

Mikko Räsänen

Keskilinjan tärinämerkinnän vaikutus ajoneuvojen sivuttaissijaintiin eri liikennetilanteissa

Kokeilu valtatiellä 5

Tiehallinnon selvityksiä 59/2003



Mikko Räsänen

Keskilinjan tärinämerkinnän vaikutus ajoneuvojen sivuttaissijaintiin eri liikennetilanteissa

Kokeilu valtatiellä 5

Tiehallinnon selvityksiä 59/2003

Kannen kuva: Jukka-Pekka Alppivuori

ISSN 1457-9871
ISBN 951-803-170-3
TIEH 3200846

Verkkoversio pdf (<http://www.tiehallinto.fi/julkaisut>)
ISSN 1459-1553
ISBN 951-803-171-1
TIEH 3200846-v

Edita Prima Oy
Helsinki 2004

Julkaisua myy/saatavana:
asiakaspalvelu.prima@edita.fi
Telefaksi 020 450 2470
Puhelin 020 450 011

TIEHALLINTO
Tekniset palvelut
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihde 0204 22 150

Mikko Räsänen: Keskilinjän tärinämerkinnän vaikutus ajoneuvojen sivuttaissijaintiin eri liikennetilanteissa. Kokeilu valtatiellä 5. Helsinki 2003. Tiehallinto, Liikennetekniikka. Tiehallinnon selvityksiä 59/2003. 28 s. ISSN 1457-9871, ISBN 951-803-170-3, TIEH 3200846.

Asiasanat: Kaistalla pysyminen, keskilinja, tärinäviiva, liikenneturvallisuus
Aiheluokka: 22, 82

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin valtatiellä 5 koeosuudella Leppävirta–Humalajoki (pituus 25,6 km) keskilinjän tärinämerkinnän vaikutusta ajoneuvojen sivuttaissijaintiin kaistalla. Tien päällystämisen yhteydessä tien keskilinjalle jyrällä painetut tien poikkisuuntaiset noin 30 cm pitkät urat aiheuttivat ulinaa muistuttavan äänen henkilöauton sisälle ja lievää tärinää auton renkaiden joutuessa sen päälle. Sivuttaissijainnin mittaukset tehtiin ennen tärinämerkintää ja kaksi viikkoa sen valmistumisen jälkeen suoralla tieosalla ja vasemmalle suuntautuvassa kaarteessa.

Ohiajavat ajoneuvot kuvattiin piilotetulla videokameralla. ViVAtraffic-ohjelman avulla videokuvasta mitattiin 2506 ajoneuvon vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivaan. Lisäksi tiedostoon luokiteltiin jokaisen ajoneuvon tyyppi ja liikennetilanne.

Suoralla tieosalla ajoneuvojen keskimääräinen etäisyys keskiviivasta oli ennen tärinämerkintää 93 cm ja sen jälkeen 92 cm. Etäisyyden keskihajonta pieneni 34,9 cm:stä 31,0 cm:iin. Kaarteessa ajoneuvojen keskimääräinen etäisyys lyheni 84 cm:stä 76 cm:iin. Keskihajonta oli 31,3 cm ennen ja jälkeen.

Sivuttaissijainnissa oli eroja ajoneuvotyyppiin ja liikennetilanteen mukaan. Henkilö- ja pakettiautojen keskimääräiset sijainnit erosivat odotetusti kuorma-autoista. Kun tilanteessa oli vastaan tulevaa liikennettä, ajolinjat siirtyivät yleensä 15–20 cm tien reunaan kohti. Suoran mittauspisteessä jonossa ajavat ajoivat hieman lähempänä keskiviivaa kuin vapaat.

Suoran mittauspisteessä henkilöautojen sivuttaissijaintien keskihajonnat pienenevät kaikissa liikennetilanteissa. Suoran mittauspisteessä havaittujen ohituskien määrän perusteella tärinämerkinnällä ei näyttänyt olevan mitään vaikutusta ohituksiin.

Vapaiden kuorma-autojen sijaintien keskihajonta näytti kasvavan jälkeenvaiheessa. Tähän vaikutti ilmeisesti se seikka, että päällystämisen jälkeen ajoradan leveys mittauspisteissä kasvoi noin 20 cm ennen-vaiheeseen verrattuna. Lisäksi tärinämerkintä ei tuntunut isorenkaisissa kuorma-autoissa.

Henkilöautojen sivuttaissijainnin keskihajonnan lievä kaventuminen suoran mittauspisteessä viittaa siihen, että kuljettajien tarkkaavaisuus ajotehtävään lisääntyi ja että tämäntyyppisillä toimenpiteillä voidaan saada aikaan turvallisuuden kannalta hyviä käyttäytymismuutoksia. Tärinämerkinnän mitoituksen tulisi kuitenkin olla nyt kokeiltua hieman tärinävämpi ja leveämpi, jotta kuljettajat saisivat enemmän palautetta kaistalta poikkeamisista. Leveämpi merkintä lisäisi myös kuljettajan aikaa reagoida yllättävään tapahtumaan.

Mikko Räsänen: Effect of a rumble strip center line on lateral positions of motor vehicles. Helsinki 2003. Finnish National Road Administration. Finnra Reports 59/2003. 28 p. ISSN 1457-9871, ISBN 951-803-170-3, TIEH 3200846.

Keywords: Traffic safety, driver behaviour, profiled road marking

SUMMARY

A before-and-after study was conducted on a major two-lane road to find out the effect of a rumble-strip centre line on lateral positions of vehicles in different traffic situations. The length of the test road section was 25.6 km, into which centre-line rumble strips 1 cm deep and 30 cm long were rolled into the cross-section. The test road section included both passing and no-passing zones. The motor vehicles were unobtrusively video-recorded along a straight road section and a curve before and after the rumble strips. Lateral positions of vehicles were measured using the ViVAtraffic program. The type of vehicle and the traffic situation were also classified (n = 2506).

The average value of lateral positions was used to measure changes in driving lines. Based on earlier studies it was hypothesised that if the variance of lateral positions were reduced, safety would improve. The average value of the lateral position of all motor vehicles on the straight road section before the test was 93 cm (distance between left tyre and white line) and standard deviation 34.9. Corresponding numbers afterwards were 92 cm and 31.0. In a curve the average lateral distance from the centre line shortened from 84 cm to 76 cm. The standard deviation was 31.3 cm both before and after.

However, the lateral positions deviated according to vehicle type and traffic situation. The average value of the lateral position of passenger cars and vans differed, as expected, from trucks. Traffic situations with or without oncoming traffic showed different lateral positions at both measurement points. The difference was 15–20 cm. Drivers in queues on the straight road section drove slightly closer to the centre line than those in a freer flow of traffic.

The standard deviation of passenger cars narrowed in all traffic situations on the straight road section. By comparison, in the curve the average distance of free cars from the centre line decreased by 10 cm but the standard deviation did not change. The number of overtakings did not change in the before-and-after period on the straight road section.

The standard deviation of free lorries seemed to increase in some situations. One explanation could be that the width of the carriageway increased by 20 cm after re-surfacing. Furthermore, the groove effect did not touch lorries with big tyres.

The slightly narrowing development in lateral positions of passenger cars was positive on the straight road section, especially when taking into account the wider carriageway. This suggests that attention of drivers to the driving task improved in the after period. However, in order to achieve more effective behavioural changes the vibration caused by rumble strips should obviously be stronger and the width of the strips longer than in current tests.

ESIPUHE

S 12 Pääteiden parantamisratkaisut -projektissa kehitetään mm. uusia tietyyppisiä ja suunnitteluperiaatteita kaksikaistaisille teille. Projektin yhtenä tavoitteena on selvittää, miten voitaisiin vähentää kaistalta pois ajautumisesta johtuvia onnettomuuksia.

Tässä raportissa tarkastellaan keskilinjän tärinämerkinnän vaikutuksia ajoneuvojen sivuttaissijaintiin. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikassa työstä vastasi Mikko Räsänen. Jukka-Pekka Alppivuori teki videokuvaukset. Veli-Pekka Kallberg esitti selventäviä kommentteja ja oikoluki tekstin. Tiehallinnon yhdyshenkilö oli Pauli Velhonoja.

Helsingissä, joulukuussa 2003

Tiehallinto
Liikennetekniikka

Sisältö

1	JOHDANTO	9
2	AINEISTO JA MENETELMÄT	10
2.1	Tutkimuskohde	10
2.2	Tärinämerkinnän mitoitus	13
2.3	Videokuvausmenetelmä	14
3	TULOKSET	16
3.1	Liikennemäärät ja -tilanteet	16
3.2	Ajoneuvojen sivuttaissijainti	17
3.2.1	Henkilöautot eri liikennetilanteissa	20
3.2.2	Pakettiautot eri liikennetilanteissa	22
3.2.3	Kuorma-autot eri liikennetilanteissa	24
3.3	Ohitusten määrä	25
4	YHTEENVETO JA TULOSTEN TARKASTELU	26
4.1	Henkilö- ja pakettiautojen sijaintimuutokset	26
4.2	Kuorma-autojen sijaintimuutokset	26
4.3	Tulosten arviointia	27
5	LÄHTEET	28

1 JOHDANTO

Kohtaamisonnettomuuksien seuraukset ovat yleensä vakavia ja niiden taustalla on usein kuljettajan tahaton ajautuminen vastaan tulevan liikenteen kaistalle. Keskilinjän ylityksen estämiseksi tien sulkuviivajaksoilla voidaan käyttää kaiteita tai voimakasta tärinää ja ääntä aiheuttavia tiemerkin­to­jä. Keskilinjän tahattomien ylitysten vähentämiseksi tien katkokeskiviivajaksoilla ei ole tiedossa hyviä keinoja. Olisi löydettävä sellaisia ratkaisuja, jotka olisi­vat riittäviä ”herättämään” tarkkaamattoman kuljettajan, mutta jotka eivät kuitenkaan kohtuuttomasti häittäisi ohittamista kaksikaistaisilla maanteillä tai muuten aiheuttaisi vaaraa esimerkiksi huonontamalla ajoneuvon hallittavuutta.

Ohitustilanteen lisäksi kuljettajan liikennetilanteet vaihtelevat muutenkin matkan aikana huomattavasti. Välillä kuljettaja voi ajaa vapaasti ilman jonoja ja vastaan tulevaa liikennettä. Välillä kuljettaja voi kohdata vastaan tulevaa liikennettä suurella nopeudella etäisyyden ollessa sivuttaissuunnassa hyvin­kin pieni. Eri liikennetilanteet vaikuttavat ajokäyttäytymiseen ja myös tark­kaavaisuuteen.

Aiemmissa tutkimuksissa on selvästi näkynyt liikennetilanteen ja ajoneuvon koon vaikutus sivuttaissijaintiin kaistalla (Räsänen 2003a, 2003b). Sivuttaissijainnin jakauman keskiarvo mittaa mahdollisia ajolinjojen muutoksia. Sivuttaissijainnin hajonnan pienenemisen voidaan olettaa kertovan turvallisuuden parantumisesta (ks. Ranta ym. 1998). Tien geometrian vaihteluiden takia ajoneuvojen sivuttaissijainti kaistalla vaihtelee: kaarteessa ajolinjat ovat erilaiset kuin suoralla tiejaksoilla. Samalla kuljettajien käytettävissä oleva aika ja mahdollisuudet reagoida yllättävään tapahtumaan vaihtelevat tien eri kohdilla. Katkokeskiviivan tahattomien ylitysten vähentämiskeinoja kehitettäessä onkin tärkeää, että kokeilut tehdään riittävän pitkille tiejaksoille, jotta mukaan saadaan erilaisia tiejaksoja ja tällöin kuljettajat saavat niistä palautetta eri tilanteissa. Lisäksi on huomattava, että tiemerkin­nöistä saatava palaute voi olla hyvin erilaista ajoneuvojen koon mukaan.

Savo-Karjalan tiepiiri kokeili valtatiellä 5 välillä Leppävirta–Humalajoki keski­linjan tärinämerkintää koko tiejaksoille. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää miten keskilinjän tärinämerkintä vaikutti ajoneuvojen sivuttaissijaintiin eri lii­kennetilanteissa suoralla ja kaarteessa?

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Tutkimuskohde

Kuva 1 esittää koeosuuden valtatiellä 5 välillä Leppävirta–Humalajoki (pituus 25,6 km). Tärinämerkintää tehtiin yhtenäisesti tiejakson keskilinjalle sisältäen katkokeski-, varoitus- ja sulkuviivajaksoja. Ainoastaan asutuskohdat Oravikoski ja Paukarlahti jätettiin pois. Ajoneuvojen sivuttaissijaintia mitattiin suoralla mittauspisteessä 1 (5/151/4100) ja vasemmalle suuntautuvassa kaarteessa mittauspisteessä 2 (5/152/1 000). Mittauspiste 1 sijaitsi 500 m suoran alusta Humaljoen suuntaan ja suoran pituus oli 1800 m. Mittauspiste 2 sijaitsi 100 metriä kaarteeseen alusta ja tierekisterin mukaan kaarteeseen pituus oli 270 m ja säde 1 530. Nopeusrajoitus oli 100 km/h molemmissa pisteissä.



Kuva 1. Koeosuus valtatiellä 5 Leppävuirran ja Humaljoen välillä sekä mittauspisteet.

Tärinämerkinnästä tiedotettiin tienkäyttäjille koeosuuden alussa sijaitsevilla tauluilla (kuva 2).



Kuva 2. Kokeilun tiedotustaulu.

Tärinämerkintä valmistui 25.8.2003. Ajoneuvojen sivuttaissijaintia mitattiin ennen tärinämerkinnän jyräämistä ja sen jälkeen Humaljoen suuntaan ajavien ajoneuvojen osalta suoran ja kaartein mittauspisteissä (kuva 3):



a) Suora ennen



b) Suora jälkeen



c) Kaarre ennen



d) Kaarre jälkeen

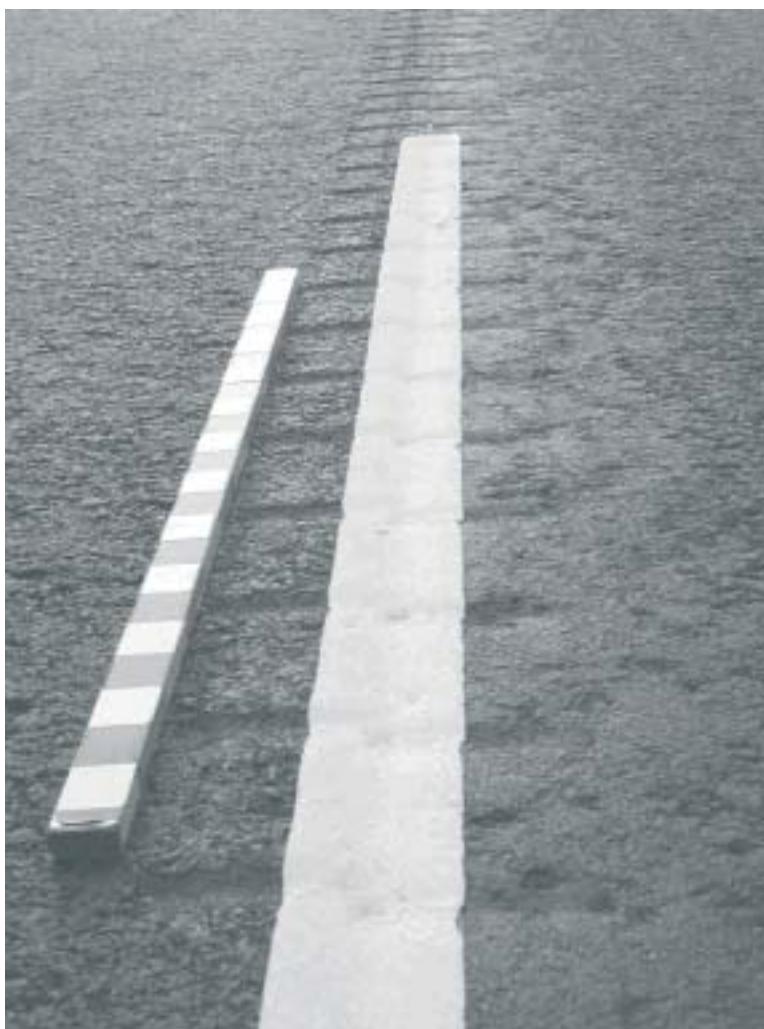
Kuva 3. Mittauspisteet.

Mittauksia tehtiin ennen toimenpidettä ja sen jälkeen molemmissa mittauspisteissä kahtena iltapäivänä poutasäällä. Varsinaisia analyysejä varten purettiin 15.7 ja 10.9.2003 tehdyt mittaukset (klo 13–16). Näistä saatiin kerättyä suunniteltu aineisto (>500 ajoneuvoa / tutkimuksen vaihe).

2.2 Tärinämerkinnän mitoitus

Ajokaistoille painettiin jyrällä päällystämisen yhteydessä keskilinjän molemmin puolin noin 15 cm:n pituisia poikkiviivoja (tien poikkisuuntaisia uria), joiden syvyys oli noin 1 cm ja leveys (tien suuntainen pituus) noin 1,5 cm (kuva 4). Uraviivan leveys oli yhteensä noin 30 cm (15 cm + 15 cm). Urista ei kuitenkaan saatu joka paikassa edellä kuvatun mittaisia. Keskilinjalle tehtiin lopuksi normaalit tiemerkinnot. (Kuva 4). Päällystämisen jälkeen ajoradan leveys mittauspisteissä oli 7.60 m, mikä oli noin 20 cm enemmän kuin ennen vaiheessa.

Tärinämerkintä aiheutti lähinnä ulinaa muistuttavan äänen henkilöauton sisälle ja lievää tärinää.



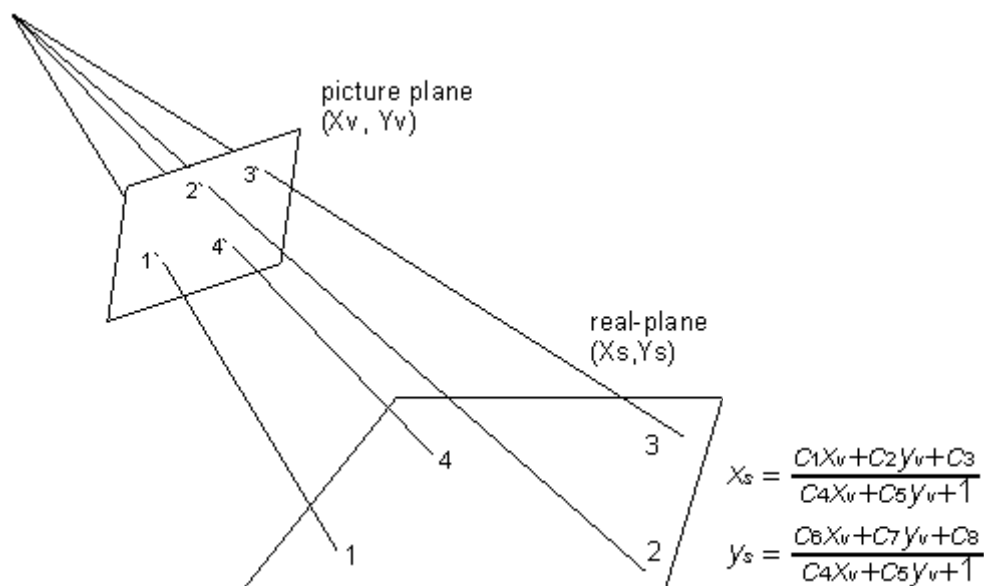
Kuva 4. Keskilinjän tärinämerkintä ja mittakeppi 5 cm ruudutuksella.

2.3 Videokuvausmenetelmä

Ajoneuvojen sivuttaissijainnin kaistalla määrittämiseksi ohiajavia ajoneuvoja kuvattiin korkealle pylvääseen piilotetulla videokameralla (kuva 5). Videokuvan analyysissä käytettiin ViVAtraffic-ohjelmaa. Kuvattava tie ja siitä saatava kuva ovat eri koordinaatistossa (kuva 6). Sen takia tienpinnassa osoitettiin ja mitattiin neljän pisteen välinen todellinen etäisyys, jonka avulla ohjelma laski mittakaavan oikeaksi videokuvan analysointiin.



Kuva 5. Videokamera pylväässä.



Kuva 6. Tutkimustason suhde videokuvatasoon (ViVAtraffic manual).

Ajoneuvojen sivuttaissijainti kaistalla määritettiin klikkaamalla hiirellä tietokoneen näytöllä vasemman renkaan ulkoreunan ja tienpinnan kosketuskohtaa, jolloin ViVAtraffic-ohjelma laski etäisyyden katkokeskiviivan reunasta, joka oli annettu ohjelmalle referenssiivivaksi.

Jokaisen ohiajavan ajoneuvon tyyppi ja liikennetilanne analysoitiin ja luokiteltiin samaan tiedostoon sivuttaissijaintitiedon kanssa. Ensin katsottiin oliko ajoneuvo vapaa vai jonossa (alle 5 sekuntia edellä ajavaan). Sitten tarkistettiin vastaan tulevan liikenteen tilanne: oliko alle 5 sekuntia ennen tai jälkeen ajoneuvon saapumista mittauspisteeseen vastaan tulevaa liikennettä.

Tutkimuksessa havaittujen erojen tilastollista merkitsevyyttä testattiin t-testillä (keskiarvot); ja Levenen varianssin F-testillä (keskihajonnat). Niiden tilastollisesti merkitsevät muutokset on osoitettu taulukoissa tähdillä. Muut käytetyt testit mainitaan tekstissä erikseen.

3 TULOKSET

3.1 Liikennemäärät ja -tilanteet

Taulukossa 1 on esitetty ajoneuvotyypeittäin liikennemäärät tutkimuksen eri vaiheissa mittausaikoina klo 13–16 Humaljoen suuntaan. Moottoripyörien ja kevyiden yhdistelmien määrä väheni jälkeen-vaiheessa kesän ennen-mittauksiin verrattuna.

Taulukko 1. Liikennemäärät ajoneuvoryhmittäin tutkimusajankohtina.

Suoran mittauspiste	Ennen	Jälkeen	Yhteensä
henkilöauto	516	498	1014
pakettiauto	43	50	93
kuorma-auto	55	54	109
linja-auto	5	7	12
moottoripyörä	19	2	21
ha+perävaunu	23	13	36
Yhteensä	661	624	1285
Tuntiliikenne	220	208	214
Kaarteen mittauspiste	Ennen	Jälkeen	Yhteensä
henkilöauto	492	478	970
pakettiauto	47	40	87
kuorma-auto	57	50	107
linja-auto	5	6	11
moottoripyörä	13	2	15
ha+perävaunu	21	10	31
Yhteensä	635	586	1221
Tuntiliikenne	212	195	204

Liikennetilanteissa ei tapahtunut olennaisia muutoksia (taulukko 2). Yhteensä tutkimuksessa luokiteltiin 2506:n ajoneuvon liikennetilanne.

Taulukko 2. Liikennetilanteet tutkimusajankohtina.

Suoran mittauspiste	Ennen	Jälkeen	Yhteensä
Vapaat	429	410	839
<i>ei vastaan tulevaa</i>	273	278	551
<i>vastaan tulevaa liikennettä</i>	156	132	288
Jonossa	232	214	446
<i>ei vastaan tulevaa</i>	177	149	326
<i>vastaan tulevaa liikennettä</i>	55	65	120
Jonossa %-osuus	35,1	34,3	34,7
Vastaantulevaa liikennettä %-osuus	31,9	31,6	31,8
Kaarteen mittauspiste	Ennen	Jälkeen	Yhteensä
Vapaat	392	354	746
<i>ei vastaan tulevaa</i>	258	251	509
<i>vastaan tulevaa liikennettä</i>	134	103	237
Jonossa	243	232	475
<i>ei vastaan tulevaa</i>	165	166	331
<i>vastaan tulevaa liikennettä</i>	78	66	144
Jonossa %-osuus	38,3	39,6	38,9
Vastaantulevaa liikennettä %-osuus	33,4	28,8	31,2

3.2 Ajoneuvojen sivuttaissijainti

Kaikkien ajoneuvojen keskimääräinen etäisyys keskiviivasta oli suoran mittauspisteessä ennen-vaiheessa 93 cm ja keskihajonta 34,9 ja vastaavat luvut jälkeen-vaiheessa olivat 92 cm ja 31,0. Keskihajonnan muutos oli merkitsevä, mutta kun moottoripyörät ja kevyet yhdistelmät, joiden määrä väheni selvästi jälkeen-vaiheessa, jätettiin pois tulos ei ollut enää merkitsevä. Kaarteen mittauspisteessä ajolinjat siirtyivät 8 cm lähemmäksi keskiviivaa. Keskihajonta oli ennen-ja-jälkeen 31,3 cm. (Taulukko 3).

Taulukosta 3 nähdään kuinka ajoneuvojen sijainti kaistalla vaihteli ajoneuvotyyteittäin. Henkilö- ja pakettiautojen keskimääräiset sijainnit erosivat odotetusti kuorma-autoista (kaksisuuntainen varianssianalyysi, Dunnett's T3-testi, $P < 0.001$).

Taulukko 3. Ajoneuvojen sivuttaissijaintien keskiarvot ja -hajonnat (vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivan oikeasta reunasta).

Suoran mittauspiste	Ennen			Jälkeen			Muutos	
	ka	s	n	ka	s	n	ka	s
henkilöauto	94,0	34,1	497	94,1	30,2	478	0,1	-3,9*
pakettiauto	94,4	30,1	43	92,4	32,2	50	-2,0	2,2
kuorma-auto	69,2	24,4	55	71,2	25,8	54	2,0	1,5
linja-auto	73,0	16,0	5	65,9	21,8	7	-7,1	5,8
moottoripyörä	145,1	41,7	17	161,5	44,5	2	16,4	2,9
ha+peräkärä	99,8	30,7	23	100,3	29,2	13	0,5	-1,5
Yhteensä	93,3	34,9	640	91,9	31,0	604	-1,4	-3,9**
Kaarteen mittauspiste	Ennen			Jälkeen			Muutos	
	ka	s	n	ka	s	n	ka	s
henkilöauto	83,9	29,4	492	76,7	31,0	478	-7,1***	1,6
pakettiauto	86,6	33,6	47	79,3	33,1	40	-7,3	-0,5
kuorma-auto	62,9	21,9	57	62,7	30,8	50	-0,2	8,9
linja-auto	60,6	8,0	5	52,0	29,1	6	-8,6	21,1
moottoripyörä	148,8	35,2	13	110,0	31,1	2	-38,8	-4,0
ha+peräkärä	95,8	28,5	21	77,5	24,8	10	-18,3	-3,7
Yhteensä	83,7	31,3	635	75,6	31,3	586	-8,1***	0,1

*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001

Ajoneuvojen sivuttaissijainnit erosivat myös liikennetilanteen mukaan (taulukko 4). Vastaaan tuleva liikenne siirsi ajolinjoja yleensä 15–20 cm tien reunaan kohti (kaksisuuntaisessa varianssianalyysi, Gabriel-testi, P<0.001). Suoran mittauspisteessä jonossa ajavat ajoivat hieman lähempänä keskiviivaa kuin vapaat (kaksisuuntainen varianssianalyysi, Gabriel-testi, P<0.01).

Sivuttaissijainneissa oli eroja ajoneuvotyypeittäin ja liikennetilanteittain. Sen takia seuraavassa tulokset esitetään niiden mukaan ristiintaulukoituina.

Taulukko 4. Kaikkien ajoneuvojen sivuttaissijaintien keskiarvot ja -hajonnat (vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivan oikeasta reunasta) liikennetilanteittain.

Suoran mittauspiste	Ennen		Jälkeen		Muutos	
	ka	s	ka	s	ka	s
Vapaat,	95,5	33,4	93,2	30,4	-2,4	-3,0
ei vastaan tulevaa	89,7	33,3	88,1	29,4	-1,5	-3,9
vastaan tulevaa liikennettä	105,5	31,3	103,5	30,1	-2,0	-1,3
Jonossa,	89,0	37,2	89,5	31,9	0,5	-5,3
ei vastaan tulevaa	87,4	38,5	82,9	31,6	-4,5	-7,0
vastaan tulevaa liikennettä	93,9	32,7	103,8	28,0	9,8	-4,7
KAIKKI YHTEENSÄ	93,3	34,9	91,9	31,0	-1,4	-3,9**
Kaarteen mittauspiste	Ennen		Jälkeen		Muutos	
	ka	s	ka	s	ka	s
Vapaat,	83,5	31,4	72,7	31,5	-10,8***	0,1
ei vastaan tulevaa	78,2	31,6	68,5	32,6	-9,8**	1,1
vastaan tulevaa liikennettä	93,6	28,7	83,0	25,9	-10,6**	-2,8
Jonossa,	84,1	31,1	80,0	30,6	-4,1	-0,5
ei vastaan tulevaa	77,7	29,7	75,8	29,1	-1,9	-0,6
vastaan tulevaa liikennettä	97,5	29,7	90,4	31,9	-7,1	2,2
KAIKKI YHTEENSÄ	83,7	31,3	75,6	31,3	-8,1***	0,1*

*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001

3.2.1 Henkilöautot eri liikennetilanteissa

Taulukosta 5 näkyy, kuinka suoran mittauspisteessä henkilöautojen sivuttaissijaintien keskihajonnat pienenevät kaikissa liikennetilanteissa. Muutos yhteensä, 3,9 cm, oli tilastollisesti melkein merkitsevästi. Keskiarvossa ei tapahtunut merkitseviä muutoksia. Kaarteen mittauspisteessä vapaiden henkilöautojen ajoneuvojen keskimääräinen sivuttaissijainti kaistalla siirtyi noin 10 cm lähemmäksi keskilinjaa.

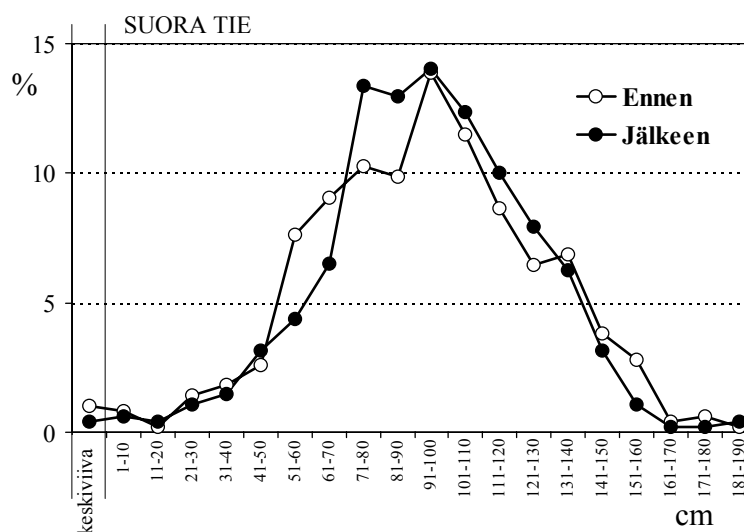
Taulukko 5. Henkilöautojen sivuttaissijaintien keskiarvot ja -hajonnat (vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivan oikeasta reunasta).

Suoran mittauspiste	Ennen			Jälkeen			Muutos	
	ka	s	n	ka	s	n	ka	s
Vapaat,	97,2	32,8	312	96,0	29,4	306	-1,2	-3,4
ei vastaan tulevaa	91,5	33,3	194	90,7	29,1	206	-0,8	-4,2
vastaan tulevaa liikennettä	106,7	29,6	118	107,0	26,9	100	0,4	-2,7
Jonossa,	88,6	35,6	185	90,6	31,5	172	2,1	-4,2
ei vastaan tulevaa	86,2	36,6	137	84,6	32,1	116	-1,6	-4,6
vastaan tulevaa liikennettä	95,2	32,2	48	103,0	26,4	56	7,9	-5,7
KAIKKI YHTEENSÄ	94,0	34,1	497	94,1	30,2	478	0,1	-3,9*
Kaarteen mittauspiste	Ennen			Jälkeen			Muutos	
	ka	s	n	ka	s	n	ka	s
Vapaat,	84,9	29,6	283	74,4	31,0	265	-10,5***	1,4
ei vastaan tulevaa	79,2	29,9	182	70,7	32,3	192	-8,4**	2,4
vastaan tulevaa liikennettä	95,1	26,2	101	84,0	25,1	73	-11,1**	-1,1
Jonossa,	82,5	29,1	209	79,6	30,9	213	-2,9	1,8
ei vastaan tulevaa	77,0	28,4	146	75,3	29,3	150	-1,7	0,9
vastaan tulevaa liikennettä	95,4	26,7	63	89,9	32,4	63	-5,5	5,7*
KAIKKI YHTEENSÄ	83,9	29,4	492	76,7	31,0	478	-7,1***	1,6

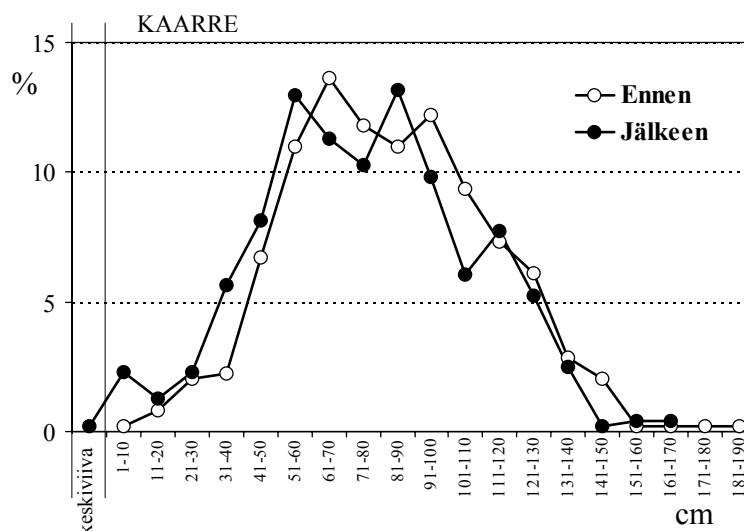
*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001

Kuvissa 7 ja 8 on esitetty henkilöautojen sivuttaissijaintien jakaumat.

TULOKSET



Kuva 7. Henkilöautojen vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivan oikeasta reunasta suoran mittauspisteessä.



Kuva 8. Henkilöautojen vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivan oikeasta reunasta kaartein mittauspisteessä.

3.2.2 Pakettiautot eri liikennetilanteissa

Pakettiautojen osalta suoran mittauspisteessä ei tapahtunut merkitseviä muutoksia (taulukko 6). Kaarteen mittauspisteessä jonossa ajaneiden pakettiautojen sijainnin keskihajonta näytti pienenevän, mutta tapausten lukumäärä oli pieni ja eri suuntaan kuin suoralla.

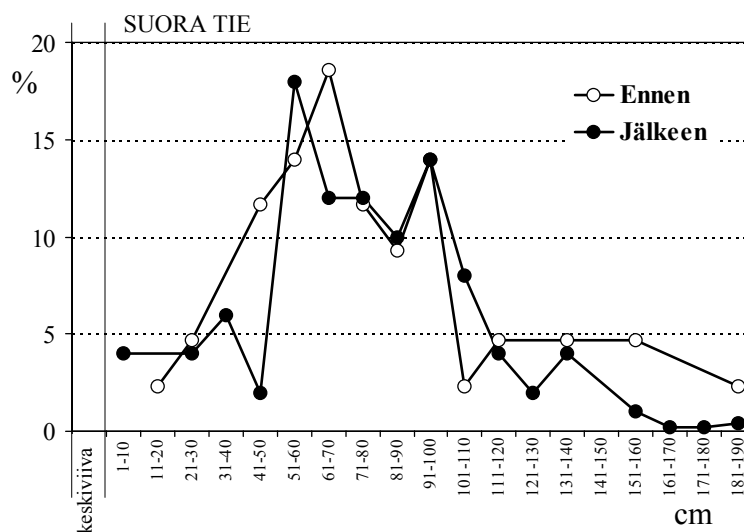
Taulukko 6. Pakettiautojen sivuttaissijaintien keskiarvot ja -hajonnat (vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivan oikeasta reunasta).

Suoran mittauspiste	Ennen			Jälkeen			Muutos	
	ka	s	n	ka	s	n	ka	s
Vapaat, ei vastaan tulevaa	100,8	29,9	29	94,8	28,5	38	-5,9	-1,4
vastaan tulevaa liikennettä	87,0	20,2	19	90,6	28,3	30	3,6	8,1
	126,9	28,4	10	110,6	24,7	8	-16,3	-3,7
Jonossa, ei vastaan tulevaa	81,3	26,8	14	84,8	42,5	12	3,5	15,8
vastaan tulevaa liikennettä	86,8	24,2	11	68,4	40,3	7	-18,4	16,1
	61,0	30,8	3	107,8	37,5	5	46,8	6,7
KAIKKI YHTEENSÄ	94,4	30,1	43	92,4	32,2	50	-2,0	2,2
Kaarteen mittauspiste	Ennen			Jälkeen			Muutos	
	ka	s	n	ka	s	n	ka	s
Vapaat, ei vastaan tulevaa	77,5	33,0	29	75,0	35,8	31	-2,5	2,7
vastaan tulevaa liikennettä	76,9	37,4	19	72,0	35,5	20	-4,9	-2,0
	78,5	24,2	10	80,5	37,4	11	2,0	13,1
Jonossa, ei vastaan tulevaa	101,2	29,9	18	93,9	15,1	9	-7,3	-14,7**
vastaan tulevaa liikennettä	95,9	33,5	9	90,8	14,1	6	-5,1	-19,4**
	106,4	26,7	9	100,0	18,3	3	-6,4	-8,3
KAIKKI YHTEENSÄ	86,6	33,6	47	79,3	33,1	40	-7,3	-0,5

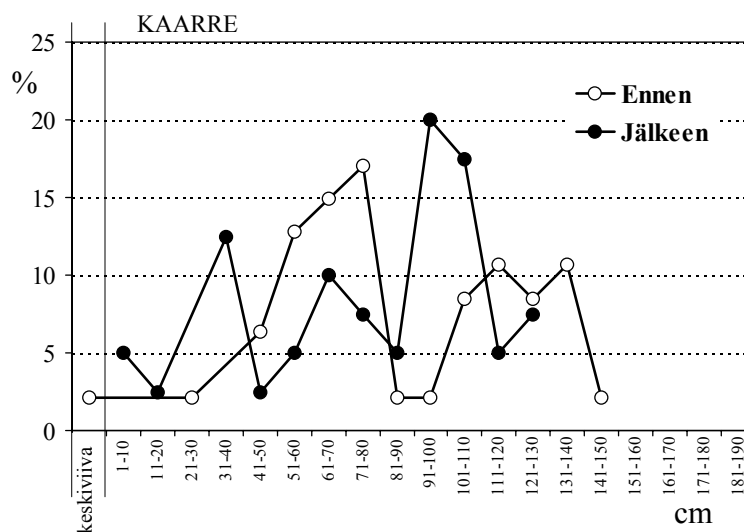
**P<0.01

Kuvissa 9 ja 10 näkyvät pakettiautojen sivuttaissijainnin jakaumat.

TULOKSET



Kuva 9. Pakettiautojen vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivan oikeasta reunasta suoran mittauspisteessä.



Kuva 10. Pakettiautojen vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivan oikeasta reunasta kaartein mittauspisteessä.

3.2.3 Kuorma-autot eri liikennetilanteissa

Vapaiden kuorma-autojen kohdatessa muuta liikennettä suoralla, niiden sijaintien hajonta näytti kasvavan jälkeen vaiheessa (taulukko 7). Tosin keskijajonta ennen-vaiheessa oli selvästi pienempi (12,4) kuin muissa tilanteissa.

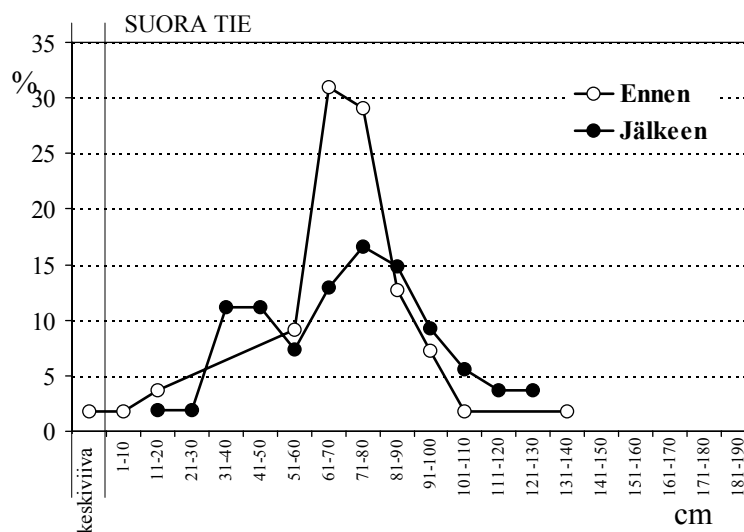
Taulukko 7. Kuorma-autojen sivuttaissijaintien keskiarvot ja -hajonnat (vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivan oikeasta reunasta).

Suoran mittauspiste	Ennen			Jälkeen			Muutos	
	ka	s	n	ka	s	n	ka	s
Vapaat,	70,3	22,7	46	70,0	26,9	40	-0,3	4,3*
ei vastaan tulevaa	68,3	27,0	29	65,2	22,7	23	-3,1	-4,3
vastaan tulevaa liikennettä	73,6	12,4	17	76,4	31,4	17	2,8	19,0***
Jonossa,	63,8	32,8	9	74,9	23,0	14	11,1	-9,9
ei vastaan tulevaa	61,8	34,5	8	71,0	22,6	11	9,3	-11,9
vastaan tulevaa liikennettä	80,0		1	89,0	22,3	3		
KAIKKI YHTEENSÄ	69,2	24,4	55	71,2	25,8	54	2,0	1,5
Kaarteen mittauspiste	Ennen			Jälkeen			Muutos	
	ka	s	n	ka	s	n	ka	s
Vapaat,	62,5	20,2	50	62,8	30,7	44	0,2	10,6*
ei vastaan tulevaa	57,7	18,8	36	52,6	28,8	30	-5,1	10,0
vastaan tulevaa liikennettä	75,0	18,6	14	84,6	22,9	14	9,6	4,3
Jonossa,	65,3	34,1	7	62,3	34,0	6	-3,0	-0,1
ei vastaan tulevaa	54,5	37,0	4	62,3	34,0	6	7,8	-3,0
vastaan tulevaa liikennettä	79,7	29,8	3					
KAIKKI YHTEENSÄ	62,9	21,9	57	62,7	30,8	50	-0,2	8,9

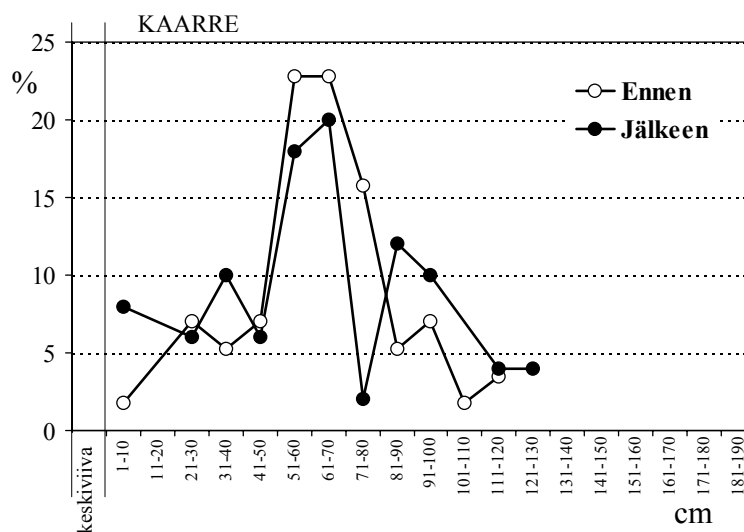
*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001

Kuvissa 11 ja 12 näkyvät kuorma-autojen sivuttaissijainnin jakaumat.

TULOKSET



Kuva 11. Kuorma-autojen vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivan oikeasta reunasta suoran mittauspisteessä.



Kuva 12. Kuorma-autojen vasemman renkaan etäisyys katkokeskiviivan oikeasta reunasta kaartein mittauspisteessä.

3.3 Ohitusten määrä

Suoran mittauspisteessä havaittiin 21 ohitusta ennen-mittausten aikana ja 20 ohitusta jälkeen-mittausten aikana, joten ohituksiin tärinämerkintä ei näyttänyt vaikuttavan.

4 YHTEENVETO JA TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimuksessa selvitettiin valtatiellä 5 koeosuudella Leppävirta–Humalajoki (pituus 25,6 km) keskilinjän tärinämerkinnän vaikutusta ajoneuvojen sivuttaissijaintiin kaistalla. Mittaukset tehtiin ennen tärinämerkintää ja kaksi viikkoa sen valmistumisen jälkeen. Tärinämerkinnän tien poikkisuuntaiset noin 30 cm pitkät urat aiheuttivat lähinnä ulinaa muistuttavan äänen henkilöauton sisälle ja lievää täristystä auton renkaiden joutuessa sen päälle.

Sivuttaissijainnin jakauman keskiarvolla mitattiin ajolinjojen muutoksia. Aiempien tutkimusten perusteella (ks. Ranta ym. 1998) oletettiin, että ajoneuvojen sivuttaissijainnin hajonnan pienenemistä voidaan käyttää turvallisuuden parantumisen mittarina.

Kaikkien ajoneuvojen keskimääräinen etäisyys keskiviivasta oli suoran mittauspisteessä ennen-vaiheessa 93 cm ja jälkeen-vaiheessa 92 cm. Etäisyyden keskihajonta pieneni 34,9 cm:stä 31,0 cm:iin. Kaarteen mittauspisteessä kaikkien ajoneuvojen keskimääräinen etäisyys keskiviivasta lyheni 84 cm:stä 76 cm:iin. Keskihajonta oli ennen-ja-jälkeen 31,3 cm.

Sivuttaissijainnit erosivat ajoneuvotyypin ja liikennetilanteen mukaan. Kuorma-autot ajoivat odotetusti lähempänä keskilinjaa kuin henkilö- ja pakettiautojen. Kun tilanteessa oli vastaan tulevaa liikennettä, ajoneuvojen ajolinjat siirtyivät yleensä 15–20 cm tien reunaan kohti. Suoran mittauspisteessä jonossa ajavat ajoivat hieman lähempänä keskiviivaa kuin vapaat.

4.1 Henkilö- ja pakettiautojen sijaintimuutokset

Suoran mittauspisteessä henkilöautojen sivuttaissijainnin keskihajonta pieneni kaikissa liikennetilanteissa. Kaarteen mittauspisteessä vapaiden henkilöautojen ajoneuvojen sivuttaissijainti kaistalla siirtyi noin 10 cm lähemmäksi keskilinjaa, mutta keskihajonnassa ei tapahtunut muutosta.

Pakettiautojen sivuttaissijainnin keskihajonta jonossa ajaneiden osalta näytti pienenevän kaarteen mittauspisteessä, mutta suoralla suuntaus oli päinvastainen, kun katsottiin samassa tilanteessa olevia pakettiautoja.

Suoran mittauspisteessä havaittujen ohitusten määrän perusteella tärinämerkinnällä ei näyttänyt olevan mitään vaikutusta ohituksiin.

4.2 Kuorma-autojen sijaintimuutokset

Vapaiden kuorma-autojen kohdatessa muuta liikennettä suoralla, niiden sijaintien keskihajonta näytti kasvavan jälkeen vaiheessa. Samaa suuntausta oli kaarteissa vapaiden kuorma-autojen osalta. Toisaalta jonossa ajaneiden

kuorma-autojen sijainnin keskihajonta pienentyi molemmissa mittauspisteissä (ei merkitsevästi).

4.3 Tulosten arviointia

Erityisesti kuorma-autojen sivuttaissijainnin keskihajonnan kasvamiseen saattoi vaikuttaa se seikka, että päällystämisen jälkeen ajoradan leveys mittauspisteissä kasvoi noin 20 cm ennen-vaiheeseen verrattuna. Lisäksi tärinämerkintä oli sen verran 'kevyt' että se ei tuntunut kuorma-autojen kuljettajille, jolloin sillä ei juuri voinut olla vaikutusta niiden sivuttaissijaintiin. Tärinämerkinnän 'keveydestä' kertoo sekin, että se ei näyttänyt vaikuttavan ohitusten määrään. Kaarteessa tapahtunut vapaiden henkilöautojen 10 cm:n ajolinjan muutos voi myös selittyä ajoradan leveyden kasvamisella, kun tilaa kaistalle tuli enemmän.

Pitkällä suoralla ajoneuvojen tahatonta vaeltelua kaistalta tapahtunee enemmän kuin kaarteessa. Tässä suhteessa henkilöautojen sivuttaissijainnin keskihajonnan lievä kaventuminen suoran mittauspisteessä kaikissa liikennetilanteissa oli positiivinen tulos varsinkin, kun ottaa huomioon ajoradan leventymisen jälkeen-vaiheessa. Tämä antaa viitteitä siitä, että kuljettajien tarkkaavaisuus ajotehtävään lisääntyi ja että tämäntyppisillä toimenpiteillä voidaan saada aikaan turvallisuuden kannalta hyviä muutoksia. Tärinämerkinnän mitoituksen tulisi olla nyt kokeiltua hieman täristävämpi ja leveämpi, jotta kuljettajat saisivat enemmän palautetta kaistalta poikkeamisista. Leveämpi merkintä lisäisi myös kuljettajan aikaa reagoida yllättävään tapahtumaan.

5 LÄHTEET

Ranta, S., Mäkinen, T., & Malmivuo, M. (1998). *Palautetta antavat tiemerkinnot suistumis- ja kohtaamisonnettomuuksien torjunnassa*. Tielaitoksen selvityksiä 1/1998.

Räsänen, M. (2003a). *Upotettujen tienpintaheijastimien vaikutukset ajoneuvojen sivuttaissijaintiin ja nopeuksiin. Kokeilu valtatiellä 1*. Tiehallinnon selvityksiä 33/2003.

Räsänen, M. (2003b). *Tärinäsulkuviivan vaikutus ajokäyttäytymiseen kaarteissa*. Tiehallinnon selvityksiä painossa.

ViVAtraffic manual.

<http://transport.arubi.uni-kl.de/ViVAtraffic/English/index.html>

ISSN 1459-1553
ISBN 951-803-171-1
TIEH 3200846-v