

Fanny Malin
Juha Luoma
Harri Peltola

Tien kunnan vaikutukset liikenneturvallisuuteen



Fanny Malin, Juha Luoma, Harri Peltola

Tien kunnan vaikutukset liikenneturvallisuuteen

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 53/2016

Liikennevirasto
Helsinki 2016

Kannen kuva: Ad Oculos, Shutterstock

Verkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-341-5

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Fanny Malin, Juha Luoma ja Harri Peltola: Tien kunnan vaikutukset liikenneturvallisuuteen. Liikennevirasto, Väylänpito. Helsinki 2016. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 53/2016. 34 sivua. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-341-5.

Avainsanat: tien kunto, kunnossapito, liikenneturvallisuus, onnettomuus

Tiivistelmä

Tien turvallisuus ja liikennöitävyys varmistetaan erilaisilla kunnossapitotoimenpiteillä, jotka tähtäävät suhteellisen lyhytkestoiseen muutokseen tiellä. Tutkimuksessa arvioitiin tien kunnan turvallisuusvaikutuksia kirjallisuuskatsauksen ja onnettomuusaineiston tarkastelun avulla. Talvikunnossapito jätettiin kuitenkin tarkastelun ulkopuolelle. Kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin tien päällysteen, liikennemerkkien ja tiemerkintöjen kunnostamisen sekä työmaiden ja näkemäraivausten mahdollinen vaikutus turvallisuuteen. Onnettomuustarkastelussa arvioitiin tien kuntoon liittyvien tekijöiden yleisyyttä kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa. Tarkasteluun sisällytettyjä muuttujia olivat tien päällysteen, liikennemerkkien ja tiemerkintöjen kunto, työmaat ja näkemäraivaukset. Onnettomuustarkastelun aineisto oli peräisin Onnettomuustietoinstituutin onnettomuustietorekisteristä ja koostui kuolemaan johtaneista moottoriajoneuvo-onnettomuuksista vuosilta 2009–2014 (N=823).

Täristävien tiemerkintöjen tekeminen osoittautui kirjallisuuskatsauksen perusteella merkittävimmäksi kunnossapitotoimenpiteeksi. Kaikkien muiden tekijöiden turvallisuuspotentiaalista löytyi ristiriitaisia ja epäluotettavia tuloksia – yleisesti voidaan kuitenkin todeta, että näiden tekijöiden vaikutus liikenneturvallisuuteen on melko vähäinen.

Onnettomuustarkastelussa ilmeni, että kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tapahtumapaikoilla on suhteellisen harvoin puutteita tien kunnossa. Vain 1–3 %:ssa onnettomuuksista esiintyi puutteita tai epätarkoituksenmukaisuuksia liikennemerkeissä, opastuksessa, liikenteen muussa ohjauksessa tai tiepinnan kitkassa (kesäkelillä). Näkemät, tiemerkinnät, tien uraisuus tai pinta olivat puutteellisia tai huonokuntoisia 11–19 %:ssa onnettomuuksista.

Vaikka tien kunnan vaikutuksista liikenneturvallisuuteen ei ole selkeää näyttöä ja onnettomuuksien tapahtumakohdissa on harvoin puutteita tien kunnossa, tien kunnolla voi olla vaikutusta koettuun turvallisuuteen ja ajomukavuuteen. Siksi tienpitäjien on syytä jatkossakin kiinnittää huomiota tien kuntoon.

Fanny Malin, Juha Luoma och Harri Peltola: Trafiksäkerhetseffekter av vägens tillstånd. Trafikverket, Trafikledshållning. Helsingfors 2016. Trafikverkets undersökningar och utredningar 53/2016. 34 sidor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-341-5.

Nyckelord: vägens tillstånd, drift- och underhåll, trafiksäkerhet, olycka

Sammanfattning

Vägens säkerhet och framkomlighet säkras med olika drift och underhållsåtgärder, gemensamt för dessa åtgärder är att de har en kortvarig inverkan på vägen. Trafiksäkerhetseffekterna av vägens tillstånd undersöktes genom olika drift och underhållsåtgärders trafiksäkerhetseffekter. Vinterunderhåll inkluderades inte i studien. I litteraturstudien kartlades vägbeläggningens, trafikmärkenas, vägmarkeringarnas, byggarbetsplatsers och siktens möjliga inverkan på trafiksäkerheten. Dessutom gjordes det en olycksanalys var förekomsten av dessa variabler i allvarliga olyckor utreddes. Variabler inkluderade i olycksanalysen var: vägbeläggningens, trafikmärkenas och vägmarkeringarnas tillstånd, byggarbetsplatser och siktröjning. Olycksanalysens material härstammade från Trafikförsäkringscentralens olycksdataregister och bestod av allvarliga motorfordonsolyckor från åren 2009–2014 (N=823).

Räfflade vägmarkeringar visade sig vara den mest betydelsefulla åtgärden. Forskningsresultaten angående säkerhetspotentialen för de andra variablerna var motstridiga och opålitliga. Generellt kan det dock konstateras att variablernas säkerhetspotential inte är särskilt stora.

Från olycksanalysen framgick det, att det relativt sällan finns brister i vägens tillstånd var allvarliga olyckor sker. I endast 1–3 procent av olyckorna fanns det brister eller motsägelser i trafikmärkena, skyltningen, övriga trafikkontrollen eller vägytans friktion (sommartid). I 11–19 procent av olyckorna fanns det brister i sikten, vägmarkeringarna, spårdjupet eller vägbeläggningen.

Även om det inte finns tydliga bevis av trafiksäkerhetseffekterna av vägens tillstånd och det sällan finns brister i vägens tillstånd var allvarliga olyckor sker, kan vägens tillstånd påverka den upplevda säkerheten och körkomforten. Därmed bör vägghållaren även i fortsättningen uppmärksamma vägens tillstånd.

Fanny Malin, Juha Luoma and Harri Peltola: Traffic safety effects of the road condition. Finnish Transport Agency, Infrastructure Maintenance. Helsinki 2016. Research reports of the Finnish Transport Agency 53/2016. 34 pages. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-341-5.

Keywords: road condition, maintenance, traffic safety, accident

Summary

The safety and level of service of a road is ensured with different maintenance measures. Common for these maintenance measures are that they aim for a short-term impact on the road. The study evaluated the road conditions safety effects by compiling the research results of the safety effects of different road maintenance measures. Specifically, the possible safety effects of the following factors were examined: road surface, traffic signs, road markings, construction sites and sight conditions. Winter maintenance was not included in the study. The study also included an accident analysis, where the prevalence of factors related to road conditions at the location of severe accidents was examined. Variables included in the analysis were: road surface, traffic signs, road markings, construction sites and sight distances. The accident data was acquired from the Finnish Motor Insurer's Centre and consisted of fatal motor vehicle accidents for the years 2009–2014 (N=823).

The main results showed that introducing rumble strips was the most effective maintenance measure. The research results regarding the safety potential of all other variables were inconsistent and unreliable. However, in general it can be assessed that the variables safety potential is not particularly large.

The accident analysis revealed that there were seldom flaws in the road condition at the location of severe accidents. In only 1–3 percent of the accidents there were flaws or inconsistencies in the traffic signs, traffic control or the road surface's friction (summer conditions). In 11–19 percent of the accidents there were flaws in the sight conditions, rut depth, road markings or road surface.

Although there is no evident indication that the condition of the road affect traffic safety and that there are seldom flaws in the road conditions at the locations of severe accidents, the condition of the road can influence the perceived safety and driving comfort. The road keeper should therefore continue to attend to the condition of the roads.

Esipuhe

Tämä tutkimus on tehty tutkimusohjelmassa Turvallinen liikenne 2025 (<http://www.vtt.fi/sites/tl2025/>). Ohjelman jäseniä vuonna 2016 olivat

- Liikennevirasto
- Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi
- Nokian Renkaat Oyj
- Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

Tutkimuksen tekivät Fanny Malin, Juha Luoma ja Harri Peltola VTT:stä. Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat Kari Lehtonen, Juho Meriläinen, Arja Toola ja Marko Tuominen Liikennevirastosta sekä Heini Raasakka ja Riikka Rajamäki Trafista.

Helsingissä joulukuussa 2016

Liikennevirasto
Väylänpito

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	8
1.1	Tutkimuksen tausta	8
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset	9
2	KIRJALLISUUSKATSAUS	10
2.1	Päällyste	10
2.1.1	Poikkisuuntainen epätasaisuus	10
2.1.2	Pituussuuntainen epätasaisuus	11
2.1.3	Karkeus	12
2.1.4	Pintavauriot	13
2.1.5	Sorateiden päällystäminen	13
2.2	Liikennemerkit	13
2.3	Tiemerkinnät	14
2.4	Työmaat	15
2.5	Näkemäraivaukset	15
3	ONNETTOMUUSTARKASTELU	17
3.1	Tavoitteet	17
3.2	Aineisto	17
3.3	Tutkimusmenetelmä	19
3.4	Tulokset	19
3.4.1	Päällyste	19
3.4.2	Liikennemerkit ja tiemerkinnät	21
3.4.3	Työmaat	25
3.4.4	Näkemäraivaukset	25
3.4.5	Muut	27
3.4.6	Yhteenvedo	27
4	TULOSTEN TARKASTELU	29
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	31
	LÄHTEET	32

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Tien elinkaaren aikana varmistetaan sen turvallisuutta ja liikennöitävyyttä kunnossapidon avulla. Kunnossapito koostuu päällysteen, tieympäristön ja laitteiden erilaisista hoito- ja ylläpitotoimenpiteistä. Yhteistä näille toimenpiteille on se, että ne tähtäävät suhteellisen lyhytkestoiseen muutokseen tiellä (Elvik ym. 2009).

Päällystettyjen teiden kuntoa arvioidaan tasaisin välein palvelutasomittauksilla (PTM), joilla mitataan tien pinnan erilaisia ominaisuuksia. Vähäliikenteisillä teillä kunto arvioidaan mittauksien sijaan silmämääräisesti. Tien kunnan kuvaamiseen käytetään viittä eri kuntoluokkaa (Taulukko 1). Tietyltä kuntoluokalta edellytettävät kuntomittarien arvot vaihtelevat tieverkon eri osissa, eivätkä ne ole samoja esimerkiksi päätteillä ja alemmalla tieverkolla (Tiehallinto 2004).

Taulukko 1. Tien päällysteen kuntoluokitus (Tiehallinto 2004).

Luokitus	Selitys
5. Erittäin hyvä	Uutta vastaava kunto. Rappeutumisesta johtuvia ylläpito- tarpeita ei ole. Tarvitaan vain tavanomaisia hoitotoimia, kuten pesua. Tienkäyttäjän ja yhteiskunnan odotukset täyttyvät tai ylittyvät.
4. Hyvä	Kunto on hyvä, vaikka normaalia kulumista jo esiintyykin. Rappeutumisesta johtuvia ylläpítotarpeita ei ole. Tarvitaan vain tavanomaista hoitoa. Tienkäyttäjän ja yhteiskunnan odotukset täyttyvät.
3. Tyydyttävä	Tyydyttävä kunto. Hoidon lisäksi tarvitaan kunnan tehostettua seurantaa. Yksittäisiä ylläpítotoimia saattaa olla jo tarpeen tehdä. Tienkäyttäjän ja yhteiskunnan odotukset kuitenkin vielä tyydytetään.
2. Huono	Korjausta vaativa kunto. Ylläpito- ja peruskorjaustoimenpiteitä pitää ja kannattaa tehdä tässä kuntoluokassa. Kyky vastata tienkäyttäjien ja yhteiskunnan palvelutaso-odotuksiin alkaa selvästi heiketä.
1. Erittäin huono	Heikko, ei enää hyväksyttävissä oleva kunto. Ylläpito- ja peruskorjaustoimenpiteet tulevat kalliimmiksi. Tienkäyttäjien ja yhteiskunnan palvelutaso-odotukset alitetaan selvästi.

Ajoittain julkisuudessa väitetään, että tien huono kunto heikentää liikenneturvallisuutta (mm. ELY-keskus 2016). On luonnollista ja ymmärrettävää, että huonokuntoinen tie heikentää ajomukavuutta ja turvallisuuden tunnetta. Liikenneturvallisuusvaikutuksia selvitetään kuitenkin tyypillisesti suhteessa onnettomuuksiin ja erityisesti vakaviin onnettomuuksiin, koska liikenneturvallisuustavoitteet koskevat niitä (Valtioneuvosto 2012). Myös tämä tutkimus keskittyy onnettomuusvaikutuksiin.

Monet tien kuntoon kohdistuneet tutkimukset keskittyvät vain yhteen tien kuntoon liittyvään tekijään, esimerkiksi tiepinnan urasyvyyteen (mm. Start ym. 1996, Ihs ym. 2011). On kuitenkin syytä tarkastella myös tien kunnan ja liikenneturvallisuuden yhteyksien kokonaiskuvaa. Suurin osa tien kunnan turvallisuusvaikutuksiin liittyvistä tutkimuksista on tehty yli kymmenen vuotta sitten, joten aiheeseen liittyy myös päivittämistarvetta.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella tien kunnan vaikutuksia liikenneturvallisuuteen. Käytännössä tien kunnan turvallisuusvaikutuksia voidaan arvioida kunnossapitotoimenpiteiden vaikutustutkimusten perusteella. Näitä toimenpiteitä toteutetaan olemassa olevilla teillä, eivätkä ne yleensä sisällä mitään tien pitkäkestoisia muutoksia (Elvik ym. 2009). Teiden talvihoito rajattiin pois arvioitavista kunnossapitotoimenpiteistä, koska se poikkeaa luonteeltaan muista toimenpiteistä.

Tutkimus koostui kahdesta osasta: kirjallisuuskatsauksesta ja onnettomuusaineiston analysoinnista. Kirjallisuuskatsauksessa keskityttiin kotimaisiin ja pohjoismaisiin tutkimuksiin ja sen avulla pyrittiin kartoittamaan kunnossapidon turvallisuusvaikutuksia. Onnettomuusaineistona olivat tutkijalautakuntien tutkimat, kuolemaan johtaneet liikenneonnettomuudet. Niiden tiedot saatiin Onnettomuustietoinstituutista (OTI) ja niiden avulla pyrittiin arvioimaan tien kunnossa havaittavien puutteiden yleisyyttä mutta ei turvallisuusvaikutuksia (OTI 2016). Tutkimuksessa käsiteltiin kuolemaan johtaneita moottoriajoneuvo-onnettomuuksia vuosilta 2009–2014.

2 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsauksessa pääpaino oli kotimaisissa ja pohjoismaisissa tutkimuksissa, koska muissa Pohjoismaissa vallitsevat suunnilleen samankaltaiset olosuhteet kuin Suomessa. Tarkastellut aihepiirit olivat päällysteen, liikennemerkkien ja tiemerkintöjen kunto, tietyömaat ja näkemäraivaukset. Aikaisemmat tutkimustulokset esitetään seuraavassa aiheittain.

2.1 Päällyste

Tien päällysteeseen syntyy ajan myötä erilaisia vaurioita, jotka voidaan luokitella poikki- ja pituussuuntaiseen epätasaisuuteen, halkeamiin ja pintavaurioihin (Belt ym. 2002). Tavallisimpia syitä päällysteen vaurioitumiseen ovat päällysteen väsyminen, routanousut ja nastarenkailla ajaminen. Päällysteen vaurioiden lisäksi tiepinnan kitka on tärkeä tekijä tien päällysteen kunnossa.

2.1.1 Poikkisuuntainen epätasaisuus

Tiepinnan poikkisuuntainen epätasaisuus kuvaa urautumista (Belt ym. 2002). Uria voi syntyä, jos pohjarakenne tai maapohja ei ole tarpeeksi tukeva tai jos niihin syntyy muodonmuutoksia. Vilkasliikenteisillä teillä tiepintaa urauttaa pääasiassa liikenteen ja nastarenkaiden kulutus.

Urasyvyys on nykyään 6 mm tai suurempi yli puolella Suomen maanteistä, ja 10 mm:n tai suurempiakin urasyvyyksiä on noin neljännes tiepituudesta (Taulukko 2).

Taulukko 2. Urasyvyysjakauma tieluokittain vuonna 2016 (Meriläinen 2016).

	Päätie (%)	Muu maantie (%)
0,0–1,9 mm	14	6
2,0–5,9 mm	28	38
6,0–9,9 mm	32	32
≥ 10 mm	26	23
Yhteensä (%)	100	100
N	16 856 km	22 004 km

Urautumisen yhteydestä onnettomuuksien lukumäärään on ristiriitaisia tuloksia. Kahden tutkimuksen mukaan onnettomuusriski on uraisella tiellä suurempi, kun tie on märkä, ja pienempi, kun tie on kuiva, verrattuna urattomaan tiehen (Kallberg 1983 ja Hemdorff ym. 1989). Onnettomuusriski kasvoi eniten urasyvyyksien ollessa 15–30 mm. Kallbergin (1983) tulokset perustuvat henkilövahinko-onnettomuuksien asteisiin kuluneisuusluokittain vuosina 1975–1981. Hemdorffin ym. (1989) tulokset perustuivat tien kunnan luokitteluun urasyvyyden perusteella, ja tutkimus tehtiin parittaisvertailuna.

Viidessä tutkimuksessa (Start ym. 1996, Ihs ym. 2002, Lehtonen ym. 2005, Christensen ja Ragnøy 2006, Ihs ym. 2011) todettiin, että suurempi urasyvyys on yhteydessä korkeampaan onnettomuusasteeseen, mutta yhteys ei kuitenkaan ollut lineaarinen. Start ym. (1996) totesivat, että onnettomuuksien määrä oli suurimmillaan, kun urasyvyys oli yli 7,6 mm. Tutkimuksessa tehtiin tilastollinen malli, johon sisältyivät Wisconsinin maanteiden urasyvyudet, liikennemäärät ja onnettomuudet. Lehtosen ym. (2005) mukaan onnettomuusaste oli korkeampi (8 % talvella ja 21 % kesällä) keskisyvällä (6–10 mm) uralla ja pienempi (22 % talvella ja 4 % kesällä) syvällä (yli 10 mm) uralla kuin alle 6 mm uralla. Syvän uran arvioitiin vähentävän onnettomuuksia, koska ajonopeudet laskivat. Tutkimuksessa tarkasteltiin samojen tienjaksojen (100 m) urautumista ja onnettomuusmääriä 14 vuoden ajalta (1990–2004). Erikssonin (2014) mukaan suurempi urasyvyys on yhteydessä pienempään onnettomuusriskiin: kun urasyvyys kasvaa yhdellä millimetrillä, onnettomuusriski pienenee 3,3 %. Tutkimusmenetelmänä oli regressioanalyysi, jossa onnettomuusaineisto oli vuosilta 2005–2009. Christensenin ja Ragnøyn (2006) mukaan onnettomuusriski kasvaa 0,6 %, kun urasyvyys kasvaa 1 mm. Tutkimuksessa vertailtiin onnettomuuksien määrää samalla tieosuudella eri aikajaksoilla ja tehtiin regressioanalyysi vuosien 1999–2004 onnettomuuksista.

Kahdessa ruotsalaisessa tutkimuksessa (Ihs ym. 2002, 2011) ei löydetty selvää yhteyttä urasyvyyden ja onnettomuusmäärän välillä. Ihs ym. (2002) totesivat kuitenkin, että urasyvyyden vaikutus onnettomuusmäärään oli erisuuntainen kesällä ja talvella: kesällä onnettomuusaste pienenee urasyvyyden kasvaessa. Tutkimusaineisto oli vuosilta 1992–1998, ja sitä tarkasteltiin regressioanalyysillä. Ihs ym. (2011) eivät löytäneet selvää yhteyttä urasyvyyden ja onnettomuusmäärän välillä, mutta tulokset viittasivat kuitenkin siihen, että urautuminen johtaa korkeampaan onnettomuusriskiin urien ollessa yli 15 mm ja nopeusrajoituksen ollessa yli 110 km/h. Tutkimus perustui Ruotsin, Suomen ja Norjan onnettomuustietoihin vuosilta 2003–2009, ja menetelmänä käytettiin regressioanalyysiä.

2.1.2 Pituussuuntainen epätasaisuus

Tiepinnan pituussuuntaista epätasaisuutta kuvataan tunnusluvulla IRI (International Roughness Index) (Belt ym. 2002). IRI:n yksikkö on mm/m, eli tasaisella tiellä on pieni IRI-arvo ja vastaavasti epätasaisella tiellä on suuri IRI-arvo. Pääasialliset syyt pituussuuntaiseen epätasaisuuteen ovat routanousu ja painumat tien omasta painosta tai liikenteen kuormituksesta.

Pituussuuntaisen epätasaisuuden vaikutuksia onnettomuusmääriin on tutkittu useaan otteeseen, mutta tutkimusten tulokset ovat ristiriitaisia. Elvikin ym. (2009) katsauksen mukaan suuremman pituussuuntaisen epätasaisuuden on todettu sekä lisänneen että vähentäneen onnettomuuksia. Esimerkiksi Christensenin ja Ragnøyn (2006) tekemän tutkimuksen mukaan IRI:n kasvaminen vähentää onnettomuusriskiä. Tulosten mukaan onnettomuusriski pienenee 3 %, kun IRI kasvaa 1 mm/m. Toisaalta esimerkiksi Ihs ym. (2002) arvioivat regressioanalyysin perusteella, että IRI:n kasvaminen lisää onnettomuusriskiä. Erikssonin (2014) mukaan tiepinnan IRI ja nopeusrajoitus ovat yhteydessä onnettomuusriskiin: riski on keskimääräistä suurempi silloin, kun molemmat tekijät ovat korkeita, ja keskimääräistä pienempi, kun toinen tekijä on pieni ja toinen suuri. Tutkimuksessa mukana olevilla valtateilla IRI oli mitattu 20 m välin vuosina 1999–2004. Kaiken kaikkiaan pituussuuntaisen epätasaisuuden ja liikenneturvallisuuden yhteys ei ole selkeä.

Myös tien uraisuuden ja IRI:n yhteisvaikutuksesta on ristiriitaisia tuloksia. Al-Masaeid ym. (1993) havaitsivat, että onnettomuuksien määrä kasvoi 8 %, kun molempia ominaisuuksia parannettiin, mutta vaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Korkeampi onnettomuusaste selitettiin korkeimmilla nopeuksilla tien parannuksen jälkeen ja sillä, että tiepinnan paikkaamisella ei paranneta tienpinnan kitkaa. Tutkimusaineistona olivat Indianan maanteillä tapahtuneet onnettomuudet vuosilta 1992–1989, ja niitä tutkittiin mallintamalla. Christensenin ja Ragnøyn (2006) mukaan kasvava urasyvyys ja IRI johtavat ajan myötä korkeampaan onnettomuusasteeseen: onnettomuusaste kasvaa 3 % 30 vuodessa, eli alussa onnettomuusaste oli 0,190 onnettomuutta/100 milj. auto-km ja 30 vuoden päästä on 0,196 onnettomuutta/100 milj. auto-km (Taulukko 3). Urasyvyyden arvioitiin olevan alussa 2,5 mm ja 30 vuoden jälkeen 37,9 mm. Vastaavasti IRI:n arvon arvioitiin olevan alussa 1,74 mm/m ja 30 vuoden jälkeen 3,74 mm/m. Lehtonen ym. (2005) eivät havainneet tien urasyvyydellä ja IRI:llä olevan yhteisvaikutusta onnettomuusmääriin.

Taulukko 3. Urasyvyyden, IRI:n ja onnettomuusasteen muutos ajan myötä (Christensen ja Ragnøy 2006).

Vuosi	1	5	10	15	20	25	30
Urasyvyys [mm]	2,5	7,4	13,5	19,6	25,7	31,8	37,9
IRI [mm/m]	1,74	2,02	2,36	2,71	3,05	3,4	3,74
Onnettomuusaste [onnettomuus/milj.autokm]	0,190						0,196

2.1.3 Karkeus

Tiepinnan karkeus kuvataan mikro- ja makrokarkeudella; mikrokarkeuden aallonpituus on 0–0,5 mm ja makrokarkeuden 0,5–50 mm (Lampinen 2004). Karkea tiepinta vaikuttaa tien kuivatukseen sekä autojen ja renkaiden kulumiseen, ja tasaisella tiepinnalla myös kuljettajien ajomukavuus on parempi.

Tien mikro- ja makrokarkeus vaikuttavat myös tiepinnan kitkaan, joka kuvaa tien liukautta. Kitkan suuruus vaikuttaa auton hallittavuuteen ja pysähtymismatkaan ja siten välillisesti myös turvallisuuteen. Tiepinnan kitka on vahvasti yhteydessä talvihoitoon, mutta talvihoito rajattiin tämän tutkimuksen ulkopuolelle, joten tässä käsitellään vain tiepinnan karkeudesta johtuvia vaikutuksia tiepinnan kitkaan.

Norjalaisessa liikenneturvallisuuden käsikirjassa (Elvik ym. 2009) arvioidaan eri tutkimuksien tuloksia kitkan yhteydestä liikenneturvallisuuteen. Tulosten perusteella kitkan parantaminen vähentää onnettomuuksien määrää lähinnä märillä teillä; kuivilta teillä vaikutukset ovat pienemmät eivätkä ne useimmissa tapauksissa ole tilastollisesti merkitseviä. Vaikutukset onnettomuuksiin ovat suurimmat jyrkissä mutkissa ja siellä, missä alkuperäinen kitka on ollut vähäinen. Elvik ym. (2009) arvioivat myös, että kitkalla on suurempi vaikutus onnettomuuksien määrään kuin tiepinnan epätasaisuudella.

2.1.4 Pintavauriot

Tien päällysteen pintavauriot koostuvat erilaisista painaumista, kuopista ja kohoumista. Routanousu ja tien rakenteen tiivistyminen voivat johtaa tien pintavaurioiden syntyyn. (Liikennevirasto 2016a.) Alemmalla tieverkolla tavallisin syy pintavaurioiden syntyyn on routiminen (Belt ym. 2002). Tien päällysteen pintavauriot vaikuttavat kielteisesti pysähtymismatkaan ja ajovakauteen (Elvik ym. 2009).

Elvik ym. (2009) toteavat, että vaurioitunut tiepinta voi lisätä onnettomuuksia, vaikka se ei ole yksittäisenä tekijänä yhteydessä onnettomuuksien määriin. Malmivuo ym. (2000) selvittivät vaurioitten yleisyyttä tutkijalautakuntien tutkimissa kuolemaan johtaneissa kesäkeliön onnettomuuksissa vuosilta 1997–1999. Tulosten mukaan vaurioituneissa tienkohdissa tapahtui 5 % kaikista vakavista onnettomuuksista, 5 % kohtausonnettomuuksista ja 8 % suistumisonnettomuuksista.

2.1.5 Sorateiden päällystäminen

Sorateiden onnettomuusriskiä voidaan pyrkiä vähentämään päällystämällä tie. Beilinsonin ja Kallbergin (1984) ennen–jälkeen-tutkimuksen mukaan onnettomuusaste kasvoi keskimäärin 14 % päällystämisen jälkeen, jos tietä ei parannettu muilla toimenpiteillä. Päällystäminen vaikutti myös yksittäisonnettomuuksien vakavuuteen: henkilövahinkoon johtaneiden yksittäisonnettomuuksien osuus kaikista yksittäisonnettomuuksista kasvoi 17 % päällystämisen jälkeen. Vertailuaineisto koostui sora-teistä, jotka muistuttivat mahdollisimman paljon päällystettyjä teitä.

Toisaalta Carlssonin ja Öbergin (1977) mukaan henkilövahinko-onnettomuusriski oli sorateihin verrattuna noin 20 % pienempi öljysoralla ja 40 % pienempi asfaltilla päällystetyillä teillä. Tutkimuksessa painotetaan kuitenkin, että pienempi onnettomuusriski oli seurausta myös muista tekijöistä kuin tien kestopäällysteestä. Tällaiset tekijät liittyvät esimerkiksi tien leveyteen, linjaukseen ja näkemiin.

2.2 Liikennemerkit

Liikennemerkkien tarkoituksena on ohjata ja opastaa liikennettä. Liikennemerkkien kulumiseen vaikuttavat erilaiset ulkoiset tekijät, esimerkiksi sään muutokset ja liikennemerkkiin törmäminen. Liikennemerkkien kuntoa arvioidaan rakenteellisen kunnan, ulkoasun ja vaurioiden perusteella ja arviointi tehdään silmämääräisesti Tiehallinnon (2009) kuntoluokituksen mukaan. Arvioitavia ominaisuuksia ovat esimerkiksi merkin kuluneisuus, taipumat ja haalistuminen. Liikennemerkkien kunnossapidon tavoitteena on, että ne pysyvät kaikkina vuoden- ja vuorokaudenaikoina puhtaina ja selvästi havaittavina. Havaittavuuteen liittyvät näkyvyys, heijastavuus ja selkeys.

Yhden ennen–jälkeen-tutkimuksen mukaan liikennemerkkien päivittäminen paikallisten ohjeiden mukaan vähensi henkilövahinko-onnettomuuksia 15 % (Lyles ym. 1986). Elvik ym. (2009) toteavat kuitenkin, että tähän tulokseen pitää suhtautua kriittisesti, koska tutkimuksessa ei raportoitu, miten liikennemerkit oli korjattu, eikä sitä, kuinka huonossa kunnossa ne olivat.

Reunanen (2014) vertasi kenttäkokeessa eri-ikäisten liikennemerkkien havaittavuutta, kun merkkejä valaisivat pimeässä ja hyvissä sääolosuhteissa vain auton ajovalot (ilmeisesti lähivalot). Vaikka tutkimuksen suorituksessa olikin joitakin puutteita, tulokset osoittavat yleisesti, että merkit havaittiin hyvin jo 110 metrin etäisyydeltä ja lähes täydellisesti 70 metrin etäisyydeltä. Tärkein liikennemerkkien havaitsemista heikentävä tekijä oli heikko paluuheijastavuus.

Kokonaisuutena voidaan arvioida, ettei ole selkeää näyttöä liikennemerkkien kunnon ja liikenneturvallisuuden välisestä yhteydestä.

2.3 Tiemerkinnt

Tiemerkintöjen tarkoitus on osoittaa, missä ajoradat, ajokaistat ja suojatiet sijaitsevat, sekä ohjata liikennettä erilaisilla nuolilla ja symboleilla (Liikennevirasto 2016a). Tämän lisäksi tiemerkinnt auttavat kuljettajia erottamaan ja hahmottamaan tielinjan kulkua varsinkin pimeässä. Tiemerkintöihin käytetään heijastavaa materiaalia, joka helpottaa pimeässä ja huonossa säässä ajamista. Lisäksi käytetään palautetta antavia tiemerkintöjä, jotka aiheuttavat tärinää tai rengasääntä, kun niitä ylitetään.

Tiemerkinnät uusitaan usein jonkin muun toimenpiteen rinnalla, esimerkiksi päällysteen uusimisen yhteydessä, joten uusimisen vaikutusten arviointi on haastavaa (Brundell-Freij 1999).

Horberry ym. (2006) arvioivat ajosimulaattorissa tehdyn kokeen perusteella, että paremmin näkyvillä tiemerkintöillä voi parantaa tien turvallisuutta pimeässä ja määriissä olosuhteissa. Kuljettajien ajonopeudet olivat tasaisempia ja korkeampia (kuitenkin nopeusrajoitusten mukaisia) parannetuilla tiemerkinnöillä. Myös ajolinjan sivuttainen siirtymä oli pienempi paremmin näkyvillä tiemerkinnöillä.

Elvikin ym. (2009) mukaan tiemerkinnöillä on vain pieni vaikutus onnettomuuksien määrään, poikkeuksina palautetta antavat tiemerkinnät ja tiemerkintöjen yhdistäminen muuhun toimenpiteeseen, esimerkiksi reunapaalujen asentamiseen. Tutkimusten mukaan tavallinen reunaviiva vähentää henkilövahinko-onnettomuuksia 3 % ja vastakkaisien ajosuuntien välinen keskiviiva 1 %.

Tärinää aiheuttavien reunaviivojen on arvioitu vähentävän suistumisonnettomuuksien määrää 16 % (Elvik ym. 2009). Persaudin ym. (2003) ennen-jälkeen-tutkimuksen mukaan tärisevä keskiviiva vähentää kaikkien henkilövahinko-onnettomuuksien määrää 15 %. Kohtaamis- ja yksittäisonnettomuuksia, joissa keskiviivaa ylitetään, tärisevä keskiviiva vähentää 25 %. Tutkimuksessa vertailtiin teiden onnettomuusastetta empiirisellä Bayes-mallilla. Nyberg ym. (2011) arvioivat, että leveä keskialue tärisevillä tiemerkinnöillä vähentää henkilövahinko-onnettomuuksia 3,5 %. Jos tiellä ei ennestään ollut tärisevää keskiviivaa, sen ja leveän keskialueen arvioitiin yhdessä vähentävän henkilövahinko-onnettomuuksia 7 %. Tutkimuksessa mitattiin ajoneuvojen keskinopeuksia ja välimatkoja ennen tärisevän keskiviivan asentamista ja sen jälkeen. Kaikki tulokset osoittavat siis, että tärisevät tiemerkinnät parantavat liikenneturvallisuutta.

2.4 Työmaat

Työmailla ja tietöiden aikana teitä ei tavanomaisesti suljeta liikenteeltä mutta työmaan kohdalle asetetaan usein alempi nopeusrajoitus. Tuoreen tutkimuksen mukaan tietyömaiden kohdalla ajetaan yleisesti ylinopeutta (Liikennevirasto 2016b). Erään tietyömaan kohdalla vain 4 % ajoneuvoista ajoi nopeusrajoituksen mukaisesti päivällä ja 2 % yöllä.

Elvikin ym. (2009) mukaan työmaiden kohdalla on usein korkeampi onnettomuusaste, mutta kaikissa tutkimuksissa vaikutus ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevää. Elvikin ym. (2009) mukaan liikenteenohjaajan käyttö tietyömaiden kohdalla alentaa nopeuksia ja voi siten vähentää henkilövahinko-onnettomuuksien määrää noin 40 %. Jos tietöistä varoitettiin väliaikaisilla tiemerkinnoilla ja varoituskeiloilla, nopeudet laskivat keskimääräisesti 7 %. Sen johdosta henkilövahinko-onnettomuuksien määrä voi vähentyä 15 %.

Elvikin ym. (2009) tekemän yhteenvedon mukaan tietyömaiden kohdalla sattuu enemmän ja vakavampia onnettomuuksia yöllä kuin päivällä. Vuorokausivaihtelu selitettiin tietyömaiden liikennejärjestelyjen eroilla, sillä esimerkiksi ajokaistojen määrä vaihteli. Heijastavien varoitusvaatteiden käyttö paransi työntekijöiden havaitsemista, mutta vaikutus oli kuitenkin pienempi monimutkaisissa ympäristöissä.

2.5 Näkemäraivaukset

Korkea heinä ja vesakko tienvarressa voivat huonontaa näkemiä, ja tien hoitoon kuuluu siksi tienvarsien niitto ja raivaus (Tiehallinto 1999). Vesakon raivaus ja niitto tehdään tien pientareella ja luiskilla sekä näkemäalueilla eli tien kaarteissa ja liittymissä.

Näkemien yhteydestä onnettomuuksien määrään löytyy ristiriitaisia tutkimustuloksia. Kahden tutkimuksen mukaan onnettomuusriski kasvaa 23 %, kun näkemää kasvatetaan linjaosuuksilla alle 200 metristä yli 200 metriin (Nordtyp-projektgruppen 1980, McBean 1982). Korkeampi riski pidemmällä näkemillä voisi Elvikin ym. (2009) mukaan johtua siitä, että huono näkemä heikentää turvallisuudentunnetta ja kuljettajat alentavat siksi nopeuttaan. Kahdessa tutkimuksessa näkemäesteiden poistaminen linjaosuuksilla ei vaikuttanut mitenkään onnettomuuksien määriin (Corben ym. 1996, Vaa 1991).

Malmivuon (1999) tekemän tutkimuksen mukaan liittymänäkemäraivausten tekeminen sivutiellä ei johtanut kuljettajien turvallisempaan käyttäytymiseen. Näkemän pidentäminen ei vaikuttanut sivutieltä liittymään lähestyvien ajoneuvojen nopeuksiin, vaikkakin kuljettajat aloittivat ja lopettivat päätien tilanteen tarkkailun aikaisemmin. Malmivuo arvioi, että tarkkailun lopettaminen aikaisemmassa vaiheessa huonontaa turvallisuutta, koska päätien liikenteen tarkkailu on tärkein tekijä liittymään saapussa.

Myös Charlton (2003) selvitti liittymänäkemien turvallisuusvaikutuksia kenttäkokeen avulla. Kenttäkokeessa pystytettiin kangas näkemäesteeksi 25–125 m liittymästä sivutien suuntaan ja ajonopeuksia mitattiin 25 m etäisyydellä liittymästä. Tulokset osoittivat, että keskinopeus aleni noin 24 % näkemäesteen asentamisen jälkeen. Tiehallinnon (2001) tutkimuksessa todettiin, että tasoliittymissä ylipitkät liittymänäkemät lisäävät onnettomuusriskiä verrattuna normaaliin liittymänäkemään. Johtopäätös oli, että liittymänäkemän pitäisi aueta vasta siinä kohdassa, missä kuljettaja tekee päätöksen liittymän risteämiselle tai kääntymiselle. Tällä tarkoitetaan sitä, että näkemän olisi auettava vasta silloin, kun kuljettaja pyrkii havainnoimaan risteävän tien liikennettä tehdäkseen liittymis- tai risteämispäätöksen.

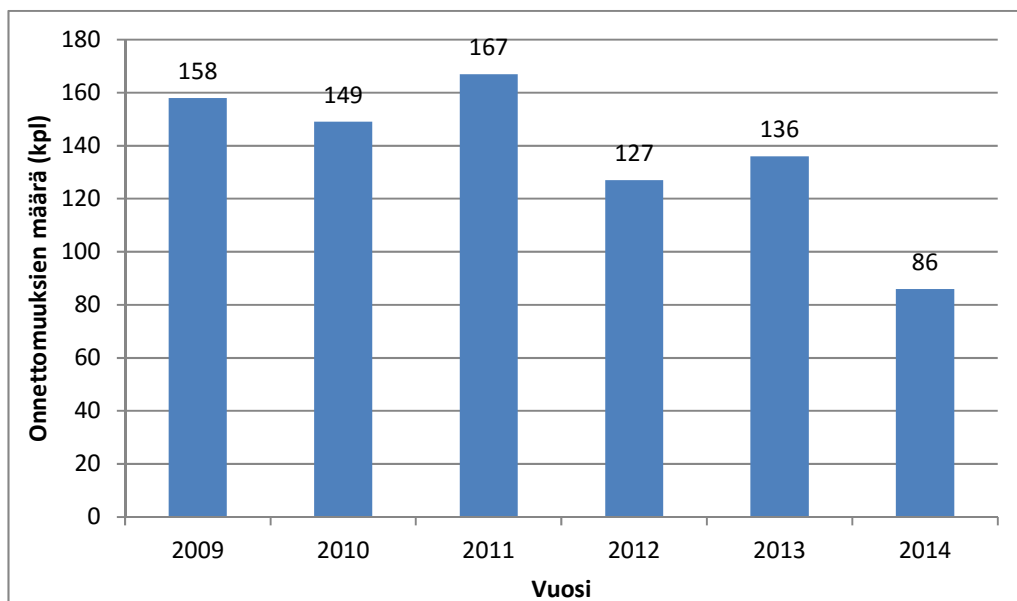
3 Onnettomuustarkastelu

3.1 Tavoitteet

Onnettomuustarkastelun tavoitteena oli selvittää tien kuntoon liittyvien tekijöiden yleisyyttä viime vuosina tapahtuneissa kuolemaan johtaneissa liikenneonnettomuuksissa. Kun edellä tarkasteltiin tien kuntoon liittyvien tekijöiden mahdollisia liikenneturvallisuusvaikutuksia, tässä osassa turvallisuusvaikutuksia ei edes pyritä arvioimaan, vaan keskitytään pelkästään tekijöiden yleisyyden arvioimiseen. Luotettava liikennevaikutusten arviointi vaatisi tietoja myös altistuksesta eri olosuhteissa, eikä tätä tietoa ollut saatavissa.

3.2 Aineisto

Tutkimuksen aineisto saatiin OTI:n onnettomuustietorekisteristä, johon on kirjattu kaikki tutkijalautakuntien liikenneonnettomuuksien tutkimat onnettomuudet. Aineisto koostui vain niistä onnettomuuksista, joissa joku kuoli moottoriajoneuvossa. Aineistosta rajattiin pois kuolemaan johtaneet eläinonnettomuudet ja tahalliset onnettomuudet. Tarkastelujaksoksi valittiin vuodet 2009–2014 (kuva 1).



Kuva 1. Aineiston onnettomuusmäärät [kpl] vuosittain.

Tulokset esitetään jäljempänä onnettomuusluokittain. Valitut onnettomuusluokat olivat (1) yhteenajot, joissa ajoneuvoilla oli sama ajosuunta, (2) vastakkainen ajosuunta (kohtaamisonnettomuus), (3) risteävä ajosuunta, (4) suistumisonnettomuudet ja (5) muut onnettomuudet. Suistumis- ja kohtaamisonnettomuudet olivat yleisimpiä onnettomuusluokkia kaikkina vuosina (Taulukko 4).

Taulukko 4. Onnettomuusluokkajakauma (%) eri vuosina (N=823).

	Samat ajosuunnat (%)	Vastakkaiset ajosuunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis-onnettomuus (%)	Muu onnettomuus (%)	Yhteensä (%)	N
2009	11	27	13	44	4	100	158
2010	5	36	15	39	6	100	149
2011	8	28	20	39	5	100	167
2012	10	35	12	34	9	100	127
2013	9	34	11	41	5	100	136
2014	5	35	12	44	5	100	86
N	66	262	117	330	48		823

Tuloksia tarkasteltiin myös tieluokittain: (1) päätiet, (2) muut maantiet, (3) kadut ja (4) muut tiet. Pääteihin luokiteltiin valtatie ja kantatiet ja muihin maanteihin seututiet ja yhdystiet. Suurin osa onnettomuuksista tapahtui pääteillä ja muilla maanteillä niistä tapahtui noin kolmannes (Taulukko 5).

Taulukko 5. Onnettomuuspaikan tietyypin jakauma.

	Määrä (kpl)	Osuus (%)
Päätie	348	42
Muu maantie	289	35
Katu	105	13
Muu tie	81	10
Yhteensä	823	100

Onnettomuuksissa kuolleiden henkilöiden yleisin ajoneuvotyyppi oli henkilöauto (Taulukko 6).

Taulukko 6. Onnettomuuksissa kuolleiden henkilöiden ajoneuvotyyppien jakauma.

	Määrä (kpl)	Osuus (%)
Henkilöauto	544	66
Pakettiauto	39	5
Kuorma-auto	64	8
Linja-auto	6	1
Moottoripyörä	95	11
Mopo	32	4
Muu L-luokan kolmi- tai nelipyöräinen ajoneuvo	15	2
Moottorikelkka	4	
Traktori	19	2
Tyyppihyväksymätön mönkijä	5	1
Yhteensä	823	100

3.3 Tutkimusmenetelmä

Onnettomuusaineistosta valittiin käsiteltäväksi seuraavat muuttujat, joiden arvioitiin liittyvän tien kuntoon:

- tien vauriot osallisen tulosuunnassa
- päällysteen kulumisurien syvyys
- tien pinnan kitka
- tarkoituksenmukaiset ja ristiriidattomat tiemerkinnot
- tarkoituksenmukaiset ja ristiriidattomat liikennemerkkit
- tarkoituksenmukainen ja ristiriidaton opastus
- liikenteen ohjauksen muu tarkoituksenmukaisuus ja ristiriidattomuus
- tiemerkinnot näkyvyys osallisen tulosuunnassa
- tapahtumapaikan tien kohta
- näkemien riittävyys käytetyillä nopeuksilla
- näkemien riittävyys nopeusrajoituksen mukaisella nopeudella
- näkemää rajoittanut tietekninen tekijä
- muut kunnossapidon puutteet.

Tulosten havainnollistamiseksi yhdistettiin joidenkin muuttujien luokat, yhdistetyt luokat on esitetty taulukoiden alaviitteissä. Päällysteen kulumisurien syvyys on merkitty OTI:n onnettomuustietorekisterissä täysinä millimetreinä. Tulosten vertailukelpoisuuden vuoksi käytettiin samaa urasyvyysluokitusta kuin edellä mainitussa Lehtosen ym. (2005) tutkimuksessa: 0,0–1,9 mm, 2,0–5,9 mm, 6,0–9,9 mm ja $\geq 10,0$ mm.

Jokaisella aineiston muuttujalla oli luokka ”ei tiedossa”, joka jätettiin tarkastelusta pois, ja muuttujien osuusjakaumat laskettiin jäljellä jääneillä havainnoilla. Luokan ”ei tiedossa” osuudet vaihtelivat nolasta 13 %:iin, paitsi muuttujan ”tien pinnan kitka” osalta se oli 22 % ja ”päällysteen kulumisurien syvyys” osalta 36 %. Aineisto oli siis joiltakin osin puutteellinen.

Tiepinnan kitka liittyy tietenkin tien talvihoitoon, mutta myös päällysteen kuntoon. Tässä tutkimuksessa ei käsitelty talvihoitoa, joten kitkan suuruuden vaihtelu eri onnettomuusluokkien välillä laskettiin vain kuivilla kesäkeleillä sekä kosteilla ja märillä keleillä. Muut kelityypit rajattiin pois kitkan tarkastelusta.

3.4 Tulokset

3.4.1 Päällyste

Päällysteen kuntoon liittyvät muuttujat OTI:n onnettomuustietorekisterissä olivat tien vauriot osallisen tulosuunnassa, kulumisurien syvyys ja päällysteen kitka. Useimmisissa tapauksissa tie ei ollut vaurioitunut: osuus vaihteli 83–95 % välillä onnettomuusluokittain (Taulukko 7). Suistumisonnettomuuksista 6 %:ssa tapauksista oli kuoppa tai painauma tiellä. Kohtaamisonnettomuuksista 4 %:ssa tapauksista oli kulumisura tiellä.

Tieluokkien välillä ei ollut suuria eroja, vaan pääteillä oli kuoppa tai painauma 2 %:ssa tapauksista ja muilla maanteilla ja kaduilla vastaava luku oli 4 %. Kulumisura oli 3 %:ssa pääteiden onnettomuuksista ja 2 %:ssa muiden maanteiden ja katujen onnettomuuksista.

Taulukko 7. Tien vaurioiden osuus (%) onnettomuusluokittain (N=735, 11 % ei tiedossa).

	Samat ajosuunnat (%)	Vastakkaiset ajosuunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis-onnettomuus (%)	Muu onnettomuus (%)	Kaikki onnettomuusluokat (%)
Ei vaurioita	95	92	94	84	83	89
Kuoppa tai painauma ¹		1	2	6	5	4
Keskisauman murtuma	2	1		1		1
Ajoradan ja reunan murtuma	2		1	2		1
Kulumisura		4		2	2	2
Muu	2	1	3	5	10	4
Yhteensä (%)	100	100	100	100	100	100
N	62	238	97	297	41	735

¹ Yhdistetyt luokat: "kuoppa" ja "painauma"

Tavallisimmin (50–78 %) onnettomuudet olivat tapahtuneet tiellä, jonka urasyvyys oli 0,0–1,9 mm (Taulukko 8). 18 % kohtaamisonnettomuuksista oli tapahtunut tiellä, jonka urasyvyys oli yli 10 mm. Pääteiden onnettomuuksista 17 % tapahtui tiellä, jossa urasyvyys oli yli 10 mm, ja 10 % tiellä, jossa urasyvyys oli 6–10 mm. Muiden maanteiden onnettomuuksista 9 % tapahtui tiellä, jossa urasyvyys oli yli 10 mm, ja 4 % tiellä, jossa urasyvyys oli 6–10 mm. Suuria urasyvyyksiä on onnettomuuksissa harvoin verrattuna niiden yleisyyteen (taulukko 2). Tämä vertailu ei tosin ota huomioon liikennemääriä urasyvyysluokittain.

Taulukko 8. Kulumisurien syvyysluokkien² osuus (%) onnettomuusluokittain (N=529, 36 % ei tiedossa).

	Samat ajosuunnat (%)	Vastakkaiset ajosuunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis-onnettomuus (%)	Muu onnettomuus (%)	Kaikki onnettomuusluokat (%)
0,0–1,9 mm	50	56	78	66	72	63
2,0–5,9 mm	23	18	14	18	19	18
6,0–9,9 mm	13	8	3	5		6
≥10 mm	15	18	5	11	9	13
Yhteensä (%)	100	100	100	100	100	100
N	48	185	64	200	32	529

² Lehtosen ym. (2005) mukainen luokitus

Tiepinnan kitkan tarkasteluun otettiin mukaan seuraavat kelityypit: kuiva kesäkeli (N=470), kostea keli (N=60) ja märkä keli (N=67). Lähes neljäsosassa näiden kelien onnettomuuksista ei kitkan suuruudesta ole tietoa. Kitka-arvo oli kesäkeleillä alle 0,4 vain 2 %:ssa kaikista kuolemaan johtaneista onnettomuuksista (Taulukko 9). Tieluokkien välillä ei ollut eroja, sillä 1–5 % eri tieluokkien onnettomuuksista oli tapahtunut tiellä, jossa tiepinnan kitka oli alle 0,4.

Taulukko 9. Tiepinnan kitkan³ osuus (%) onnettomuusluokittain (N=418, 22 % ei tiedossa).

	Samat ajosuunnat (%)	Vastakkaiset ajosuunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis-onnettomuus (%)	Muu onnettomuus (%)	Kaikki onnettomuusluokat (%)
Noin 0,1		1	2			
Noin 0,2		1		2		1
Noin 0,3		2	2	1	5	1
Noin 0,4	5	7	6	12	11	9
Noin 0,5	14	12	19	18	16	16
Noin 0,6	16	27	13	19	21	19
Noin 0,7	32	20	33	27	32	27
Yli 0,7	34	30	27	23	16	26
Yhteensä (%)	100	100	100	100	100	100
N	44	97	64	194	19	418

³ Sisällytyt kelityypit: ”kuiva kesäkeli (lämpötila > 0 °C)”, ”kostea (ei roisku)” ja ”märkä (roiskuva)”

3.4.2 Liikennemerkkit ja tiemerkinnät

OTI:n onnettomuustietorekisterissä oli neljä muuttujaa, jotka käsittelivät liikenteen ohjauksen kuntoa ja puutteellisuuksia:

- ”tiemerkinnät tarkoituksenmukaiset ja ristiriidattomat”
- ”liikennemerkkit tarkoituksenmukaiset ja ristiriidattomat”
- ”opastus tarkoituksenmukainen ja ristiriidaton”
- ”liikenteen ohjauksen muu tarkoituksenmukaisuus ja ristiriidattomuus”.

Tiemerkintöjen, liikennemerkkien, opastuksen ja muu liikenteen ohjauksen tarkoituksenmukaisuudesta ja ristiriidattomuudesta muuttujissa oli samat luokat: *tarkoituksenmukainen ja ristiriidaton* tai *puutteita tarkoituksenmukaisuudessa ja ristiriidattomuudessa*. Tiemerkinnät olivat epätarkoituksenmukaisia ja ristiriitaisia 11 %:ssa kaikista kuolemaan johtaneista onnettomuuksista (Taulukko 10). Puutteita tiemerkintöjen tarkoituksenmukaisuudessa ja ristiriidattomuudessa oli etenkin risteävien ajosuuntien yhteentörmäyksissä (16 %) ja suistumisonnettomuuksissa (12 %). Tieluokkien välillä oli eroja tiemerkintöjen suhteen. Pääteillä tiemerkinnät olivat epätarkoituksenmukaiset ja ristiriitaisia vain 5 %:ssa tapauksista, mutta vastaava osuus oli muilla maanteilla 19 % ja kaduilla 16 %.

Taulukko 10. Tiemerikintöjen tarkoituksenmukaisuuden ja ristiriidattomuuden osuus (%) onnettomuusluokittain (N=722, 12 % ei tiedossa).

	Samat ajosuunnat (%)	Vastakkaiset ajosuunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis-onnettomuus (%)	Muu onnettomuus (%)	Kaikki onnettomuusluokat (%)
Puutteita tiemerikintöjen tarkoituksenmukaisuudessa ja ristiriidattomuudessa	3	11	16	12	5	11
Tiemerkinnät tarkoituksenmukaisia ja ristiriidattomia	97	89	84	88	95	89
Yhteensä (%)	100	100	100	100	100	100
N	64	236	95	289	38	722

Liikennemerkit olivat epätarkoituksenmukaisia ja ristiriitaisia 3 %:ssa onnettomuuksista (Taulukko 11). Puutteita liikennemerkeissä oli etenkin risteävien ajosuuntien yhteentörmäyksissä (6 %). Tieluokkien välillä ei ollut merkittäviä eroja.

Taulukko 11. Liikennemerkkien tarkoituksenmukaisuuden ja ristiriidattomuuden osuus (%) onnettomuusluokittain (N=765, 7 % ei tiedossa).

	Samat ajosuunnat (%)	Vastakkaiset ajosuunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis-onnettomuus (%)	Muu onnettomuus (%)	Kaikki onnettomuusluokat (%)
Puutteita liikennemerkkien tarkoituksenmukaisuudessa ja ristiriidattomuudessa		2	6	2	5	3
Liikennemerkit tarkoituksenmukaisia ja ristiriidattomia	100	98	94	98	95	97
Yhteensä (%)	100	100	100	100	100	100
N	64	246	108	308	39	765

Opastus oli melkein kaikissa (99 %) onnettomuuksissa tarkoituksenmukainen ja ristiriidaton (Taulukko 12). Epätarkoituksenmukaista ja ristiriitaista opastusta oli lähinnä muutamissa risteävien ajosuuntien välisissä yhteentörmäyksissä (4 %). Tieluokkien välillä ei ollut merkittäviä eroja.

Taulukko 12. Opastuksen tarkoituksenmukaisuuden ja ristiriidattomuuden osuus (%) onnettomuusluokittain (N=756, 8 % ei tiedossa).

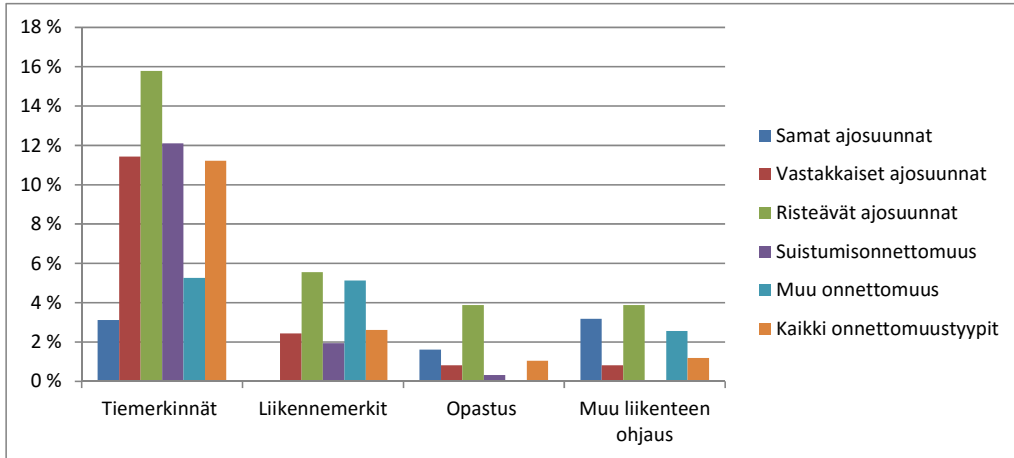
	Samat ajosuunnat (%)	Vastakkaiset ajosuunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis-onnettomuus (%)	Muu onnettomuus (%)	Kaikki onnettomuusluokat (%)
Puutteita opastuksen tarkoituksenmukaisuudessa ja ristiriidattomuudessa	2	1	4			1
Opastus tarkoituksenmukainen ja ristiriidaton	98	99	96	100	100	99
Yhteensä (%)	100	100	100	100	100	100
N	62	244	103	307	40	756

Muussa liikenteen ohjauksessa oli epätarkoituksenmukaisuuksia ja ristiriitaisuuksia keskimäärin 1 %-ssa onnettomuuksista (Taulukko 13). Niitä oli lähinnä risteävien (4 %) ajosuuntien yhteentörmäyksissä. Tieluokkien välillä ei ollut merkittäviä eroja.

Taulukko 13. Muun liikenteen ohjauksen tarkoituksenmukaisuuden ja ristiriidattomuuden osuus (%) onnettomuusluokittain (N=754, 8 % ei tiedossa).

	Samat ajosuunnat (%)	Vastakkaiset ajosuunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis-onnettomuus (%)	Muu onnettomuus (%)	Kaikki onnettomuusluokat (%)
Puutteita muussa liikenteen ohjauksen tarkoituksenmukaisuudessa ja ristiriidattomuudessa	3	1	4		3	1
Muu liikenteen ohjaus tarkoituksenmukainen ja ristiriidaton	97	99	96	100	97	99
Yhteensä (%)	100	100	100	100	100	100
N	63	243	103	306	39	754

Vertailun helpottamiseksi muuttujien tulokset yhdistettiin samaan kuvaan, jossa on esitetty kunkin muuttujan ”puutteita tarkoituksenmukaisuudessa ja ristiriidattomuudessa” -luokan osuus onnettomuusluokittain (Kuva 2).



Kuva 2. Liikenteen ohjaukseen liittyvien muuttujien epätarkoituksenmukaisuuden ja ristiriitaisuuden osuudet (%) onnettomuusluokittain.

Tiemerkintöjen tarkoituksenmukaisuuden ja ristiriidattomuuden lisäksi onnettomuustietorekisterissä oli myös tieto tiemerkintöjen näkyvyydestä, jos ne olivat kuluneet tai peitossa. Tiemerkintöjen näkyvyydessä oli puutteita erityisesti risteävien ajosuuntien yhteentörmäyksissä ja suistumisonnettomuuksissa, joissa 21 %:ssa onnettomuuksista tiemerkinnät olivat osittain kuluneet tai puutteelliset (Taulukko 14). Pääteillä tiemerkinnät olivat kuluneet tai puutteelliset 14 %:ssa onnettomuuksista, kun taas muilla maanteilla vastaava osuus oli 29 % ja kaduilla 23 %. Tiemerkinnät olivat kuran, lumen tai jään peitossa 28 %:ssa pääteiden, 16 %:ssa muiden maanteiden ja 10 %:ssa katujen onnettomuuksista.

Taulukko 14. Tiemeraintöjen näkyvyyden osuus (%) onnettomuusluokittain (N=753, 9 % ei tiedossa).

	Samat ajo- suunnat (%)	Vastakkai- set ajo- suunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis- onnetto- muus (%)	Muu onnet- tomuus (%)	Kaikki onnetto- muusluokat (%)
Ei tiemeraintöjä	3	5	36	27	30	20
Osittain kuluneet	11	12	16	21	12	16
Kuran peitossa ⁴	3	4	3	1	2	2
Lumen/jään peitossa ⁵	13	33	11	7	19	17
Tiemerkinnät puutteelliset		4	5	3		3
Tiemerkinnät kunnossa ja näkyvissä	69	42	30	41	37	42
Yhteensä (%)	100	100	100	100	100	100
N	62	241	104	303	43	753

⁴ Yhdistetyt luokat: ”osittain kuran peitossa” ja ”täysin kuran peitossa”

⁵ Yhdistetyt luokat: ”osittain lumen/jään peitossa” ja ”täysin lumen/jään peitossa”

3.4.3 Työmaat

OTI:n onnettomuustietorekisteristä löytyi vain yksi muuttuja, joka käsittelee työmaita. Nimittäin muuttujan ”tapahtumapaikan tien kohta” yhtenä luokkana oli ”tietyömaat”. Kaikista kuolemaan johtaneista yksittäisonnettomuuksista ja yhteenajoista kolme tapahtui tietyömaiden kohdalla. Näistä neljästä tietyömaiden onnettomuudesta kolme tapahtui päätiellä ja yksi yksityistiellä tai -alueella.

3.4.4 Näkemäraivaukset

Onnettomuustietorekisterissä oli kolme muuttujaa, jotka liittyivät näkemäraivauksiin:

- ”riittävät näkemät nopeusrajoituksen mukaisella nopeudella”
- ”riittävät näkemät käytetyillä nopeuksilla”
- ”näkemää rajoittanut tietekninen tekijä”.

Nopeusrajoituksen mukaisilla nopeuksilla näkemät olivat riittäviä 81 %:ssa kaikista onnettomuuksista (Taulukko 15). Risteävien ajosuuntien yhteentörmäyksistä 29 % oli sellaisia, joissa näkemä ei ollut nopeusrajoituksen mukaisilla nopeuksilla riittävä. Pääteillä 10 %:ssa, muilla maanteillä 24 %:ssa ja kaduilla 27 %:ssa onnettomuuksista ei ollut riittävä näkemä. Tutkijalautakunnat ovat erikseen arvioineet näkemien riittävyyttä käytetyillä nopeuksilla. Keskimäärin 7 % onnettomuuksista oli sellaisia, joissa näkemät eivät olleet riittäviä käytetyillä nopeuksilla.

Taulukko 15. Riittävien näkemien osuus (%) nopeusrajoituksen mukaisilla nopeuksilla onnettomuusluokittain (N=735, 11 % ei tiedossa).

	Samat ajosuunnat (%)	Vastakkaiset ajosuunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis-onnettomuus (%)	Muu onnettomuus (%)	Kaikki onnettomuusluokat (%)
Riittävät näkemät rajoituksen mukaisilla nopeuksilla	92	84	71	79	90	81
Ei riittävät näkemät rajoituksen mukaisilla nopeuksilla	8	16	29	21	10	19
Yhteensä (%)	100	100	100	100	100	100
N	62	240	103	291	39	735

Tutkijalautakunta arvioi myös, jos näkemää oli rajoittanut jokin tietekninen tekijä, esimerkiksi kupera tie tai puut. Onnettomuusluokkien välillä oli huomattavia eroja: 18–61 %:ssa onnettomuuksista näkemää oli rajoittanut jokin tietekninen tekijä (Taulukko 16). Useimmiten näkemiä heikensivät puut tai metsä, erityisesti risteävien ajosuuntien yhteentörmäyksissä (39 %), mutta myös suistumis-onnettomuuksissa (16 %) ja kohtaamis-onnettomuuksissa (17 %). Pääteiden onnettomuuksista näkemää heikensivät puut tai metsä 10 %:ssa tapauksista, kun muilla tieluokilla vastaava osuus vaihteli välillä 23–27 %.

Taulukko 16. Näkemää rajoittaneiden tieteknisten tekijöiden osuus (%) onnettomuusluokittain (N=777, 6 % ei tiedossa).

	Samat ajosuunnat (%)	Vastakkaiset ajosuunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis-onnettomuus (%)	Muu onnettomuus (%)	Kaikki onnettomuusluokat (%)
Ei rajoittava	82	58	39	62	76	60
Kupera tie vastaava	10	16	4	16	7	13
Maa- tai kallioleikkaus	3	4	4	2		3
Puut, metsä	3	17	39	16	10	18
Aita (myös pensaita)			1		0	0
Rakennukset, kojut		1	2	1		1
Tiehen kuuluva laite (esim. kaide, opaste-merkki)		1	4			1
Muu	2	3	8	3	7	4
Yhteensä (%)	100	100	100	100	100	100
N	62	248	113	313	41	777

3.4.5 Muut

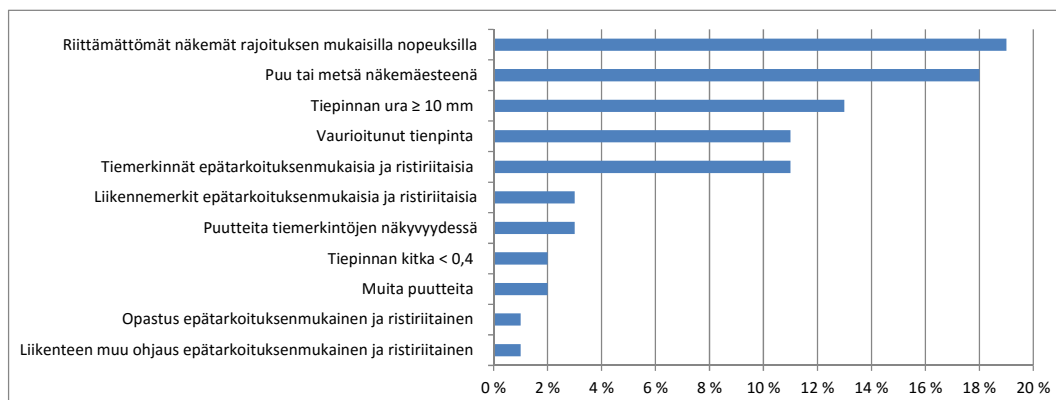
Onnettomuustietorekisterissä oli yksi muuttuja kunnossapidon muista puutteista. Lähes poikkeuksetta (97 %) onnettomuuksissa ei ollut kunnossapidon muita puutteellisuksia (Taulukko 17). Risteävien ajosuuntien yhteentörmäyksistä ja suistumis-onnettomuuksista 1 % oli sellaisia, että onnettomuuspaikalla oli irtosoraa tiellä. Kudessa onnettomuudessa oli irtosoraa teillä, ja näistä onnettomuuksista neljä tapahtui muilla maanteillä ja kaksi yksityistiellä tai -alueella. Tapahtumapaikan päällystemateriaali oli neljässä onnettomuudessa öljysora tai sora ja kahdessa onnettomuudessa kestopäällyste. Onnettomuuksissa kuolleiden ajoneuvotyyppijakauma oli kaksi moottoripyörää, kaksi henkilöautoa, yksi pakettiauto ja yksi muu L-luokan kolmi- tai nelipyörä. Muita puutteita oli keskimäärin 2 %:ssa onnettomuuksista. Tieluokkien välillä ei ollut merkittäviä eroja: muita puutteita oli 0–2 % onnettomuuksista, paitsi muilla teillä, joissa vastaava osuus oli 13 %.

Taulukko 17. Kunnossapidon muiden puutteiden osuus (%) onnettomuusluokittain (N=714, 13 % ei tiedossa).

	Samat ajosuunnat (%)	Vastakkaiset ajosuunnat (%)	Risteävät ajosuunnat (%)	Suistumis-onnettomuus (%)	Muu onnettomuus (%)	Kaikki onnettomuusluokat (%)
Ei puutteellisuksia	100	98	95	96	95	97
Irtosora			1	1		1
Muita puutteita		2	4	2	5	2
Yhteensä (%)	100	100	100	100	100	100
N	60	229	97	290	38	714

3.4.6 Yhteenveto

Onnettomuustarkastelussa kuvattiin tien kuntoon liittyvien muuttujien yleisyyttä kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa. Vertailun helpottamiseksi tulokset yhdistettiin samaan kuvaan, jossa on esitetty kunkin muuttujan puutteiden osuus kaikista kuolemaan johtaneista moottoriajoneuvo-onnettomuuksista (Kuva 3).



Kuva 3. Yhteenveto kunkin muuttujan tien kuntoon liittyvien puutteiden osuudesta (%) kaikissa kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa.

Näkemissä oli puutteita noin 18–19 %:ssa onnettomuuksista ja tiepinnan ura oli 10 mm tai suurempi 13 %:ssa onnettomuuksista. Pintavaurioita ja epätarkoituksenmukaisia tai ristiriitaisia tiemerkintöjä esiintyi 11 %:ssa onnettomuuksista. 1–3 %:iin onnettomuuksista liittyi muita puutteita sekä puutteita liikennemerkeissä, opastuksessa, liikenteen muussa ohjauksessa, tiemerkintöjen näkyvyydessä ja tiepinnan kesäkelin kitkassa.

4 Tulosten tarkastelu

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella tien kunnan vaikutuksia liikenneturvallisuuteen. Vaikutuksia oli kuitenkin arvioitava epäsuorasti kunnossapitotoimenpiteiden vaikutusten avulla. Tien kunnossapito koostuu erilaisista hoito- ja ylläpito-toimenpiteistä, joiden avulla tiet pidetään toimintakuntoisina ja liikennöitävissä. Kunnossapito tähtää suhteellisen lyhytkestoiseen muutokseen tiellä. Ilman tietoja tekijöiden yleisyydestä (altistuksesta) niiden turvallisuusvaikutusta ei pystytä luotettavasti tarkastelemaan. Tässä tutkimuksessa päädyttiin siten lähestymistapaan, jossa kirjallisuuskatsauksessa tarkasteltiin erilaisten toimenpiteiden turvallisuusvaikutuksia ja onnettomuusaineiston tarkastelussa kuvattiin eri muuttujien yleisyyttä kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa. Aineisto koostui tutkijalautakuntien tutkimista kuolemaan johtaneista moottoriajoneuvojen liikenneonnettomuuksista vuosilta 2009–2014. Tarkasteluun sisällytettyjä muuttujia olivat tien päällysteen, liikenne-merkkien ja tiemerkinntöjen kunto, näkemäraivaukset ja työmaat.

Tiepinnan uraisuuden ja pituussuuntaisen epätasaisuuden (IRI-arvon) yhteyksistä liikenneturvallisuuteen löytyi ristiriitaisia tutkimustuloksia: suuremmat arvot ovat sekä lisänneet että vähentäneet onnettomuuksia. OTI:n onnettomuustietorekisteristä ei löytynyt tietoa teiden IRI-arvosta, mutta 81 % onnettomuuksista tapahtui teillä, joilla uran syvyys oli alle 6 mm, 6 % tapahtui 6–10 mm uralla ja 13 % yli 10 mm uralla. Tietoa eri luokkiin kuuluneiden teiden liikennemäärästä ei ollut saatavissa, joten onnettomuusasteita ei voitu laskea. Onnettomuusluokkia tarkasteltaessa on merkittävää se, että kuolemaan johtaneet kohtaamisonnettomuudet tapahtuivat muita onnettomuusluokkia useammin yli 10 mm uraisilla teillä (18 % verrattuna 5–15 %). Tieluokkien välillä oli myös eroja: 17 % pääteiden onnettomuuksista tapahtui teillä, joissa oli yli 10 mm ura, kun vastaava luku muilla maanteilla oli vain 9 %. Noin 10 % pääteiden ja 4 % muiden maanteiden onnettomuuksista tapahtui teillä, joissa oli 6–10 mm ura.

Aikaisempien tutkimusten mukaan tiepinnan kitkan parantaminen kesäkelillä vähentää onnettomuuksia ensisijaisesti märillä teillä ja etenkin jyrkissä mutkissa ja paikoissa, joissa alkuperäinen kitka on ollut alhainen (Elvik ym. 2009). Onnettomuustarkastelun perusteella tiepinnan huono kitka kesäkelillä ei kuitenkaan ole yleinen tekijä kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa: vain 2 % kesäkelin onnettomuuksista oli tapahtunut teillä, joiden kitka-arvo oli pienempi kuin 0,4.

Vaurioitunut tiepinta voi pidentää ajoneuvojen pysähtymismatkaa ja huonontaa ajovakautta. Onnettomuustarkastelussa ilmeni, että noin 11 %:ssa kaikista onnettomuuksista tien pinta oli vaurioitunut. Osuus on korkeampi kuin Malmivuon ym. (2000) tekemässä tutkimuksessa, jossa todettiin, että vaurioituneella tiepinnalla tapahtui 5 % kaikista vakavista onnettomuuksista. Ero voi johtua siitä, että Malmivuon ym. (2000) tutkimus sisälsi ainoastaan kesäkelin onnettomuuksia (lämpötila yli 0 °C), kun taas tässä tutkimuksessa käsiteltiin kaikkien kielten onnettomuuksia.

Liikennemerkkien kunnan vaikutuksista liikenneturvallisuuteen ei löytynyt yhtään luotettavaa tutkimusta. Onnettomuusaineistossa liikennemerkkit, opastus ja liikenteen muu ohjaus olivat epätarkoituksenmukaisia ja ristiriitaisia 1–3 %:ssa onnettomuuksista. Lisäksi ne olivat epätarkoituksenmukaisia useammin risteävien ajosuuntien yhteenajoissa kuin muissa onnettomuusluokissa.

Tiemerkinnöillä ohjataan liikennettä ja helpotetaan kuljettajia hahmottamaan tielinjan kulkua. Kokonaisuutena vain palautetta antavilla tiemerkinnöillä on merkittävä vaikutus liikenneturvallisuuteen, vaikka simulaattorikokeessa onkin havaittu, että pimeissä ja märissä olosuhteissa voidaan parantaa turvallisuutta tiemerkintöjen näkyvyyttä lisäämällä. Tiemerkintöjen luonteesta ei ollut tietoa OTI:n aineistossa tutkimuksen aikana. Tiemerkinnät olivat epätarkoituksenmukaisia ja ristiriitaisia noin 11 %:ssa kaikista kuolemaan johtaneista onnettomuuksista. Tiemerkinnät olivat epätarkoituksenmukaisia ja ristiriitaisia useammin risteävien ajosuuntien yhteenajoissa kuin muissa onnettomuusluokissa. 3 %:ssa onnettomuuksista tiemerkinnät olivat näkyvydeltään puutteelliset ja 16 %:ssa osittain kuluneet.

Näkemien pidentämisen tai parantamisen on todettu sekä parantaneen että huonontaneen liikenneturvallisuutta. Liittymissä näkemien pidentäminen voi johtaa siihen, että kuljettaja lopettaa toisen tien tarkkailemisen liian aikaisin, minkä johdosta hän voi tehdä vaarallisen liittymis- tai risteämispäätöksen (Charlton 2003; Tiehallinto 2001). Näkemät olivat riittämättömiä 19 %:ssa onnettomuuksista nopeusrajoitusten mukaisilla nopeuksilla mutta vain 7 %:ssa onnettomuuksista, kun nopeudet olivat nopeusrajoitusten mukaiset. Yleisimmin riittämättömiä näkemiä oli risteävien ajosuuntien yhteenajoissa, ja noin kolmasosassa niistä näkemät eivät olleet riittäviä käytetyillä nopeuksilla. Puut tai metsä oli tavallisin näkemää rajoittanut tietekninen tekijä: 18 %:ssa kaikista kuolemaan johtaneista onnettomuuksista puu tai metsä rajoitti näkemää, kun taas risteävien ajosuuntien yhteenajoissa osuus oli 39 %.

On todettu, että liikenteenohjaajan käyttö ja työmaista varoittaminen väliaikaisilla tiemerkinnöillä ja varoituskeiloilla alentavat nopeuksia ja voivat siten välillisesti parantaa turvallisuutta (Elvik ym. 2009). Aikaisempien tutkimuksien mukaan etenkin omaisuusvahinkoon johtavat onnettomuudet lisääntyvät työmaiden kohdalla. Tässä tutkimuksessa käsiteltiin kuitenkin vain kuolemaan johtaneita onnettomuuksia, joista kolme tapahtui tietyömaiden kohdalla.

Yhteenvetona voidaan todeta, että kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tapahtumapaikoilla oli suhteellisen harvoin puutteita tien kunnossa. Liikennemerkit, opastus, liikenteen muu ohjaus ja tiepinnan kitka olivat epätarkoituksenmukaisia tai huonokuntoisia 1–3 %:ssa onnettomuuksista. Muita puutteita tien kunnossa esiintyi myös vain 2 %:ssa onnettomuuksista. Tien uraisuus, pintavauriot, tiemerkinnät ja näkemä olivat huonokuntoisia tai puutteellisia 11–19 %:ssa onnettomuuksista.

OTI:n onnettomuusaineisto oli joiltakin osin puutteellinen: jokaisessa muuttujassa oli ”ei tiedossa” -luokka, jonka suuruus vaihteli nollasta 13 %:iin. Tien pinnan kitkan ja kulumisurien syvyyden osalta se oli kuitenkin korkeampi, noin 30 %. Tien kunto koostuu monista tekijöistä, ja niiden tarkasteleminen erillään voi olla ongelmallista. Vaurioitunut tiepinta voi olla yhtenä taustatekijänä onnettomuuksissa, vaikka sillä ei yksittäisenä tekijänä ole suurta vaikutusta (Elvik ym. 2009).

5 Johtopäätökset

Liikenneturvallisuus riippuu monesta eri tekijästä. Tienkäyttäjän, tieympäristön ja ajoneuvon lisäksi satunnaisuudella on oma vaikutuksensa, eikä yksittäisen tekijän yleisyys onnettomuustilastossa vielä kerro sen vaikutuksesta turvallisuuteen. Onnettomuustiedon rinnalla tarvitaan tietoa altistuksesta eli siitä, kuinka yleinen tietty tekijä on liikennevirrassa verrattuna sen yleisyyteen onnettomuusaineistossa.

Tässä työssä keskityttiin tien kunnan liikenneturvallisuusvaikutuksiin. Koska tietoja altistuksesta ei ollut saatavissa, kuvattiin sen sijaan onnettomuustarkastelussa tien kunnan tekijöiden yleisyyttä kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa. Tien kuntoon vaikuttamisen turvallisuuspotentiaali selvitettiin kirjallisuuskatsauksen avulla.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella merkittävin yksittäinen onnettomuusmäärään vaikuttava tekijä on tärisevät tiemerkinnot, joiden on todettu parantavan tieliikenneturvallisuutta merkittävästi. Tiemerkinnot toteutustavasta ei kuitenkaan ollut saatavissa tietoja tutkimuksen aikana onnettomuusaineistossa. Muiden tekijöiden turvallisuuspotentiaalista löytyi ristiriitaisia ja epäluotettavia tuloksia. Yleisesti voidaan kuitenkin sanoa, että täriseviä tiemerkinnot lukuun ottamatta kunnossapitotoimenpiteiden vaikutukset turvallisuuteen eivät ole erityisen suuria eivätkä ristiriidattomia.

Onnettomuustarkastelun perusteella voidaan todeta, että onnettomuuksien tapahtumapaikoissa esiintyy toisinaan puutteita tien kunnossa. Tavallisimmin esiintyy puutteita tiemerkinnoissa, tiepinnan uraisuudessa, pintavaurioissa ja näkemissä, mutta niiden osuudet ovat kuitenkin pieniä. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että kuolemaan johtaneiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksien tapahtumapaikoilla on suhteellisen harvoin puutteita tien kunnossa.

Tulokset eivät tietenkään tarkoita, ettei tien kuntoon tule kiinnittää liikenneturvallisuutta parannettaessa huomiota. Pikemminkin voidaan arvioida, ettei teiden kunto ole moniin muihin tekijöihin verrattuna Suomen tärkeimpiä liikenneturvallisuusongelmia. Esimerkiksi vastakkaisten ajosuuntien erottamisella voidaan saavuttaa huomattavasti suurempia vakavien liikenneonnettomuuksien vähennyksiä kuin edellä esitetyillä teiden kunnossapitotoimilla (Hytönen ja Peltola 2016).

Lähteet

Al-Masaeid, H.R., Sinha, K.C. & Kuczek, T. 1993. Evaluation of safety impact of highway projects. *Transportation Research Record*, 1401, 9–16.

Beilinson, L. & Kallberg, V.-P. 1984. Soratien päällystämisen vaikutus liikenneturvallisuuteen. Tutkimusselostus 419. Tie- ja liikennelaboratorio.

Belt, J., Lämsä, V.P., Savolainen, M. & Ehrola, E. 2002. Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto. Tiehallinnon selvityksiä 15/2002. Tiehallinto, Helsinki.

Brundell-Freij, K. 1999. Nyttan av vägmarkeringar, en litteraturstudiebaserad diskussion av längsgående vägmarkeringars säkerhetseffekt. Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för Teknik och samhälle, Avdelning Trafikteknik.

Carlsson, G. & Öberg, G. 1977. Ytbehandling av grusvägar. Trafik och friktionsstudier. VTI-rapport 119. Statens väg och trafikinstitut (VTI), Linköping.

Charlton, S.G. 2003. Restricting intersection visibility to reduce approach speed. *Accident Analysis and Prevention* 35 (2003) 817–823.

Christensen, P. & Ragnøy, A. 2006. Vegdekkets tilstand og trafikksikkerhet. TØI Report 840/2006. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

Corben, B.F., Deery, H.A., Mullan, N.G. & Dyte, D.S. 1996. The general effectiveness of countermeasures for crashes into fixed roadside objects. Monash University, Report 1996/111.

Elvik, R., Høye, A., Vaa, T. & Sørensen, M. 2009. The handbook of road safety measures. Second edition. Emerald Group Publishing Limited, UK.

ELY-keskus. 2016. Tienpidon ja liikenteen suunnitelma, TLS – Kaakkois-Suomi. Saatavilla 26.4.2016: http://www.ely-keskus.fi/web/ely/ely-kaakkois-suomi-tienpidon-ja-liikenteen-suunnitelma-tls?sessionid=A0AF2378683E10A494CE84AD1402BAE2?p_p_id=122_INSTANCE_aluevalinta&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_r_p_564233524_resetCur=true&p_r_p_564233524_categoryId=14248#.VznsE3osAVe

Eriksson, O. 2014. Olycksrisk vid lokala ojämnheter och andra ytdefekter. VTI rapport 811. Statens väg och trafikinstitut (VTI), Linköping.

Hemdorff, S., Leden, L., Sakshaug, K., Salusjärvi, M. & Schandersson, R. 1989. Trafiksäkerhet och vägytans egenskaper (TOVE). Slutrapport. VTT Tiedotteita 1075. VTT, Espoo.

Horberry, T., Anderson, J. & Regan, M.A. 2006. The possible safety benefits of enhanced road markings: a driving simulator evaluation. *Transport. Research, Part F*, 9, 77–87.

Hytönen, K. & Peltola, H. 2016. Kustannustehokkaat keskikaideratkaisut. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 2/2016. Liikennevirasto, Helsinki.

Ihs, A., Velin, H. & Wicklund, M. 2002. Vägytans inverkan på trafiksäkerheten. Data från 1992–1998. VTI meddelande 909.

Ihs, A., Gustafsson, M., Eriksson, O., Wiklund, M. & Sjögren, L. 2011. Road user effect models – The influence of rut depth on traffic safety. VTI rapport 731A. Statens väg och trafikinstitut (VTI), Linköping.

Kallberg, V-P. 1983. Kestopäällysteen vaikutus liikenneonnettomuuksiin. VTT:n Tie- ja liikennelaboratorion tutkimusselostus 391/1983. VTT, Espoo.

Lampinen, A. 2004. Tien pituussuuntaisen epätasaisuuden vaikutus ajoneuvojen vierintävastukseen ja polttoaineenkulutukseen. Kirjallisuusselvitys. Tiehallinnon selvityksiä 44/2004. Tiehallinto, Helsinki.

Lehtonen, K., Laine, V. & Järvinen, S. 2005. Urasyvyyden ja epätasaisuuden vaikutus onnettomuuksiin. Tiehallinnon selvityksiä 49/2005. Tiehallinto, Helsinki.

Liikennevirasto. 2016a. Päällysteiden kunto ja vauriot. Saatavilla 26.4.2016:
www.liikennevirasto.fi/tieverkko/kunnossapito/paallysteiden-kunto#.VwY6onpqPoQ

Liikennevirasto. 2016b. Tutkimus: Tietyömailla ajetaan reipasta ylinopeutta. Saatavilla 26.4.2016:
<http://www.liikennevirasto.fi/-/tutkimus-tietyomailla-ajetaan-reipasta-ylinopeutta#.VxeFeHpqPoR>

Lyles, R.W., Lighthizer, D.R., Drakopoulos, A. & Woods, S. 1986. Efficacy of Jurisdiction-Wide Traffic Control Upgrading. Transportation Research Record, 1068, 34–41.

Malmivuo, M. 1999. Liittymänäkemien vaikutus sivutieltä saapuvien ajokäyttäytymiseen. Tielaitoksen selvityksiä 41/1999. Tielaitos, Helsinki.

Malmivuo, M., Kärki, O. & Mäkinen, T. 2000. Teiden kunnossapidon yhteys liikenneturvallisuuteen. Tielaitoksen selvityksiä 57/2000. Tielaitos, Helsinki.

McBean, P.A. 1982. The influence of road geometry at a sample of accident sites. TRRL. Laboratory Report 1053. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

Meriläinen, J. (Liikenneviraston tienpidon asiantuntija) 2016. *Sähköpostiviesti Fanny Malinille 9.9.2016.*

Nordtyp-projektgruppen. 1980. Trafikulykker på vejstrækninger. En sammenstilling af ulykkesfrekvenser for nordiske typesektioner. Utarbejdet for vegmyndighetene i Danmark, Norge og Sverige. Vejdirektoratet, København.

Nyberg, J., Rajamäki, R. & Laine, M. 2011. Leveän keskialueen tiemerkinän liikenneturvallisuusvaikutukset. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä: 60. Liikennevirasto, Helsinki. 64 s.

OTI 2016. Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimisen tie- ja maasto-liikenneonnettomuuksien onnettomuustietorekisteri. Onnettomuustietoinstituutti OTI, Helsinki.

Persaud, B.N., Retting, R.A. & Lyon, C. 2003. Crash reduction following installation of centreline rumble strips on rural two-lane roads. Ryerson University, Toronto, Canada.

Reunanen, K. 2014. Liikennemerkkien ikääntymisen ja sijoittamisen vaikutus merkkien havaittavuuteen pimeällä. Diplomityö. Aalto-yliopisto, yhdyskunta- ja ympäristötekniikka, Espoo. 93 s.

Start, M.R., Kim, J. & Berg, W.D. 1996. Development of safety-based guidelines for treatment of pavement rutting. In: Proceedings of the Conference Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program (SHRP), Prague, the Czech Republic, September 20–22, 1995. No 4A, Part 5, pp. 79–98. Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping.

Tiehallinto. 1999. Yksityisten teiden kunnossapito. Tie- ja liikenneolojen suunnittelu. Tiehallinto, Helsinki.

Tiehallinto. 2001. Näkemät tasoliittymissä. Kirjallisuusselvitys. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 48/2001. Tiehallinto, Helsinki.

Tiehallinto. 2004. Tieomaisuuden kunnan yhtenäinen palvelutasoluokitus. Perusteet, nykytila ja ehdotus luokitukseksi. Tiehallinnon selvityksiä 32/2004. Tiehallinto, Helsinki.

Tiehallinto. 2009. Liikennemerkkien kuntoluokitus. Tiehallinnon ohje 2200060-v-09. Tiehallinto, Helsinki.

Vaa, T. 1991. Effekt av siktförbedrende tiltak på strekninger. Rapport STF63 A91014. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.

Valtioneuvosto. 2012. Valtioneuvoston periaatepäätös tieliikenteen turvallisuuden parantamisesta 5.12.2012. Saatavilla 26.4.2016: <http://valtioneuvosto.fi/documents>

ISSN-L 1798-6656
ISSN 1798-6664
ISBN 978-952-317-341-5
www.liikennevirasto.fi

Liik
enne
vira
sto

