



Juha Tapio

Tienpito liikennekäyttämisen ohjauskeinona

Autonkuljettajien informaatio- ja palautejärjestelmät liikenneturvallisuustoimenpiteenä –
Osaraportti 4



Juha Tapio

Tienpito liikennekäyttämisen ohjauskeinona

**Autonkuljettajien informaatio- ja palautejärjestelmät liikenneturvallisuustoimenpiteenä –
Osaraportti 4**

Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja

37/2001

ISSN 1457-991X
TIEH 4000302

Edita Oyj
Helsinki 2001

Julkaisua myy/saatavana:
Tiehallinto, julkaisumyynti
Telefaksi 0204 22 2652
S-posti julkaisumyynti@tiehallinto.fi
www.tiehallinto.fi/julk2.htm

Tiehallinto

Tie- ja liikennetekniikka
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 150

Asiasanat: liikenneturvallisuus, käyttäytyminen, liikennelympäristö, suunnittelu, tienpito
Aiheluokka: 82, 84

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin tienpidon osuutta kuljettajille suunnatun informaation ja palautteen tarjoamisessa. Tarkastelu kohdistui pääasiassa yleiseen tieverkkoon, mutta myös katuverkkoa tarkasteltiin rajoitetusti. Tutkimus toteutettiin olemassa olevan kirjallisuuden ja asiantuntijahaastatteluiden analyysinä.

Kuljettajaan vaikuttamisessa erottuu eri tasoisia vaikutusmekanismeja; toimenpiteillä voidaan lisätä tietoa, ohjata, käskää tai pakottaa halutunlaiseen käyttäytymiseen. Koko tätä vaikutusmekanismien skaalaa tulisi hyödyntää myös tieinfrastruktuurin kehittämisessä ja olemassa olevan infrastruktuurin parantamisessa. Tiet, risteämiset sekä tieympäristö tulee suunnitella niin, että muodostuva kokonaisuus ohjaa ja tarpeen mukaan jopa pakottaa autonkuljettajat, sekä myös muut tienkäyttäjät turvalliseen käyttäytymiseen. Selvityksen perusteella esiin nousi seuraavia tutkimus- ja kehittämisaiheita:

- Liikenneturvallisuusauditoinnin kehittäminen ja käyttöön ottaminen erityisesti olemassa olevan tie- ja katuverkon osalta.
- Taajamien tie- ja katuverkon luokittelu toiminnallisiin luokkiin, luokkien nopeusrajoitusten määrittäminen ja tie-/katuympäristön muokkaaminen ulkoisilta ominaisuuksiltaan nopeusrajoituksia vastaaviksi.
- Uusien rahoitustapojen kehittäminen taajamahankkeiden toteuttamiseksi yhdessä kuntien kanssa.
- Telematiikkaan liittyvien laitteiden ja järjestelmien luotettavuuden ja liikenneturvallisuusvaikutusten selvittäminen.
- Turvalliseen käyttäytymiseen ohjaavien tai jopa pakottavien suunnittelelementtien ja rakenteellisten ratkaisujen kehittäminen, kokeileminen ja turvallisuusvaikutusten selvittäminen.

Selvityksessä ei pystytty löytämään yksittäisiä turvalliseen liikennekäyttäytymiseen ohjaavia kokonaan uusia ratkaisuja. Esille nousi liittymien kehittäminen niin, että ne ohjaavat/pakottavat alentamaan henkilöautojen nopeuksia aiheuttamatta haittaa raskaalle liikenteelle. Liikenneturvallisuuden kannalta optimaalisen liittymänäkemän selvittämiselle todettiin myös tarvetta. Lisäksi ratkaisua kaivattiin oikealle kääntyvien aiheuttaman peräänajoriskin pienentämiseksi, koska oma kaista oikealle kääntyville voi haitata liittyvältä tieltä saapuvien näkyvyyttä. Sivuteiltä risteyksiin saapuvien ajoneuvojen nopeuksien alentaminen rakenteellisin keinoin nousi myös esille. Linjaosuuksilla todettiin tarvetta profiloitujen reunaviivojen ja keskiviivojen jatkokehittämiselle, myös mahdollisuudet vaikuttaa ajonopeuksiin optisesti tulisi selvittää. Taajamissa tulisi jatkaa liikenteen rauhoittamistoimenpiteiden toteuttamista ja järjestelmällistä jälkiseuranta.

Keywords: traffic safety, traffic planning, behaviour, road infrastructure, road environment

SUMMARY

Driver's information and feedback systems were divided in four parts: infrastructure, automobile, education/training/safety campaigns and police enforcement. Infrastructure part, focused mainly on the public roads, is presented in this report. The study consists in the literature analysis and interviews of experts.

Driving behaviour is affected on several different levels. Measures used may vary from giving more information for the driver to different kinds of forcing measures. Roads, intersections and road environment should be designed to guide road users to act safely, forcing measures should be used more often.

As a result of the study several R&D items are recommended:

- To develop and implement design elements, which forces road users to act safely.
- To develop and implement traffic safety audit.
- To categorise street/road network in urban areas according to the function of the street/road and assessing appropriate speed limits and design to each category.
- To develop new design elements and other infrastructure measures, and to identify safety effects by pilot projects e.g.:
 - Compact intersections, which reduce driving speeds but doesn't cause inconvenience to heavy traffic (kerb, surface).
 - Measures to reduce rear end collisions on right turnings.
 - Optimal sight distance.
 - Profiled road markings used as edge or centre lines, which doesn't raise driving speeds.
 - Optical guidance and other optical measures to reduce driving speeds (e.g. to dense reflector posts).
 - Measures to reduce driving speeds when approaching intersection from a secondary road.
 - To develop traffic calming measures, large scale implementing of the measures and safety effects monitoring.
- To develop new ways to finance appropriate measures in urban areas together with local authorities.
- To develop the reliability of telematic systems and to assess their safety effects.

ESIPUHE

Selvityksessä tarkastellaan tienpidon osuutta auton kuljettajille suunnatun informaation ja palautteen tarjoamisessa. Tarkastelu kohdistuu pääasiassa Tiehallinnon toimintasektorille ts. yleiseen tieverkkoon, mutta myös katuverkkoa tarkastellaan rajoitetusti. Työ on osa laajempaa tutkimuskokonaisuutta, jossa tarkasteltiin autonkuljettajien informaatio- ja palautejärjestelmiä liikenneturvallisuuustyön näkökulmasta.

Selvitys on tehty liikenne- ja viestintäministeriön sekä VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan yhteisrahoituksella. Selvityksen on tehnyt tutkija Juha Tapio VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta. Työtä ohjasi johtoryhmä, johon kuuluivat Pekka Tiainen (LVM), Lasse Hantula (Liikennevakuutuskeskus), Ove Knekt (AKE), Anne Leppänen (Tiehallinto), Kari Rantala (SM), Timo Ajaste (SM, Rantalan tilalla 1.8.01 alkaen) sekä tutkimuskokonaisuudesta vastanneiden tekijöiden edustajina Esko Keskinen (Turun yliopisto), Sirkku Laapotti (Turun yliopisto), Mika Hatakka (Turun yliopisto), Tapani Mäkinen (VTT/AUT), Otto Kärki (VTT/RTE) ja Juha Tapio (VTT/RTE).

Kiitokset osallistuneille!

Helsinki, marraskuu 2001

Tiehallinto
Tie- ja liikennetekniikka

Sisältö

1	JOHDANTO	7
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	8
3	TIENPIDON MAHDOLLISUUDET	9
3.1	Tiehallinnon rooli	9
3.2	Tieinfrastruktuurin avulla välitettävä informaatio ja palaute	9
3.3	Telemaattiset menetelmät	13
4	TIEHALLINNON STRATEGIA	14
4.1	Tieinfrastruktuuri	14
4.2	Liikenteen hallinta	15
5	TIEHALLINNON TOIMINTA	16
5.1	Tieinfrastruktuuri	16
5.1.1	Tieverkko	16
5.1.2	Ajorata	16
5.1.3	Tien reuna-alue	19
5.1.4	Liikenteen ohjaus	19
5.1.5	Tien rakenteet ja laitteet	22
5.2	Liikenteen hallinta	23
5.2.1	Nykytilan kuvaus	23
5.2.2	Tehdyt tutkimukset	24
6	LIIKENNEKÄYTTÄYTYMISTÄ OHJAAVIEN OMINAISUUKSIEN KEHITTÄMINEN	29
7	LÄHTEET	31

1 JOHDANTO

Tämä raportti on osa laajempaa kuljettajien informaatio- ja palautejärjestelmiä tarkastelevaa tutkimusta. Osaraportissa selvitetään tienpidon osuutta auton kuljettajille suunnatun informaation ja palautteen tarjoamisessa. Tarkastelu kohdistuu pääasiassa Tiehallinnon toimintasektorille ts. yleiseen tieverkkoon, mutta myös katuverkkoa tarkastellaan rajoitetusti. Tutkimuskokonaisuuden muissa osissa kuljettajien informaatio- ja palautejärjestelmien nykytilaa ja kehittämistarpeita tarkasteltiin poliisin toiminnassa (Mäkinen 2001) sekä kuljettajakoulutuksen ja valistuksen näkökulmasta (Laapotti, Keskinen, Hatakka 2001). Myös autojen kehityksen nykytilaa ja tulevaisuuden mahdollisuuksia tarkasteltiin omassa osakokonaisuudessaan (Kärki 2001).

Ajon aikana kuljettajalle välittyy liikenneympäristöä ja ajo-olosuhteita koskevaa informaatiota useista eri lähteistä (mm. liikennemerkit, opasteet, tiemerkinnit sekä ajokeliä ja ruuhkia koskevat radiotiedotukset). Myös rakennettu ympäristö itsessään ohjaa liikennekäyttäytymistä (self explaining road). Lisäksi kuljettaja saa yleistä liikenteestä, liikenneturvallisuudesta ja liikennekäyttäytymisestä kertovaa informaatiota (tiedotus, valistus, koulutus). Näitä pitemmällä tähtäimellä liikennekäyttäytymiseen vaikuttavia menetelmiä ovat esim. ajokoulutus, erilaiset liikennettä koskevat kampanjat sekä epäsuorasti vaikuttavat, asenteita ja arvoja muokkaavat tekijät kuten mainokset, elokuvat jne.

Palautejärjestelmien kautta yksittäisille kuljettajille kerrotaan heidän liikennekäyttäytymisestään. Nykykäytännössä tämä tarkoittaa usein sääntöjen vastaisesta käyttäytymisestä annettuja huomautuksia ja eriasteisia rangaistuksia.

Kuljettajaan vaikuttamisessa voidaan erottaa eri tasoisia vaikutusmekanismeja; toimenpiteillä voidaan lisätä tietoa, ohjata, käskä tai pakottaa halutunlaiseen käyttäytymiseen. Käytettävissä olevan keinovalikoiman selvittämiseksi tehtiin nykytilaselvitys, jossa käytiin läpi erilaisia informaatio- ja palautemenetelmiä kotimaassa ja ulkomailla sekä niistä saatuja kokemuksia ja tutkimustuloksia. Erityistä mielenkiintoa kohdistettiin Ruotsissa nollavision myötä esitettyihin ehdotuksiin (Wrangborg 2000). Lisäksi selvitettiin Tiehallinnon strategiat informaatio- ja palautejärjestelmien suhteen.

Selvitysten perusteella laadittiin suosituksia sekä tutkimus- ja kehittämisehdotuksia kuljettajien informaatio- ja palautejärjestelmien kehittämiseksi tienpidon toimin.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tienpidon merkitystä autonkuljettajien informoisemisessa ja palautteen antamisessa tarkasteltiin olemassa olevan kirjallisuuden ja asiantuntijahaastatteluiden perusteella.

Perinteiseen tieinfrastruktuuriin liittyviä informaatio- ja palautejärjestelmiä sekä telematiikan sovelluksia kartoitettiin suurelta osin Euroopan komission neljännessä puiteohjelmassa toteutettuun GADGET (Guarding Automobile Drivers through Guidance Education and Technology) -tutkimukseen perustuen (Kuratorium für Verkehrssicherheit 1999). Tutkimukseen osallistui 17 tutkimuslaitosta 15 eri maasta. Tutkimuksen tavoitteena oli mm. listata kaikki käytettävissä olevat tieinfrastruktuuriin liittyvät kuljettajan käyttäytymistä ohjaavat menetelmät, joilla tutkimusten perusteella arvioidaan olevan vaikutusta liikenneturvallisuuteen. Uusia näkökulmia etsittiin myös Ruotsin nollavision pohjalta (Wrangborg 2000). Lisäksi tutustuttiin SAFE Highways of the Future 2001 -konferenssin materiaaliin (Bishop 2001). Selvitystyön tulokset on koottu lukuun 3 Tienpidon mahdollisuudet.

Tiehallinnon strategiat kuljettajien informaatio- ja palautejärjestelmien suhteen selvitettiin käymällä läpi useita Tiehallinnon sekä liikenne- ja viestintäministeriön pitkän aikavälin linjauksia (luku 4).

Kotimaan nykytilan kartoittamiseksi selvitettiin asiantuntijahaastatteluiden ja kirjallisuusselvityksen avulla minkälaisia toimenpiteitä Suomessa on toteutettu, minkälaisia tutkimuksia on tehty ja minkälaisia vaikutuksia eri toimenpiteillä on havaittu (luku 5).

3 TIENPIDON MAHDOLLISUUDET

3.1 Tiehallinnon rooli

Tiehallinnon rooli kuljettajille välitettävän informaation ja palautteen tarjoamisessa on tärkeä. Se toimii asiantuntijaorganisaationa yleisen liikennetietouden levittämisessä yhteistyössä muiden alan toimijoiden kanssa. Tässä selvityksessä ei kuitenkaan keskitytty Tiehallinnon tähän rooliin, vaan pyrittiin selvittämään varsinaisiin tienpitotoimiin liittyviä informaatio ja palautejärjestelmiä.

Tienpito jaetaan tieverkon kehittämiseen, tieverkon ylläpitoon ja hoitoon sekä liikenteen hallintaan. Näistä kolmesta tienpidon osa-alueesta informaatio- ja palautejärjestelmät liittyvät selkeimmin liikenteen hallintaan ja telematiikan mahdollistamiin menetelmiin. Koska tähän osa-alueeseen on Tiehallinnossa viime vuosina panostettu voimakkaasti, tässä selvityksessä suurempi painoarvo annetaan perinteisen infrastruktuurin tarkastelulle, jotta myös sen alueen keinot kyettäisiin hyödyntämään maksimaalisesti. Lisäksi tarkastellaan infrastruktuurin ja ajoneuvon vuorovaikutuksen mahdollisuuksia kuljettajan informaatio- ja palautejärjestelmien kehittämisessä.

3.2 Tieinfrastruktuurin avulla välitettävä informaatio ja palaute

Ajon aikana kuljettaja saa pääasiallisen tieympäristöä ja liikenneolosuhteita koskevan informaationsa näköaistinsa välityksellä. Jossain määrin havaintoja tehdään myös kuulo ja tuntoaisteilla. Kuljettajan ajotehtävään liittyviä toimia voidaan tarkastella kolmella tasolla (Kuratorium für Verkehrssicherheit):

- Makrotason toiminta (strateginen taso)
- Liikennetilanteen mukainen toiminta (taktinen taso)
- Mikrotason toiminta (operatiivinen taso, ajoneuvon hallinta)

Makrotasoon luetaan kuuluvaksi mm. matkan suunnittelu ja reitin valinta. Liikennetilanteen mukainen toiminta sisältää reagoinnin kulloiseenkin ajotilanteeseen ja sen vaatimat toimet. Mikrotason toimintaan puolestaan kuuluvat kaikki ajoneuvon hallintaan liittyvät toimet (kaasun ja jarrun käyttö, ohjaus jne.). Luokituksen sisäisen hierarkian mukaan mikrotason toimet voivat viimekädessä viedä kuljettajan kaiken huomion ja muu ympäristön välittämä informaatio jää kokonaan havaitsematta.

Sekä suunniteltu tieympäristö että siihen kuuluvat muut elementit luovat pohjan kuljettajan odotuksille eteen tulevista liikennetilanteista ja ohjaavat siten kuljettajan käyttäytymistä. Yllättävät poikkeamat luoduista odotuksista tai suoranaiset puutteet kuljettajan kannalta tarpeellisessa informaatiossa voivat johtaa vaaratilanteisiin ja onnettomuuksiin. Esimerkiksi puutteellinen viitoitus voi viedä kuljettajan huomion muiden tielläliikkujien seuraamisesta. Toisaalta ihmisen rajallinen havainnointikyky asettaa rajat välitettävän informaation määrälle. Johdonmukainen ja ennustettavissa oleva tieympäristö vähentää ajotapahtuman henkistä kuormittavuutta ja vapauttaa kuljettajan huomiokykyä muun liikenteen tarkkailuun.

Tieinfrastruktuurin merkitystä ja mahdollisuuksia kuljettajien informoinnissa

ja palautteen antamisessa tarkasteltiin jakamalla infrastruktuuri viiteen osa-alueeseen:

- Tieverkko
- Ajourata (esim. mitoitus, geometria, päällyste)
- Tien reuna-alueet (esim. näkemät)
- Liikenteen ohjaus (esim. liikennemerkkit, reunapaalut, reunaviivat)
- Tien rakenteet ja laitteet (esim. tievalaistus, kaiteet, hidastimet)

Kunkin osa-alueen tarkastelussa tien linjaosuuksia ja liittymiä käsiteltiin erikseen. Informaatioksi luettiin myös liikennetilanteiden ennakoimisen mahdollistaminen kuten esim. riittävät näkemät ja optinen ohjaus.

Tieverkko

Tieverkon jäsentely tien toiminnallisen luokan ja ympäröivän maankäytön mukaan, jäsentelyyn sovitettu nopeusrajoitusjärjestelmä sekä sitä tukevat rakenteelliset toimet muodostavat perustan kuljettajien informaatio- ja palauttejärjestelmälle perinteisen tieinfrastruktuurin osalta.

Ruotsissa on nollavision myötä kehitetty uusi taajamien tie- ja katuverkon luokittelu (Wrangborg 2000):

- Läpikulkuliikenteen tiet
- 50/30 kadut
- 30 kadut
- Kävelyvauhtikadut
- Moottoriliikenteeltä vapaat alueet

Luokittelu perustuu suurimpiin teillä sallittuihin nopeuksiin, jotka määräytyvät tien toiminnallisen luokan mukaan. Tienkäyttäjiltä edellytetään kussakin luokassa tietynlaista käyttäytymistä, jota tuetaan sopivin rakenteellisin ratkaisuin.

Läpikulkuliikenteen tiet on tarkoitettu taajamien läpi kulkevalle pitempimatkaiselle liikenteelle. Tiet voivat olla neli- tai jopa useampikaistaisia ja niillä painotetaan suurta autoliikennekapasiteettia sekä tehokasta henkilö- ja tavaraliikennettä maltillisilla ajonopeuksilla. Kevyt liikenne on erotettu muusta liikenteestä, myös risteäminen autoliikenteen kanssa tapahtuu eritasossa. Mikäli eritasoratkaisut eivät ole mahdollisia autoliikenteen suurin sallittu nopeus risteysalueilla on 30 km/h. Muutoin läpikulkuteillä suurin sallittu nopeus on 70 km/h, risteysalueilla korkeintaan 50 km/h. Nopeusrajoituksia tuetaan rakenteellisin keinoin (liikenneympyrät). Uusia läpikulkuliikenteen teitä rakennetaan vain, mikäli niillä voidaan osoittaa olevan autoliikennettä vähentäviä vaikutuksia taajaman muulla tieverkolla.

50/30 -kadut on tarkoitettu taajamien sisäiseen liikenteeseen sekä autoliikenteen kokoojakaduiksi. Pysäköinti teiden varsille on sallittua. Kevyt liikenne joutuu ylittämään katuja usein, koska kaduilla ei pyritä yhdistämään alueita. Kaduilla on normaalisti kaksi autoliikenteelle tarkoitettua kaistaa, joiden yhteisleveys on 6,2 m. Katuun kuuluu lisäksi yleensä leveät pyörätiet sekä

leveät jalkakäytävät, joilla jalankulku ja pyöräily on erotettu toisistaan. Tarpeen vaatiessa kaduille voidaan rakentaa myös bussikaistat. Pyöräteillä käytetään värillistä (punaruskea) asfaltti-päällystettä, jalkakäytävillä vaalean harmaata kiveystä tai laatoitusta. Kevyt liikenne risteää autoliikenteen kanssa samassa tasossa, myös risteyksissä kevyen liikenteen väylillä käytetään edellä kuvatun kaltaisia päällysteitä. Risteykset suunnitellaan siten, että autoliikenteen nopeus ei voi ylittää 30 km/h nopeutta. Risteyksissä tulisi mahdollisuuksien mukaan pyrkiä vain yhteen kaistaan per ajo-suunta. Liikennevalo-ohjatuissa risteyksissä ei tulisi sallia kääntyvää liikennettä saman aikaisesti suoraan menevän kevyen liikenteen kanssa. Risteysten suunnittelussa on otettava huomioon erityisesti lapset, vanhukset ja liikuntaesteiset. Tarpeen vaatiessa autoliikenteen nopeutta voidaan rakenteellisin keinoin rajoittaa kävelyvauhtiin saakka (5-10 km/h). Yhtenäisillä tiejaksoilla, joilla ei ole kevyen liikenteen ylitystarvetta autoliikenteen nopeus voi olla 50 km/h.

30 -katuja suunnitellaan pääasiassa asuinalueille jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden ehdoilla. Ne ovat viihtyisiä katutiloja, jotka sopivat erityisesti lapsille, vanhuksille ja liikuntaesteisille. Kaduilla on ainoastaan alueelta lähtevää tai sinne päättyvää autoliikennettä. Keskusta-alueilla kaduilla sallitaan lyhytkaista pysäköintiä. Kevyt liikenne voi ylittää kadun mistä vain, risteysalueilla kevyen liikenteen turvallisuutta parannetaan korottamalla risteysalueet kadun pinnasta ja sallimalla autoliikenne vain kävelyvauhdilla, muutoin suurin sallittu nopeus on 30 km/h. Katujen leveys on 4-6 m, kävelijöille suunnitellaan mahdollisimman leveät jalkakäytävät, jotka toimivat viihtyisinä katutiloina. Pyöräilijät käyttävät samaa katutilaa autoliikenteen kanssa eikä heiltä vaadita tien reunassa pyöräilemistä. Kadut voidaan tehdä moottoriliikenteen osalta yksisuuntaisiksi, mutta sallia kaksisuuntainen pyörä-liikenne. Tällöin autoliikennettä vastaan kulkevalle pyöräliikenteelle tulisi osoittaa tien reunaan väylä esim. punaruskealla päällysteellä.

”Kävelyvauhtikatu” (walking speed street) on viihtyisä julkinen oleskelutila, joka on tarkoitettu kaikille kadun varrella asuville. Autoliikenne saa käyttää sitä vain tullessaan kadun varren kiinteistöihin tai poistuessaan niistä, erillisiä jalkakäytäviä tai pyöräteitä ei ole ja kaikki liikenne tapahtuu samassa tasossa. Moottoriliikenteen maksiminopeus on 5-10 km/h (ts. kävelyvauhti). Myöskään pyöräilynopeudet eivät saa olla kovin korkeita. Katuja rakennetaan yleensä alueen kiinteistönomistajien aloitteesta ja he osallistuvat myös niiden suunnitteluun.

Ajorata

Ajoradan ja liittymien mitoituksella, geometrialla ja päällysteen valinnalla voidaan vaikuttaa kuljettajien ajonopeuksiin. Periaatteena on, että käytetyt suunnitteluelementit tulee sopeuttaa tien toiminnalliseen luokkaan niin, että kuljettajalle ei aiheudu yllättäviä tilanteita. Liittymien etuajo-oikeudet tulee järjestää selkeästi ja johdonmukaisesti. Ajoradan kaventaminen, liian väljien liittymien mitoituksen tarkistus, korotetut risteysalueet, saarekkeiden käyttö liittymissä, korotetut suoja-tiet, nelihaaraisten risteysten muuttaminen porrastetuiksi kolmihaaraisiksi liittymiksi ja liikenneympyrät ovat esimerkkejä liikenneturvallisuutta parantavista toimista.

Käytännössä tien toiminnallinen luokka, mitoitusnopeus, liikennemäärä ja raskaan liikenteen määrä ovat keskeisiä suureita mitoituspoikkileikkausta ja muita teiden ja risteysten suunnitteluelementtejä valittaessa. Useimmissa tapauksissa mitoittavana tekijänä (mitoitusajoneuvo) käytetään joukkoliiken-

teen ja tavaraliikenteen tarpeita, mikä johtaa siihen, että vaikutukset henkilöautojen kuljettajien nopeusvalintaan jäävät vähäisiksi.

Tien reuna-alue

Tien reuna-alueella tarkoitetaan pientareen ulkopuolisia tien lähialueita. Tienpitäjällä on oikeus harkintansa mukaan poistaa reuna-alueen kasvillisuutta ja sillä sijaitsevia rakennuksia riittävän pitkien näkemien turvaamiseksi. Näkemillä pyritään takaamaan muun liikenteen havainnointi niin linjaosuuksilla (esim. ohitusnäkemät) kuin liittymissä. Tien varsien kasvillisuutta raivaamalla helpotetaan ajorataa ylittävien hirvien ja muiden eläinten havaitsemista.

Liikenteen ohjaus

Kuljettajan informoiminen liikennemerkein ja opastein kuuluu Tiehallinnon perinteisiin tehtäviin. Liikennemerkeillä kerrotaan kuljettajille mikä on kiellettyä ja mikä sallittua, asetetaan rajoituksia, kerrotaan väistämismahdollisuuksista, ohjataan, opastetaan jne. Niillä myös varoitetaan ennalta erilaisista paikakasidonnaisista vaaratekijöistä, jotka kuljettajan on syytä tietää (esim. hirvet, lapset). Liikennemerkeillä annettavan informaation tulee olla mahdollisimman yksinkertaista ja selkeää eikä samaan merkkiin saa laittaa liikaa informaatiota. Liikennemerkkien tulee näkyä selkeästi myös pimeällä ja huonoissa sääolosuhteissa.

Liikenteen ohjaukseen luetaan kuuluvaksi myös reunapaalut, reunaviivat, keskiviivat ja sulkuviivat. Reunapaaluilla pyritään parantamaan ns. optista ohjausta (kuljettaja voi ennakoida tien suuntauksen muutoksia) etenkin pimeällä ja huonolla säällä. Myös reunaviivoja ja keskiviivoja käytetään samaan tarkoitukseen. Linjaosuuksilla sulkuviivoilla kerrotaan liian lyhyistä ohitusnäkemistä ja yksiselitteisesti kielletään ohittaminen, sulkuviivoilla kielletään ohittaminen myös risteysissä lähestyttäessä. Profiloituneet reunaviivat parantavat viivan paluuehjästävuutta ja niiden synnyttämä tärinä sekä ääniefekti auttaa kuljettajaa ajolinjan valinnassa. Heijastavat tienastat parantavat optista ohjautuvuutta pimeällä.

Turvallisuusvälin merkitsemisellä tien pintaan tarjotaan kuljettajalla mahdollisuus tarkistaa etäisyytensä edellä ajavaan. Pyöräteiden jatkeiden maalauksella punaiseksi risteyksissä pyritään informoimaan kuljettajia mahdollisista pyöräilijöistä.

Tien rakenteet ja laitteet

Töyssyillä pyritään alentamaan autojen nopeuksia taajamissa ja erityisesti asuin-alueilla. Samaan tarkoitukseen käytetään myös eri tyyppisiä ”betoniporsaita” yms. esteitä, joilla ajorataa kavennetaan. Töyssyjen ja kavennusten mitoittamisessa määräävinä tekijöinä ovat joukkoliikenteen ja tavaraliikenteen tarpeet, joten aina ne eivät hillitse henkilöautojen nopeuksia toivotulla tavalla. Myös kunnossapito-kaluston ja hälytysajoneuvojen kulku tulee ottaa huomioon.

Risteysissä lähestyvän autoilijan (myös pyöräilijän) havahduttamiseksi voidaan käyttää tärinäraidoitusta tai vaihtoehtoisesti maalattuja poikkiraitoja.

Tievalaistus on tehokas keino näkyvyyden parantamiseksi, lisäksi sillä parannetaan tien optista ohjausta ts. kuljettajan mahdollisuutta ennakoida

tien suuntauksen muutoksia. Vaalea päällystemateriaali lisää auton omien valojen valaisutehokkuutta. Pystysuoraan ylöspäin valaisevat laitteet on havaittu tehokkaiksi sumun haitatessa näkyvyyttä.

3.3 Telemaattiset menetelmät

Telemaattisten menetelmien kehittyminen tarjoaa moninaisia keinoja vaikuttaa kuljettajan kykyyn hallita ajoneuvoaan, mutta myös liikenteen hallintaan yleisemmällä tasolla. Ajoneuvon hallintaan liittyviä telemaattisia menetelmiä käsitellään tutkimuskokonaisuuden Ajoneuvo-osassa, tässä osiossa keskitytään tieliikenteen hallinnassa käytettäviin menetelmiin.

Liikenteen hallinnalla tarkoitetaan vaikuttamista liikenteen käyttäytymiseen tiedottamisen, ohjauksen ja kysynnän hallinnan avulla. Tieliikenteen hallinnalla pyritään parantamaan liikenteen tehokkuutta, turvallisuutta, taloudellisuutta ja ympäristöystävällisyyttä vaikuttamalla liikenteen kysyntään, kulkumuotojakaumaan, reitin ja matkan ajankohdan valintaan sekä liikkujien käyttäytymiseen (Tiehallinto 1998).

Kysynnän hallinnalla tarkoitetaan niitä liikenteestä vastaavien viranomaisten toimia, joilla pyritään vaikuttamaan liikkujien matkapäätöksiin sekä päätöksiin matkan määränpäästä, ajankohdasta, kulkumuodosta tai reitistä. Kysynnän hallinnan keinoja ovat mm. tienkäytön hinnoittelu ruuhka- tai aluemaksuin, alueelle pääsyn tai siellä pysäköinnin rajoittaminen, liityntäpysäköinnin järjestäminen, henkilö-autojen yhteiskäytön tukeminen sekä joukko- ja kevyenliikenteen suosiminen (Tiehallinto 1998).

Liikenteen tiedotuksen tehtävänä on tarjota tienkäyttäjille tietoa, jota he voivat hyödyntää ennen matkaa tai matkan aikana matkapäätöksiä tehdessään sekä kulkumuotoa, matkan ajankohtaa, reittiä ja ajotapaa valitessaan. Tieto toimitetaan tienkäyttäjille Tiehallinnon omana palveluna tai muiden tiedotuspalveluiden tuottajien välityksellä. Tiedotettaviin asioihin kuuluvat mm. tiedot vallitsevista ja ennustetuista tie- ja liikenneoloista. (Tiehallinto 1998).

Reaaliaikainen liikenteen ohjaus sisältää liikennekeskuksesta ohjatut tai automaattisesti muuttuvat opasteet, liikenteen tai kelin mukaan muuttuvat nopeusrajoitukset sekä varoitusjärjestelmät (ruuhka, keli) ja liikennevalot.

Tiehallinto pitää tienpidon kannalta tärkeimpinä liikenteen hallinnan toimintoina tiedotusta, ohjausta ja häiriön hallintaa. Toiminnan painopiste on päätieverkon ongelmakohteissa ja kaupunkiseuduilla (Tiehallinto 2000).

Ajoneuvoon sijoitettavien laitteiden ja tieinfrastruktuurin vuorovaikutus on eräs telemaattisiin ratkaisuihin kuuluva kuljettajien informointiin ja palautteen antamiseen soveltuva menetelmä (CIVHS, Cooperative Intelligent Vehicle-Highway Systems). ISA (Intelligent Speed Adaptation) on yksi sen sovelluksista. ISA -menetelmää kehitetään myös satelliittipaikannukseen perustuen, jolloin se ei vaadi investointeja varsinaiseen tieinfrastruktuuriin.

Nopeusrajoituksen välittäminen ajoneuvossa olevaan vastaanottimeen ei ole ainoa kuljettajalle tärkeä tieinfrastruktuuriin liittyvä tieto. Tiedot myös muista tieosuudella voimassa olevista liikennemerkkeistä esim. ohituskiellosta, hirvi-vaarasta, lapsista, etuajo-oikeussuhteista jne. sekä tieto tieosuudella vallitsevasta ajokelistä ovat tärkeitä.

4 TIEHALLINNON STRATEGIA

4.1 Tieinfrastruktuuri

Perinteisen tieinfrastruktuurin kehittämisen ja ylläpidon osalta ei ole olemassa varsinaista strategiaa kuljettajien informaatio- ja palautejärjestelmien kehittämiseksi, vaan kehitystyö tapahtuu osana tienpitotoimin tehtävää tieliikennejärjestelmän sujuvuuden, turvallisuuden ja ympäristöystävällisyyden kehittämistä.

Usein tienpitotoimien valintaan ja toteuttamiseen liittyy eri käyttäjäryhmien erilaisia, joskus täysin ristikkäisiäkin tarpeita. Tieliikennejärjestelmän tulisi olla nopea ja käyttövarma yksityiselle henkilöautoliikenteelle, turvallinen pyöräilijöille ja jalankulkijoille sekä mahdollistaa myös joukkoliikenteen ja tavarankuljetusten sujuvuus. Toimenpiteitä, joilla vaikutettaisiin tehokkaasti henkilöautojen kuljettajien ajonopeuksiin ja siten parannettaisiin kevyen liikenteen turvallisuutta, vastustetaan usein niiden raskaalle liikenteelle (tavaraliikenne, joukkoliikenne) aiheuttamien haittavaikutusten vuoksi. Tien toiminnallinen luokka määrittelee minkä käyttäjäryhmän tarpeita kulloinkin painotetaan. Viimekädessä infrastruktuurin mitoittamisen voi ratkaista hälytysajoneuvojen ja kunnossapitokaluston esteettömän kulun mahdollistaminen.

Perinteisen tieinfrastruktuurin parantamista ohjaava trendi tulee seuraavien 15-20 vuoden aikana olemaan painopisteen siirtyminen kehittämisinvestoinneista tieverkon ylläpitoon ja hoitoon. Koska uusia teitä rakennetaan vain vähän, korostuu nykyisen infrastruktuurin muokkaaminen turvallisemmaksi käyttää. Käytettävissä olevat keinot vaihtelevat tietyypin ja tarkasteltavan alueen mukaan. Kaupunkiseuduilla ja muissa taajamissa käytettävät menetelmät poikkeavat pääteiden ja haja-asutusalueiden menetelmistä (Peltola, Tapio 2001).

Kuljettajaan vaikuttamisessa voidaan erottaa eri tasoisia vaikutusmekanismeja; toimenpiteillä voidaan lisätä tietoa, ohjata, käskää tai pakottaa halutunlaiseen käyttäytymiseen. Koko tätä vaikutusmekanismien skaalaa tulisi hyödyntää myös tieinfrastruktuurin kehittämisessä, varsinkin olemassa olevan infrastruktuurin parantamisessa. Päämääränä tulisi olla teiden luokittelu niiden toiminnallisen luonteen ja ympäröivän maankäytön mukaan. Luokittelun perusteella tiet, risteämiset sekä tieympäristö suunnitellaan niin, että muodostuva kokonaisuus ohjaa ja tarpeen mukaan jopa pakottaa kuljettajat, sekä myös muut tienkäyttäjät turvalliseen käyttäytymiseen (ns. self explaining road).

4.2 Liikenteen hallinta

Informaatioteknologian ja telemaattisten menetelmien voimakkaan kehittämisen myötä Tiehallinto on laatinut strategian liikenteen hallinnan osalta. Strategiaa on kuvattu useissa asiakirjoissa mm.

- Tielaitoksen liikenteen hallinnan strategia, Tiehallinto 1998 ja
- Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjat, Tiehallinto 2000

Laatimansa strategian mukaisesti Tiehallinto toteuttaa vain sellaisia palveluja, jotka parhaiten toteuttavat sen viranomaisvastuuna olevia tehtäviä. Strategian tavoitteena on liikenteen sujuvuuden, turvallisuuden ja ympäristöystävällisyyden edistäminen sekä liikkumisen mukavuuden parantaminen. Kuljettajille suunnatun informaation ja palautteen osalta tämä tarkoittaa panostamista säästä ja kelistä, liikenteen sujuvuudesta, häiriöistä ja tietöistä tiedottamiseen sellaisten tiedonvälityskanavien välityksellä, jotka tavoittavat mahdollisimman suuren joukon tienkäyttäjistä. Erityisen perustelluissa tapauksissa käytetään muuttuvia opasteita tienvarressa. Yksityissektorin tarjoamia informaatiopalveluja Tiehallinto edistää luovuttamalla ajantasaisia tietoja tieliikennejärjestelmästä ja liikenteestä palveluntuottajien käyttöön.

Liikenteen hallinta painottuu pääteiden ongelmakohteisiin, suurten kaupunkiseutujen sisääntulo- ja kehäteille sekä moottoriväylille. Pääteiden ongelmaosuuksilla keskitytään kunkin osuuden erityisongelman hoitamiseen. Suurten kaupunkiseutujen sisääntulo- ja kehäteillä päivittäisten kysyntähuippujen tasaaminen sekä häiriötilanteiden hoitaminen ovat painopistealueita. Moottoriväylillä pyritään turvallisuuden ja sujuvuuden varmistamiseen sekä häiriötilanteiden hoitamiseen. Pääteiden runkoverkko varustetaan liikenteen hallinnan peruspalveluilla. Muulla tieverkolla painotetaan elinkeinoelämän kuljetusten sujuvuutta.

5 TIEHALLINNON TOIMINTA

5.1 Tieinfrastrukturi

5.1.1 Tieverkko

Yleinen tieverkko on luokittelu neljään toiminnalliseen luokkaan:

- Valtatiet (8587 km)
- Kantatiet (4687 km)
- Seututiet (13403 km)
- Yhdystiet (51223 km)

Nopeusrajoitusjärjestelmä noudattaa pääpiirteissään toiminnallista luokittelua siten, että pääteillä (valtatiet ja kantatiet) nopeusrajoitus on kesäisin 100 km/h. Tästä poiketen moottoriteillä nopeusrajoitus on kesäisin 120 km/h, taajamissa ja risteyksissä käytetään yleisesti 80 km/h ja 60 km/h nopeusrajoituksia. Talvisin valtaosalla päätieverkkoa nopeusrajoitus on 80 km/h ja moottoriteillä 100 km/h. Alempiasteisella tieverkolla yleisnopeusrajoitus on 80 km/h mikäli liikennemerkein ei muuta osoiteta.

Toteutettuja toimenpiteitä ja tutkimuksia

Taajamien seurantaselvitys. Tietoa tiensuunnitteluun nro 54, Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. 2001.

Yleisten teiden suunnittelua taajamissa tarkasteltiin seurantatutkimuksena yhdeksän esimerkkikohteen osalta (Haapajärvi, Ivalo, Kiuruvesi, Korpilahti, Perniö, Soini, Valkeala, Veikkola, Ypäjä). Kohteissa liikenneturvallisuutta oli parannettu alentamalla nopeuksia niin, että taajamien keskustoissa nopeusrajoituksena oli 40 km/h (joissakin tapauksissa 30 km/h) ja sisääntuloteillä 50 km/h. Lisäksi turvallisuutta oli pyritty parantamaan rakentamalla kiertoliittymiä, korottamalla suojateitä, kaventamalla ajorataa suojatien kohdalla, hidastinpysäkeillä, ajoradan kaventamisella 6,5-7,0 metriin, istutuksilla, rakentamalla kevyen liikenteen väyliä, selkeyttämällä pysäköintiä kadunvarsi-pysäköintinä tai erillisinä pysäköintialueina.

Seurantakohteet olivat vastavalmistuneita, joten liikenneturvallisuusvaikutuksista ei ollut vielä tietoa. Suojateiden ja liittymien korottamiset sekä kiertoliittymät olivat selvityksen mukaan alentaneet ajonopeuksia suurimmalla osalla kohteita.

5.1.2 Ajorata

Toteutettuja toimenpiteitä ja tutkimuksia

Liittymien muutostoimenpiteiden vaikutus liikennekäyttämiseen - Pyöräteiden ylityskohdat. Sini Puntanen. Tielaitoksen selvityksiä 4/1996.

Tutkimuksessa tarkasteltiin kevyen liikenteen ylityskohtia valo-ohjaamattomissa liittymissä erilaisilla kevyen liikenteen väylän merkintäratkaisulla. Tarkastellut toimenpiteet olivat värillisen päällysteen käyttäminen, polkupyöräsymbolein merkityt pyörätienjatkeet ja väistämiviivan käyttö.

Värillisen päällysteen käytön ei havaittu vaikuttavan autoilijan tai pyöräilijän käyttäytymiseen liikenneturvallisuutta parantavasti. Polkupyöräsymbolien käyttö pyörätien jatkeella saattaa tutkimuksen mukaan parantaa pyöräilyn sujuvuutta, koska autoilijat pysähtyivät useammin ennen tai jälkeen suojatien eivätkä niin usein sen päälle. Myös tien pintaan maalatun väistämiskiivon havaittiin parantavan pyöräliikenteen sujuvuutta, koska autoilijat eivät pysähtyneet suojatien päälle vaan suojatien jälkeen sijainneelle väistämiskiivolle.

Safety Standard for Road Design and Redesign (SAFESTAR). Deliverable 4.1 Safety evaluation of different kinds of cross-section on rural two-lane roads. Harri Peltola, Susanna Ranta, Mikko Malmivuo. 1997.

Raportissa tarkastellaan maaseudun kaksikaististen teiden poikkileikkauksen liikenneturvallisuusvaikutuksia. Tuloksissa todetaan 3,5 - 3,7 m kaistaleveyden ja 10 m kokonaisleveyden olevan liikenneturvallisuuden kannalta parhaan ratkaisun. Päällysteleveyden kasvattaminen tästä voi johtaa ajonopeuksien nousuun ja varomattomampaan ajotapaan. Muilla kuin pääteillä ajokaistojen leventäminen ei ole suositeltava ratkaisu. Sen sijaan väistämismahdollisuuksia tulisi parantaa esimerkiksi piennarta leventämällä. Poikkileikkauksien lisäksi tulisi jatkossa tarkastella samanaikaisesti tien sijaintia ja tieympäristöä.

Uudet tietyypit: yhteenveto Suomen koeteistä: S 12 Pääteiden parantamisratkaisut. Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 31/1998.

Selvityksessä on koottu uusien tietyyppien kokemuksia ja tutkimustuloksia kotimaisista seurantatutkimuksista. Suomessa on käytössä muutamia uusia välipoikkileikkauksia, jotka välityskyvyltään sijoittuvat tavallisen kaksikaistaisen tien ja moottoritien väliin (ohituskaistatiet ja leveäkaistaiset tiet). Molempia tietyyppejä on seurantatutkimuksissa verrattu lähinnä leveäpientareiseen moottoriliikennetiehen.

Kaikilla koeteillä ohitusten määrän todettiin lisääntyneen huomattavasti (20-100 %). Myös keskimääräiset matkanopeudet kasvoivat (1-5 km/h), liikenteen jonoutumisten todettiin vähentyneen ja jonojen keskipituuksien lyhentyneen tavalliseen moottoriliikennetiehen verrattuna. Koeteiden todettiin toimivan hyvin liikennevirta- ja ajokäyttötymistutkimusten perusteella. Koeteillä tehtyjen haastattelujen perusteella n. 80 % kuljettajista piti uusia tietyyppejä tavallisia moottoriliikenneteitä parempina ratkaisuina. Myös poliisi on ollut tyytyväinen uusiin tietyyppeihin. Tehtyjen tutkimusten perusteella ei kyetty selvittämään kumpi tietyppi on parempi.

Uudet tietyypit: selvitys ulkomaisista kokemuksista: S 12 Pääteiden parantamisratkaisut. Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 21/1999.

Selvityksessä on koottu uusien tietyyppien kokemukset ja tutkimustulokset ulkomailta. Monissa maissa on käytössä uusia välipoikkileikkauksia, jotka välityskyvyltään sijoittuvat tavallisen kaksikaistaisen tien ja moottoritien väliin. Tarkastelun kohteena olivat ohituskaistatiet, leveäkaistaiset tiet ja kapeat nelikaistaiset tiet.

Ohituskaistatien vaikutukset ajonopeuksiin vaihtelevat kaistoittain: ohituskaistalla keskinopeudet ovat nousseet selvästi, peruskaistalla muutosta ei juurikaan ole ja yksikaistaisella osuudella keskinopeus on hieman laskenut. Vaikutukset matkanopeuksiin ovat eri maissa ristiriitaisia. Leveäkaistaisella tiellä keskinopeudet ovat yleensä hieman nousseet, noin 1-3 km/h. Kapeilla nelikaistaisilla teillä nopeustaso ja kapasiteetti ovat jonkin verran alhaisempia kuin moottoriteillä, mutta kuitenkin selvästi korkeampia kuin tavallisilla kaksikaistaisilla teillä.

Ohitusten on todettu yleensä lisääntyneen ohitus- ja leveäkaistaisilla teillä. Muutokset jonossa ajamiseen ovat vaihdelleet maittain. Ohituskaistateillä jonossa ajaminen on yleensä vähentynyt. Leveäkaistaisilla teillä on havaittu 20-30 prosenttiyksikköä pienempiä jonoprosentteja.

Turvallisuuden kannalta välipoikkileikkaukset on yleensä todettu paremmiksi kuin tavallinen kaksikaistainen tie joskin nopeuden kohoamisen on joissain tapauksissa pelätty johtavan entistä vakavampiin onnettomuuksiin. Saksalaisten kokemusten mukaan ohituskaistatie on leveäkaistaista tietä turvallisempi ratkaisu. Kapean nelikaistaisen tien turvallisuuden arvioidaan olevan lähempänä moottoritien kuin tavallisen kaksikaistaisen tien turvallisuutta.

Ohituskaistatiellä ajokaistojen kaventaminen nopeuttaa päällysteen urautumista ja kasvattaa päällystämiskustannuksia. Leväkaistatiellä päällysteen kesto pitenee 20-40 %. Ohituskaistatien talvikunnossapito on noin 1,5-2 -kertaista ja leveäkaista-teillä puolestaan 15-20 % kalliimpaa tavalliseen kaksikaistaiseen tiehen verrattuna. Ruotsalaisen arvion mukaan kapean nelikaistatien kunnossapidon kustannukset ovat noin 3 % moottoritien kunnossapidon kustannuksia pienemmät.

Uusien tietyyppien turvallisuustarkastelu: S12 Pääteiden parantamisratkaisut. Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 34/2000.

Tutkimuksessa selvitettiin mm. eri tieluokkien ja jo yleisesti käytössä olevien tietyyppien nykyinen turvallisuustaso ja muissa maissa saadut kokemukset uusien tietyyppien turvallisuudesta. Tarkastelun kohteena olivat ohituskaistatiet, ohituskaistatiet keskikaiteella, leveäkaistaiset tiet, leveäpientareiset tiet ja kapeat nelikaistaiset tiet keskikaiteella.

Tarkastelun mukaan kohtaamisonnettomuuksien kustannukset ovat erittäin suuria kaikilla niillä tiettyypeillä, joilla vastakkaisten suuntien erottelua ei ole toteutettu. Tarkastelluilla uusilla tiettyypeillä, joilla ajosuuntia ei erotella fyysisesti toisistaan, ei pystytä turvallisuutta olennaisesti parantamaan siitä, mikä se on keskimäärin kaksikaistaisilla pääteillä ja perinteisillä moottoriliikenteillä. Näyttäisi jopa olevan mahdollista, että uusien järjestelyjen myötä kohonneet nopeudet huonontavat turvallisuutta verrattuna perinteisiin ratkaisuihin. Osin pieniin aineistoihin perustuvat päätelmät kehoitetaan jatkossa varmistamaan mahdollisimman laajalla uusimmalla aineistolla ennen lopullisten johtopäätösten tekoa.

Taajamakeskustateiden poikkileikkaukset. Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 18/2000.

Selvityksessä on tarkistettu vuonna 1995 julkaistun "Taajamien keskustateiden suunnittelu" -ohjeen poikkileikkauksien mitoitusohjearvoja 30, 40 ja 50 km/h nopeusrajoitusalueilla. Tarkistus tehtiin, koska raskaan liikenteen edustajat olivat pitäneet ohjeen mukaisesti suunniteltuja poikkileikkauksia kuorma- ja linja-autojen liikennöinnin kannalta liian kapeina. Tarkastelu perustui pohjoismaisten ja saksalaisten käytäntöjen selvittämiseen ja poikkileikkausten testiajoihin kuorma- ja linja-autoilla.

Tulosten mukaan poikkileikkausten tulisi olla 0,25 - 0,5 m suunnitteluohjeessa esitettyjä peruspoikkileikkauksia leveämpiä, jotta kesäkelillä kohtaavat kokeneet kuljettajat pystyisivät ajamaan niissä nopeusrajoituksen mukaisesti.

5.1.3 Tien reuna-alue

Toteutettuja toimenpiteitä ja tutkimuksia

Ohitusnäkemät: S 12 pääteiden parantamisratkaisut. Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Jukka Lehtinen. Tielaitoksen selvityksiä 16/1999.

Tutkimuksessa todetaan kuljettajien ohituskäyttötymistä tutkitun maailmalla jonkin verran. Tulokset poikkeavat kuitenkin toisistaan erilaisten tutkimusmenetelmien, liikennekulttuurien ja -olosuhteiden vuoksi. Suomalaisten kentätutkimusten mukaan 100 km/h tiellä vaaditaan noin 850 - 950 metrin maastoesteeseen rajoittuva näkemä, jotta 85 % kuljettajista lähtisi ohittamaan 10 - 25 km/h hitaammin ajavaa henkilöautoa. Ohitusnäkemäpituus ehdotetaan 100 km/h teillä nostettavaksi 650 metristä 850 metriin ja 80 km/h teillä 550 metristä 700 metriin. Lisäksi esitetään uudet ohitusnäkemien esiintymismäärät prosentteina tiepituudesta ja esiintymisvälimatkat.

Liittymänäkemien vaikutus sivutieltä saapuvien ajokäyttötymiseen. Tiehallinto, Tie- ja liikenneolojen suunnittelu. Mikko Malmivuo. Tielaitoksen selvityksiä 41/1999.

Tutkimuksessa tarkasteltiin sivutieltä päätielle saapuvien ajokäyttötymistä eri mittaisilla näkemillä. Tulosten mukaan liittymänäkemien parantaminen ei vaikuttanut kuljettajien ajonopeuksiin liittymää lähestyessä, mutta sai heidät aloittamaan ja lopettamaan päätien liikenteen tarkkailun aikaisemmassa vaiheessa. Koska liikenneturvallisuuden kannalta päätien liikenteen havainnointi on tärkeintä juuri päätien läheisyydessä, näkemien raivaaminen ei näyttänyt muuttaneen sivutieltä saapuvien käyttötymistä liittymää lähestyttäessä turvallisemmaksi.

5.1.4 Liikenteen ohjaus

Reunaviivojen, keskiviivojen (leveys, täristävyys, ääniefekti, heijastavuus) ja reunapaalujen merkitystä on tutkittu 90-luvulla useissa tutkimuksissa. Tiehallinnon tavoitteiden mukaan vuoteen 2002 mennessä kaikki moottori- ja moottoriliikennetiet sekä huomattava osa leveäpientareisista pääteistä varustetaan näillä ns. heräte-efektejä antavilla tiemerkinnoilla. Tällä hetkellä tavoitteesta ollaan mahdollisesti tinkimässä.

lökkäiden kuljettajien määrän kasvu seuraavien kahden vuosikymmenen aikana lisää liikenteen ohjauksen merkitystä liikenneturvallisuudelle. Erityisesti liittymien selkeyteen tulee jatkossa kiinnittää huomiota.

Reunapaalujen vaikutus ajokäyttäytymiseen ja liikenneonnettomuuksiin. Loppuraportti. Veli-Pekka Kallberg. Tielaitoksen selvityksiä 59/1992.

Tutkimuksessa tarkasteltiin reunapaalujen vaikutusta ajokäyttäytymiseen ja liikenneonnettomuuksiin. Tulosten mukaan reunapaalut lisäsivät ajonopeuksia pimeässä nopeusrajoitusalueen 80 km/h teillä enimmillään 5-10 km/h. Nopeusrajoitusalueen 100 km/h teillä reunapaaluilla ei ollut merkittävää vaikutusta nopeuksiin. Reunapaalut siirsivät ajolinjoja tien reunaan päin. Pysyvän 80 km/h nopeusrajoituksen alaisilla teillä reunapaalut lisäsivät pimeän ajan onnettomuuksia n. 20 % (vaikutuksen 95 % varmuusväli -6 - +60 %) ja henkilövahinko-onnettomuuksia n. 60 % (vaikutuksen 95 % varmuusväli -3 - +163 %). Vaikutus oli samaa luokkaa talvirajoituksen alaisilla 80 km/h teillä. Nopeusrajoitusalueella 100 km/h reuna-paaluilla ei ollut vaikutusta pimeän ajan onnettomuuksien kokonaismäärään, mutta ne lisäsivät pimeän ajan henkilövahinko-onnettomuuksia 19 % (vaikutuksen 95 % varmuusväli -21 - +78 %). Valoisan ajan onnettomuuksiin ei ollut merkittävää vaikutusta.

Palautetta antavat tiemerkinnot suistumis- ja kohtaamisonnettomuuksien torjunnassa. Susanna Ranta, Tapani Mäkinen, Mikko Malmivuo. Tielaitoksen selvityksiä 1/1998.

Tutkimuksen mukaan tärinäviivojen tarkoituksenmukainen käyttö edellyttää, että niitä käytetään teillä, joiden leveys ja etenkin piennarleveys on riittävä ja lisäksi liikennettä on riittävästi. Esimerkilaskelmiin perustuen palautetta antavien reuna- ja keskiviivamerkintöjen vaikutuspotentiaaliksi arvioitiin vähintään 5-10 % suistumis- ja kohtaamisonnettomuuksista. Tutkimuksen esiko-keessa saatiin näyttöjä siitä, että profiloinnilla voidaan parantaa tiemer- kintöjen märkänäkyvyyttä.

Requirements for Horizontal Road Marking - COST 331. European Commission Directorate General Transport. 1999.

Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää tieteellinen menetelmä, jolla kyetään määrittämään kuljettajien tarpeet tiemer- kintöjen suhteen.

Tulosten perusteella kuljettajan turvallisuuden ja ajomukavuuden varmistamiseksi tiemer- kinnät tulisi näkyä n. 3-5 sekuntia etukäteen. Paremmin näkyvät tiemer- kinnät nostivat jonkin verran ajonopeuksia, kuljettajille jäi kuitenkin suuremmat virhemarginaalit kuin ennen. Liikenneturvallisuusvaikutuksia ei kyetty määrittämään.

Profiloitujen reunaviivojen vaikutukset ajokäyttäytymiseen. Tapani Mäkinen, Mikko Kallio, Otto Kärki. Tielaitoksen selvityksiä 7/2000

Profiloitujen reunaviivojen vaikutuksia ajokäyttäytymiseen selvitettiin instrumentoidun auton, kuljettajahaastatteluiden ja liikennevirran nopeusmittauksien avulla.

Tulosten mukaan profiloitujen reunaviivojen alueella keskinopeudet yleensä kasvoivat (kasvu n. 1-3 km/h). Kasvun arveltiin johtuvan uusien merkintöjen korkeista paluuheijastuvuusarvoista ja sen myötä parantuneesta tielinjauksen näkyvyydestä. Nopeuksien hajonnat pääsääntöisesti pienenevät. Varmuudella ei kyetty osoittamaan johtuivatko vaikutukset siitä, että reunaviiva uusittiin vai nimenomaan siitä, että se uusittiin profiloitukseksi.

Instrumentoidun auton kokeessa auton sivuasemassa ei merkintöjen vaikutuksesta havaittu muutoksia lukuun ottamatta vasemmalle suuntautuvissa kaarteissa hyvin lievää siirtymistä keskemmälle tietä. Profiloitu 20 cm leveä reunaviiva vaikutti kuljettajien ajokäyttäytymiseen siten, että ajolinjat muutuivat sivusuunnassa runsaan viivan leveyden verran keskemmälle tietä.

Tutkimuksen mukaan tiemerkinntöjen käytössä pitäisi ehkä nykyistä enemmän pohtia sitä, pitääkö tielinjauksen näkyä mahdollisimman etäälle vai tulisi siko pyrkiä optimaaliseen näkymiseen, jolloin merkintöjen paluuheijastuvuus-tasoa määriteltäessä otettaisiin huomioon myös tiemerkinntöjen nopeusvai-kutukset.

Ensikokemukset ja mielipiteet tienastoista. Otto Kärki, Tapani Mäkinen. 2001. Ei julkaistu.

Tutkimuksessa selvitettiin haastattelujen avulla kuljettajien mielipiteitä ja ensikokemuksia ns. heijastavista tienastoista. Kuljettajat pitivät tienastoja hyödyllisinä erityisesti pimeään aikaan tai muutoin heikoissa valaistusolosuhteis-sa ajettaessa. Kuljettajat eivät oman ilmoituksena mukaan muuttaneet ajo-nopeuksiaan tai ajolinjoaan tienastojen asentamisen jälkeen. Lähes kaikki halusivat lisätä tienastojen käyttöä sekä reuna-, keski- että sulkuviivana. Tienastojen käyttöä reunaviivan päällä pidettiin parempana kuin niiden vie-rellä ajoradan puolella.

Iäkkäiden autoilijoiden tarpeet liikenneympäristön suunnittelussa. Miikka Nii-nikoski. S12 Pääteiden parantamisratkaisut. Tiehallinnon selvityksiä 56/2001.

Selvityksessä esitetään perustietoja iäkkäistä autoilijoista, heidän ominai-suuksistaan, heille tyypillisistä onnettomuuksista ja niiden syistä. Tulosten mukaan iäkkäille tyypillisimpiä kuolemaan johtavia onnettomuuksia ovat liit-tymäonnettomuudet. Onnettomuuksien syynä ovat usein havaintovirheet. Myös suistumisonnettomuuksia tapahtuu iäkkäille keskimääräistä useam-min. Suistumisonnettomuuksien syynä on noin joka toisessa tapauksessa sairaskohtaus.

Tutkimuksessa ehdotetaan iäkkäiden kuljettajien turvallisuuden parantami-seksi erityisesti seuraavia keinoja:

- Liikenneympäristön informaation valikoiva karsiminen esim. liiken-nemerkkien määrää vähentämällä.
- Kuljettajan suorituksen kannalta olennaisen informaation parempi esille tuominen esim. valaistuksella tai opasteiden luettavuutta paran-tamalla.
- Päätöksenteon ja ajoneuvon hallintaan liittyvien toimenpiteiden erot-tamisen toisistaan ajallisesti tarkkaavaisuuden jakamisen tarpeen vähentämiseksi esim. pakollisella pysähtymisellä liittymissä.
- Liikennetilanteiden yksinkertaistaminen ja konfliktin mahdollisuuksien vähentäminen esim. korvaamalla 4-haaraliittymät kiertoliittymällä.
- Riittävän ajan takaaminen päätöksentekoon ja toimintaan esim. riittä-villä näkemämatkoilla liittymissä.

Myös nykyistä väljemmällä mitoituksella arvioidaan tietyissä tilanteissa hel-potettavan iäkkäiden kuljettajien ajosuoritusta. Toimenpiteiden vaikutuksia kehotetaan kuitenkin tarkastelemaan kaikkien kuljettajien kannalta, koska ajosuorituksen helpottaminen mitoitusta väljentämällä voi aiheuttaa turvalli-suushyödyn ulosmittaamista kaikkien kuljettajien ajonopeuden kasvun myö-tä.

5.1.5 Tien rakenteet ja laitteet

Toteutettuja toimenpiteitä ja tutkimuksia

Tien rakenteellisten hidastimien vaikutukset ajodynamiikkaan, Tielaitoksen selvityksiä 60/1995

Tutkimuksessa on kirjallisuusselvityksen ja kenttämittausten perusteella tarkasteltu tien rakenteellisten hidastimien (ajoradan korotukset, kavennukset, sivusiirtymät ja kiertoliittymät) vaikutusta ajoneuvojen ajodynamiikkaan. Ajodynaamisia ominaisuuksia ovat nopeus, kiihtyvyys ja hidastuvuus.

Ajoradan korotus esim. töyssy alentaa tehokkaasti ajoneuvojen nopeuksia. Siten se sopii paikkoihin, joissa halutaan parantaa erityisesti kevyen liikenteen turvallisuutta. Ajoradan korotuksissa nopeudet ovat yleensä alle 30 km/h. Korotusten välillä nopeudet ovat noin 5-15 km/h korkeampia kuin korotuksen kohdalla. Korotusten välisen etäisyyden tulisi olla noin 60 m, jos halutaan, että maksiminopeuksien keskiarvo korotusten välilläkin on enintään 30 km/h. Töyssyn muodoksi sopii parhaiten sinikäyrä. Töyssyjen aiheuttamia haittoja raskaalle liikenteelle on pyritty vähentämään kehittämällä leveäraidevälisille ajoneuvoille loivennuksia korotuksiin tai raideväliä kapeampia osittaisia korotuksia. Ne aiheuttavat kuitenkin ongelmia talvikunnossapidolle. Jos töyssyjen välinen etäisyys on liian suuri, syntyy niiden välillä kiihdyttelyä ja jarruttelua, joka lisää polttoaineen kulutusta ja päästöjä.

Kavennuksien vaikutus nopeuteen on voimakkaasti riippuvainen liikenteen määrästä. Vähäliikenteisillä teillä kohtaamistilanteita on harvoin, joten useimpien ajoneuvojen nopeudet kavennusten kohdalla laskevat vain vähän tai eivät lainkaan. Kavennuksien vaikutusta voidaan parantaa lisäämällä kavennuksen pituutta tai kaventamalla kuljettajan näkökenttää kavennuksen kohdalla esim. istutuksin.

Sivusiirtymissä nopeudet alenevat vähemmän kuin ajoradan korotuksissa. Kavennuksiin verrattuna ajonopeudet ovat vain hieman alempia, mutta ne vaikuttavat lähes kaikkien kuljettajien käyttämiin nopeuksiin riippumatta liikenteen määrästä. Mitoituksissa ongelmia aiheuttaa suurten ajoneuvojen tilan tarve; väljästi mitoitettu sivusiirtymä ei vaikuta henkilöautojen nopeuksiin. Ongelman ratkaisemiseksi suurten ajoneuvojen vaatima lisätila voidaan päällystää karkeammalla pinnoitteella.

Kiertoliittymät soveltuvat nopeuksien alentamiseen esimerkiksi taajamien sisääntulokohdissa olevissa liittymissä. Kiertoliittymien kohdalla nopeudet laskevat samalle tasolle kuin korotuksissa. Suurikokoisten ajoneuvojen lisätilan tarve voidaan toteuttaa karkeapäällysteisellä kiertotilan kavennuksella tai liittymäalueen levennyksellä.

Tien rakenteellisten hidastimien vaikutukset ajokäyttötymiseen, Tielaitoksen selvityksiä 48/1996

Tutkimuksessa tarkasteltiin ajoradan korotuksen, ajolinjan sivusiirtymän, yksipuolisen kavennuksen ja kiertoliittymän vaikutuksia kuljettajien ajokäyttötymiseen eri valaistusolosuhteissa sekä autonkuljettajan ja jalankulkijan välistä vuorovaikutusta hidastimen kohdalla olevalla suoja-alueella päivällä.

Ajoradan korotus vaikutti kuljettajien käyttämiin nopeuksiin noin 100 metrin etäisyydelle korotuksesta. Kiertoliittymän vaikutus alkoi noin 200 metriä ennen liittymää ja jatkui liittymän jälkeen noin 150 metrin etäisyydelle. Ajolinjan sivusiirtymä vaikutti nopeuksiin noin 200 metrin matkalla. Yksipuolisen kaivenuksen kohdalla nopeudet laskivat ainoastaan kohtaamistilanteissa.

Autonkuljettajan ja jalankulkijan välisessä vuorovaikutustilanteessa hidastimen kohdalla olevaa suojatietä ylittävää jalankulkijaa väistävien kuljettajien osuus oli riippuvainen nopeusrajoituksesta ja ns. vapaan auton nopeudesta suojatien kohdalla.

5.2 Liikenteen hallinta

5.2.1 Nykytilan kuvaus

Liikenteen hallintaa koskevan strategiansa mukaisesti Tiehallinto tarjoaa kuljettajaa palvelevaa informaatiota tiesäästä, ajokeleistä, tietöistä, lauttojen aikatauluista, ruuhkista, häiriöistä ja muista liikenteeseen vaikuttavista tapahtumista. Tiedon välittämisessä käytetään yleisiä joukkotiedotusvälineitä:

- Teksti-TV:ssä esitetään ajantasaiset kelitiedot ja pääteiden tietyöt.
- Television säätiedotusten yhteydessä annetaan talvisin liikennesää-tiedote.
- Radiossa luetaan talvisin valtakunnallinen liikennesää-tiedote kolmesti päivässä. RDS (Radio Data System) -järjestelmä mahdollistaa ajantasaisen liikennetiedotuksen muiden radio-ohjelmien läpi.

Kuljettaja voi itse soittaa Tienkäyttäjän linjalle (0200 2100) ja saada ajantasaista tietoa keleistä, tietöistä, lauttojen aikatauluista, ruuhkista, häiriöistä ja muista liikenteeseen vaikuttavista tapahtumista sekä antaa palautetta tärkeiksi kokemista asioista.

Internetissä on Liikenteen tiedotus -sivut, joilta löytyy tietoa ajantasaisista sää- ja kelitiedoista sekä ennusteet, kelikamerakuvia eripuolilta Suomea, pääkaupunkiseudun ja Tampereen ajantasainen liikennetilanne nopeuksien ja liikennemäärien osalta, viikonlopun liikenne-ennuste Etelä-Suomen päätteille, rajakamerakuvia Vaalimaalta, Nuijamaalta ja Imatralta sekä tiedot koko maan tietöistä ja koko maan lautta- ja lossiaikataulut.

Jossain määrin käytetään muuttuvia nopeusrajoitusmerkkejä, tiedotustauluja ja muuttuvia varoitusmerkkejä. Tutkimustoimintaa on viimeisen vuosikymmenen aikana suunnattu tälle osa-alueelle voimakkaasti.

Palautteen antamiseen käytetään nopeusnäyttötauluja, jotka kertovat ohi ajavalle kuljettajalle hänen käyttämänsä ajonopeuden ja huomauttavat ylinopeudesta. Myös takana tulevat toiset autoilijat näkevät näytön ilmoituksen.

Tiehallinto toimii kansallisen tie- ja katuverkon tietojärjestelmän (DIGIROAD) vastuujärjestelmänä. Tiehallinto vastaa järjestelmän toteutuksesta ja ylläpidosta. DIGIROAD -järjestelmä on keskeinen tietovarasto, jota tulevat hyödyntämään useimmat liikenteen ja kuljetusten telemaattiset palvelut. Se sisältää tiedot koko Suomen tie- ja katuverkosta sekä verkon tärkeimmät ominaisuustiedot. Tietojärjestelmän tietojen tuottamisessa ja ylläpidossa Tiehallinto toimii yhteistyössä Maanmittauslaitoksen, kuntien ja muiden, esimerkiksi metsäalan organisaatioiden kanssa. DIGIROAD -järjestelmän on määrä olla käytössä loppuvuonna 2003.

5.2.2 Tehdyt tutkimukset

Viimeisten kymmenen vuoden aikana liikenteen hallinnan alueella on tehty runsaasti tutkimusta, jossa Tiehallinto on ollut mukana. Seuraavassa käydään lyhyesti läpi viimeisimpiä kuljettajan informoimiseen ja palautteen antamiseen liittyviä tutkimuksia. Ne voidaan karkeasti jakaa järjestelmien toimivuutta kuvaaviin ja järjestelmien vaikutuksia kuvaaviin tutkimuksiin.

Kelin seuranta

Tehostetun kelinseurantajärjestelmän kokeilu. Mikko Malmivuo, Kirsi Pajunen. Tielaitoksen selvityksiä 5/1999.

Tutkimuksessa selvitettiin miten keli- ja liikennekeskuksen toiminta muuttui tehostetun kelinseurantajärjestelmän eli tihennetyn tiesääasema- ja kelikameraverkon käyttöönoton myötä. Kelipäivystäjien asenne tehostettua kelinseurantajärjestelmää kohtaan muuttui myönteisemmäksi. Tiesääasemien arvojen tarkkailu oli varsinkin lumisateiden saapuessa varsin vähäistä, mieluummin olisi haluttu tarkkailla uusia kelikameroita. Niiden toiminnassa oli kuitenkin häiriöitä ja kuvien hidas päivittyvyys vaikeutti seurantaa.

Muuttuvien opasteiden automaattista ohjausta valvovat liikennepäivystäjät joutuivat puuttumaan merkkien automaattiseen ohjaukseen lähes päivittäin.

Tiesääasemien teknisen toimivuuden ja luotettavuuden parantaminen lisäisi kelitiedon käyttöarvoa etenkin tienpintojen jäätymistä ennakoitaessa.

Liikkuva kelin havainnointi. Jukka Savolainen, Jaakko Myllylä, Yrjö Pilli-Sihvola. Kaakkois-Suomen tiepiirin selvityksiä 5/1999.

Tiehallinnon tiesääasemaverkon rinnalle on kehitetty kelitiedon kattavuuden ja tarkkuuden parantamiseksi mittausajoneuvo (ns. Kaakkois-Suomen tiepiirin keliauto), jolla kelin havainnointi voidaan suorittaa ajoneuvon liikkeessä normaalisti. Mittauslaitteistolla kyetään mittaamaan ilman lämpötila, ilman suhteellinen kosteus, tienpinnan lämpötila, tienpinnan kitka ja mittausajankohdan GPS -koordinaatteja sekä lähettämään tiedot lähes reaaliaikaisina GSM-verkkoa käyttäen Tiehallinnon tiesääjärjestelmään.

Järjestelmän yleinen tekninen toimivuus todettiin hyväksi. Mittausjärjestelmä ja mittautustietojen lähetys tiesääjärjestelmään toimivat luotettavasti. Säätiotojen mittautustulokset liikkuvasta ajoneuvosta olivat hyvin lähellä kiinteiden tiesääasemien mittautustuloksia. Kitkamittauksen toistettavuus todettiin myös hyväksi. Videomittauslaitteistossa havaittiin kehittämistarpeita.

Kitkamittauslaitteiden vertailututkimus 2000. Mikko Malmivuo. Tiehallinnon selvityksiä 6/2001.

Tutkimuksessa vertailtiin erilaisia tienpinnan kitkan mittaukseen tarkoitettuja laitteita talvikeliolosuhteissa. Vertailut laitteet olivat C-trip, Kaakkois-Suomen tiepiirin keliauto, Ilmailulaitoksen BV-11, VTT:n Kitka-Sisu, Nokia Renkaiden kitka-auto sekä Ruotsin Tielaitoksen kehittämä ”Fiido”.

Rengastyypin ja mittausnopeus vaikuttivat C-tripin mittausarvoihin selvästi. Mittauksissa suositellaan käytettäväksi kitkarengasta ja vakiomittausnopeutta (sama nopeus kuin laitteen kalibroinnissa), myös jarrujärjestelmän tulisi olla sama kaikissa mittausajoneuvoissa. Kaakkois-Suomen tiepiirin keliautoa

ei voitu suositella käytettäväksi talvihoidon laadun seurantaan yllättävien mitaustulosten ja niiden suuren hajonnan vuoksi. BV-11:ta suositeltiin käytettäväksi C-tripin kalibrointi-laitteena. VTT:n Kitka-Sisulla ja Nokia Renkaiden kitka-autolla oli muihin laitteisiin verrattuna pienin tulosten hajonta, mutta myös pienin kitka-alue. Fiido antoi tietyillä keleillä hyvin yllättäviä tuloksia, vaikka käyttäytyikin pääsääntöisesti johdonmukaisesti.

Muuttuvat liikennemerkkit

Muuttuvien kelirajoitusmerkkien vaikutus ajonopeuksiin, aikaväleihin ja kuljettajien käsityksiin. Pirkko Rämä, Risto Kulmala, Matti Heinonen. Tielaitoksen selvityksiä 1/96

Tutkimuksessa selvitettiin liukkaasta varoittavan muuttuvan kelimerkin sekä turvaväliopasteen vaikutuksia ajonopeuksiin, aikaväleihin ja kuljettajien käsityksiin. Tulosten mukaan vilkkuva liukkaasta kelistä varoittava merkki laski keskinopeuksia n. 2 km/h ja kiinteästi valaistu merkki n. 1 km/h. Turvaväliopaste vähensi alle 1,5 sekunnin etäisyydellä ajavien osuutta jonoissa pitävällä kelillä 28-38 % ja liukkaalla kelillä 31-37 %. Vaikutus pieneni, kun merkkiin liitettiin "suositus" -sana. Turvaväliopaste alensi ajonopeuksia n. 1 km/h.

Muuttuvien keliopasteiden vaikutukset kuljettajan toimintaan. Juha Luoma. Tielaitoksen selvityksiä 22/97.

Tutkimuksessa selvitettiin muuttuvien kelirajoitusmerkkien (liukas ajorata, turvaväliopaste) vaikutuksia kuljettajien toimintaan haastatteleamalla kuljettajia puhelimitse. Lähtökohtana oli Rämän, Kulmalan ja Heinosen havainnot vaikutuksista ajonopeuksiin ja aikaväleihin (Tielaitoksen selvityksiä 1/96).

Tulosten mukaan merkit vaikuttavat kuljettajien toimintaan muutenkin kuin vähentämällä keskinopeutta ja lisäämällä seuraamisetäisyyttä. Haastatellut kuljettajat kertoivat liukas ajorata -merkin vaikuttaneen sekä lumisateen että piilevän liukkaan aikana erityisesti ajonopeuteen, mikä tarkoitti useimmiten yleistä hiljentämistä ja nopeuden vähentämistä mutkissa, sekä tarkkaavaisuuden suuntaamiseen (omaan ajamiseen keskittymiseen, tarkkaavaisuuden yleiseen lisäämiseen ja vastaantulevan liikenteen seuraamiseen tavallista enemmän). Piilevän liukkaan aikana kuljettajat sanoivat liukas ajorata -merkillä olleen vaikutuksia enemmän kuin lumisadeoloissa. Lisäksi piilevän liukkaan oloissa korostui liukkauden varmistaminen, joka tehtiin lähes poikkeuksetta jarruttamalla. Lisäksi liukas ajorata -merkin todettiin parantaneen ajamismukavuutta, vaikuttaneen seuraamisetäisyyteen, ohitusten välttämiseen ja ajoneuvon ohjaamiseen, mutta myös kaasun ja jarrupolkimen käyttöön.

Turvaväliopasteen todettiin useimmin pidentävän seuraamisetäisyyttä ja lisäävän välin riittävyuden tarkkailua. Merkin todettiin vaikuttaneen myös edellä ajavan tarkkailuun ja omaan ajamiseen keskittymiseen, keskusteluun merkin tarkoituksesta ja viestin paikkansapitävyydestä, ajonopeuden tarkistamiseen ja nopeuden yleiseen hiljentämiseen sekä liukkauden varmistamiseen erityisesti jarruttamalla.

Selvitys muuttuvien nopeusrajoitusten käyttöönotosta Suomen pääteillä. Jukka Lähesmaa, Anna Schirokoff. Tielaitoksen selvityksiä 40/1998.

Selvityksessä pyrittiin arvioimaan, missä laajuudessa ja järjestyksessä reaaliaikaisesti muuttuvia nopeusrajoituksia kannattaisi ottaa käyttöön. Lisäksi selvitettiin muuttuvien nopeusrajoitusten ohjaukselle asetettavia vaatimuksia ja muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutuksia ja kustannuksia sekä esitettiin arvio suositellun järjestelmän kustannuksista.

Koska tutkittua tietoa muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutuksista useissa tutkimuksessa käytetyissä kohdeluokissa ei toistaiseksi ole, niiden nykyistä laajempaan käyttöön tulee edetä lisäkokeilujen kautta. Työssä esitettiin jatkokokeiluihin soveltuvia tieosuuksia. Varustettaessa tärkeimmät tiet (1073 km) muuttuvilla nopeusrajoituksilla kustannukset olisivat n. 270 mmk ja järjestelmän vuotuiset käyttökustannukset n. 15 mmk. Rakennettaessa Suomeen muuttuvien nopeusrajoitusten kokonaisjärjestelmä (2488 km) olisivat investointikustannukset n. 450 mmk ja vuotuiset käyttökustannukset n. 25-30 mmk.

Ohjeet muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutusten arvioinnista. Risto Kulmala, Pirkko Rämä. Tielaitoksen selvityksiä 41/1998.

Työssä pyrittiin vaikutustutkimusten yhtenäistämiseen ja parempaan vertailtavuuteen. Tavoitteena oli laatia ohjeet muuttuvien nopeusrajoitusten kokeilujen vaikutusten arviointiin. Selvityksessä esitetään, minkälaisilla mittareilla eri tyyppisiä vaikutuksia voidaan selvittää ja mitkä vaikutukset ovat kullekin järjestelmätyypille keskeisimmät. Lisäksi tarkastellaan sopivia tutkimusasetelmia, aineistojen järjestämistapoja sekä vaikutusten tilastollista testaamista, jotta muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutukset kyettäisiin erottamaan muiden tekijöiden vaikutuksista mahdollisimman luotettavasti.

Selvityksen mukaan tutkimusasetelman minimivaatimuksena on nelikenttä: ennen - jälkeen/koeosuus - vertailuosuus. Tärkeimpien liikenteeseen ajallisesti vaikuttavien tekijöiden (vuodenaika, kellonaika, sää ja keli, valoisuus jne.) vaikutukset ja muutokset liikennemäärissä on kontrolloitava. Tilastollisista testeistä esitellään sopiviksi keskiarvojen vertailutesti ja χ^2 -testi.

Kaksikieliset muuttuvat opasteet - kuljettajien mielipiteet ja visuaalinen kuormittuminen. Harjula V. Tielaitoksen selvityksiä 1999.

Tutkimuksessa selvitettiin kuljettajien mielipiteitä kaksikielisistä muuttuvista opasteista ja niiden vaikutusta kuljettajan visuaaliseen kuormittumiseen. Viestit esitettiin opasteessa vuorotellen suomeksi ja ruotsiksi niin, että kumpikin viesti oli vuorollaan näkyvissä kahden sekunnin ajan ja viestien välissä taulu oli tyhjänä puolen sekunnin ajan.

Tulosten perusteella n. 80 % kuljettajista ei kokenut viestin esitystavan haittaneen viestin lukemista. Lähes 90 % piti sopivana aikaa, joka heillä oli käytettävissä viestin lukemiseen omalla äidinkielellään.

Tulokset osoittivat myös, että tällainen merkki saattaa olla suhteellisen vaativa joillekin, erityisesti iäkkäille kuljettajille. Muuttuvia opasteita suunniteltaessa onkin tärkeää, että kiinnitetään erityistä huomiota merkin sijaintiin, esitettäviin viesteihin ja esitystapaan sekä arvioidaan uusien sovellusten vaikutukset kuljettajakäyttäytymiseen.

Valtatien 5 hirvivaroitussjärjestelmän tekninen toimivuus. Inna Yli-Mäenpää, Petteri Portaankorva. Kaakkois-Suomen tiepiirin selvityksiä 3/1999.

Hirvivaroitussjärjestelmällä havainnoidaan kookkaiden eläinten liikkeitä hirviaidassa olevan aukon kohdalla ja tarvittaessa varoitetaan autoilijoita muuttuvalla hirvieläimiä -varoituserkillä. Hirvien liikkeitä havainnoitiin tien molemmin puolin 80 metrin matkalla 60 metriä leveällä alueella mikroaalto- ja infrapunailmaisimien avulla. Kuituoptiset hirvieläimiä -varoituserkit oli sijoitettu ajosuunnassa 150 metriä ennen riista-aidassa olevaa aukkoa. Varoituserkit kytkeytyivät päälle, kun jokin ilmaisimista havaitsi eläimen. Merkit olivat päällä kolmen minuutin ajan viimeisestä havainnosta.

Työssä tarkasteltiin järjestelmän teknistä toimivuutta. Tulosten perusteella järjestelmässä on vielä kehitettävää etenkin ilmaisimien toiminnan ja herkkyyden osalta.

Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjaussjärjestelmän vaikutukset kaksiajorataisella osuudella valtatiellä 7. Pirkko Rämä, Juha Raitio, Virpi Harjula, Anna Schirokoff. Tielaitoksen selvityksiä 44/1999.

Tietoa kuljettajien käyttäytymisestä kerättiin talvella yhdestä sekaliikennetien ja kesällä yhdestä moottoriliikennetien mittauspisteestä. Vertailuaineisto kerättiin samalta tieltä koeosuuden länsipuolelta.

Tulosten mukaan sää- ja kelitietoon perustuva liikenteen ohjaussjärjestelmä vaikutti oikein käytettynä sille asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Hyvällä kelillä keskinopeuden nousu oli kohtuullista parantaen sujuvuutta. Huonolla kelillä nopeusrajoituksen alentaminen pienensi keskinopeutta ja vähensi lähellä ajamista, mikä on liikenneturvallisuuden kannalta myönteistä. Tulokset osoittivat myös, että vaihtuvan nopeusrajoitussjärjestelmän käyttö asettaa suuret vaatimukset ohjaussjärjestelmän luotettavuudelle ja oikealle käytölle. Virheelliset käyttötilanteet nostivat keskinopeutta kohtuuttomasti ja lyhensivät aikavälejä merkittävästi, joten ne heikentävät liikenneturvallisuutta.

Länsiväylän automaattisen liikenteenohjaussjärjestelmän vaikutukset liikennevirtaan. Satu Innamaa, Kerkko Vanhanen, Matti Pursula. Tielaitoksen selvityksiä 53/2000.

Tulosten mukaan automaattisesti alennettu nopeusrajoitus sai autoilijat alentamaan nopeuttaan. Kuljettajat hyväksyivät alennetun nopeusrajoituksen, kun siihen oli suoraan syynä turvallisuus, mutta ruuhkavaroituss näytti nostavan nopeuksia. Syyksi tähän esitettiin kuljettajien halua kompensoida ruuhkan mahdollisesti aiheuttamia tulevia viivytyksiä. Alennetuilla nopeusrajoituksilla ei ollut vaikutusta liikennevirran harmonisointiin.

Liikennesäättiedotus

Liikennesäättiedotuksen toteutuminen ja arviointi talvikaudella 1997-1998. Magnus Nygård, Pirkko Rämä. Tielaitoksen selvityksiä 8/1999.

Tutkimuksessa selvitettiin kuinka hyvin kuljettajat tuntevat Liikennesään. Tulosten mukaan 87 % kuljettajista kertoi tuntevansa palvelun. Liikennesään sisältö tunnettiin kohtalaisesti (54 %). Liikennesään vaikutukset omaan käyttämiseen arvioitiin suuriksi. 63 % kuljettajista mainitsi Liikennesääällä olevan erittäin paljon tai paljon vaikutusta heidän matkaan varaamaansa aikaan, 51 % mainitsi Liikennesääällä olevan vaikutusta lähtöajan valintaan ja 53 % sanoi Liikennesään vaikuttavan kesä- tai talvirenkaiden vaihtoon.

Liikennesäättiedotuksen toteutuminen ja arviointi talvikaudella 1998-1999. Magnus Nygård, Pirkko Rämä. Tielaitoksen selvityksiä 24/2000.

Liikennesäättiedotuspalvelun kehittivät yhteistyössä Tiehallinto, Ilmatieteen laitos, Liikenneturva, Liikennevakuutuskeskus ja Yleisradio. Liikennesäässä tiedotetaan ajokeleistä kolmiasteisella luokituksella, joka on "normaali", "huono" ja "erittäin huono" ajokeli. Tutkimustulosten perusteella Liikennesään keliluokitus osoittautui oikeaksi noin 92 %:ssa ennusteista. Lopuista tapauksista noin 5 % oli tilanteita, jolloin oli toteutunut parempi keli kuin oli ennustettu, ja 3 % oli tilanteita, joissa toteutunut keliluokitus arvioitiin jälkikäteen huonommaksi.

6 LIIKENNEKÄYTTÄYTYMISTÄ OHJAAVIEN OMINAISUUKSIEN KEHITTÄMINEN

Tieliikenneinfrastruktuurin suunnittelulla luodaan puitteet sille, minkälaiseksi auton kuljettaja liikkumisympäristönsä kokee ja minkälaisia vapausasteita hänen käyttäytymiselleen annetaan. Tavoitteena on infrastruktuuri, joka ohjaa ja tarvittaessa jopa pakottaa kuljettajan toimimaan turvallisesti itsensä ja muiden liikkujien kannalta. Koko vaikuttavuuden skaalaa tulisi nykyistä paremmin hyödyntää, varsinkin olemassa olevan infrastruktuurin parantamisessa. Erityisesti turvalliseen käyttäytymiseen pakottavia suunnitteluelementtejä tulisi kehittää ja ottaa käyttöön nykyistä enemmän.

Koska uusien teiden rakentaminen on tulevaisuudessa vähäistä, tulee painopiste jatkossa siirtymään olemassa olevan tiestön informaatio- ja palauteominaisuuksien kehittämiseen. Työssä tulisi järjestelmällisesti käyttää hyväksi liikenneympäristön turvallisuusauditointia, jossa liikenneturvallisuuden kannalta vaaralliset tienkohdat kartoitetaan jo ennen kuin onnettomuuksia ehtii tapahtua. Tie- ja katuverkon informaatio- ja palauteominaisuudet ovat tärkeä auditoinnin kohde, mutta auditointia tulee käyttää myös liikenneympäristön törmäysturvallisuuden kehittämisessä. Auditoinnin perusteella on mahdollista suunnitella ja toteuttaa tienkohtien parantaminen niin, että ne ohjaavat/pakottavat kuljettajia turvalliseen käyttäytymiseen.

Raportissa on aiemmin esitetty laajaan eurooppalaiseen selvitykseen perustuen keinoja, joilla tieinfrastruktuurin informaatio- ja palauteominaisuuksia on mahdollista parantaa. Useimpia niistä on Suomessa jo kokeiltu mm. yleisten teiden taajamaosuuksia parannettaessa. Niiden turvallisuusvaikutuksia ei kuitenkaan ole pystytty selvittämään. Syynä tähän on toistaiseksi liian lyhyt seuranta-aika. Vaikutukset ajonopeuksiin ovat kuitenkin selkeitä ja sitä kautta vaikutukset liikenneturvallisuuden parantumiseen ovat ilmeisiä. Joidenkin liikenneturvallisuuden parantamiseen tähtäävien toimenpiteiden vaikutukset taas ovat tehtyjen tutkimusten perusteella osoittautuneet odotusten vastaisiksi. Esimerkiksi linjaosuuksilla kokeiltujen profiloitujen reunaviivojen turvallisuusvaikutukset ovat toistaiseksi epäselviä, koska viivojen tehokas paluuhelijastuvuus nostaa nopeuksia huonoissa olosuhteissa. Reunapaaluilla taas todettiin turvallisuutta heikentäviä vaikutuksia 80 km/h nopeusrajoitusalueilla. Koska kuljettajan mahdollisuudet havaita esim. jalankulkijoita, pyöräilijöitä, hirviä tai vaikkapa mustaa jäätä eivät näiden toimenpiteiden seurauksena parane, voivat onnettomuudet nopeuksien nousun myötä muuttua entistä vakavammiksi. Uusien suunnitteluelementtien ja rakenteellisten ratkaisujen kehittämistä, kokeilemistä ja niiden turvallisuusvaikutusten selvittämistä tulisi lisätä, jotta löydettäisiin kaikkien tienkäyttäjien kannalta optimaaliset ohjaavat/pakottavat rakenteelliset ratkaisut tieliikenteen turvallisuuden parantamiseksi. Etenkin turvalliseen käyttäytymiseen pakottavat ratkaisut (self explaining road) voisivat parantaa liikenneturvallisuutta merkittävästi, mutta niiden toteuttaminen vaatii myös huomattavaa rahoitusta.

Liikenteen hallintaan on Tiehallinnossa panostettu viimeisen vuosikymmenen kuluessa voimakkaasti. Liikenteen hallintaan ja telematiikkaan liittyvien toimenpiteiden liikenneturvallisuusvaikutukset ovat kuitenkin käytävissä olevan tutkimusaineiston vähäisyyden ja tiedonkeruussa käytettävien menetelmien epäluotettavuuden vuoksi edelleen selvittämättä. Turvallisuusvaikutuksia on pyritty lähestymään kiertäen ajonopeuksissa ja ajoneuvoväleissä sekä kuljettajien toiminnassa tapahtuneiden muutoksien kautta.

Tämän selvityksen perusteella ehdotetaan seuraavia tutkimus- ja kehittämisasihteita:

- Liikenneturvallisuusauditoinnin kehittäminen ja käyttöön ottaminen. Auditoinnin perusteella löydetään riskialttiit tienkohdat jo ennen kuin onnettomuuksia tapahtuu ja voidaan suunnitella sekä toteuttaa tienkohtien parantaminen niin, että ne ohjaavat/pakottavat kuljettajia turvalliseen käyttäytymiseen.
- Taajamien tie- ja katuverkon luokittelu toiminnallisiin luokkiin, luokkien nopeusrajoitusten määrittäminen sekä tie-/katuympäristöjen muokkaaminen ulkoisilta ominaisuuksiltaan yhteneviksi ja nopeusrajoituksia vastaaviksi niin, että ne ohjaavat/pakottavat kuljettajia turvalliseen käyttäytymiseen.
- Uusien rahoitustapojen kehittäminen taajamahankkeiden toteuttamiseksi yhdessä kuntien kanssa.
- Telematiikkaan liittyvien laitteiden ja järjestelmien luotettavuuden ja liikenneturvallisuusvaikutusten selvittäminen.
- Uusien, turvalliseen käyttäytymiseen ohjaavien tai jopa pakottavien suunnitteluelementtien ja rakenteellisten ratkaisujen kehittäminen, kokeileminen ja niiden turvallisuusvaikutusten selvittäminen.

Uusien rakenteellisten ratkaisujen kehittäminen on haastava tehtävä, koska samojen ratkaisujen tulee pystyä tyydyttämään erilaisten käyttäjäryhmien tarpeita. Selvityksessä ei pystytty löytämään käänteen tekeviä yksittäisiä tieinfrastruktuurin turvalliseen liikennekäyttäytymiseen ohjaavia kokonaan uusia ratkaisuja. Eräänä ehdotuksena oli liittymien kehittäminen niin, että ne ohjaavat/pakottavat alentamaan henkilöautojen nopeuksia aiheuttamatta haittaa raskaalle liikenteelle (reunakiveysten käyttö, erilaiset päällystemateriaali). Niin ikään todettiin tarvetta liikenneturvallisuuden kannalta optimaalisen liittymänäkemän selvittämiseksi. Uusia ratkaisuja tulisi löytää myös oikealle kääntyvien aiheuttaman peräänajoriskin pienentämiseksi, koska oma kaista oikealle kääntyville voi haitata liittyvältä tieltä saapuvien näkyvyyttä. Sivuteiltä risteysiin saapuvien ajoneuvojen nopeuksien alentaminen rakenteellisin keinoin, esim. poikittaisella tärinäraidoituksella tai risteysalueen koroittamisella nousi myös esille. Linjaosuuksilla todettiin tarvetta profiloitujen reunaviivojen ja keskiviivojen kehittämiseen niin, että ne eivät nosta ajonopeuksia, lisäksi mahdollisuudet vaikuttaa ajonopeuksiin optisesti esim. kaarteissa reunapaaluja tihentämällä tulisi selvittää. Taajamissa tulisi jatkaa liikenteen rauhoittamistoimenpiteiden kehittämistä toteuttamalla laajamittaisia kokeiluja ja järjestelmällistä jälkiseurantaa.

Pitkällä aikavälillä tieinfrastruktuurin informaatio- ja palauteominaisuuksien kehittämisen kannalta tärkeää olisi aloittaa olemassa olevan tieverkon puutteiden kartoittaminen (auditointi) ja poistaminen toteuttamalla olemassa olevia keinoja lisätä infrastruktuurin turvalliseen käyttäytymiseen ohjaavia ja etenkin pakottavia ominaisuuksia. Säännöllisellä, vuosittain tähän tarkoitukseen ohjatulla pienelläkin rahoituksella olisi mahdollista saada pitkällä aikavälillä suotuisia vaikutuksia.

7 LÄHTEET

Bishop Richard. Cooperative Intelligent Vehicle-Highway Systems: Status of Activities World Wide, Stakeholder Perspectives and Major Trends. Presentation at SAFE Highways of the Future 2001.

Harjula Virpi. Kaksikieliset muuttuvat opasteet - kuljettajien mielipiteet ja visuaalinen kuormittuminen. Tielaitoksen selvityksiä 1999.

Innamaa Satu, Vanhanen Kerkko, Pursula Matti. Länsiväylän automaattisen liikenteenohjausjärjestelmän vaikutukset liikennevirtaan. Tielaitoksen selvityksiä 53/2000.

Kallberg Veli-Pekka. Reunapaalujen vaikutus ajokäyttämiseen ja liikenneonnettomuuksiin. Loppuraportti. Tielaitoksen selvityksiä 59/1992.

Kulmala Risto, Rämä Pirkko. Ohjeet muuttuvien nopeusrajoitusten vaikutusten arvioinnista. Tielaitoksen selvityksiä 41/1998.

Kuratorium für Verkehrssicherheit (KfV). Guarding Automobile Drivers through Guidance Education and Technology, Final Report. Vienna 1999. (<http://kfv.or.at/gadget/>)

Kärki Otto. Autonkuljettajien informaatio- ja palautejärjestelmät. Osaraportti 3 - Ajoneuvot. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. (Julkaisu varmistuu myöhemmin)

Kärki Otto, Mäkinen Tapani. Ensikokemukset ja mielipiteet tienastoista. 2001. Ei julkaistu.

Laapotti Sirkku, Keskinen Esko, Hatakka Mika. Autonkuljettajien informaatio- ja palautejärjestelmät. Osaraportti 2 - Kuljettajiin vaikuttaminen koulutuksella, tiedotuksella ja valistuksella. Turun yliopisto, Psykologian laitos. (Julkaisu varmistuu myöhemmin)

Lehtinen Jukka. Ohitusnäkemät: S 12 pääteiden parantamisratkaisut. Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Tielaitoksen selvityksiä 16/1999.

Luoma Juha. Muuttuvien keliopasteiden vaikutukset kuljettajan toimintaan. Tielaitoksen selvityksiä 22/97.

Lähesmaa Jukka, Schirokoff Anna. Selvitys muuttuvien nopeusrajoitusten käyttöönotosta Suomen pääteillä. Tielaitoksen selvityksiä 40/1998.

Malmivuo Mikko, Pajunen Kirsi. Tehostetun kelinseurantajärjestelmän kokeilu. Tielaitoksen selvityksiä 5/1999.

Malmivuo Mikko. Liittymänäkemien vaikutus sivutieltä saapuvien ajokäyttämiseen. Tiehallinto, Tie- ja liikenneolojen suunnittelu. Tielaitoksen selvityksiä 41/1999.

Malmivuo Mikko. Kitkanmittauslaitteiden vertailututkimus 2000. Tiehallinnon selvityksiä 6/2001.

Mäkinen Tapani, Kallio Mikko, Kärki Otto. Profiloitujen reunaviivojen vaikutukset ajokäyttämiseen. Tielaitoksen selvityksiä 7/2000

Mäkinen Tapani. Autonkuljettajien informaatio- ja palautejärjestelmät. Osa-raportti 1 - Poliisin liikennevalvontajärjestelmän tarkastelu. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Tutkimusraportti RTE1733/01. Espoo 2001. (Julkaisu varmistuu myöhemmin)

Nygård Magnus, Rämä Pirkko. Liikennesäätiedotuksen toteutuminen ja arviointi talvikaudella 1997-1998. Tielaitoksen selvityksiä 8/1999.

Nygård Magnus, Rämä Pirkko. Liikennesäätiedotuksen toteutuminen ja arviointi talvikaudella 1998-1999. Tielaitoksen selvityksiä 24/2000.

Peltola Harri, Ranta Susanna, Malmivuo Mikko. Safety Standard for Road Design and Redesign (SAFESTAR). Deliverable 4.1 Safety evaluation of different kinds of cross-section on rural two-lane roads. 1997.

Peltola Harri, Tapio Juha. Liikenneturvallisuuden pitkän aikavälin tutkimus- ja kehittämisohjelma. Yhteenvetoraportti., Liikenne- ja viestintäministeriön mietintöjä ja muistioita B 23/2000.

Puntanen Sini. Liittymien muutostoimenpiteiden vaikutus liikennekäyttämiseen - Pyöräteiden ylityskohdat. Tielaitoksen selvityksiä 4/1996.

Ranta Susanna, Mäkinen Tapani, Malmivuo Mikko. Palautetta antavat tie-merkinnät suistumis- ja kohtaamisonnettomuuksien torjunnassa. Tielaitoksen selvityksiä 1/1998.

Requirements for Horizontal Road Marking - COST 331. European Commission Directorate General Transport. 1999.

Rämä Pirkko, Kulmala Risto, Heinonen Matti. Muuttuvien kelirajoitusmerkkien vaikutus ajonopeuksiin, aikaväleihin ja kuljettajien käsityksiin. Tielaitoksen selvityksiä 1/96

Rämä Pirkko, Raitio Juha, Harjula Virpi, Schirokoff Anna. Sää- ja kelitietoon perustuvan liikenteen ohjausjärjestelmän vaikutukset kaksiajorataisella osuudella valtatiellä 7. Tielaitoksen selvityksiä 44/1999.

Savolainen Jukka, Myllylä Jaakko, Pilli-Sihvola Yrjö. Liikkuva kelin havainnointi. Kaakkois-Suomen tiepiirin selvityksiä 5/1999.

Tiehallinto. Liikenteen palvelut. Tiehallinnon liikenteen hallinnan toimintalinjat – taustaraportti. Helsinki 2000.

Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Uudet tietyypit: yhteenveto Suomen koe-teistä: S 12 Pääteiden parantamisratkaisut. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 31/1998.

Tiehallinto, Tie- ja liikenneolojen suunnittelu. Tielaitoksen liikenteen hallinnan strategia. Helsinki 1998.

Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Uudet tietyypit: selvitys ulkomaisista kokemuksista: S 12 Pääteiden parantamisratkaisut. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 21/1999.

Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Taajamakeskustateiden poikkileikkaukset. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 18/2000.

Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Uusien tietyyppien turvallisuustarkastelu: S 12 Pääteiden parantamisratkaisut. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 34/2000.

Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Iäkkäiden autoilijoiden tarpeet liikenneympäristön suunnittelussa. Miikka Niinikoski. Tiehallinnon selvityksiä 56/2001.

Tiehallinto, Tie- ja liikennetekniikka. Taajamien seurantaselvitys. Tietoa tien-suunnitteluun nro 54.

Tien rakenteellisten hidastimien vaikutukset ajodynamiikkaan, Tielaitoksen selvityksiä 60/1995.

Tien rakenteellisten hidastimien vaikutukset ajokäyttäytymiseen, Tielaitoksen selvityksiä 48/1996.

Wrangborg Per. Vision Zero and The New Approach to Urban Planning, Road Network and Street Design. Proceedings La sécurité routière en ville Journée technique européenne Certu Lyon France, 2000-06-27.

Haastattelut:

Anne Leppänen, Tiehallinto 21.11.2000

Ari Liimatainen, Tiehallinto 23.4.2001

Kullervo Havu, Tiehallinto 23.4.2001

