

Tielaitos

Pirkko Rämä

Tieliikenteen telematiikka - E18-kokeilualue

Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vaikutukset Kotka- Hamina-moottoritiellä

**Tielaitoksen
selvityksiä**

1/1997

Helsinki 1997

Tiehallinto
Liikenteen palvelut

Tielaitoksen selvityksiä
1/1997

Pirkko Rämä

Tieliikenteen telematiikka - E18-kokeilualue

**Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen
ohjausjärjestelmän vaikutukset Kotka-
Hamina-moottoritieellä**

Tielaitos
Tiehallinto, liikenteen palvelut

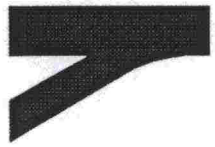
Helsinki 1997

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-311-2
TIEL 3200448
Oy Edita Ab
Helsinki 1997

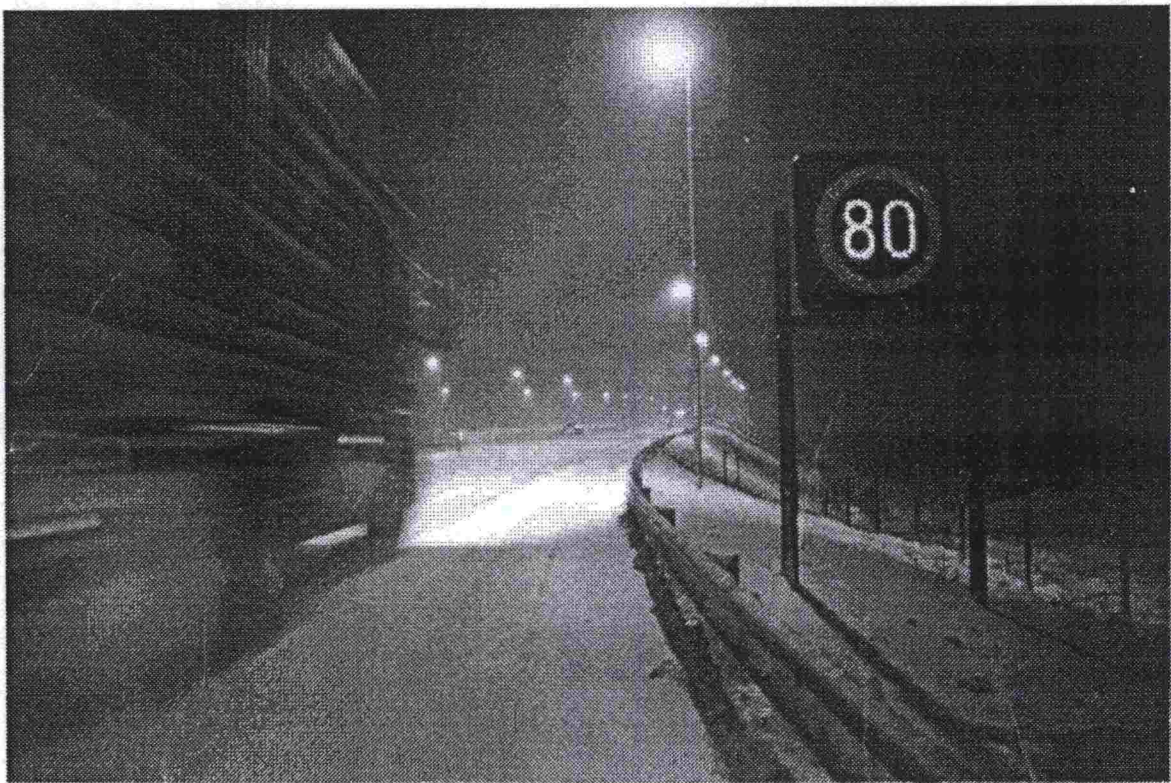
Julkaisun kustannus ja myynti:
Tielaitos, hallintopalvelut,
painotuotemyynti
Telefaksi 0204 44 2202

Joutsenmerkin arvoinen paperi

Tielaitos
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde 0204 44 150



Dynamic speed management and information complements winter maintenance



**Accident risk decreases
by 10%**

Pirkko Rämä: Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vaikutukset Kotka – Hamina -moottoritieellä. Helsinki 1997, Tielaitos. Tielaitoksen selvityksiä 1/1997, 64 s. + liitt. 23 s. ISBN 951-726-311-2. ISSN 0788-3722. TIEL 320 0488.

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

Aiheluokat: 22, 84

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Kotkan ja Haminan välillä vuonna 1994 avatun sääohjatun tien vaikutuksia kuljettajien käyttäytymiseen ja kuljettajien käsityksiä järjestelmästä. Lisäksi tutkittiin järjestelmän toimintaa ja toiminnan luotettavuutta.

Sääohjattu tie on 14 km:n moottoritieosuus, jolla nopeusrajoituksia ja muuttuvia opasteita ohjataan pääasiassa automaattisesti kahden tiesääaseman tietojen perusteella. Tieosuudella on 36 muuttuvaa nopeusrajoitusmerkkiä ja viisi muuttuvaa opastetta.

Tietoa liikennekäyttäytymisestä kerättiin silmukkalmaisimilla ja seuraamalla liikenteestä satunnaisesti valittuja autoja instrumentoidulla mittausautolla. Tutkimukseen kuului myös neljä tienvarsihaastattelua. Ohjausjärjestelmän oikeellisuuden arvioimiseksi tehtiin erillisiä säätiä, keliä sekä tien pinnan kitkaa koskevia vertailuhavaintoja ja -mittauksia.

Talvikaudella nopeusrajoituksen muuttaminen 100 km/h:sta 80 km/h:iin pienensi jonon ulkopuolella ajavien henkilöautojen keskinopeutta 3,4 km/h sen lisäksi, että huono keli pienensi keskinopeutta keskimäärin 6,3 km/h. Koko liikenteen keskinopeus pieneni kelin vaikutuksen (-6,3 km/h) lisäksi 2,5 km/h. Kun sää oli poutainen tai sade oli heikkoa koko liikenteen keskinopeuden alenema alennetun rajoituksen vuoksi oli noin 2 km/h suurempi eli 4,6 km/h. Tällaisten piilevästi liukkaiksi arvioitujen tilanteiden osuus oli koeaineiston huonoista keleistä noin 95 %. Kun keli oli sellainen, että alennetun nopeusrajoituksen lisäksi käytettiin liukkaan ajoradan viestiä, merkkijhdistelmä alensi jonon ulkopuolella ajavien henkilöautojen keskinopeutta 1,8 km/h (kelin vaikutus oli tällöin niinkin suuri kuin -9,3 km/h).

Kesäkaudella nopeusrajoituksen alentaminen lähinnä vesiliirtovaaran vuoksi 120 km/h:sta 100 km/h:iin pienensi jonon ulkopuolella ajavien keskinopeutta 5,2 km/h kelin vaikutuksen (-2 km/h) lisäksi ja 80 km/h:iin 8 km/h (kelin vaikutus -6,1 km/h).

Nopeusrajoituksen alentaminen pienensi myös nopeuksien keskihajontaa. Nopeusrajoituksen ylittäneiden osuus näytti yleensä olevan pienempi sääohjatulla tiellä kuin vertailuteillä. Talviajan nopeusrajoituksen alentaminen säätiellä alensi myös säätieltä lähtevien keskinopeutta noin 1 km/h. Aikaväleihin ei sääohjatulla järjestelmällä todettu olevan vaikutusta.

Kuljettajista 88–94 % muisti voimassa olevan nopeusrajoituksen (n = 590). Muistamiseen ei vaikuttanut se, oliko rajoitus normaalista poikkeava. Liukkaan ajoradan merkin muisti 66 % (n = 61). Käytössä olevaa nopeusrajoitusta piti sopivana keskimäärin 81 % kuljettajista. Nopeusrajoituksen sopivuus riippui kuitenkin merkittävästi siitä, mitä rajoitusta käytettiin: mitä korkeampi rajoitus oli sitä enemmän kannatettiin rajoituksen laskemista ja vastaavasti vähemmän kannatettiin

tettiin rajoituksen nostamista. Järjestelmää piti tarpeellisena ja hyvänä 95 % kuljettajista.

Talvikaudella 1995–1996 käytettiin 80 km/h alennettua nopeusrajoitusta 21 % kokonaisajasta. Kesäkaudella 80 km/h rajoitus oli käytössä 3 % ja 100 km/h 20 % ajasta. Maastossa tehtyjen kelimittausten perusteella arvioitiin, että koetielä käytettiin korkeampaa nopeusrajoitusta kuin mitä sää ja keli edellyttivät noin 26 % tilanteista, joissa käsimittauksia tehtiin. Liian pieniä rajoituksia arvioitiin käytetyn harvoin.

Johtopäätöksenä todetaan, että sääohjattu järjestelmä vaikutti liikenneturvallisuuden kannalta myönteisesti pienentäen keskinopeutta ja nopeuksien hajontaa. Tämän ensimmäisen Suomessa toteutetun kokeilujärjestelmän ei kuitenkaan arvioitu olevan yhteiskuntataloudellisesti kannattavan. Kuljettajat hyväksyivät nopeusrajoitusten alentamisen huonon sään ja kelin vuoksi. Myös asetetut rajoitukset hyväksyttiin. Järjestelmän toiminnan arviointi osoitti, että liukkaan kelin tunnistamisjärjestelmiä on edelleen kehitettävä.

Pirkko Rämä: Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vaikutukset Kotka – Hamina -moottoritieellä. [Effects of the weather-controlled traffic management system in the motorway section between Kotka and Hamina]. Helsinki 1997, Finnish National Road Administration. Tielaitoksen selvityksiä 1/1997, 64 p. + app. 23 p. ISBN 951-726-311-2. ISSN 0788-3722. TIEL 320 0488.

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

ABSTRACT

This study was designed to investigate the effects of weather controlled speed limits and displays on driver behaviour. Specifically, we collected data on (a) vehicle speeds and headways and (b) driver acceptance. In addition, the system performance and reliability were evaluated.

The system consisted of thirty-six variable speed limit signs and five variable warning and information signs that were installed along the 14 km long motorway section between two Finnish cities (Kotka and Hamina) on Finland's southern coast. Local weather and road surface conditions were monitored automatically from road weather stations, and the information was used for determining appropriate speed limits and controlling variable warning and information signs. The maximum speed limit was 120 km/h in summertime and 100 km/h in wintertime. If the road was slippery (because of snow, ice or water), the speed limits were 100 or 80 km/h.

Speed and headway data were obtained from detector loops. In addition, speed profiles along the section were studied by the car following method. The road weather data and status of variable signs were recorded at the control centre. The road surface judgements based on the road weather station data were compared with the manual observations of the road surface conditions and friction measurements. Finally, road users were interviewed in four road-side surveys.

In the wintertime the change from 100 km/h to 80 km/h decreased the mean speed of the cars travelling in free-flow traffic by 3.4 km/h, in addition to the average mean speed reduction of 6.3 km/h caused by the adverse road surface conditions. The corresponding effect was 2.5 km/h for all cars in addition to the effect of the adverse weather condition (-6.3 km/h). If there was no rain or the rain was insignificant the effect on total traffic was 2 km/h more i.e. 4.6 km/h. The proportion of these conditions was approximately 95%. When the road condition was such that the slippery road warning was displayed the speed reduction was 1.8 km/h for cars travelling in free-flow traffic (the effect of the weather was -9.3 km/h in this situation). In addition, the reduction of the speed limits on the experimental road decreased the standard deviation of the speed.

In the summertime, the change from 120 km/h to 100 km/h decreased the mean speed of cars travelling in free flow traffic by 5.2 km/h, and the change from 120 km/h to 80 km/h by 8 km/h in addition to the average decrease in the mean speed caused by the adverse road surface or weather conditions (-2 km/h and -6.1 km/h).

The results of the survey showed that 88–94% of the interviewed drivers (n=590) recalled the variable speed limit signs. However, only 66% of the interviewed drivers (n=61) recalled the variable slippery road sign. Furthermore, 81% of the drivers expressed that the displayed speed limit was appropriate, and 95% of the drivers expressed that the variable speed limits were useful.

During the winter 1995–1996, the decreased speed limit (80 km/h) was applied for 21% of the total time. In the summertime, the decreased speed limit of 80 km/h was applied for 3% of the time and 100 km/h for 20% of the time. The comparison of the displayed speed limits and manual observations of the weather and road conditions indicated that too high speed limits were applied in 26% of the cases. The speed limits displayed were seldom too low.

It is concluded that the system of weather controlled speed limits and displays improved traffic safety by decreasing mean speeds and standard deviation of speeds. However this first system of this kind was assessed not to be economically profitable. The lowering of the speed limits because of poor weather and road conditions was accepted by the drivers. The evaluation of the system performance showed that the methods to detect slipperiness needs further development.

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

ALKUSANAT

Tutkimus on Tielaitoksen liikenteen hallinta -projektin vuonna 1994 käynnistämä hanke, jossa tutkittiin sään ja kelin perusteella ohjattujen nopeusrajoitusten ja muuttuvien opasteiden vaikutuksia. Hanke on osa Tielaitoksen toimintaa, jonka tavoitteena on ollut kehittää ja tutkia liukkaan kelin onnettomuuksien määrää vähentäviä liikenteen telematiikkasovellutuksia.

Tutkimuksen on tehnyt Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) Yhdyskuntatekniikan tutkimusyksikkö. Tutkimusaineistot keräsi osin Kaakkois-Suomen tiepiiri. Tielaitoksen tutkimuskeskus osallistui tutkimusaineistojen keräämiseen ja muodostamiseen.

Tutkimuksen tekemisestä vastasi PsyL Pirkko Rämä. TKT Risto Kulmala osallistui tutkimuksen suunnitteluun. TKT Juha Luoma VTT:sta osallistui haastatteluai-
neiston ja tutkimusharjoittelija Susanna Ranta heijastusvaikutusten analysoimiseen ja kirjoittamiseen. Tutkija Jukka Lähesmaa arvioi hankkeen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta. Tutkimusaineistojen analysointiin ja käsittelyyn osallistuivat atk-suunnittelija Pekka Kulmala, tutkimusharjoittelija Juha Raitio, tutkimusinsinööri Matti Anila ja tutkimusinsinööri Mikko Kallio VTT:sta sekä DI Seppo Sarjamo Tielaitoksesta. Atk-sihteerini Arja Wuolijoki VTT:sta teki raportin kuvat ja ulkoasun. DI Veli-Pekka Kallberg kommentoi raportin käsikirjoituksen.

Tielaitoksen yhteyshenkilö ja sääohjatun järjestelmän asiantuntija oli FM Yrjö Pilli-Sihvola Kaakkois-Suomen tiepiiristä, joka oli myös tutkimusta ohjaavan seurantaryhmän puheenjohtaja. Seurantaryhmään kuuluivat myös DI Olli Hintikka liikenneministeriöstä, FK Jorma Helin, DI Eini Hirvenoja, DI Esko Hyytiäinen, DI Kari Karessuo ja TKT Risto Kulmala Tielaitoksesta sekä DI Paavo Huusari Kaakkois-Suomen tiepiiristä.

Selvityksen tekemiseen on saatu Euroopan unionin liikenteen perusrakenteen kehittämiseen tarkoitettua TEN-T (Trans-European Networks-Transport) -rahoitusta.

Helsingissä kesäkuussa 1997

Tielaitos

Tieliikenteen telematiikka – E18-kokeilualue -projekti

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	5
ALKUSANAT	7
1 JOHDANTO	11
1.1 Tausta	11
1.2 Tutkimuksen tarkoitus	12
2 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ	13
2.1 Tutkittava järjestelmä ja tutkimusasetelma	13
2.2 Perusaineiston kokoaminen	15
2.2.1 Liikennemittaukset automaattisilla tiedonkeruulaitteilla	15
2.2.2 Tiesää tiedot	17
2.2.3 Käsissämittaukset	18
2.2.4 Nopeusprofiilit	18
2.2.5 Tienvarsihaastattelut	18
2.2.6 Liikennemerkkitiedot	19
2.3 Tiedostot ja analyysit	19
2.3.1 Liikennemerkkiaineisto	19
2.3.2 Yhdistetty liikenne, - tiesää- ja merkkilokiaineisto	19
2.3.3 Yhdistetty tiesää- ja käsissäaineisto	20
2.3.4 Yhdistetty merkkiloki- ja käsissäaineisto	20
2.3.5 Nopeusprofiiliaineisto	20
2.3.6 Haastatteluaineisto	21
3 TULOKSET	22
3.1 Järjestelmän toiminta	22
3.1.1 Muuttuvien nopeusrajoitusten ja opasteiden käyttö	22
3.1.2 Nopeusrajoitusten sopivuuden arviointi	24
3.1.3 Tiesääasemien keliluokitusten oikeellisuus	25
3.2 Ajonopeudet	29
3.2.1 Nopeusrajoitusten noudattaminen	29
3.2.2 Muuttuvien liikennemerkkien vaikutus keskinopeuteen	33
3.2.3 Muuttuvien liikennemerkkien vaikutus nopeusjakaumaan	40
3.2.4 Nopeusprofiileja	46
3.2.5 Sääohjatun tien heijastusvaikutukset	48
3.3 Ajoetäisyydet	50
3.4 Hankkeen yhteiskuntataloudellinen kannattavuus	51
3.5 Kuljettajien käsitykset	51
3.5.1 Kuljettajat	51
3.5.2 Merkkien muistaminen ja arvioitu käyttäytymisvaikutus	52
3.5.3 Käsitykset sääohjatusta järjestelmästä	54

4 TULOSTEN TARKASTELUA	57
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	62
6 LÄHTEET	64

LIITTEET

- Liite 1. Mittauspaikat
- Liite 2. Keliseurantalomake
- Liite 3. Sääohjattu tie, haastattelulomake
- Liite 4. Talven nopeusaineiston tunnusluvut
- Liite 5. Kesän nopeusaineiston tunnusluvut
- Liite 6. Sateen mukaan jaotellun nopeusaineiston tunnusluvut
- Liite 7. Sääohjatun tien yhteiskuntataloudellinen edullisuus
- Liite 8. Ajonopeuden turvallisuusvaikutukset

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Yhtenä liikenteen hallinta -projektin keskeisenä kehittämiskohteena ovat säähän ja keliin liittyvät uudet telemaattiset ratkaisut. Karhulan ja Haminan välillä marraskuussa 1994 avattu sääohjattu tie on yksi tällainen kehittämisen ja tutkimuksen kohteena ollut telemaattinen järjestelmä.

Sääohjattu tie on noin 14 km pitkä moottoritiejakso, jolla nopeusrajoitukset ovat vaihtuvia ja lisäksi osuudella on viisi muuttuvaa opastetta. Tavallisesti nopeusrajoituksia ja osin myös muuttuvia opasteita ohjataan automaattisesti tieosalla olevan kahden tiesääaseman tietojen perusteella. Myös manuaalinen merkkien ohjaus on mahdollista. Järjestelmä luokittelee kelin kolmeen luokkaan, joiden perusteella nopeusrajoitukset ja muuttuvien opasteiden viestit määräytyvät.

Muuttuvaa nopeusrajoitusjärjestelmää on haluttu kehittää pääasiassa kahdesta syystä. Ensinnäkään kuljettajat eivät riittävästi tunnista liukasta keliä eivätkä sopeuta ajonopeuttaan olosuhteisiin. Toisaalta on haluttu myös luoda nykyistä kiinteiden talvirajoitusten järjestelmää joustavampi ja tätä täydentävä nopeusrajoitusjärjestelmä.

Muuttuvien liukkaasta kelistä varoittavien liikennemerkkien vaikutuksia kuljettajien käyttäytymiseen on aikaisemmin tutkittu Turun ja Uudenmaan tiepiirien alueella tehdyssä kokeessa /1/. Liukkaudesta varoittavan muuttuvan merkin todettiin alentavan keskinopeutta noin 1–2 km/h. Samansuuruinen vaikutus keskinopeuteen oli turvaväliopasteella, jossa suositeltiin ajoneuvoikohtaisia kelin mukaisia minimiajoetäisyyksiä. Tämä merkki myös pidentäi aikavälejä.

Sääohjatulla tiellä käyttöön otettu keliin perustuva liikenteen ohjausjärjestelmä mahdollisti vaihtuvien nopeusrajoitusten käyttäytymisvaikutusten tutkimisen. Lisäksi voitiin tutkia merkkiyhdistelmää, jossa alennettuun nopeusrajoitukseen oli liitetty liukkaudesta varoittava merkki.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu, että keskinopeus alenee huonolla talvikelillä myös ilman varoituksia tai nopeusrajoituksia /2/. Liikennekäyttäytymistä koskevien tulosten ja teoreettisten laskelmien /3, 4/ tai talvikelien onnettomuuslukujen perusteella voidaan kuitenkin arvioida, etteivät kuljettajat reagoi keliin niin paljon, että huonon kelin aiheuttama riski kompensoituisi kokonaan. Tämä voi johtua siitä, että kuljettajat tunnistavat liukkaan kelin huonosti /4/. Sään ja kelin huomioon ottavien telemaattisten ratkaisujen etujen onkin oletettu olevan suurimmillaan keleillä, jolloin liukkaus on vaikeasti tunnistettavissa.

Talven ajonopeuksiin on aikaisemmin vaikutettu lähinnä kiinteillä alennetuilla talvirajoituksilla, jotka ovat normaalisti olleet käytössä lokakuusta maaliskuuhun. Kiinteä talvirajoitus 100 km/h:sta 80 km/h:iin alensi kaksikaistaisilla teillä koko liikenteen keskinopeutta 3,8 km/h ja moottoriteillä rajoituksen alentaminen 120 km/h:sta 100 km/h:iin alensi keskinopeutta 3,9 km/h. Vaikutus henkilöautojen nopeuksiin oli noin 5 km/h /5/.

Sääohjatun tien muuttuvaa järjestelmää käytettiin alentamaan talvikauden kiinteä moottoritienopeus 100 km/h huonolla kelillä 80 km/h:iin ja kesänopeus 120 km/h 100 tai 80 km/h:iin.

Aikaisemmat sääohjattua tietä koskevat selvitykset ovat kohdistuneet tiesää-asetatietojen luotettavuuteen ja järjestelmän ohjauksen perustana olevan keli- luokituksen kehittämiseen /6/, järjestelmän toiminnan kuvaukseen /7, 8, 9/ ja järjestelmän yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden arviointimenetelmän kehittämiseen /10/. Nyt käsillä olevassa raportissa esitetään järjestelmän vaikutuksia kuljettajien käyttäytymiseen ja kuljettajien käsityksiä järjestelmästä. Arvioinnin perustaksi selvitettiin myös järjestelmän toimintaa ja sitä, miten hyvin järjestelmän tuottamat kelikuvaukset vastasivat ihmisten tekemiä kelihavaintoja.

1.2 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli tuottaa tietoa sääohjatun järjestelmän vaikutuksista kuljettajien käyttäytymiseen, kuljettajien käsityksiä sekä tietoa järjestelmän toiminnasta. Tieto luo pohjaa sääohjatun tien yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden arvioimiseen sekä järjestelmän kehittämiseen.

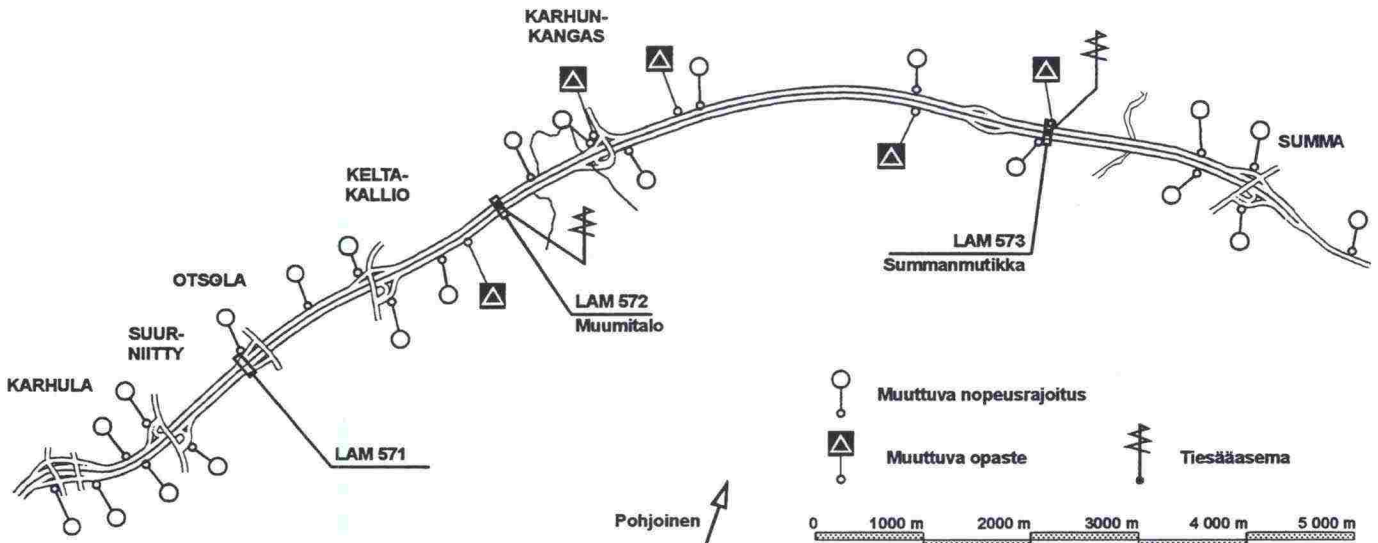
Tutkimuksen yksityiskohtaisina tavoitteina oli selvittää:

- Sään ja kelin perusteella ohjattujen nopeusrajoitusten ja muuttuvien kelio- pasteiden vaikutukset ajonopeuksiin,
- sään ja kelin perusteella ohjattujen nopeusrajoitusten ja muuttuvien kelio- pasteiden vaikutukset aikaväleihin,
- muuttuvien nopeusrajoitusten ja opasteiden muistamista,
- kuljettajien käsityksiä järjestelmästä,
- järjestelmän toiminnan luotettavuutta siltä kannalta, miten järjestelmän tuot- tamat keliluokitukset vastaavat ihmisten tekemiä kelihavaintoja sekä
- verrata muuttuvaa ja kiinteää nopeusrajoitusjärjestelmää toisiinsa.

2 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

2.1 Tutkittava järjestelmä ja tutkimusasetelma

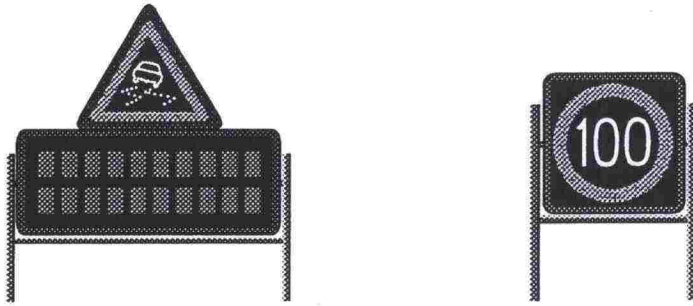
Sääohjattu tieosa on esitetty kuvassa 1. Tieosalla oli yhteensä 36 muuttuvaa nopeusrajoitusmerkkiä ja 5 muuttuvaa opastetta. Merkit oli yhdistetty 12 merkkiryhmäksi, 6 kummallakin puolella tietä. Yhden merkkiryhmän nopeusrajoitukset olivat aina samansuuruiset. Tieosalla on kaksi tiesääasemaa, joista toisen tietojen perusteella ohjattiin tieosan länsi- ja toisen perusteella itäpuolta. Kummallakin tiesääasemalla oli anturit jokaiselle neljälle ajokaistalle. Tien länsipäässä keskivuorokausiliikenne oli noin 15 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja lähempänä Haminaa noin 11 000 ajoneuvoa/vrk.



Kuva 1. Sääohjattu tie.

Tieosalla käytössä olleet *muuttuva nopeusrajoitusmerkki* ja *muuttuva opaste* on esitetty kuvassa 2. Nopeusrajoitusmerkissä oli tummalla pohjalla vaalea lukema ja punainen ympyrä. Vastaavasti muuttuvassa opasteessa oli tummalla pohjalla vaalea kuvio ja punainen kolmio.

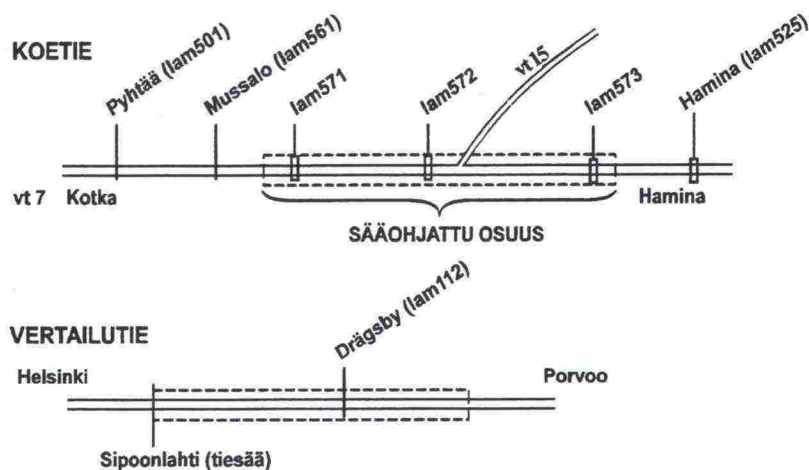
Muuttuvan opasteen liikennemerkki saattoi olla 'liukas ajorata' (liikennemerkki no 144), 'muu vaara' (liikennemerkki no 189) tai 'tietyö' (liikennemerkki no 142). Yläosa saattoi olla myös tyhjä, jolloin näkyvissä oli tumma kolmion muotoinen taulu. Muuttuva liikennemerkki oli kuituoptynen. Merkin alaosan tekstiviesti oli toteutettu led-tekniikalla. Tavoitteena oli koko ajan näyttää alaosassa jotain viestiä. Viesteinä olivat mm. ilman ja tien lämpötila, 'muista turvaväli' tai tuulivaroitus. Kooltaan muuttuvat liikennemerkit olivat moottoritieillä Suomessa käytettävien merkkien kokoisia.



Kuva 2. Sääohjatun tien muuttuva opaste ja muuttuva nopeusrajoitusmerkki.

Vaikutusten tarkastelu perustui vertailutien käyttöön. Koska sääohjausjärjestelmä otettiin käyttöön pääosin uudella moottoritieosuudella, siltä ei ollut yhtä lyhyttä jaksoa lukuunottamatta käytettävissä tietoja sellaiselta ennen-jaksolta, jolla sääohjausta ei ollut käytössä. Tämä vaikeuttaa merkittävästi sääohjauksen vaikutusten arviointia. Järjestelmän nopeusvaikutuksia laskettaessa keli- ja säätilanteen yleiset vaikutukset nopeuksiin arvioitiin suhteuttamalla koetien mittausten tulokset vastaaviin vertailutien mittaustuloksiin. Käytännössä meneteltiin niin, että vertailupisteessä mahdollisimman samaan aikaan ja samoissa kelioloissa mitattu *keskinopeuden* (yksittäisten ajoneuvojen nopeuksien aritmeettinen keskiarvo) muutos vähennettiin sääohjatulla tiellä mitatusta nopeusvaikutuksesta. Näin saatiin arvio muuttuvien merkkien vaikutuksesta ajonopeuksiin. Vertailupiste oli Porvoon moottoritieellä Drägsbyn kohdalla. Nopeusrajoitusten noudattamista selvitettyä käytettiin myös toisen moottoritien (valtatie 1) vertailupistettä (lam 104).

Lisäksi selvitettiin, miten sääohjatut nopeusrajoitukset ja kelimerkit vaikuttivat keskinopeuksiin sääohjatun osuuden jatkeella valtateillä 7 ja valtatiellä 15. Näitä vaikutuksia kutsutaan jatkossa sääohjatun tien *heijastusvaikutuksiksi* ja tarkastelu perustui kussakin mittauspisteessä koe- ja vertailusuuntien keskinopeuksien vertailuun erilaisissa sääohjatun tien muuttuvien viestien tilanteissa. Koesuunnaksi määriteltiin sääohjatulta tieltä tulevien suunta ja vertailusuunnaksi sääohjatulle tielle menevien suunta. Heijastusvaikutuksia tutkittiin neljässä pisteessä, joista Anjala oli noin 10 km:n päässä, Mussalo 3 km:n, Pyhtää 10 km:n ja Hamina 12 km:n päässä lähimmästä muuttuvasta nopeusrajoitusmerkistä. Mittauspaikat on esitetty kaavakuvassa 3. Liitteessä 1 on merkitty paikat kartalle.



Kuva 3. Koe- ja vertailutien liikenteen automaattiset mittausasemat (lam).

2.2 Perusaineiston kokoaminen

Tutkimusta varten hankittiin tietoa sää- ja keliolosuhteista, muuttuvien nopeusrajoitusten ja opasteiden käytöstä (liikennemerkkiloki), liikenteen nopeuksista ja aikaväleistä sekä kuljettajien mielipiteistä. Taulukossa 1 on esitetty mittauksen aikataulu.

Taulukko 1. Tutkimusaineistot ja tiedonkeruun ajankohdat.

Aineisto	Keruuajankohta
liikennemittaus	10/1994 2/1995 - 3/1996
liikennemerkkiloki	2/1995 - 3/1996
tiesääasemien tiedot	10/1994 - 3/1996
käsissämittaukset	11/1994 - 3/1995 11/1995 - 3/1996
nopeusprofiilit	10/1994-12/1995
kuljettajahaastattelut	1, 2, 9, 12/1995

Seuraavassa kuvataan mittaukset tarkemmin.

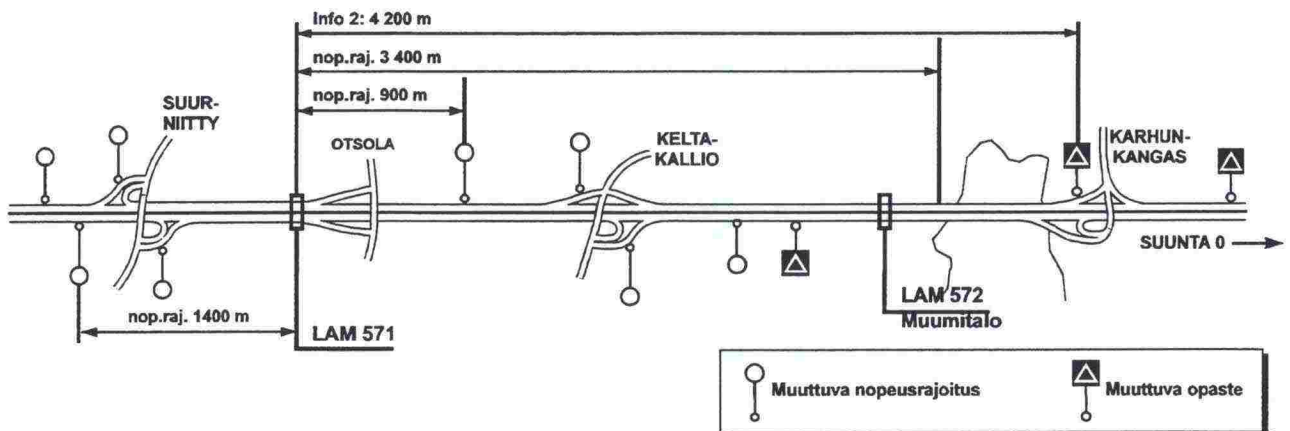
2.2.1 Liikennemittaukset automaattisilla tiedonkeruulaitteilla

Liikennettä koskevat tiedot saatiin automaattisilta mittausasemilta (ns. lam-asemilta), jotka on lueteltu taulukossa 2.

Taulukko 2. Automaattiset mittauspisteet ja suunnat.

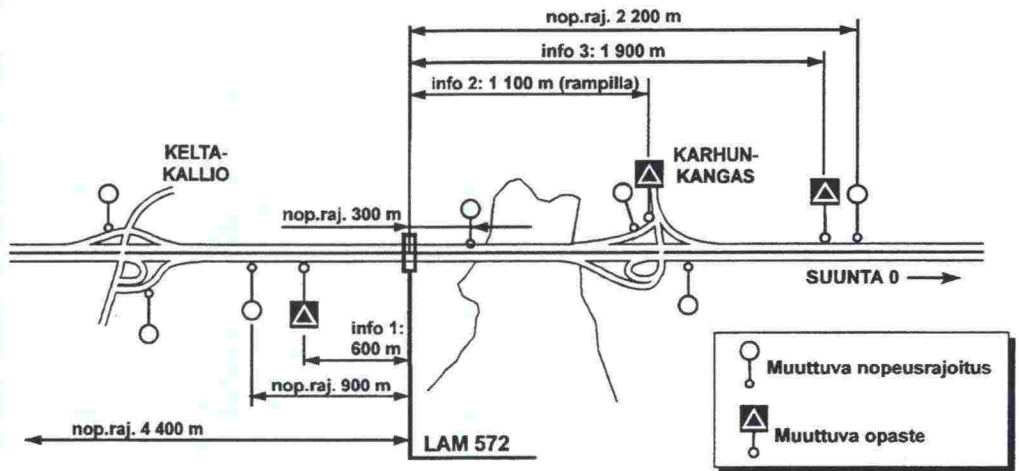
Lam	Tie	Suunta 0	Suunta 1
571	vt 7, sääohjattu tie	itään	länteen
572	vt 7, sääohjattu tie	itään	länteen
573	vt 7, sääohjattu tie	itään	länteen
530	vt 15, sääohjatun jatke	itään/koilliseen	länteen/kaakkoon
561	vt 7, sääohjatun jatke	itään	länteen
501	vt 7, sääohjatun jatke	itään	länteen
525	vt 7, sääohjatun jatke	itään	länteen
112	vt 7, vertailumoottoritie	itään	länteen

Muuttuvien nopeusrajoitusmerkkien ja opasteiden etäisyydet sääohjatun tien liikenteen automaattisista mittauspisteistä ilmenevät kuvista 4, 5 ja 6. Mittauspisteet olivat 10–1 500 m lähimmän nopeusrajoitusmerkin jälkeen. Matka muuttuvasta opasteesta mittauspisteelle ajosuunnassa oli muutamasta metristä 4 200 metriin.

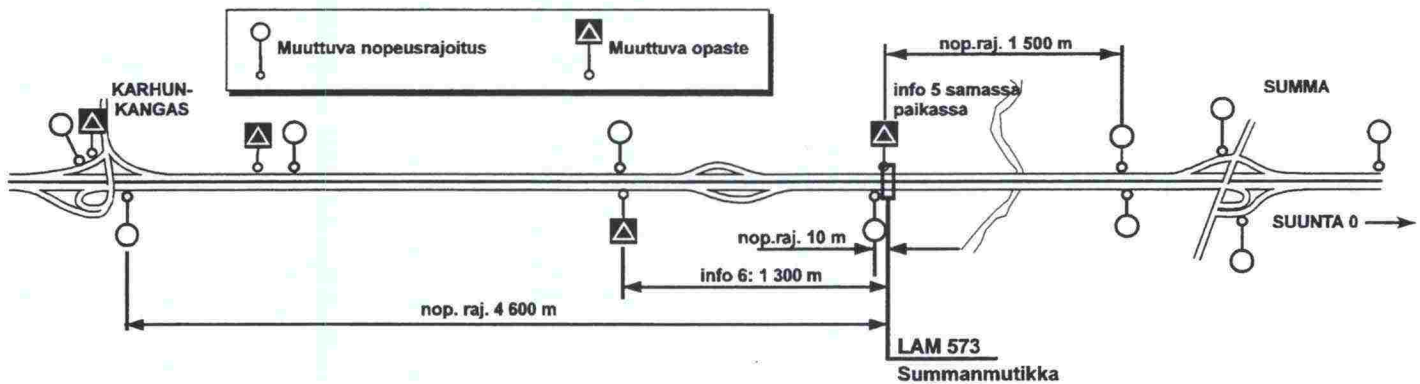


Kuva 4. Läntisin mittauspiste (lam 571) ja merkit.

Läntisimmän mittauspisteen kohdalla ajokaistoja oli 6. Mittauspisteen tietoja käytettiin vain tarkasteltaessa jonon ulkopuolisia ajoneuvoja ja tällöin ulommais-ten kaistojen (ramppien) liikenne jätettiin tarkastelun ulkopuolelle, koska vertailumoottoritie oli nelikaistainen.



Kuva 5. Keskimäinen mittauspiste (lam 572) ja merkit.



Kuva 6. Itäisin mittauspiste (lam 573) ja merkit.

Mittauspisteiden 572 ja 573 kohdalla oli tiesääasema. Mittauspisteen 571 lähellä olevia muuttuvia liikennemerkkejä ja opasteita ohjattiin mittauspisteen 572 kohdalla olevan Muumitalon tiesääaseman tietojen perusteella.

2.2.2 Tiesää tiedot

Tiesää tiedot tallennettiin tutkimusta varten kuudelta tiesääasemalta siten, että jokaisen liikennemittauspisteen sää- ja kelitilanteesta saatiin tietoa. Taulukossa 3 on lueteltu tutkimuksessa mukana olleet tiesääasemat ja niitä vastaavat liikennemittauspisteet.

Taulukko 3. Tiesääasemat ja liikennemittauspisteet.

Tiesääasema (aseman numero)	Liikennemittauspisteen numero
Muumitalo (3001)	lam 571 ja 572
Summanmutikka (3002)	lam 573
Anjala (5012)	lam 530
Pyhtää (5010)	lam 561 ja 501
Otsola ennen-jaksolla (5003)	lam 571 ennen jakso
Sipoonlahti (1011)	lam 112

Tiesääasemien muuttujista tallennettiin tietyt aseman muuttujat, joiden avulla voitaisiin kuvata huonon kelin havaittavuutta. Kaikkien asemien tiedoista laskettiin myös sääohjatun tien ohjauksessa käytetty kolmiluokkainen keliluokitus. Luokat olivat: hyvä, keskinkertainen ja huono keli /9/.

Sääohjatun tien tiesääasemien tietoja käytettiin myös järjestelmän toimintavarmuuden arvioimisessa. Tätä tarkoitusta varten tiesääaineisto liitettiin ihmisen tekemiin havaintoihin säästä ja kelistä.

2.2.3 Käsissämittaukset

Talvikausilla (marraskuusta maaliskuuhun) 1994–1995 ja 1995–1996 tiesää- ja kelitietoja kerättiin myös käsin. Mittauksia tehtiin 9 paikassa, joista neljä oli tiesääasemien kohdalla (Muumitalo/lam572, Summanmutikka/lam573, Anjala/lam530 ja Sipoonlahti) ja viisi liikennemittauspisteiden kohdalla (lam571, lam561, lam501, lam525 ja lam112).

Kotkan tiemestaripiirin työntekijä (pääasiassa kaksi henkilöä hoiti mittaukset) kävi havainnoimassa seuraavat asiat: keli ajourissa, sade, sateen olomuoto, näkyvyys ja keli ajourien ulkopuolella (mittauksissa käytetty lomake liitteenä 2). Lisäksi mitattiin kitka henkilöautoon asennetulla digitrip-mittarilla. Kaikki kitkamittaukset pyrittiin tekemään mahdollisimman samanlaisella lukkojarrutuskokeella. Mittauksia tehtiin eniten silloin, kun keli oli huono.

2.2.4 Nopeusprofiilit

Nopeusprofileja kerättiin instrumentoidulla autolla seuraamalla liikennevirrasta satunnaisesti valittua autoa vakioetäisyydellä. Instrumentoitu auto oli varustettu mikrotietokoneella, joka tallensi automaattisesti sekunnin välein tiedot mm. ajo-
matkasta ja nopeudesta. Etäisyyden vakiona pitämisessä käytettiin apuna etäisyydmittaria, joka oli auton kojetaulun päällä.

2.2.5 Tienvarsihaastattelut

Tutkimukseen kuului neljä tienvarsihaastattelua. Haastattelut tehtiin tammi-, helmi-, syys- ja joulukuussa vuonna 1995.

Haastattelupaikkana oli sääohjatun tien levähdysalue lähellä Haminaa. Poliisi pysäytti Haminan suuntaan ajavia kuljettajia ja ohjasi heidät levähdysalueelle

haastatteluun. Lähin muuttuva opaste oli noin 400 m ja lähin nopeusrajoitusmerkki noin 2,5 km ennen pysäyttämipaikkaa. Pysäyttäjät eivät näkyneet muuttuvan opasteen kohdalla.

Haastattelussa käytetty lomake on liitteenä 3. Ulkomaalaisille kuljettajille annettiin venäjän- tai englanninkielinen lomake tavallisimmin itse täytettäväksi.

2.2.6 Liikennemerkitiedot

Vaihtuvien nopeusrajoitusmerkkien ja opasteiden tila tallennettiin ns. liikennemerkkilokiin. Loki tallennettiin järjestelmässä automaattisesti tiedostoiksi, jossa oli helmikuusta 1995 maaliskuun 1996 loppuun jokaisen merkkiryhmän ja viiden muuttuvan opasteen tila sekä tieto siitä, oliko merkki automaattisessa vai manuaalisessa ohjauksessa.

2.3 Tiedostot ja analyysit

Tutkimuksessa käsiteltiin kuutta tutkimusaineistoa, joista neljää yhdistettiin toisiinsa. Aineistojen käsittely ja analyysit on selostettu seuraavassa lyhyesti.

2.3.1 Liikennemerkkiaineisto

Merkkilokin perusteella poimittiin ajanjaksot, jolloin nopeusrajoituksia oli alennettu tai/ja muuttuvissa opasteissa oli jokin kelistä kertova viesti. Näille koejaksoille haettiin ko. viikonpäivää ja kellonaikaa vastaavat vertailujaksot koetien aineistosta, jolloin talviaikana oli ollut nopeusrajoituksena 100 km/h eikä kelivies-tejä opasteissa ja kesäaikana nopeusrajoitus 120 km/h eikä opasteissa kelivies-tejä.

2.3.2 Yhdistetty liikenne, - tiesää- ja merkkilokiaineisto

Aineiston keruun ajan tallennettiin automaattisilla liikenteenmittauslaitteilla jatkuvasti liikennetietoja yhteensä kahdeksassa mittauspisteessä. Näihin tietoihin yhdistettiin kellonaikojen perusteella keliluokituksen sisältävät tiesäätiedot ja sääohjatun tien mittauspisteiden osalta liikennemerkitiedot.

Tiesääasemilla käytettiin erilaisia tulostusvälejä (noin 5 minuutista 30 minuuttiin) ja tiesäähavainto yleistettiin kattamaan koko jaksoa. Mikäli tiesäätiedoissa oli katkoksia, viimeisten havaintojen oletettiin kesäkaudella olleen voimassa edelliset kaksi tuntia ja talvikaudella edellisen tunnin ajan. Kolmiluokkaisen tiesäätiedoista tuotetun keliluokituksen (pitävä, kohtalainen tai liukas) oletettiin olevan voimassa tulostushetkestä eteenpäin.

Aineistoista valittiin analysoitaviksi merkkilokin perusteella poimitut ajanjaksot. Sääohjatun tien jatkeiden aineistojen valintaperusteena käytettiin jatkeen mittauspistettä lähimpänä olevien muuttuvien merkkien lokia. Arvioitu ajoaika muuttuvalta merkiltä jatkeen mittauspisteeseen (5 - 15 minuuttia) otettiin huomioon jatkeen tutkimusajanjaksoja valittaessa.

Koe- ja vertailuteiden aineistoista valittiin samat tutkimuspäivät ja kellonajat. Alle 40 km/h nopeudet jätettiin käsittelyn ulkopuolelle. Muuttuvien liikennemerkkien vaikutus keskinopeuteen tietyllä kelillä laskettiin seuraavilla kaavoilla:

talvikausi:

$$\Delta \mu_{m,K3} = (\mu_{ST,m,K3} - \mu_{ST,100,K1-2}) - (\mu_{VT,100,K3} - \mu_{VT,100,K1-2}) \quad (1)$$

kesäkausi:

$$\Delta \mu_{m,K2} = (\mu_{ST,m,K2} - \mu_{ST,120,K1}) - (\mu_{VT,120,K2} - \mu_{VT,120,K1}) \quad (2)$$

tai

$$\Delta \mu_{m,K3} = (\mu_{ST,m,K3} - \mu_{ST,120,K1}) - (\mu_{VT,120,K3} - \mu_{VT,120,K1}) \quad (3)$$

missä μ = keskinopeus, m = muuttuva merkki, VT = vertailutie, ST = säätie, toinen alaindeksi tarkoittaa voimassa ollutta nopeusrajoitusta (esim. 100 = 100 km/h) ja kolmas keliluokitusta, $K1$ = hyvä, $K2$ = kohtalainen ja $K3$ = huono keli. Lausekkeen ensimmäinen suluissa oleva erotus kuvaa muuttuvien opasteiden ja kelin yhteisvaikutusta koetiellä ja jälkimmäinen suluissa oleva erotus kelin vaikutusta vertailutiellä.

Keskinopeuksien tarkastelut perustuivat vähintään 1 000 havaintoon ellei toisin ole ilmoitettu. Vaikutuksia keskihajontaan, v_{85} :een ja v_{15} :een arvioitiin sijoittamalla kaavoihin keskinopeuden tilalle ko. tunnusluvut.

2.3.3 Yhdistetty tiesää- ja käsisääaineisto

Ihmisen tekemiin havaintoihin säästä ja kelistä yhdistettiin kellonajan perusteella vastaavat tiesääasemien havainnot. Sääohjatulla tiellä käsimittauksia tehtiin kummankin tiesääaseman neljän tienpinta-anturin kohdalla. Tiedot yhdistettiin tiesääaseman tietoihin suunnittain ja kaistoittain. Aineiston pohjalta verrattiin, miten hyvin ihmisen ja tiesääaseman havainnot vastasivat toisiaan. Aineisto sisältää 964 käsisäähavaintoa, joista suuri osa tehtiin ongelmallisiksi arvioitujen keliä aikana.

2.3.4 Yhdistetty merkkiloki- ja käsisääaineisto

Ihmisen tekemiin havaintoihin säästä ja kelistä yhdistettiin samojen tienkohtien liikennemerkkilokin tiedot. Käsisää- ja kitkatietojen perusteella arvioitiin, mikä olisi ollut sopiva nopeusrajoitus ja opastemerkki kyseisellä kelillä. Arviota verrattiin toteutuneeseen tilanteeseen. Aineisto sisälsi yhteensä 267 tapausta.

2.3.5 Nopeusprofiiliaineisto

Yksittäisistä ajoista piirrettiin nopeusprofiilit laskemalla keskiarvot 100 m:n välein. Tietoja käsiteltäessä yksittäiset ajot ryhmiteltiin edelleen tutkimusasetelman tilanteiden mukaisiin ryhmiin (esim. 100 km/h nopeusrajoitus, hyvä keli tai 80 km/h nopeusrajoitus, huono keli ja liukasvaroitusviesti), joista tuotettiin keski-

arvokäyrät. Näitä käyriä verrattiin toisiinsa ohjelmalla, jolla oli myös mahdollista testata tilastollisesti käyrien eroja.

2.3.6 Haastatteluaineisto

Haastattelua pyydettiin kaikkiaan 685 kuljettajalta. Näistä 43 kieltäytyi haastattelusta, ja kieltäytymisen syyt olivat seuraavat:

- kiire töihin, kouluun, lääkäriin, tapaamiseen, sairaalaan, rajalle, hoitamaan lasta tms. (25)
- ei syytä (10)
- ulkomaalainen (5)
- kieltäytyy kaikista haastatteluista, koska ei huvita vastata (2) tai ajaa vähän (1)

Haastatelluista 52 oli ulkomaalaisia (45 venäläisiä). Heidän vastauksiaan ei käsitellä tässä, vaan ne raportoidaan erikseen. Lopullinen aineisto koostui siten 590 suomenkielisestä haastatellusta (taulukko 4).

Taulukko 4. Tavoitetut ja haastatellut kuljettajat eri haastattelukerroilla.

Kuukausi	Tavoitettuja kuljettajia*	Haastateltujen lukumäärä
Tammikuu 1996	142	136
Helmikuu 1996	137	135
Syyskuu 1996	189	165
Joulukuu 1996	165	154
Yhteensä	633	590

* luvuista puuttuvat ulkomaalaiset kuljettajat.

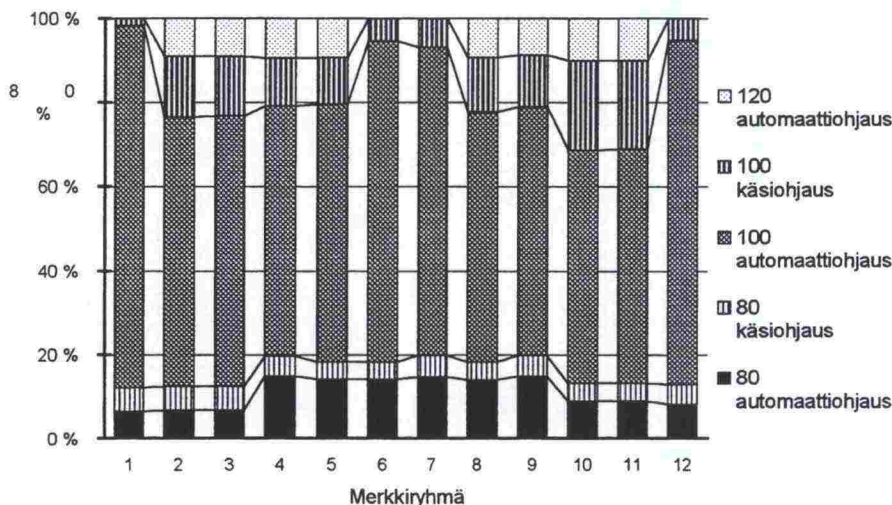
3 TULOKSET

3.1 Järjestelmän toiminta

3.1.1 Muuttuvien nopeusrajoitusten ja opasteiden käyttö

Kuvissa 7 a–c on esitetty merkkiryhmittäin, mitä rajoituksia sääohjatulla tiellä oli käytössä tutkimusajankohtina.

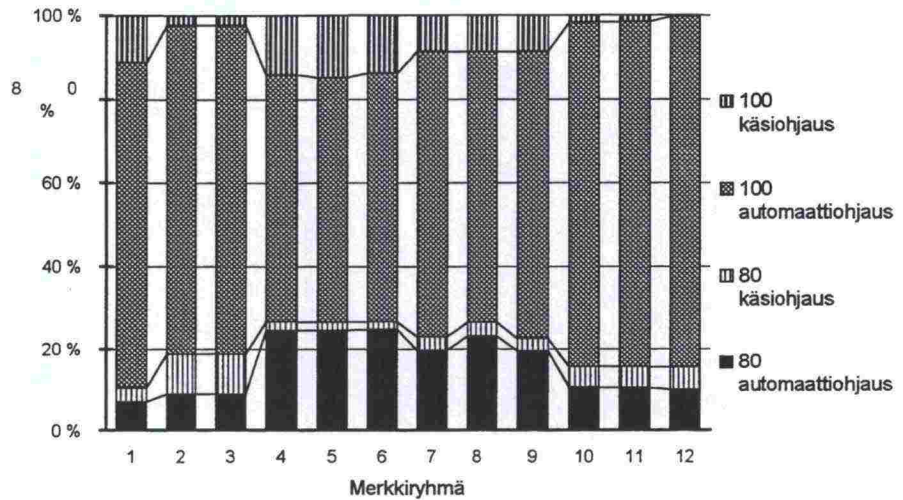
Helmi- maaliskuussa 1995 käytettiin sääohjatulla tiellä 120 km/h nopeusrajoitusta enintään 10 % ajasta. Nopeusrajoituksen 80 km/h osuus oli merkkiryhmästä riippuen 10–20 % kokonaisajasta (kuva 7 a). Vertailutiellä 120 km/h rajoitus oli käytössä jatkuvasti 9.3. alkaen. Ensimmäisenä kokeilutalvena alennettua rajoitusta siis käytettiin erityisen paljon nk. siirtymäkaudella, jolloin kesärajoitusten käyttömahdollisuus alkoi.



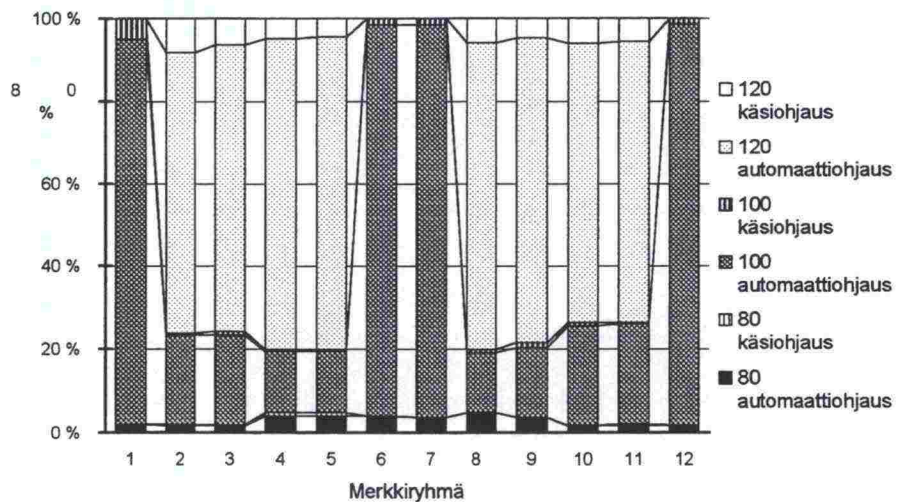
Kuva 7 a. Käytetyt nopeusrajoitukset ja ohjaustapa helmi – maaliskuussa 1995 (merkkiryhmien numerointi 1–6 lännestä itään, 7–12 idästä länteen).

Toisena koetalvena 1995–1996 (29.10.95–30.3.96), jolloin ko. tieosuudella oli voimassa 100 km/h enimmäisnopeusrajoitus, nopeusrajoitus 80 km/h oli käytössä keskimäärin 20,5 % kokonaisajasta (kuva 7 b).

Kesäkaudella 1995 (1.4.95–28.10.95) merkkiryhmien 1, 6, 7 ja 12 enimmäisnopeutena oli 100 km/h, muiden merkkiryhmien 120 km/h. Siellä, missä enimmäisnopeus oli 120 km/h, alemmaa 100 km/h nopeusrajoitusta käytettiin keskimäärin 19,5 % ajasta. Alimman 80 km/h nopeusrajoituksen osuus oli keskimäärin 3,1 % (kuva 7 c).



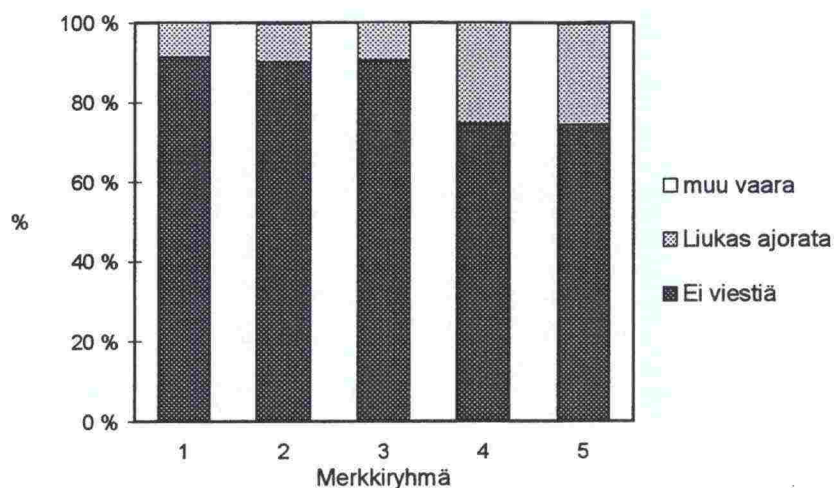
Kuva 7 b. Käytetyt nopeusrajoitukset ja ohjaustapa talvikautena 1995–96 (merkkiryhmien numerointi 1–6 lännestä itään, 7–12 idästä länteen).



Kuva 7 c. Käytetyt nopeusrajoitukset ja ohjaustapa kesä kautena 1995 (merkkiryhmien numerointi 1–6 lännestä itään, 7–12 idästä länteen)

Manuaalisen ohjauksen osuus oli suurempi alennettujen nopeusrajoitusten aikana verrattuna normaaliin (suurimpaan mahdolliseen) rajoitukseen. Käsi ohjauksen syyt vaihtelivat. Etenkin kesällä järjestelmä oli pääasiassa automaattiohjauksessa.

Tieosan viidellä muuttuvalla opasteella voitiin näyttää muuttuva liukkaan ajoradan, tietyön tai muun vaaran merkki. Liukkaan ajoradan muuttuva merkki oli käytössä Karhunkankaan kohdalla Kotkaan ajettaessa (opasteet 4 ja 5) keskimäärin 21 % ja Haminaan ajettaessa sekä Summan kohdalla (opasteet 1–3) keskimäärin 9,5 % ajasta (talvikausi 1995–1996, kuva 8.).



Kuva 8. Muuttuvien merkkien esittämisajat.

3.1.2 Nopeusrajoitusten sopivuuden arviointi

Järjestelmän toiminnan luotettavuutta arvioitiin talvikaudella myös käsisäämittausten perusteella. Ihmisen tekemiä keli- ja säähavaintoja sekä kitkamittauksia pidettiin arvioinnissa vertailuperustana. Käsimittausten perusteella pääteltiin, mikä olisi ollut sopiva nopeusrajoitus tai muuttuvien opasteiden ja nopeusrajoitusten yhdistelmä kyseisellä kelillä. Tulosta verrattiin toteutuneen tilanteen kertovaan merkkilokiin.

Käsisäämittauksia tehtiin eniten ongelmallisissa kelioloissa, joten rajoitusten asettamisen arviointi koskee erityisesti näitä tilanteita eikä ole edustava kokonaisuutta ajatellen.

Nopeusrajoitusten ja muuttuvien merkkien käytön arvioinnissa käytettiin seuraavia pää- ja ohituskaistan kokonaistilanteen huomioon ottavia kriteerejä:

- Nopeusrajoituksen piti olla 80 km/h, kun
 - kitka oli alle 0,3 pääajokaistalla tai,
 - kitka oli yli 0,3 mutta alle 0,45 pääajokaistalla ja näkyvyys alle 200m.
- Nopeusrajoituksen piti olla 80 km/h tai vaihtoehtoisesti 100 km/h, jos lisäksi oli käytössä liukkaasta ajoradasta varoittava viesti, kun
 - kitka oli yli 0,3 mutta alle 0,45 pääajokaistalla ja alle 0,3 ohituskaistalla tai,
 - kitka oli yli 0,3 mutta alle 0,45 ja keli ajourissa luminen, jäinen tai sohjoinen tai,
 - kitka oli yli 0,3 mutta alle 0,45 ja satoi räntää, lunta tai oli jäätävä sade ja sade oli kohtalainen tai runsas.

Joissain rajatapauksissa hyväksyttiin em. kriteereistä poiketen alennettu nopeusrajoitus 80 km/h (esim. kitka > 0,5, mutta mittajaan kommentti ohituskaistasta ”paikoin jäinen”, lisäksi näkyvyys alle 200 m). Muissa tapauksissa oikeana nopeusrajoituksena pidettiin 100 km/h.

Ihmisen tekemien havaintojen perusteella arvioitiin, että sääohjatulla tiellä oli käytetty pikemminkin liian korkeita kuin matalia nopeusrajoituksia (taulukko 5). Myös liukkaan ajoradan muuttuvaa merkkiä olisi voitu käyttää useammin.

Taulukko 5. Merkkien näytön ja ihmisen tekemien havaintojen vastaavuus talvikaudella (%).

Arvio rajoituksesta	Läntinen osa (ohjaus Muumitalo)		Itäinen osa (ohjaus Summanmutikka)	
	2,3/1995 n = 48	11/95–3/96 n = 123	2,3/1995 n = 30	11/95–3/96 n = 66
matala	8	4	13	5
sopiva	86	68	60	73
korkea	6	28	27	22

Etenkin tien länsipäässä käytettiin toisena talvena keliin nähden korkeampia nopeusrajoituksia kuin ensimmäisenä talvena.

3.1.3 Tiesääasemien keliluokitusten oikeellisuus

Tiesääasemien tietojen perusteella keli luokiteltiin sääohjatussa järjestelmässä automaattisesti kolmeen luokkaan: hyvä (nopeusrajoitusluokka 120), kohtalainen (nopeusrajoitusluokka 100) ja huono (nopeusrajoitusluokka 80) keli. Keliluokituksen automaattisessa määrittämisessä käytetään tiesääaseman tietoja sateesta, kelistä, näkyvyydestä ja tuulesta.

Järjestelmän tuottaman automaattisen keliluokituksen oikeellisuutta tutkittiin vertaamalla sitä ihmisten tekemiin sää- ja kelihavaintoihin. Niissä keliluokka määrettiin seuraavilla kriteereillä, jotka tehtiin edellisen sivun luokituksista poiketen kaistakohtaisesti:

1. Keli oli *huono*, kun
 - keli ajourissa oli luminen tai jäinen ja kitka $\leq 0,45$ tai
 - keli ajourissa oli märkä tai märkä ja suolainen ja sade oli runsas tai
 - sade oli runsas ja sateen olomuoto oli räntä, lumi tai jäätävä ja kitka $\leq 0,45$ tai
 - näkyvyys oli alle 200 m tai
 - kitka $< 0,3$
2. Keli oli *hyvä*, kun
 - keli ajourissa oli kuiva tai kostea, sade oli heikko tai oli pouta ja näkyvyys oli yli 300 m ja kitka $> 0,45$.
3. Keli oli *kohtalainen* muissa tapauksissa.

Vertailutien mittauspisteessä kriteerit olivat samat kuin koetien, mutta kitkamittauksia ei ollut käytettävissä vertailutieltä. Sääohjatun tien mittauspisteissä, joissa mittauksia oli tehty kaikilla kaistoilla, tarkastelussa käytettiin vain ulommaisten ajokaistojen tietoja.

Mittauspisteittäin tuotetuista taulukoista (6–12) ilmenee, että koetien ja sen jatkeiden mittauspisteissä olosuhteet olivat ihmisen tekemien sää- ja kelihavaintojen perusteella huonommat kuin tiesääasemien tiedoista tehty luokitus osoitti. Kausien 1994–1995 ja 1995–1996 havainnot on laskettu yhteen.

Tavallisin ero oli se, että ihminen luokitteli kelin 'huonoksi', vaikka se tiesääaseman arvion mukaan oli 'kohtalainen'. Nopeusrajoitus asetetaan tällöin tiesääti-tojen perusteella 100 km/h:ksi, kun sen ihmisen tekemien havaintojen perusteella pitäisi olla 80 km/h. Havaintopaikasta riippuen tiesääasema luokitteli kelin paremmaksi kuin ihminen 13–43 %:ssa tapauksista. Tiesääaseman ja ihmisen keliarviot olivat yhtenevät havaintopaikasta riippuen 19–66 %:ssa tapauksista (taulukot 6–12). On kuitenkin otettava huomioon, että mittauksia tehtiin tarkoituksellisesti eniten huonoissa keliolosuhteissa.

Taulukko 6. Tiesääaseman ja ihmisen tekemien havaintojen vastaavuus koetiellä, lam 571.

Ihminen	Tiesää			yhteensä
	huono	kohtalainen	hyvä	
huono	43	56		99
kohtalainen	6	47		53
hyvä	1	15	4	20
yhteensä	50	118	4	172

Mittauspisteessä 571:

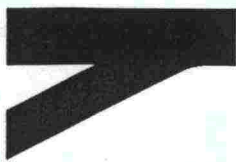
- yhteneviä tapauksia oli 55 %
- tiesääasema luokitteli kelin paremmaksi kuin ihminen 33 % tapauksista
- tiesääasema luokitteli kelin huonommaksi kuin ihminen 12 % tapauksista.

Taulukko 7. Tiesääaseman ja ihmisen tekemien havaintojen vastaavuus koetiellä, lam 572.

Ihminen	Tiesää			yhteensä
	huono	kohtalainen	hyvä	
huono	38	58	1	97
kohtalainen	14	35		49
hyvä		12	2	141
yhteensä	52	105	3	160

Mittauspisteessä 572:

- yhteneviä tapauksia oli 47 %
- tiesääasema luokitteli kelin paremmaksi kuin ihminen 37 % tapauksista
- tiesääasema luokitteli kelin huonommaksi kuin ihminen 16 % tapauksista.



11.9.1997

SÄÄ- JA KELITIEToon PERUSTUVAN LIIKENTEEN OHJAUSJÄRJESTELMÄN VAIKUTUKSET KOTKA - HAMINA -MOOTTORITIellä JA KOTKA - HAMINA SÄÄOHJATUN TIEN YHTEISKUNTATALOUDELLISUUS -JULKAISUJEN JAKELU

Tielaitoksen Liikenteen hallinta -projektin (1993-1996) käynnistämänä on valmistunut tutkimus "Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vaikutukset Kotka - Hamina -moottoritieellä". Työssä selvitettiin marraskuussa 1994 avatun Kotka-Hamina -moottoritiejakson keliin perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vaikutuksia kuljettajien käyttäytymiseen vuosina 1994-1996.

Tämän sääohjatun tiejakson yhteiskuntataloudellisuutta ja eri tekijöiden vaikutuksia tuottavuuteen selvitettiin erillisessä tutkimuksessa "Kotka - Hamina sääohjatun tien yhteiskuntataloudellisuus".

Julkaisujen lisäkappaleita voi tilata Tielaitoksen hallintopalveluista, painotuotemyynnistä, telefaksi 0204 44 2202 tai osoitteesta PL 33, 00521 Helsinki.

Projektin päällikkö
Yrjö Pilli-Sihvola
Tieliikenteen telematiikka - E18-kokeilualue -projekti

LIITE

Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vaikutukset Kotka - Hamina -moottoritieellä.
Tielaitoksen selvityksiä 1/1997. TIEL 320 0448

Kotka - Hamina sääohjatun tien yhteiskuntataloudellisuus
Tielaitoksen selvityksiä 36/1997. TIEL 320 0482

JAKELU

Liikenneministeriö
SM poliisiosasto
VTT, Liikenne, logistiikka ja yhdyskunnat
Liikenneturva
TKK, Liikennelaboratorio
Tampereen TKK, Liikenne- ja kuljetustekniikka

Helsingin kaupunki, Kaupunkisuunnitteluvirasto
Tampereen kaupunki, Tekninen virasto
Turun kaupunki, Kiinteistö- ja rakennusvirasto
Tielaitoksen liikenteen hallinnan johtoryhmän jäsenet
Tieliikenteen telematiikka - E18-kokeilun alueen projektiryhmän jäsenet
Tiepiirien tie- ja liikenneolot -yksiköiden päälliköt
Tiepiirien asiakaspalveluyksiköiden päälliköt
Tiepiirien VIKING- ja liikenteen hallinnan yhteyshenkilöt
Tiepiirien liikennekeskukset
Muuttuvat nopeusrajoitukset -seurantaryhmä
LT-konsultit
LTT-Group Oy
Maa ja Vesi Oy
Matrex Oy
Suomalainen Insinööritoimisto SITO
Suunnittelukeskus Oy
Suunnittelukolmio Oy
Traficon Oy
Viatak-Yhtitöt Oy / Tapiola, Tampere, Kouvola
YS-Yhdyskunta
Tielaitoksen kirjasto (14 kpl)
J, Hos, Hlp, Hti, Htl, Hth, Ytd, Yvi, Tek, Tko
Tiennäyttäjä-lehti / Kullervo Havu

EHi

Taulukko 8. Tiesääaseman ja ihmisen tekemien havaintojen vastaavuus koetiellä, lam 573.

Ihminen	Tiesää			yhteensä
	huono	kohtalainen	hyvä	
huono	55	50		105
kohtalainen	12	22		34
hyvä	2	8	2	12
yhteensä	69	80	2	151

Mittauspisteessä 573:

- yhteneviä tapauksia oli 52 %
- tiesääasema luokitteli kelin paremmaksi kuin ihminen 33 % tapauksista
- tiesääasema luokitteli kelin huonommaksi kuin ihminen 15 % tapauksista.

*Taulukko 9. Tiesääaseman ja ihmisen tekemien havaintojen vastaavuus valta-
tiellä 15, lam 530.*

Ihminen	Tiesää			yhteensä
	huono	kohtalainen	hyvä	
huono	43	52	2	97
kohtalainen	8	15		23
hyvä		4	2	6
yhteensä	51	71	4	126

Mittauspisteessä 530:

- yhteneviä tapauksia oli 48 %
- tiesääasema luokitteli kelin paremmaksi kuin ihminen 43 % tapauksista
- tiesääasema luokitteli kelin huonommaksi kuin ihminen 9 % tapauksista.

*Taulukko 10. Tiesääaseman ja ihmisen tekemien havaintojen vastaavuus koetien
jatkeella, lam 561.*

Ihminen	Tiesää			yhteensä
	huono	kohtalainen	hyvä	
huono	36	23	4	63
kohtalainen	9	14	1	24
hyvä		4	2	6
yhteensä	45	41	7	93

Mittauspisteessä 561:

- yhteneviä tapauksia oli 56 %
- tiesääasema luokitteli kelin paremmaksi kuin ihminen 30 % tapauksista
- tiesääasema luokitteli kelin huonommaksi kuin ihminen 14 % tapauksista.

Taulukko 11. Tiesääaseman ja ihmisen tekemien havaintojen vastaavuus koetien jatkeella, lam 501.

Ihminen	Tiesää			yhteensä
	huono	kohtalainen	hyvä	
huono	9	15	1	25
kohtalainen	5	35		40
hyvä		2		2
yhteensä	14	52	1	67

Mittauspisteessä 501:

- yhteneviä tapauksia oli 66 %
- tiesääasema luokitteli kelin paremmaksi kuin ihminen 24 % tapauksista
- tiesääasema luokitteli kelin huonommaksi kuin ihminen 10 % tapauksista.

Taulukko 12. Tiesääaseman ja ihmisen tekemien havaintojen vastaavuus koetien jatkeella, lam 525.

Ihminen	Tiesää			yhteensä
	huono	kohtalainen	hyvä	
huono	45	46		91
kohtalainen	5	22		27
hyvä		7	4	11
yhteensä	50	75	4	129

Mittauspisteessä 525:

- yhteneviä tapauksia oli 55 %
- tiesääasema luokitteli kelin paremmaksi kuin ihminen 36 % tapauksista
- tiesääasema luokitteli kelin huonommaksi kuin ihminen 9% tapauksista.

Vertailutien pisteistä oli käytettävissä tietoja vain jälkimmäiseltä kaudelta ja havaintoja oli muutenkin vähän. Yhteneviä tapauksia oli vertailutiellä jonkin verran vähemmän kuin koetiellä. Vertailutiellä ihmisen ja tiesääaseman tekemät havainnot poikkesivat kuitenkin toisistaan useammin kuin koetiellä siihen suuntaan, että tiesääaseman luokituksen perusteella keli oli huonompi kuin ihmisen tekemien mittausten perusteella (taulukot 13 ja 14). Kitkamittauksia ei vertailutiellä ollut käytettävissä.

Taulukko 13. Tiesääaseman ja ihmisen tekemien havaintojen vastaavuus vertailutiellä, lam 112

Ihminen	Tiesää			yhteensä
	huono	kohtalainen	hyvä	
huono	7	9		16
kohtalainen	1	7		8
hyvä	4	6		10
yhteensä	12	22		34

Mittauspisteessä 112:

- yhteneviä tapauksia oli 41 %
- tiesäasema luokitteli kelin paremmaksi kuin ihminen 26 % tapauksista
- tiesäasema luokitteli kelin huonommaksi kuin ihminen 33 % tapauksista.

Taulukko 14. Tiesäaseman ja ihmisen tekemien havaintojen vastaavuus vertailutiellä, Sipoonlahden tiesäasema

Ihminen	Tiesä			yhteensä
	huono	kohtalainen	hyvä	
huono		4		4
kohtalainen	2	6		8
hyvä	3	17		20
yhteensä	5	27		32

Mittauspisteessä 112:

- yhteneviä tapauksia oli 19 %
- tiesäasema luokitteli kelin paremmaksi kuin ihminen 13 % tapauksista
- tiesäasema luokitteli kelin huonommaksi kuin ihminen 68 % tapauksista.

3.2 Ajonopeudet

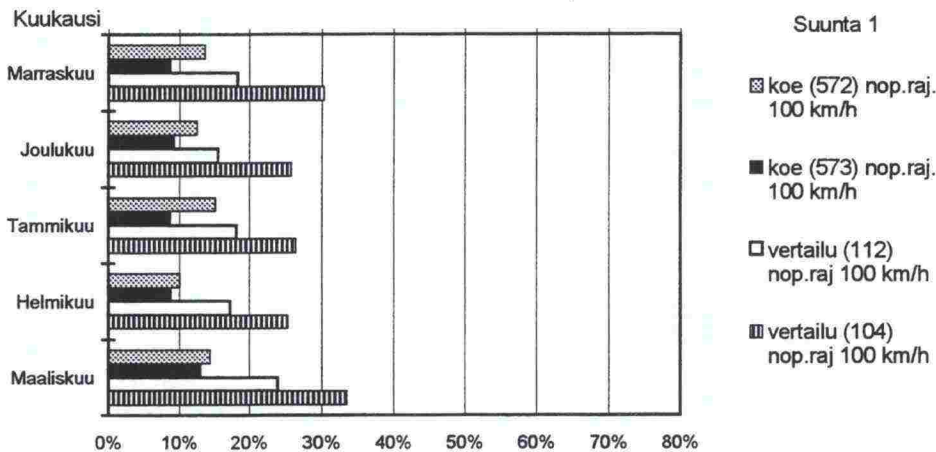
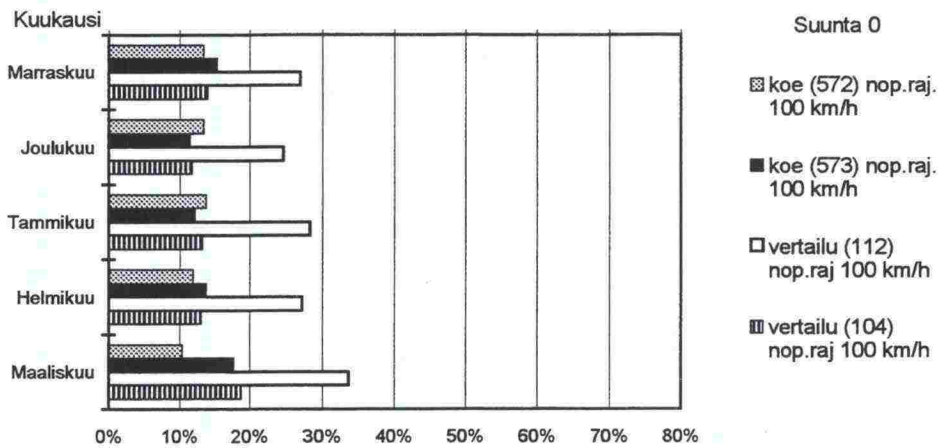
3.2.1 Nopeusrajoitusten noudattaminen

Nopeusrajoituksen yli 10 km/h ylittäneiden osuus oli sääohjatulla tiellä pienempi kuin vertailuteillä, silloin kun sääohjatulla tiellä oli käytössä talven normaalirajoitus 100 km/h (eikä muuttuvissa opasteissa ollut muuta viestiä kuin lämpötilat). Erityisen usein nopeusrajoitusta ylitettiin vertailupisteessä 112 molempiin ajo-suuntiin sekä vertailupisteessä 104 länteen päin ajettaessa (kuva 9 a).

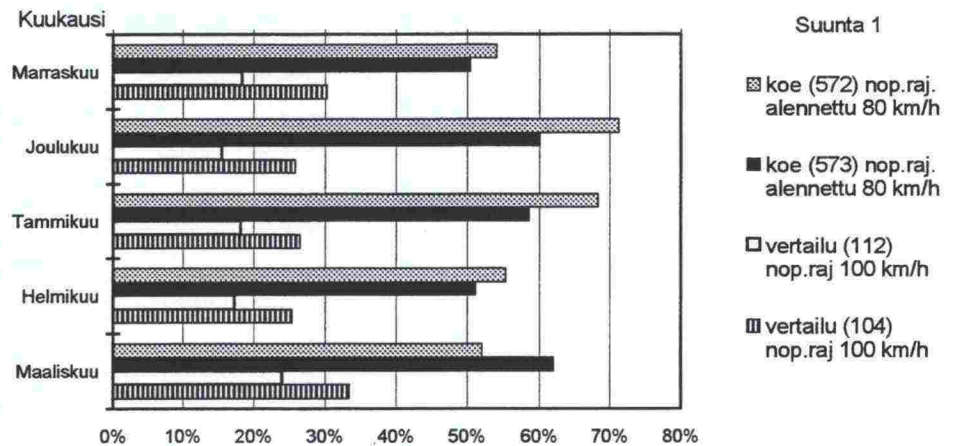
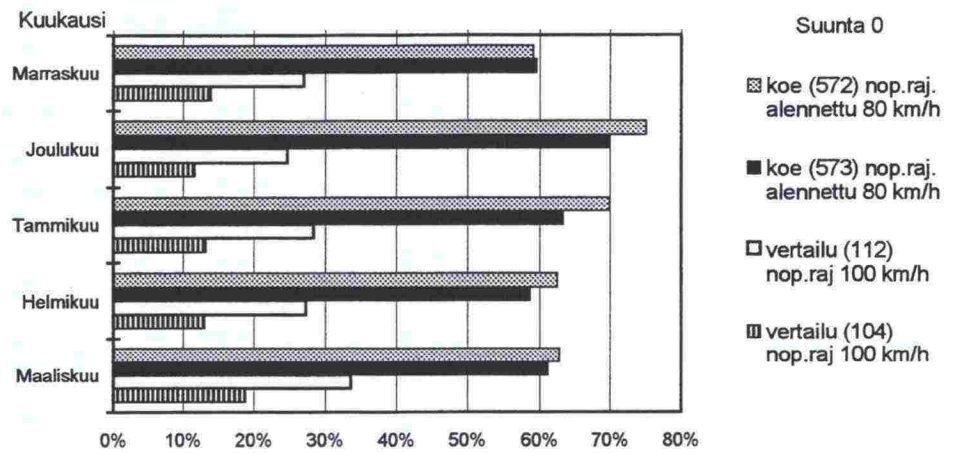
Kun sääohjatun tien nopeusrajoitus oli alennettu 80 km/h:iin, rajoitusten noudattaminen oli heikompaa sääohjatulla tiellä kuin vertailuteillä, jossa nopeusrajoitus oli 100 km/h (kuva 9 b).

Myös kesäkaudella nopeusrajoitusten noudattaminen oli sääohjatulla tiellä parempaa kuin vertailutiellä silloin kun nopeusrajoitusta ei oltu alennettu eli molemmilla teillä rajoitus oli 120 km/h. Ylityksiä oli eniten samoissa pisteissä ja ajo-suunnissa kuin talvellakin. (kuva 9 c).

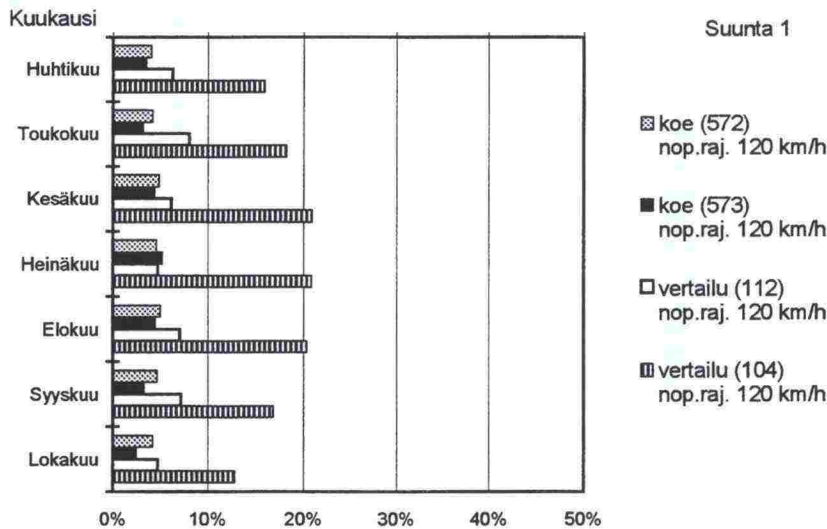
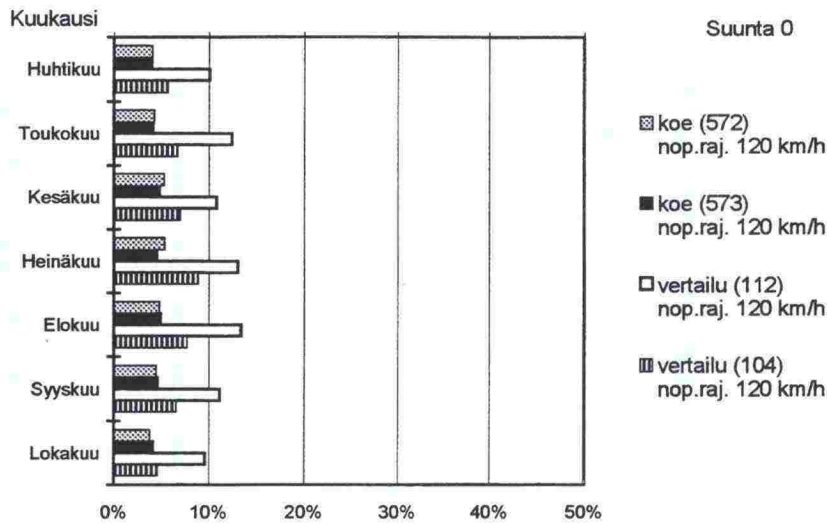
Kun rajoitus alennettiin sääohjatulla teillä 100 km/h:iin tai 80 km/h:iin, nopeusrajoituksen ylittäneiden osuus oli suurempi kuin vertailuteillä, jossa nopeusrajoitus oli 120 km/h (kuvat 9 d).



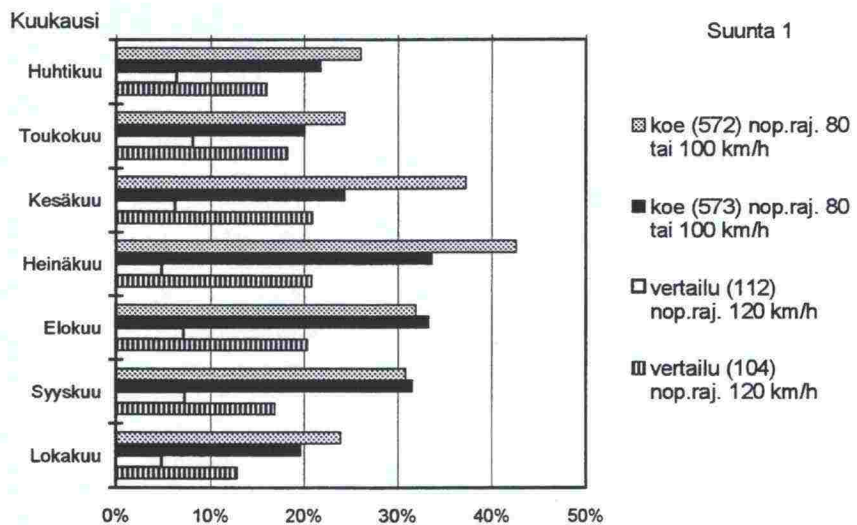
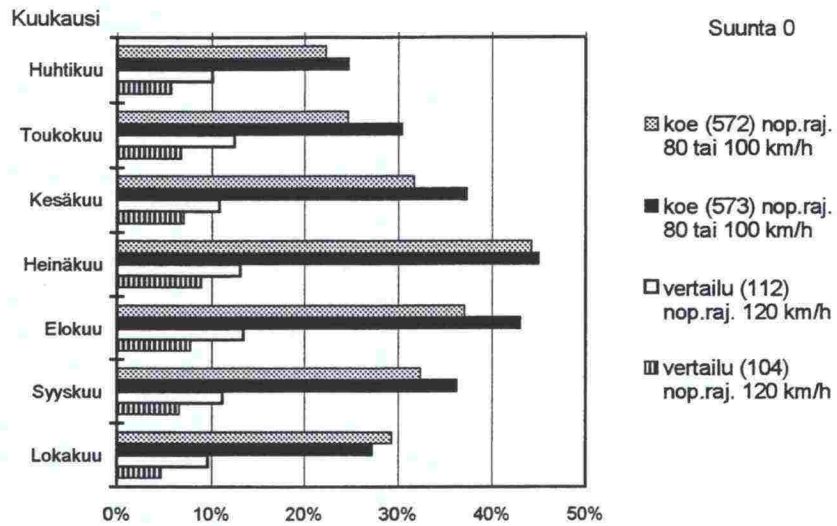
Kuva 9a. Yli 10 km/h nopeusrajoituksen ylittäneiden osuuksia sääohjatun tien ja vertailutien mittauspisteissä, kun sekä sääohjatulla tiellä että vertailutiellä oli käytössä 100 km/h.



Kuva 9b. Yli 10 km/h nopeusrajoituksen ylittäneiden osuuksia sääohjatun tien ja kahden vertailutien mittauspisteissä, kun sääohjatulla tiellä oli käytössä 80 km/h ja vertailuteillä 100 km/h.



Kuva 9c. Yli 10 km/h nopeusrajoituksen ylittäneiden osuuksia sääohjatun tien ja kahden vertailutien mittauspisteissä, kun sekä sääohjatulla tiellä että vertailuteilla oli käytössä 120 km/h.



Kuva 9d. Yli 10 km/h nopeusrajoituksen ylittäneiden osuuksia sääohjatun tien ja kahden vertailutien mittauspisteissä, kun sääohjatulla tiellä oli kesäkaudella käytössä 100 km/h tai 80 km/h ja vertailuteillä 120 km/h.

3.2.2 Muuttuvien liikennemerkkien vaikutus keskinopeuteen



Tässä luvussa esitetään arviot muuttuvien nopeusrajoitusten ja liukkaan ajoradan merkin vaikutuksista keskinopeuksiin. Laskujen perustana olevat kaavat on esitetty luvussa 2.3.2 (s. 19).

Tutkimusaineistoja toisiinsa verrattaessa otettiin huomioon aineistojen ajallinen vastaavuus, kulloinkin voimassa ollut nopeusrajoitus ja keliluokitus. Arvioiden taustalla olevat keskinopeudet, -hajonnat, otoskoot ja t-arvot on esitetty liitteissä 4 (talvi) ja 5 (kesä).

Talvikausi

Vertailutilanteessa, jossa keli oli hyvä ja nopeusrajoitus 100 km/h, koetien keskinopeus oli noin 5 km/h pienempi kuin vertailutien (taulukko 15).

Taulukko 15. Keskinopeudet (vapaat henkilöautot, km/h) koe- ja vertailuaineistossa hyvällä kelillä talvikaudella 1995–96.

	Koeaineisto 	Vertailuaineisto lam 112 
lam 571	98,4	103,8
lam 572	100,3	104,6
lam 573	99,4	104,5

Taulukoissa



Muuttuva
nopeusrajoitus







Muuttuva liukkaan
ajoradan merkki



Kiinteä
nopeusrajoitus

Ensimmäisen koetalven helmikuussa 1995 nopeusrajoituksen alentaminen 100:sta 80:een km/h alensi jonojen ulkopuolella ajavien henkilöautojen keskinopeutta keskimäärin 6,4 km/h (aritmeettinen keskiarvo) sen lisäksi, että keli alensi nopeutta keskimäärin 6 km/h. Toisena kokeilutalvena 1995–96 nopeusrajoituksen alentaminen 80 km/h:iin alensi jonojen ulkopuolella ajavien henkilöautojen keskinopeutta keskimäärin 3,4 km/h huonon kelin vaikutuksen (keskimäärin – 6,3 km/h) lisäksi (taulukko 16). Auton katsottiin ajaneen jonon ulkopuolella, jos aikaväli edellä ajavaan oli yli 5 sekuntia.

Taulukko 16. Huonon kelin ja nopeusrajoituksen alentamisen (koetiellä 100:sta 80 km/h:iin), pelkän kelin huononemisen (vertailutie) sekä näiden erotuksena laskettu nopeusrajoituksen alentamisen vaikutus jonon ulkopuolella ajavien henkilöautojen keskinopeuteen helmikuussa 1995 sekä talvikaudella 1995–96.







Mittauspiste/ suunta	HELMIKUU 1995			TALVI 1995–1996		
	koetie 	vertailutie 	erotus	koetie 	vertailutie 	erotus
	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h
lam571/ 0	-	-	-	-7,0	-5,9	-1,1
1	-	-	-	-13,3	-7,6	-5,7
lam572/ 0	-11,1	-6,3	-4,8	-7,6	-3,9	-3,7
1	-	-	-	-11,4	-7,3	-4,1
lam573/ 0	-15,3	-4,8	-10,5	-9,1	-5,8	-3,3
1	-10,8	-6,9	-3,9	-9,6	-7,2	-2,4
keskiarvo	-12,4	-6,0	-6,4	-9,7	-6,3	-3,4

Kun keli oli sellainen, että nopeusrajoituksen alentamisen lisäksi muuttuvassa opasteessa oli liukkaan ajoradan viesti, oli vaikutus ensimmäisen talven helmikuussa keskimäärin jopa –8,8 km/h. Kelin vaikutus oli tällöin keskimäärin 7,1 km/h (taulukko 17). Toisena talvena, jolloin aineistoa oli koko talvikaudelta,

vaikutus oli pienempi eli keskimäärin $-1,8$ km/h, siis jopa pienempi kuin pelkän alennetun nopeusrajoituksen vaikutus. Pelkän kelin vaikutus oli kuitenkin suurempi kuin muissa tilanteissa, keskimäärin $-9,3$ km/h (taulukko 17).

Kelin ja muuttuvien merkkien yhteisvaikutus toisena talvikautena oli siis lähes saman suuruinen eli noin -10 km/h silloin, kun käytössä oli pelkkä nopeusrajoituksen alentaminen tai rajoituksen alentaminen ja lisäksi liukkaan ajoradan muuttuva liikennemerkki. Nämä kaksi tilannetta eivät kuitenkaan ole keskenään vertailukelpoisia, koska kelitilanne on niissä erilainen.



Taulukko 17. Huonon kelin, nopeusrajoituksen alentamisen (koetiellä 100:sta 80 km/h:iin) ja muuttuvan liukkaan ajoradan liikennemerkin, pelkän kelin huononemisen (vertailutie) sekä näiden erotuksena laskettu muuttuvien opasteiden vaikutus jonon ulkopuolella ajavien henkilöautojen keskinopeuteen helmikuussa 1995 sekä talvikaudella 1995–96.

Mittauspiste/ suunta	HELMIKUU 1995			TALVI 1995–1996		
	koetie  +  km/h	vertailutie  km/h	erotus km/h	koetie  +  km/h	vertailutie  km/h	erotus km/h
lam571/ 0	-	-	-			-
1	-	-	-			2,8
lam572/ 0	-16,8	-9,3	-7,5	-14,6	-12,4	-2,2
1	-16,1	-4,4	-11,7	-11,2	-10,6	-0,6
lam573/ 0	-18,5	-9,5	-9,0	-10,6	-7,8	-2,8
1	-12,3	-5,2	-7,1	-8,8	-2,9	-5,9
keskiarvo	-15,9	-7,1	-8,8	-11,1	-9,3	-1,8

Muuttuvat opasteet alensivat keskinopeutta enemmän ensimmäisen kuin toisen talven aineistossa. Etenkin liukkaasta varoittavan merkin ja 80 km/h rajoituksen yhteisvaikutus oli helmikuussa 1995 huomattavasti suurempi kuin myöhemmin. Ensimmäiseltä talvelta oli kuitenkin käytettävissä vain yhden kuukauden aineisto, kun toisen talven tarkastelu perustuu koko talvikauden aineistoon.



Käytettäessä liukkaan ajoradan muuttuvaa merkkiä ilman nopeusrajoituksen (100 km/h) alentamista vaikutus jonojen ulkopuolisten henkilöautojen keskinopeuteen oli keskimäärin $-2,5$ km/h (taulukko 18). Pelkän kelin vaikutus oli tällöin lähes samansuuruinen.

Taulukko 18. Huonon kelin ja muuttuvan liukkaan ajoradan liikennemerkin, pelkän kelin huononemisen (vertailutie) sekä näiden erotuksena laskettu muuttuvan liukkaan ajoradan merkin vaikutus jonon ulkopuolella ajavien henkilöautojen keskinopeuteen talvikaudella 1995–96. (Suluissa olevat vaikutuksia eivät olleet tilastollisesti merkitseviä tasolla $p=0,01$)




TALVI 95–96		koetie	vertailutie	erotus
Mittauspiste	suunta	 km/h	 km/h	km/h
lam571	0			-
	1			-5,0
lam572	0	-3,5	-2,9	(-0,6)
	1	-7,3	-2,5	-4,8
lam573	0	-2,3	-2,2	(-0,19)
	1	-4,1	-2,2	-1,9
keskiarvo		-5,1	-2,6	-2,5

Muuttuvien nopeusrajoitusten ja opasteiden vaikutus koko liikenteen keskinopeuksiin oli jonkin verran pienempi kuin vaikutus jonojen ulkopuolella ajavien henkilöautojen keskinopeuksiin (taulukot 19–21). Pelkän kelin vaikutus oli koko liikenteen nopeuteen sama tai vähän suurempi kuin jonojen ulkopuolella ajavien nopeuteen.




Taulukko 19. Huonon kelin ja nopeusrajoituksen alentamisen (koetiellä 100 km/h:sta 80 km/h:iin), pelkän kelin huononemisen (vertailutie) sekä näiden erotuksena laskettu nopeusrajoituksen alentamisen vaikutus koko liikenteen keskinopeuteen talvikaudella 1995–96.

		koetie	vertailutie	erotus
Mittauspiste	suunta	 km/h	 km/h	km/h
lam572	0	-6,6	-4,9	-1,7
	1	-10,6	-6,9	-3,7
lam573	0	-8,5	-6,4	-2,1
	1	-9,4	-7,1	-2,3
keskiarvo		-8,8	-6,3	-2,5

Taulukko 20. Huonon kelin, nopeusrajoituksen alentamisen (koetillä 100 km/h:sta 80 km/h:iin) ja muuttuvan liukkaan ajoradan liikennemerkin, pelkän kelin huononemisen (vertailutie) sekä näiden erotuksena laskettu muuttuvien opasteiden vaikutus koko liikenteen keskinopeuteen talvikaudella 1995–96.

Mittauspiste	suunta	Koetie  +  km/h	vertailutie  km/h	erotus km/h
lam572	0	-14,7	-14,1	-0,6
	1	-10,9	-12,9	+2,0
lam573	0	-10,5	-9,5	-1,0
	1	-8,2	-2,8	-5,4
keskiarvo		-11,1	-9,8	-1,3

Taulukko 21. Huonon kelin ja muuttuvan liukkaan ajoradan liikennemerkin, pelkän kelin huononemisen (vertailutie) sekä näiden erotuksena laskettu muuttuvan liukkaan ajoradan merkin vaikutus koko liikenteen keskinopeuteen talvikaudella 1995–96. (Suluissa olevat vaikutukset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä tasolla $p=0,01$)

Mittauspiste	suunta	koetie  +  km/h	vertailutie  km/h	erotus km/h
lam572	0	-3,7	-4,0	(+0,3)
	1	-6,6	-3,8	-2,8
lam573	0	-2,8	-3,6	+0,8
	1	-4,2	-2,5	-1,7
keskiarvo		-4,3	-3,5	-0,8

Toisen tutkimustalven aineistosta tehtiin myös tarkastelu, jossa aineisto jaettiin kahtia sateen runsauden perusteella. Suurimmassa osassa koetilanteita oli poutasää tai sade oli heikkoa. Tämän osan aineistoa (yli 95 % niistä tutkimusaineiston tilanteista, joissa nopeusrajoitusta alennettiin tai käytettiin liukkaan ajoradan viestiä) katsottiin edustavan tilanteita, joissa kuljettajan voi olla vaikea todeta kelin olevan huono. Nopeusrajoituksen alentaminen 80 km/h:iin alensi keskinopeutta tällöin noin 2 km/h enemmän kuin koko aineistossa eli 4,6 km/h. Pelkän kelin vaikutus oli tällöin 4 km/h eli pienempi kuin koko aineistossa (taulukko 22).

Sateiset säät (alle 5 % koetilanteista) edustivat tilanteita, jolloin huono keli oli kuljettajan helposti havaittavissa. Näitä tilanteita oli vähän ja aineiston pienuuden vuoksi luvut ovat epävarmoja. Kelin vaikutus näytti olevan kuitenkin suuri eli noin 18 km/h ja se oli vertailuaineistossa suurempi kuin merkkien ja kelin yhteisvaikutus koeaineistossa.

Taulukko 22. Huonon kelin ja nopeusrajoituksen alentamisen (koetiellä 100 km/h:sta 80 km/h:iin), pelkän kelin huononemisen (vertailutie) sekä näiden erotuksena laskettu nopeusrajoituksen alentamisen vaikutus jonon ulkopuolella ajavien henkilöautojen keskinopeuteen talvikaudella 1995–96. Aineisto on jaettu kahtia sateen runsauden perusteella. (Suluissa olevat luvut perustuvat alle 1000 havaintoon)

Mittauspiste/ suunta	Pouta/heikko sade			Runsas sade			osuus koko aineis- tosta (%)
	koetie	vertailutie	erotus	koetie	vertailutie	erotus	
	Ⓢ km/h	Ⓢ km/h	km/h	Ⓢ km/h	Ⓢ km/h	km/h	
Iam572/ 0	-6,1	-1,9	-4,2	(-16,0)	(-19,8)	(+3,8)	4,5
1	-10,4	-5,2	-5,2	(-17,9)	(-17,8)	(-0,1)	3,6
Iam573/ 0	-8,2	-3,1	-5,1	*)			8,2
1	-9,6	-5,6	-4,0	(-9,2)	(-10,0)	(+0,7)	11,2
keskiarvo	-8,6	-4,0	-4,6	-14,0	-17,9	+3,9	6,9

*) aineisto puuttuu

Nopeusrajoituksen ja liukkaan ajoradan merkin yhdistelmän vaikutus näytti muuttuvan samaan tapaan kuin pelkän nopeusrajoituksen alentamisen vaikutus, kun aineistoa jaettiin sateen runsauden perusteella kahteen osaan. Pelkän liukkaan ajoradan merkki ei näyttänyt alentavan nopeuksia enemmän poutasäällä kuin runsaan sateen aikana. Runsaan sateisen sään osuus oli kuitenkin usean havaintopisteen osalta niin pieni, että näitä tarkasteluja ei esitetä.





Kesäkausi

Kesäkaudelta kaikista mittauspisteistä saatiin riittävästi havaintoja vain tilanteesta, jossa nopeusrajoitus oli alennettu huonon sään tai kelin vuoksi 100 km/h:iin. Yhden mittauspisteen osalta (Iam 573) aineisto oli riittävä myös 80 km/h nopeusrajoituksen vaikutusten tutkimiseen.



Muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutus *koko liikenteen* nopeuteen (taulukot 23–26) oli lähes sama kuin *vapaiden henkilöautojen nopeuksiin*

Kesäkaudella keskinopeus aleni keskimäärin 5,4 km/h, kun nopeusrajoitus alennettiin huonon kelin (tavallisimmin vettä tiellä) 120 km/h:sta 100 km/h:iin. Pelkän kelin nopeutta alentava vaikutus oli noin 1,4 km/h (taulukot 23 ja 24).

Taulukko 23. Huonon kelin ja nopeusrajoituksen alentamisen (koetiellä 120 km/h:sta 100 km/h:iin), pelkän kelin huononemisen (vertailutie) sekä näiden erotuksena laskettu nopeusrajoituksen alentamisen vaikutus jonon ulkopuolella ajavien henkilöautojen keskinopeuteen kesäkaudella.



Mittauspiste/ suunta	3/1995			4/1995–10/1995		
	koetie	vertailutie	erotus	koetie	vertailutie	erotus
	 km/h	 km/h	km/h	 km/h	 km/h	km/h
lam571/ 0	-4,7	+0,8	-5,5	-5,4	-1,6	-3,8
1	-6,9	-1,2	-5,7	-7,0	-2,8	-4,2
lam572/ 0	-5,9	-0,9	-5,0	-7,5	-1,6	-5,9
1	-8,1	-2,8	-5,3	-8,0	-2,9	-5,1
lam573/ 0	-7,6	-0,6	-7,0	-7,9	-0,5	-7,4
1	-5,3	-0,4	-4,9	-7,2	-2,8	-4,4
keskiarvo	-6,4	-0,9	-5,5	-7,2	-2,0	-5,2

Taulukko 24. Huonon kelin ja nopeusrajoituksen alentamisen (koetiellä 120 km/h:sta 100 km/h:iin), pelkän kelin huononemisen (vertailutie) sekä näiden erotuksena laskettu nopeusrajoituksen alentamisen vaikutus koko liikenteen keskinopeuteen kesäkaudella.



Mittauspiste	suunta	koetie	vertailutie	erotus
		 km/h	 km/h	km/h
lam572	0	-6,6	-1	-5,6
	1	-7,3	-2,4	-4,8
lam573	0	-7,0	+0,8	-7,8
	1	-6,4	-2,2	-4,2
keskiarvo		-6,8	-1,2	-5,6

Kun nopeusrajoitus alennettiin huonon kelin vuoksi 120 km/h:sta 80 km/h:iin, va-paiden henkilöautojen keskinopeus aleni 8 km/h (taulukko 25) ja koko liikenteen 7,4 km/h (taulukko 26).

Taulukko 25. Huonon kelin ja nopeusrajoituksen alentamisen (koetiellä 120 km/h:sta 80 km/h:iin), pelkän kelin huononemisen (vertailutie) sekä näiden erotuksena laskettu nopeusrajoituksen alentamisen vaikutus jonon ulkopuolella ajavien henkilöautojen keskinopeuteen kesäkaudella.

4/1995 – 10/1995		koetie	vertailutie	erotus
Mittauspiste suunta		 km/h	 km/h	km/h
lam571	0	-	-	-
	1	-	-	-
lam572	0	-	-	-
	1	-	-	-
lam573	0	-14,1	-5,7	-8,4
	1	-14,1	-6,6	-7,6
keskiarvo		-14,1	-6,1	-8,0

Taulukko 26. Huonon kelin ja nopeusrajoituksen alentamisen (koetiellä 120:sta 80 km/h:iin), pelkän kelin huononemisen (vertailutie) sekä näiden erotuksena laskettu nopeusrajoituksen alentamisen vaikutus koko liikenteen keskinopeuteen kesäkaudella.

Mittauspiste suunta		koetie	vertailutie	erotus
		 km/h	 km/h	km/h
lam572	0	-	-	-
	1	-	-	-
lam573	0	-12,5	-4,0	-8,5
	1	-13,0	-6,7	-6,3
keskiarvo		-12,8	-5,4	-7,4

3.2.3 Muuttuvien liikennemerkkien vaikutus nopeusjakaumaan

Kuvissa 10–13 esitetään, miten pelkkä huono keli (vertailutien mittaustulokset) sekä huono yhdessä muuttuvien merkkien kanssa (koetien mittaustulokset) vaikuttivat keskinopeuteen, nopeuksien keskihajontaan, v_{85} -nopeuteen ja v_{15} :een. V_{85} :lla tarkoitetaan nopeutta, jonka 85 % kuljettajista alittaa, ja v_{15} on nopeus, jonka 15 % kuljettajista alittaa.

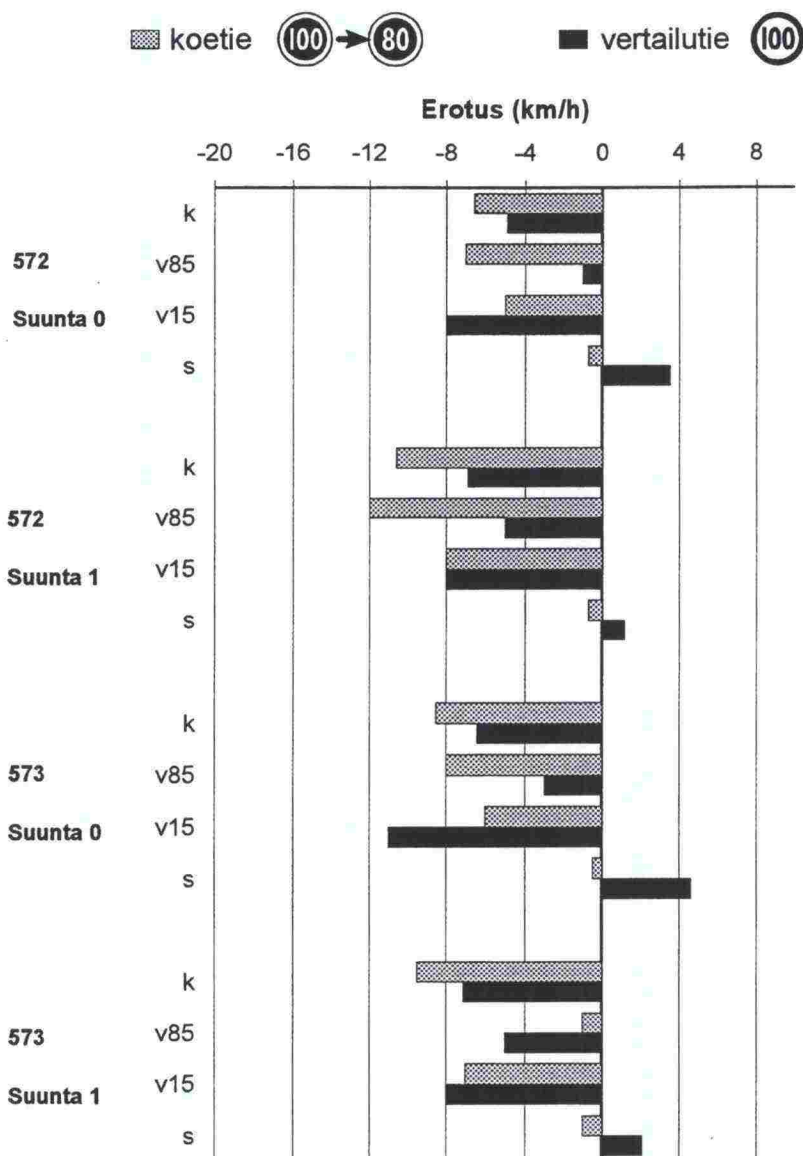
Pelkän kelin vaikutusta arvioitiin vähentämällä vertailutien huonon kelin (vastaa keliä, jossa koetiellä oli joko alennettu nopeusrajoitusta tai näytettiin kelivaroituserkkiä) tunnusluvuista ajallisesti vastaavat hyvän kelin (vastaa tilannetta, jossa koetiellä oli suurin mahdollinen nopeusrajoitus, eikä kelivaroitusta) tunnusluvut.

Muuttuvien merkkien ja huonon kelin yhteisvaikutusta arvioitiin vähentämällä koetilanteen (huonontunut keli ja muuttuvien merkkien käyttö koetiellä) tunnusluvuista perustilanteen (hyvä keli ja alentamaton rajoitus eikä keliviestiä koetiellä) vastaava tunnusluku.

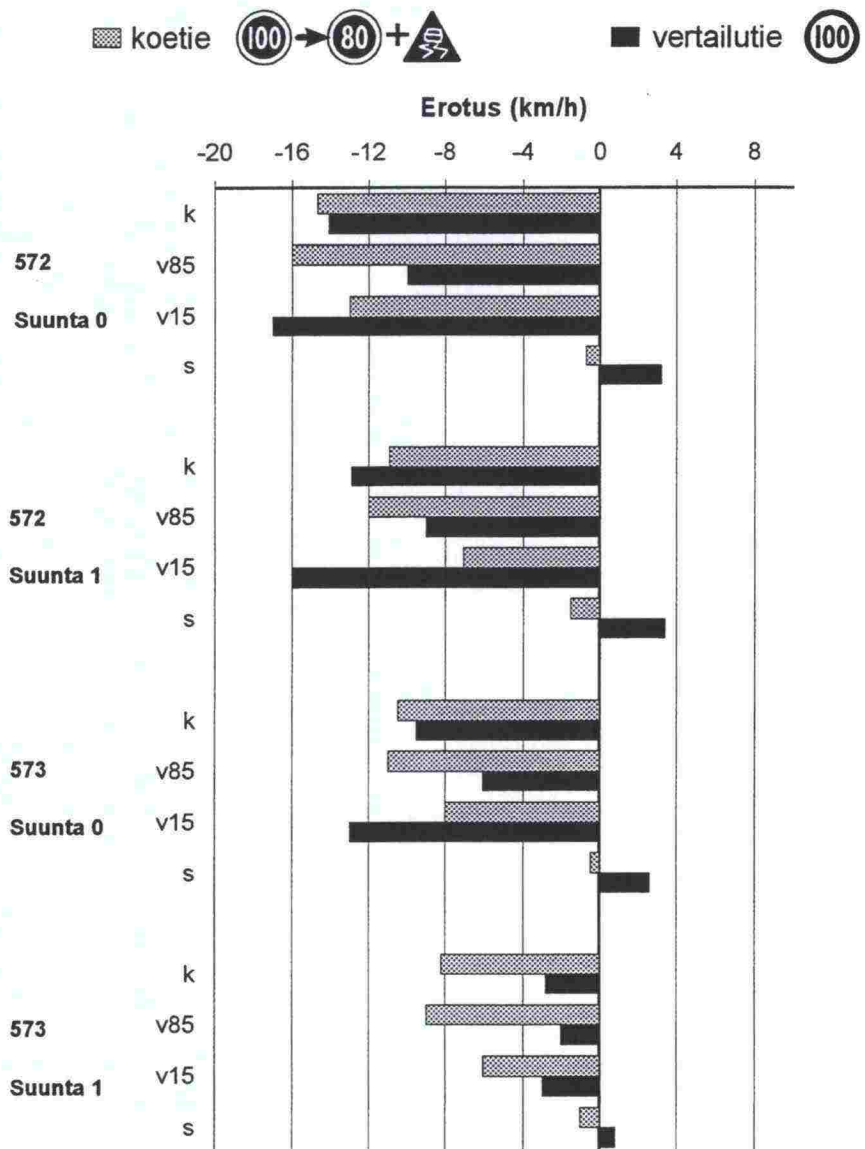
Edellisessä luvussa kuvattujen keskinopeuksien muutosten lisäksi todettiin seuraavat koe- ja vertailutien väliset systemaattiset erot erityisesti talvikaudella:

- Kun koetiellä keli huononi ja nopeusrajoitusta alennettiin, v_{85} tunnusluku pieneni tyypillisesti enemmän ja v_{15} vähemmän kuin keskinopeus. Samalla keskihajonta pieneni jonkin verran.
- Kun vertailutiellä keli huononi talvella (nopeusrajoitus ei muuttunut), v_{15} pieneni tyypillisesti enemmän kuin keskinopeus ja v_{85} vähemmän kuin keskinopeus. Samalla nopeuksien hajonta kasvoi.

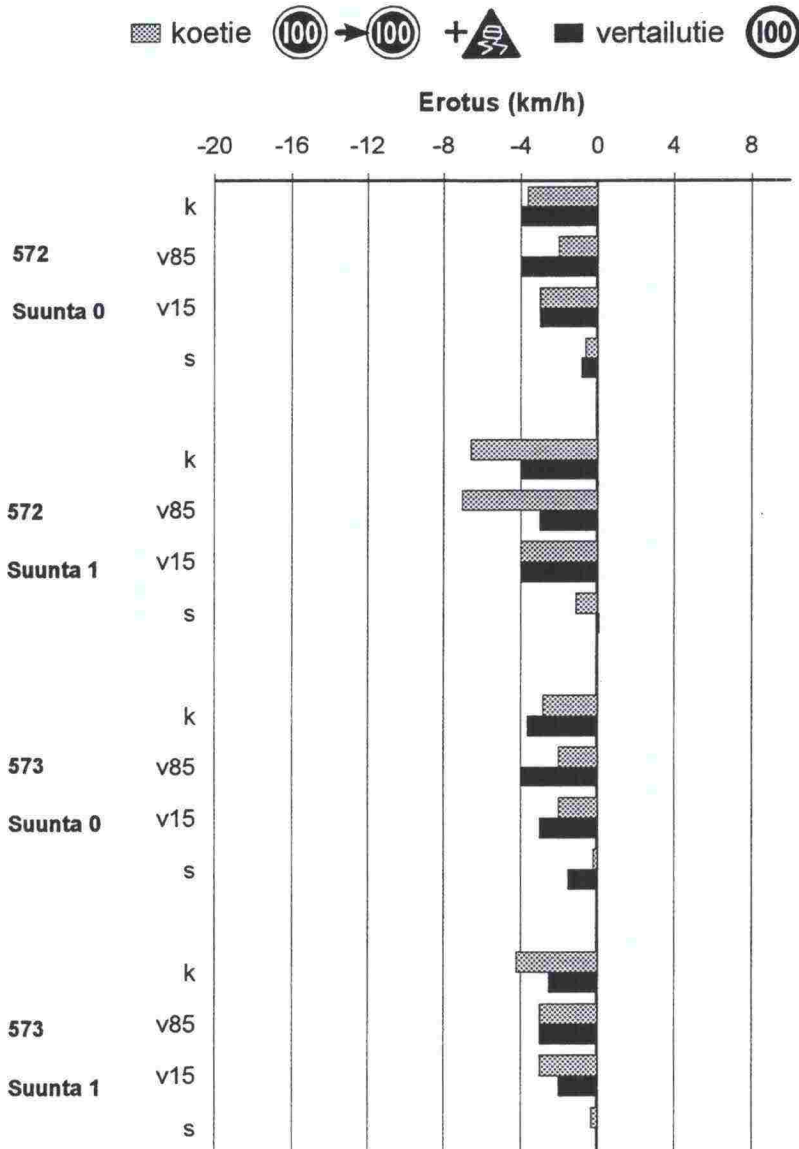
Koetiellä korkeimmat nopeudet pienenivät eniten ja nopeuserot pienenivät, kun keli huononi ja nopeusrajoitusta alennettiin. Vertailutiellä nopeuserot sen sijaan kasvoivat kelin huonontuessa erityisesti talvikauden huonoimmilla keleillä (kuvat 10 ja 11).



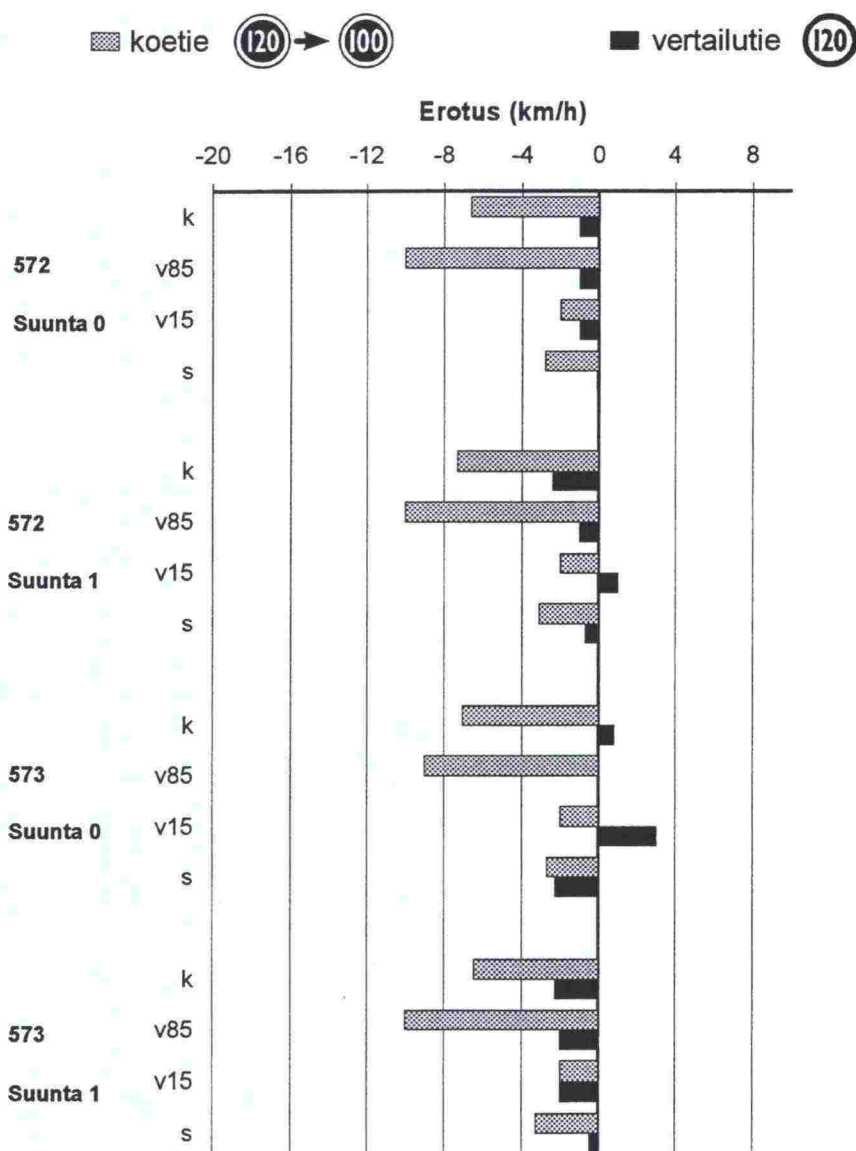
Kuva 10. Kelin ja nopeusrajoituksen alentamisen 100 km/h:sta 80 km/h:iin vaikutus koko liikenteen nopeuksien keskiarvoon (k), 85 %:n nopeuteen (v₈₅), 15 %:n nopeuteen (v₁₅) ja keskihajontaan (s) talvella 95–96. Koetien muutokset kuvaavat kelin ja nopeusrajoituksen alentamisen yhteisvaikutuksia ja vertailutien muutokset pelkän kelin vaikutusta (vertailutien nopeusrajoitus oli koko ajan 100 km/h).



Kuva 11. Kelin, nopeusrajoituksen alentamisen 100 km/h:sta 80 km/h:iin sekä kelivaroitusmerkin vaikutus koko liikenteen nopeuksien keskiarvoon (k), 85 %:n nopeuteen (v₈₅), 15 %:n nopeuteen (v₁₅) ja keskihajontaan (s) talvikaudella 95–96. Koetien muutokset kuvaavat kelin, nopeusrajoituksen alentamisen ja kelivaroitusmerkin yhteisvaikutuksia ja vertailutien muutokset pelkän kelin vaikutusta (vertailutien nopeusrajoitus oli koko ajan 100 km/h).



Kuva 12. Kelin ja kelivaroitusmerkin vaikutus koko liikenteen nopeuksien keskiarvoon (k), 85 %:n nopeuteen (v_{85}), 15 %:n nopeuteen (v_{15}) ja keskihajontaan (s) talvella 95–96. Koetien muutokset kuvaavat kelin ja kelivaroitusmerkin yhteisvaikutuksia ja vertailutien muutokset pelkän kelin vaikutusta (nopeusrajoitus oli koko ajan 100 km/h sekä koe- että vertailuteillä).





Kuva 13. Kelin ja nopeusrajoituksen alentamisen 120:stä 100:aan km/h vaikutus koko liikenteen nopeuksien keskiarvoon (k), 85 %:n nopeuteen (v_{85}), 15 %:n nopeuteen (v_{15}) ja keskihajontaan (s) kesällä. Koetien muutokset kuvaavat kelin ja nopeusrajoituksen alentamisen yhteisvaikutuksia ja vertailutien muutokset pelkän kelin vaikutusta (vertailutien nopeusrajoitus oli koko ajan 120 km/h).

Muuttuvien nopeusrajoitusten ja liukkaan ajoradan merkkien vaikutuksen suuruutta nopeuksien keskihajontaan, v_{85} :een ja v_{15} :een arvioitiin samaan tapaan kuin keskinopeustarkasteluissa (kaavat luku 2.3.2). Erojen tilastollista merkitsevyyttä ei testattu.

Muuttuvilla nopeusrajoituksilla oli nopeuksien hajontaa pienentävä vaikutus (taulukko 26). Hajonta pieneni eniten silloin, kun nopeusrajoitus alennettiin talvella 80 km/h:iin ja lisäksi käytössä oli liukkaan ajoradan merkki. Rajoitusten hajontaa pienentävä vaikutus oli siten suurin kaikkein huonoimmissa keliolosuhteissa. Pelkkä liukkaan ajoradan merkki tilanteessa, jossa nopeusrajoitusta ei alennettu ei pienentänyt hajontaa.

Taulukko 27. Muuttuvien merkkien arvioitu vaikutus v_{85} :een, v_{15} :een ja nopeuksien keskihajontaan (km/h).

Tunnusluku	talven 80 km/h	talven 80 +  km/h	talven 100 +  km/h	kesän 100 km/h
V_{85}	-4,7	-4,4	-1,2	-8
V_{15}	1,5	2	-0,2	-1,7
keskihajonta	-3,4	-4,8	0,2	-2,1

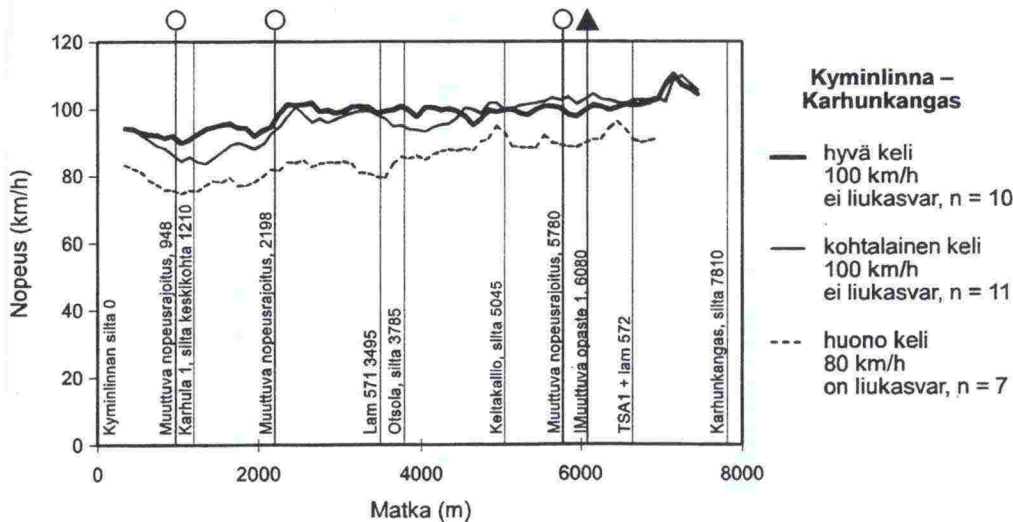
  Muuttuva nopeusrajoitus

 Muuttuva liukkaan ajoradan merkki

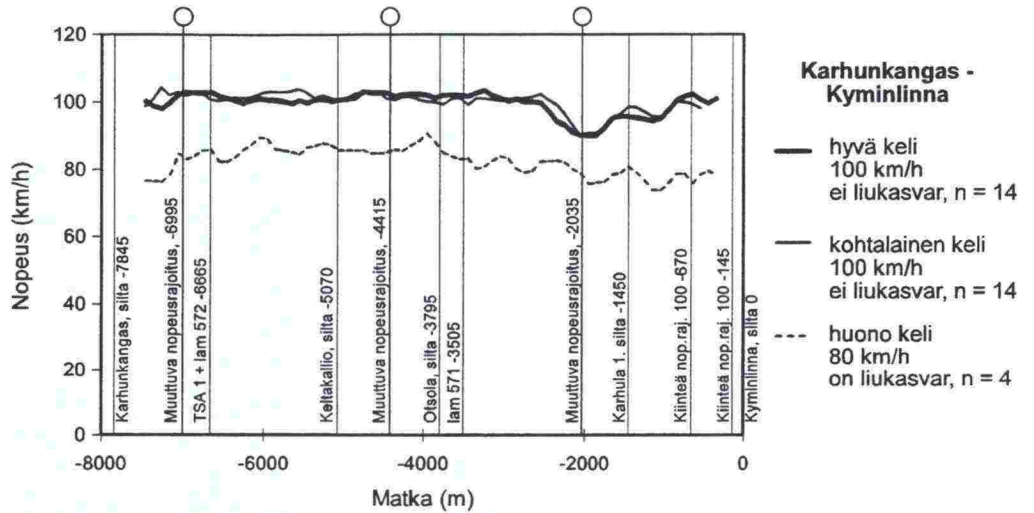
3.2.4 Nopeusprofileja

Kuvissa 14–17 on esitetty eri tiejaksojen nopeusprofileja. Kuvista voidaan nähdä, että kelin muuttuminen hyvästä kohtalaiseksi ei vielä vaikuttanut ajonopeuksiin. Kun keli oli huono ja nopeusrajoitus alennettiin 80 km/h:iin oli seurattujen autojen nopeuden alenema kuvien perusteella noin 15 km/h koko tarkastelujaksolla. Tällöin erot olivat myös tilastollisesti merkitseviä.

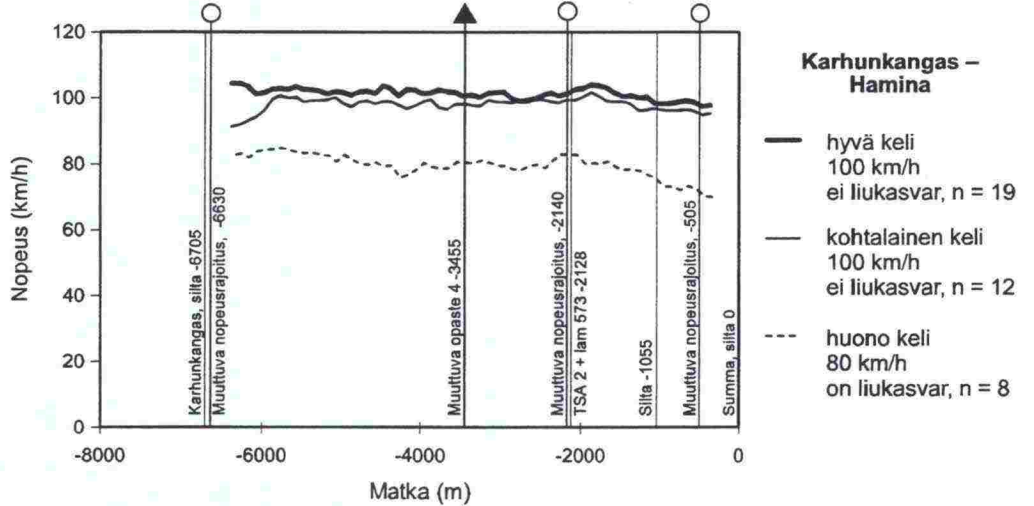
Yksittäisten muuttuvien merkkien vaikutusta ei nopeusprofileissa näy. Tutkimuksessa käytettyjen liikenteen automaattisten mittauspisteiden kohdalla ei nopeusprofileissa näy muusta tilanteesta poikkeavaa nopeuskäyttäytymistä.



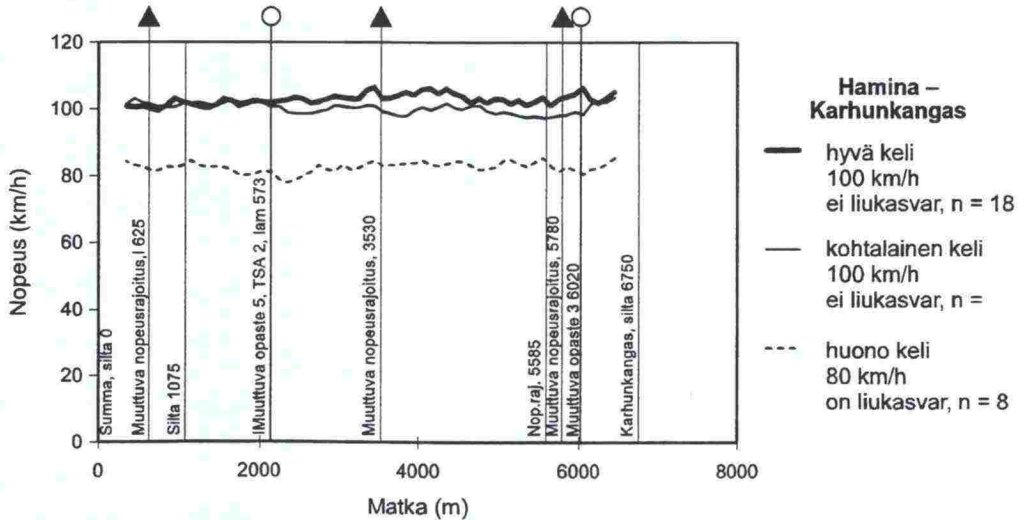
Kuva 14. Ajonopeuksia välillä Kyminlinna – Karhunkangas.



Kuva 15. Ajonopeuksia välillä Karhunkangas –Kyminlinna.



Kuva 16. Ajonopeuksia välillä Karhunkangas –Hamina.



Kuva 17. Ajonopeuksia välillä Hamina –Karhunkangas.

3.2.5 Sääohjatun tien heijastusvaikutukset

Heijastusvaikutuksella tarkoitetaan ohjatun tieosuuden muuttuvien opasteiden vaikutusta kuljettajien käyttäytymiseen heidän poistuttuaan sääohjatulta osuudelta. Tarkastelu perustuu koe- ja vertailusuuntien koko liikennevirran keskinopeuksien vertailuun erilaisissa sääohjatun tien muuttuvien viestien tilanteissa. Esitetyt tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0,01$).

Talvikausi

Talvikaudella vertailuaineisto kerättiin tilanteesta, jolloin sääohjatulla tiellä nopeusrajoitus oli 100 km/h, eikä muuttuvassa opasteessa ollut keliviestiä. Neljä eri sääohjatun tien merkkien tilaa aiheuttivat heijastusvaikutusta tutkittavissa pisteissä (taulukko 28). Nämä tilat olivat '80 km/h nopeusrajoitus', '80 + liukkaan ajoradan merkki', '100 + liukkaan ajoradan merkki ja '100 + turvaväli (tekstiviesti)'. Mittauspisteistä luotettavin ja tärkein oli lam 530 valtatiellä 15, koska sääohjatun osuuden ja mittauspisteen välillä ei ollut liittymiä (lähies kaikki olivat ohittaneet sääohjatun osuuden muuttuvat opasteet) tai muita mahdollisesti häiritseviä tekijöitä (esim. merkittävä taajama).

Sääohjatun tien '80 km/h nopeusrajoitus' alensi lam-pisteiden 530 (Anjala), 561 (Mussalo) ja 525 (Hamina) keskinopeuksia noin 1–2 km/h, kun '80 + liukkaan ajoradan merkki' -viestin keskinopeuksia alentava vaikutus oli hieman pienempi. Lam-pisteissä 530 ja 525 '100 + liukkaan ajoradan merkki' laski keskinopeuksia noin 1 km/h, kun se pisteissä 561 ja 501 (Pyhtää) nosti nopeuksia 2–3 km/h. '100 + turvaväli (tekstiviesti)' viestin nosti hieman keskinopeuksia.

Taulukko 28. Koe- ja vertailusuunnan koko liikenteen keskinopeuksien erot erilaisissa sääohjatun tien muuttuvien viestien tilanteessa talvikaudella.

	Sääohjatun tien merkkien tila	Keskinop. ero (km/h) koesuunta	Keskinop.ero (km/h) vertailusuunta	Ero (km/h) koesuunta/vertailusuunta
lam 530	80 km/h nopeusrajoitus	-0,3	+0,5	-0,8
	80+"liukas ajorata"	-8,7	-7,7	-1,0
	100+turvaväli	-0,8	-1,4	+0,6
	100+"liukas ajorata"	-2,2	-1,3	-1,0
lam 561	80 km/h nopeusrajoitus	-6,6	-4,7	-1,9
	80+"liukas ajorata"	-6,8	-6,4	-0,5
	100+"liukas ajorata"	+0,4	-1,7	+2,1
lam 501	80+"liukas ajorata"	-3,2	-4,8	+1,6
	100+"liukas ajorata"	-0,9	-3,8	+3,0
lam 525	80 km/h nopeusrajoitus	-0,6	+0,1	-0,7
	80+"liukas ajorata"	-3,0	-2,5	-0,5
	100+turvaväli	+0,2	-0,3	+0,5
	100+"liukas ajorata"	-0,6	+0,1	-0,7

Kesäkausi

Kesäkaudella vertailuaineistona käytettiin tilannetta, jossa nopeusrajoitus oli 120 km/h, eikä muuttuvassa opasteessa ollut keliviestiä. Sääohjatun tien merkkien tilojen '80 km/h nopeusrajoitus', '80 + liukkaan ajoradan merkki' ja '120 + turvaväli' todettiin nostavan koesuunnan ajonopeuksia 1–2 km/h (taulukko 29), paitsi lam-pisteessä 530, jossa '80 + liukasvaroitus' alensi keskinopeutta noin 2 km/h.

Taulukko 29. Koe- ja vertailusuuntien koko liikenteen keskinopeuksien erot erilaisissa sääohjatun tien muuttuvien viestien tilanteessa kesäkaudella.

	Sääohjatun tien merkkien tila	Keskinop. ero (km/h) koesuunta	Keskinop.ero (km/h) vertailusuunta	Ero (km/h) koesuunta /vertailusuunta
lam 530	80 km/h nopeusrajoitus	-0,6	-2,3	+1,7
	80+"liukas ajorata"	-8,1	-6,2	-1,9
	100 km/h nopeusrajoitus	-0,4	-0,7	+0,3
	120+turvaväli	+2,0	+0,4	+1,6
lam 501	80+"liukas ajorata"	-4,7	-6,2	+1,5
	100 km/h nopeusrajoitus	-0,3	-0,4	+0,1
	100+muu vaara+tuuli	-0,4	-1,0	+0,5
	120+turvaväli	+0,8	-0,8	+1,6
lam 525	80 km/h nopeusrajoitus	-0,2	-1,2	+1,0
	80+"liukas ajorata"	-2,0	-3,9	+1,9
	100 km/h nopeusrajoitus	-1,8	-1,3	-0,5

Talviajan muuttuvat opasteet ovat pääosin alentaneet sääohjatulta tieltä lähtevien keskinopeutta, kun kesäajan muuttuvien opasteiden vaikutus on ollut keskinopeutta nostava.

Sääohjatun tien muuttuvilla nopeusrajoituksilla ja opasteilla ei ollut heijastusvaikutuksia nopeuksien hajontaan.

Koe- ja vertailusuunnan nopeuseroista eri keleillä oli mittaustietoa syys–lokakuulta 1994 ennen sääohjatun tien rakentamista seuraavasti:

lam 530:

- huonolla kelillä koesuunnan keskinopeus oli 2,8 km/h suurempi kuin vertailusuunnan,
- kohtalaisella kelillä ero oli 0,3 km/h ja
- hyvällä kelillä ero oli -0,2 km/h.

lam 501:

- huonolla kelillä koesuunnan keskinopeus oli 1,4 km/h suurempi kuin vertailusuunnan,
- kohtalaisella kelillä ero oli -0,4 km/h ja
- hyvällä kelillä -0,8 km/h.

Koe- ja vertailusuuntien keskinopeuksien erot olivat siis erilaiset eri keleillä jo ennen sääohjatun tien rakentamista ja nämä erot on syytä ottaa huomioon sääohjatun tien heijastusvaikutusten suuruutta arvioitaessa.

3.3 Ajoetäisyydet

Sääohjatulla järjestelmän vaikutukset ajoetäisyyksiin olivat pieniä. Vaikutukset olivat suuruudeltaan 0,5–4,5 %-yksikköä (taulukot 30 ja 31). Kuitenkin koe- ja vertailutien välillä oli systemaattinen ero siten, että koetiellä ajoetäisyydet yleensä vähän lyhenivät ja vertailutiellä kasvoivat, kun nopeusrajoitusta alennettiin tai käytettiin liukkaan ajoradan viestiä.

Myöskään kehoitus ”muista turvaväli” ei vähentänyt alle 1,5 sekunnin etäisyydellä ajavien osuutta jonossa.

Taulukko 30. Alle 1,5 sekunnin ajoetäisyydellä jonossa ajaneiden (aikaväli edellä ajavaan ≤ 5 sekuntia) osuuksien muutokset eri koetilanteissa talvikaudella 1995–1996 (n > 1000, %).

Koetien mittauspiste	Alennettu 80 km/h		Alennettu 80 km/h + ”liukas ajorata”		100 km/h + ”liukas ajorata”	
	koetie	vertailutie (lam 112)	koetie	vertailutie (lam 112)	koetie	vertailutie (lam 112)
lam 571, suunta 0	2,5	-6,2	-	-	-	-
lam 571, suunta 1	1,4	-5,6	3,1	-1,8	-	-
lam 572, suunta 0	1,3	-6,8	-0,3	-3,5	4,9	7,1
lam 572, suunta 1	0,9	-4,8	3	-2,6	-	-
lam 5-3, suunta 0	4	-0,9	1,6	-3,8	2,2	-0,4
lam 573, suunta 1	2,7	-2,7	2,8	-0,2	1,5	-1,9
keskiarvo	2,1	-4,5	2	-2,4	2,9	1,6

Taulukko 31. Alle 1,5 sekunnin ajoetäisyydellä jonossa ajaneiden osuuksien muutokset eri koetilanteissa kesäkaudella 1995 (n > 1000, %).

Koetien mittauspiste	Alennettu 100 km/h		120 km/h + ”muista turvaväli”	
	koetie	vertailutie (lam 112)	koetie	vertailutie (lam 112)
lam 571, suunta 0	-2,5	-2,5	-	-
lam 571, suunta 1	-0,7	-2,2	0,6	-3,4
lam 572, suunta 0	-2,3	-7	-	-
lam 572, suunta 1	-1,6	-0,8	-2,8	-3,1
lam 573, suunta 0	-1,9	-4,4	-0,3	1,5
lam 573, suunta 1	-2,9	-3,4	4,3	-0,8
keskiarvo	-2	-3,4	0,5	1,5

Alle 1,5 sekunnin aikavälien osuus jonossa oli hyvällä kelillä talvella sääohjatulla tiellä noin 18 % ja vertailutiellä noin 20 %. Kesällä osuudet olivat noin 4 %-yksikköä suurempia.

3.4 Hankkeen yhteiskuntataloudellinen kannattavuus

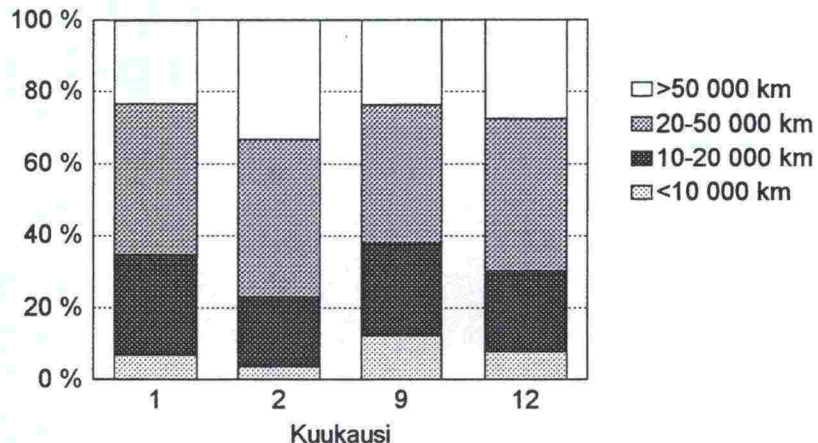
Hankkeen yhteiskuntataloudellista kannattavuutta arvioitiin Lähesmaan /10/ tekemän selvityksen pohjalta. Tämän kokeiluhankkeen arvioitiin jäävän vuonna 1995 syntyneillä kustannuksilla ja Kotka-Hamina tiellä saaduilla vaikutuksilla yhteiskuntataloudellisen kannattavuusrajan alapuolelle. Alustava karkea arvio kannattavuudesta on selvitetty raportin liitteessä 7. Yhteiskuntataloudellisesta edullisuudesta valmistuu oma tutkimus heinäkuussa 1997, jossa tarkastellaan laajemmin taloudellisuuteen vaikuttavien eri tekijöiden merkitystä ja millä ehdoilla sääohjaus olisi tuottavaa.. Liitteessä 8 on tarkasteltu hankkeen turvallisuusvaikutuksia.

3.5 Kuljettajien käsitykset

3.5.1 Kuljettajat

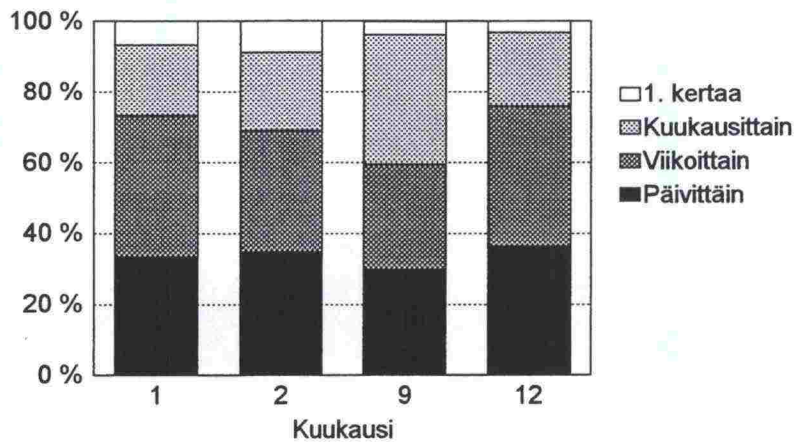
Miesten osuus oli keskimäärin eri haastattelukerroilla 82 % ja vaihteluväli 78–88 %. Vastaaajien keski-ikä oli 42 vuotta ja vaihteluväli 17–82 vuotta. Kummasakaan muuttujassa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eri haastattelukertojen välillä.

Kaikilla haastattelukerroilla yli 60 % kuljettajista ilmoitti vuotuisen ajosuoritteensa olleen yli 20 000 km (kuva 18). Vuotuinen ajosuorite ei vaihdellut tilastollisesti merkitsevästi eri haastattelukerroilla.



Kuva 18. Vuotuinen ajosuorite eri haastattelukerroilla.

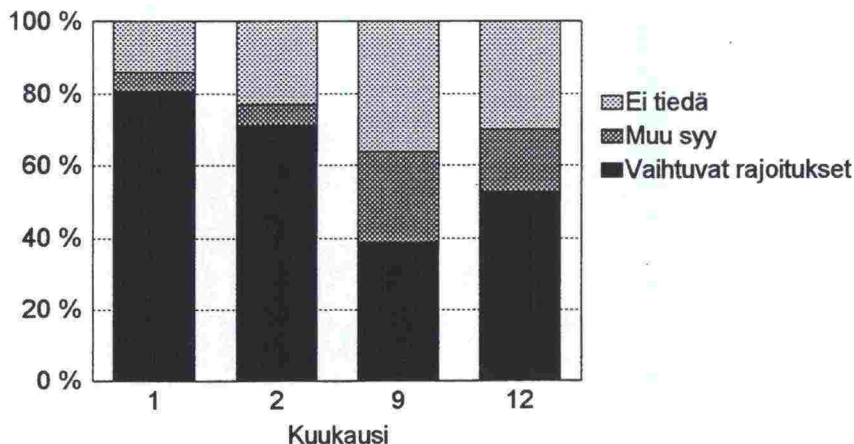
Valtaosa kuljettajista oli ohittanut haastattelupaikan edellisen vuoden aikana vähintään viikottain (kuva 19). Haastattelupaikan ohittamistiheys erosi kuitenkin tilastollisesti merkitsevästi eri haastattelukerroilla ($\chi^2(9) = 21,1$, $p = 0,012$). Jostain syystä syyskuussa haastateltujen joukossa oli tavallista enemmän niitä, jotka olivat ohittaneet haastattelupaikan vain kuukausittain.



Kuva 19. Haastattelupaikan ohitustiheys viimeisen vuoden aikana.

3.5.2 Merkkien muistaminen ja arvioitu käyttäytymisvaikutus

Voimassa olevan nopeusrajoituksen tiesi 88–94 % kuljettajista eri haastattelukerroilla (ei tilastollisesti merkitsevää eroa). Kysyttäessä miksi nopeusrajoitus osoitettiin tällä tieosuudella poikkeavasti (tumma pohja, vaalea lukema) vastaukset poikkesivat tilastollisesti merkitsevästi eri haastattelukerroilla, $\chi^2(6) = 69,7$, $p = 0,000$. Sekä *en tiedä* että *muu syy* vastausten osuudet olivat suhteellisen suuria syys- ja joulukuussa (kuva 20). Tulos oli jokseenkin samanlainen, vaikka se laskettiin vain niiden kuljettajien osalta, jotka ajoivat vähintään viikottain haastattelupaikan ohi. Syyskuussa, jolloin muu syy -luokka oli tavallista suurempi, muuksi syyksi mainittiin ylivoimaisesti useimmin (83 %) parempi näkyvyys, erottuvuus tms.



Kuva 20. Vastaukset kysymykseen "Miksi nopeusrajoitus esitettiin poikkeuksellisesti tavalla (tumma pohja, vaalea lukema)".

Tiellä käytössä olleiden nopeusrajoitusten tuntemus heikkeni jonkin verran tutkimusvuoden kuluessa. Sekä talvi- että kesärajoituksista lisääntyi vastausten määrä, joissa annettiin vain yksi nopeusrajoitus (talvella 100 km/h ja kesällä

120 km/h). Nämä vastaajat eivät ilmeisesti tienneet rajoitusten olevan muuttuvia (taulukot 32 ja 33).

Taulukko 32. Talvikaudella käytössä olleiden rajoitusten tietäminen (n = 124 + 125 + 151 + 158). Oikea vastaus on rasteroitu.

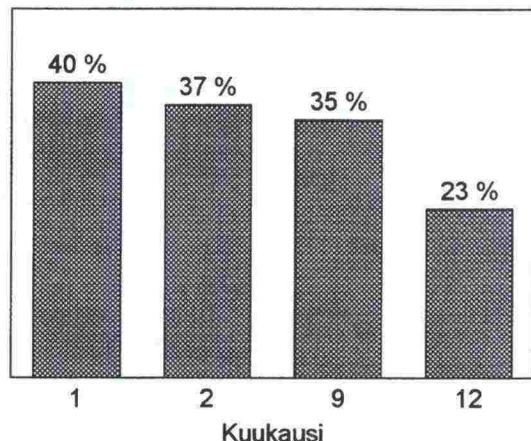
Annettu vastaus	Tammi- kuussa (%)	Helmi- kuussa (%)	Syys- kuussa (%)	Joulu- kuussa (%)
80 ja 100	60	79	65	55
100	4	6	22	29
80, 100 ja 120	4	9	4	10
80, 90 ja 100	28	0	0	0
Muut	4	6	9	6
Yhteensä	100	100	100	100

Taulukko 33. Kesäkaudella käytössä olleiden rajoitusten tietäminen (n = 162+151). Oikea vastaus on rasteroitu.

Annettu vastaus	Syyskuussa (%)	Joulukuussa (%)
80, 100 ja 120	37	27
100 ja 120	36	21
120	17	47
Muut	10	5
Yhteensä	100	100

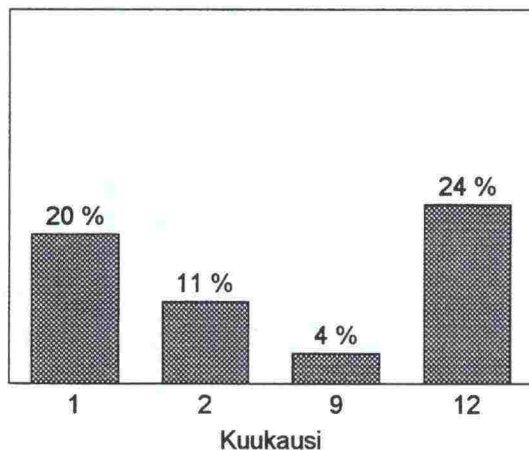
Viimeisen merkin muistamista selvitettiin silloin, (1) kun se oli liukas ajorata -merkki (helmikuussa ja silloinkin vain osa haastatteluajasta) ja (2) kun se oli pelkkä lämpötilänäyttö. Liukkaan ajoradan merkin (sen ollessa päällä) muisti 66 % kuljettajista (n = 61). Näistä 40 % ilmoitti edelleen merkin vaikuttaneen heidän ajamiseensa.

Pelkän lämpötilänäytön muistaminen heikkeni haastattelujen aikana tilastollisesti merkitsevästi, $\chi^2(3) = 10,9$, $p = 0,012$ (kuva 21). Tulos on jokseenkin sama, vaikka se laskettaisiin vain viikottain tai useammin haastattelupaikan ohittaneiden osalta.



Kuva 21. Pelkän lämpötilänäytön muistaminen eri haastattelukerroilla (n = 525).

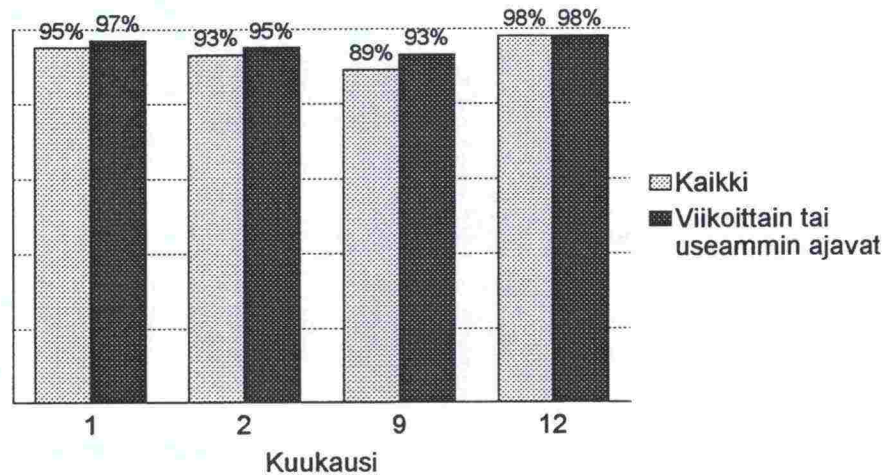
Kun lämpötilänäytön oikein muistaneilta kysyttiin, vaikuttiko se ajamiseen, vain suhteellisen pieni osa kuljettajista sanoi sen vaikuttaneen, ja näin vastanneiden osuuksissa oli suurta vaihtelua, $\chi^2(3) = 9,81$, $p = 0,020$ (kuva 22).



Kuva 22. Kuljettajat, jotka ilmoittivat pelkän lämpötilänäytön vaikuttaneen ajamiseen (osuus merkin muistaneista kuljettajista, n = 172).

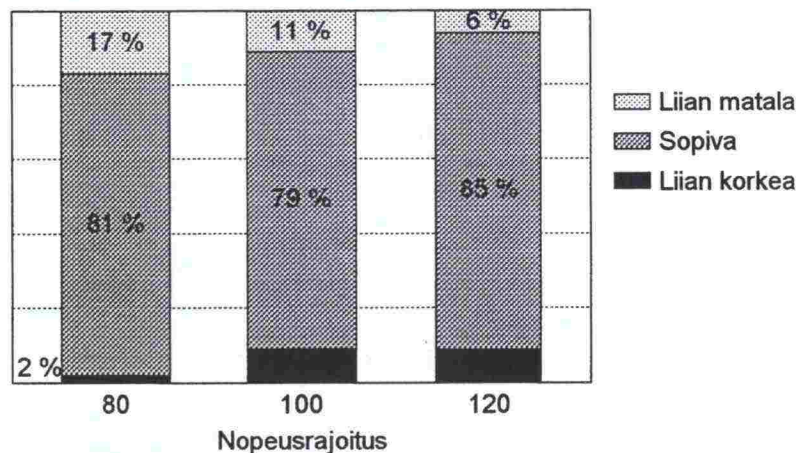
3.5.3 Käsitykset sääohjatusta järjestelmästä

Kysyttäessä ”Tiedätkö, mitkä seikat vaikuttavat nopeusrajoituksiin tällä tieosuudella?” keskimäärin 93 % kuljettajista mainitsi sään ja kelin (kuva 23). Osuuksissa oli kuitenkin vaihtelua haastattelukertojen välillä, kun tulos laskettiin kaikkien kuljettajien osalta, $\chi^2(3) = 12,46$, $p = 0,006$. Tilastollisesti merkitsevää eroa ei sen sijaan ollut, jos tulos laskettiin vain viikottain tai useammin paikan ohittaneiden osalta. Muina nopeusrajoituksiin vaikuttavina seikkoina mainittiin mm. liikennemäärä, tietyö, onnettomuus. Näiden vastausten osuus kaikista vastauksista (en tiedä -vastauksia lukuun ottamatta) oli 13 %.



Kuva 23. Osuus kuljettajista, jotka tiesivät sään ja kelin vaikuttavan nopeusrajoitukseen.

Senhetkistä rajoitusta piti sopivana keskimäärin 81 % kuljettajista. Toisaalta nopeusrajoituksen sopivuus riippui merkittävästi siitä, mikä oli voimassa oleva rajoitus, $\chi^2(4) = 9,69$, $p = 0,046$ (kuva 24): mitä korkeampi rajoitus, sitä enemmän kannatettiin rajoituksen laskemista ja vastaavasti vähemmän kannatettiin rajoituksen nostamista.



Kuva 24. Nopeusrajoituksen sopivuus senhetkisestä rajoituksesta riippuen.

Kuljettajia pyydettiin arvioimaan, oliko keli haastattelukerralla hyvä, kohtalainen vai huono. Kun nopeusrajoitus oli 80 km/h suurin osa kuljettajista piti keliä huonona eikä kukaan hyvänä. Sitä vastoin lähes kukaan ei pitänyt keliä huonona silloin, kun rajoitusta ei oltu alennettu (taulukko 34).

Taulukko 34. Kuljettajien arvio kelistä (n = 61 + 529).

Keliarvio	Nopeusrajoitus 80 km/h (%)	Alentamaton nopeusrajoitus 100 tai 120 km/h (%)
Hyvä	0	61
Kohtalainen	39	38
Huono	61	1

Olosuhteiden mukaan vaihtuvia nopeusrajoituksia piti tarpeellisina 95 % ja tarpeettomina 4 % kuljettajista (1 % ei osannut sanoa). Vastausten jakautumisissa ei ollut merkitseviä eroja eri haastattelukertojen välillä.

Olosuhteiden mukaan vaihtuvien nopeusrajoitusten hyvänä puolena mainittiin useimmin turvallisuus (55 % vastauksista) ja sujuvuus (30 % vastauksista). Yhteensä *hyviä puolia* -vastauksia oli 603.

4 TULOSTEN TARKASTELUA

Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa sääohjatun telemaattisen järjestelmän vaikutuksista liikenteeseen. Tätä tietoa käytetään myös järjestelmän yhteiskuntataloudellisten hyötyjen ja haittojen arvioinnissa. Liikenteellisistä vaikutuksista keskeisiä ovat vaikutukset liikenteen keskinopeuteen ja nopeuksien hajontaan. Vaikutukset liikenneturvallisuuteen, ajoneuvo- ja aikakustannuksiin sekä päästöihin ja meluun riippuvat olennaisesti nopeusvaikutuksista.

Järjestelmä alensi keskinopeutta

Vaihtuvat nopeusrajoitukset alensivat talvikaudella jonojen ulkopuolella ajaneiden henkilöautojen keskinopeuksia kelin aiheuttaman aleneman lisäksi 3,4 km/h ja koko liikenteen keskinopeutta 2,5 km/h. Nämä nopeuksien alenemat ovat jonkin verran pienempiä kuin aikaisemmin tehdyssä kiinteiden talvirajoitusten koekielussa mitattiin. Tällöin nopeuksia alennettiin moottoritieellä 120 km/h:stä 100 km:iin. Nyt nopeusrajoituksia alennettiin lisää eli talvella moottoriteillä käytettävästä nopeusrajoituksesta 100 km/h 80 km/h:iin. Alennettu nopeusrajoitus oli voimassa noin 20 % talvikaudesta (marraskuun alusta helmikuun loppuun).

Kun tarkasteltiin tilannetta, jossa talvella nopeusrajoituksen lisäksi käytettiin liukkaasta varoittavaa merkkiä, alenivat keskinopeudet merkkiihdistelmän vaikutuksesta vähemmän kuin pelkän alennetun rajoituksen vaikutuksesta. Syynä tähän on todennäköisesti huonon kelin tunnistettavuus, mikä näkyy myös vertailutiellä ajonopeuksien huomattavana laskuna pelkän kelin vaikutuksesta. Nopeusprofiileista nähtiin, että 'liukas ajorata' -merkkiä käytettäessä kelin ja merkkien yhteisvaikutus nopeuteen oli 15 km/h luokkaa.

Kesäkaudella nopeusrajoituksen alentaminen 120:stä 100:aan km/h pienensi keskinopeutta enemmän kuin muutos 100 km/h:sta 80 km/h:iin talvikaudella. Koko liikenteen keskinopeus aleni 5–6 km/h ja henkilöautojen 7–8 km/h rajoituksen vaikutuksesta. Vertailutiellä, jossa oli voimassa 120 km/h nopeusrajoitus, kelin vaikutus keskinopeuteen oli tällöin pienempi kesällä kuin talvella.

Keskinopeus aleni eniten piilevän liukkaan aikana

Sään ja kelin perusteella vaihtuvien nopeusrajoitusten hyödyn voidaan olettaa olevan suurimpia keleillä, jotka ovat vaikeita havaita liukkaiksi. Kun talvikauden aineistosta rajattiin pois sateisimmat kelit, joiden hankaluuden kuljettajat havaitsivat helposti (7 % koetilanteista), alensi nopeusrajoituksen muuttaminen 100 km/h:sta 80 km/h:iin koko liikenteen nopeutta 2 km/h enemmän kuin koko aineistossa eli 4,6 km/h.

Sateisimpien kelien osuus oli pieni ja luvut ovat tältä osin epävarmoja. Tältä osin muuttuva nopeusrajoitus mahdollisesti suurensi keskinopeutta. Tarkastelussa oli mukana kaksi mittauspistettä, joista toisessa keskinopeus oli näissä kaikkein huonoimmissa olosuhteissa vertailutiellä alhaisempi kuin koetiellä, toisessa koetiellä alhaisempi kuin vertailutiellä. On siis mahdollista, että 80 km/h on liian korkea muuttuva arvo todella huonolla kelillä. Toisaalta kyse voi olla siitä, että esimerkiksi mittauspaikan ominaisuuksien takia kaikkein huonoimmilla keleillä kes-

kinopeus aleni pelkän kelin vuoksi enemmän vertailutien kuin koetien mittauspisteessä.

Nopeuksien hajonta pieneni sääohjatulla tiellä

Muuttuvat nopeusrajoitukset pienensivät nopeuksien hajontaa sääohjatulla tiellä. Rajoitukset vaikuttivat eniten korkeimpiin nopeuksiin. Sääohjatun järjestelmän nopeuksien hajontaa pienentävä vaikutus oli erityisen selvä talvella, mutta hajonta pieneni myös kesällä.

Vertailutiellä kelin huonontuessa sen sijaan nopeuksien hajonta kasvoi, vaikka keskinopeus aleni. Erityisesti v_{15} -tunnusluku pieneni huomattavasti, mikä kertoo siitä, että kaikkein varovaisimmat kuljettajat alensivat nopeutta eniten. Osa kuljettajista siis alensi nopeutta kelin huonontuessa mutta osa ei. Tulosta voidaan tulkita siten, että osa kuljettajista kokee nopeusrajoituksen ohjenopeudeksi.

Sääohjatun tien tyypisellä järjestelmällä näyttää siis olevan huonon sään ja kelin aikana nopeuskäyttäytymistä yhdenmukaistava vaikutus (hajonta pieneni), mikä on liikenneturvallisuuden kannalta edullista.

Nopeusrajoituksia noudatettiin paremmin

Nopeusrajoitusten noudattaminen sääohjatulla tiellä oli yleensä parempaa kuin kahdella muulla moottoritieellä (Porvoontie ja vt1). Alennettuja nopeusrajoituksia ylitettiin kuitenkin enemmän kuin alentamattomia.

Arvioitaessa sääohjatulla järjestelmällä saavutettavia hyötyjä nopeusrajoitusten parempi noudattaminen on merkityksellistä, koska se koskee huomattavaa osaa (noin 80 %) tarkasteluajasta.

Sääohjatulla tiellä käytettiin kuituoptisia nopeusrajoitusmerkkejä. Toisessa tutkimuksessa /11/ todettiin, että kuituoptisen merkin noudattaminen oli parempaa kuin perinteisen näköisen, joskin muuttuvan merkin. Ko. tutkimus tehtiin kaksikaistaisella maantiellä ja kyseessä oli yksittäisen nopeusrajoituksen alentaminen 80 km/h:sta 60 km/h:iin ennen liittymää, eikä ajosuunnassa ollut muita kuituoptisia merkkejä ennen tutkimuspaikkaa.

Järjestelmällä heijastusvaikutuksia säätiien jatkeilla

Talviajan nopeusrajoituksen alentaminen säätiellä alensi myös säätieltä lähtevien keskinopeutta oli noin 1 km/h (mm. kaksikaistaisella maantiellä joka erkani sääohjatusta tiestä noin 10 km:n ennen mittauspistettä).

Kesäkaudella muuttuvien rajoitusten ja viestien käyttö näytti kasvattavan säätieltä lähtevien keskinopeutta, etenkin kun käytössä oli 120 km/h:sta 80 km/h:iin alennettu rajoitus. Heijastusvaikutusten selvittämisessä tärkein mittauspiste oli valtatiellä 15 (Anjala, 10 km säätiestä), koska tähän mittauspisteeseen lähes kaikki koesuunnan liikenne tulee sääohjatulta tieltä. Muissa pisteissä on liikennevirrassa melko paljon myös sellaisia kuljettajia, jotka tulevat muualta (liikenne Kotkasta ja Haminasta). Vt 15:n mittauspisteessä sekä nopeusrajoituksen alentaminen että liukkaan ajoradan muuttuva merkki pienensivät talvella keskinopeutta. Kuitenkin kesän 80 km/h suurensi keskinopeutta. Vertailu- ja koesuunnan mahdollisista nopeuseroista ennen sääohjatun tien rakentamista oli tutkimuksessa käytettävissä rajallisesti tietoa. Tulokset antoivat viitteitä siihen, että jo ennen

järjestelmän rakentamista koesuunnan keskinopeudet olivat kyseisessä mittauspisteessä kesäkaudella suurempia kuin vertailusuunnan silloin, kun keli oli huono. Kesäkaudella todettu säätien 80 km/h keskinopeutta kasvattava vaikutus selittyy siten koepaikkaan liittyvillä tekijöillä.

Tutkimusasetelmaan liittyviä epävarmuustekijöitä

Koska kyseessä oli uudelle tieosalle rakennetun järjestelmän vaikutusten arviointi, ei tutkimusasetelmana voitu käyttää ennen–jälkeen-asetelmaa vaan vaikutuksia arvioitiin vertailutien mittausten perusteella. Vertailutien käyttäminen oli välttämätöntä, jotta saatiin arvio sään ja kelin vaikutuksista. Vertailutien käytössä oli kuitenkin ongelmana paikkojen ja liikennekäyttämisen erilaisuus.

On esimerkiksi mahdollista, että kuljettajat muuttivat käyttäytymistään eri tavoin kelin muuttuessa koe- ja vertailutiellä. Jos kuljettajat esimerkiksi ajoivat hyvällä kelillä vertailutiellä lujempaa kuin koetiellä, mutta kummallakin tiellä samaa vauhtia huonolla kelillä, tämä pienensi muuttuvan järjestelmän arvioitua vaikutusta.

Pitkähkön seuranta-ajan (runsas vuosi) aikana voivat myös olosuhteet jommalla kummalla tiellä muuttua. Jostain syystä etenkin jälkimmäisellä talvijaksolla vertailutien keskinopeudet alenivat huonolla kelillä jossain tilanteessa enemmän kuin ensimmäisenä talvena. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, oliko vertailutien olosuhteissa tapahtunut jotain erityistä tien pinnan kuntoon liittyvää (esimerkiksi urautuminen), mikä olisi selittänyt keskinopeuden suuren alenemisen vertailutiellä huonolla kelillä. Tällaisia asioita ei kuitenkaan havaittu.

Vaikka vertailu- ja koetien mittaukset pyritään tekemään samalla tavoin, ei kaikkia mittaamiseen liittyviä eroja tässäkään tapauksessa voitu välttää. Sääohjatulla tiellä oli käytössä mahdollisimman kehittynyt kelin ja sään seurantarjestelmä ja tilannetta seurattiin oletettavasti myös kelikeskuksesta käsin tarkemmin kuin vertailutiellä. Näitä virhelähteitä pyrittiin osaltaan poistamaan valitsemalla aineistoista vertailtavaksi aina saman keliluokituksen aineistoja. Vertailutien liikennemittauspisteen sää- ja kelitilannetta jouduttiin lisäksi arvioimaan tiesääaseman (Sipoonlahti) avulla, joka oli yli kymmenen kilometrin päässä mittauspisteestä. Eri tiesääasemien tuottamien tietojen välillä on myös tyypillisesti esimerkiksi asennuksista ja säädöistä riippuvia eroja.

Aineistojen rajaaminen keliluokituksen perusteella on myös tulosten yksi mahdollinen virhelähde. Vertailtavat aineistot valittiin alunperin siten, että ne vastasivat toisiaan viikonpäivän ja kellonajan mukaan. Keliluokituksen mukainen rajaus tämän jälkeen heikensi osittain aineistojen vertailukelpoisuutta ajan mukaan. Tämän ei kuitenkaan katsottu olevan ongelma riittävän suurissa aineistoissa.

Tutkimusaineistojen valinnassa käytetty aikarajaus saattaa osaltaan selittää vertailuaineiston suuria kelivaikutuksia. Vertailuaineistojen yhtenä valintaperusteena oli, että ne valittiin samoilta päiviltä ja kellonajoilta, jolloin koetiellä oli alennettu rajoitus. Sateet tulevat sääohjatulle tielle tyypillisesti lännestä ehkä 1-2 tunnin viiveellä vertailupisteeseen nähden. Mikäli näin oli, aikarajaus saattoi tehdä vertailuaineiston kelisuoritteesta epäedustavan leikaten kelisuoritteesta systemaattisesti huonon kelijakson alun pois. On todennäköistä, että huono keli alentaa keskinopeutta jollain viiveellä. Tämän vuoksi lisäanalyysillä tarkastettiin,

muuttuisivatko nopeusvaikutukset, jos koeaineistosta poistetaan kunkin jakson ensimmäinen tunti. Lisäanalyysi ei kuitenkaan muuttanut tuloksia.

Kuljettajat olivat tyytyväisiä järjestelmään

Haastattelut osoittivat, että kuljettajat olivat yleensä tyytyväisiä sääohjattuun tiehen. Nopeusrajoituksen oikein muistaneiden kuljettajien osuus oli 88–94 %, mikä on parempi tulos kuin mitä esim. kiinteiden talvirajoitusten kokeilussa todettiin. Merkin muistaneiden kuljettajien osuus oli yhtä suuri kuin kuituoptyksen nopeusrajoitusmerkin muistaminen erilaisilla tekniikoilla toteutettujen muuttuvien nopeusrajoitusmerkkien vertailututkimuksessa /11/. Rajoituksen alentaminen normaalista talvirajoituksesta ei myöskään heikentänyt rajoituksen muistamista. Muuttuvan liukkaan ajoradan merkin muisti 66 % kuljettajista, mikä vastaa kiinteän varoitusmerkin muistamistasoa.

Jonkin verran oli havaittavissa, että järjestelmän tuntemus huononi tutkimusvuoden kuluessa. Tämä koski erityisesti sitä järjestelmän ominaisuutta, että nopeusrajoitukset olivat muuttuvia. Tiedottamista järjestelmästä pitäisi mahdollisesti lisätä etenkin, jos järjestelmän kehittyneisyydellä halutaan vaikuttaa kuljettajien motivaatioon noudattaa rajoituksia. Myös yhdenmukaisuudella merkkien ulkonäössä (tumma pohja, vaalea kuvio) voidaan yleisemminkin vaikuttaa tähän. Tiedossa oli hyvin, että sää ja keli ovat merkkien ohjausperustana.

Järjestelmää pidettiin tarpeellisena ja sen hyvänä puolena mainittiin useimmin turvallisuuden paraneminen. Rajoitusten hyväksyntää osoittaa myös se, että esitettyjä nopeusrajoituksia piti sopivana noin 81 % riippumatta tarkastellusta rajoitusarvosta.

Järjestelmää on edelleen kehitettävä

Järjestelmän toimintaa arvioitiin ihmisen tekemien sää- ja kelihavaintojen perusteella. Ihmisen ja tiesääaseman mittaustulosten vertailu osoitti, että silloin kuin havainnot poikkesivat toisistaan, tiesääasematiedon perusteella keli näytti yleensä olevan parempi kuin ihmisen mittausten perusteella.

Kummassakin mittaustavassa voi olla virhettä; esimerkiksi kuuran havaitseminen voi olla ihmisen tekemänä vähemmän luotettavaa kuin tiesääaseman. Toisaalta tiesääasematietojen perusteella ei saada yhtä luotettavaa kuvaa tien pinnan kitkasta kuin mittaustavaston kitkamittarilla. Myös näissä kitkamittauksissa voi olla virhettä.

Ihmisen tekemät sää- ja kelimittaukset osoittivat kuitenkin, että kelin tunnistamisjärjestelmiä on edelleen kehitettävä järjestelmän toiminnan luotettavuuden kehittämiseksi. Mm. paikoitellen esiintyvän jään havaitseminen oli ongelmallista.

Yhteiskuntataloudellinen kannattavuus

Aikaisemmassa tutkimuksessa /10/ on kehitetty menetelmä sääohjatun tien yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden arvioimiseksi. Tutkimuksessa todetut keskinopeuksien pienenemiset ja rajoitusten käyttöajat olivat suuruudeltaan sitä luokkaa, että aikaisemman selvityksen perusteella järjestelmän arvioidaan olevan yhteiskuntataloudellisen kannattavuusrajan alapuolella. Hyöty-kustannussuhteeksi arvioitiin 0,4–0,8. Vuotuiset kustannukset arvioitiin noin 1,8 miljoonak-

si markaksi, josta noin 1 miljoona oli investointikustannuksia, 0,35 miljoonaa ylläpitokustannuksia ja 0,45 miljoonaa lisääntyviä liikenteen aikakustannuksia. Hyödyt koituvat vuotuisten onnettomuuskustannusten pienenemisestä 0,95–1,5 miljoonalla markalla. Kannattavuuden arviointi on kuitenkin tässä vaiheessa alustava ja karkea. Yhteiskuntataloudellisesta edullisuudesta valmistuu oma tutkimus heinäkuussa 1997.

Nopeuksien hajonnan pieneneminen on liikenneturvallisuuden kannalta merkittävää, etenkin, kun hajonta ilman rajoituksia kasvoi vertailutiellä sään ja kelin huonontuessa. Nopeudet myös pienenevät arviossa käytettyä muutosta enemmän vähäsateisilla ja sateettomilla keleillä, joita oli suurin osa ajasta.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Sääohjatulla tiellä muuttuvaa nopeusrajoitusjärjestelmää käytettiin alentamaan nykyisiä kiinteitä nopeusrajoituksia. Alentamisen perusteena olivat tiesääasemien ja joissain tapauksissa ihmisen tekemät havainnot sään ja kelin huonontumisesta. Lisäksi muuttuvaa opastetta käytettiin liukkaasta kelistä varoittamiseen.

Tutkimuksessa todettiin, että muuttuva järjestelmä alensi keskinopeutta enemmän kuin pelkkä sää ja keli alensivat. Lisäksi alennettu muuttuva rajoitus pienensi eniten korkeimpia nopeuksia ja pienensi nopeuksien hajontaa. Vertailutiellä huono keli kasvatti hajontaa vaikka keskinopeus pieneni. Nopeusrajoitukset vaikuttivat ajonopeuksiin enemmän kuin muuttuvien opasteiden varoitusviestit.

Talvella järjestelmä vaikutti eniten nopeuksiin tilanteissa, joissa huono sää ja keli oli vaikeasti havaittavaa eli tilanteisiin, joita varten järjestelmää on erityisesti kehitetty. Muuttuvaa järjestelmää hyödynnettiin kesällä lähinnä vesiliirtovaaran vuoksi. Alennetut kesärajoitukset pienensivät keskinopeutta tehokkaasti.

Liukkaan kelin tunnistamisjärjestelmiä on edelleen kehitettävä. Tiesääaseman tietojen perusteella oli jonkin verran taipumusta luokitella keli kohtalaiseksi, vaikka ihmisen tekemien havaintojen ja kitkamittausten perusteella keli oli huono. Tiesääasemien tietojen perusteella ei aina tunnisteta liukkautta yhtä hyvin kuin kitkamittauksilla. Myös rinnakkaisten ajokaistojen kelin erilaisuus oli liikenteen ohjauksen kannalta ongelmallista. Liukkaan ajoradan viestin käyttöä kannattaisi mahdollisesti lisätä tilanteissa, joissa nopeusrajoitusta ei haluta alentaa ohituskaistan liukkauden vuoksi, kun pääajokaistan keli on pitävä tai melko pitävä.

Kuljettajat suhtautuivat myönteisesti sääohjattuun järjestelmään. Rajoitukset muistettiin hyvin ja jo talveksi kiinteästi alennettujen nopeusrajoitusten alentamista lisää sään ja kelin perusteella ei juurikaan vastustettu. Asetettuihin nopeusrajoituksiin oltiin yleisesti ottaen tyytyväisiä. Järjestelmän tuntemus näytti tutkimusvuoden aikana heikkenevän jonkin verran. Järjestelmästä tiedottamista kannattanee lisätä, etenkin sen välittämän informaation ajantasaisuutta korostaen. Rajoitusten muuttamisen syy sää ja keli olivat hyvin tiedossa.

Nyt toteutetun sääohjatun tieosuuden ei todettu olevan yhteiskuntataloudellisesti kannattava investointi. On kuitenkin otettava huomioon, että ko. tieosuus on Suomessa laatuaan ensimmäinen kokeiluhanke. Vaikutusarviot on tehty suppeahkon aineiston perusteella, eivätkä ne välttämättä ole kaikilta osin yleistettävissä erilaisiin sää- ja tieolosuhteisiin. Investointikustannusten voidaan olettaa pienenevän merkittävästikin, kun tarvittavan tekniikan käyttö yleistyy. Vaikka kokeiluhanke ei tehtyjen laskelmien mukaan ole ollut yhteiskuntataloudellisesti kannattava, se ei sulje pois mahdollisuutta, etteivätkö vastaavat hankkeet tulevaisuudessa voisi olla kannattavia. Erityisesti investointikustannusten aleneminen parantanee kannattavuutta. Hyöty-kustannussuhteeseen vaikutetaan myös sillä, millaisissa olosuhteissa käytetään minkäkinlaisia nopeusrajoituksia. Myös liikennemäärä vaikuttaa merkittävästi kannattavuuteen.

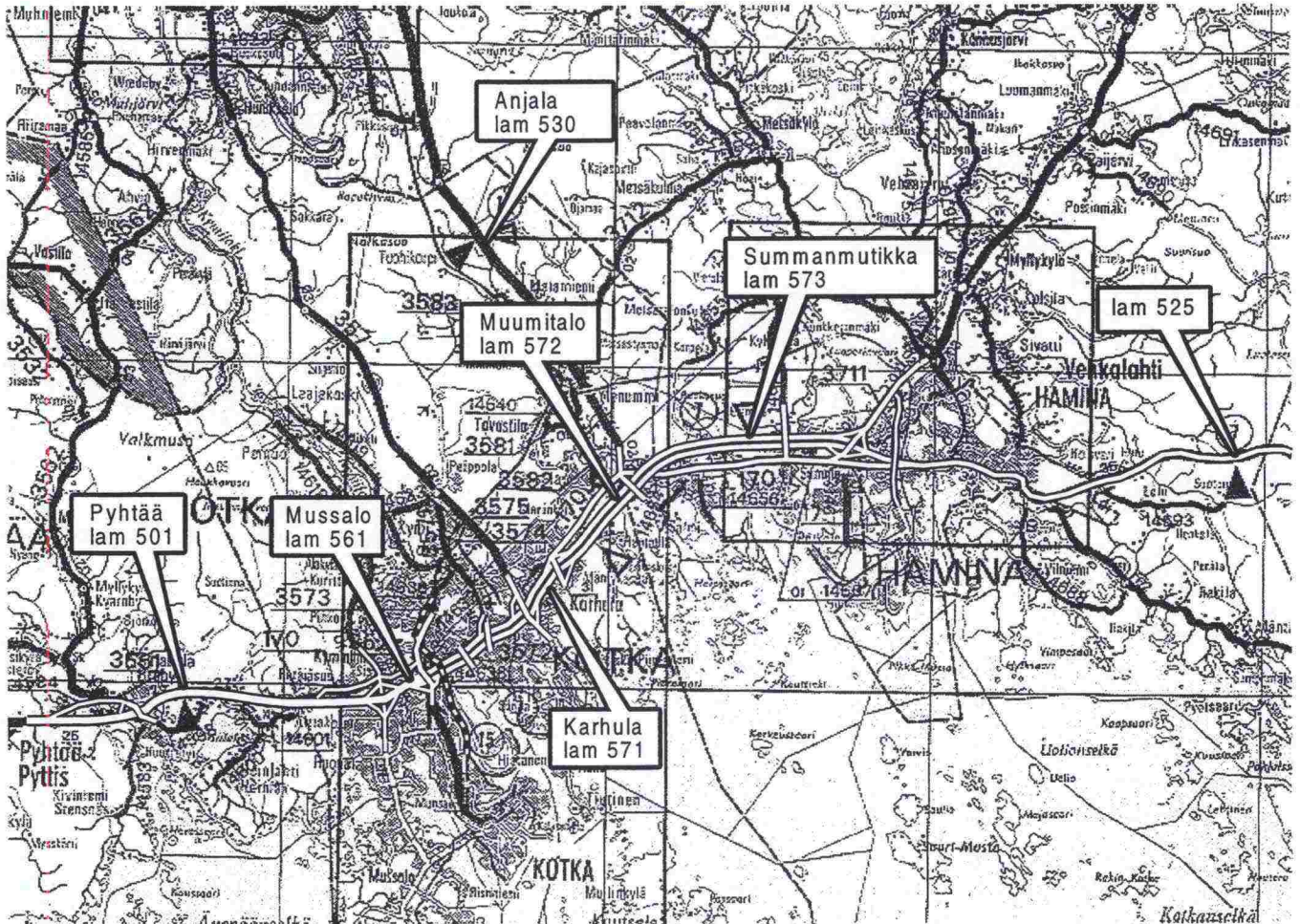
Järjestelmä, jota käytettiin nopeusrajoitusten alentamiseen huonoissa oloissa, näytti sopivan moottoritiele parantaen liikenneturvallisuutta. Myös kuljettajat hyväksyivät järjestelmän, mikä tältä osin mahdollistaa tutkitun tapaisen järjestel-

män käytön. Kuitenkin varovainen eteneminen tällaisten järjestelmien käyttöön otossa on tutkimuksen tulosten valossa perusteltua moottoritieympäristössä. Vastaavan järjestelmän toimivuutta ja vaikutuksia kaksikaistaisella sekaliikenteellä tutkitaan erikseen sääohjatun tien jatkeella länteen päin.

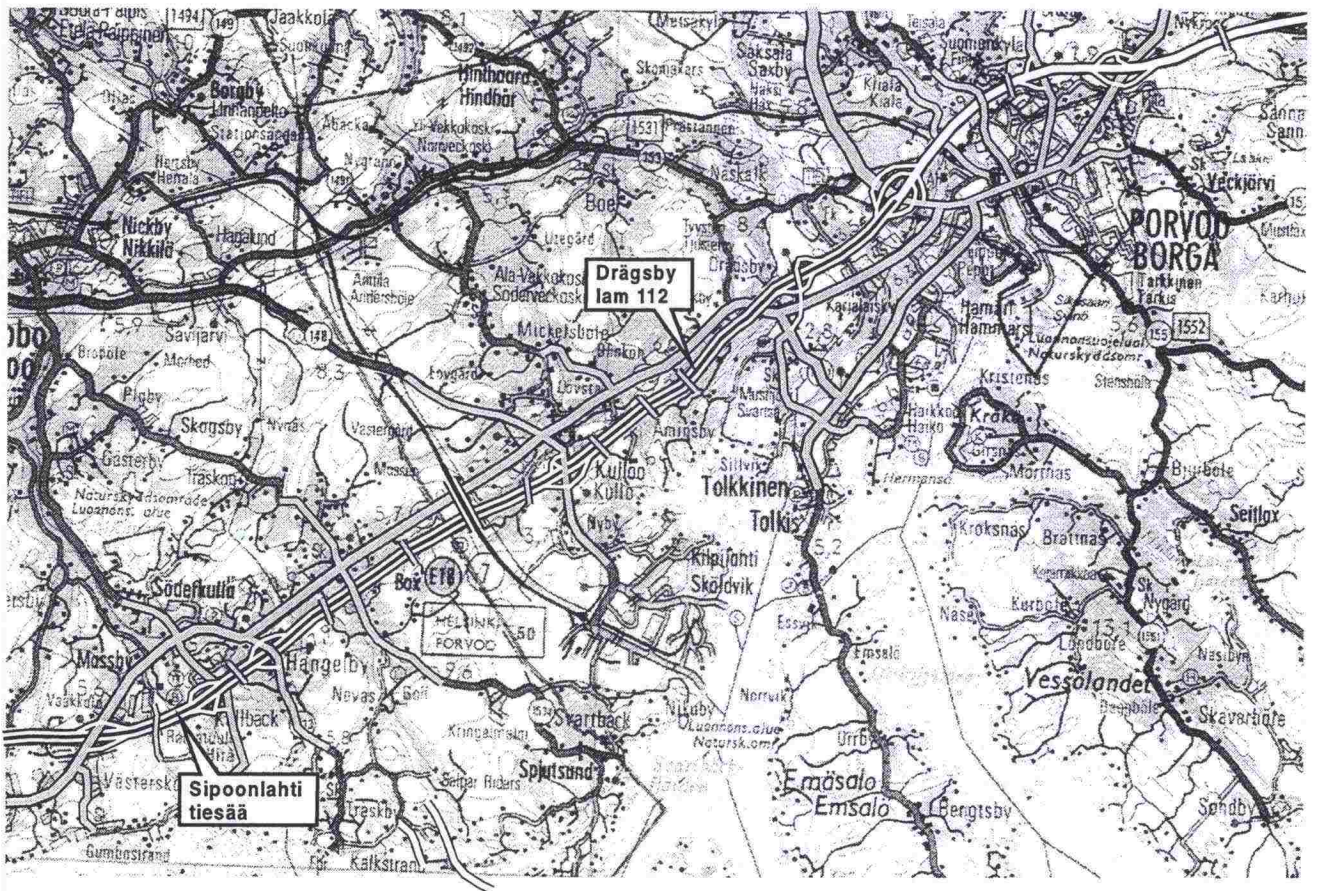
6 LÄHTEET

- /1/ Rämä, P., Kulmala, R. & Heinonen, M. 1996. Muuttuvien kelivaroituserkkinen vaikutus ajonopeuksiin, aikaväleihin ja kuljettajien käsityksiin. Helsinki: Tielaitos, 1996. 54 s. (Tielaitoksen selvityksiä 1/1996) ISBN 951-726-178-0
- /2/ Saastamoinen, K. Kelin vaikutus ajokäyttäytymiseen ja liikennevirran ominaisuuksiin. Helsinki: Tielaitos, Liikenteen palvelukeskus, 1994. 48 s. (Tielaitoksen selvityksiä 80/1994) ISBN 951-47-8139-2
- /3/ Roiné, M. Kuljettajakäyttäytyminen kaarre- ja jonoajossa. Helsinki: Tielaitos, Liikenteen palvelukeskus, 1993. 34 s. (Tielaitoksen selvityksiä 87/1993) ISBN 951-47-8771-4
- /4/ Heinijoki, H. Kelin kokemisen rengaskunnon ja rengastyypin vaikutus nopeuskäyttäytymiseen. Helsinki: Tielaitos, Liikenteen palvelukeskus, 1994. 99 s. (Tielaitoksen selvityksiä 19/1994) ISBN 951-47-9098-7
- /5/ Peltola, H. Autojen nopeudet vuodenajan mukaan vaihdettavien nopeusrajoitusten kokeilussa. Vuodenajan mukaan vaihdettavien nopeusrajoitusten kokeilu vuosina 1987–1989, osa 1. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 1991. 40 s. (VTT, Tiedotteita 1224) ISBN 951-38-3856-0
- /6/ Toivonen, K. Tiesäähavaintojen luotettavuusselvitys talvi 1992–1993. Kouvola: Tielaitos, Kymen tiepiiri
- /7/ Pilli-Sihvola, Y. Weather controlled traffic signs. Teoksessa 19th PIARC International Winter Road Congress, March 21-25, Seefeld - Austria, Technical Report 1994, volume 1. s. 61-67.
- /8/ Pilli-Sihvola, Y. Weather Related Traffic Management – E18 Finnish Test Area. Teoksessa 8th International Road Weather Conference SIRWEC, April 17-19, Birmingham, Proceedings 1996 s. 161-170 ISBN 0704416815
- /9/ Toivonen, K. Technical description of the weather controlled road in the south-eastern Finland. Teoksessa 8th International Road Weather Conference SIRWEC, April 17–19, Birmingham, Proceedings 1996 s. 179–185 ISBN 0704416815
- /10/ Lähesmaa, J. Sääohjatun tien yhteiskuntataloudellinen edullisuus. Kouvola: Tielaitos, Kaakkois-Suomen tiepiiri, 1995 103 s. (TIEL KaS 11/95)
- /11/ Juha Luoma: Muuttuvan nopeusrajoitusmerkin tekniikan vaikutukset ajonopeuksiin ja merkin muistamiseen. Helsinki 1996. Tielaitos, kehittämiskeskus. Tielaitoksen selvityksiä 76/1996. 26 s. + liitt. 1 s. ISBN 951-726-302-3. ISSN 0788-3722. TIEL 3200443

Mittauspaikat



Kuva 1. Koetie.



Kuva 2. Vertailutie.

Keliseurantalomake 11.2.1997

Havainnoija

pvm.

Mittauspiste	Klo	Kitka	Keli ajourissa	Sade	Sateen olomuoto	Näkyvyys	Tie ajourien ulkopuolella	Kommentit
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								

Keli ajourissa

- 1 = kuiva
- 2 = kostea
- 3 = märkä
- 4 = märkä ja suolainen
- 5 = kuurainen
- 6 = luminen
- 7 = jäinen
- 8 = kostea ja suolainen

Sade

- 0 = pouta
- 1 = heikko sade
- 2 = kohtalainen sade
- 3 = runsas sade

Sateen olomuoto

- 0 = pouta
- 1 = tihkusade
- 2 = vesisade
- 3 = räntäsade
- 4 = lumisade
- 5 = jäätävä sade

Näkyvyys

- 1 = < 200 m
- 2 = 200 – 300 m
- 3 = > 300 m

Tie ajourien ulkopuolella

- 1 = samanlainen
- 2 = kostea tai märkä
- 3 = luminen tai jäinen
- 4 = polanne

Sääohjattu tie, Haastattelulomake

Yhdyskuntateknikka
Liikenne ja ku ljetukset

SÄÄOHJATTU TIE, HAASTATTELULOMAKE
18.1.1995

Haastattelija pvm/.....klo
Hyvää päivää. Onko Teillä muutama minuutti aikaa vastata tämän tien liikennemerkkejä koskeviin kysymyksiin?
Ei vastaa, syy

(jos ei vastaa, täytä kohdat 17 ja 18)

1. Mikä on nopeusrajoitus tällä kohdalla? km

2. Minkä liikennemerkin tai liikenneopasteen näitte tiellä viimeksi ennen pysäyttämistä haastatteluun?

Kuvaus	lisäteksti
1 muu vaara
2 liukas ajorata
3 tietyö
4 tyhjä/pelkkä lisäteksti:
5 nopeusrajoitus
6 jokin muu vaihtoehto
9 en osaa sanoa

3. Vaikuttiko merkki ajamiseenne?

1 kyllä, miten
2 ei, miksei

4. Nopeusrajoitukset osoitetaan tällä tieosuudella tavanomaisesta poikkeavalla merkillä (tumma pohja, vaalea luteri). Tiedätkö miksi?

1 kyseessä on vaihtuvat rajoitukset
2 muu syy
3 en tiedä

5. Mikä olisi teidän mielestänne sopiva nopeusrajoitus tällä hetkellä? km/h

6. Tiedätkö, mitkä nopeusrajoitukset ovat käytössä tällä tieosuudella

kesällä km/h
talvella km/h

7. Tiedätkö, mitkä seikat vaikuttavat nopeusrajoitukseen tällä tieosuudella?

1 sää ja keli
2 tietyö
3 liikennemäärä
4 muu, mikä?
5 en tiedä

8. Mitä hyviä puolia on mielestänne olosuhteiden mukaan vaihtuvissa nopeusrajoituksissa?

1 parantaa sujuvuutta
2 parantaa turvallisuutta
3 noudatetaan paremmin
4 muuta
5 en osaa sanoa

9. Entä huonoja puolia?

1 ei tiedä matka-aikaa etukäteen
2 vaikeampi muistaa rajoitusta
3 väärin asetettuja joskus
4 muuta
5 en osaa sanoa

10. Pidätkö olosuhteiden mukaan vaihtuvia nopeusrajoituksia

1 tarpeellisina vai
2 tarpeettomina
3 en osaa sanoa

11. Onko keli nyt mielestänne

1 hyvä
2 kohtalainen vai
3 huono

12. Kuinka monta kertaa olette ajanut tästä viime marraskuun alusta?

1 lähes päivittäin
2 viikoittain
3 kuukausittain (muutaman kerran)
4 ensimmäistä kertaa tällä tieosuudella

13. Mikä on matkanne

1 lähtöpaikka
2 määräpaikka

14. Onko mukanaan matkapuhelin?

1 ei 2 NMT 3 GSM 4 en tiedä kumpi

15. Kuinka paljon ajatte vuodessa

1 alle 10 000 km
2 10 000–20 000 km
3 20 000–50 000 km
4 yli 50 000 km

16. Syntymävuosi

1 mies 2 nainen

17. Sukupuoli

18. Ajoneuvon tyyppi

1 ha 2 pa 3 ka 4 muu,
mikä?

Muuta, esimerkiksi parannusehdotuksia, aikaisempia kokemuksia järjestelmän toiminnasta

.....
.....
.....
.....

KIITOS JA HYVÄÄ MATKAA!

Talven nopeusaineiston tunnusluvut

LAM=571, talvirajoitukset, suunta=Kotka->Hamina,VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	87.02	12.94	13145			
100 ('100/120')	94.01	13.51	62535	-6.99	-1.08	-8.39
Vertailutie						
100 ('80')	100.62	18.82	5576			
100 ('100/120')	106.53	12.10	40821	-5.91		

LAM=571, talvirajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus ('luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	86.46	12.39	4437			
100 ('100/120')	99.72	12.03	29511	-13.26	-5.68	-29.21
Vertailutie						
100 ('80')	94.76	13.12	5834			
100 ('100/120')	102.34	11.09	24274	-7.58		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	89.81	12.00	10826			
100 ('100/120')	99.94	12.49	17518	-10.13	2.78	18.48
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	89.99	15.49	2334			
100 ('100/120')	102.90	10.92	15813	-12.91		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100+liukas ('80')	91.63	11.26	933			
100 ('100/120')	99.69	11.49	8569	-8.06	-4.97	-12.57
Vertailutie						
100 ('80')	100.22	11.07	1064			
100 ('100/120')	103.31	11.12	7792	-3.09		

LAM=572, talvirajoitukset, suunta=Kotka->Hamina, VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keskinopeus	Keskiahajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	92.27	11.73	5324			
100 ('100/120')	99.87	11.54	27726	-7.60	-3.68	-21.25
Vertailutie						
100 ('80')	102.15	13.75	4000			
100 ('100/120')	106.07	11.03	27850	-3.92		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keskinopeus	Keskiahajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	86.41	11.00	11070			
100 ('100/120')	100.98	11.35	17781	-14.57	-2.20	-16.20
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	93.89	14.43	11817			
100 ('100/120')	106.26	11.20	19290	-12.37		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keskinopeus	Keskiahajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100+liukas ('80')	96.29	11.68	1707			
100 ('100/120')	99.81	11.58	3691	-3.52	-0.62	-1.82
Vertailutie						
100 ('80')	104.51	10.13	920			
100 ('100/120')	107.41	11.19	3575	-2.90		

LAM=572, talvirajoitukset, suunta=Hamina->Kotka,VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	88.30	11.56	3218			
100 ('100/120')	99.73	11.24	21802	-11.43	-4.12	-19.34
Vertailutie						
100 ('80')	94.54	13.17	5378			
100 ('100/120')	101.85	11.44	24181	-7.31		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	90.19	10.74	8603			
100 ('100/120')	101.40	11.01	17265	-11.21	-0.56	-3.89
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	92.25	14.44	3590			
100 ('100/120')	102.90	11.00	21091	-10.65		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100+liukas ('80')	92.76	10.49	751			
100 ('100/120')	100.10	10.47	6903	-7.34	-4.79	-11.90
Vertailutie						
100 ('80')	100.73	10.90	1723			
100 ('100/120')	103.28	11.35	7601	-2.55		

LAM=573, talvirajoitukset, suunta=Kotka->Hamina,VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
80 ('80')	91.82	11.74	6150			
100 ('100/120')	100.93	11.60	21192	-9.11	-3.27	-19.41
Vertailutie						
100 ('80')	100.43	15.69	7178			
100 ('100/120')	106.27	11.41	27796	-5.84		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	89.99	11.83	18879			
100 ('100/120')	100.60	11.31	32436	-10.61	-2.75	-26.11
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	98.73	13.53	14778			
100 ('100/120')	106.59	10.93	38735	-7.86		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
100+liukas ('80')	98.53	11.35	13302			
100 ('100/120')	100.84	11.23	38446	-2.31	-0.09	-0.79
Vertailutie						
100 ('80')	104.58	10.76	7791			
100 ('100/120')	106.80	11.35	36466	-2.22		

LAM=573, talvirajoitukset, suunta=Hamina->Kotka,VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	88.73	11.09	5387			
100 ('100/120')	98.40	11.09	16191	-9.67	-2.44	-13.99
Vertailutie						
100 ('80')	94.63	13.37	7333			
100 ('100/120')	101.86	11.15	23722	-7.23		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	89.03	11.06	12429			
100 ('100/120')	97.81	11.17	18781	-8.78	-5.94	-46.17
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	99.65	12.22	12704			
100 ('100/120')	102.49	11.18	25376	-2.84		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100+liukas ('80')	94.03	11.27	12448			
100 ('100/120')	98.08	11.12	29140	-4.05	-1.86	-15.56
Vertailutie						
100 ('80')	101.02	10.74	10719			
100 ('100/120')	103.21	10.78	42260	-2.19		

LAM=572, talvirajoitukset, suunta=Kotka->Hamina, KOKO LIIKENNE

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	90.31	11.22	9762			
100 ('100/120')	96.87	11.89	50292	-6.56	-1.71	-13.12
Vertailutie						
100 ('80')	98.21	15.53	6767			
100 ('100/120')	103.06	12.04	56278	-4.85		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	83.40	11.22	22945			
100 ('100/120')	98.05	11.85	32684	-14.65	-0.58	-5.81
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	89.17	15.25	23828			
100 ('100/120')	103.24	12.06	38573	-14.07		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100+liukas ('80')	93.60	11.43	3302			
100 ('100/120')	97.24	11.99	6437	-3.64	0.31	1.23
Vertailutie						
100 ('80')	100.94	11.16	2311			
100 ('100/120')	104.89	12.01	6912	-3.95		

LAM=572, talvirajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, KOKO LIIKENNE

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
80 ('80')	85.71	11.29	5335			
100 ('100/120')	96.30	11.99	37555	-10.59	-3.72	-21.36
Vertailutie						
100 ('80')	92.05	13.61	8826			
100 ('100/120')	98.92	12.42	44368	-6.87		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	87.33	10.43	15807			
100 ('100/120')	98.19	11.89	29284	-10.86	2.00	17.78
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	87.87	14.48	7497			
100 ('100/120')	100.73	11.43	39534	-12.86		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
100+liukas ('80')	90.28	10.20	1405			
100 ('100/120')	96.91	11.26	12003	-6.63	-2.76	-8.78
Vertailutie						
100 ('80')	97.01	11.97	3806			
100 ('100/120')	100.88	11.94	14758	-3.87		

LAM=573, talvirajoitukset, suunta=Kotka->Hamina, KOKO LIIKENNE

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keskinopeus	Keskiahajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	88.83	11.77	10846			
100 ('100/120')	97.31	12.31	36199	-8.48	-2.09	-15.67
Vertailutie						
100 ('80')	96.20	17.33	14148			
100 ('100/120')	102.59	12.69	56879	-6.39		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keskinopeus	Keskiahajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	86.92	11.55	35214			
100 ('100/120')	97.38	12.08	53403	-10.46	-1.00	-12.27
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	94.53	14.63	27887			
100 ('100/120')	103.99	12.01	76018	-9.46		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keskinopeus	Keskiahajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100+liukas ('80')	94.66	11.92	23511			
100 ('100/120')	97.42	12.13	64530	-2.76	0.79	8.59
Vertailutie						
100 ('80')	100.92	12.04	15962			
100 ('100/120')	104.47	13.46	72744	-3.55		

LAM=573, talvirajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, KOKO LIIKENNE

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	86.20	11.25	8989			
100 ('100/120')	95.67	12.34	26468	-9.47	-2.33	-15.81
Vertailutie						
100 ('80')	91.73	13.97	13883			
100 ('100/120')	98.87	11.91	44789	-7.14		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	86.21	11.00	22523			
100 ('100/120')	94.38	11.98	32300	-8.17	-5.35	-53.19
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	96.51	12.95	25107			
100 ('100/120')	99.33	12.16	50617	-2.82		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100+liukas ('80')	90.80	11.56	21274			
100 ('100/120')	95.03	11.91	48123	-4.23	-1.74	-17.90
Vertailutie						
100 ('80')	97.91	11.70	19693			
100 ('100/120')	100.40	11.73	77905	-2.49		

Kesän nopeusaineiston tunnusluvut

LAM=571, kesärajoitukset, suunta=Kotka->Hamina, VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	87.45	13.61	488			
120 ('120')	102.49	15.65	13792	-15.04	-5.67	-7.90
Vertailutie						
120 ('80')	106.03	12.68	242			
120 ('120')	115.40	14.38	10462	-9.37		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100 ('100')	97.65	13.38	87190			
120 ('120')	103.04	15.51	189713	-5.39	-3.80	-62.45
Vertailutie						
120 ('100')	114.44	13.89	37841			
120 ('120')	116.03	14.16	131985	-1.59		

LAM=571, kesärajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	89.19	10.63	761			
120 ('120')	111.07	15.26	2573	-21.88	-3.77	-6.37
Vertailutien tilaluokitus						
120 ('80')	95.18	13.75	699			
120 ('120')	113.29	13.44	2597	-18.11		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
100 ('100')	103.30	12.39	67701			
120 ('120')	110.36	14.32	145175	-7.06	-4.23	-66.17
Vertailutie						
120 ('100')	109.97	13.62	33807			
120 ('120')	112.80	13.94	119907	-2.83		

LAM=572, kesärajoitukset, suunta=Kotka->Hamina, VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havain-tojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testi-arvo
Koetie						
80 ('80')	94.58	12.22	79			
120 ('120')	107.82	14.66	3295	-13.24	-5.68	-3.41
Vertailutie						
120 ('80')	108.88	12.46	134			
120 ('120')	116.44	13.75	4003	-7.56		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havain-tojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testi-arvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	93.05	12.91	1269			
120 ('120')	110.63	14.01	4465	-17.58	-2.41	-5.50
Vertailutien tilaluokitus						
120 ('80')	100.59	14.22	463			
120 ('120')	115.76	13.72	5746	-15.17		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havain-tojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testi-arvo
Koetie						
100 ('100')	103.63	12.33	59612			
120 ('120')	111.10	14.25	129622	-7.47	-5.91	-87.33
Vertailutie						
120 ('100')	114.36	13.88	40141			
120 ('120')	115.92	14.54	138534	-1.56		

LAM=572, kesärajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	91.37	10.77	73			
120 ('120')	108.81	14.27	2770	-17.44	-13.07	-7.76
Vertailutie						
120 ('80')	109.26	14.78	237			
120 ('120')	113.63	13.30	3792	-4.37		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	88.15	10.04	462			
120 ('120')	111.32	13.99	1912	-23.17	-5.00	-7.24
Vertailutien tilaluokitus						
120 ('80')	95.17	13.74	697			
120 ('120')	113.34	13.45	2571	-18.17		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100 ('100')	103.53	11.36	57780			
120 ('120')	111.57	13.49	123667	-8.04	-5.10	-78.76
Vertailutie						
120 ('100')	109.93	13.62	34954			
120 ('120')	112.87	13.93	122591	-2.94		

LAM=573, kesärajoitukset, suunta=Kotka->Hamina, VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havain-tojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testi-arvo
Koetie						
80 ('80')	97.35	11.98	3245			
120 ('120')	111.42	13.93	12183	-14.07	-8.37	-31.28
Vertailutie						
120 ('80')	109.06	13.58	2541			
120 ('120')	114.76	14.87	21609	-5.70		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havain-tojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testi-arvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	97.31	13.46	1476			
120 ('120')	110.92	13.25	2643	-13.61	4.85	11.20
Vertailutien tilaluokitus						
120 ('80')	97.00	13.33	228			
120 ('120')	115.46	14.05	3811	-18.46		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havain-tojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testi-arvo
Koetie						
100 ('100')	104.89	12.28	27988			
120 ('120')	112.75	13.90	57606	-7.86	-7.35	-75.33
Vertailutie						
120 ('100')	114.62	13.81	24632			
120 ('120')	115.13	14.85	75913	-0.51		

LAM=573, kesärajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, VAPAAT HENKILÖAUTOT

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	94.57	11.49	2882			
120 ('120')	108.70	14.06	16535	-14.13	-7.55	-27.28
Vertailutie						
120 ('80')	106.81	13.46	2757			
120 ('120')	113.39	13.67	26328	-6.58		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	93.21	11.36	1101			
120 ('120')	108.55	13.69	1419	-15.34	3.28	6.42
Vertailutien tilaluokitus						
120 ('80')	94.57	14.12	512			
120 ('120')	113.19	13.42	3058	-18.62		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100 ('100')	101.73	11.38	28447			
120 ('120')	108.88	13.45	63508	-7.15	-4.39	-47.90
Vertailutie						
120 ('100')	110.42	13.63	25987			
120 ('120')	113.18	13.71	79256	-2.76		

LAM=572, kesärajoitukset, suunta=Kotka->Hamina, KOKO LIIKENNE

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	90.31	12.03	169.00			
120 ('120')	103.35	15.87	5826.00	-13.04	-7.88	-6.40
Vertailutie						
120 ('80')	107.05	12.71	244.00			
120 ('120')	112.21	15.80	7408.00	-5.16		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	90.55	12.99	2022			
120 ('120')	108.16	14.84	6671	-17.61	-0.24	-0.66
Vertailutien tilaluokitus						
120 ('80')	96.31	15.11	697			
120 ('120')	113.68	14.56	9528	-17.37		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100 ('100')	100.30	13.12	107196			
120 ('120')	106.90	15.91	232755	-6.60	-5.60	-100.56
Vertailutie						
120 ('100')	111.33	15.10	81176			
120 ('120')	112.33	16.15	288156	-1.00		

LAM=572, kesärajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, KOKO LIIKENNE

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	90.55	10.60	134			
120 ('120')	104.21	15.56	5193	-13.66	-6.46	-4.78
Vertailutie						
120 ('80')	103.45	14.57	601			
120 ('120')	110.65	14.57	9201	-7.20		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	86.80	9.85	711			
120 ('120')	107.28	15.61	3165	-20.48	-3.45	-5.64
Vertailutien tilaluokitus						
120 ('80')	93.59	14.07	977			
120 ('120')	110.62	14.42	5368	-17.03		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100 ('100')	100.24	12.23	102456			
120 ('120')	107.49	15.33	211450	-7.25	-4.82	-87.98
Vertailutie						
120 ('100')	107.20	14.53	69591			
120 ('120')	109.63	15.03	256614	-2.43		

LAM=573, kesärajoitukset, suunta=Kotka->Hamina, KOKO LIIKENNE

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	94.91	11.83	5340			
120 ('120')	107.40	15.59	19772	-12.49	-8.45	-36.84
Vertailutie						
120 ('80')	106.75	14.06	4212			
120 ('120')	110.79	16.44	43690	-4.04		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	94.66	12.94	2377			
120 ('120')	108.28	14.20	3964	-13.62	5.06	14.19
Vertailutien tilaluokitus						
120 ('80')	94.00	14.02	338			
120 ('120')	112.68	15.05	6281	-18.68		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100 ('100')	101.67	12.98	45255			
120 ('120')	108.68	15.71	9400	-7.01	-7.78	-50.88
Vertailutie						
120 ('100')	111.57	14.94	47042			
120 ('120')	110.80	17.17	153955	0.77		

LAM=573, kesärajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, KOKO LIIKENNE

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	92.15	11.54	4989			
120 ('120')	105.16	16.39	28044	-13.01	-6.31	-26.07
Vertailutie						
120 ('80')	103.31	13.58	6304			
120 ('120')	110.01	15.00	55745	-6.70		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	90.19	11.85	1884			
120 ('120')	105.01	15.48	2179	-14.82	2.04	4.66
Vertailutien tilaluokitus						
120 ('80')	93.39	14.85	698			
120 ('120')	110.25	14.46	6890	-16.86		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100 ('100')	98.84	12.07	47463			
120 ('120')	105.25	15.42	105824	-6.41	-4.16	-52.06
Vertailutie						
120 ('100')	107.72	14.43	51543			
120 ('120')	109.97	14.92	166419	-2.25		

Sateen mukaan jaotellun nopeusaineiston tunnusluvut

LAM=572, talvirajoitukset, suunta=Kotka->Hamina, KOKO LIIKENNE pouta/heikko sade

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	90.70	11.00	9320			
100 ('100/120')	96.80	11.90	48459	-6.10	-4.20	-31.58
Vertailutie						
100 ('80')	101.00	12.20	5626			
100 ('100/120')	102.90	12.00	49066	-1.90		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	83.49	11.17	22116			
100 ('100/120')	98.04	11.82	30806	-14.55	-2.98	-29.27
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	91.96	14.08	18317			
100 ('100/120')	103.53	11.89	27130	-11.57		

LAM=572, talvirajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, KOKO LIIKENNE pouta/heikko sade

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
80 ('80')	85.92	11.27	5141			
100 ('100/120')	96.30	11.97	37176	-10.38	-5.21	-29.45
Vertailutie						
100 ('80')	93.64	12.92	7662			
100 ('100/120')	98.81	12.49	30805	-5.17		

LAM=573, talvirajoitukset, suunta=Kotka->Hamina, KOKO LIIKENNE pouta/heikko sade

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	89.05	11.80	9952			
100 ('100/120')	97.22	12.32	34600	-8.17	-5.13	-36.95
Vertailutie						
100 ('80')	99.75	14.38	12044			
100 ('100/120')	102.79	12.72	44590	-3.04		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	87.01	11.42	32272			
100 ('100/120')	97.34	12.07	49289	-10.33	-2.41	-28.48
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	96.09	14.15	23362			
100 ('100/120')	104.01	12.05	67427	-7.92		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
100+liukas ('80')	94.83	11.94	22527			
100 ('100/120')	97.42	12.13	63936	-2.59	0.41	4.38
Vertailutie						
100 ('80')	101.50	11.80	14719			
100 ('100/120')	104.50	13.44	70940	-3.00		

LAM=573, talvirajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, KOKO LIIKENNE pouta/heikko sade

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
80 ('80')	86.04	11.41	7980			
100 ('100/120')	95.67	12.35	25746	-9.63	-4.01	-25.79
Vertailutie						
100 ('80')	93.47	12.82	11606			
100 ('100/120')	99.09	11.72	36294	-5.62		

LAM=572, talvirajoitukset, suunta=Kotka->Hamina, KOKO LIIKENNE sade

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 ('80')	82.90	12.50	442			
100 ('100/120')	98.90	11.30	1791	-16.00	3.80	6.19
Vertailutie						
100 ('80')	84.60	14.70	1141			
100 ('100/120')	104.40	11.40	927	-19.80		

Nopeusrajoitus (luokitus)	Keski-nopeus	Keski-hajonta	Havaintojen lkm	Ero	Ero koetie/vertailu	T-testiarvo
Koetie						
80 + liukasvaroitus ('80')	80.99	12.34	829			
100 ('100/120')	98.21	12.39	1559	-17.22	2.22	4.17
Vertailutien tilaluokitus						
100 ('80')	80.79	15.97	5511			
100 ('100/120')	100.23	11.59	724	-19.44		

LAM=572, talvirajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, KOKO LIIKENNE sade

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
80 ('80')	80.19	10.55	194			
100 ('100/120')	98.09	12.23	75	-17.90	-0.07	-0.05
Vertailutie						
100 ('80')	81.62	13.45	1164			
100 ('100/120')	99.45	10.39	515	-17.83		

LAM=573, talvirajoitukset, suunta=Hamina->Kotka, KOKO LIIKENNE sade

Nopeusrajoitus ('luokitus')	Keski- nopeus	Keski- hajonta	Havain- tojen lkm	Ero	Ero koetie/ vertailu	T-testi- arvo
Koetie						
80 ('80')	87.43	9.81	1009			
100 ('100/120')	96.67	11.74	629	-9.24	0.72	1.34
Vertailutie						
100 ('80')	82.83	16.06	2277			
100 ('100/120')	92.79	11.06	1546	-9.96		

Sääohjatun tien yhteiskuntataloudellinen edullisuus

VTT Yhdyskuntatekniikka /Liikenne ja kuljetukset

J. Lähesmaa

Yleistä

Kotka–Hamina sääohjatun tien kannattavuudesta tehdyt laskelmat perustuvat 'Sääohjatun tien yhteiskuntataloudellinen edullisuus' -tutkimuksessa (Lähesmaa, 1995) kehitettyyn laskentamenetelmään. Pääosin laskelmissa on käytetty samoja lähtöarvoja ja oletuksia kuin em. tutkimuksessa. Muuttuvien opasteiden käytön vaikutuksesta ajoneuvojen keskinopeuksiin on kuitenkin käytetty Sääohjatun tien vaikutustutkimuksesta saatuja tuloksia.

Investointikustannukset

Kotka–Hamina sääohjatun tien investointikustannukset olivat noin 8,2 miljoonaa markkaa. Sääohjauksessa käytettäville eri tyyppisille laitteille on kullekin määriteltä taloudellinen pitoaika. Pitoaikojen avulla investointikustannukset on jaettu kuuden prosentin laskentakorolla investoinnin vuosisuoritteeksi, joksi saatiin noin miljoona markkaa.

Investointikustannuksien käsittelyyn liittyvä epävarmuus johtuu pelkästään laskentamenetelmästä, sillä investoinnista syntyneet kustannukset tunnetaan. Käytettävistä pitoajoista ja laskentakorkokannasta voidaan esittää erilaisia arvoja.

Kotka–Hamina sääohjattu tie on kokeiluhanke. Mikäli tällä hetkellä rakennettaisiin vastaavanlainen järjestelmä olisivat investointikustannukset toiset.

Ylläpitokustannukset

Sääohjatun tien ylläpitokustannuksiksi arvioitiin 350 000 markkaa vuodessa. Arvio tehtiin ennen kuin tien toiminnasta ja käytöstä oli käytännön kokemusta, siten todellisia ylläpitokustannuksia ei tiedetä varmasti.

Vaikutukset nopeuksiin

Kannattavuuslaskelmissa käytetyt ajoneuvojen keskinopeudet saatiin Sääohjatun tien liikennevaikutustutkimuksessa kerätyn aineiston ja saatujen tulosten perusteella.

Kussakin keliluokassa kevyille ja raskaille ajoneuvoille sekä vertailutiellä että Kotka–Hamina Sääohjatulla tiellä käytetyt keskinopeudet näkyvät liitteenä olevasta taulukosta. Hyvän kelin luokissa, kun nopeusrajoitukset vertailutiellä ja Sääohjetulla tiellä ovat samat, ei oleteta olevan nopeuseroja. Yhdistettyjen tulosten perusteella näyttää siltä, että käytettäessä alennettuja nopeusrajoituksia keskimäärin 20 prosentin ajan koko vuodesta, koko vuoden keskinopeus laskee vain hieman alle prosenttiin.

Verrattuna 'Sääohjatun tien yhteiskuntataloudellinen edullisuus' -tutkimuksessa tehtyihin oletuksiin todelliset vaikutukset ovat saman suuntaisia, paitsi talviajan heikon kelin luokassa, jossa vaikutus keskinopeuteen jää aikaisemmin arvioitua pienemmäksi.

Kokeellisesta liikennevaikutustutkimuksesta saatuja muuttuvien opasteiden vaikutuksia keskinopeuksiin voidaan pitää kannattavuuslaskelmien kannalta riittävän luotettavina. Yhteiskuntataloudellisten laskelmien tarkkuutta olisi kuitenkin mahdollista parantaa lisäämällä tarkasteltavien keliluokkien määrää.

Vaikutukset onnettomuuksiin

Sääohjatun tien vaikutukset onnettomuuksiin arvioitiin 'Sääohjatun tien yhteiskuntataloudellinen edullisuus' -tutkimuksessa eri keliluokkien onnettomuusasteista tehtyjen oletamusten perusteella ja arvioimalla, miten onnettomuuksien määrä vähenee keskinopeuden laskiessa alempien nopeusrajoitusten ollessa käytössä. Oletetut onnettomuusasteiden arvot vertailutiellä näkyvät liitteenä olevassa taulukossa.

Henkilövahinko-onnettomuuksien muutos nopeuden muutoksen perusteella laskettiin kahden eri riippuvuuden avulla. Salusjärven (1981) määrittämällä riippuvuudella onnettomuuksien määrässä oletetaan tapahtuvan suuri muutos erityisesti pienillä keskinopeuden muutoksilla. Aivan hiljattain on valmistunut uusi tutkimus (Ranta & Kallberg, 1996), jossa nopeuden muutoksen vaikutukset onnettomuuksiin näyttäisivät olevan pienemmät.

Kahden eri riippuvuuden avulla arvioituna koko vuoden heva-onnettomuusasteen lasku muuttuvien opasteiden avulla olisi välillä 9–14 prosenttia.

Merkittävin kannattavuuslaskelmiin liittyvä epävarmuus, johtuu vaikeudesta arvioida muuttuvien opasteiden vaikutusta onnettomuuksiin. Esimerkiksi keliluokkien onnettomuusasteiden vertailuarvot ovat arvioita. Kannattavuuden kannalta olisi hyvä pystyä tarkastelemaan tarkemmin, pienemmissä keliluokissa, nopeuden ja onnettomuusriskin vaihtelua.

Yhteiskuntataloudelliset kustannukset

Kahden eri nopeuden ja onnettomuuksien välisen riippuvuuden perusteella laskettuna onnettomuuskustannuksissa muuttuvien nopeusrajoitusten ja informaatiotaulujen myötä saatava säästö Kotka–Hamina sääohjatulla tiellä olisi 950 000–1,5 miljoonaa markkaa vuodessa. Aikakustannukset kasvaisivat noin 450 000 markkaa. Muiden yhteiskuntataloudellisten kustannusten (ajoneuvo-, päästö-, melu- ja päällystekustannusten) muutokset ovat pieniä: alle 50 000 markkaa vuodessa.

Kotka–Hamina sääohjatun tien yhteiskuntataloudellisissa kustannuksissa yhteisvaikutus on 500 000 markasta miljoonaan markkaan säästöä vuodessa.

Kannattavuus

Vertaamalla yhteiskuntataloudellisia säästöjä 500 000–1 000 000 markkaa vuodessa järjestelmän investoinnin vuosisuoritteeseen ja ylläpitokustannuksiin (yhteensä 1,35 miljoonaa) saadaan hyöty-kustannussuhteeksi 0,4–0,8. Voidaan todeta, että Kotka–Hamina sääohjattu tie ei näillä oletamuksilla ole yhteiskuntataloudellisesti kannattava investointi. Myös järjestelmän sijoitetun pääoman tuotto prosentti jää suhteellisen vaatimattomasti 2,0–8,5 prosenttiin.

Yhteiskuntataloudellisen kannattavuuteen kokonaisuudessaan liittyvien epävarmuustekijöiden vuoksi hyöty-kustannussuhteen vaihteluvälin voidaan olettaa olevan vielä hieman esitettyä (0,4–0,8) suurempi.

Verrattuna 'Sääohjatun tien yhteiskuntataloudellinen edullisuus' -tutkimuksessa tehtyihin arvioihin nyt saadut tulokset ovat saman suuntaisia. Verrattuna em. tutkimuksessa odotettuihin vaikutuksiin lähinnä muuttuvien opasteiden käytön odotettua pienempi vaikutus talviajan huonon kelin aikana selittää miksi kannattavuusrajaa ei saavutettu.

Lähteet

Lähesmaa J. Sääohjatun tien yhteiskuntataloudellinen edullisuus. Kaakkois-Suomen tiepiiri 11/95.

Ranta S. ja Kalberg V-P. Ajonopeuden turvallisuusvaikutuksia koskevien tilastollisten tutkimusten analyysi. Tielaitoksen tutkimuksia 2/96.

Salusjärvi M. The speed limit experiments on public roads in Finland. Technical Research Centre of Finland publications 7/1981.

Ajonopeuden turvallisuusvaikutukset

Sääohjatun tien kokeilu oli niin pienimuotoinen, ettei järjestelmän vaikutuksia liikenneturvallisuuteen ole mahdollista arvioida onnettomuuslukujen perusteella. Liikenneturvallisuusvaikutuksia arvioidaan sen takia epäsuorasti sen perusteella, miten järjestelmä muuttaa ajonopeuksia.

Laajaan tilastoaineistoon perustuvan tutkimuksen mukaan liikenteen keskinopeuden aleneminen 1 km/h vähentää henkilövahinko-onnettomuuksia lähes 3 % ja kuolemaan johtavia onnettomuuksia lähes kaksi kertaa niin paljon (Taulukko 34).

Sääohjatun tien vaikutusta liikenneturvallisuuteen voidaan arvioida taulukon A perusteella, kun tiedetään, miten järjestelmän keskeisen osan muodostavat muuttuvat nopeusrajoitukset ja kelivaroitukset vaikuttavat liikenteen keskinopeuteen eri olosuhteissa.

Taulukko A. Keskinopeuden muutoksen vaikutus henkilövahinkoon ja kuolemaan johtaneisiin onnettomuuksiin suurilla nopeuksilla (> 70 km/h) (Ranta & Kallberg 1996).

Keskinopeuden muutos (km/h)	Nopeus kasvaa		Nopeus alenee	
	Muutos hv-onn. (%)	Muutos kuol.joht. (%)	Muutos hv-onn. (%)	Muutos kuol.joht. (%)
1	3,0	6,0	-2,9	-5,7
2	6,3	12,6	-5,9	-11,2
3	9,8	19,6	-8,9	-16,4
4	13,4	26,8	-11,8	-21,1
5	16,8	33,6	-14,3	-25,1
6	20,1	40,2	-16,7	-28,7
7	23,5	47,0	-19,0	-32,0
8	26,8	53,6	-21,1	-34,9
9	30,2	60,4	-23,2	-37,7
10	33,5	67,0	-25,1	-40,1

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 59/1996 Kestävä kehitys alueellisessa kehittämistyössä. TIEL 3200426
- 60/1996 Kevyen liikenteen väylien kuntoluokitusjärjestelmä. TIEL 3200427
- 61/1996 Kokemuksia liikennesektorin eurooppalaisista strategioista. TIEL 3200428
- 62/1996 Kuhmon taajamatien parantaminen; Yhteenveto seurannasta. TIEL 3200429
- 63/1996 Tyhjätilan vaikutus asfalttipäällysteen ominaisuuksiin. TIEL 3200430
- 64/1996 Päätöksenteon avustaminen tienpidon suunnittelussa. TIEL 3200431
- 65/1996 Tieliikenneolojen kehitys 1945-1995. TIEL 3200432
- 66/1996 Tienpidon toimet tieverkon arvon säilyttäjänä. TIEL 3200433
- 67/1996 Korkealuokkaisten väylien liikennevalojen turvallisuus. TIEL 3200434
- 68/1996 Tieliikenteen hinnoittelun muutosten vaikutukset. TIEL 3200435
- 69/1996 Telekaapeliasennusten vaikutus tierakenteeseen. TIEL 3200436
- 70/1996 Kantavan kerroksen asfalttibetoni; Referenssimateriaalin ominaisuudet. TIEL 3200437
- 71/1996 Ajonopeuksien liikenneturvallisuusvaikutukset: Ajonopeuksien turvallisuusvaikutusten riippuvuus ulkoisista tekijöistä. TIEL 3200438
- 72/1996 Ajonopeuksien liikenneturvallisuusvaikutukset: Ajonopeuden turvallisuusvaikutukset yksilöllisestä näkökulmasta. TIEL 3200439
- 73/1996 Autonkuljettajien informaatiotarpeet. TIEL 3200440
- 74/1996 Liikenteen kysyntä; Yhteenveto tutkimusohjelman julkaisuista. TIEL 3200441
- 75/1996 Hematiittijauheen soveltuvuus SMA-massaan. TIEL 3200442
- 76/1996 Muuttuvan nopeusrajoitusmerkin tekniikan vaikutukset ajonopeuksiin ja merkin muistamiseen. TIEL 3200443
- 77/1996 Syvästabilointi kehittyvänä pohjavahvistusmenetelmänä; International Conference IS-Tokio '96. TIEL 3200444
- 78/1996 Moreenin rakeistaminen pellettoimalla; Nykytilaselvitys. TIEL 3200445
- 79/1996 Geotekniikan informaatiojulkaisuja: Pohjanvahvistusmenetelmän valinta. TIEL 3200446
- 80/1996 Alempiasteisen tieverkon strategiat. Tienpidon kohdentamisvaikutukset kylien kehitykseen. TIEL 3200447
- 81/1996 Maankäytön ja liikenteen yhteensovittaminen kaupunkiseudulla. TIEL 3200450
- 1/1997 Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vaikutukset Kotka-Hamina -moottoritieellä. TIEL 3200448
- 2/1997 Liikenteen hallinnan tempukortisto. 3200449

ISSN 0788-3722
ISBN 951-726-311-2
TIEL 3200448