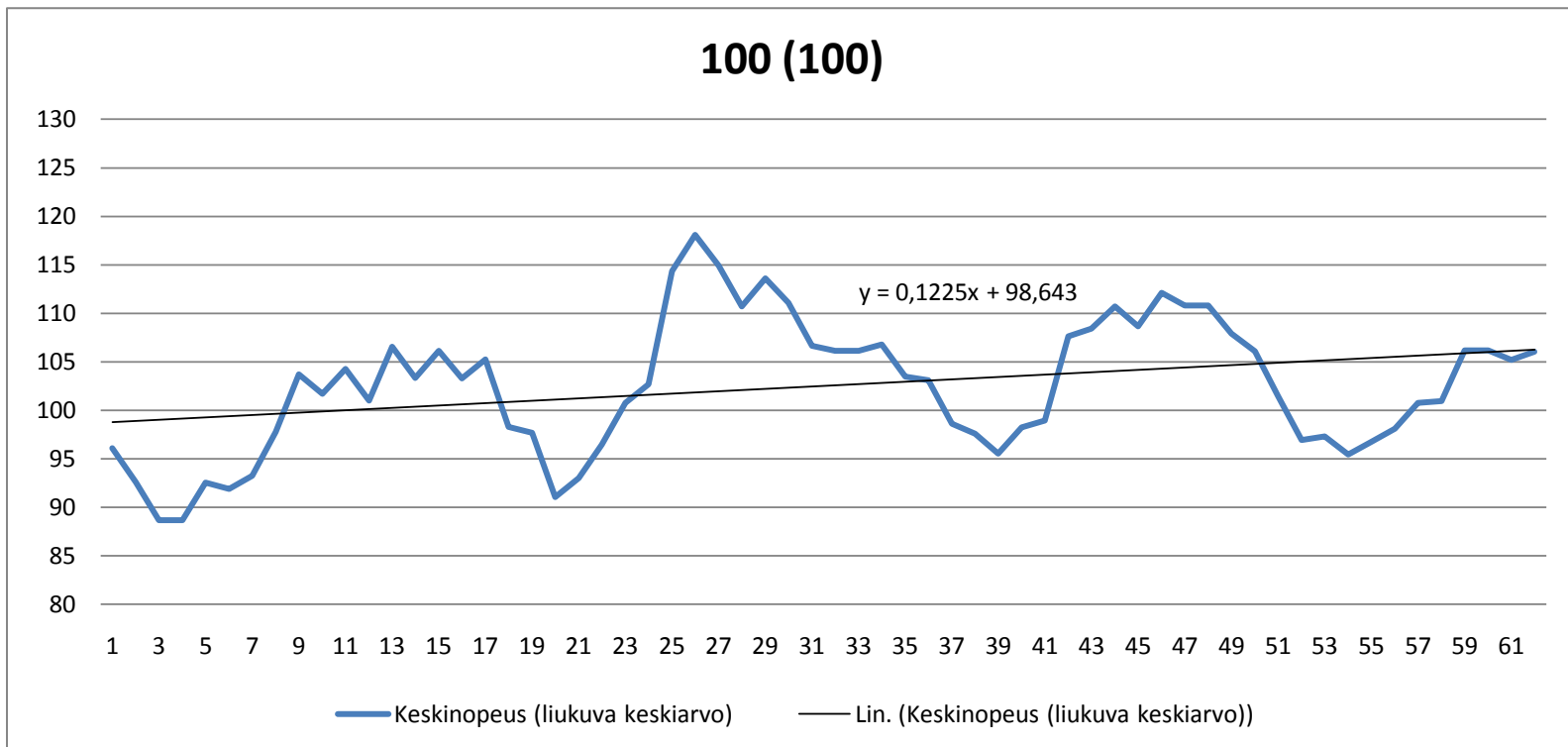
Kuvaajat piirretty viiden havainnon liukuvan harmonisen keskiarvon mukaan

TURKU - MUURLA

1 - 2 Yöliikenne. Tie kuuralla, ilman ja tien lämpötilat lähellä nollaa. Suolaus käynnissä. Päivystäjä hyväksyi ohjausehdotuksen (120 --> 100).

| TURKUUN | | | | HELSINKIIN | | | | | |
|---------|---------|------------------|------------------|------------------|-------|---------|------------------|------------------|------------------|
| KJ6 | LAM 227 | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | KJ3 | LAM 239 | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 111,7 | 99,7 | 104,7 | V | 109,5 | 105,1 | 103,7 | S | 12,6 |
| S | 13,0 | 15,2 | 11,8 | S | 12,6 | 18,0 | 7,8 | O | 37 |
| O | 138 | 14 | 37 | O | 37 | 16 | 28 | | |
| KJ8 | LAM 242 | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | KJ3 | LAM 240 | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 111,5 | 100,4 | 101,0 | V | 111,3 | 101,5 | 102,5 | S | 12,7 |
| S | 13,4 | 12,6 | 12,0 | S | 12,7 | 18,1 | 8,9 | O | 37 |
| O | 142 | 10 | 46 | O | 37 | 14 | 26 | | |
| KJ8 | LAM 243 | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | KJ5 | LAM 227 | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 116,5 | 101,7 | 104,1 | V | 106,5 | 102,1 | 102,6 | S | 16,2 |
| S | 13,8 | 14,9 | 10,8 | S | 16,2 | 14,2 | 9,8 | O | 63 |
| O | 134 | 8 | 25 | O | 63 | 21 | 118 | | |
| KJ12 | LAM 245 | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | KJ11 | LAM 245 | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 114,3 | 110,5 | 102,1 | V | 108,0 | 112,6 | 107,1 | S | 19,0 |
| S | 12,6 | 14,2 | 12,5 | S | 19,0 | 14,6 | 10,0 | O | 10 |
| O | 29 | 103 | 66 | O | 10 | 49 | 117 | | |



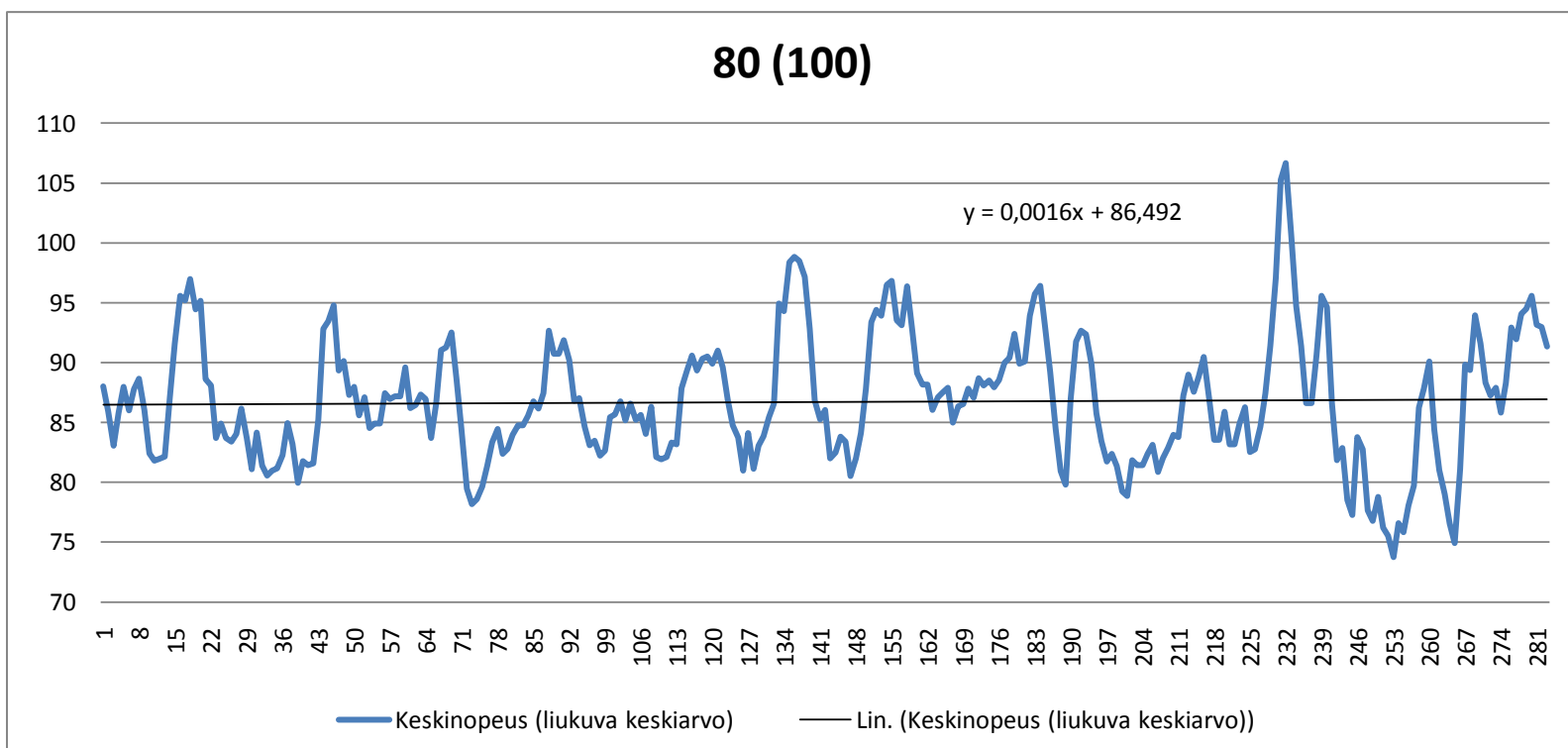


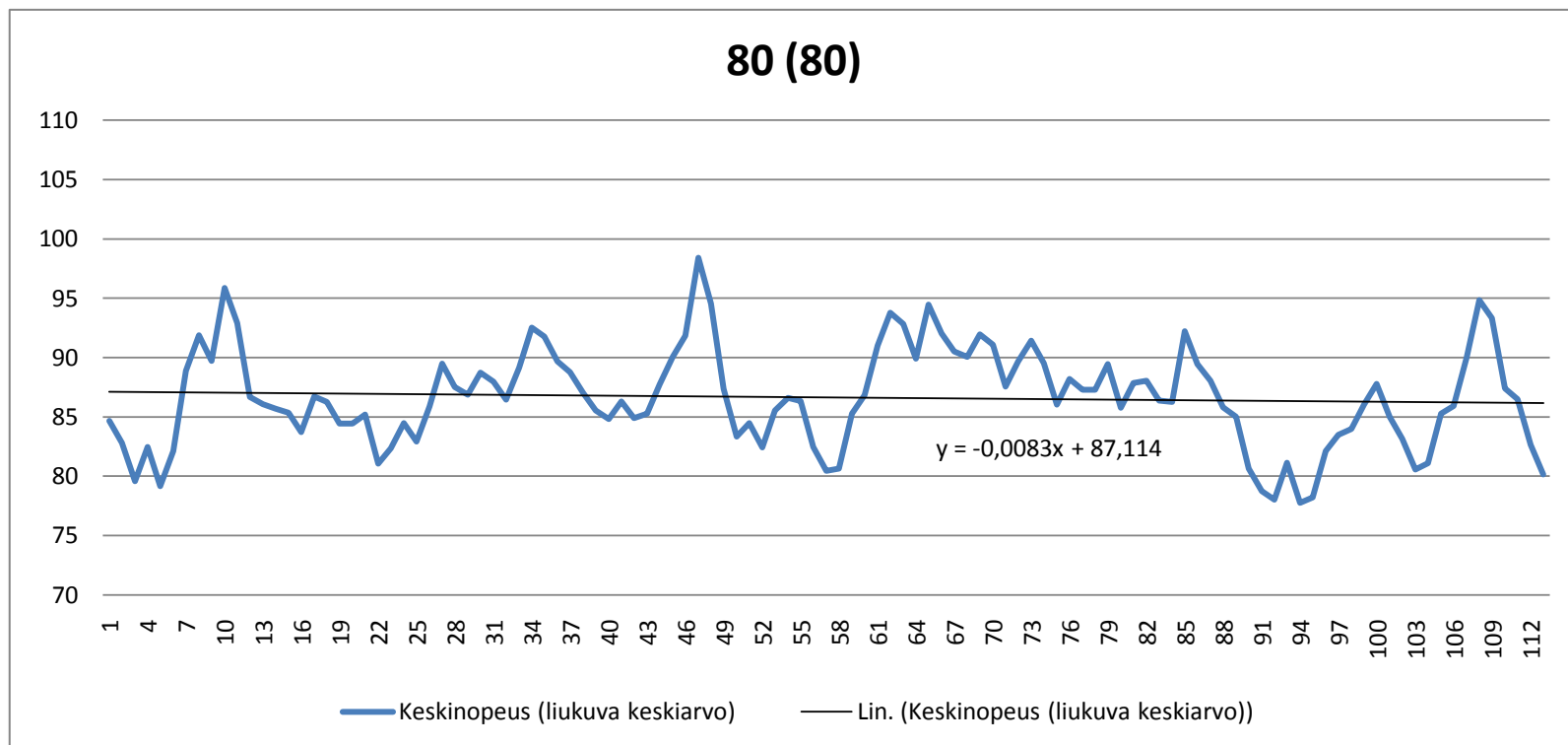
ESIMERKKI KELIOHJAUKSEN VAIKUTUKSESTA (Turku - Muurla, tapaus 1, LAM 245 Turkuun):

- 1) Hyvissä olosuhteissa liikennevirran keskinopeus kasvaa, keskinopeus on n. 114 km/h.
- 2) Olosuhteet huonontuvat (suosituskasvatus ehdottaa rajoituksen laskua 120 --> 100), tienkäyttäjät havaitsevat muutoksen ja laskevat hieman nopeuttaan. Nopeushajonta on kuitenkin suurta, joten olosuhteet koetaan hyvin erilaisiksi.
- 3) Päivystäjä hyväksyessä ohjauksen nopeustaso on matalalla. Tämän jälkeen nopeudet alkavat nousta selkästi. Nopeustaso pysyy kuitenkin selkeästi lähtötilannetta matalampana. Suolaus on käynnissä. Tämä vaikuttaa nopeuksiin, riippuen suola-auto sijainnista. Ajoneuvohavaintoja on melko vähän.

3 Ittaliikenne. Tie luminen, sohjoinen ja suolattu. Päivystäjä ei hyväksynyt ohjausehdotusta (80 --> 100)

| TURKUUN | | | HELSINKIIN | | |
|---------|-----------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------|
| KJ 4 | LAM 239 | | KJ 3 | LAM 239 | |
| | 80 (100) | 80 (80) | | 80 (100) | 80 (80) |
| V | 86,5 | 86,4 | V | 82,7 | 82,0 |
| S | 9,8 | 9,6 | S | 9,0 | 9,1 |
| O | 287 | 117 | O | 410 | 111 |
| KJ 4 | LAM 240 | | KJ 3 | LAM 240 | |
| | 80 (100) | 80 (80) | | 80 (80) | 80 (100) |
| V | 85,7 | 84,7 | V | 84,6 | 84 |
| S | 9,3 | 10 | S | 7,5 | 10,2 |
| O | 315 | 121 | O | 154 | 328 |
| KJ 6 | LAM 227 | | KJ 5 | LAM 227 | |
| | 80 (80) | 80 (100) | | 80 (80) | 80 (100) |
| V | 85,3 | 84,3 | V | 80,6 | 81 |
| S | 9,2 | 9,4 | S | 8,7 | 9 |
| O | 357 | 803 | O | 337 | 750 |





ESIMERKKI KELIOHJAUKSEN VAIKUTUKSESTA (Turku - Muurla, tapaus 3, LAM 239 Turkuun):

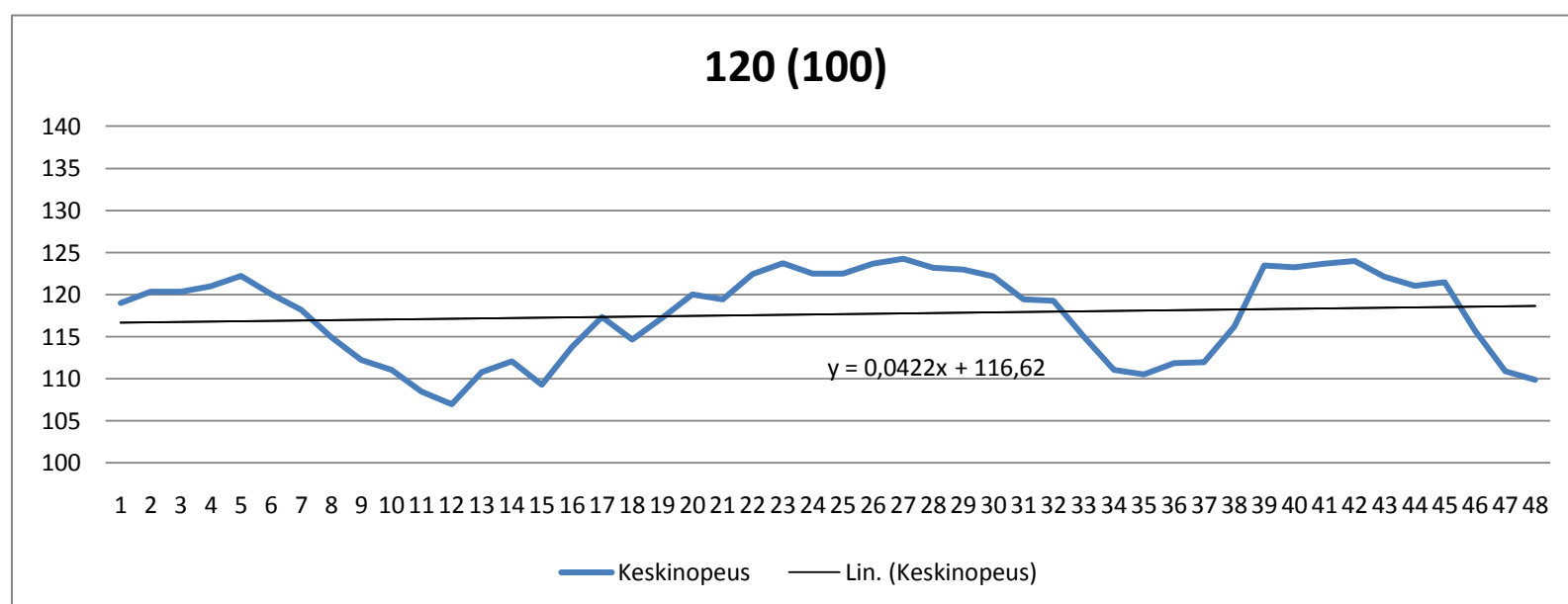
- 1) Järjestelmä ehdottaa nopeuden nostamista. Nopeustasot pysyvät tasaisina ja rajoituksen mukaisina. Ohjausehdotus ei vaikuta sopivan tilanteeseen.
- 2) Järjestelmä palaa ehdottamaan 80 km/h -rajoitusta. Nopeustasot alkutilanteesta lähes muuttumattomat. Päivystäjä teki oikean päätöksen.

MUURLA - LOHJA

- 1 Yöliikenne. Suosituksen syy tuntematon. Päivystäjä ei hyväksynyt ehdotusta (120 --> 100), koska tie oli kuiva ja ehdotus koski vain yhtä kelijaksoa.

TURKUUN

| KJ 28 | LAM 1603 120 (100) | LAM 1604 120 (100) | LAM 1605 120 (100) |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| V | 116,8 | V 119,2 | V 116,5 |
| S | 10 | S 9,4 | S 10,4 |
| O | 52 | O 55 | O 52 |



ESIMERKKI KELIOHJAUKSEN VAIKUTUKSESTA (Muurla - Lohja, tapaus 1, LAM 1603 Turkuun):

- 1) Järjestelmä ehdottaa nopeuden laskemista. Nopeustasot pysyvät korkeina ja jopa hieman nousevina. Ohjausehdotus ei vaikuta sopivan tilanteeseen.

- 2 Iltaliikenne. Tie pakkasella ja vesisadetta. Päivystäjä hyväksyi ehdotuksen.

TURKUUN

| KJ 28 | LAM 1603 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
|-------|-----------------------|-----------|-----------|
| V | 120,4 | 115,8 | 110,4 |
| S | 10,4 | 11,7 | 10,8 |
| O | 467 | 398 | 84 |

HELSINKIIN

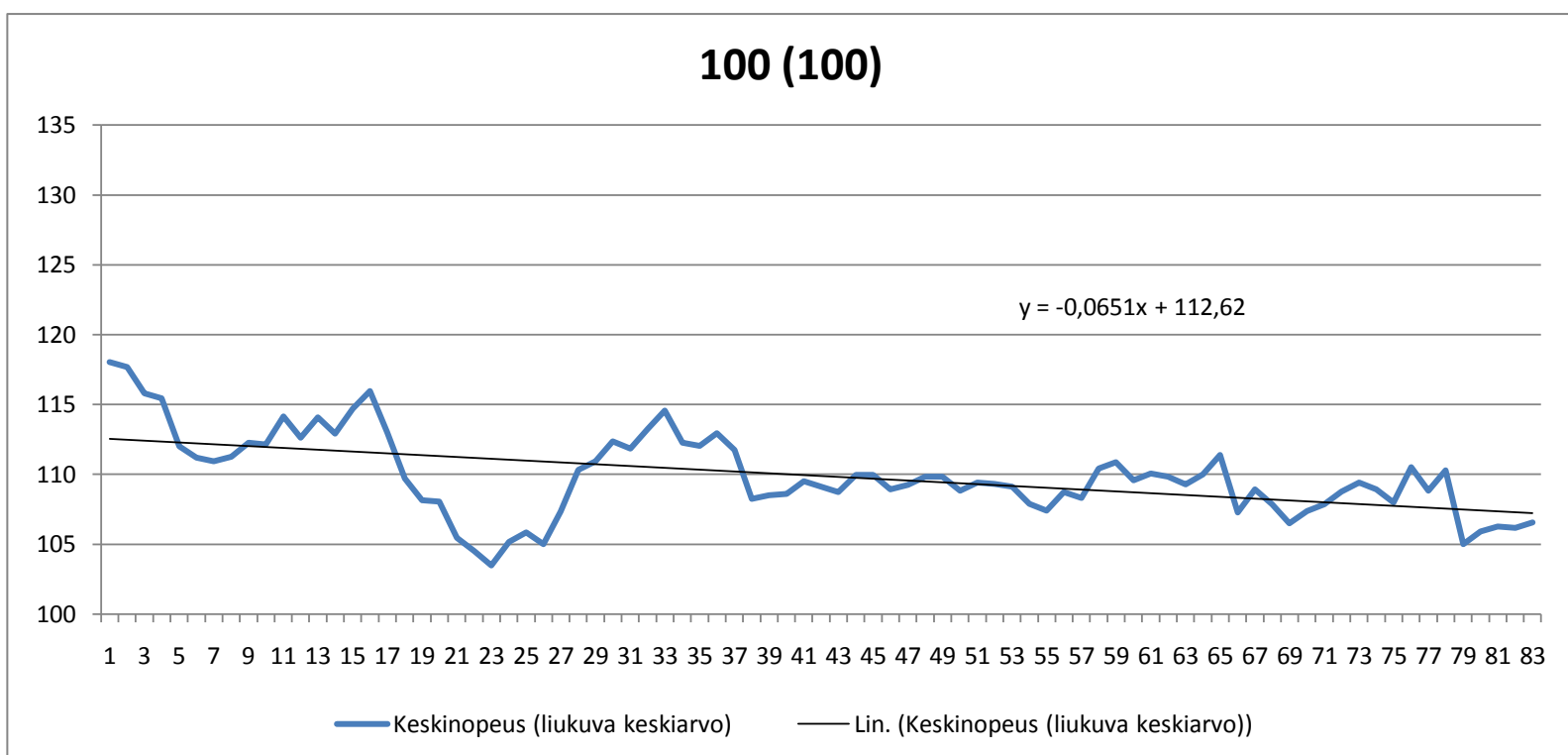
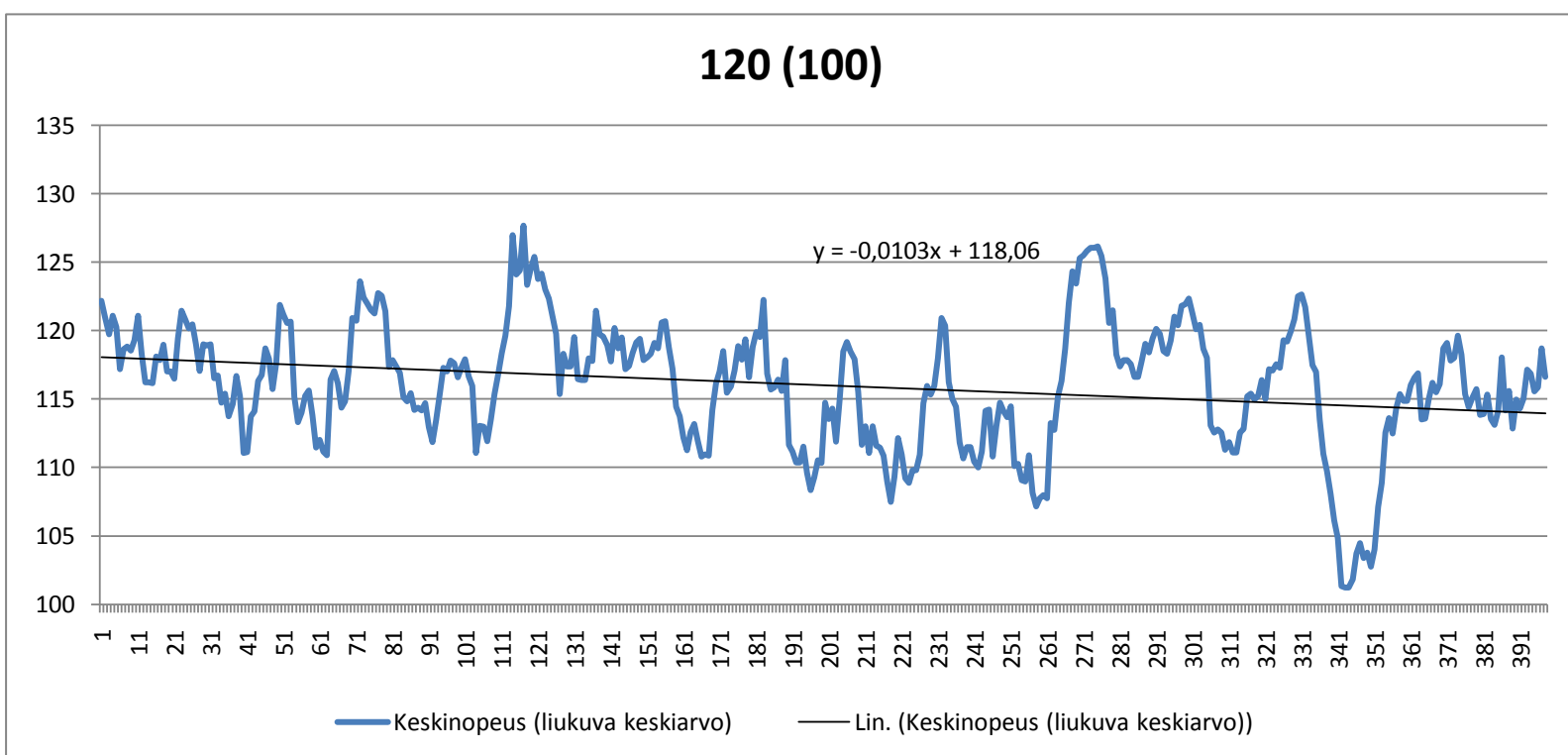
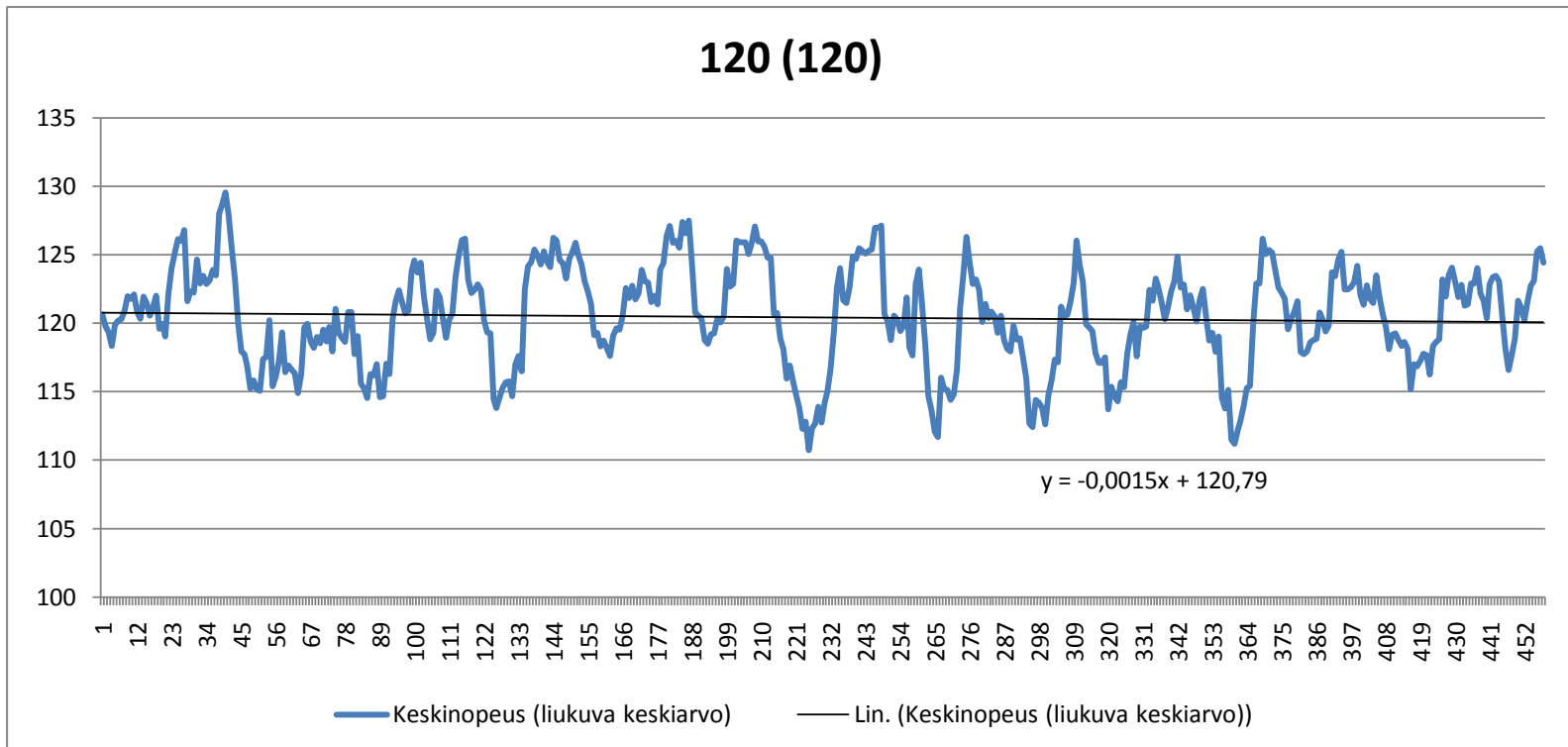
| KJ 27 | LAM 1603 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
|-------|-----------------------|-----------|-----------|
| V | 113,3 | 109,5 | 104,4 |
| S | 12,5 | 12,6 | 10,6 |
| O | 269 | 304 | 63 |

| KJ 28 | LAM 1604 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
|-------|-----------------------|-----------|-----------|
| V | 118 | 114,6 | 108,2 |
| S | 10,5 | 11,4 | 11,2 |
| O | 453 | 435 | 90 |

| KJ 27 | LAM 1604 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
|-------|-----------------------|-----------|-----------|
| V | 118,3 | 114,7 | 108,1 |
| S | 11,9 | 12,5 | 9,8 |
| O | 264 | 342 | 63 |

| KJ 28 | LAM 1605 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
|-------|-----------------------|-----------|-----------|
| V | 115,7 | 114,5 | 110,7 |
| S | 10,4 | 11,3 | 12,0 |
| O | 256 | 408 | 92 |

| KJ 27 | LAM 1605 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
|-------|-----------------------|-----------|-----------|
| V | 116,3 | 112,2 | 104,7 |
| S | 11,7 | 12,8 | 12,2 |
| O | 243 | 339 | 72 |

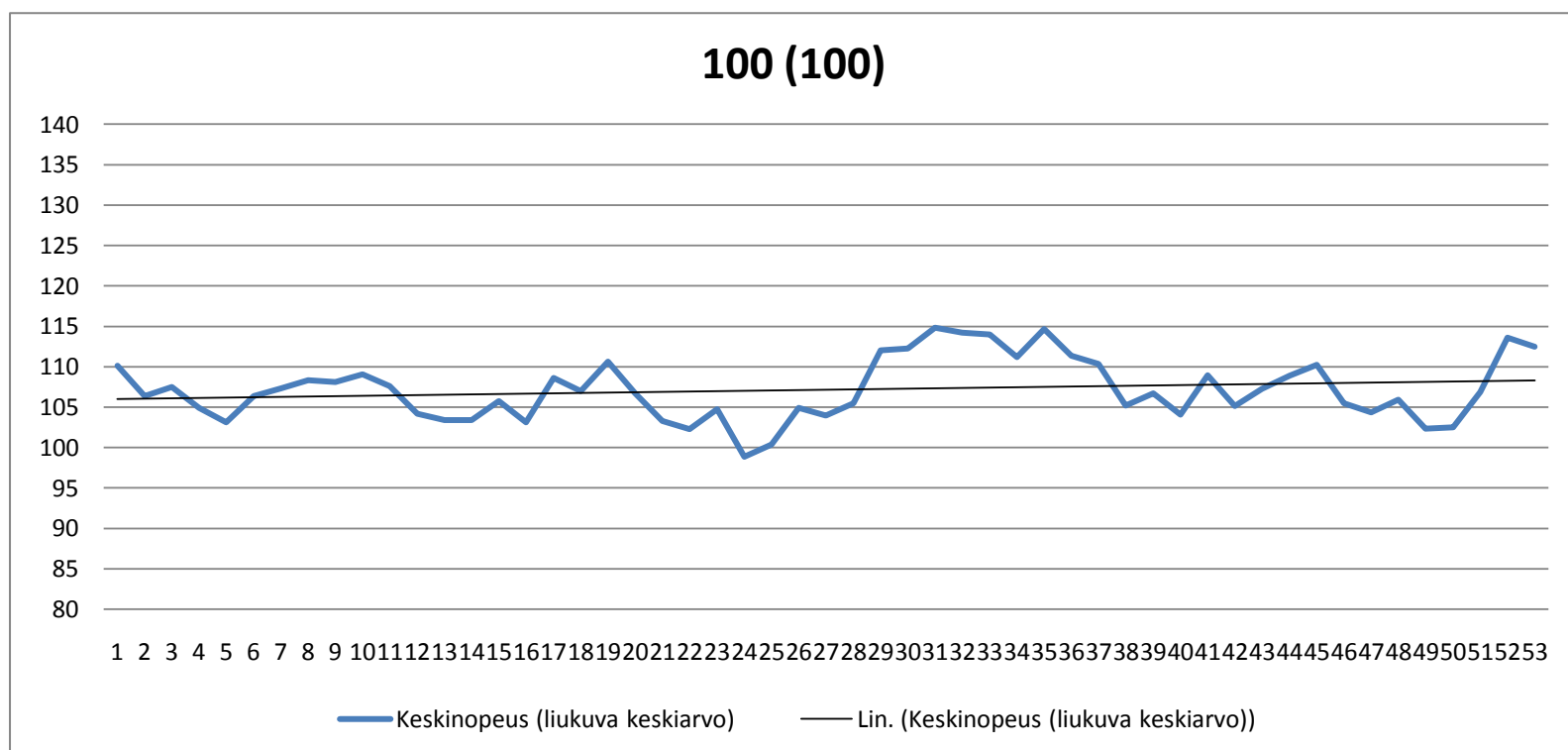
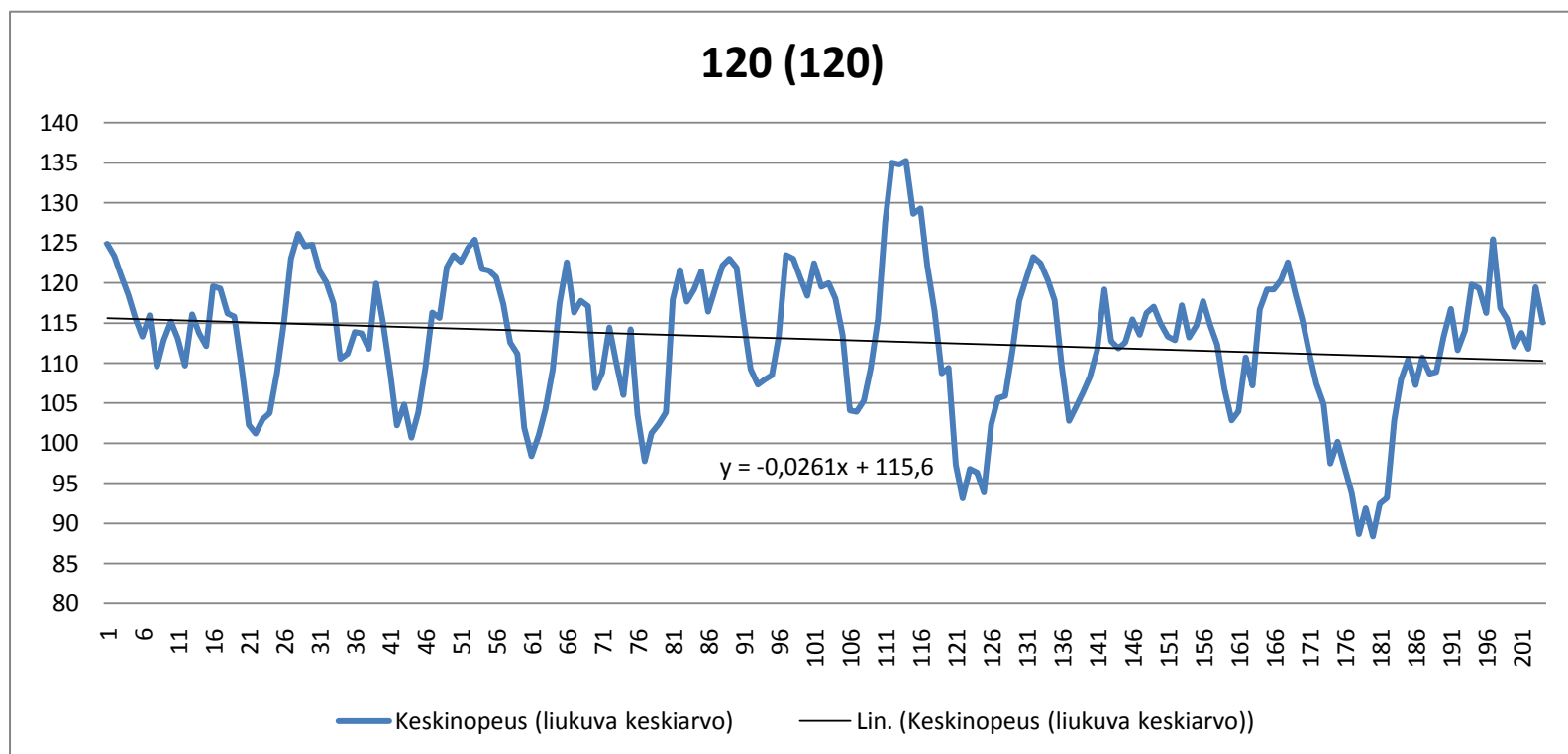


ESIMERKKI KELIOHJAUKSEN VAIKUTUKSESTA (Muurla - Lohja, tapaus 2, LAM 1603 Turkuun):

- 1) Hyvissä olosuhteissa liikennevirran keskinopeus pysyy tasaisena (trendiviivan kulmakerroin likimain 0)
- 2) Olosuhteet huonontuvat (suosituslaskenta ehdottaa rajoituksen laskua 120 --> 100), tienkäyttäjät havaitsevat muutoksen ja laskevat hieman nopeuttaan
- 3) Päivystäjä hyväksyy ohjauksen, jonka jälkeen nopeudet laskevat selkeästi jyrkemmin (trendiviivan kulmakerroin n 6-kertaa jyrkempi)

3 Yöliikenne. Sumua. Päivystäjä hyväksyi ehdotuksen.

| TURKUUN | | | | HELSINKIIN | | | |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------|------------------|------------------|------------------|
| KJ 28 | LAM 1603 | | | KJ 27 | LAM 1603 | | |
| | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 112,4 | 108 | 107,5 | V | 107,4 | (--) | 94,5 |
| S | 15,5 | 14,6 | 10,8 | S | 16,3 | (--) | 11,2 |
| O | 208 | 9 | 57 | O | 107 | (--) | 23 |
| KJ 28 | LAM 1604 | | | KJ 27 | LAM 1604 | | |
| | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 115,7 | 106,8 | 104,7 | V | 113,9 | (--) | 104,3 |
| S | 13,2 | 8,4 | 13,8 | S | 13,7 | (--) | 8,2 |
| O | 223 | 6 | 53 | O | 126 | (--) | 24 |
| KJ 28 | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | KJ 27 | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 115 | 110,3 | 104,2 | V | 112 | (--) | 102,6 |
| S | 12,7 | 12,1 | 12 | S | 13,7 | (--) | 11,2 |
| O | 205 | 6 | 54 | O | 124 | (--) | 24 |

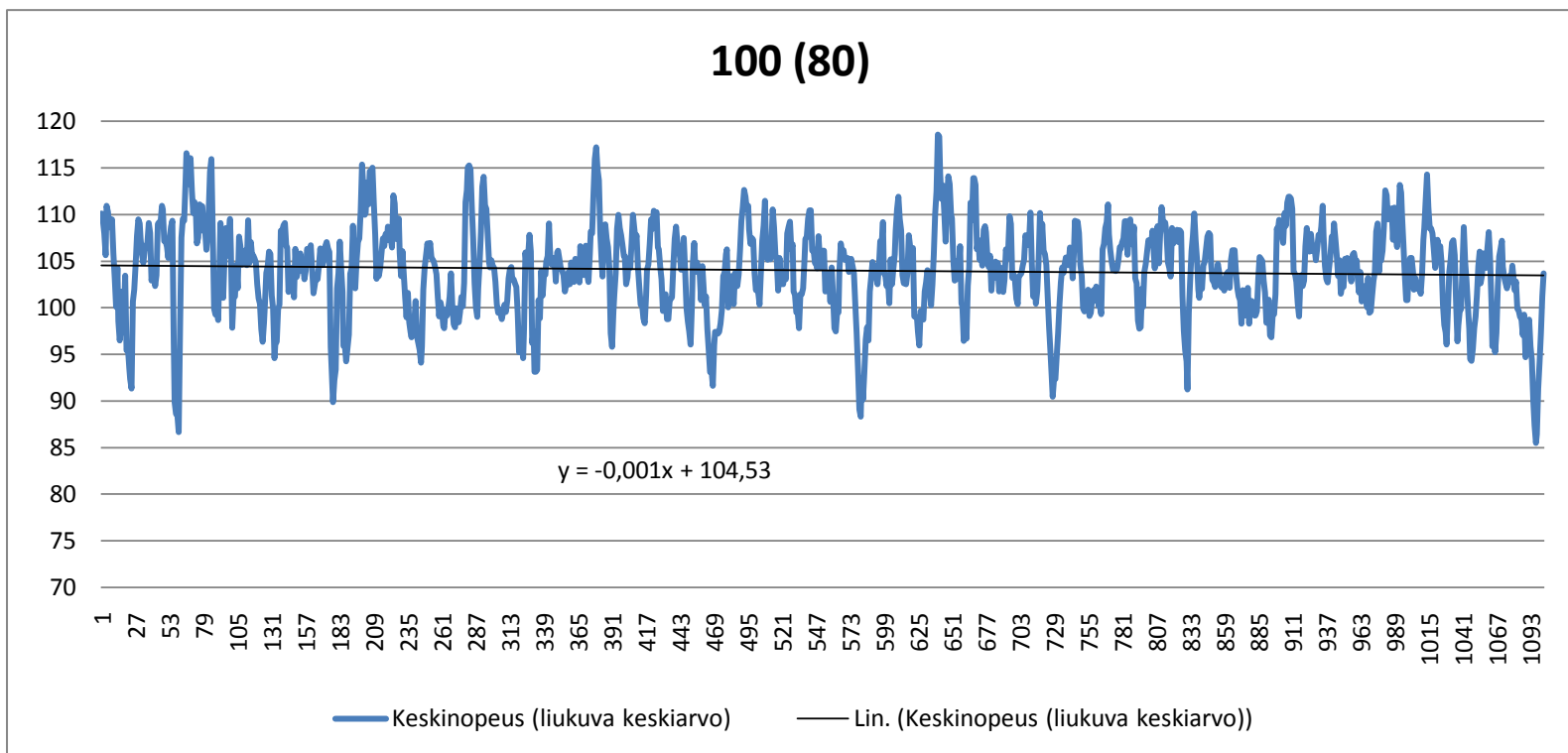


ESIMERKKI KELIOHJAUKSEN VAIKUTUKSESTA (Muurla - Lohja, tapaus 3, LAM 1603 Turkuun):

- 1) Hyvissä olosuhteissa liikennevirran keskinopeus lähtee jo laskemaan. Sumua saattaa ilmaantua ajoittain. Nopeushajonta on suurta.
- 2) Vertailutilannetta (rajoitus 120 km/h, suositus 100 km/h) ei käsitellä vähäisten havaintojen vuoksi.
- 3) Päivystäjä hyväksyy ohjauksen. Nopeustaso on selkeästi matalampi ja hajonta on pienentynyt. Trendi on kuitenkin nouseva, joten sumu saattaa hälvetä. Muissa kelijaksoissa vaikutukset keskinopeuksiin suurempia.

4 Tihkusadetta keskipäivällä. Ei jäätymisvaaraa. Päivystäjä ei hyväksynyt ehdotusta.

| HELSINKIIN | | |
|--------------------------|-----------------|------------------|
| Turun suunnassa | 100 (80) | 100 (100) |
| kallioporaus, joka | V 103,8 | 101,7 |
| vaikutti liikennevirtaan | S 8,9 | 10,9 |
| (ei käsitellä) | O 1105 | 339 |

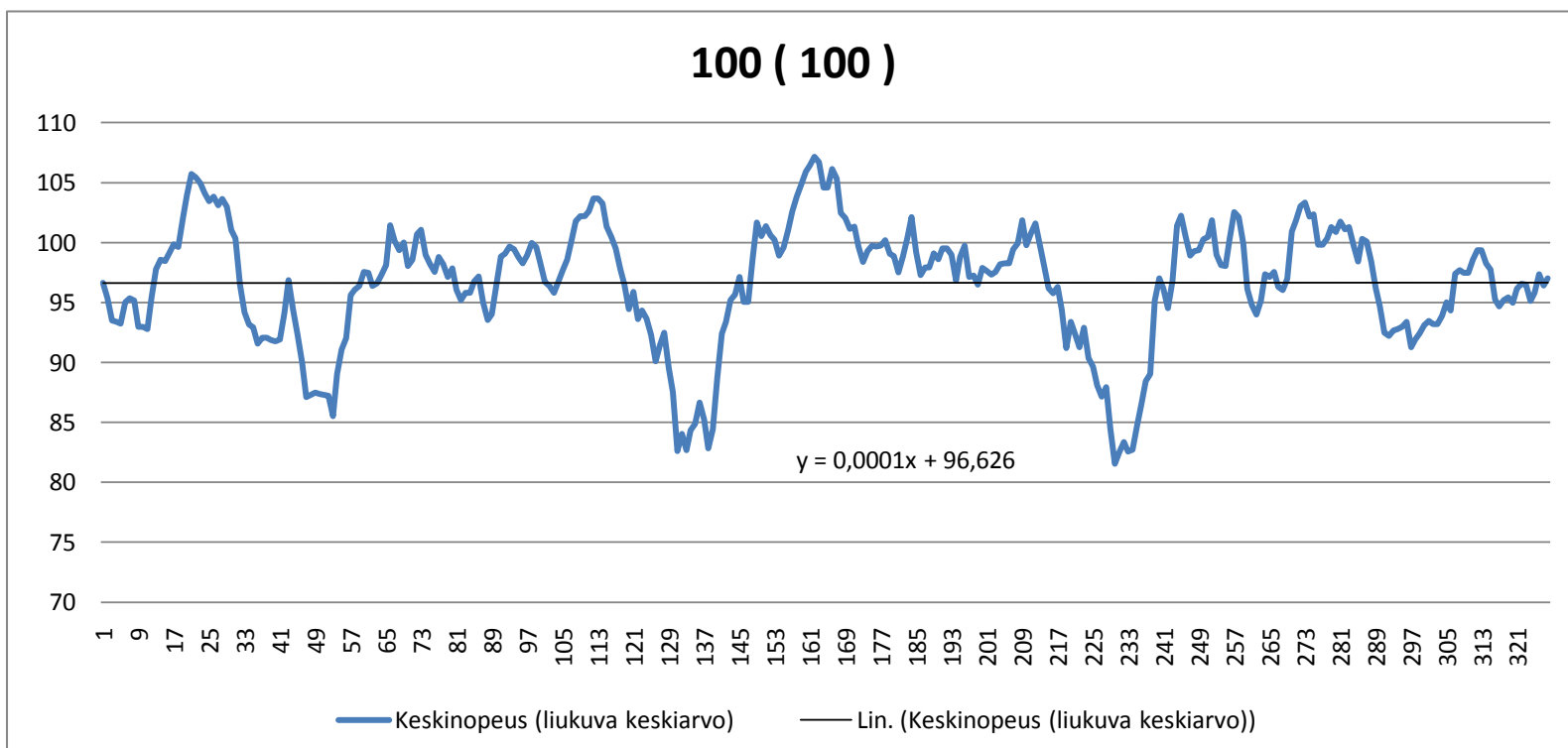


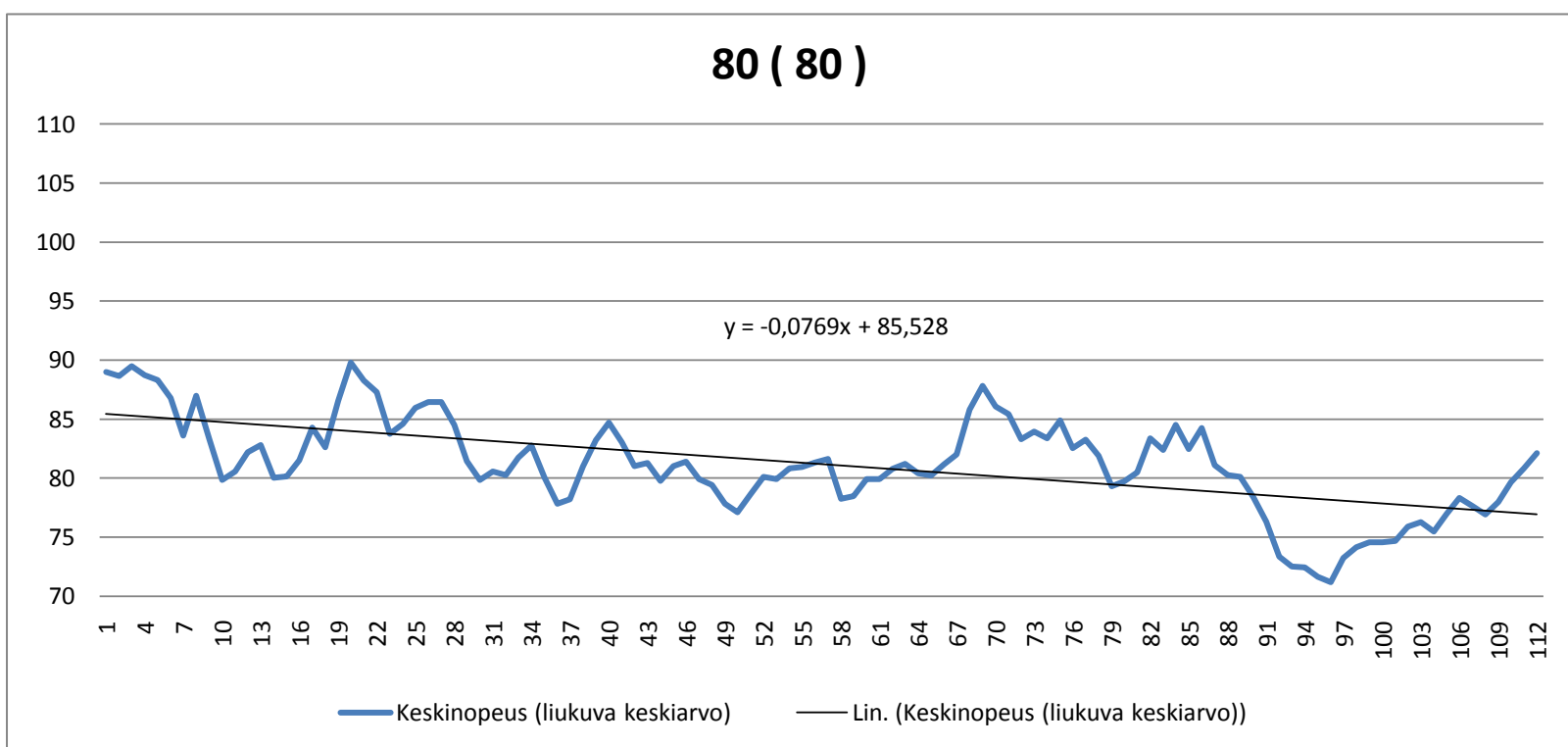
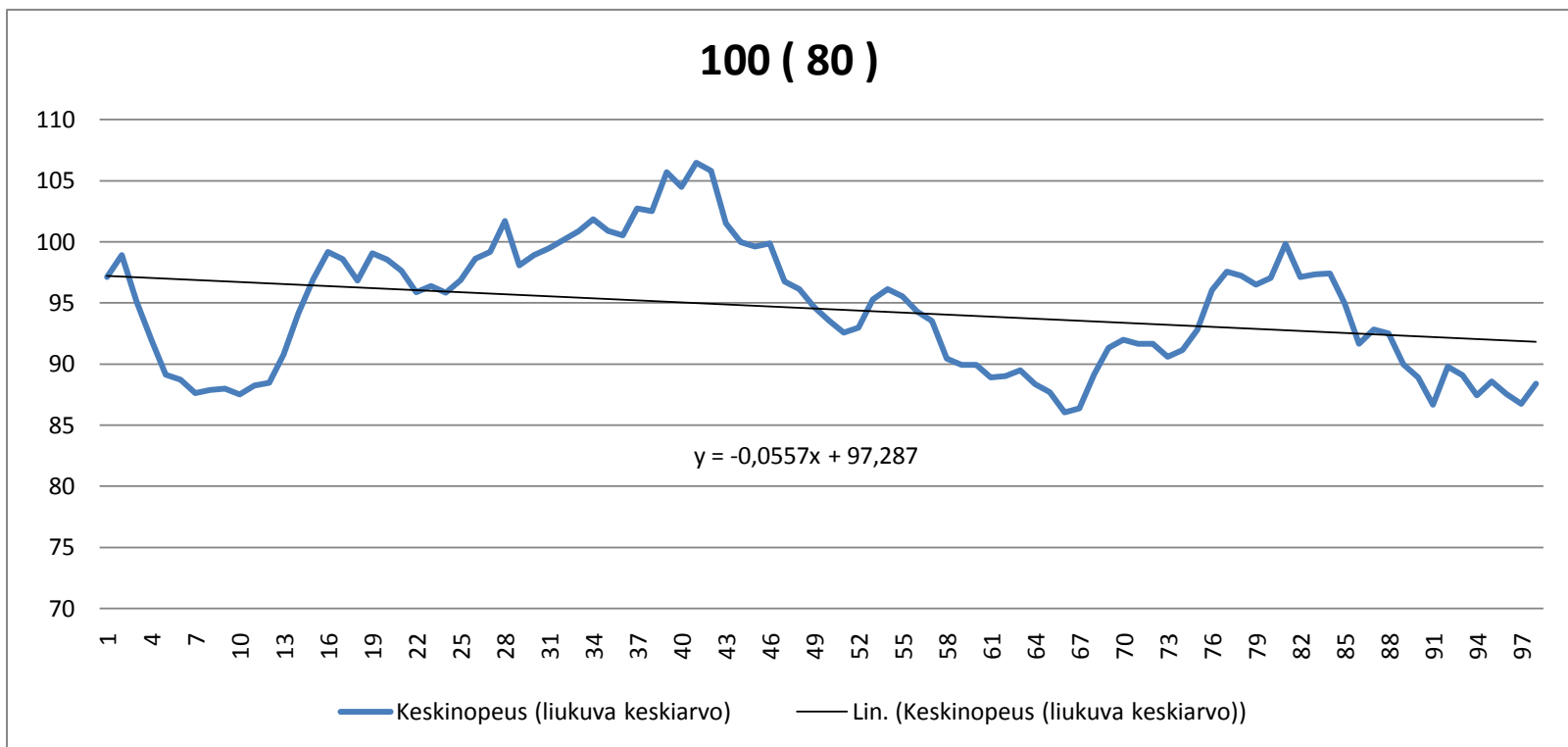
ESIMERKKI KELIOHJAUKSEN VAIKUTUKSESTA (Muurla - Lohja, tapaus 4, LAM 1601 Helsinkiin):

- 1) Järjestelmä ehdottaa rajoitukseksi 80 km/h. Liikennevirran nopeus ei kuitenkaan laske (merkittävästi) sateen vuoksi, ja pysyy 100 km/h -rajoituksen mukaisena. Päivystäjän ohjauspäätös oli oikea.
- 2) Ohjausehdotuksen palaututtua takaisin 100 km/h -rajoitukseen ei nopeustasoissa havaita merkittäviä muutoksia.

5 Ilta / yöliikenne. Lumisade. Päivystäjä hyväksyi ohjausehdotuksen odotettuaan kelin heikkenevän tarpeeksi.

| TURKUUN | | | | HELSINKIIN | | | | | |
|---------|----------|------------------|-----------------|----------------|-------|----------|------------------|-----------------|----------------|
| KJ 28 | LAM 1603 | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) | KJ 27 | LAM 1603 | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) |
| V | 96,4 | 93,9 | 80,8 | V | 88,1 | 87,6 | 80,9 | S | 10,1 |
| S | 10,8 | 11,6 | 10,6 | S | 10,1 | 12,3 | 10,4 | O | 258 |
| O | 337 | 98 | 112 | O | 258 | 75 | 83 | | |
| KJ 28 | LAM 1604 | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) | KJ 27 | LAM 1604 | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) |
| V | 98,3 | 93,9 | 80,7 | V | 91,9 | 90,1 | 84,9 | S | 10,3 |
| S | 10,1 | 12 | 10,4 | S | 10,3 | 12,3 | 10,6 | O | 275 |
| O | 309 | 106 | 111 | O | 275 | 84 | 90 | | |
| KJ 28 | LAM 1605 | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) | KJ 27 | LAM 1605 | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) |
| V | 99,9 | 93,4 | 80,9 | V | 90,6 | 89,1 | 82,9 | S | 10 |
| S | 9,5 | 11 | 9,3 | S | 10 | 11,5 | 11,3 | O | 273 |
| O | 329 | 113 | 122 | O | 273 | 85 | 93 | | |
| KJ 30 | LAM 1607 | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) | KJ 29 | LAM 1607 | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) |
| V | 96 | 87,1 | 77,3 | V | 94,6 | 85,2 | 80,6 | S | 10,7 |
| S | 11,5 | 10,4 | 9,1 | S | 10,7 | 11,1 | 9,9 | O | 510 |
| O | 646 | 32 | 82 | O | 510 | 36 | 78 | | |





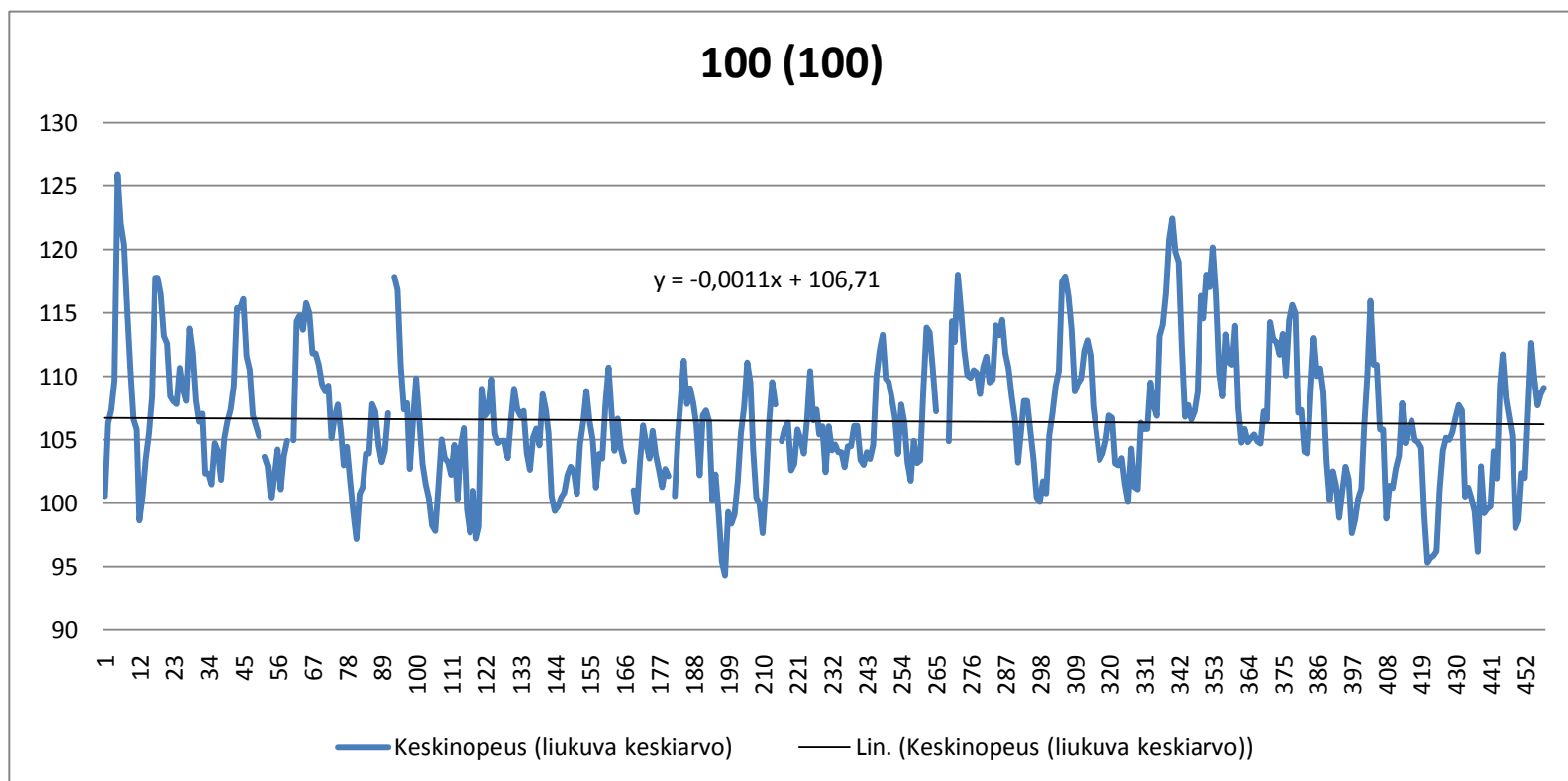
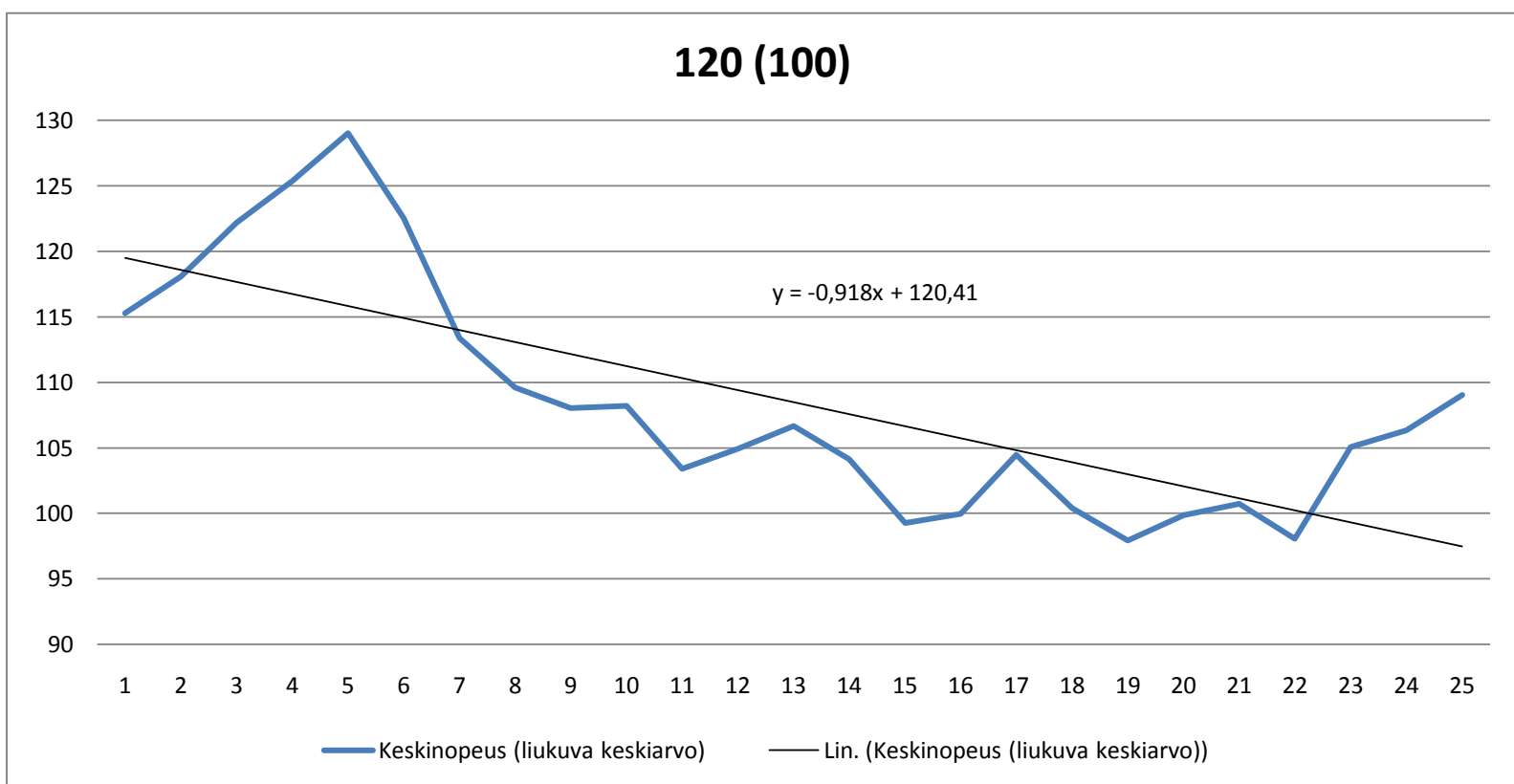
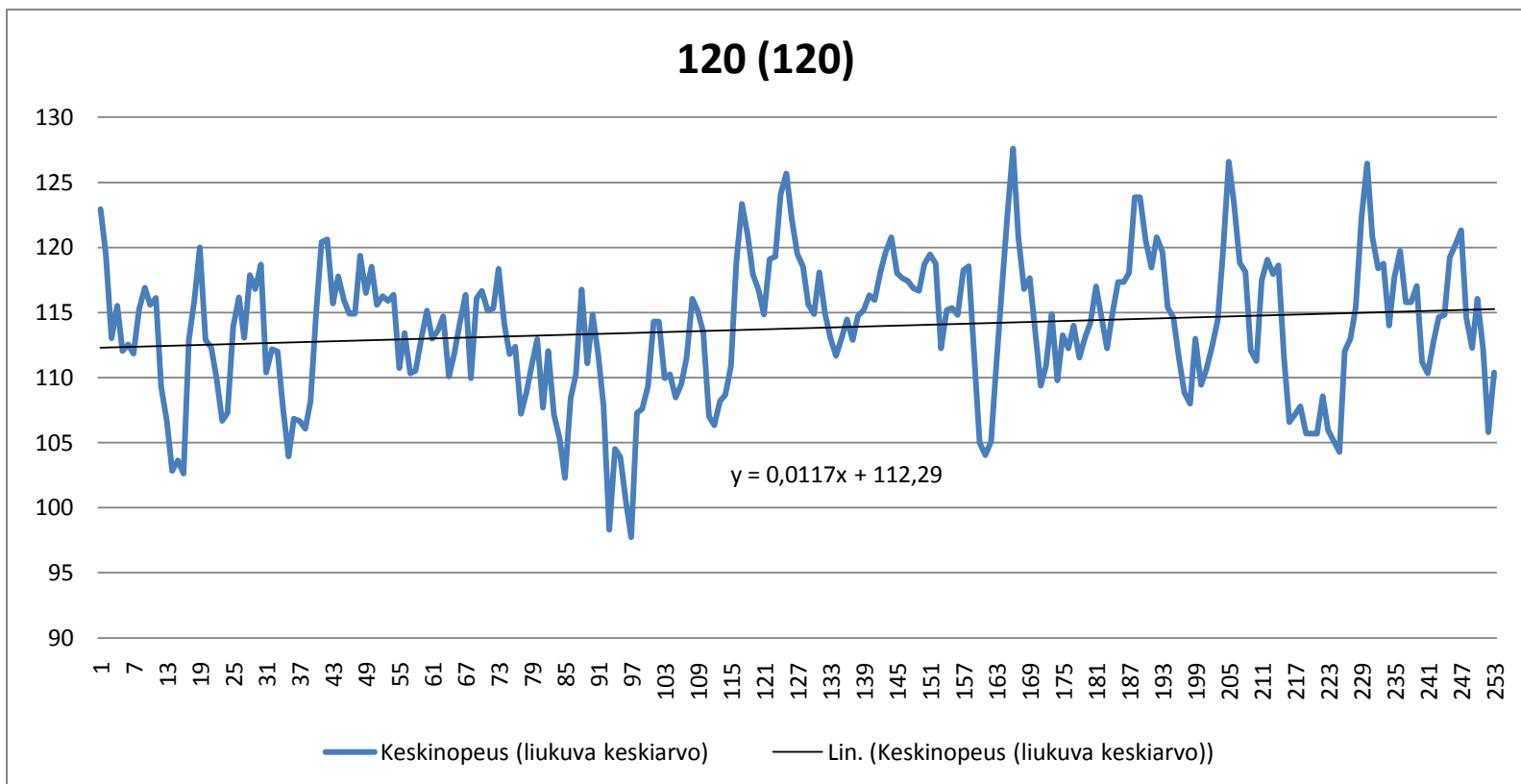
ESIMERKKI KELIOHJAUKSEN VAIKUTUKSESTA (Muurla - Lohja, tapaus 5, LAM 1603 Turkuun):

- 1) Hyvissä olosuhteissa liikennevirran keskinopeus pysyy tasaisena (trendiviivan kulmakerroin likimain 0)
 - 2) Olosuhteet huonontuvat (suosituskasvatus ehdottaa rajoituksen laskua 120 --> 100), tienkäyttäjät havaitsevat muutoksen ja laskevat hieman nopeuttaan
 - 3) Päivystäjä hyväksyy ohjauksen, jonka jälkeen nopeudet laskevat selkeästi jyrkemmin (trendiviivan kulmakerroin selvästi jyrkempi)
- Kohdassa 2 tapahtunut muutos nopeuksissa voidaan tulkita siten, että päivystäjä olisi voinut hyväksyä ehdotuksen aiemminkin, ja ohjaus olisi silloinkin ollut uskottava.

LOHJA - KEHÄ III

1 Yöliikenne. Tie kostea ja pakkasella. Päivystäjä hyväksyi ohjausehdotuksen.

| TURKUUN | | | | HELSINKIIN | | | |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------|------------------|------------------|------------------|
| KJ 1 | LAM 194 | | | KJ 2 | LAM 194 | | |
| | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 113,6 | 108,3 | 106,2 | V | 113,9 | 112,9 | 103,8 |
| S | 12,9 | 14,6 | 10,9 | S | 12,4 | 12,6 | 12,3 |
| O | 257 | 29 | 453 | O | 382 | 45 | 212 |
| Kj 1 | LAM 193 | | | KJ 2 | LAM 193 | | |
| | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 113 | 113,2 | 105,1 | V | 113,2 | 107,8 | 102,6 |
| S | 11,7 | 11,6 | 11,9 | S | 11,4 | 14,0 | 10,6 |
| O | 327 | 40 | 170 | O | 211 | 22 | 413 |
| KJ 3 | LAM 104 | | | KJ 4 | LAM 104 | | |
| | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 110,3 | 108,1 | 102 | V | 115,3 | 106,4 | 106,8 |
| S | 12,1 | 11,1 | 11,2 | S | 12,1 | 11,1 | 11,2 |
| O | 372 | 33 | 73 | O | 253 | 19 | 29 |



ESIMERKKI KELIOHJAUKSEN VAIKUTUKSESTA (Muurla - Lohja, tapaus 5, LAM 1603 Turkuun):

- 1) Hyvissä olosuhteissa liikennevirran nopeus on hieman nousussa, keskinopeuden ollessa lähes 114 km/h
- 2) Olosuhteet huonontuvat (suosituskasvusta ehdottaa rajoituksen laskua 120 --> 100), nopeudet laskevat. Havaintoja vähän, joten ei voida päätellä, johtuuko nopeuden lasku kelistä vai satunnaisesta vaihtelusta.
- 3) Päivystäjä hyväksyy ohjauksen, jonka jälkeen nopeustaso laskee ja trendi muuttuu tasaiseksi. Hajonta pienenee lähtötilanteeseen verrattuna.

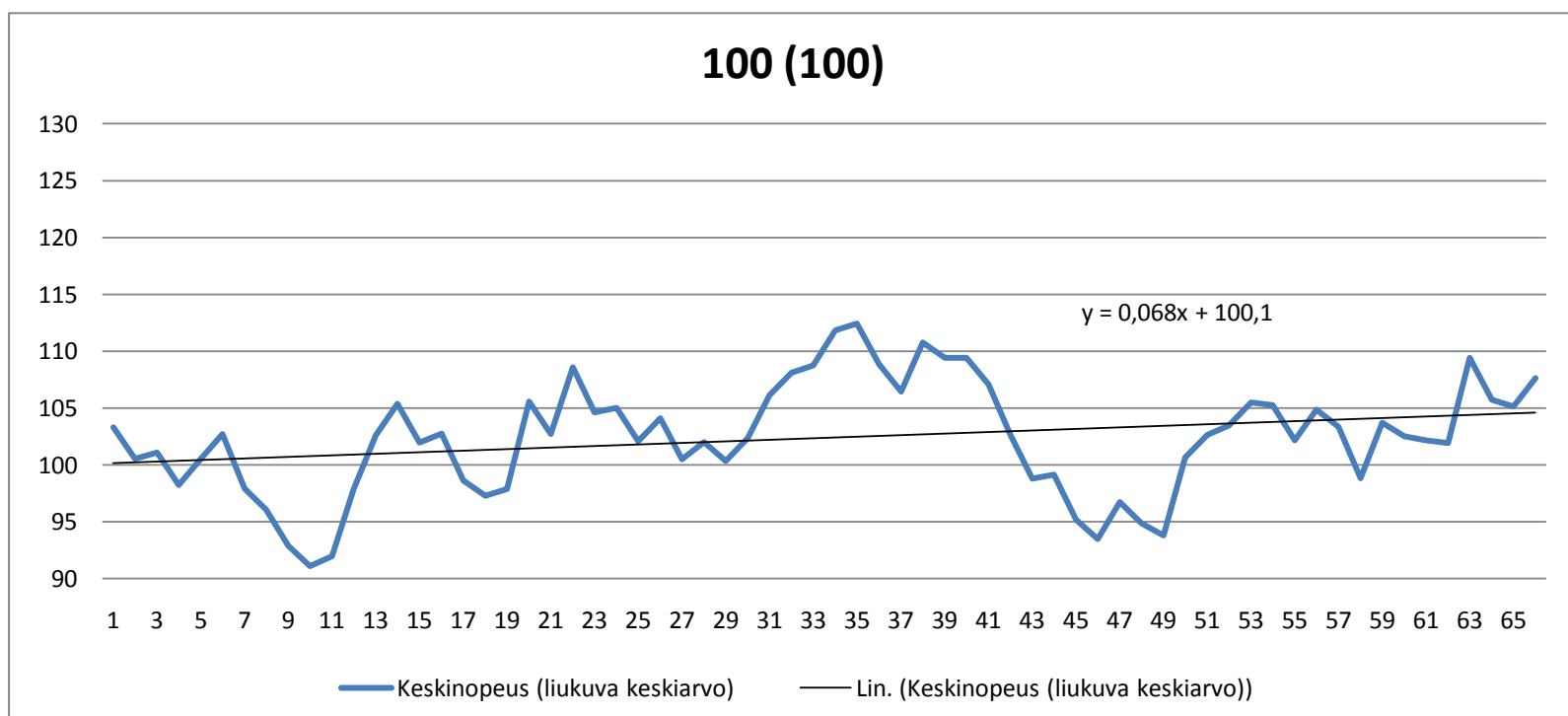
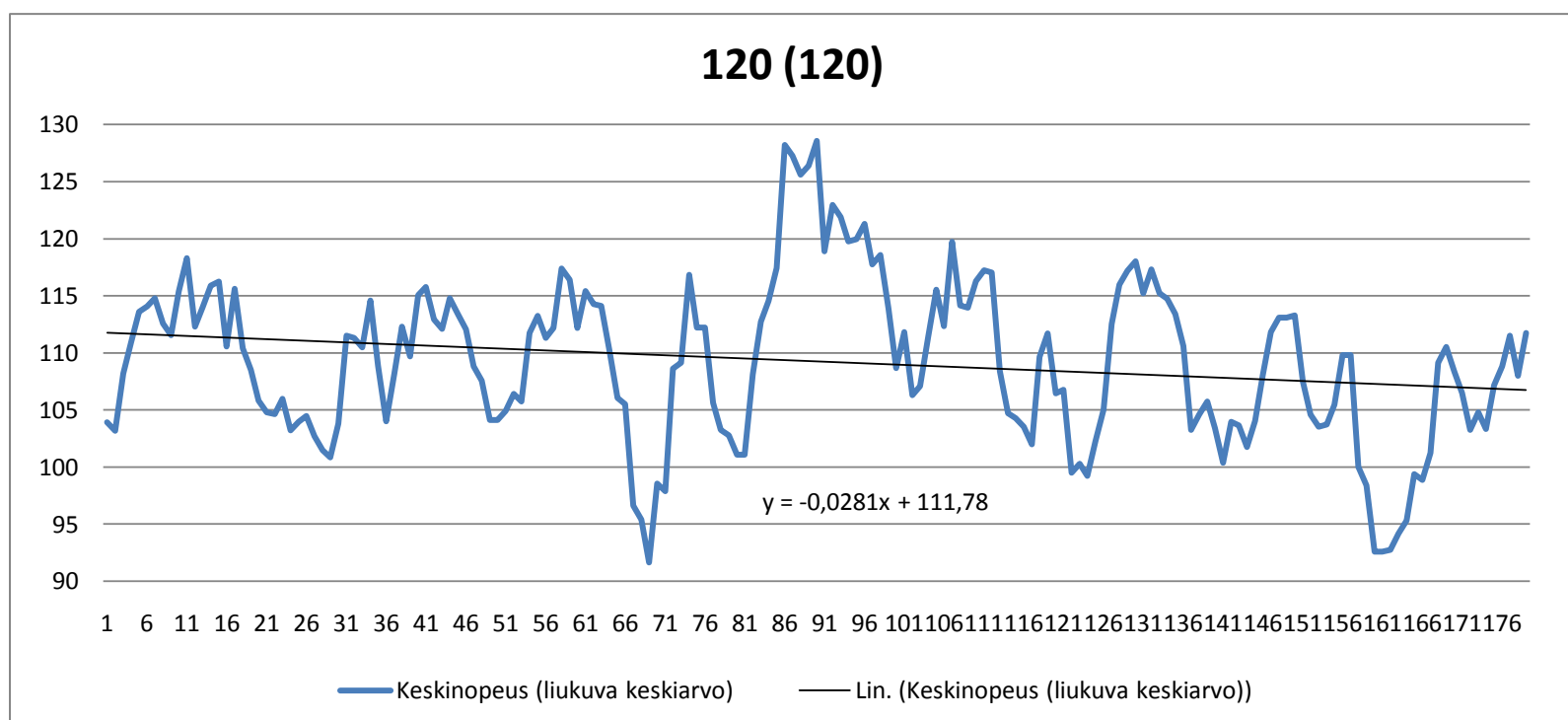
| TURKUUN | | | | HELSINKIIN | | | |
|---------|------------------|------------------|------------------|------------|------------------|------------------|------------------|
| KJ 1 | LAM 194 | | | KJ 2 | LAM 194 | | |
| | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 109,2 | 99,8 | 100,5 | V | 113,7 | 112,7 | 97,9 |
| S | 15,9 | 12,8 | 7,1 | S | 15,4 | 17,6 | 10,2 |
| O | 46 | 12 | 13 | O | 66 | 10 | 10 |
| KJ 1 | LAM 193 | | | KJ 2 | LAM 193 | | |
| | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) |
| V | 110,6 | 110,9 | 98,8 | V | 105,4 | 102,6 | 101,5 |
| S | 15,5 | 19,5 | 6,3 | S | 14,9 | 18,0 | 10,1 |
| O | 100 | 11 | 6 | O | 33 | 11 | 11 |

Ajoneuvohavaintoja hyvin vähän

3 Yöliikenne. Sumua. Päivystäjä hyväksyi ohjausehdotuksen (120 --> 100)

| TURKUUN | | | | | |
|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| KJ 3 | LAM 104 | | | | |
| | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | 100 (120) | 120 (120) |
| V | 108,8 | 113,3 | 102,7 | 107,1 | 110 |
| S | 13,3 | 8,8 | 11,8 | 11,6 | 13,6 |
| O | 183 | 11 | 70 | 26 | 87 |
| HELSINKIIN | | | | | |
| KJ 4 | LAM 104 | | | | |
| | 120 (120) | 120 (100) | 100 (100) | 100 (120) | 120 (120) |
| V | 115,4 | 112 | 107,7 | 109,2 | 118 |
| S | 14,2 | 9 | 8,5 | 11,6 | 10,7 |
| O | 146 | 13 | 31 | 19 | 68 |

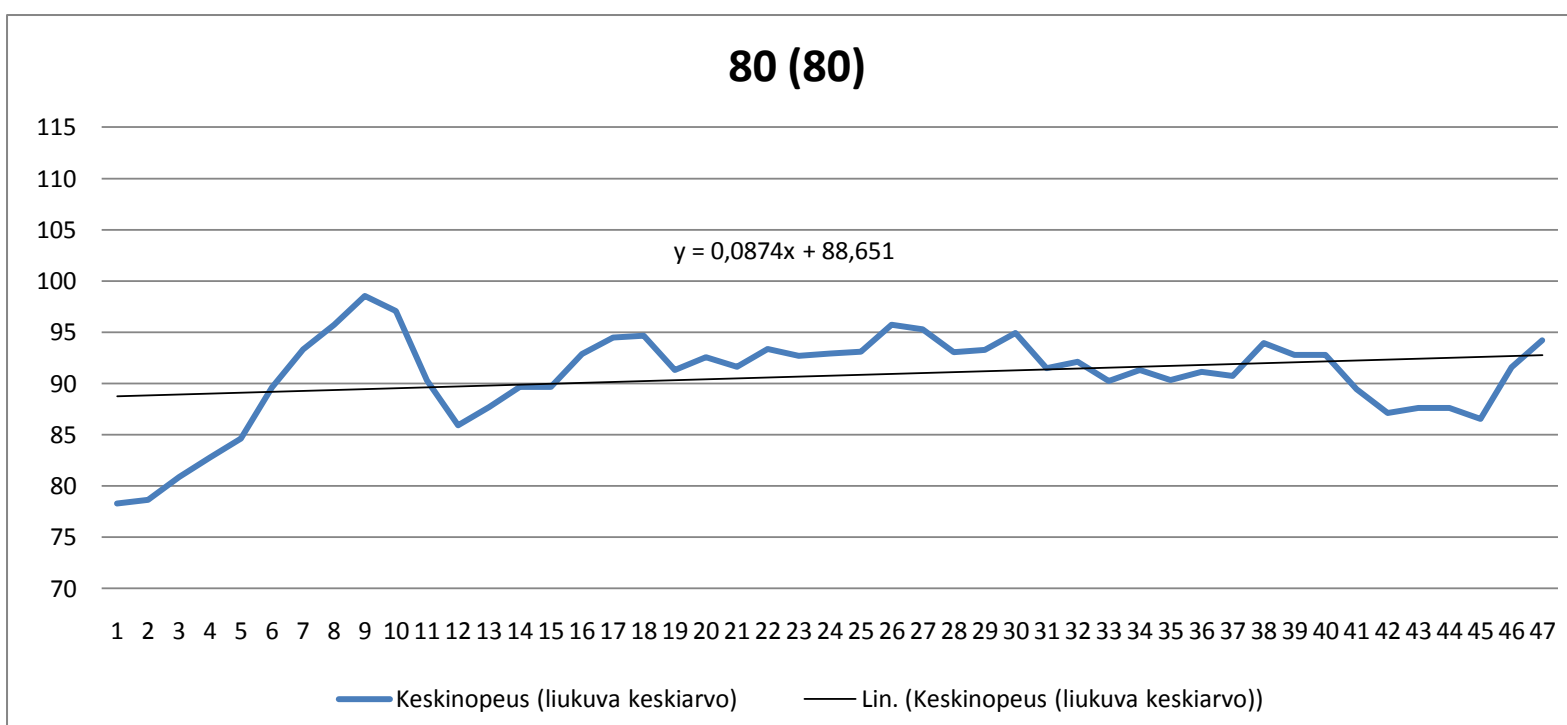
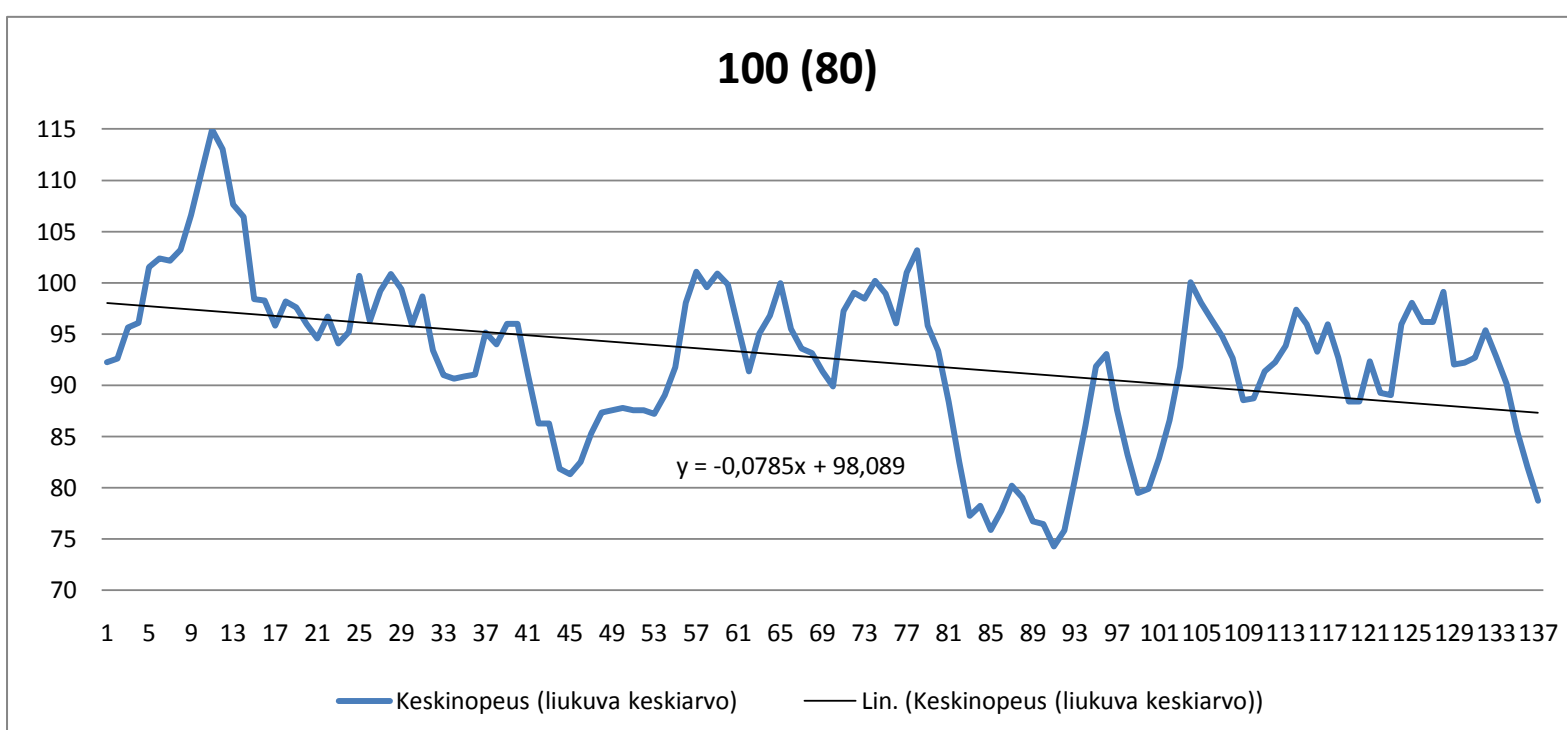
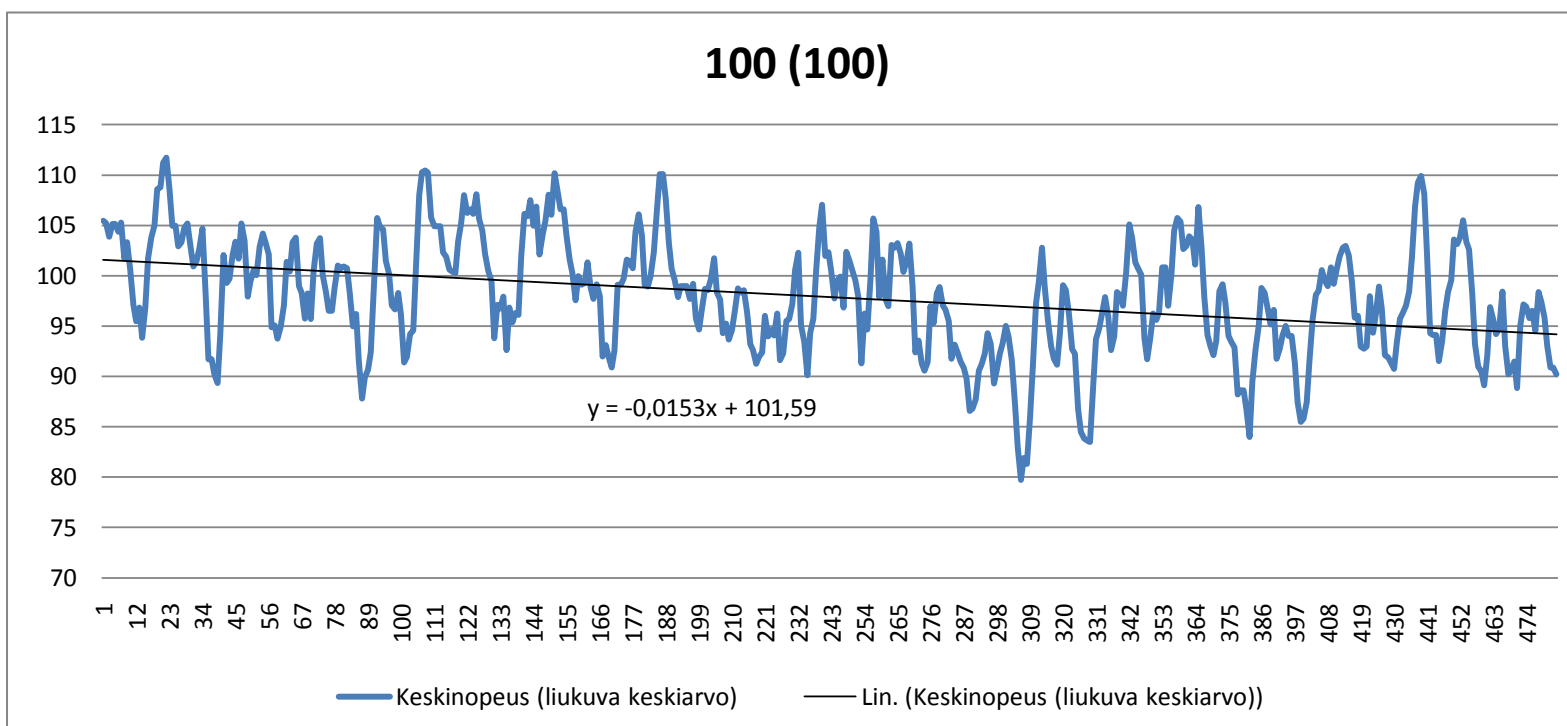
Sumun hälvennyttyä nopeustasot palasivat likimain alkutilanteen suuruisiksi



ESIMERKKI KELIOHJAUKSEN VAIKUTUKSESTA (Lohja - Kehä III, tapaus 3, LAM 104 Turkuun):

- 1) Jo hyvissä olosuhteissa liikennevirran nopeus lähtee laskuun. Sumua alkaa mahdollisesti jo esiintyä.
- 2) Päivystäjä reagoi ehdotukseen (120 --> 100) nopeasti, joten vertailutilanteesta saatiin vain muutamia havaintoja. Rajoituksen laskemisen seurauksena Keskinopeudet laskivat selkeästi, joskin pian ne alkoivat nousta. Sumu mahdollisesti alkoi jo hälvetä. Sumun hälvennyttyä (ohjausehdotus ja rajoitus takaisin 120 km/h) nopeudet nousivat lähtötilanteen tasolle.

| TURKUUN | | | | HELSINKIIN | | | |
|---------|------------------|-----------------|----------------|------------|------------------|-----------------|----------------|
| KJ 1 | LAM 194 | | | KJ 2 | LAM 194 | | |
| | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) | | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) |
| V | 94,7 | 91,9 | 89,5 | V | 97,5 | 91,8 | 90,0 |
| S | 10,5 | 10,9 | 10,8 | S | 10,4 | 12,4 | 9,0 |
| O | 401 | 98 | 47 | O | 488 | 141 | 51 |
| KJ 1 | LAM 193 | | | KJ 2 | LAM 193 | | |
| | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) | | 100 (100) | 100 (80) | 80 (80) |
| V | 95,9 | 88,3 | 89,8 | V | 96,1 | 92,5 | 87,9 |
| S | 11,3 | 11,7 | 8,9 | S | 10,2 | 12,1 | 9,9 |
| O | 380 | 129 | 59 | O | 288 | 73 | 41 |



ESIMERKKI KELIOHJAUKSEN VAIKUTUKSESTA (Lohja - Kehä III, tapaus 4, LAM 194 Helsinkiin):

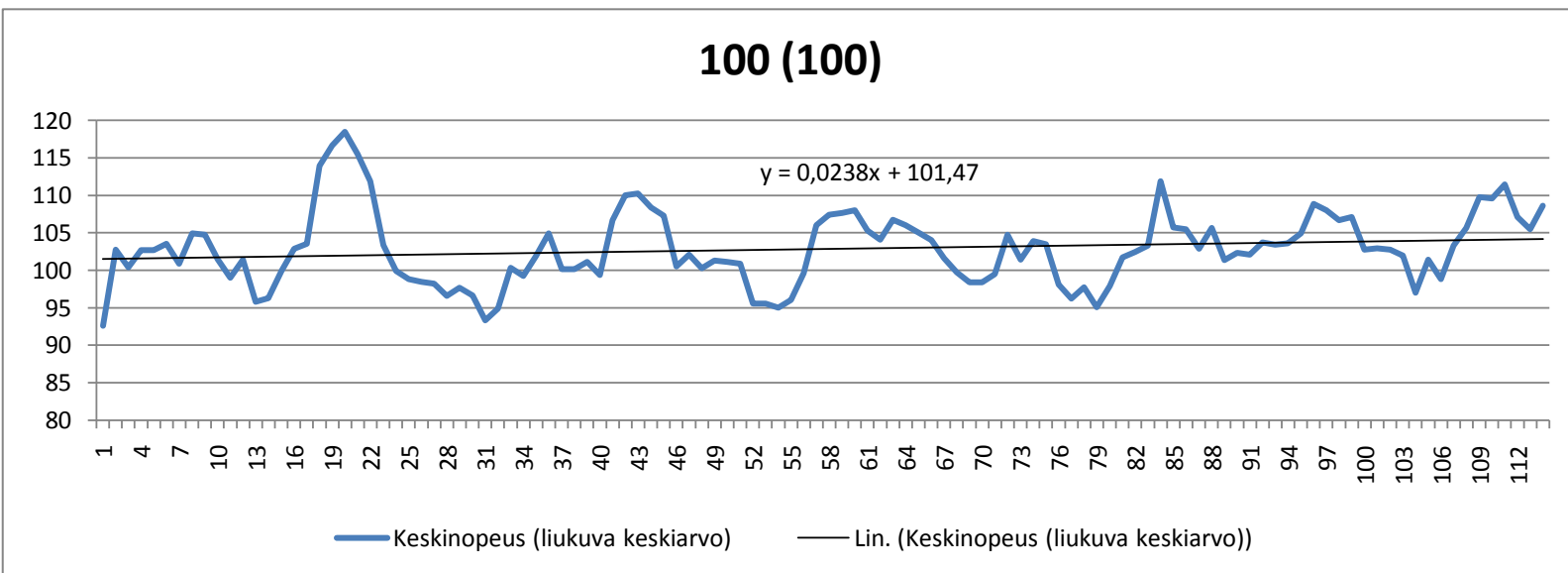
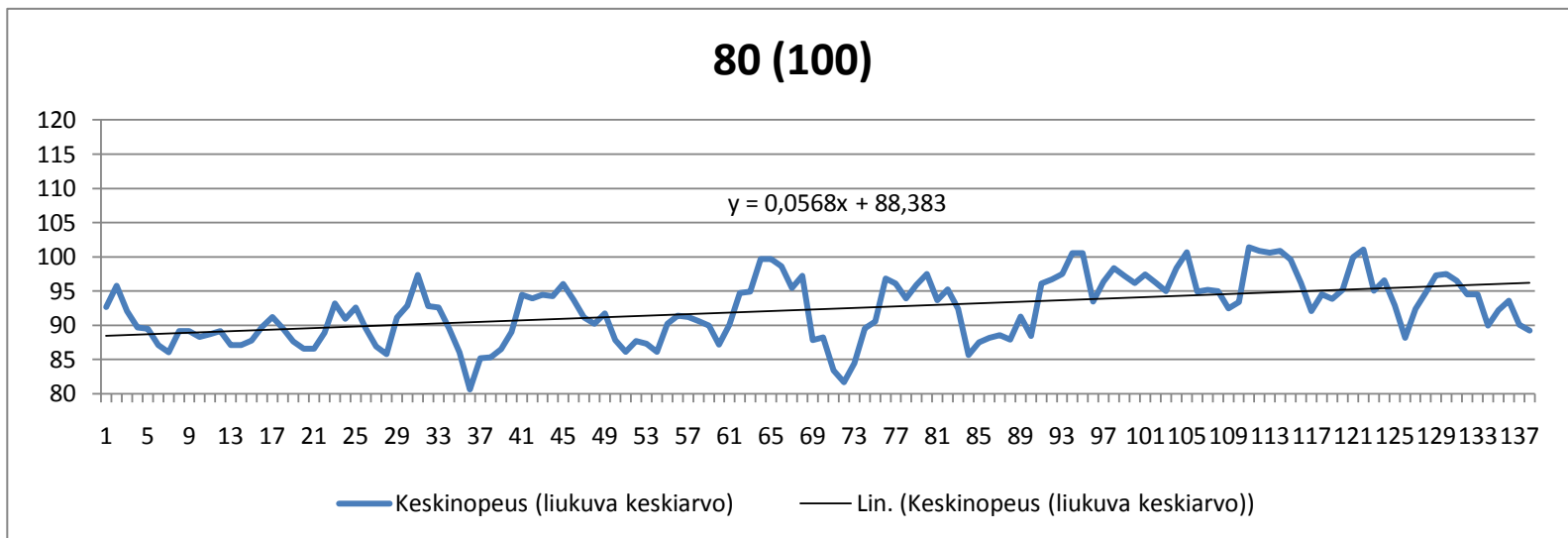
- 1) Jo hyvissä olosuhteissa liikennevirran nopeus lähtee hienoiseen laskuun. Olosuhteet saattavat jo heiketä.
- 2) Järjestelmän havaitessa olosuhdemuutokset (ehdotus 80 km/h) nopeudet laskevat selvästi jyrkemmin. Olosuhteiden voidaan tulkita heikkenevän selkeästi.
- 3) Päivystäjän asettaessa uuden rajoituksen (80 km/h) nopeustasot ovat jo laskeneet kelin vaikutuksesta. Nopeudet alkavat hieman nousta.
Ajo-olosuhteet saattavat jo parantua. Voidaan päätellä, että päivystäjä reagoi oikein järjestelmän ehdotukseen, mutta ohjaus olisi pitänyt tehdä aikaisemmin.

5 Aamuyön liikenne. Suosituslaskenta ehdottanut koko yön rajoituksen nostamista, syy ei tiedossa. Aamuyöllä päivystäjä hyväksyi ohjausehdotuksen.

TURKUUN

| | | |
|------|-----------------|------------------|
| KJ 5 | LAM 191 | |
| | 80 (100) | 100 (100) |
| V | 92 | 102,4 |
| S | 10,8 | 11,1 |
| O | 112 | 118 |

Suosituslaskennan ehdotuksen aikana nopeudet nousevat 80 km/h rajoituksesta huolimatta. Päivystäjä olisi voinut hyväksyä ehdotuksen aiemmin.



Liikennemäärät (KVL, 2009)

| | | |
|--------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| Turku – Muurla (55 km) | 15 000 ajon. / vrk | |
| Muurla – Lohja (45 km) | 11 000 ajon. / vrk | |
| Lohja – Kehä III (33 km) | 22 000 ajon. / vrk | (ruuhka-ajan liikennettä poistettu!) |
| K-A (painotettu) | 15 400 ajon. / vrk | |

Matkanopeudet

Yksinkertaistus: keskim. matkanopeus V_k = tavoitenopeus V_T

$$V_T \text{ (rajoitus 100 km/h)} = 22 + 0,87 * 98 = 107,26 \text{ (km/h)}$$

$$V_T \text{ (rajoitus 120 km/h)} = 107,3 + 4 = 111,26 \text{ (km/h)} \quad (\text{Lähde: Schikoroff, Rämä 2005})$$

Polttoaineen kulutus

$$P = P_{VT} \text{ (100 km/h)} = 10,5435 - 0,14424 * 107,26 + 0,0011337 * (107,26)^2 = 8,12 \text{ (l / 100 km)}$$

$$P = P_{VT} \text{ (120 km/h)} = 10,5435 - 0,14424 * 107,26 + 0,0011337 * (111,26)^2 = 8,53 \text{ (l / 100 km)}$$

$$dP \text{ (100 km/h)} = 8,11521 / 8,2 = 0,99$$

$$dP \text{ (120 km/h)} = 8,52919 / 8,2 = 1,04$$

Ajoneuvokustannukset

$$\text{Ank (100 km/h)} = 0,98966 * 6,81 = 6,74$$

$$\text{Ank (120 km/h)} = 1,04015 * 6,81 = 7,08$$

$$\text{Ank}_{\text{vuotuiset}} \text{ (100 km/h)} = 6,73958 * 15200 * 365 * 138 / 10^8 = 51,60 \text{ (M€)}$$

$$\text{Ank}_{\text{vuotuiset}} \text{ (120 km/h)} = 7,08339 * 15200 * 365 * 138 / 10^8 = 54,23 \text{ (M€)}$$

Matka-aikakustannukset

$$\text{Aik (100 km/h)} = 15,16 / 107,26 * 100 = 14,13 \text{ (c / km)}$$

$$\text{Aik (120 km/h)} = 15,16 / 111,26 * 100 = 13,63 \text{ (c / km)}$$

$$\text{Aik}_{\text{vuotuiset}} \text{ (100 km/h)} = 14,13 * 15400 * 365 * 133 / 10^8 = 105,66 \text{ (M€)}$$

$$\text{Aik}_{\text{vuotuiset}} \text{ (120 km/h)} = 13,63 * 15400 * 365 * 133 / 10^8 = 101,87 \text{ (M€)}$$

Onnettomuuskustannukset

Nykytilanteesta lisääntyvät onnettomuuskustannukset arvioidaan käyttämällä Elvikin (2004) tutkimustuloksia Nilssonin kehittämästä potenssimallista.

Onnettomuudet V_t 1, johdettu maan 2009 keskiarvosta (moottoritie)

$$\text{Kuolleita} \quad 1,8$$

$$\text{Loukkaantuneita} \quad 38,0$$

Potenssimalli (Lähde: Elvik, 2004):

$$\text{Nykytila} = X_0$$

$$\text{Ennuste} = X_1$$

$$\text{Kuolleet}_1 = \text{Kuolleet}_0 * (\text{Nopeus}_1 / \text{Nopeus}_0)^{3,65} = 1,8 * (111,26 / 107,26)^{3,65} = 2,05$$

$$\text{Loukk.}_1 = \text{Loukk.}_0 * (\text{Nopeus}_1 / \text{Nopeus}_0)^{2,67} = 38,0 * (111,26 / 107,26)^{2,67} = 43,4$$

$$\text{Lisäys (kuoll.)} = 2,05 - 1,8 = 0,25$$

$$\text{Lisäys (loukk.)} = 43,4 - 38,0 = 5,4$$

Lisäkust. (kuoll.) = $0,25 * 1919\ 000 = 479\ 750$ (€)

Lisäkust. (loukk.) = $5,4 * 248\ 000 = 1\ 339\ 200$ (€)

Koska tarkasteltavana on ainoastaan kuivan ajokelin tapauksia, tulee tämä huomioida kustannuksissa. Sallin et. al (2008) tutkimuksessa todettiin onnettomuusriskien olevan ylimmän hoitoluokan teillä huomattavasti suurempia liukkaalla kelillä, koska autoilijat eivät odota tien olevan liukas. Tutkimustuloksista valitaan tähän tarkasteluun korjauskertoimiksi 0,2. Valinta on ns. ”varman puolella”.

Kuivan kelin lisäkustannukset: $0,2 * (479\ 750 + 1\ 339\ 200) = 364\ 000$ €

Pakokaasupäästöjen lisäkustannukset

Huomioidaan vain hiilidioksidipäästöt.

Polttoaineen kulutuksen lisäys: $8,53 - 8,12 = 0,41$ (l / 100 km)

Vuodessa koko ajosuoritteelta: $133 * 15400 * 365 * 0,41 / 100 = 3\ 065\ 130$ l

Hiilidioksidipäästöt: $2,35 * 3\ 065\ 130 = 7\ 203\ 060$ kg

Kustannus: $37 * 7\ 203\ 060 / 1000 = 265\ 510$ (€)

Yhteensä

Hyöty: $(51,60 - 54,23) + (105,66 - 101,87) - 0,364 - 0,2655 = 0,5305$ (M€)

Skaalattuna neljälle talvikuukaudelle: $4 / 12 * 530500 = \underline{\underline{176\ 800}} (€)$

LÄHTEET: Liikennemääräkartta 2009 (Liikennevirasto 2010)
Tieliikenteen ajokustannusten laskenta (Tiehallinto 2005)
Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot (Liikenneviraston ohjeita 21/2010)
Liikenneonnettomuudet maanteillä 2009 (Liikenneviraston tilastoja 8/2009)
Speed and Road Accidents (Elvik 2004, TOI report 740/2004)
Vaihtuvien nopeusrajoitusten laajamittainen käyttö Suomessa (Schikoroff, Rämä 2005)
Keliolosuhteet ja henkilöautoliikenteen riskit (Salli et al 2008)