



Raine Hautala, Anna Schirokoff ja Mikko Lehtonen

Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteenohjausjärjestelmän vaikutukset yksiajorataisella valtatiellä 1 (E18)

Tiehallinnon selvityksiä 51/2001



Raine Hautala, Anna Schirokoff ja Mikko Lehtonen

Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteenohjausjärjestelmän vaikutukset yksiajorataisella valtatiellä 1 (E18)

Tiehallinnon selvityksiä 51/2001

ISSN 1457-9871
ISBN 951-726-800-9
TIEH 3200697

Edita Prima Oy
Helsinki 2002

Julkaisua myy:
Tiehallinto, julkaisumyynti
telefaksi 0204 22 2652
e-mail julkaisumyynti@tiehallinto.fi



TIEHALLINTO
Liikenteen palvelut
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 11

Raine Hautala, Anna Schirokoff ja Mikko Lehtonen: Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteenohjausjärjestelmän vaikutukset yksiajorataisella valtatiellä 1 (E18). [Effects of the weather-controlled traffic management system on a single-carriageway Main Road 1 (E 18)]. Helsinki 2002. Tiehallinto, Liikenteen palvelut. Tiehallinnon selvityksiä 51/2001. 49 s. + liitt. 3 s. ISSN 1457-9871, ISBN 951-726-800-9, TIEH 3200697.

Asiasanat: liikenteen ohjaus, ohjausjärjestelmät, muuttuvat opasteet, nopeusrajoitukset, keli, kuljettajat, käyttäytyminen, vaikutukset

Aiheluokka: 22, 84

TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää muuttuvan liikenteenohjauksen vaikutuksia yksiajorataisen valtatie 1 liikennevirtaan talviolosuhteissa sekä järjestelmän hyväksyttävyyttä. Liikennepäivystäjä teki ohjauspäätökset sää- ja kelitietojen perusteella.

Tutkittavalla 37 km pituisella tiejaksolla on 22 kuituoptista muuttuvaa nopeusrajoitusmerkkiä ja neljä muuttuvaa opastetta. Käytössä olevat nopeusrajoitukset ovat 60 km/h, 80 km/h ja 100 km/h. Tutkimuksessa käytettiin liikennevirran vaikutusten osalta ennen-jälkeen- ja koetie-vertailutie-asetelmaa. Koetien aineisto kerättiin kolmesta mittauspisteestä (Helsingin ja Turun suunnan liikennevirrat erikseen). Vertailuaineisto kerättiin samalta tieltä (vt 1) koetien länsipuolelta. Henkilö- ja pakettiautoilijat haastateltiin koetien levähdysalueella.

Muuttuvaa 100 km/h -rajoitusta käytettiin 4 %, 80 km/h -rajoitusta 94–96 % ja 60 km/h -rajoitusta vain 0,3 % tutkimusajasta. Vikaa nopeusrajoitusmerkeissä oli 0–1,7 % ajasta. Järjestelmä vaikutti nopeuksiin selvästi enemmän kuin keliolosuhteet ennen järjestelmän käyttöönottamista. Järjestelmän keskimääräiset vaikutukset ovat:

- Nopeusrajoituksen nostaminen 80 km:stä/h 100 km:iin/h lisäsi jonon ulkopuolella ajavien henkilö- ja pakettiautojen keskinopeutta normaalilla kelillä lähes 7 km/h ja hyvällä kelillä noin 6 km/h. Jonossa ajavien ajoneuvojen lyhyiden aikavälien (alle 1 s) osuus kasvoi normaalilla kelillä noin puolella ja hyvällä noin neljänneksen.
- Entisen 80 km/h -rajoituksen esittäminen muuttuvalla kuituoptisella merkillä lisäsi keskinopeutta huonolla kelillä runsaat 2 km/h, normaalilla kelillä vajaat 2 km/h ja hyvällä kelillä vain hieman. Lyhyiden aikavälien osuus jonossa kasvoi huonolla kelillä 8–30 % ja normaalilla kelillä noin 5 %, mutta väheni hyvällä kelillä enimmillään 11 %.
- ”Liukas ajorata” -merkki laski keskinopeutta 60 km/h rajoituksen aikana huonolla kelillä 2,5 km/h ja normaalilla kelillä 3–4 km/h. Lyhyiden aikavälien osuus jonossa väheni Helsingin suuntaan huonolla kelillä 18 % ja normaalilla kelillä 6 %. ”Liukas ajorata” -merkki laski keskinopeutta 80 km/h rajoituksen aikana huonolla kelillä vajaat 2 km/h ja normaalilla kelillä enimmillään 0,5 km/h. Lyhyiden aikavälien osuus jonossa väheni Helsingin suuntaan huonolla kelillä 20 % ja normaalilla kelillä 14 %.

Kuljettajista 86 % muisti muuttuvan nopeusrajoitusarvon. Opasteyhdistelmän ”liukas ajorata” -merkki ja tekstiviesti ”VESILIIIRTO” muisti 41 % kuljettajista noin 10 km opasteen jälkeen. Kuljettajista 96 % piti muuttuvia nopeusrajoituksia tarpeellisina ja 92 % mielestä ne olivat lähes aina oikein asetetut. 78 % mielestä sopiva rajoitus huonolla talvikelillä valoisaan aikaan on 80 km/h. Kahden kolmasosan mielestä sopiva rajoitus hyvällä talvikelillä pimeään aikaan on enintään 80 km/h. Järjestelmän etuina mainittiin useimmin liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden paraneminen.

Järjestelmä toimii oikein käytettynä sille asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Kuljettajat hyväksyvät muuttuvat nopeusrajoitukset ja luottavat niiden oikeellisuuteen, mikä asettaa korkeat vaatimukset järjestelmän ohjausperiaatteille ja toimintavarmuudelle. Nopeusrajoitusta 60 km/h tulisi käyttää enemmän huonolla kelillä. Nopeusrajoituksen 100 km/h käyttö edellyttää hyviä sää- ja keliolosuhteita.

Keywords: traffic control, control system, variable message sign, speed limits, road conditions, driver behaviour, effect

SUMMARY

The purpose of the study was to investigate the effects of variable speed limits and message signs controlled manually according to weather and road conditions on traffic flow on a single-carriageway highway 1 (E18) and the acceptance of the system. The TMC-operator made the control decisions based on the weather and road condition data.

There were 22 variable fibre optic speed limit signs and four variable message signs on the 37 km long study road section. The speed limits used were 60 kmph, 80 kmph and 100 kmph. The study used the before-after design for the traffic flow effect studies. The study road data was collected at three measurement points (traffic flows to Helsinki and Turku separately). The control data was collected at a point on the same road west of the study section. Drivers were interviewed at a rest area on the study section.

The variable 100 kmph speed limit was used for 4%, 80 kmph speed limit 94–96% and the variable 60 kmph speed limit only for 0.3% of the study time. The signs were malfunctioning for 0–1.7% of the time. The rest of the time the speed limit was 80 kmph. The system affected speeds clearly more than the road surface conditions before the implementation of the system. The following average effects were:

- The increase of the speed limit from 80 kmph to 100 kmph increased the mean speed of cars and vans out of queues by nearly 7 kmph in normal and by about 6 kmph in good road surface conditions. The percentage of short (under 1 s) headways in queues increased by about half in normal and by a quarter in good road surface conditions.
- The display of the old 80 kmph speed limit by a fibre optic sign increased the mean speed 2 kmph in inferior, by less than 2 kmph in normal and only slightly in good road surface conditions. The percentage of short headways in queues increased by 8–30% in inferior road surface conditions and by 5 % in normal road surface conditions but decreased even by 11%.
- The slippery road sign with the 60 kmph speed limit decreased the mean speed by 2.5 kmph in inferior and by 3–4 kmph in normal road surface conditions. The percentage of short headways in queues decreased by 18% in inferior and by 6% in normal road surface conditions. The slippery road sign with the 80 kmph speed limit decreased the mean speed by less than 2 kmph in inferior and by at most 0.5 kmph in normal road surface conditions. The percentage of short headways in queues towards Helsinki decreased by 20% in inferior and by 14% in normal road surface conditions.

86% of the interviewed drivers recalled the speed limit displayed by the variable sign. The combination of a slippery road sign and the text "AQUAPLANING" was recalled by 41% of the drivers about 10 km after passing the sign. The low recall compared to other studies is due to the long (10 km) distance from the sign combination to the interview location. 96% of the drivers considered the variable speed limits to be necessary and 92% considered them as correctly set. 78% of the drivers considered 80 kmph to be the appropriate speed limit in inferior road surface conditions in daylight.

2/3 of the drivers considered the appropriate speed limit in good road surface conditions in the dark to be at most 80 kmph. The most usual benefit mentioned was improved traffic flow and increased traffic safety.

The system functions according to the specified goals when used properly. The drivers accept the variable speed limits and trust their correctness. This sets high requirements to the control principles and reliability of the system. The 60 kmph speed limit should be used more frequently in inferior road surface conditions. The use of the 100 kmph speed limit calls for good weather and road surface conditions.

The study has been granted European Community financial aid in the field of Trans-European Networks – Transport.

ALKUSANAT

Tutkimus tehtiin tiehallinnon Liikenteen palvelut-yksikön toimeksiannosta Valtion Teknillisen Tutkimuskeskuksen (VTT) Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkimusyksikössä. Turun tiepiiri vastasi kuljettajahaastattelujen toteutuksesta. Tieliikelaitoksen Konsultointi vastasi liikenteen mittausaineiston keruusta ja tallennuksesta. Tutkimuksessa käytetyt tiesäätiedot saatiin Kaakkois-Suomen tiepiiristä.

Työn ohjausryhmään kuuluivat vuoteen 2001 asti tieinsinöörit Pentti O. Karvonen ja Mikko Karhunen Liikenteen palvelut -yksiköstä, tieinsinööri Markku Aarikka Turun tiepiiristä sekä projektipäällikkö Mika Vainio Tieliikelaitoksen Konsultoinnista. Työn raportointivaiheessa ohjausryhmään kuului myös tieinsinööri Magnus Nygård Liikenteen palvelut -yksiköstä.

Turun tiepiirin liikennekeskuksen yhteyshenkilö ja ohjausjärjestelmän asiantuntija oli Turun tiepiirin liikennekeskuksen esimies Juha Ylikorpi.

Tutkimuksen tekemisestä vastasivat erikoistutkija Raine Hautala, tutkija Anna Schirokoff ja tutkija Mikko Lehtonen.

Tutkimuksen tekemiseen on saatu Euroopan Unionin liikenteen perusrakenteen kehittämiseen tarkoitettua TEN-T (Trans European Networks – Transport) -rahoitusta VIKING-ohjelman kautta.

Helsingissä, joulukuussa 2002

Tiehallinto
Liikenteen palvelut

Sisältö

1	JOHDANTO	11
2	TAVOITTEET	12
3	OHJAUSJÄRJESTELMÄ	13
3.1	Ohjausjärjestelmän kuvaus	13
3.2	Toimintaperiaatteet	15
4	TUTKIMUSMENETELMÄ	17
4.1	Tutkimusasetelma ja aikataulu	17
4.2	Tiedonkeruu	18
4.2.1	Liikennetiedot	18
4.2.2	Tiesää tiedot	18
4.2.3	Liikennemerkkitiedot	18
4.2.4	Kuljettajahaastattelu	18
4.3	Vaikutusten arviointi	20
4.3.1	Nopeuksien ja aikavälien jakaumat	20
4.3.2	Tilastolliset tarkastelut	20
5	TULOKSET	21
5.1	Muuttuvien liikennemerkkien käyttö	21
5.2	Vapaiden autojen ajonopeudet	21
5.2.1	Helsingin suunta	22
5.2.2	Turun suunta	23
5.3	Nopeusrajoitusten ja ”liukas ajorata” -varoituserkin vaikutukset ajonopeuksiin	24
5.4	Jonossa ajavien ajoneuvojen aikavälit	28
5.5	Nopeusrajoitusten ja ”liukas ajorata” -varoituserkin vaikutukset jonossa ajavien aikaväleihin	32
5.6	Kuljettajien käsitykset	34
5.6.1	Kuljettajat	34
5.6.2	Nopeusrajoituksen arvon muistaminen	36
5.6.3	Muuttuvien varoituserkkien ja tiedotusten muistaminen	36
5.6.4	Ohjausjärjestelmän tunteminen	36
5.6.5	Arviot sopivista nopeusrajoituksista	37
5.6.6	Muuttuvien nopeusrajoitusten hyvät ja huonot puolet	39
5.6.7	Muuttuvien nopeusrajoitusten hyödyllisyys	39
6	TULOSTEN YHTEENVETO JA TARKASTELU	40
6.1	Ajonopeudet	40
6.2	Aikavälit	43
6.3	Kuljettajien käsitykset	44

7	PÄÄTELMÄT	46
8	LÄHTEET	48
9	LIITTEET	49

1 JOHDANTO

Huonot keliolosuhteet aiheuttavat turvallisuusongelmia ja onnettomuusteen on todettu olevan liukkaalla kelillä suurempi kuin kuivalla kelillä (esim. Roine 1999). Tiehallinto on kehittänyt sää-, keli ym. liikenteeseen vaikuttavien olosuhteiden mukaan muuttuvaa liikenteenohjausta, jotta kuljettajat pystyisivät sopeuttamaan ajonopeutensa paremmin vallitseviin olosuhteisiin. Samalla on haluttu myös luoda kiinteiden talvirajoitusten järjestelmää täydentävä joustavampi nopeusrajoitusjärjestelmä.

Keli-, sää- ym. tietojen ym. olosuhteiden perusteella ohjattavia liikenteenohjausjärjestelmiä on ollut käytössä päätiejaksoilla 1990-luvun alkupuolelta alkaen. Kuituoptisilla liikennemerkeillä toimivia järjestelmiä on sekä moottoriteillä että yksiajorataisilla valtateilla. Sähkömekaanisilla liikennemerkeillä toimivia ohjausjärjestelmiä on vain yksiajorataisilla tiejaksoilla tai paikallisissa kohteissa. LED-merkit ovat yleistymässä, esimerkiksi Kemi-Tornio moottoritien ohjausjärjestelmän merkit on jo toteutettu LED-tekniikalla.

Valtatiellä 1 (E 18) otettiin helmikuussa 1999 käyttöön kuituoptisilla merkeillä toteutettu liikenteen ohjausjärjestelmä Salon ja Sammatin välisellä 37 km pituisella yksiajorataisella tiejaksoilla. Tässä järjestelmässä liikennekeskuksen päivystäjä ohjaa järjestelmän liikennemerkkejä pääasiassa tiesääjärjestelmän (tiesääasemat, kelikamerat) tuottamien keli- ja säätietojen perusteella. Turun ja Uudenmaan tiepiirin rajalla järjestelmä liittyy vastaavilla liikennemerkeillä vuodesta 1997 käytössä olleeseen, pääosin tiesääasematietojen perusteella automaattisesti toimivaan, järjestelmään. Uudenmaan tiepiirin järjestelmää voidaan ohjata myös liikennekeskuksen päivystäjän päätösten perusteella.

Sää- ja kelitietojen perusteella automaattisesti toimiva liikenteenohjausjärjestelmä on käytössä myös valtatie 7 yksiajorataisella osuudella Pyhtään ja Kotkan välillä. Kyseisen järjestelmän vaikutuksia ajokäyttäytymiseen sekä tienkäyttäjien mielipiteet järjestelmästä selvitettiin vuonna 1999 julkaistussa tutkimuksessa (Rämä ym. 1999).

Tämän valtatiellä 1 tehdyn tutkimuksen tarkoituksena oli saada lisää ja vertailukelpoista tietoa sää- ja keliolosuhteiden perusteella ohjattavien kuituoptisten merkkien vaikutuksista.

2 TAVOITTEET

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää sää- ja kelitietojen perusteella ohjattavien muuttuvien kuituoptisten nopeusrajoitus- ja varoitusmerkkien vaikutuksia yksiajorataisen valtatie 1 liikennevirtaan talviolosuhteissa sekä ohjausjärjestelmän hyväksyttävyyttä. Liikenteen mittausten tavoitteena oli selvittää miten ohjausjärjestelmä vaikuttaa erityisesti jonon ulkopuolella ajavien autojen keskinopeuksiin ja keskihajontaan sekä jonossa ajavien ajoetäisyyksiin.

Kuljettajahaastattelun tavoitteena oli selvittää:

- kuinka hyvin muuttuvilla merkeillä osoitetut nopeusrajoitukset muistetaan
- tietävätkö kuljettajat tien nopeusrajoitusten olevan muuttuvia
- mitä nopeusrajoituksia pidetään sopivina eri olosuhteisiin
- kuinka hyvin kuljettajat tietävät järjestelmän ohjausperiaatteita
- mitä mieltä kuljettajat ovat järjestelmästä ja sen käytöstä
- mitä mieltä kuljettajat ovat yleensä muuttuvista nopeusrajoituksista.

Yleisenä tavoitteena oli saada vertailukelpoista tietoa aikaisempien tutkimusten lisäksi sään ja kelin mukaan ohjattavien muuttuvien opasteiden vaikutuksista liikenteeseen yksiajorataisilla valtateilla. Tällaisia tutkimuksia ovat mm. valtatiellä 7 (E 18) Pyhtäällä 1999 tehty tutkimus automaattisesti ohjattavan kuituoptisilla merkeillä toteutetun järjestelmän vaikutuksista (Rämä ym. 1999) ja valtatiellä 9 (E 63) välillä Tampere–Orivesi tehty kuljettajien haastattelututkimus sähkömekaanisilla nopeusrajoitusmerkeillä toteutetusta järjestelmästä (Schirokoff ja Vitikka 2001). Jälkimmäinen haastattelututkimus tehtiin lähes samanaikaisesti kuin tämän tutkimuksen kuljettajahaastattelut.

3 OHJAUSJÄRJESTELMÄ

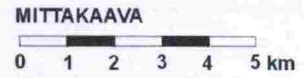
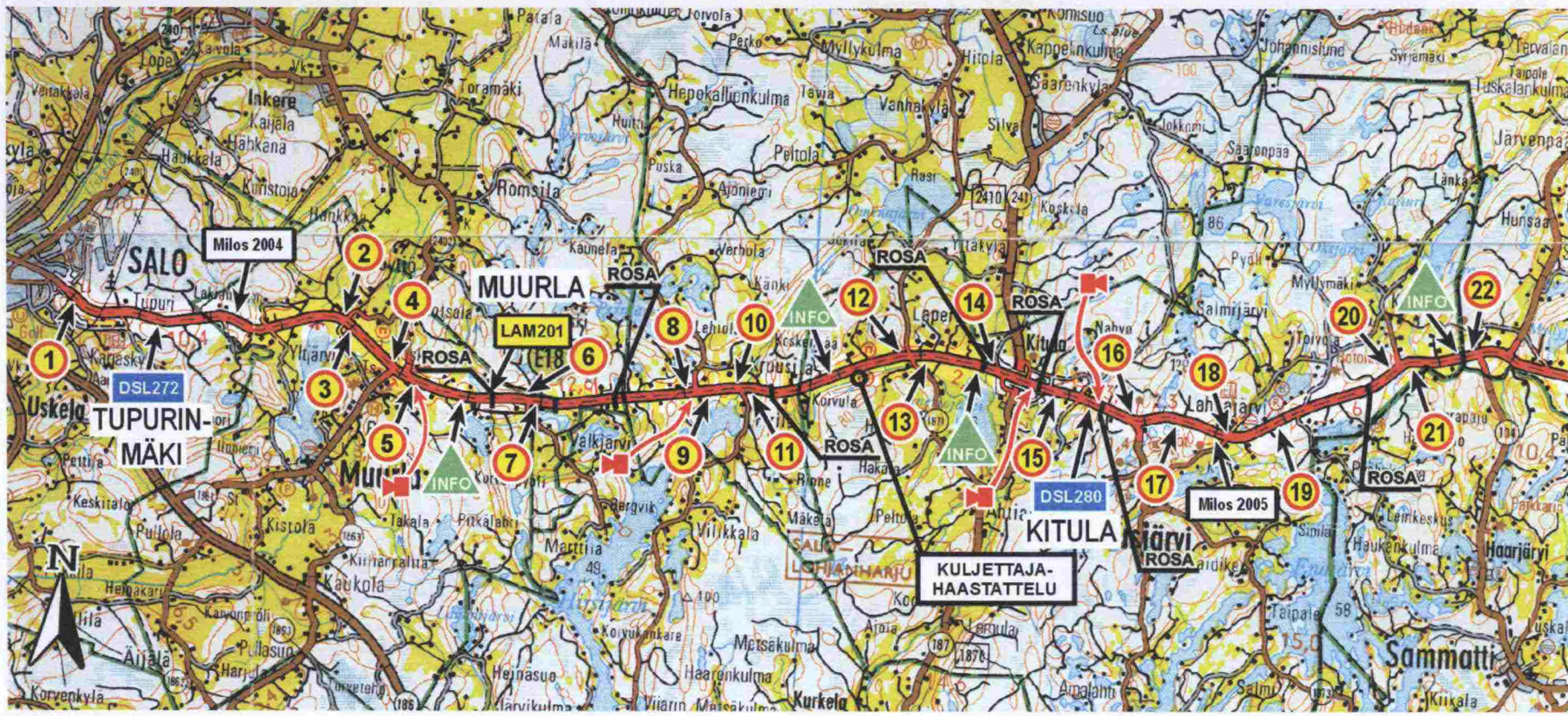
3.1 Ohjausjärjestelmän kuvaus

Tutkittu järjestelmä sijaitsee Turun tiepiirissä valtatiellä 1 Salon ja Sammatin välillä noin 37 km pituisella yksiajorataisella tieosuudella (kuva 1). Koetiellä on 22 muuttuvaa kuituoptista nopeusrajoitusmerkkiä ja neljä kuituoptista varoitusmerkkiä. Muuttuvien varoitusmerkkien yhteydessä on LED-tekstitaulut. Liikennepäivystäjä ohjaa muuttuvia opasteita liikennekeskuksesta pääasiassa tiesääjärjestelmän tuottamien keli- ja säätietojen perusteella. Järjestelmää on myöhemmin mahdollisuus ohjata automaattisesti tiesääasematietojen perusteella.

Muuttuvat nopeusrajoitusmerkit on jaettu kolmeen ohjausryhmään. Merkkejä voidaan ohjata sekä näissä ryhmissä että yksitellen. Muuttuvia varoitusmerkkejä ja tekstitauluja ohjataan tapauskohtaisesti vallitsevan tilanteen perusteella. Tekstitaulun viestin ja varoitusmerkin yhdistelmät on määritetty ennalta valmiiksi. Tavoitteena on mahdollisimman turvallinen ja joustava liikenteenohjaus kaikissa olosuhteissa.

Nopeusrajoitusmerkeissä voidaan näyttää arvoja 60 km/h, 80 km/h ja 100 km/h. Muuttuvissa varoitusmerkeissä voidaan näyttää varoituksia "muu vaara", "liukas ajorata" ja "tietyö". Varoitusmerkkien alapuolisissa tekstitauluissa näytetään vallitseviin ajo-olosuhteisiin sopivia viestejä.

Koetiellä oli tutkimusaikana 10.12.1998–16.2.2000 kaksi Milos- ja seitsemän Rosa-tiesääasemaa. Kolmessa Rosa-asemassa oli myös näkyvyyttä mittaavat anturit. Tutkimusaikana sään- ja kelin arviointiin käytettiin pääasiassa Milos-asemien tuottamaa tiesääasematietoa. Näissä Milos-asemissa ei ollut näkyvyysantureita. Koetiellä oli lisäksi neljä kelikameraa, joita käytettiin kelin arvioinnin ohella näkyvyyden arviointiin.

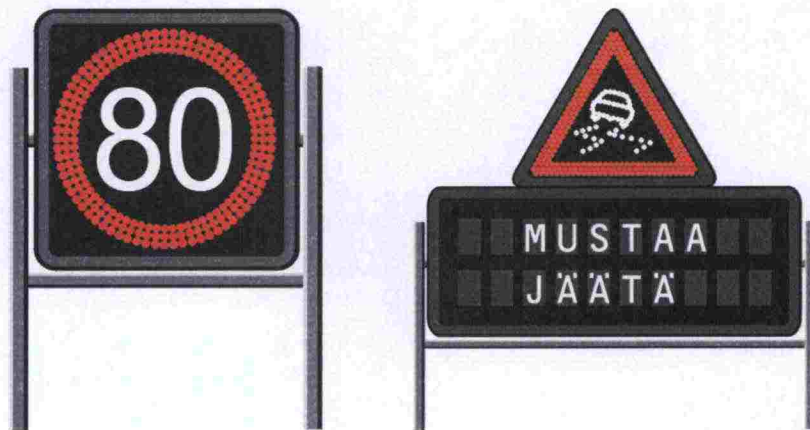


MERKKIEN SELITYSET

-  Muuttuva nopeusrajoitusmerkki
-  Muuttuva varoitusmerkki ja tekstitaulu
-   Tutkimuksessa käytetty liikenteen mittauspiste
-  Tutkimuksessa käytetty tiesääasema
-  Kelikamera
-  Tiesääasema, ei käytössä tutkimusaikana

Kuva 1. Sää- ja keltietoon perustuva liikenteenohjauksjärjestelmä valtatiellä 1 välillä Sammatti–Salo.

Kuvassa 2 on esimerkkejä tutkitun ohjausjärjestelmän muuttuvista liikenne-merkeistä. Muuttuvat nopeusrajoitus- ja varoitusmerkit ovat kuituoptisia. Nopeusrajoitusmerkeissä on mustalla pohjalla punainen ympyrä, jonka sisällä on valkeat numerot ja ympärillä punainen ympyrä. Varoitusmerkeissä on symboli ja sen ympärillä on punainen kolmio. Varoitusmerkit ovat pimeinä, jos ei ole mitään varoitettavaa. Tekstitauluissa on aina näkyvissä jokin viesti. Tekstitaulussa näytetään ilman ja tien lämpötilat, jos tärkeämpää sää- ja kelilolosuhteisiin tai liikennetilanteeseen viestittävää ei ole. Tekstitaulun kirjaimet ovat keltaiset ja ne on toteutettu LED-tekniikalla.



Kuva 2. Esimerkkejä tutkimuksen kohteena olleista muuttuvista opasteista.

3.2 Toimintaperiaatteet

Muuttuvia merkkejä ohjataan pääasiassa sään ja kelin, mutta myös liikenteeseen vaikuttavien muiden tekijöiden perusteella (esim. tietyö, onnettomuus). Järjestelmää ohjattiin arkisin klo 04.00–20.00 Turun tiepiirin liikennekeskuksesta ja muuna aikana Uudenmaan tiepiirin liikennekeskuksesta Pasilasta.

Tutkittava järjestelmä ei tuottanut tiesääasemien tietojen perusteella muuttuvien opasteiden ohjaussuosituksia. Liikennepäivystäjä ohjasi muuttuvia opasteita liikennekeskukseen saamiensa sää- ja kelitietojen avulla. Keliä ja säätä seurattiin tiesääjärjestelmän (tiesääasemat ja kelikamerat) tietojen lisäksi kelikeskuksesta, tien kunnossapitäjältä, poliisilta ja tienkäyttäjiltä saatujen tietojen sekä säätutkakuvien ja ennusteiden perusteella.

Keli- ja sää tietojen perusteella suunnitellut nopeusrajoitusten ohjausperiaatteet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Sään ja kelin mukaan muutettavien nopeusrajoitusarvojen ohjausperiaatteet (Aarikka 1999).

Hyvä keli (keliluokka A)	Normaali keli (keliluokka B)	Huono keli (keliluokka C)	Erittäin huono keli (keliluokka D)
nopeusrajoitus 100 km/h	nopeusrajoitus 100 km/h HUOM 1.	nopeusrajoitus 80 km/h	nopeusrajoitus 60 km/h
Kaikki seuraavat ehdot täyttyvät: keli on kuiva tai kostea ei ole kohtalaista tai runsasta sadetta tiesääasema ei ilmoita varoituksia tien rungon lämpötila ei ole yli yhtä astetta kylmempi kuin tien pinta, kun lämpötilat ovat alle 0 astetta näkyvyys on yli 300 metriä tuulen nopeus on alle 12 m/s	Kaikki muut tilanteet: vähintään yksi hyvän kelin ehdoista ei täyty yksikään huonon tai erittäin huonon kelin ehdoista ei täyty	Jokin seuraavista ehdoista täyttyy: tiellä on lunta tai jäätä ja tienpinnan lämpötila on alle + 2 astetta tienpinta on märkä ja on runsasta sadetta tienpinta on märkä ja suolainen sekä on runsasta sadetta näkyvyys on alle 200 metriä tuulen nopeus on suurempi tai yhtä suuri kuin 17 m/s pimeä ja hämäräaika	Jokin seuraavista ehdoista täyttyy: näkyvyys on alle 100 metriä sataa alijäähtynyttä vettä liikenneolosuhteet ovat muutoin poikkeuksellisen huonot

HUOM 1. Tutkimusaikana 10.12.1999–16.2.2000 keliluokituksen mukaisella normaalikelillä nopeusrajoitus oli yleensä 80 km/h.

Tutkimuksen aikana pimeällä ja hämärällä käytettiin enintään 80 km/h -rajoitusta (ohjausperiaatteiden mukainen keliluokka C, huono). Tästä ohjauskäytännöstä on myöhemmin luovuttu.

Tähän tutkimukseen tehty keliluokitus perustui muuttuvien nopeusrajoitusten ohjausperiaatteisiin (Aarikka 1999), mutta keliluokitus ei pystynyt ottamaan huomioon em. hämärä/pimeä -ehtoa, koska tutkimuksessa käytetyissä Milos-tiesääasemissa ei ollut näkyvyysantureita. Samoja Milos-tiesääasemia käytettiin tutkimusaikana liikennekeskuksessa tiesääasematietojen arviointiin, mutta hämäräys arvioitiin muilla tavoin (esim. kelikamerat). Tämä selittää eroa taulukon 1 ohjausperiaatteiden ja tutkimusaineiston keliluokituksen välillä (keliluokituksen mukaisella normaalikelillä B käytettiin yleensä 80 km/h nopeusrajoitusta).

Liikennekeskuksen tietokone kerää hälytykset merkeiltä ja tiedonsiirrosta sekä lokitiedostoa muutoksista.

Merkkejä ohjataan radiomodeemijärjestelmällä. Liikennekeskuksen tietokone liikennöi puhelinverkon välityksellä ohjausjakson puoliväliin sijoitetun keskitinlogiikan kanssa, joka liikennöi edelleen radioteitse muuttuvien liikenne-merkkien kanssa. Radiomodeemijärjestelmä mahdollistaa muuttuvien liikenne-merkkien lähes ajantasaisen ohjauksen ja tarkkailun (Aarikka 1998). Pisin viive ohjauspäätöksestä merkin muutokseen on noin kaksi minuuttia merkin sijainnista riippuen. Merkeissä näytettävälle nopeusrajoitusten kestolle ei ole määritelty minimiaikaa (Ylikorpi 1999).

4 TUTKIMUSMENETELMÄ

4.1 Tutkimusasetelma ja aikataulu

Muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutuksia liikennevirtaan tutkittiin tilanteissa, joissa käytettiin "liukas ajorata" -varoitusta, ja tilanteissa, joissa ei ollut erityistä viestittävää. Tutkimusasetelma oli ennen-jälkeen- ja koe-vertailu-asetelma.

- Ennen 10.12.1998–16.2.1999
- Jälkeen 10.12.1999–16.2.2000.

Talvinopeusrajoitukset olivat sekä koetiellä että vertailutiellä ennen muuttuvien liikennemerkkien käyttöönottoa 80 km/h.

Tutkimuksessa tarkasteltiin erikseen liikenteenohjausjärjestelmän vaikutukset Helsingin ja Turun suuntiin. Tutkimusaikana valtatiellä 1 ei ollut muuttuvia opasteita Helsingin suuntaan ajettaessa ennen koetietä, mutta Turun suuntaan ajettaessa muuttuvia opasteita oli Uudenmaan tiepiirin puolella Lohjanharjulta asti noin 15 km ennen koetien ensimmäistä muuttuvaa nopeusrajoitusmerkkiä.

Lähimmän edeltävän muuttuvan varoitusmerkin etäisyys mittauspisteistä oli Helsingin suuntaan 0,8–2,9 km ja Turun suuntaan 9,2–18,8 km. Lähimmän edeltävän muuttuvan nopeusrajoitusmerkin etäisyys mittauspisteistä oli Helsingin suuntaan 0,8–2,7 km ja Turun suuntaan 0,8–4,2 km

Liikenteenohjausjärjestelmän vaikutuksia tarkasteltiin molemmissa suunnissa kolmessa pisteessä. Koetien mittauspisteet sijaitsivat Kitulassa (DSL280), Muurlassa (LAM 201) ja Tupurinmäessä (DSL 272). Kevolan vertailupiste (LAM 228) sijaitsi samalla valtatiellä 1 koetien mittauspisteitä lännempänä, noin 20 kilometriä Salosta Turun suuntaan.

Vapaiden ajoneuvojen nopeuksien osalta vertailupisteenä käytettiin vain Kevolan pisteen Turun suuntaa, koska Helsingin suuntaan ajettaessa Kevolan piste sijaitsee kameravalvontapisteen vieressä, mikä vaikutti nopeuksiin. Jonossa ajavien ajoneuvojen lyhyisiin aikaväleihin kameravalvontapisteen ei todettu vaikuttavan.

Helsingin suuntaan ajettaessa valtatiellä 1 on kaksi kameravalvontapistettä myös koetiellä Salon ja Muurlan välissä. Niitä ei ole käytetty ohjausjärjestelmän käyttöönoton jälkeen eivätkä ne sijaitse niin lähellä tutkimuksessa käytettyjä mittauspisteitä, että niillä olisi ollut välittömiä vaikutuksia tuloksiin.

Kuljettajien tienvarsihaastatteluissa 29.2. ja 2.3.2000 tutkittiin seuraavia tilanteita:

- Muuttuva varoitusmerkki oli sammutettu ja tekstitaulussa oli viesti "MUISTA TURVAVÄLI" (hyvät sää- ja keliolosuhteet). Muuttuva nopeusrajoitus oli 80 km/h ja 100 km/h.
- "Liukas ajorata" -varoituserkki oli päällä ja tekstiviesti "VESILIIRTO" (sateinen sää ja märkä tienpinta). Muuttuva nopeusrajoitus oli 80 km/h.

4.2 Tiedonkeruu

4.2.1 Liikennetiedot

Koetien liikenneaineisto kerättiin kolmesta mittauspisteestä tiehen asennetuilla silmukkailmaisimilla. Yksi mittauspiste oli tiehallinnon kiinteä mittausasema LAM 201. Kaksi mittauspistettä olivat DSL-mittausasemia, joista tieto otettiin talteen siirrettävällä laitteella noin viikon välein. Vertailutien liikenneaineisto kerättiin tiehallinnon kiinteältä LAM 228-mittausasemalta. Tutkimusaineistot muodostettiin ajoneuvoکوhtaisista havainnoista.

Koetien mittauspisteiden sijainti ja niiden etäisyys muuttuvista opasteista sekä tutkimuksessa käytetyistä tiesääasemista on esitetty kuvassa 1.

Tutkimuksessa käytetty ennen-aineisto kerättiin LAM- ja DSL-pisteistä 10.12.1998–16.2.1999. Jälkeen-aineisto kerättiin 10.12.1999–16.2.2000.

4.2.2 Tiesäätiedot

Tiesäätiedot kerättiin samoilta ajanjaksoilta kuin liikennetiedot. Tutkimuksessa käytetyt tiesääasemat olivat koetiellä Tupurin (nro 2004) ja Hintanmäen (nro 2005) Milos-tiesääasemat (kuva 1). Vertailupisteen tiesäätietoina käytettiin Kurjenmäen Milos-tiesääaseman (nro 2001) tietoja. Tiesääasematiedon talletusväli vaihtelee säästä ja kelistä riippuen 15 minuutista tuntiin. Tallvella keskimääräinen talletusväli on noin 20 minuuttia.

Tiesäätietojen perusteella laadittiin keliluokitus Turun tiepiirin ohjausperiaatteiden mukaisesti (Aarikka 1999). Tutkimuksessa käytetyillä tiesääasemilla ei ollut näkyvyysantureita. Tiesääasematietoihin perustuvia erittäin huonon kelin tilanteita oli tutkimusaikana erittäin vähän ja ko. keliluokka rajattiin pois analyysistä.

4.2.3 Liikennemerkkitiedot

Muuttuvien liikennemerkkien tilatiedot (merkkiloki) tallennettiin Turun tiepiirin liikennekeskuksessa. Merkkilokiin tallennettiin kunkin muuttuvan liikennemerkin tiedot päällä olosta, käytetyistä nopeusrajoitusarvoista, muuttuvan varoitusmerkin tilasta sekä tekstitaulujen viesteistä. Merkkilokitiedostoon tallennettiin uusi rivi aina merkin tilan muuttuessa.

4.2.4 Kuljettajahaastattelu

Kuljettajien tienvarsihaastattelu tehtiin kahtena päivänä (ti ja to) helmi–maaliskuun vaihteessa vuonna 2000, noin vuosi järjestelmän käyttöönoton jälkeen. Vain kevyiden ajoneuvojen (henkilö- ja pakettiautojen) kuljettajia

haastateltiin. Kuorma-autojen kuljettajia ei haastateltu sopivan pysäytyspaikan puuttuessa. Haastattelulomake on esitetty liitteessä 1.

Kuljettajia haastateltiin levähdysalueella, joka sijaitsee Helsingin suuntaan menevän kaistan varrella noin 25 km Salosta itään. Lähimmän edeltävän muuttuvan nopeusrajoitusmerkin etäisyys haastattelupaikasta oli noin 3 km sekä lähimmän muuttuvan varoitusmerkin ja tekstitaulun etäisyys oli noin 10 km. Haastattelujen takia ennen pysäytyspaikkaa oli kaksi väliaikaista (80 km/h ja 50 km/h) nopeusrajoitusmerkkiä, jotka oli sijoitettu 250 ja 150 m ennen haastattelupaikkaa. Autot poimittiin haastatteluun satunnaisesti sitä mukaa, kun haastattelupaikalla oli tilaa. Haastattelut tehtiin klo 9.00–16.30.

Ensimmäisen haastattelupäivän (29.2.2000) aamuna sää oli pilvipoutainen. Sää poutantui puoleenpäivään mennessä ja aurinko paistoi loppupäivän. Haastattelupaikkaa edeltävien muuttuvien nopeusrajoitusmerkkien nopeusrajoitus oli 80 km/h klo 9.00–11.30 ja 100 km/h klo 11.30–16.30. Toisena haastattelupäivänä (2.3.2000) keli oli huonompi kuin ensimmäisenä. Aamulla satoi kevyesti märkää lunta. Puoilta päivin sää oli hetkellisesti poutainen, mutta iltapäivällä sade alkoi uudelleen jatkuen aina haastattelun loppuun saakka. Haastattelupaikkaa edeltävien muuttuvien nopeusrajoitusten nopeusrajoitus oli koko päivän 80 km/h.

Noin 10 kilometriä ennen haastattelupaikkaa sijaitsee muuttuvan varoitusmerkin ja tekstitaulun yhdistelmä, jonka vaikutuksia haastattelussa tutkittiin. Ensimmäisenä haastattelupäivänä muuttuvaa varoitusmerkkiä ei käytetty, koska hyvien liikenneolosuhteiden vuoksi varoituksen käyttö ei ollut perusteltua. Tekstitaulussa näytettiin "MUISTA TURVAVÄLI" -viestiä klo 9.00–15.05. Iltapäivällä tuuli yltyi ja tekstitauluun vaihdettiin "PUUSKAINEN TUULI" -viesti. Viestin vaihtamisen jälkeen saatiin kerättyä vain 54 autoilijan ja ko. viesti jätettiin pois muuttuvan tekstitaulun vaikutustarkasteluista otoksen pienuuden takia.

Toisen haastattelupäivän aamuna sekä muuttuva varoitusmerkki että tekstitaulu olivat poissa käytöstä teknisten ongelmien vuoksi. Ongelmien poistuttua kello 9.40 jälkeen muuttuvassa varoitusmerkissä näytettiin "liukas ajorata" -varoitusta (liikennemerkki 144) ja tekstitaulussa "VESILIIRTO"-viestiä. Varoitukset olivat perusteltuja sateisen sään ja märän tienpinnan vuoksi. Ennen klo 9.40 haastatellut karsittiin pois analyysistä.

4.3 Vaikutusten arviointi

4.3.1 Nopeuksien ja aikavälien jakaumat

Muuttuvien opasteiden vaikutusta liikennevirtaan selvitettiin tarkastelemalla liikenteen nopeus- ja aikavälijakaumia eri ohjaustilanteissa. Jakaumia tarkasteltiin tilastollisten tunnuslukujen avulla. Tarkasteltuja tunnuslukuja nopeuden osalta olivat

- keskinopeus
- v_{85} -nopeus (nopeus, jonka 85 % kuljettajista alittaa)
- keskihajonta

sekä aikavälien osalta

- jakauman keskimäinen (mediaani 50%).

Muuttuvien opasteiden vaikutuksia keskinopeuteen ja nopeuden keskihajontaan tarkasteltiin vapaiden, jonon ulkopuolella ajaneiden, henkilö- ja pakettiautojen osalta. Jonon ulkopuolella ajamisen kriteerinä oli, että aikaväli edellä ajavaan oli yli 5 sekuntia.

Aikavälitarkastelun kohteena olivat jonossa ajaneet kaikki ajoneuvot (aikaväli edellä ajavaan 5 sekuntia tai vähemmän). Tarkastelussa keskityttiin lyhyellä (alle sekunnin) aikavälillä ajavien osuuden muutoksiin.

4.3.2 Tilastolliset tarkastelut

Liikenteenohjausjärjestelmän vaikutusten tilastolliset merkitsevyydet jonon ulkopuolella ajavien vapaiden henkilö- ja pakettiautojen keskinopeuteen testattiin t-testillä ja nopeuksien keskihajontaan F-testillä. F-testi on luonteeltaan kahden toisistaan riippumattoman hajonnan estimaatin vertailua (Lokki 1980).

Ohjausjärjestelmän vaikutusten tilastolliset merkitsevyydet jonossa ajavien autojen lyhyisiin aikaväleihin (alle 1 s) ja kuljettajahaastattelujen vastauksiin testattiin χ^2 -testillä. Testi on tarkoitettu luokiteltujen muuttujien välisen riippuvuuden testaamiseen (esim. eroavatko kahden eri ryhmän luokitellut vastaukset toisistaan).

Tilastollisesti merkitsevän eron rajana käytettiin molemmissa testeissä riskitasoa 0,05. Jos tätä pienemmällä riskitasolla on havaittu eroja eri luokkien välillä, se on mainittu tekstin joukossa sulkeissa. Riskitasolla tarkoitetaan todennäköisyyttä, jolla merkitseväksi todettu ero tai riippuvuus voi olla sattumasta johtuva.

Liikennevirtaa koskevien tulosten tilastollisissa tarkasteluissa yleisen trendin vaikutus otettiin huomioon vertailupisteessä tapahtuneiden muutosten avulla (ennen-jälkeen).

5 TULOKSET

Luvussa 5.1 käsitellään muuttuvien opasteiden käyttöä. Luvussa 5.2 esitetään mittauspisteistä lasketut jonon ulkopuolella ajaneiden henkilö- ja pakettiautojen nopeuksien tunnusluvut ja luvussa 5.4 jonossa ajaneiden ajoneuvojen aikavälijakaumat. Varsinaiset ohjausjärjestelmän vaikutukset nopeuksiin esitetään luvussa 5.3 ja vaikutukset aikaväleihin luvussa 5.5. Kuljettajien mielipiteet ohjausjärjestelmästä käsitellään luvussa 5.6.

5.1 Muuttuvien liikennemerkkien käyttö

Tutkimusjaksona nopeusrajoitusarvoa 80 km/h käytettiin 94–96 % ajasta. Nopeusrajoitusarvoa 100 km/h käytettiin 4 % ja 60 km/h alle 1 % (taulukko 2). Nopeusrajoitusmerkeissä oli vikaa 0–2 % ajasta.

Muuttuvaa ”liukas ajorata” -varoituserkkiä käytettiin 4 % ja tietyömerkkiä alle 1 % ajasta.

Taulukko 2. Mittauspisteitä lähinnä sijaitsevien muuttuvien nopeusrajoitusten ja varoituserkkien käyttö tutkimusajanjaksona 10.12.1999–16.2.2000.

Muuttuva opaste Mittauspiste	Kesto (%) Helsingin suuntaan			Kesto (%) Turun suuntaan		
	Kitula	Muurla	Tupurinmäki	Kitula	Muurla	Tupurinmäki
Nopeusrajoitus						
60 km/h	0,3 %	0,3 %	0,2 %	0,3 %	0,2 %	0,3 %
80 km/h	96,1 %	95,1 %	94,7 %	95,7 %	95,6 %	94,4 %
100 km/h	3,6 %	3,5 %	3,6 %	3,6 %	3,6 %	3,6 %
Vika	0,0 %	1,1 %	1,6 %	0,4 %	0,6 %	1,7 %
Varoituserkki						
Liukas ajorata	4,0 %	4,0 %	Ei	3,8 %	4,0 %	4,0 %
Tietyö	0,2 %	0,2 %	varoituserkkiä	0,3 %	0,2 %	0,2 %
Ei varoitusta	95,8 %	95,8 %		95,9 %	95,8 %	95,8 %

5.2 Vapaiden autojen ajonopeudet

Tässä luvussa esitetään koe- ja vertailutien mittauspisteistä lasketut vapaiden henkilö- ja pakettiautojen nopeusjakaumien muutokset ennen ja jälkeen ohjausjärjestelmän käyttöönoton. Tunnusluvut esitetään keliluokittain tiesääasematietojen perusteella. Vapailta autolla tarkoitetaan jonon ulkopuolella ajavia autoja, joiden aikaväli edellä ajavaan oli yli 5 sekuntia.

Ohjausjärjestelmän vaikutukset nopeusmuutoksiin esitetään luvussa 5.3. Yksityiskohtaiset mittauks tulokset on esitetty liitteessä 2.

5.2.1 Helsingin suunta

Suurimmat nopeudet ja hajonnat sekä ennen- että jälkeen-tilanteessa olivat odotetusti koetiellä Kitulan mittauspisteessä. Tämä piste sijaitsee Helsingin suuntaan ajettaessa taajamakeskuksen jälkeen pitkän suoran päässä juuri ennen jyrkässä ylämäessä alkavaa ohituskaistaa.

Vaikka nopeuksien lähtötaso oli Kitulan pisteessä suurin, niin tässä pisteessä nopeudet kasvoivat jälkeen-tilanteessa vähiten (taulukko 3). Ennen-tilanteessa keskinopeuksien erot vaihtelivat eri keliluokissa 1,8–3,9 km/h ja hajontaerot 1,6–1,8 km/h mittauspisteestä riippuen. Huonolla kelillä nopeudet olivat pienemmät ja hajonnat suuremmat kuin normaalilla ja hyvällä kelillä. Vertailutiellä keliluokkien välinen keskinopeusero oli vain 0,3 km/h ja hajontaero 1,4 km/h (taulukko 4).

Taulukko 3. Vapaiden henkilö- ja pakettiautojen nopeusjakaumien tunnuslukuja Helsingin suuntaan keliluokittain ennen ja jälkeen järjestelmän käyttöönoton.

Keliluokka tunnusluku	Koetie, Kitula			Koetie, Muurla			Koetie, Tupurinmäki		
	ennen	jälk.	ero	ennen	jälk.	ero	ennen	jälk.	ero
Huono									
Keskinopeus	88,7	88,7	0,0	82,7	83,1	0,4	82,8	84,4	1,6
v85	98,0	98,0	0,0	91,0	92,0	1,0	92,0	93,0	1,0
Hajonta	10,5	10,3	-0,1	9,0	9,1	0,1	9,1	9,0	-0,1
N	47 468	45 311	-2 157	57 095	55 541	-1 554	65 661	61 801	-3 860
Normaali									
Keskinopeus	89,6	89,4	-0,2	84,7	85,1	0,4	85,5	86,8	1,3
v85	97,0	97,0	0,0	92,0	92,0	0,0	93,0	94,0	1,0
Hajonta	8,9	8,7	-0,2	7,6	8,0	0,4	7,3	7,4	0,0
N	29 253	36 205	6 952	29 748	38 119	8 371	32 256	40 419	8 163
Hyvä									
Keskinopeus	90,5	92,0	1,5	85,6	89,0	3,4	86,7	90,5	3,8
v85	99,0	101,0	2,0	93,0	98,0	5,0	94,0	100,0	6,0
Hajonta	9,0	9,6	0,6	7,3	9,1	1,8	7,4	8,5	1,1
N	3 616	6 302	2 686	2 907	2 853	-54	3 224	2 926	-298
Kaikki kelit									
Keskinopeus	89,1	89,2	0,1	83,6	84,2	0,6	84,0	86,6	2,6
v85	98,0	98,9	0,9	91,0	92,0	1,0	92,0	94,0	2,0
Hajonta	9,7	9,6	-0,1	8,4	8,7	0,3	8,5	8,4	0,0
N	99 827	104 796	4 969	111 307	115 117	3 810	124 959	125 201	242

HUOM 1. Jälkeen-jaksolla (10.12.1999–16.2.2000) muuttuva nopeusrajoitus oli yleensä keliluokissa **Huono** ja **Normaali** 80 km/h sekä keliluokassa **Hyvä** 100 km/h. Ennen-jaksolla (10.12.1998–16.2.1999) kaikilla keleillä käytettiin kiinteää 80 km/h -talvinopeusrajoitusta.

HUOM 2. Ajoneuvojen lukumäärä keliluokassa **Kaikki kelit** on suurempi kuin erillisten keliluokkien ajoneuvojen summa, koska kaikkien ajoneuvojen keliluokka ei ole tiedossa.

Jälkeen-tilanteessa koetien keskinopeus kasvoi Tupurinmäen pisteessä 2,6 km/h, Muurlan pisteessä 0,6 km/h ja Kitulan pisteessä 0,1 km/h verrattuna ennen-tilanteeseen (kaikki kelit yhteensä). Vertailutien keskinopeus laski jälkeen-tilanteessa 0,8 km/h (taulukko 4). Sekä koe- että vertailutiellä hajonnan muutokset olivat pieniä (kaikki kelit yhteensä).

Koetiellä keskinopeus kasvoi Tupurinmäen pisteessä kaikissa keliluokissa, muissa koetien pisteissä lähinnä hyvällä kelillä. Keskihajonta kasvoi hyvällä kelillä kaikissa pisteissä. Koetiellä keliluokkien väliset keskinopeuserot jälkeen-tilanteessa olivat mittauspisteestä riippuen 3,3–6,1 km/h.

5.2.2 Turun suunta

Suurimmat nopeudet ja hajonnat sekä ennen- että jälkeen-tilanteessa olivat odotetusti koetiellä Kitulan mittauspisteessä. Tämä piste sijaitsee Turun suuntaan ajettaessa jyrkän alamäen jälkeen ennen pitkää suoraa. Myös Turun suuntaan koetien keskinopeuksien lähtötaso oli suurin ja jälkeen-tilanteen kasvu pienin Kitulan pisteessä (taulukko 4).

Keliluokkien väliset keskinopeuserot olivat koetiellä mittauspisteestä riippuen 1,4–2,2 km/h ja hajontaerot 1,8–2,1 km/h. Huonolla kelillä nopeudet olivat pienemmät ja hajonnat suuremmat kuin normaalilla ja hyvällä kelillä. Vertailutiellä keliluokkien välinen keskinopeusero oli 2,1 km/h ja hajontaero 2,2 km/h.

Jälkeen-tilanteessa koetien keskinopeus kasvoi Tupurinmäen pisteessä 1,1 km/h ja Muurlan pisteessä 0,3 km/h, mutta väheni Kitulan pisteessä 0,4 km/h verrattuna ennen-tilanteeseen (kaikki kelit yhteensä). Vertailutien keskinopeus laski jälkeen-tilanteessa 0,8 km/h (taulukko 4). Sekä koe- että vertailutiellä hajonnan muutokset olivat pieniä (kaikki kelit yhteensä).

Koetiellä keskinopeus kasvoi Tupurinmäen pisteessä kaikissa keliluokissa, muissa koetien pisteissä lähinnä hyvällä kelillä. Koetiellä keliluokkien väliset keskinopeuserot jälkeen-tilanteessa olivat mittauspisteestä riippuen 2,1–5,6 km/h. Vertailutiellä keskinopeus laski huonolla ja normaalilla kelillä vajaan kilometrin ennen-tilanteeseen verrattuna.

Keskihajonta kasvoi hyvällä kelillä koetiellä Muurlan pisteessä 1,0 km/h ja Tupurinmäen pisteissä 0,6 km/h, muuten hajonnan muutokset olivat pieniä.

Taulukko 4. Vapaiden henkilöautojen nopeusjakaumien tunnuslukuja Turun suuntaan keliluokittain talvikaudella ennen ja jälkeen järjestelmän käyttöönoton.

Keliluokka tunnusluku	Koetie, Kitula			Koetie, Muurla			Koetie, Tupurinmäki			Vertailutie, Kevola		
	ennen	jälk.	ero	ennen	jälk.	ero	ennen	jälk.	ero	ennen	jälk.	ero
Huono												
Keskinopeus	92,2	92,0	-0,2	87,5	87,6	0,1	84,7	85,9	1,2	88,5	87,7	-0,8
v85	103,0	103,0	0,0	97,0	97,0	0,0	94,0	95,0	1,0	98,0	97,0	-1,0
Hajonta	11,1	11,3	0,2	9,7	9,7	0,0	9,6	9,5	-0,1	10,3	10,4	0,1
N	51 570	47 258	-4 312	50 825	48 450	-2 375	58 986	55 305	-3 681	59 726	62 414	2 688
Normaali												
Keskinopeus	92,0	91,4	-0,6	88,6	88,9	0,3	85,5	86,7	1,1	89,8	88,9	-0,9
v85	101,0	100,0	-1,0	96,0	96,0	0,0	93,0	94,0	1,0	97,0	96,0	-1,0
Hajonta	9,3	9,2	-0,1	7,8	7,8	0,0	7,6	7,3	-0,2	8,1	8,4	0,3
N	29 712	36 957	7 245	25 298	33 014	7 716	28 823	37 249	8 426	34 618	41 812	7 194
Hyvä												
Keskinopeus	93,5	94,1	0,6	89,3	93,2	3,9	86,9	90,1	3,2	90,6	90,5	-0,1
v85	103,0	104,0	1,0	96	102	6,0	94,0	98,0	4,0	98,0	98,0	0,0
Hajonta	10,0	9,9	-0,1	7,6	8,6	1,0	7,6	8,3	0,7	8,3	8,5	0,2
N	4 385	6 918	2 533	2 547	2 365	-182	2 978	2 755	-223	3 072	1 705	-1 367
Kaikki kelit												
Keskinopeus	92,2	91,8	-0,4	88,0	88,3	0,3	85,2	86,3	1,1	89,1	88,3	-0,8
v85	102,0	101,0	-1,0	96,0	97,0	1,0	93,0	94,0	1,0	98,0	97,0	-1,0
Hajonta	10,3	10,3	0,0	8,8	8,9	0,1	8,7	8,6	-0,1	9,5	9,5	0,1
N	105 751	108 721	2 970	97 325	99 794	2 469	112 112	113 244	1 132	119 007	124 752	5 745

HUOM 1. Jälkeen-jaksolla (10.12.1999–16.2.2000) muuttuva nopeusrajoitus oli yleensä keli-
luokissa **Huono** ja **Normaali** 80 km/h sekä keliuokassa **Hyvä** 100 km/h. Ennen-jaksolla
(10.12.1998–16.2.1999) kaikilla keleillä käytettiin kiinteää 80 km/h -talvinopeusrajoitusta.

HUOM 2. Ajoneuvojen lukumäärä keliuokassa **Kaikki kelit** on suurempi kuin erillisten keli-
luokkien ajoneuvojen summa, koska kaikkien ajoneuvojen keliuokka ei ole tiedossa.

5.3 Nopeusrajoitusten ja "liukas ajorata" -varoituserkin vaikutukset ajonopeuksiin

Ohjausjärjestelmän nopeusvaikutusten selvittämiseksi vapaiden henkilö- ja pakettiautojen jälkeen-jakson nopeuksia verrattiin eri ohjaustilanteissa ennen-jakson kiinteän 80 km/h -talvinopeusrajoituksen aikaisiin nopeuksiin. Yleisen trendin vaikutus poistettiin vertailutien muutosten perusteella.

Vertailupisteinä käytettiin molempiin suuntiin Kevolan pisteen Turun suuntaan, koska kameravalvontapiste vaikutti vapaiden ajoneuvojen nopeuksiin Helsingin suuntaan ajettaessa.

Helsingin suunta

Nopeusrajoitus 60 km/h ja "liukas ajorata" -varoituserkin laski keskinopeutta Helsingin suuntaan mittauspisteestä riippuen huonolla kelillä 1,0–3,4 km/h ja normaalilla kelillä 4,0–4,4 km/h. Ohjausperiaatteiden mukaan normaalilla kelillä ei pitäisi näyttää 60 km/h nopeusrajoitusta. Tiesääasematietojen perusteella tehty keliuokitus ei kuitenkaan aina vastaa todellisia sää- ja keliolosuhteita, joiden perusteella liikennekeskuksen päivystäjä pyrkii tekemään ohjauspäätökset. Liikennepäivystäjä käyttää päätöksenteon tukena tiesääasematietojen lisäksi myös kelikameroiden ja tutkakuvien tietoa. 60 km/h nopeusrajoitusta voidaan käyttää keliuokasta riippumatta tietyön tai onnettomuuden takia.

TULOKSET

Nopeusrajoitus 80 km/h ja "liukas ajorata" -varoitusta laski keskinopeutta huonolla kelillä 1,3–1,8 km/h ja normaalilla kelillä 0,5 km/h. Tupurinmäen pisteessä nopeusrajoitus 60 km/h ilman "liukas ajorata" -varoitusta laski keskinopeutta normaalilla kelillä 1,8 km/h. Mittauspisteestä riippuen nopeusrajoitus 100 km/h nosti keskinopeutta normaalilla kelillä 6,4–9,4 km/h ja hyvällä kelillä 6,0–6,2 km/h.

Jälkeen-tilanteessa nopeusrajoituksen 80 km/h näyttäminen muuttuvalla merkillä nosti keskinopeutta huonolla kelillä 1,9–2,5 km/h, normaalilla kelillä 1,2–2,2 km/h ja hyvällä kelillä 0,2–1,4 km/h verrattuna kiinteään 80 km/h nopeusrajoitusmerkkiin.

Nopeuksien keskihajonta kasvoi eniten 100 km/h nopeusrajoituksen aikana hyvällä (keskimäärin 1,3 km/h) ja normaalilla kelillä (keskimäärin 0,9 km/h) sekä 60 km/h ja "liukas ajorata" -merkin aikana normaalilla kelillä (0,5 km/h). Hajonta väheni eniten 80 km/h nopeusrajoituksen aikana huonolla ja normaalilla kelillä.

Ohjausjärjestelmän vaikutukset Helsingin suunnan keskinopeuteen ja -hajontaan on esitetty taulukossa 5. Keskinopeudet ja -hajonnat on esitetty taulukossa 3 ja liitteessä 2.1 (nopeuksien tunnusluvut eri ohjaustilanteissa).

Taulukko 5. Muuttuvien liikennemerkkien vaikutus vapaiden henkilö- ja pakettiautojen keskinopeuteen ja hajontaan Helsingin suuntaan eri ohjaustilanteissa

Koetien muuttuva liikenteen ohjaus	Keliluokka	Vaikutus keskinopeuteen (km/h)				Vaikutus keskihajontaan (km/h)			
		Kitula	Muurila	Tupurinmäki	Keskim. vaikutus	Kitula	Muurila	Tupurinmäki	Keskim. vaikutus
Helsingin suuntaan									
60 km/h + Liukas ajorata	Huono Normaali	-1,0 -4,4	-3,4 -4,0		-2,4 -4,2	(-0,1) 0,4	(0,1) 0,6		0,0 0,5
60 km/h	Huono Normaali			(0,2) -1,8				(0,2) (0,2)	
80 km/h + Liukas ajorata	Huono Normaali	-1,8 -0,5	-1,3 -0,5		-1,5 -0,5	(-0,2) -0,8	(0,1) 1,4		0,0 0,1
80 km/h	Huono Normaali Hyvä	1,9 1,2 (0,2)	2,4 1,7 0,9	2,5 2,2 1,4	2,3 1,8 0,6	-0,4 -0,6 (-0,2)	-0,4 -0,4 (0,3)	-0,2 -0,4 (-0,1)	-0,3 -0,4 -0,1
100 km/h	Normaali Hyvä	9,4 6,0	6,5 6,1	6,4 6,2	6,9 6,1	(0,2) 0,7	0,6 2,0	1,3 1,3	0,9 1,3

HUOM. Suluissa oleva vaikutus ei ole tilastollisesti merkitsevä riskitasolla 0,05. Keskimääräinen vaikutus on laskettu havaintojen (N) painotettuna keskiarvona.

Jälkeen-tilanteessa suurimmat keskinopeudet olivat muuttuvan 100 km/h nopeusrajoituksen aikana. Pienimmät nopeudet olivat muuttuvan 60 km/h nopeusrajoituksen aikana "liukas ajorata" -merkin ollessa päällä. Koetiellä eri ohjaustilanteiden väliset keskinopeuserot (kaikki kelit) olivat jälkeen-

tilanteessa selvästi suuremmat kuin kelin vaikutus ennen-tilanteessa (ks. luku 5.2.1 ja liite 2.1):

- Kitulan pisteessä jälkeen-tilanteen suurin keskinopeusero eri ohjaustilanteiden välillä oli 10,9 km/h, kun kelin vaikutus ennen-tilanteessa oli enimmillään 1,8 km/h.
- Muurlan pisteessä jälkeen-tilanteen suurin keskinopeusero eri ohjaustilanteiden välillä oli 12,2 km/h, kun kelin vaikutus ennen-tilanteessa oli enimmillään 2,9 km/h.
- Tupurinmäen pisteessä jälkeen-tilanteen suurin keskinopeusero eri ohjaustilanteiden välillä oli 10,0 km/h, kun kelin vaikutus ennen-tilanteessa oli enimmillään 3,9 km/h.

Eri ohjaustilanteilla tarkoitetaan mitä nopeusrajoitusarvoja ja varoituksia muuttuvissa merkeissä näytettiin. Ennen-tilanteessa käytössä oli kiinteillä merkeillä toteutettu 80 km/h nopeusrajoitus.

Vertailutiellä keskinopeusero eri keliluokkien välillä oli ennen-tilanteessa 2,1 km/h ja jälkeen-tilanteessa 2,8 km/h (kiinteä 80 km/h nopeusrajoitus sekä ennen- että jälkeen-tilanteessa). Vertailutien tuloksia käytettiin yleisen trendin aiheuttamien muutosten poistamiseksi ohjausjärjestelmän vaikutuksista.

Koetiellä nopeuksien hajontaerot eri ohjaustilanteiden aikana olivat Kitulan pisteessä 0,5 km/h, Muurlan pisteessä 1,2 km/h ja Tupurinmäen pisteessä 0,6 km/h (kaikki kelit). Nämä erot olivat pienemmät kuin kelin vaikutus ennen-tilanteessa (erot 1,6 km/h, 1,7 km/h ja 1,8 km/h). Vertailutiellä keliluokkien välinen nopeuksien hajontaero oli ennen-tilanteessa 2,0 km/h ja jälkeen-tilanteessa 2,2 km/h.

Turun suunta

Nopeusrajoitus 60 km/h ja ”liukas ajorata” -varoitusta laski keskinopeutta Turun suuntaan huonolla kelillä keskimäärin 2,5 km/h ja normaalilla kelillä 2,8 km/h. Nopeusrajoitus 80 km/h ja ”liukas ajorata” -varoitusta laski keskinopeutta huonolla kelillä 0,7–2,4 km/h ja normaalilla kelillä keskimäärin 0,2 km/h. Nopeusrajoitus 100 km/h nosti keskinopeutta normaalilla kelillä 6,3–7,0 km/h ja hyvällä kelillä 5,2–7,1 km/h.

Jälkeen-tilanteessa nopeusrajoituksen 80 km/h näyttäminen muuttuvalla merkillä nosti keskinopeutta huonolla kelillä 1,8–3,3 km/h ja normaalilla kelillä 0,6–2,3 km/h. Hyvällä kelillä keskinopeus laski Kitulan pisteessä 0,7 km/h ja nousi Muurlan ja Tupurinmäen pisteissä 1,2–1,3 km/h.

Nopeuksien keskihajonta kasvoi eniten 100 km/h nopeusrajoituksen aikana hyvällä ja normaalilla kelillä sekä 60 km/h ja ”liukas ajorata” -merkin aikana normaalilla kelillä. Hajonta väheni 80 km/h nopeusrajoituksen aikana kaikilla keleillä (taulukko 6).

Ohjausjärjestelmän vaikutukset Turun suunnan keskinopeuteen ja -hajontaan on esitetty taulukossa 6. Keskinopeudet ja -hajonnat Turun suuntaan on esitetty taulukossa 4 ja liitteessä 2.2 (nopeuksien tunnusluvut eri ohjaustilanteissa).

Taulukko 6. Muuttuvien liikennemerkkien vaikutus vapaiden henkilö- ja paketti-autojen keskinopeuteen ja hajontaan Turun suuntaan eri ohjaustilanteissa.

Koetien muuttuva liikenteen ohjaus	Keliluokka	Vaikutus keskinopeuteen (km/h)				Vaikutus keskihajontaan (km/h)			
		Kitula	Muurila	Tupurinmäki	Keskim. vaikutus	Kitula	Muurila	Tupurinmäki	Keskim. vaikutus
Turun suuntaan									
60 km/h + Liukas ajorata	Huono Normaali	-3,0 -3,8	-12,3 -15,2	-2,1 -1,4	-2,5 -2,8	-0,4 0,8	(-0,7) (0,0)	(0,7) (0,2)	0,2 0,5
80 km/h + Liukas ajorata	Huono Normaali	-2,3 -0,5	-2,4 -1,0	-0,7 0,9	-1,8 -0,2	(0,1) -0,7	(0,0) 0,9	(-0,2) -0,8	0,0 -0,2
80 km/h	Huono Normaali Hyvä	1,8 0,6 -0,7	2,5 1,6 1,3	3,3 2,3 1,2	2,6 1,5 0,0	(-0,1) (-0,5) -0,9	-0,6 -0,8 (-0,6)	-0,6 -0,6 (-0,4)	-0,5 -0,6 -0,8
100 km/h	Normaali Hyvä	6,7 5,2	7,0 7,1	6,3 5,6	6,6 5,9	(0,2) (0,1)	0,2 1,3	0,6 0,8	0,4 0,6

HUOM 1. Suluisissa oleva vaikutus ei ole tilastollisesti merkitsevä riskitasolla 0,05. Keskimääräinen vaikutus on laskettu havaintojen (N) painotettuna keskiarvona.

HUOM 2. Muurlan pisteen tuloksiin vaikutti otoksen pieni määrä (havainnot poikkeuksellisen huonon kelin aikana).

Myös Turun suuntaan eri ohjaustilanteiden väliset keskinopeuserot (kaikki kelit) olivat koetiellä jälkeen-tilanteessa selvästi suuremmat kuin kelin vaikutus ennen-tilanteessa (ks. luku 5.2.2 ja liite 2.2):

- Kitulan pisteessä jälkeen-tilanteen suurin keskinopeusero eri ohjaustilanteiden välillä oli 10,8 km/h, kun kelin vaikutus ennen-tilanteessa oli enimmillään 1,5 km/h.
- Muurlan pisteessä jälkeen-tilanteen suurin keskinopeusero eri ohjaustilanteiden välillä oli 22,3 km/h, kun kelin vaikutus ennen-tilanteessa oli enimmillään 1,8 km/h.
- Tupurinmäen pisteessä jälkeen-tilanteen suurin keskinopeusero eri ohjaustilanteiden välillä oli 9,7 km/h, kun kelin vaikutus ennen-tilanteessa oli enimmillään 2,2 km/h.

Muurlan pisteen pieni otos (N = 487) "60 km/h + liukas ajorata" -ohjauksen aikana vaikuttaa todennäköisesti tämän pisteen poikkeuksellisen suureen eroon verrattuna muihin mittauspisteisiin.

Vertailutiellä keskinopeusero eri keliluokkien välillä oli ennen-tilanteessa 2,1 km/h ja jälkeen-tilanteessa 2,8 km/h (yleisen trendin vaikutus).

Koetiellä nopeuksien hajontaerot eri ohjaustilanteiden aikana olivat Kitulan pisteessä 0,3 km/h, Muurlan pisteessä 1,3 km/h ja Tupurinmäen pisteessä 1,4 km/h (kaikki kelit). Nämä erot olivat pienemmät kuin kelin vaikutus ennen-tilanteessa (erot 1,8 km/h, 2,1 km/h ja 1,9 km/h). Vertailutiellä keliluokkien välinen nopeuksien hajontaero oli ennen-tilanteessa 2,0 km/h ja jälkeen-tilanteessa 2,2 km/h.

5.4 Jonossa ajavien ajoneuvojen aikavälit

Tässä luvussa esitetään koe- ja vertailutien mittauspisteistä lasketut kaikkien jonossa ajaneiden ajoneuvojen aikavälit ennen ja jälkeen ohjausjärjestelmän käyttöönoton. Tunnusluvut laskettiin keliluokittain tiesääasematietojen perusteella. Jonossa ajavilla ajoneuvoilla tarkoitetaan ajoneuvoja, joiden aika-väli edellä ajavaan oli 5 sekuntia tai vähemmän. Tarkastelussa keskityttiin liikenneturvallisuuden kannalta olennaisten lyhyiden, alle sekunnin, aikavälien muutoksiin.

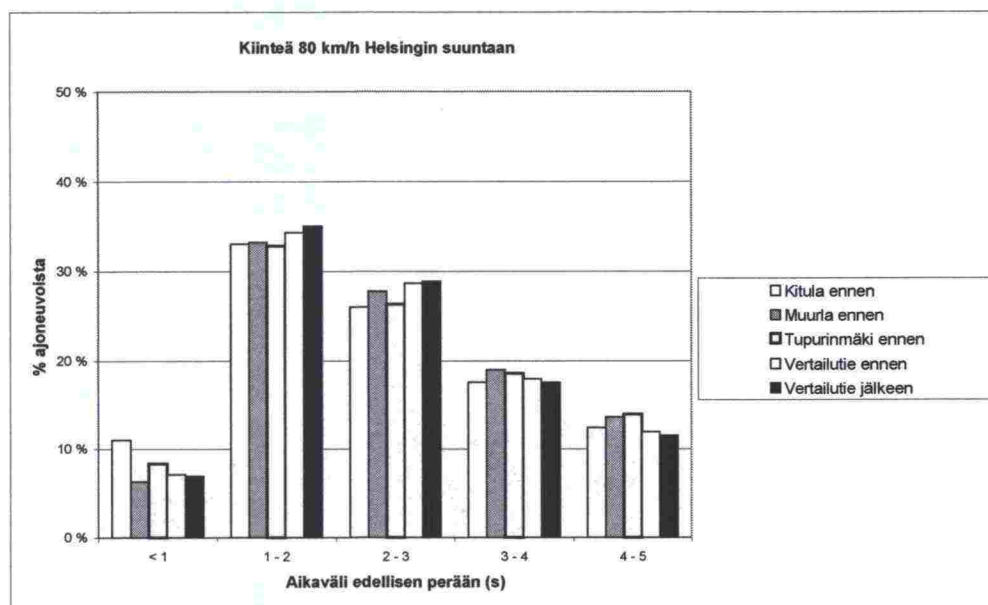
Ohjausjärjestelmän vaikutukset lyhyiden aikavälien muutoksiin esitetään luvussa 5.5.

Helsingin suunta

Kiinteällä 80 km/h nopeusrajoituksella jonossa ajavien ajoneuvojen aikavälijakaumien erot eri mittauspisteissä olivat vähäiset lukuun ottamatta liikenneturvallisuuden kannalta vaarallisimpia lyhyitä, alle sekunnin, aikavälejä (kuva 3.). Alle sekunnin aikavälien osuus oli selvästi suurin Kitulan pisteessä, jossa myös vapaiden ajoneuvojen nopeudet olivat suurimmat pisteen sijainnin takia. Kitulan piste sijaitsee pitkän suoran päässä juuri ennen jyrkässä ylämäessä alkavaa ohituskaistaa.

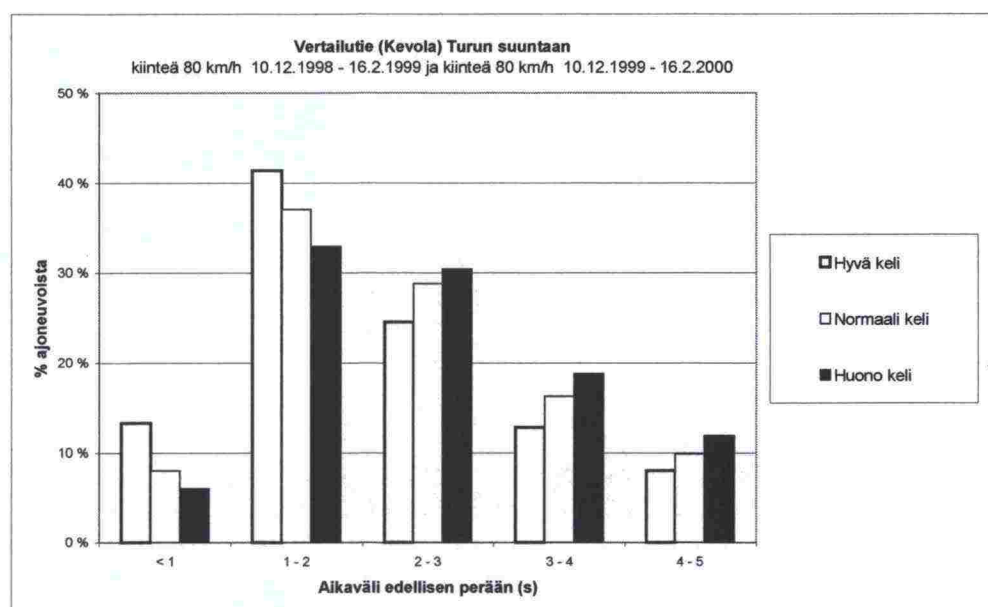
Kevolan vertailupisteen perusteella aikavälijakaumien yleinen trendimuutos oli vähäinen (ennen-jälkeen). Vertailupisteenä käytettiin Kevolan pisteen Helsingin suuntaa, koska aikavälijakaumien tarkastelun perusteella Helsingin suuntaan sijaitseva kameravalvontapiste (nopeusvalvonta) ei vaikuttanut jonossa ajavien aikaväleihin päinvastoin kuin jonon ulkopuolella ajavien ajoneuvojen nopeuksiin.

TULOKSET



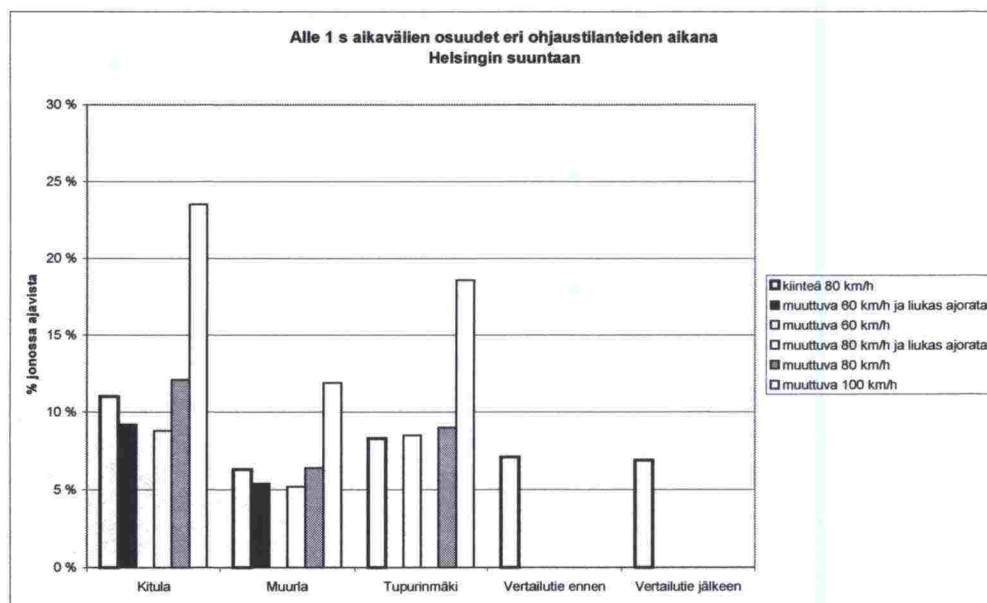
Kuva 3. Aikavälijakaumat koetiellä ja vertailutiellä Helsingin suuntaan kiinteän 80 km/h -talvinopeusrajoituksen aikana (kaikki kelit yhteensä).

Myös keli vaikutti nopeuksiin ja lyhyiden aikavälien osuuteen. Hyvällä kelillä jonossa ajettiin enemmän lyhyillä aikaväleillä kuin huonolla kelillä. Kuvassa 4 on esitetty kelin vaikutus jonossa ajavien aikavälijakaumaan kiinteän 80 km/h nopeusrajoituksen aikana vertailutien Kevolan pisteessä. Jonossa ajavien ajoneuvojen aikavälien keskimmäiset arvot (mediaani 50 %) olivat hyvällä kelillä 1,9 s, normaalilla kelillä 2,2 s ja huonolla kelillä 2,4 s.



Kuva 4. Aikavälijakaumat Helsingin suuntaan keliluokittain vertailutien Kevolan pisteessä 80 km/h -nopeusrajoituksen aikana (ennen- ja jälkeen -jaksot yhteensä).

Lyhyiden (alle 1 s) aikavälien osuudet vaihtelivat eri ohjaustilanteissa (kuva 5). Lyhyiden aikavälien osuus oli pienin käytettäessä "liukas ajorata"-merkkiä 60 km/h ja 80 km/h nopeusrajoitusten aikana. Lyhyiden aikavälien osuus oli suurin 100 km/h nopeusrajoituksen aikana.



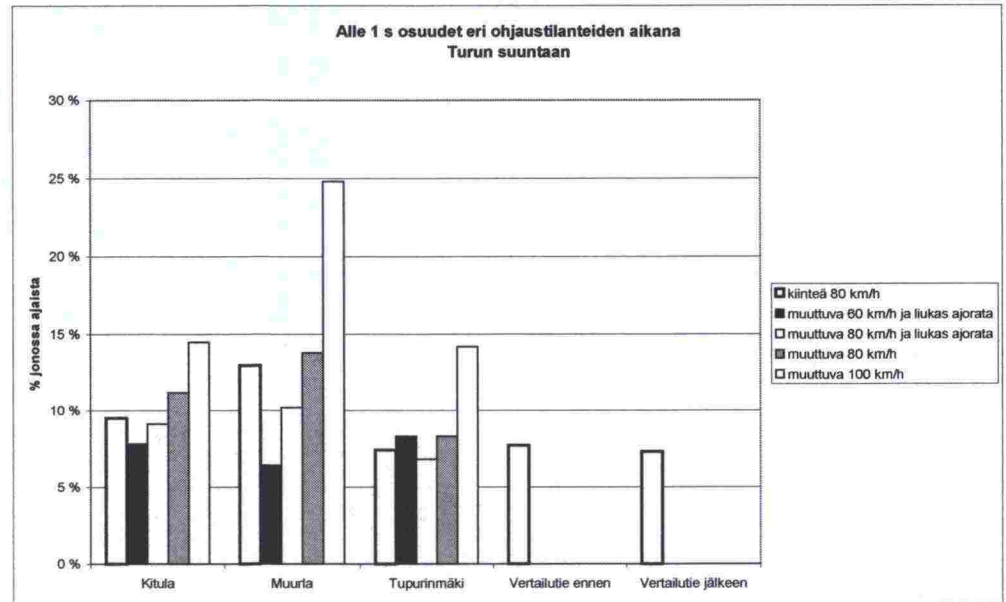
Kuva 5. Lyhyiden, alle 1 sekunnin, aikavälien osuudet Helsingin suuntaan jonossa ajavista eri ohjaustilanteiden aikana ennen- ja jälkeen-jaksoilla (kaikki kelit yhteensä). Tupurinmäen pisteessä ei ollut muuttuvaa "liukas ajorata"-merkkiä Helsingin suuntaan.

Tulokset olivat odotettuja, koska muuttuvia nopeusrajoitusmerkkejä ja varoitusmerkkejä ohjataan pääasiassa sää- ja keliolosuhteiden mukaan. Näiden tulosten perusteella ei voida kuitenkaan vielä päätellä ko. ohjausten vaikutusta jonossa ajavien aikavälijakaumiin, koska niistä ei ole poistettu sään ja kelin vaikutusta. Esimerkiksi 60 km/h rajoitusta ja "liukas ajorata"-merkkiä käytetään tavallisesti vain huonolla kelillä, jolloin lyhyet aikavälit ovat muutenkin harvinaisempia kuin hyvällä kelillä (vrt. kuva 5). Ohjausjärjestelmän vaikutukset jonossa ajavien lyhyisiin aikaväleihin esitetään luvussa 5.5.

Turun suunta

Ennen-jaksolla kiinteällä 80 km/h nopeusrajoituksella koetien Tupurinmäen pisteen ja vertailutien aikavälijakaumat olivat samanlaisia (kuva 6.). Sen sijaan koetien Kitulan ja Muurlan pisteiden kohdalla ajettiin jonossa selvästi enemmän lyhyillä aikaväleillä (alle 1 s). Vertailutiellä ennen- ja jälkeen-jaksojen muutokset olivat vähäiset.

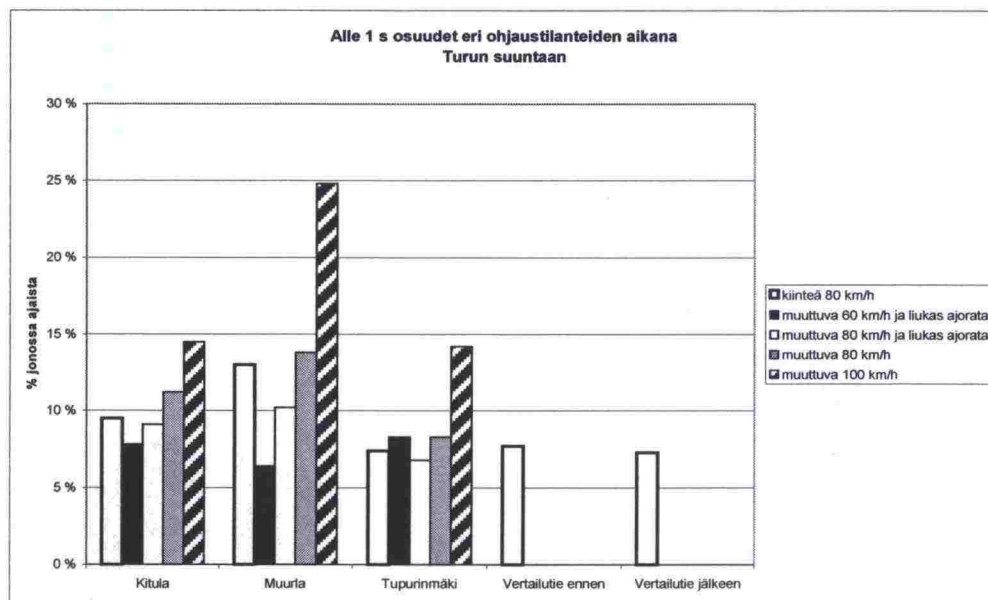
TULOKSET



Kuva 6 Aikavälijakaumat koetiellä ja vertailutiellä Turun suuntaan kiinteään 80 km/h -talvinopeusrajoituksen aikana (kaikki kelit yhteensä).

Kiinteään 80 km/h rajoituksen aikana jonossa ajettiin Turun suuntaan lyhyillä aikaväleillä enemmän hyvällä kelillä kuin huonolla kelillä (vastaavasti kuin Helsingin suuntaan, vrt. kuva 4).

Myös Turun suunnassa Kitulan ja Muurlan pisteissä lyhyiden aikavälien (alle 1 s) osuus oli pienin käytettäessä "liukas ajorata" -merkkiä 60 km/h ja 80 km/h nopeusrajoitusten aikana. Kaikissa koetien pisteissä alle 1 sekunnin aikavälien osuus oli suurin 100 km/h nopeusrajoituksen aikana (kuva 7).



Kuva 7. Lyhyiden, alle 1 sekunnin, aikavälien osuudet Turun suuntaan jonossa ajavista eri ohjaustilanteiden aikana ennen- ja jälkeen-jaksoilla (kaikki kelit yhteensä).

5.5 Nopeusrajoitusten ja ”liukas ajorata” -varoituserkin vaikutukset jonossa ajavien aikaväleihin

Ohjausjärjestelmän vaikutusta lyhyiden aikavälien osuuksiin selvitettiin vertaamalla jonossa ajaneiden ajoneuvojen lyhyiden aikavälien jakaumia eri ohjaustilanteissa ennen-jakson kiinteään 80 km/h -talvinopeusrajoituksen aikaisiin aikaväleihin. Yleisen trendin vaikutus poistettiin vertailutiellä tapahtuneiden muutosten perusteella.

Helsingin suunta

”liukas ajorata” -merkin ja 60 km/h nopeusrajoituksen aikana lyhyiden (alle 1 s) aikavälien osuus väheni huonolla kelillä keskimäärin noin 18 % ja normaalilla kelillä 6% (taulukko 7). ”liukas ajorata” -merkin liikenneturvallisuuden kannalta positiivinen vaikutus alle sekunnin aikavälien osuuden vähenemään oli 80 km/h nopeusrajoituksen aikana vielä suurempi: huonon kelin aikana vähenemä oli keskimäärin noin 20 % ja normaalin kelin aikana 14 %.

Tupurinmäen pisteessä ei ollut Helsingin suuntaan muuttuvaa ”liukas ajorata” -merkkiä. Pelkän 60 km/h nopeusrajoituksen aikana alle sekunnin aikavälejä oli vähän ja tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Pelkän muuttuvan 80 km/h nopeusrajoituksen aikana pienten aikavälien osuus väheni hyvällä kelillä keskimäärin noin 6 %, mutta kasvoi normaalilla kelillä 6 % ja huonolla kelillä 8 %.

TULOKSET

100 km/h nopeusrajoituksen aikana pienten aikavälien osuus kasvoi normaalilla kelillä selvästi kaikissa pisteissä ja hyvällä kelillä Kitulan ja Tupurinmäen pisteissä. Normaalilla kelillä alle sekunnin aikavälit lisääntyivät keskimäärin noin 60 % ja hyvällä kelillä noin 31 %.

Taulukko 7. Muuttuvien liikennemerkkien vaikutukset alle sekunnin aikavälien suhteellisiin osuuksiin Helsingin suuntaan jonossa ajavista verrattuna kiinteään 80 km/h rajoitukseen.

Helsingin suuntan (vertailupiste Hgin suuntaan) Koetien ohjaus	Keliluokka	Vaikutukset alle 1 s aikavälien suhteellisiin osuuksiin				
		Kitula	Muurla	Tupurinmäki	Keskim. vaikutus	Havainnot yhteensä
60 km/h + liukas ajorata	Huono	(-14,0%)	(-23,3%)		-17,7 %	122
	Normaali	(-9,4%)	(1,5%)		-6,1 %	167
	Hyvä					
60 km/h	Huono			(-7,2%)		83
	Normaali			(7,3%)		83
	Hyvä					
80 km/h + liukas ajorata	Huono	-21,9 %	-18,0 %		-20,1 %	1070
	Normaali	-14,5 %	-11,0 %		-13,5 %	1183
	Hyvä					
80 km/h	Huono	12,0 %	-2,3 %	8,6 %	7,6 %	6626
	Normaali	6,8 %	(3,1%)	6,9 %	6,1 %	8578
	Hyvä	(-10,2%)	(-23,2%)	14,7 %	-6,4 %	1245
100 km/h	Huono					
	Normaali	63,3 %	48,3 %	63,6 %	59,6 %	210
	Hyvä	25,1 %	0,3 %	51,8 %	30,6 %	865

- 1) Mittauspisteiden vaikutukset on laskettu alle 1 s aikavälien osuuden suhteellisina muutoksina.
 2) Keskimääräiset vaikutukset on laskettu painotettuna keskiarvona mittauspisteiden havainnoista.
 3) Suluissa oleva vaikutus ei ole tilastollisesti merkitsevä riskitasolla 0,05.

Ohjausjärjestelmän vaikutuksia jonossa ajavien lyhyisiin aikaväleihin tarkasteltiin turvallisuuden kannalta kriittisten alle sekunnin osuuksien muutoksina. Esimerkiksi normaalilla kelillä 100 km/h nopeusrajoituksen aikana alle sekunnin aikavälien osuus jonossa ajavista oli keskimäärin 14 %, kun se ennen-tilanteessa kiinteään 80 km/h nopeusrajoituksen aikana oli 9 %. Alle sekunnin aikavälien osuus kasvoi 60 %.

Kuvassa 5 on esitetty alle sekunnin aikavälien osuudet Helsingin suuntaan eri ohjaustilanteissa (kaikki kelit yhteensä).

Turun suunta

Helsingin suunnasta poiketen lyhyiden (alle 1 s) aikavälien osuus kasvoi Turun suunnassa, kun "liukas ajorata" -merkki oli päällä 60 km/h nopeusrajoituksen aikana. Lyhyiden aikavälien osuus kasvoi huonolla kelillä keskimäärin noin 8 % ja normaalilla kelillä noin 5%. Pistekohtaiset erot olivat suuret (taulukko 8).

Sen sijaan lyhyiden aikavälien osuus väheni "liukas ajorata" -merkin ollessa päällä 80 km/h nopeusrajoituksen aikana, mutta vähemmän kuin Helsingin suunnassa. Keskimääräinen vähenemä oli huonolla kelillä 2 % ja normaalilla kelillä 10 %.

Pelkän muuttuvan 80 km/h nopeusrajoituksen aikana lyhyiden aikavälien osuus väheni myös Turun suunnassa hyvällä kelillä (keskimäärin 11 %), mutta kasvoi normaalilla kelillä keskimäärin 5 % ja huonolla kelillä peräti 30 %.

100 km/h nopeusrajoituksen aikana lyhyiden aikavälien osuus kasvoi Turunkin suuntaan normaalilla kelillä selvästi kaikissa pisteissä, hyvällä kelillä Muurlan ja Tupurinmäen pisteissä. Normaalilla kelillä alle sekunnin aikavälit lisääntyivät keskimäärin noin 43 % ja hyvällä kelillä noin 17 %.

Taulukko 8. Muuttuvien liikennemerkkien vaikutukset alle sekunnin aikavälien suhteellisiin osuuksiin Turun suuntaan jonossa ajavista verrattuna kiinteään 80 km/h rajoitukseen.

Turun suuntan (vertailupiste Hgin suuntaan) Koetien ohjaus	Keliluokka	Vaikutukset alle 1 s aikavälien suhteellisiin osuuksiin				
		Kitula	Muurla	Tupurin- mäki	Keskim. vaikutus	Havainnot yhteensä
60 km/h + liukas ajorata	Huono	(-6,6%)	(-16,5%)	22,5 %	8,4 %	338
	Normaali	(-12,4%)	-85,6 %	23,6 %	4,6 %	214
	Hyvä					
80 km/h + liukas ajorata	Huono	(6,4%)	-12,6 %	(7,4%)	-2,3 %	2676
	Normaali	(5,1%)	-24,4 %	(-10,5%)	-10,0 %	1883
	Hyvä					
80 km/h	Huono	46,6 %	19,8 %	29,3 %	30,2 %	8554
	Normaali	7,0 %	(0,4%)	11,4 %	5,2 %	9548
	Hyvä	-16,6 %	(2,7%)	(-11,3%)	-10,7 %	1297
100 km/h	Huono					
	Normaali	43,0 %	31,3 %	60,0 %	42,8 %	254
	Hyvä	(-11,4%)	32,8 %	13,6 %	16,6 %	832

1) Mittauspisteiden vaikutukset on laskettu alle 1 s aikavälien osuuden suhteellisina muutoksina.
2) Keskimääräiset vaikutukset on laskettu painotettuna keskiarvona mittauspisteiden havainnoista.
3) Suluissa oleva vaikutus ei ole tilastollisesti merkitsevä riskitasolla 0,05.

Ohjausjärjestelmän vaikutuksia jonossa ajavien lyhyisiin aikaväleihin tarkasteltiin alle sekunnin osuuksien muutoksina. Kuvassa 7 on esitetty alle sekunnin aikavälien osuudet Turun suuntaan eri ohjaustilanteissa (kaikki kelit yhteensä).

5.6 Kuljettajien käsitykset

5.6.1 Kuljettajat

Kahden päivän aikana haastateltiin levähdysalueella noin 25 km Salosta itään 515 kevyen ajoneuvon kuljettajaa. Pysäytetyistä noin 3 % kieltäytyi haastattelusta. Haastatelluista miehiä oli 82 %. Kuljettajat olivat 20–88-vuotiaita keski-ikänsä ollessa 45 vuotta. Haastatelluista 92 % ajoi henkilöautolla ja 8 % pakettiautolla. Kuljettajien keskimääräinen ajosuorite viimeisen vuoden aikana oli noin 39 000 km. Ajosuoritteiden jakautuminen eri luokkiin käy ilmi taulukosta 9. Kyselylomake on liitteessä 1.

TULOKSET

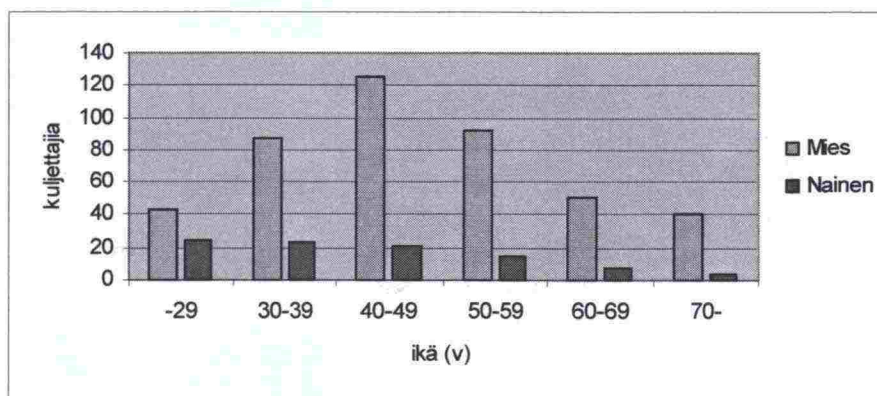
Taulukko 9. Kuljettajien ajosuorite viimeisen vuoden aikana.

Ajosuorite viimeisen vuoden aikana	Kuljettajien osuus (%)
alle 10 000 km	5,9
10 000–19 999 km	15,9
20 000–49 999 km	49,5
yli 50 000 km	28,7

Kuljettajien sukupuolijakauma ja ajosuoritejakauma eivät eroa valtatie 7 moottoritieosuudella (Rämä 1997) ja valtatiellä 9 (Schirokoff ja Vitikka 2001) tehdyistä kuljettajahaastatteluista. Sen sijaan valtatie 1 ajosuoritteet olivat keskimäärin 12 000 km korkeammat kuin valtatie 7 yksiajorataiselle osuudella tehdyssä haastattelussa ilmoitetut ajosuoritteet (Rämä ym. 1999).

Kuljettajista noin puolet (45 %) oli ajanut tieosuudella järjestelmän käyttöönoton jälkeen viikoittain tai useammin. Haastatteluista 14 prosentilla kerta oli ensimmäinen. Jäljempänä tätä kutsutaan ajotiheydeksi.

Naiset ja miehet erosivat toisistaan ikänsä sekä ilmoittamiensa vuotuisten ajokilometrien suhteen. Naiset olivat keskimäärin 6 vuotta miehiä nuorempia ($p < 0,01$) (kuva 8.) Miesten keskimääräinen ajosuorite oli suurempi kuin naisten ($p < 0,01$), (miehet 42 500 km, naiset 23 500 km).



Kuva 8. Haastateltujen kuljettajien ikäjakauma.

Kuljettajien vuotuiset ajokilometrit ja ajotiheys riippuivat toisistaan. Vuodessa yli 50 000 km ajaneissa oli muita ajosuoriteryhmiä vähemmän koetiellä ensimmäistä kertaa ajaneita (4 %, muissa ryhmissä 16–19 %).

Pakettiautojen kuljettajien vuotuinen ajosuorite (50 400 km) oli suurempi kuin henkilöautojen kuljettajien, eikä heidän joukossaan ollut yhtään alle 10 000 km vuodessa ajavia.

5.6.2 Nopeusrajoituksen arvon muistaminen

Haastattelu aloitettiin kysymyksellä voimassaolevasta nopeusrajoituksesta. Lähimmän edeltävän muuttuvan nopeusrajoitusmerkin etäisyys haastattelupaikasta oli noin 3 km. Nopeusrajoituksen muisti oikein 86 % kuljettajista. Nopeusrajoituksen arvo ei vaikuttanut muistamiseen.

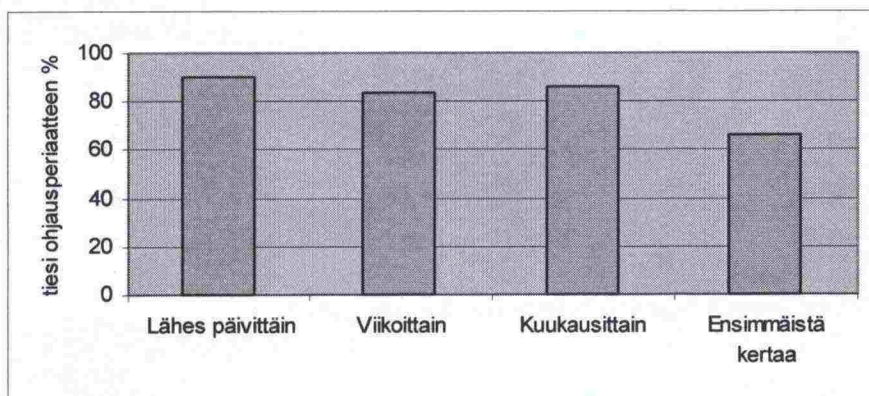
5.6.3 Muuttuvien varoitusmerkkien ja tiedotusten muistaminen

Ensimmäisenä haastattelupäivänä tutkittiin muuttuvan tiedotustaulun viestin "MUISTA TURVAVÄLI" muistamista. Tämän taulun etäisyys haastattelupaikasta oli noin 10 km. Kuljettajista (n = 190) 36 % tiesi, että opasteen muuttuva varoitusmerkki oli pimeänä ja että tekstiviestissä muistutettiin turvavälistä. Oikeiksi vastauksiksi täsmälleen oikean lisäksi kelpuutettiin mm. "turvaväli", "välimatka" ja "etäisyys". Tämän lisäksi kuljettajista 9 % muisti oikein tekstiviestin, vaikka he eivät tienneetkään oikein muuttuvan varoitusmerkin tilaa.

Toisena päivänä tutkittiin yhdistelmän "liukas ajorata" -varoitusmerkki ja "VESILIIRTO"-teksti muistamista. Kuljettajista (n = 220) yhdistelmän muisti oikein 41 %. Ero ensimmäiseen päivään ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan pelkän muuttuvan lisätekstin muistaminen oli toisena haastattelupäivän selvästi parempaa kuin ensimmäisenä: toisena tekstin muisti oikein 68 %. Tällöin oikean vastauksen lisäksi hyväksyttiin myös liukasta tietä tarkoittaneet vastaukset.

5.6.4 Ohjausjärjestelmän tunteminen

Kuljettajista 83 % tiesi tien rajoituksia ohjattavan pääasiassa sään ja kelin perusteella. Tietämys riippui ajotiheydestä koetiellä (p < 0,01): etenkin ensimmäistä kertaa tiellä ajaneet tunsivat ohjausperiaatteen muita huonommin (kuva 9).



Kuva 9. Ajotiheyden vaikutus kuljettajien tietämykseen muuttuvien nopeusrajoitusten ohjausperiaatteista (sää- ja keliolosuhteet).

TULOKSET

Sään ja kelin lisäksi kuljettajat tiesivät (lihavoidut vastaukset) tai uskoivat merkkejä ohjattavan myös muilla periaatteilla. Näiden muiden ohjausperiaatteiden osuudet olivat seuraavat:

- liikennemäärä 18 %
- vuodenaika 11 %
- valoisuus 10 %
- tietyö 5 %
- onnettomuudet 4 %
- hirvet 4 %
- muu syy 10 %.

Kuljettajista 5 % sanoi, ettei tiedä, millä perusteella nopeusrajoituksia ohjataan. Tähän laskettiin kuuluvaksi myös niiden kuljettajien vastaukset, jotka eivät tiennet merkkien olevan muuttuvia.

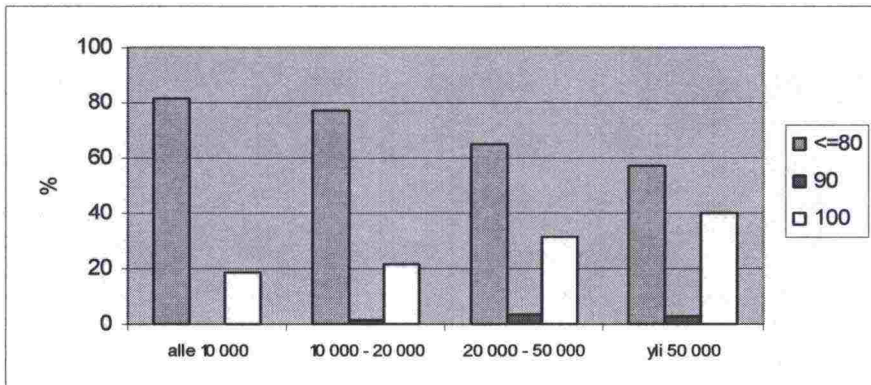
Niistä kuljettajista, jotka tiesivät nopeusrajoituksia ohjattavan sään ja kelin mukaan (n = 426), 56 % tiesi sää- ja kelitietoa saatavan tienvarren automaattisista mittauslaitteista. Neljännes ei osannut sanoa, mistä ohjaukseen tarvittava tieto saadaan.

Kuljettajia pyydettiin myös mainitsemaan, mitä nopeusrajoituksia tieosuudella on mahdollista käyttää. Kuljettajista 29 % tiesi oikein tiellä käytettävissä olevat nopeusrajoitusarvot (60, 80 ja 100 km/h) ja 39 % tiesi, että tiellä voidaan käyttää rajoitusta 80 km/h alhaisempaa rajoitusta. Haastatelluista 41 % oletti, että käytössä ovat ainoastaan rajoitukset 80 ja 100 km/h.

5.6.5 Arviot sopivista nopeusrajoituksista

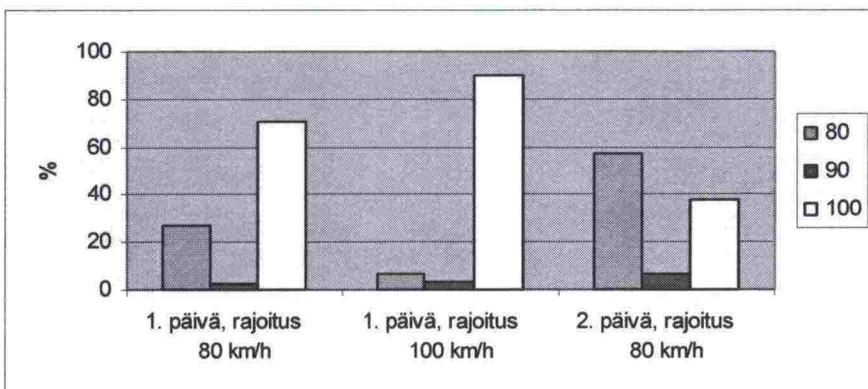
Kysyttäessä kuljettajien mielipidettä koetien sopivasta nopeusrajoituksesta huonoissa talviolioissa valoisaan aikaan suurin osa (78 %) kannatti rajoitusta 80 km/h. Sitä korkeampia rajoituksia kannatti 6 % ja alhaisempia rajoituksia 16 % kuljettajista.

Sopiva nopeusrajoitus hyvällä talvikelillä pimeään aikaan oli kuljettajista 2/3 mielestä 80 km/h tai sitä alhaisempi. Rajoituksen 100 km/h kannalla oli 30 % kuljettajista. Vuodessa paljon ajavat kannattivat korkeampi rajoituksia kuin vähän ajavat ($p < 0,01$) (kuva 10).



Kuva 10. "Mikä olisi mielestänne sopiva nopeusrajoitus tällä tiellä hyvällä talvikelillä pimeään aikaan?" Vastaukset ryhmiteltyinä vuotuisten ajokilometrien mukaan.

Ensimmäisenä haastattelupäivänä rajoituksen 80 km/h voimassaoloaikana 71 % kuljettajista piti keliä hyvänä ja 29 % kohtalaisena. Rajoituksen 100 km/h aikana vastaavat luvut olivat 95 % ja 5 %. Toisena päivänä, jolloin rajoitus oli koko päivän 80 km/h, 35 % kuljettajista piti keliä hyvänä, 56 % kohtalaisena ja 9 % huonona. Haastateltujen arviot sopivista nopeusrajoituksesta haastatteluhetkellä vastasivat hyvin haastatteluhetken keliä (kuva 11).



Kuva 11. Kuljettajien mielipide sopivasta nopeusrajoituksesta haastattelupäivinä eri nopeusrajoitusten voimassaoloaikoina

5.6.6 Muuttuvien nopeusrajoitusten hyvät ja huonot puolet

Järjestelmän hyväksyttävyyden selvittämiseksi kuljettajilta kysyttiin sen hyviä ja huonoja puolia. Tarkasteluun otettiin mukaan ainoastaan niiden kuljettajien mielipiteet, jotka ilmoittivat ajaneensa koetiellä joko viikoittain tai useammin (n = 233).

Kuljettajista 28 % mainitsi järjestelmän parantavan sujuvuutta ja lähes yhtä moni mainitsi järjestelmän parantavan turvallisuutta. Lähes puolet (49 %) sanoi muuttuvien nopeusrajoitusten vastaavan kiinteitä paremmin todellista tilannetta. Vain 3 % kuljettajista ei osannut mainita yhtäkään järjestelmän hyvää puolta, ja 1 % oli sitä mieltä, ettei järjestelmällä ole lainkaan hyviä puolia.

Kuljettajista 28 % oli sitä mieltä, ettei järjestelmällä ollut lainkaan huonoja puolia. Noin joka yhdeksännän (12 %) mielestä merkit eivät aina vastaa todellista tilannetta. Kuljettajista 9 % koki, että muuttuvilla merkeillä osoitettu rajoitus on vaikeampi muistaa kuin kiinteillä osoitettu. Kysymykseen huonoista puolista ei osannut vastata 43 % haastatelluista.

Kuljettajista suurimman osan mielestä nopeusrajoitukset oli asetettu joko aina (21 %) tai enimmäkseen (71 %) oikein. Mielipidettään rajoitusten oikeellisuudesta ei osannut sanoa 4 %.

5.6.7 Muuttuvien nopeusrajoitusten hyödyllisyys

Kuljettajista 96 % piti muuttuvia nopeusrajoituksia tarpeellisina. Erittäin tarpeellisina niitä piti 46 % ja melko tarpeellisina 50 % kuljettajista. Vain 2 % kuljettajista piti muuttuvia nopeusrajoituksia melko tai täysin tarpeettomina. Se, kuinka usein kuljettaja oli ajanut valtatiellä 1, ei vaikuttanut asiaan, ei myöskään vuotuinen ajosuorite eikä kuljettajan sukupuoli.

6 TULOSTEN YHTEENVETO JA TARKASTELU

6.1 Ajonopeudet

Ennen kuituoptisilla muuttuvilla opasteilla toteutetun ohjausjärjestelmän käyttöönottoa koetien talvinopeusrajoitus oli 80 km/h. Järjestelmän käyttöönoton jälkeen käytössä olivat 60 km/h, 80 km/h ja 100 km/h rajoitukset. Tutkimusaikana (10.12.1999–16.2.2000) muuttuvaa 80 km/h -nopeusrajoitusta käytettiin 94–96 % ajasta, 100 km/h 4 % ja 60 km/h vain 0,3 %. Aikaisemmin tehdyn tutkimuksen perusteella (Rämä ym. 1999) alimman 60 km/h -nopeusrajoituksen käyttö talviaikana oli erittäin vähäistä (alle 1 %) myös automaattisesti sääohjatulla valtatiellä 7.

Liikenteenohjausjärjestelmän vaikutukset jonon ulkopuolella ajavien henkilö- ja pakettiautojen nopeuksiin olivat selvästi suuremmat kuin kelin vaikutukset ennen-tilanteessa. Jälkeen-tilanteessa keskinopeuksien välinen suurin ero eri ohjaustilanteiden kesken oli keskimäärin noin 10 km/h, kun kelin vaikutus ennen-tilanteessa oli enimmillään keskimäärin noin 2 km/h.

Turun suuntaan ajettaessa valtatiellä 1 oli muuttuvia opasteita Uudenmaan tiepiirin puolella noin 15 km matkalla ennen koetietä, Helsingin suuntaan ajettaessa muuttuvia opasteita ei tutkimusaikana ollut ennen koetietä. Tämä ei vaikuttanut tuloksiin, ohjausjärjestelmän vaikutukset Turun ja Helsingin suuntien nopeuksiin olivat samaa suuruusluokkaa.

Helsingin suuntaan ajettaessa Salon ja Muurlan välillä sijaitsee kaksi kameravalvontapistettä, joita ei tosin ole käytetty liikenteen valvontaan ohjausjärjestelmän käyttöönoton jälkeen. Ko. kamerapisteteet vaikuttivat todennäköisesti yhdessä tien geometrian kanssa siihen, että Muurlan ja Tupurinmäen pisteissä ajettiin Helsingin suuntaan hiljempaa kuin Turun suuntaan sekä kamerapisteteitä huomattavasti kauempana sijaitsevassa Kitulan pisteessä molempiin suuntiin.

Nopeusrajoituksen nostaminen 100 km/h:iin lisäsi keskinopeuksia selvästi. Vaikutus oli normaalilla kelillä suurempi kuin hyvällä kelillä. 100 km/h nopeusrajoitus nosti keskinopeutta normaalilla kelillä keskimäärin 6,6–6,9 km/h ja hyvällä kelillä 5,9–6,1 km/h. Nopeuksien keskihajonta kasvoi normaalilla kelillä keskimäärin 0,4–0,9 km/h ja hyvällä kelillä 0,6–1,3 km/h. Keskihajonnan kasvussa oli suuria pistekohtaisia eroja (0,1–2,0 km/h).

Myös pelkkä muuttuva 80 km/h -merkki nosti nopeuksia. Vaikutus nopeuden kasvuun oli sitä suurempi, mitä huonompi keli oli. Muuttuva 80 km/h nopeusrajoitus nosti keskinopeutta huonolla kelillä keskimäärin 2,3–2,6 km/h, normaalilla kelillä 1,5–1,8 km/h ja hyvällä kelillä 0,0–0,6 km/h. Nopeuksien keskihajonta väheni huonolla kelillä keskimäärin 0,3–0,5 km/h, normaalilla kelillä 0,4–0,6 km/h ja hyvällä kelillä 0,1–0,8 km/h.

Kun muuttuvan 80 km/h nopeusrajoituksen aikana käytettiin myös "liukas ajorata" -merkkiä keskinopeudet laskivat verrattuna kiinteään 80 km/h talviraajoituksen aikaisiin nopeuksiin. Vaikutus oli huonolla kelillä suurempi kuin normaalilla kelillä. Keskinopeus laski huonolla kelillä keskimäärin 1,5...1,8 km/h ja normaalilla kelillä 0,2...0,5 km/h. Vaikutus nopeuksien keskihajontaan oli keskimäärin vähäinen: huonolla kelillä 0,0...+ 0,1 km/h ja normaalilla kelillä -0,2...+ 0,1 km/h. Pistekohtaiset vaikutukset keskihajontaan olivat normaalilla kelillä kuitenkin huomattavasti suuremmat: -0,8...+1,4 km/h.

Muuttuva 60 km/h nopeusrajoitus yhdessä "liukas ajorata" -merkin kanssa alensi keskinopeuksia. Vaikutus oli suurempi normaalilla kelillä kuin huonolla kelillä. Keskinopeus laski huonolla kelillä keskimäärin 2,4...2,5 km/h ja normaalilla kelillä 2,8...4,2 km/h. Nopeuksien keskihajonta kasvoi huonolla kelillä keskimäärin 0,0...0,2 km/h ja normaalilla kelillä 0,5 km/h.

Pelkkä muuttuva 60 km/h nopeusrajoitus ilman "liukas ajorata" -merkkiä laski normaalilla kelillä keskinopeuksia 1,8 km/h (Tupurinmäen piste Helsingin suuntaan). Vaikutus oli pienempi kuin muuttuvan 60 km/h nopeusrajoituksen ja "liukas ajorata" -merkin yhteisvaikutus (keskimäärin 2,8...4,2 km/h).

"Liukas ajorata" -varoituserkin etäisyydellä mittauspisteistä ei näyttänyt olevan juurikaan vaikutusta jonojen ulkopuolella ajavien vapaiden autojen nopeuksiin huonolla kelillä toisin kuin jonossa ajavien lyhyisiin aikaväleihin. Lyhyet, alle sekunnin aikavälit vähenivät enemmän lähellä merkkiä kuin siitä kauempana (vrt. luku 6.2).

Tulokset viittaavat siihen, että tutkimusaikana muuttuvien opasteiden ohjauksessa esiintyi myös jonkin verran virhetilanteita. Tämä on erityisen vaarallista, jos nopeusrajoitukset ovat liian korkeat vallitsevaan keliin nähden. Tutkimusaikana ohjauspäätöksiä tehtäessä kelin arviointiin käytettiin vain kahden tiesääaseman tietoja. Tiesään seurantajärjestelmää on kuitenkin kehitetty ja nykyään tiejaksolla käytetään kelin arviointiin yhdeksän tiesääaseman tietoja.

Vertailu valtatie 7 tuloksiin (Rämä ym. 1999)

Valtatien 7 yksiajorataisella osuudella on tutkittu sään ja kelin mukaan automaattisesti ohjattavan kuituoptisilla merkeillä toteutetun ohjausjärjestelmän vaikutuksia (Rämä ym. 1999). Tämän valtatie 1 tutkimuksen yksi tavoite oli hakea yleistettävyyttä muuttuvien opasteiden vaikutuksista yksiajorataisilla päätteillä talvinopeusrajoitusten aikana. Tulosten perusteella "liukas ajorata" -varoituserkki vähentää keskinopeuksia myös 80 km/h nopeusrajoituksen aikana etenkin huonon kelin aikana ja nopeusrajoituksen nostaminen arvoon 100 km/h lisää nopeuksia selvästi sekä normaalilla että hyvällä kelillä (taulukko 10).

Valtatiellä 1 nopeusrajoituksen nostaminen 80 km/h:sta 100 km/h:iin lisäsi keskinopeutta valtatiellä 1 enemmän kuin valtatiellä 7. Ero oli suurempi hyvällä kuin normaalilla kelillä. Molemmilla teillä vaikutus kasvoi keliluokan huonotessa.

Nopeusrajoituksen 80 km/h säilyttäminen entisellään, mutta esittäminen kuituoptyksellä merkillä nosti nopeuksia enemmän valtatiellä 1. Hyvällä kelillä nopeudet eivät laskeneet kuten valtatiellä 7. Valtatiellä 1 vaikutus kasvoi keliluokan huonotessa.

80 km/h -rajoituksen aikana käytetty "liukas ajorata" -merkki alensi nopeutta molemmilla valtateilla. Nopeuden alenema oli valtatiellä 1 pienempi kuin valtatiellä 7, etenkin normaalilla kelillä. Valtatiellä 1 vaikutus kasvoi keliluokan huonotessa.

Taulukko 10. Muuttuvien opasteiden vaikutus jonon ulkopuolella ajavien henkilö- ja pakettiautojen keskinopeuteen talvella yksiajorataisilla valtateilla 1 ja 7.

Muuttuva ohjaus	Keliluokka	Vaikutus keskinopeuteen (ja vt 1 keskinopeus jälkeen-tilanteessa)		
		Valtatie 1 Helsingin suuntaan	Valtatie 1 Turun suuntaan	Valtatie 7 yksiajoratainen osuus (Rämä ym. 1999)
80 km/h ja "liukas ajorata" -varoitusta	Huono	-1,5 km/h (82,9 km/h)	-1,8 km/h (85,2 km/h)	-2,5 km/h
	Normaali	-0,5 km/h (86,1 km/h)	-0,2 km/h (86,9 km/h)	-2,6 km/h
80 km/h	Huono	+2,3 km/h (85,8 km/h)	+2,6 km/h (89,8 km/h)	+1,1 km/h
	Normaali	+1,8 km/h (87,2 km/h)	+1,5 km/h (89,3 km/h)	+1,3 km/h
	Hyvä	+0,6 km/h (89,3 km/h)	0,0 km/h (91,5 km/h)	-3,2 km/h
100 km/h	Normaali	+6,9 km/h (91,9 km/h)	+6,6 km/h (93,6 km/h)	+5,4 km/h
	Hyvä	+6,1 km/h (93,7 km/h)	+5,9 km/h (96,0 km/h)	+3,9 km/h

Valtatien 1 ja valtatie 7 muuttuvien opasteiden ohjausperiaatteet erosivat toisistaan keliluokan B (normaali keli) suhteen. Em. ohjausperiaatteiden mukaan valtatie 7 nopeusrajoitus normaalilla kelillä oli 80 km/h ja valtatie 1 nopeusrajoitus valoisaan aikaan 100 km/h ja pimeään/hämärään aikaan 80 km/h. Tulokset ovat kuitenkin vertailukelpoisia, koska tässä tutkimuksessa käytetyn keliluokituksen mukaan myös valtatiellä 1 käytettiin normaalilla kelillä yleensä 80 km/h nopeusrajoitusta.

6.2 Aikavälit

Tutkimuksessa analysoitiin muuttuvien liikennemerkkien vaikutusta erityisesti lyhyiden, alle sekunnin, aikavälien osuuteen jonossa. Jonossa ajavien autojen aikavälit olivat riippuvaisia kelistä. Aikavälit olivat sitä lyhyemmät, mitä parempi keli oli. Kelin parantuessa nopeudet nousivat ja jonossa ajavien lyhyet aikavälit lisääntyivät.

"Liukas ajorata" -merkin ja 60 km/h nopeusrajoituksen aikana alle sekunnin aikavälien osuudet vähenivät Helsingin suuntaan huonolla kelillä keskimäärin 18 % ja normaalilla kelillä 6 %. Turun suuntaan lyhyiden aikavälien osuudet sen sijaan kasvoivat huonolla kelillä 8 % ja normaalilla kelillä 5 %.

"Liukas ajorata" -merkki vähensi lyhyiden aikavälien suhteellista osuutta sekä Helsingin että Turun suuntaan 80 km/h nopeusrajoituksen aikana. Alle sekunnin aikavälien suhteellinen osuudet vähenivät Helsingin suuntaan huonolla kelillä keskimäärin 20 % ja normaalilla kelillä 14 %. Turun suuntaan vastaavat vähenemät olivat huonolla kelillä 2 % ja normaalilla kelillä 10 %.

Vaikka havaintojen määrät 60 km/h nopeusrajoituksen ja "liukas ajorata" -varoituserkin aikana olivat melko pienet ja pistekohtaiset erot suuret, niin "liukas ajorata" -varoituserkillä näyttää olevan liikenneturvallisuuden kannalta myönteinen vaikutus jonossa ajavien ajoneuvoihin välisiin etäisyyksiin etenkin huonoissa talviolosuhteissa. Tulos on samansuuntainen kuin valtatie 7 tutkimuksessa (Rämä ym. 1999). Helsingin ja Turun suuntien vertailun perusteella "liukas ajorata" -varoituserkin vaikutus näyttää kuitenkin vähenvän etäisyyden kasvaessa ko. varoituserkistä. Tarkasteltavien pisteiden etäisyys lähimmästä varoituserkistä oli Helsingin suuntaan 1–3 km ja Turun suuntaan 9–19 km (valtatiellä 7 etäisyys oli 0,6 km).

Pelkkä kuituoptyinen 80 km/h nopeusrajoitus vähensi lyhyitä aikavälejä hyvällä kelillä. Normaalilla ja huonolla kelillä lyhyiden aikavälien osuus sen sijaan kasvoi, mikä lisäsi onnettomuusriskiä etenkin huonolla kelillä.

Nopeusrajoituksen nostaminen 100 km/h:iin lisäsi jonossa ajavien ajoneuvojen lyhyiden aikavälien suhteellista osuutta selvästi sekä normaalilla että hyvällä kelillä, mikä lisäsi onnettomuusriskiä etenkin normaalilla kelillä. Nämä liikenneturvallisuuden kannalta haitalliset vaikutukset olivat normaalilla kelillä saman suuntaiset kuin taulukossa 11 esitetyt valtatie 7 tulokset (Rämä ym. 1999).

Taulukko 11. Muuttuvien opasteiden vaikutus jonossa ajavien henkilö- ja paketti-
autojen lyhyiden aikavälien osuuksiin talvella yksiajorataisilla valta-
teillä 1 ja 7.

Muuttuva ohjaus	Keliluokka	Vaikutus alle 1 s aikavälien osuuteen		
		Valtatie 1 Helsingin suuntaan	Valtatie 1 Turun suuntaan	Valtatie 7 yksiajoratainen osuus (Rämä ym. 1999)
80 km/h ja "liukas ajorata" -varoitusta	Huono	- 20 %	- 2 %	- 27 %
	Normaali	- 14 %	- 10 %	- 25 %
80 km/h	Huono	+ 8 %	+ 30 %	- 5 %
	Normaali	+ 6 %	+ 5 %	- 10 %
	Hyvä	- 6 %	- 11 %	- 15 %
100 km/h	Normaali	+ 60 %	+ 43 %	+ 31 %
	Hyvä	+ 31 %	+ 17 %	- 4 %

Taulukon arvot kuvaavat alle sekunnin aikavälien osuuksien muutoksia. Esimerkiksi valtatiellä 1 nopeusrajoituksen 100 km/h aikana normaalilla kelillä Helsingin suuntaan alle sekunnin aikavälien osuus oli keskimäärin 14 % ja osuuden kasvu ennen-tilanteeseen (9 %) verrattuna oli 60 %.

6.3 Kuljettajien käsitykset

Voimassa ollut nopeusrajoitus muistettiin melko hyvin. Nopeusrajoitusarvon oikein muistaneiden osuus oli 86 %. Osuus on hieman alhaisempi kuin sääohjatulla tiellä saatu (moottoritie 88–94 %, yksiajoratainen osuus 95 %) (Rämä 1997, Rämä ym. 1999), jossa merkit ovat myös kuituoptyisiä. Sen sijaan muistaminen vaikuttaisi olevan parempaa kuin valtatiellä 9, jolla 80 % kuljettajista muisti nopeusrajoituksen oikein. Valtatien 9 (Tampere–Orivesi) järjestelmä eroaa kuitenkin edellä mainituista järjestelmistä siten, että siinä nopeusrajoitus on osoitettu sähkömekaanisilla merkeillä, jotka ulkonäöltään muistuttavat perinteisiä kiinteitä nopeusrajoitusmerkkejä. Toisaalta myös aiemminkin on todettu kuljettajien muistavan paremmin kuituoptyisellä kuin sähkömekaanisella merkillä osoitetun rajoituksen (Penttinen ym. 2000).

Muuttuvan opasteen "MUISTA TURVAVÄLI" -tekstin muisti 45 % kuljettajista, mikä tulos (47 %) saatiin myös sääohjatulla tiellä (Rämä ym. 1999). Kun tekstin "VESILIIIRTO" lisäksi näytettiin "liukas ajorata" -varoituserkkiä, tekstin muisti 68 % kuljettajista. Myös sääohjatulla tiellä tekstin muistaminen oli parempaa (77 %) käytettäessä sitä varoituserkin yhteydessä (Rämä ym. 1999). Sääohjatulla tiellä "muu vaara" -varoituserkki muistettiin kuitenkin selvästi paremmin kuin "liukas ajorata" -varoituserkki valtatiellä 1. Muistamiseen vaikuttanee heikentävästi opasteen pitkä etäisyys haastattelupaikasta (10 km).

Suurin osa (83 %) tiesi nopeusrajoituksia ohjattavan sään ja kelin perusteella. Yli puolet kuljettajista ei kuitenkaan tiennyt sää- ja kelitiedonkeruun olevan automaattista, minkä olisi voinut olettaa vaikuttavan kuljettajien mielipiteisiin järjestelmän ajantasaisuudesta ja luotettavuudesta.

Lisäksi kuljettajista 18 % tiesi nopeusrajoituksia ohjattavan myös liikennetilanteen perusteella. Liikennepäivystäjä tekee ohjauspäätöksen tapauskohtaisesti tilanteen mukaan (esim. tietyö, onnettomuus).

Lähes kaikki (92 %) kuljettajat olivat sitä mieltä, että rajoitukset olivat olleet joko aina tai enimmäkseen oikein asetettuja. Vastaava tulos on saatu myös muissa tutkimuksissa – ohjaustavasta riippumatta. Valtatiellä 9 näiden kuljettajien osuus oli 93 % (Schirokoff ja Vitikka 2001) ja valtatie 7 yksiajorataisella osuudella 90 % (Rämä ym. 1999). Valtatiellä 7 tiedonkeruun lisäksi myös merkkien ohjaaminen tapahtui pääosin automaattisesti ja reaaliaikaisesti.

Suurin osa kuljettajista kannatti huonolla talvikelillä valoisaan aikaan tiellä käytettävän rajoitusta 80 km/h. Keskimäärin valtatiellä 1 kannatettiin alhaisempi rajoituksia kuin valtatiellä 9 välillä Tampere–Orivesi (Schirokoff ja Vitikka 2001). Syynä tähän voi olla valtatie 1 heikompi geometria.

Valtaosa kuljettajista (2/3) kannatti hyvällä talvikelillä pimeään aikaan käytettävän rajoitusta 80 km/h. Rajoituksen 100 km/h kannalla oli 30 % kuljettajista, ja nämä pääosin vuodessa paljon ajavia. Alhaisten rajoitusten käyttöä valtateillä 1 pidettiin selvästi sopivampana kuin valtatiellä 9.

Lähes kaikki tienkäyttäjät (96 %) pitivät muuttuvia rajoituksia tarpeellisina. Vastaava tulos saatiin myös valtatie 9 haastattelussa. Valtaosa kuljettajista (96 %) mainitsi valtatie 1 järjestelmällä olevan ainakin yksi hyvä puoli, ja noin neljännes kuljettajista oli sitä mieltä, ettei järjestelmällä ollut lainkaan huonoja puolia. Useimmiten järjestelmän sanottiin parantavan turvallisuutta tai sujuvuutta ja rajoitusten vastaavan todellista tilannetta.

7 PÄÄTELMÄT

Muuttuvilla kuituoptyisilla opasteilla toteutettu ja liikennepäivystäjän ohjauspäätöksiin perustuva järjestelmä vaikutti ajonopeuksiin selvästi enemmän kuin keliolosuhteet. Järjestelmän avulla liikenneturvallisuutta voidaan parantaa huonoissa talviolosuhteissa laskemalla ajonopeuksia ja pidentämällä jonossa ajavien välisiä ajoetäisyyksiä.

Muuttuva 60 km/h nopeusrajoitus yhdessä "liukas ajorata" -merkin kanssa paransi liikenneturvallisuutta laskemalla jonojen ulkopuolella ajavien autojen keskinopeutta ja pidentämällä ajoetäisyyksiä jonossa. Alinta nopeusrajoitusta tulisikin käyttää enemmän huonoissa sää- ja keliolosuhteissa, sillä muuttuva 80 km/h lisäsi nopeuksia etenkin huonolla kelillä. 60 km/h rajoitusta käytettiin tämän tutkimuksen aikana erittäin vähän.

"Liukas ajorata" -merkillä oli liikenneturvallisuuden kannalta myönteinen vaikutus ja sitä voitaisiin käyttää 60 km/h nopeusrajoituksen kanssa huonoissa talviolosuhteissa enemmän. Alimman nopeusrajoituksen käyttö huonoissa sää- ja keliolosuhteissa todennäköisesti lisääntyy, kun luotettava tiesääjärjestelmä tuottaa automaattisesti ohjaussuosituksen liikennepäivystäjän päätöksenteon tueksi.

Alimman nopeusrajoituksen muuttaminen 60 km/h:sta 70 km/h:iin todennäköisesti lisäisi alimman nopeusrajoituksen käyttöä. Toisaalta 70 km/h:n vaikutus nopeuksiin ja aikaväleihin olisi luultavasti selvästi pienempi kuin muuttuvan 60 km/h:n rajoituksen. Erittäin huonoissa sää- ja kelioloissa muuttuva 70 km/h todennäköisesti lisäisi ajonopeuksia ja lyhyiden aikavälien osuutta kiinteään 80 km/h rajoitukseen verrattuna. Turvallisuuden kannalta ei siten liene perusteita alimman nopeusrajoituksen korottamiseen 60 km/h:sta.

"Liukas ajorata" -merkki laski keskinopeutta ja pidensi jonossa ajavien välisiä etäisyyksiä myös muuttuvan 80 km/h rajoituksen aikana, mikä kertoo merkin turvallisuusvaikutuksesta ja kuljettajien luottamuksesta ohjauksen oikeellisuuteen. "Liukas ajorata" -varoituserkin positiivinen vaikutus jonossa ajavien ajoetäisyyksiin väheni kuitenkin etäisyyden kasvaessa mittauspisteestä. Koska "liukas ajorata" -merkin luonne on varoittaa paikallisista olosuhteista, niin muuttuvien varoituserkkien sijaintia ja tiheyttä liittyvää ohjeistusta voisi edelleen kehittää tämän tutkimuksen tulosten perusteella.

Nopeusrajoituksen nostaminen 80 km/h:sta 100 km/h:iin kasvatti selvästi keskinopeutta ja jonossa ajavien lyhyitä ajoetäisyyksiä. Myös nopeuksien keskihajonta kasvoi, joskin pistekohtaiset erot olivat isot. Vaikutukset olivat suuremmat normaalilla kelillä kuin hyvällä kelillä. Nopeusrajoituksen nostaminen liikenteen sujuvuuden parantamiseksi 100 km/h:iin talvella edellyttää riittävän hyviä sää- ja keliolosuhteita eli sitä tulisi käyttää vain hyvällä talvikelillä, jotta nopeuksien ja liian lyhyiden ajoetäisyyksien kasvun lisäämä onnettomuusriski ei muodostu liian suureksi.

Liian lyhyiden ajoetäisyyksien vähentämiseksi ohjausjärjestelmän tekstitauluissa voisi hyvälläkin kelillä muistuttaa kuljettajia 100 km/h nopeusrajoituksen aikana turvaväleistä, jos muuta tärkeämpää viestittävää ei ole.

Ohjausjärjestelmän vaikutukset olivat samaa suuruusluokkaa Helsingin ja Turun suuntaan, joten koetietä edeltävät muuttuvat opasteet Turun suuntaan eivät vaikuttaneet tuloksiin. Helsingin suuntaan Salon ja Muurlan välillä olevat kaksi kiinteää kameravalvontapistettä eivät myöskään näyttäneet vaikuttaneen ohjausjärjestelmän tuloksiin, nopeuksien lähtötasoon kylläkin (alhaisemmat nopeudet).

Valtatien 1 liikennepäivystäjän ohjauspäätöksiin perustuva järjestelmä toimi oikein ohjattuna hyvin ja sen vaikutus keskinopeuksiin oli samaa luokkaa kuin valtatie 7 sää- ja kelitiedon perusteella automaattisesti ohjattavan järjestelmän. Muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutukset eri keleillä osoittivat valtatie 7 tutkimuksen tavoin järjestelmän lisäävän onnettomuusriskiä erityisesti silloin, kun nopeusrajoitusarvo on keliin nähden liian korkea (100 km/h normaalilla talvikelillä ja 80 km/h huonolla talvikelillä).

Autoilijat (96 %) pitävät muuttuvia nopeusrajoituksia valtatiejaksoilla tarpeellisina ja luottavat vahvasti siihen, että merkeissä käytetään olosuhteisiin sopivia nopeusrajoituksia. Luottamuksesta kertovat myös tämän tutkimuksen tulokset erilaisten nopeusrajoitusarvojen näyttämisen ja kelivaroituserkin vaikutuksista. Tämän luottamuksen säilyttäminen asettaa siten korkeat laatuvaatimukset järjestelmän toimivuudelle ja merkkien ohjaustoiminnalle kaikissa ajo-olosuhteissa liikenteen häiriötilanteet mukaan lukien.

Useat kuljettajat uskoivat ohjausjärjestelmän olevan älykkäämpi, kuin se todellisuudessa on – nopeusrajoitusten uskottiin määräytyvän myös liikennemäärän mukaan. Koska muuttuvien opasteiden ohjausperiaatteiden tunteminen todennäköisesti edesauttaa opasteiden noudattamista, niin muuttuvan liikenteenohjauksen ohjausperiaatteita voi harkita yhdenmukaistettavan yleisemminkin. Nykyään muuttuvia opasteita ohjataan sää- ja keliolosuhteiden ja/tai liikennemäärien sekä häiriötilanteiden perusteella.

Luotettaviin tiesäätietoihin perustuvat järjestelmän automaattisesti tuottamat ohjaussuositukset todennäköisesti tukevat päivystäjän päätöksentekoa etenkin huonoissa keliolosuhteissa. Ohjausjärjestelmiä voidaan kehittää ohjattavaksi automaattisesti sää- ja kelitietoihin perusteella valtatie 7 tapaan. Tämä edellyttää tiheää tiesääjärjestelmää sekä tiesääasemien ja niiden anturien erittäin luotettavaa toimintaa. Toisaalta liikennepäivystäjän päätöksiin perustuvissa järjestelmissä voidaan hyödyntää tiesääasemien lisäksi myös kelikameroiden ja tutkakuvien tuottamaa tietoa.

8 LÄHTEET

Aarikka, M. 1999. Muuttuvien nopeusrajoitusten ohjausperiaatteet vt:llä 1 välillä Suomusjärvi – Salo. Tiehallinto, Turun tiepiiri. Muistio.

Aarikka, M. 1998. Selvitys muuttuvista nopeusrajoituksista E18:lla välillä Suomusjärvi – Paimio. Tiehallinto, Turun tiepiiri. 1998.

Lokki, O. 1980. Tutkimustulosten tilastollinen hallinta ja käyttö. Helsinki. 591s.

Lähesmaa, J., Schirokoff, A. 1998. Selvitys muuttuvien nopeusrajoitusten käyttöönotosta Suomen pääteillä. Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 40/1998. Helsinki. 83 s. + liitt. 61 s.

Peltola, H. (1991). Kuljettajien mielipiteet vuodenajan mukaan vaihdettavien nopeusrajoitusten kokeilusta: Vuodenajan mukaan vaihdettavien nopeusrajoitusten kokeilu vuosina 1987–1989, osa1. VTT, Tiedotteita 1223. Espoo. 23 s. + liitt. 23 s.

Penttinen, M., Harjula, V., Luoma, J. 2000. Muuttuvan nopeusrajoitusmerkin tekniikan vaikutukset ajonopeuksiin ja merkin muistamiseen – osa 2. Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 45/1999. Helsinki. 25 s. + liitt. 1 s.

Roine, M. 1999. Accident risks of car drivers in wintertime traffic. VTT (Technical Research Centre of Finland), Publications 401. Espoo 1999. 137 p. + app. 20 p.

Rämä, P. 1997. Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vaikutukset Kotka–Hamina-moottoritieellä. Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 1/1997. Helsinki. 64 s. + liitt. 23 s.

Rämä, P., Raitio, J., Harjula, V., Schirokoff, A. 1999. Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteenohjausjärjestelmän vaikutukset yksiajorataisella osuudella valtatiellä 7. Tielaitos, Tielaitoksen selvityksiä 44/1999. Helsinki. 68 s. + liitt. 11 s.

Schirokoff, A., Vitikka, H. 2001. Muuttuvat nopeusrajoitukset autoilijoiden kokemina. Haastattelututkimus valtatiellä 9 (E 63) välillä Tampere-Orivesi. Tiehallinnon selvityksiä 50 /2001. Helsinki. 29 s. + liitt. 3 s.

Ylikorpi, J. 1999–2001. Turun tiepiirin liikennekeskus. Puhelinkeskustelut ja sähköpostiviestit

9 LIITTEET

Liite 1 Kuljettajahaastattelujen lomake

Liite 2 (1/2) Nopeusmittausten tulokset Helsingin suuntaan

Liite 2 (2/2) Nopeusmittausten tulokset Turun suuntaan



Yhdyskuntatekniikka
LILY 28.2.2000

MUUTTUVAT MERKIT / OPASTEET, HAASTATELULOMAKE
Vt 1, Turun tiepiiri

Kuljettajahaastattelujen lomake

Haastattelija pvm / klo

HAASTATELTAVALLE LUETAAN VAIN LIHAVOIDUT TEKSTIT !

Tielaitoksesta, hyvää päivää. Onko Teillä hetki aikaa vastata tämän tien muuttuvia liikennemerkkejä koskeviin kysymyksiin?
Ei vastaa, syy(jos ei vastaa, täytä kohdat 16 ja 17)

- Mikä oli tien nopeusrajoitus ennen tätä pysäytyspaikkaa asettuja väliaikaisia 80 km/h ja 50 km/h -rajoituksia?
.....km/h
(Tarvittaessa näytetään tyhjä muuttuva merkki)
- Minkä muun muuttuvan varoitusmerkin tai opasteen näitte viimeiseksi ennen pysäyttämistä?
(Tarvittaessa näytetään tyhjä merkkiyhdistelmä)
- a) Oletteko kääntynyt tälle tielle viimeisen 10 km matkalla?
1 en
2 kyllä
3 en osaa sanoa
b) Oliko siinä muuta?
1 lisäteksti
2 muu merkki, mikä ?
3 ei muuta
4 en osaa sanoa
- Mikä olisi mielestänne sopiva nopeusrajoitus juuri ajamallanne tieosalla ?
1 tällä hetkelläkm/h
2 huonoissa talviolosuhteissa valoisaan aikaankm/h
3 hyvällä talvikelillä pimeään aikaankm/h
- Tiedätekö, mitä nopeusrajoituksia tällä tiellä voidaan talvella käyttää?
..... km/h km/h km/h
Kysymyksen 5 jälkeen vastaajalle kerrotaan oikeat vaihtoehdot
→ 60 km/h, 80 km/h, 100 km/h
- Tiedätekö, mitkä seikat vaikuttavat nopeus-rajoitukseen juuri ajamallanne tieosuudella?
1 sää ja keli
2 tietyö
3 onnettomuudet
4 valoisuus
5 hirvet
6 liikennemäärä
7 vuodenaika
8 muu, mikä ?
9 en tiedä.
Jos vastaus on "sää ja keli", siirrytään kohtaan 7. Muuten vastaajalle kerrotaan oikeat vaihtoehdot → sää ja keli, valoisuus, häiriöt (esim. tietyö, onnettomuus) ja siirrytään kysymykseen 8.
- Tiedätekö mistä sää- ja kelitietoa saadaan näiden nopeusrajoitusten asettamista varten ?
1 vuodenaika
2 sää tiedotukset (yleiset / valtakunnalliset)
3 paikalliset sää tiedotukset
4 tielaitoksen henkilö käy arvioimassa
5 automaattiset mittauslaitteet (tiesääasemat, kamerat)
6 muu, mikä ?
7 en tiedä
Kysymyksen 7 jälkeen vastaajalle kerrotaan oikeat vaihtoehdot
→ sää ja keli, valoisuus, häiriöt (esim. tietyö, onnettomuus)
- Mitä hyviä puolia mielestänne on ajamanne tien olosuhteiden mukaan vaihtuvilla nopeusrajoituksilla?
1 parantaa sujuvuutta
2 parantaa turvallisuutta
3 parantaa rajoitusten noudattamista
4 vastaa paremmin todellista tilannetta
5 parempi havaittavuus / näkyvät paremmin
6 muuta, mitä ?
7 en osaa sanoa
- Entä huonoja puolia?
1 vaikeampi muistaa rajoitusta
2 eivät aina vastaa todellista tilannetta, milloin?
a) valoisaan aikaan
b) pimeään / hämärän aikaan
c) muu tilanne, mikä ?
3 merkit ovat usein pois päältä / epäkunnossa
4 muuta, mitä ?
5 en osaa sanoa
- Vastaavatko ajamanne tien muuttuvat nopeusrajoitukset mielestänne vallitsevia olosuhteita ?
1 aina
2 enimmäkseen
3 harvoin
4 ei koskaan
5 en osaa sanoa
- Pidätekö olosuhteiden mukaan vaihtuvia nopeusrajoituksia yleisesti ottaen
1 erittäin tarpeellisina
2 melko tarpeellisina
3 melko tarpeettomina
4 täysin tarpeettomina
5 en osaa sanoa
- Onko keli nyt mielestänne
1 hyvä
2 kohtalainen
3 huono
- Kuinka usein olette viimeisen vuoden aikana ajanut tällä tiellä, jolla on muuttuvia liikennemerkkejä?
1 lähes päivittäin
2 viikoittain
3 kuukausittain
4 ensimmäistä kertaa tällä tieosuudella
- Kuinka monta kilometriä ajoitte autolla viimeisen 12 kuukauden aikana?km
- Mikä on syntymävuotenne?
- Sukupuoli 1 mies 2 nainen
- Ajoneuvon tyyppi
1 ha 2 pa 3 ka 4 muu, mikä ?
- Onko mielestänne vielä jotain muuta tähän järjestelmään liittyvää? (kirjataan lyhyesti lomakkeen kääntöpuolelle)

KIITOS JA HYVÄÄ MATKAA

Liite 2 (1/2) Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteenohjausjärjestelmän vaikutukset yksiajorataisella valtatiellä 1 (E18)

LIITTEET

Nopeusmittaukset Helsingin suuntaan (suunta 1)

Tarkastelujaksot Ennen: 10.12.1998 - 16.2.1999 Huom! Kevolan vertailupiste Turun suuntaan (suunta 0)
Jälkeen: 10.12.1999 - 16.2.2000

Mittauspiste	Koetie, Kitula DSL-280					Koetie, Muurila LAM-201					Koetie, Tupurinmäki DSL-272				Vertailutie, Kevola Turun suuntaan	
	Kilntä 80 km/h ennen-tilanne	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	Kilntä 80 km/h ennen-tilanne	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	Kilntä 80 km/h ennen-tilanne	Muut. 60 km/h	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	kilntä 80 km/h ennen-tilanne	kilntä 80 km/h jälkeen-tilanne
Kelliluokka	<i>Ei muutt. varoitusmerkkiä</i>															
HUONO	<i>Ei muutt. varoitusmerkkiä</i>															
v85	98,0	97,0	96,0	99,0		91,0	88,0	89,0	93,0		92,0	91,0	93,0		98,0	97,0
Keskinopeus	88,7	86,9	86,1	89,8		82,7	78,5	80,6	84,4		82,8	82,2	84,5		88,5	87,7
v15	79,0	77,0	76,0	81,0		74,0	69,0	72,0	76,0		74,0	73,0	76,0		80,0	79,0
Keskivirhe	0,1	0,3	0,1	0,1		0,0	0,2	0,1	0,0		0,0	0,2	0,0		0,0	0,0
Hajonta	10,5	10,5	10,4	10,1		9,0	9,2	9,2	8,7		9,1	9,4	9,0		10,3	10,4
N	47 468	1 240	11 729	32 186		57 095	1 600	15 863	37 668		65 661	1 723	59 622		59 726	62414
NORMAALI	<i>Ei muutt. varoitusmerkkiä</i>															
v85	97,0	93,0	96,0	98,0	107,0	92,0	87,0	91,0	92,0	99,8	93,0	90,0	94,0	100,0	97,0	96,0
Keskinopeus	89,6	84,3	88,2	89,8	98,1	84,7	79,8	83,3	85,5	90,3	85,5	82,8	86,8	91,0	89,8	88,9
v15	82,0	75,0	81,0	82,0	90,0	78,0	72,0	77,0	79,0	82,0	79,0	76,0	80,0	82,7	83,0	82,0
Keskivirhe	0,1	0,3	0,1	0,1	0,5	0,0	0,3	0,1	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,0
Hajonta	8,9	9,8	8,4	8,6	9,5	7,6	8,5	9,3	7,5	8,5	7,3	7,8	7,3	9,0	8,1	8,4
N	29 253	873	8 428	26 489	306	29 748	743	6 015	30 505	734	32 256	810	38 720	810	34 618	41812
HYVA	<i>Ei muutt. varoitusmerkkiä</i>															
v85	99,0			99,0	106,0	93,0			93,0	101,0	94,0		95,0	101,0	98,0	98,0
Keskinopeus	90,5			90,6	96,4	85,6			86,4	91,6	86,7		88,0	92,9	90,6	90,5
v15	84,0			83,0	86,0	79,0			80,0	83,0	80,0		81,0	84,0	84,0	84,0
Keskivirhe	0,2			0,1	0,3	0,1			0,2	0,3	0,1		0,2	0,2	0,2	0,2
Hajonta	9,0			9,7	9,9	7,3			7,8	9,5	7,4		7,4	8,8	8,3	8,5
N	3 616			4 727	1 510	2 907			1 417	1 436	3 224		1 418	1 501	3 072	1 705
KAIKKI KELIT	<i>Ei muutt. varoitusmerkkiä</i>															
v85	98,0	95,0	96,0	98,0	106,0	91,0	87,0	90,0	92,0	100,0	92,0	91,0	93,0	101,0	98,0	97,0
Keskinopeus	89,1	85,7	87,1	89,8	96,6	83,6	79,0	81,6	84,9	91,2	84,0	82,4	85,6	92,4	89,1	88,3
v15	81,0	76,0	79,0	82,0	87,0	76,0	70,0	74,0	78,0	82,0	76,0	74,0	78,0	84,0	81,0	80,0
Keskivirhe	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0
Hajonta	9,7	9,8	9,5	9,3	9,8	8,4	8,8	9,3	8,1	9,2	8,5	8,8	8,3	8,9	9,5	9,5
N	99 827	3 118	24 026	74 604	2 739	111 307	3 406	25 976	81 905	3 251	124 959	3 658	117 529	3 444	119 007	124 752

Nop.rajoitus aikajakuma 10.12.99-16.2.00 Koko talvirajoitus aika 18.2. - 25.3.1999 ja 1.11.1999 - 25.3.2000	vika	60	80	100	vika	60	80	100	vika	60	80	100
	0,0 %	0,3 %	96,1 %	3,6 %	1,1 %	0,3 %	95,1 %	3,5 %	1,6 %	0,2 %	94,7 %	3,6 %
	0,0 %	0,3 %	85,3 %	14,4 %	0,7 %	0,2 %	84,5 %	14,5 %	1,6 %	0,2 %	83,5 %	14,7 %

Järjestelmän vaikutukset nopeuksiin

Mittauspiste	Koetie, Kitula (DSL-280)				Koetie, Muurila (LAM-201)				Koetie, Tupurinmäki (DSL-272) Ei muuttuvaa varoitusmerkkiä			Järjestelmän keskim. vaikutus Painotettu keskiarvo (havainnot)			
	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	Muut. 60 km/h	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h
Kelliluokka	<i>Ei muuttuvaa varoitusmerkkiä</i>														
HUONO	<i>Ei muuttuvaa varoitusmerkkiä</i>														
v85	0,0	-1,0	2,0		-2,0	-1,0	3,0		0,0	2,0		-2,4	-1,5	2,3	
Keskinopeus	-1,0	-1,8	1,9		-3,4	-1,3	2,4		0,2	2,5		-2,4	-1,5	2,3	
v15	-1,0	-2,0	3,0		-4,0	-1,0	3,0		0,0	3,0		0,0	0,0	-0,3	
Keskivirhe	0,2	0,0	0,0		0,2	0,1	0,0		0,2	0,0		0,0	0,0	-0,3	
Hajonta	-0,1	-0,2	-0,4		0,1	0,1	-0,4		0,2	-0,2		0,0	0,0	-0,3	
NORMAALI	<i>Ei muuttuvaa varoitusmerkkiä</i>														
v85	-3,0	0,0	2,0	11,0	-4,0	0,0	1,0	8,8	-2,0	2,0	8,0	-4,2	-0,5	1,8	6,9
Keskinopeus	-4,4	-0,5	1,2	9,4	-4,0	-0,5	1,7	6,5	-1,8	2,2	6,4	-4,2	-0,5	1,8	6,9
v15	-6,0	0,0	1,0	9,0	-5,0	0,0	2,0	5,0	-2,0	2,0	4,7	-4,2	-0,5	1,8	6,9
Keskivirhe	0,3	0,0	0,0	0,5	0,3	0,1	0,0	0,3	0,2	0,0	0,3	0,5	0,1	-0,4	0,9
Hajonta	0,4	-0,8	-0,6	0,2	0,6	1,4	-0,4	0,6	0,2	-0,4	1,3	0,5	0,1	-0,4	0,9
HYVA	<i>Ei muuttuvaa varoitusmerkkiä</i>														
v85			0,0	7,0			0,0	8,0		1,0	7,0				
Keskinopeus			0,2	6,0			0,9	6,1		1,4	6,2			0,6	6,1
v15			-1,0	2,0			1,0	4,0		1,0	4,0				
Keskivirhe			0,0	0,1			0,1	0,2		0,1	0,1				
Hajonta			-0,2	0,7			0,3	2,0		-0,1	1,3			-0,1	1,3
KAIKKI KELIT	<i>Ei muuttuvaa varoitusmerkkiä</i>														
v85	-2,0	-1,0	1,0	9,0	-3,0	0,0	2,0	10,0	0,0	2,0	10,0	-3,2	-1,2	2,1	8,7
Keskinopeus	-2,6	-1,2	1,5	8,3	-3,7	-1,2	2,2	8,4	-0,8	2,4	9,2	-3,2	-1,2	2,1	8,7
v15	-4,0	-1,0	2,0	7,0	-5,0	-1,0	3,0	7,0	-1,0	3,0	9,0	-3,2	-1,2	2,1	8,7
Keskivirhe	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	-0,3	0,4
Hajonta	0,0	-0,2	-0,4	0,1	0,3	0,8	-0,4	0,8	0,3	-0,2	0,4	0,2	0,3	-0,3	0,4

LIITTEET

Nopeusmittaukset Turun suuntaan (suunta 0)

Tarkastelujaksot Ennen: 10.12.1998 - 16.2.1999
Jälkeen: 10.12.1999 - 16.2.2000

Mittaus- piste	Koetie, Kitula DSL-280					Koetie, Muurla LAM-201					Koetie, Tupurinmäki DSL-272					Vertailutie, Kevola Turun suuntaan	
	Kiinteä 80 km/h ennen-tilanne	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	Kiinteä 80 km/h ennen-tilanne	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	Kiinteä 80 km/h ennen-tilanne	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	Kiinteä 80 km/h ennen-tilanne	Kiinteä 80 km/h jälkeeni-tilanne
Kelluokka																	
HUONO																	
v85	103,0	99,0	100,0	104,0		97,0	84,0	93,0	98,0		94,0	92,0	92,0	96,0		98,0	97,0
Keskinopeus	92,2	88,3	89,1	93,2		87,5	74,4	84,3	89,2		84,7	81,8	83,2	87,2		88,5	87,7
v15	82,0	78,0	79,0	83,0		78,0	66,0	75,0	81,0		76,0	72,0	74,0	79,0		80,0	79,0
Keskivirhe	0,1	0,3	0,1	0,1		0,0	0,6	0,1	0,1		0,0	0,2	0,1	0,1		0,0	0,0
Hajonta	11,1	10,8	11,3	11,1		9,7	9,1	9,8	9,2		9,6	10,4	9,5	9,1		10,3	10,4
N	51 570	1 613	11 517	33 899		50 825	247	14 895	33 055		58 986	1 831	14 767	38 201		59 726	62414
NORMAALI																	
v85	101,0	96,3	99,0	100,0	107,7	96,0	81,8	94,0	96,0	104,0	93,0	90,0	92,0	94,0	99,0	97,0	96,0
Keskinopeus	92,0	87,3	90,6	91,7	97,8	88,6	72,5	86,7	89,4	94,7	85,5	83,2	85,5	86,9	91,0	89,8	88,9
v15	84,0	78,0	83,0	84,0	87,0	82,0	64,2	80,0	83,0	86,0	79,0	76,0	79,0	80,0	82,0	83,0	82,0
Keskivirhe	0,1	0,3	0,1	0,1	0,6	0,1	1,0	0,1	0,0	0,4	0,0	0,3	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0
Hajonta	9,3	10,4	9,0	9,2	9,9	7,8	8,1	9,0	7,3	8,3	7,6	7,1	7,3	7,3	8,5	8,1	8,4
N	29 712	997	7 997	27 560	288	25 298	67	5 799	26 490	566	28 823	767	5 769	29 839	703	34 618	41812
HYVÄ																	
v85	103,0			101,0	108,0	96,0			97,0	105,0	94,0			95,0	102,0	98,0	98,0
Keskinopeus	93,5			92,7	98,6	89,3			90,5	96,3	86,9			87,9	92,4	90,6	90,5
v15	85,0			84,0	88,0	83,0			84,0	88,0	80,0			81,0	84,0	84,0	84,0
Keskivirhe	0,2			0,1	0,3	0,2			0,2	0,3	0,1			0,2	0,2	0,2	0,2
Hajonta	10,0			9,3	10,3	7,6			7,2	9,1	7,6			7,3	8,6	8,3	8,5
N	4 385			5 155	1 713	2 547			1 268	1 097	2 978			1 445	1 310	3 072	1705
KAIKKI KELIT																	
v85	102,0	97,0	99,0	102,0	108,0	96,0	82,0	94,0	97,0	105,0	93,0	91,0	92,0	95,0	101,0	98,0	97,0
Keskinopeus	92,2	87,8	89,8	92,4	98,6	88,02	73,6	85,2	89,3	95,9	85,2	82,2	84,0	87,0	91,9	89,1	88,3
v15	83,0	78,0	81,0	84,0	88,0	80,0	66,0	77,0	82,0	87,0	77,0	73,0	76,0	80,0	83,0	81,0	80,0
Keskivirhe	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,4	0,1	0,0	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0
Hajonta	10,3	10,4	10,2	10,1	10,4	8,8	8,4	9,5	8,2	9,0	8,7	9,6	8,8	8,2	8,8	9,5	9,5
N	105 751	3 737	23 396	78 191	3 011	97 325	487	25 026	71 426	2 483	112 112	3 645	24 469	81 409	2 989	119 007	124 752
Jälkeen N yht.	108 335	3,4 %	21,6 %	72,2 %	2,8 %	99 422	0,5 %	25,2 %	71,8 %	2,5 %	112 512	3,2 %	21,7 %	72,4 %	2,7 %		

Nop.rajoitus aikajakuma	vika	60	80	100	vika	60	80	100	vika	60	80	100
10.12.99-16.2.00	0,4 %	0,3 %	95,7 %	3,6 %	0,6 %	0,2 %	95,6 %	3,6 %	1,7 %	0,3 %	94,4 %	3,6 %
Koko talvirajoitusaika	7,8 %	0,3 %	77,4 %	14,4 %	0,5 %	0,2 %	84,7 %	14,4 %	1,6 %	0,2 %	83,5 %	14,7 %

18.2. - 25.3.1999 ja 1.11.1999 - 25.3.2000

Järjestelmän vaikutukset nopeuksiin

Mittauspiste	Koetie, Kitula (DSL-280)				Koetie, Muurla (LAM-201)				Koetie, Tupurinmäki (DSL-272)				Järjestelmän keskim. vaikutus Painotettu keskiarvo (havainnot)				
	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	Muut. 60 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h + liukas ajorata	Muut. 80 km/h	Muut. 100 km/h	
Kelluokka																	
HUONO																	
v85	-3,0	-2,0	2,0		-12,0	-3,0	2,0		-1,0	-1,0	3,0						
Keskinopeus	-3,0	-2,3	1,8		-12,3	-2,4	2,5		-2,1	-0,7	3,3		-2,5	-1,8	2,6		
v15	-3,0	-2,0	2,0		-11,0	-2,0	4,0		-3,0	-1,0	4,0						
Keskivirhe	0,2	0,1	0,0		0,6	0,1	0,1		0,2	0,0	0,0						
Hajonta	-0,4	0,1	-0,1		-0,7	0,0	-0,6		0,7	-0,2	-0,6		0,2	0,0	-0,5		
NORMAALI																	
v85	-3,7	-1,0	0,0	7,7	-13,2	-1,0	1,0	9,0	-2,0	0,0	2,0	7,0					
Keskinopeus	-3,8	-0,5	0,6	6,7	-15,2	-1,0	1,6	7,0	-1,4	0,9	2,3	6,3	-2,8	-0,2	1,5	6,6	
v15	-5,0	0,0	1,0	4,0	-16,8	-1,0	2,0	5,0	-2,0	1,0	2,0	4,0					
Keskivirhe	0,3	0,1	0,0	0,5	0,9	0,0	-0,1	0,3	0,3	0,1	0,0	0,3					
Hajonta	0,8	-0,7	-0,5	0,2	0,0	0,9	-0,8	0,2	0,2	-0,8	-0,6	0,6	0,5	-0,2	-0,6	0,4	
HYVÄ																	
v85			-2,0	5,0			1,0	9,0			1,0	8,0					
Keskinopeus			-0,7	5,2			1,3	7,1			1,2	5,6			0,0	5,9	
v15			-1,0	3,0			1,0	5,0			1,0	4,0					
Keskivirhe			0,0	0,1			0,0	0,1			0,1	0,1					
Hajonta			-0,9	0,1			-0,6	1,3			-0,4	0,8			-0,8	0,6	
KAIKKI KELIT																	
v85	-4,0	-2,0	1,0	7,0	-13,0	-1,0	2,0	10,0	-1,0	0,0	3,0	9,0					
Keskinopeus	-3,6	-1,6	1,0	7,2	-13,6	-2,0	2,1	8,7	-2,1	-0,3	2,7	7,6					
v15	-4,0	-1,0	2,0	6,0	-13,0	-2,0	3,0	8,0	-3,0	0,0	4,0	7,0					
Keskivirhe	0,1	0,0	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1					
Hajonta	0,0	-0,1	-0,3	0,1	-0,5	0,6	-0,6	0,1	0,8	0,0	-0,6	0,0					

