TRAFICOM
Liikenne- ja viestintävirasto

LIIKENNEYMPÄRISTÖN RISKIT HENKILÖVAHINKO-ONNETTOMUUKSISSA PÄÄTEILLÄ

Miikael Hyyrynen

Traficomin tutkimuksia
ja selvityksiä

19/2019

TRAFICOM
Liikenne- ja viestintävirasto

Julkaisupäivämäärä
21.10.2019

Julkaisun nimi Liikenneympäristön riskit henkilövahinko-onnettomuuksissa pääteillä	
Tekijä Miikael Hyyrynen	
Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä Liikenne ja viestintävirasto Traficom	
Julkaisusarjan nimi ja numero **Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 19/2019**	ISSN(verkkojulkaisu) 2669-8781 ISBN(verkkojulkaisu) 978-952-311-345-9 URNhttp://urn.fi/URN:ISBN:978-952-311-345-9
Asiasanat liikenneturvallisuus, riski, liikenneympäristö, päätiet	

Tiivistelmä

Tässä diplomityössä perehdytään pääteiden liikenneympäristön riskeihin. Päätieverkko on Suomen tieliikennejärjestelmän runko, jossa tapahtuu lähes puolet kaikista maanteiden henkilövahinko-onnettomuuksista ja noin 60 prosenttia liikennekuolemista. Riskeillä tarkoitetaan tekijöitä, jotka kasvattavat onnettomuuden tapahtumisen todennäköisyyttä. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien syntyyn vaikuttavia liikenneympäristöön liittyviä riskejä sekä millaisilla liikenneympäristöön tehtävillä parannustoimenpiteillä riskitekijöiden vaikutusta voisi vähentää. Päätutkimuskysymykseksi asetettiin: Mitkä tekijät tekevät toisista pääteiden liikenneympäristöistä turvallisempia kuin toisista?

Keskeisimpänä tutkimusaineistona käytettiin Onnettomuustietoinstituutin koordinoimien liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkinta-aineistoja viiden vuoden ajanjaksolta vuosilta 2013–2017. Tutkimuksen rajauksen mukainen aineisto sisälsi yhteensä 458 päätiellä tapahtuneen kuolemaan johtaneen onnettomuuden tutkinnan tiedot. Lisäksi tutkimusaineistona käytettiin lähdekirjallisuutta ja Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmän tilastoja 5 739 pääteillä tapahtuneesta henkilövahinko-onnettomuudesta vuosilta 2013–2017.

Tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa perehdyttiin tieliikenteen turvallisuuteen vaikuttaviin liikenneympäristön tekijöihin sekä käsiteltiin lyhyesti riskejä, liikenneturvallisuustyön tavoitteita, liikenneonnettomuuksien tilastointia ja liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien toimintaa. Väyläviraston tilastoista tarkasteltiin määrällisen tutkimuksen menetelmillä, kuinka paljon ja millaisia henkilövahinko-onnettomuuksia päätieverkolla tapahtuu, sekä miten onnettomuustyypiltään ja vakavuudeltaan erilaiset henkilövahinko-onnettomuudet jakautuvat pääteiden erilaisille tieosuuksille. Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistoista selvitettiin määrällisellä ja laadullisella tutkimusmenetelmällä, millaisia välittömiä riskejä ja liikenneympäristön taustariskejä tutkijalautakunnat olivat arvioineet pääteiden kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa esiintyneen sekä millaisia parannusehdotuksia tutkijalautakunnat esittivät liikenneympäristöön liittyen.

Pääteiden kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa aktiivisesti niiden syntyyn vaikuttavat välittömät riskitekijät liittyvät yleensä tienkäyttäjän tekemiin virheisiin, ajotoimintaan, itsetuhoisuuteen tai toimintakyvyn muutokseen. Liikenneympäristö voi vaikuttaa taustariskinä. Tutkijalautakunnat tunnistivat noin kahdessa kolmasosassa tutkituista tapauksista esiintyneen liikenneympäristön taustariskin. Vastakkaiselle kaistalle ajamisen tai ajautumisen mahdollisuus oli selvästi yleisin liikenneympäristön taustariskeistä. Liikenneympäristössä myös useat muut tekijät, kuten liikennemäärä, liikenteen koostumus, liikennevirran nopeus, tien reunaympäristö, tien geometria ja poikkileikkaus, liittymäjärjestelyt, liikenteenohjaus, ympäristön valoisuus, keli- ja sääolosuhteet ja eläimet vaikuttavat henkilövahinko-onnettomuuksien syntyyn ja niiden vakavuuteen.

Tutkijalautakunta-aineistoissa nousi esille enimmäkseen jo aiemmin tunnettuja keinoja pääteiden liikenneympäristön kehittämiseen liittyen. Esimerkiksi vakaviin kohtaamisonnettomuuksiin voidaan vaikuttaa rakentamalla lisää keskikaiteita ja pääteillä runsaslukuisten yksittäisonnettomuuksien seurauksia voidaan lieventää tien reunaympäristöä kehittämällä. Liikenneympäristön kehittämisen vaikutuksia pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien tai liikennekuolemien määrään ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa tarkemmin arvioitu, koska liikenneympäristön riskien lisäksi pitäisi ottaa huomioon myös muiden riskitekijöiden merkitys henkilövahinko-onnettomuuksiin johtavissa tapahtumaketjuissa.

Yhteyshenkilö	Raportin kieli	Luottamuksellisuus	Kokonaissivumäärä
Miikael Hyyrynen	suomi	julkinen	101

Jakaja	Kustantaja Liikenne ja viestintävirasto Traficom

TRAFICOM
Liikenne- ja viestintävirasto

Date of publication
21.10.2019

Title of publication Risks in accidents leading to personal injury on main roads			
Author Miikael Hyyrynen			
Commissioned by, date Finnish Transport and Communications Agency Traficom			
Publication series and number **Traficom Research Reports 19/2019**	ISSN(verkkojulkaisu) 2669-8781 ISBN(verkkojulkaisu) 978-952-311-345-9 URNhttp://urn.fi/URN:ISBN:978-952-311-345-9		
Keywords road safety, risk, traffic environment, main roads			
Abstract			
This master's thesis focuses on traffic environment risks on Finnish main roads. The main road network is the backbone of the Finnish road transport system, which accounts for almost half of all personal injury accidents and about 60% of fatalities on public roads. In this study, risk refers to condition that increases the likelihood of an accident occurring. The aim of the study was to analyse traffic environment risks on main roads which affect the occurrence of personal injury accidents and explore measures that could reduce the impact of the risk conditions. The main research question was: Which factors make some of the main road traffic environments safer than others? The most important research material used was the investigation data of the road accident investigation teams coordinated by The Finnish Crash Data Institute (OTI). The investigation data contained a total of 458 fatal accidents which occurred on Finnish main roads in 2013–2017. In addition, previous publications of the topic were studied, and Finnish Transport Infrastructure Agency's accident data of 5,739 personal injury accidents, which had occurred on the main roads in 2013–2017 was analysed. The literature review section of the study explored the factors in the traffic environment which influence road safety and briefly discussed risks, road safety objectives, compilation of accident statistics and the work of the road accident investigation teams. The statistics of Finnish Transport Infrastructure Agency described the number and type of personal injury accidents on the main road network, distribution and severity of different types of accidents among different road sections. Quantitative and qualitative research methods were used to study the reports of the road accident investigation teams to determine what immediate risks and background risk conditions in the traffic environment affected road fatalities on the main roads. The reports of road accident investigation teams also included suggestions for improvements to the traffic environment which were also analysed. The immediate risk factors that are actively involved in fatal accidents on main roads are usually related to road user errors, driving behaviour, suicidality or changes in driving ability. The traffic environment usually appears to affect as a background risk. In about two thirds of the cases investigated, the road accident investigation teams identified background risk in the traffic environment. The possibility to drive or to be driven to the opposite lane was clearly the most common background risk found in the traffic environment. Many other factors in the traffic environment, such as the traffic volume and composition, roadside safety, road geometry and cross-section, traffic control, lightness of the environment, road and weather conditions and wild animals can also influence the occurrence and severity of personal injury accidents. The road accident investigation teams suggested many well-known measures related to improving main road's traffic environment. For example, the construction of more roads equipped with middle barriers may prevent severe head-on collisions, and the severity of the single-vehicle accidents can be affected by developing roadside safety. As also other than traffic environment related risks should be acknowledged, this study did not assess to a greater detail what could be estimated effects on road fatalities or personal injury accidents of improving the traffic environment.			
Contact person Miikael Hyyrynen	Language Finnish	Confidence status public	Pages, total 101
Distributed by	Published by Finnish Transport and Communications Agency Traficom		

ALKUSANAT

Tämä on pääteiden liikenneympäristön riskejä käsittelevä liikenneturvallisuustutkimus, joka on samalla Tampereen yliopiston rakennustekniikan tutkinnon liikenne- ja kuljetusjärjestelmien opinnoissa tehty diplomityö. Työn tilaaja oli Liikenne ja viestintävirasto Traficom. Työ toteutettiin yhteistyössä Ramboll Finland Oy:n kanssa.

Projektin ohjausryhmässä olivat mukana Ossi Kortiainen, Riikka Rajamäki ja Annu Korhonen Liikenne ja viestintävirasto Traficomista, Jaakko Mattila ja Kaisu Laitinen Ramboll Finland Oy:stä, Esa Räty Onnettomuustietoinstituutista, Marko Kelkka Uudenmaan ELY-keskuksesta, Auli Forsberg ja Anne Ranta-aho Väylävirastosta sekä Markus Pöllänen Tampereen yliopistosta.

Tampereella, 21. lokakuuta 2019

Miikael Hyyrynen

Sisällysluettelo

1 Johdanto ... 6

1.1 Tutkimuksen tausta ... 6

1.2 Tutkimusongelma ja tutkimuksen tavoitteet ... 7

1.3 Tutkimusaineistot, tutkimuksen toteutus ja rakenne ... 8

2 Kirjallisuuskatsaus ... 10

2.1 Liikenneonnettomuusteoriat ja riskit ... 10
2.1.1 Tieliikenneturvallisuustutkimusten taustalla vaikuttavat liikenneonnettomuusteoriat ... 10
2.1.2 Riski, altistus ja vakavuus liikenneturvallisuusongelman osatekijöinä ... 11
2.1.3 Tieliikenneonnettomuuksien syntyyn vaikuttavat riskitekijät ... 12

2.2 Liikenneturvallisuuteen vaikuttavia asioita liikenneympäristössä ... 13
2.2.1 Liikennemäärät, liikenteen koostumus ja maankäyttö ... 13
2.2.2 Väylätyyppi, poikkileikkaus ja tien geometria ... 15
2.2.3 Liittymät ... 17
2.2.4 Tien reunaympäristö ja näkemäesteet ... 18
2.2.5 Nopeusrajoitusjärjestelmä ja ajonopeudet ... 19
2.2.6 Liikenteenohjaus ... 22
2.2.7 Olosuhteet ja tien kunto ... 23

2.3 Liikenneturvallisuustyön tavoitteet ja liikenneturvallisuuden seuranta ... 24
2.3.1 Liikenneturvallisuusvisio ja liikenneturvallisuustyön tavoitteet ... 24
2.3.2 Tieliikenneonnettomuuksien tilastointi ja tilastollisen analyysin haasteet ... 25
2.3.3 Liikenneonnettomuustutkijalautakuntien toiminta ... 27

3 Tutkimusaineistot ja -menetelmät ... 29

3.1 Tutkimusaineistojen kuvaus ... 29
3.1.1 Väyläviraston tieliikenneonnettomuustilastot ... 29
3.1.2 Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien onnettomuusaineistot 30

3.2 Tutkimusmenetelmät ... 31
3.2.1 Henkilövahinko-onnettomuuksien määrällinen tarkastelu Väyläviraston tieliikenneonnettomuustilastoista ... 31
3.2.2 Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien onnettomuusaineistojen tutkiminen määrällisesti ja laadullisesti ... 33

4 Väyläviraston tieliikenneonnettomuustilastojen tarkastelu ... 36

4.1 Pääteiden henkilövahinko-onnettomuudet ... 36

4.2 Henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuusluokat ja niiden vakavuus ... 41

4.3 Yksi- ja kaksiajorataisten pääteiden onnettomuusluokkien tarkastelu ... 43

4.4 Keli ja olosuhteet henkilövahinko-onnettomuuksissa ... 49

5 Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien onnettomuusaineistojen tarkastelu ... 51

5.1 Onnettomuustietorekisterin aineiston määrällinen tarkastelu ... 51
5.1.1 Tienkäyttäjiin liittyvät taustatiedot ... 51
5.1.2 Välittömät riskit ... 52
5.1.3 Liikenneympäristön taustariskit ja parannusehdotukset ... 57

5.2 Onnettomuuskansioiden laadullinen tarkastelu ... 69
5.2.1 Yleisiä havaintoja taustariskeistä ja parannusehdotuksista ... 69

5.2.2 Vastakkaiselle ajokaistalle ajaminen tai ajautuminen 70
5.2.3 Tieympäristön törmäyskohteet seurausten pahentajina 71
5.2.4 Kaiteet tai kaiteiden puutteet seurausten pahentajana 72
5.2.5 Liikenteen koostumus 72
5.2.6 Tien geometria tai poikkileikkaus 73
5.2.7 Näkemäesteet 75
5.2.8 Risteys- tai liittymäjärjestelyt 76
5.2.9 Muut tieympäristöön liittyvät tekijät 77
5.2.10 Liikenteenohjaus 78
5.2.11 Keli ja olosuhteet 80

6 Yhteenveto 82

6.1 Liikenneympäristön riskit pääteillä 82

6.2 Parannusehdotuksia tienpitoon 85

7 Johtopäätökset ja pohdinta 86

7.1 Vastaus tutkimuskysymykseen 86

7.2 Tutkimustulosten hyödynnettävyyden arviointi 88

7.3 Pohdinta ja ehdotuksia jatkotutkimuksiin 89

Lähdeluettelo 92

Liitteet

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

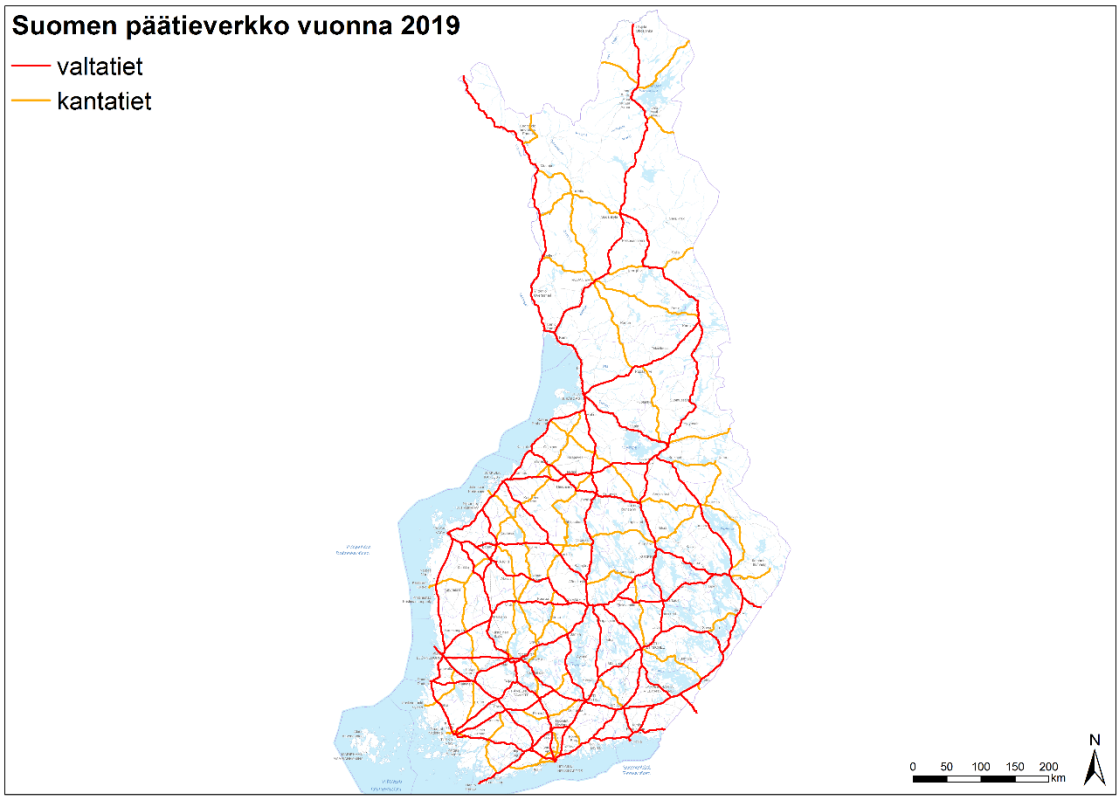
Tilastokeskuksen (2017, s. 1) julkaiseman tilaston mukaan Suomessa menehtyy vuosittain yli 3 000 ihmistä tapaturmaisesti niin sanottuihin ei-luonnollisiin kuolinsyihin. Liikenne on yksi yleisistä tapaturmakuolemien aiheuttajista, vaikka kuolemaan johtaneet liikennetapaturmat ovat viimeisen kymmenen vuoden aikana vähentyneet (Tilastokeskus 2017, s. 17). Vuonna 2017 Suomessa kuoli tieliikenneonnettomuuksissa 238 henkilöä, ja poliisin tietoon tulleissa tieliikenneonnettomuuksissa loukkaantui yhteensä 5 574 henkilöä, joista vakavasti loukkaantuneita oli 409 (Tilastokeskus 2019).

Tieliikenteen turvallisuustyön tavoitteena on jatkuva liikenneturvallisuuden parantaminen. Pitkällä aikavälillä visiona on, ettei kenenkään tarvitse kuolla tai loukkaantua vakavasti tieliikenneonnettomuuksissa. (Valtioneuvosto 2016a) Euroopan unionissa tieliikenneturvallisuuden tulostavoitteeksi asetettiin tieliikennekuolemien puolittaminen vuoden 2010 tasosta vuoteen 2020 mennessä (Euroopan komissio 2010). Vuonna 2012 valtioneuvoston asettaman liikenneturvallisuusasiain neuvottelukunnan julkaisemassa valtakunnallisessa liikenneturvallisuussuunnitelmassa asetettiin tavoitteeksi, että tieliikennekuolemia olisi Suomessa vuonna 2020 enintään 136 ja loukkaantuneiden määrä enintään 5 750 (LVM 2012, s. 13). Valletan julistuksessa tieliikenneturvallisuuden parantamisesta (2017) todetaan, että tieliikennekuolemien puolittamistavoitteen toteutumisesta on tullut erittäin haastavaa ja Euroopan unionin jäsenvaltioissa tarvitaan uusia toimia tieliikennekuolemien ja loukkaantumisten lukumäärän vähentämiseksi.

Vuonna 2008 Euroopan parlamentin ja neuvoston antamassa direktiivissä (2008/96/EY) tieinfrastruktuurin turvallisuuden hallinnasta korostetaan liikenneturvallisuuden ottamista huomioon kaikissa tieinfrastruktuurin suunnittelun ja toiminnan vaiheissa. Vuonna 2018 Euroopan parlamentti ja neuvosto laativat ehdotuksen (COM/2018/274) tieinfrastruktuurin turvallisuuden hallinnasta annetun direktiivin 2008/96/EY muuttamisesta siten, että direktiivin soveltamisala ulotetaan Euroopan laajuista TEN-T-liikenneverkkoa laajemmalle ottamalla mukaan myös verkon ulkopuoliset moottoritiet ja päätiet. Suomen päätiet ovat valtakunnallinen eri alueita yhdistävä tieliikennejärjestelmän runko (Tiehallinto 2007, s. 12). Päätieverkko koostuu maanteistä, jotka liikenne- ja viestintäministeriö on määrännyt valta- ja kantateiksi (kuva 1). Yleispiirteisesti valtatiet ovat liikennemääriltään kantateitä vilkkaampia ja ne yhdistävät suurimpia kaupunkeja. Kantateillä on vaihtelevampi merkitys, ja ne täydentävät valtatieverkkoa. Päätieverkon pituus vuonna 2016 oli noin 17 prosenttia koko maantieverkon pituudesta ja maanteiden liikennesuoritteesta pääteiden osuus oli noin 65 prosenttia. (Liikennevirasto 2017b, s. 13–14)

Tilastokeskus julkaisee Suomen tieliikenteen virallista onnettomuustilastoa ja toimittaa onnettomuustiedot myös Väyläviraston (aiemmin Liikenneviraston) onnettomuustietojärjestelmään (Liikennevirasto 2017a; Tilastokeskus 2018d). Maanteiden ja myös päätieverkon liikenneturvallisuutta on aiemmin tutkittu useissa tutkimuksissa tieliikenneonnettomuustilastojen avulla (Peltola ja Rajamäki 2004; 2005; Salenius 2012). Lisäksi muun muassa Väyläviraston julkaisemissa vuosittaisissa tilastojulkaisuissa tarkastellaan pääteiden liikenneturvallisuutta tilastojen avulla (Liikennevirasto 2018a). Vuosien 2013–2017 aikana pääteillä tapahtui lähes puolet kaikista maanteiden henkilövahinko-onnettomuuksista ja noin 60 prosenttia kaikista maanteiden liikennekuolemista (Liikennevirasto 2014a, s. 13; 2016b, s. 13; 2016c, s. 13; 2017, s. 14; 2018, s. 14). Pääteiden liikennemäärät ovat viime vuosikymmenien aikana jatkuvasti kasvaneet lukuun ottamatta lamavuosien notkahduksia, mutta kasvaneesta liikennesuoritteesta huolimatta

pääteillä liikennekuolemien määrän kehityssuunta on kuitenkin ollut 2000-luvulla laskusuuntainen. (Liikennevirasto 2017b, s. 17).



Kuva 1. Suomen päätieverkko koostuu valta- ja kantateistä. Perustuu lähteisiin Maanmittauslaitos (2019) ja Väylävirasto (2019b).

Onnettomuustietoinstituutti (OTI) on liikenneturvallisuutta edistävä toimija, joka koordinoi liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien toimintaa. Tutkijalautakunnat tutkivat kaikista kuolemaan johtaneista tie- ja maastoliikenneonnettomuuksista onnettomuuteen johtaneet tekijät ja tekevät tarvittavat esitykset liikenneturvallisuuden parantamiseksi. Onnettomuustietorekisteriin kerättyjä tietoja voidaan myös luovuttaa tieteellisten tutkimusten käyttöön (OTI 2017). Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tuottamia aineistoja on aiemmin käytetty muun muassa Kelkan et al. (2006; 2009a; 2009b; 2011) laatimissa tutkimuksissa, jotka on toteutettu tieliikenteen turvallisuuden pitkän aikavälin tutkimus- ja kehitysohjelman (LINTU-ohjelma) yhteydessä. Tutkimussarja käsittelee liikennejärjestelmän riskejä ja liikennekuolemien ehkäisemistä erilaisissa liikenneympäristöissä, muun muassa yksiajorataisilla pääteillä ja moottoriteillä.

1.2 Tutkimusongelma ja tutkimuksen tavoitteet

Tieliikenteessä henkilövahinko-onnettomuusriskiin on havaittu olevan tilastollisesti yhteydessä lukuisia erilaisia tekijöitä (Elvik et al. 2009, s. 59). Tilastojen perustella pääteiden erilaissa liikenneympäristöissä henkilövahinko-onnettomuuksien ja liikennekuolemien lukumäärät vaihtelevat esimerkiksi tieluokittain ja niissä on myös alueellisia eroja (Liikennevirasto 2018a, s. 37–65). Lisäksi pääteiden erilaisissa liikenneympäristöissä tapahtuu erityyppisiä henkilövahinko-onnettomuuksia (Liikennevirasto 2018a, s. 32). Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien käyttämässä tutkintamenetelmässä onnettomuuden syntyyn vaikuttavat riskitekijät on jaettu neljään pääryhmään, joita ovat inhimilliset, ajoneuvoon liittyvät, liikenneympäristöön liittyvät ja muut liikennejärjestelmään liittyvät tekijät (OTI 2019b, s. 59). Tutkijalautakunta-aineistoihin perustuen Kelkka et al. (2006, s. 3) ovat nostaneet esille pääteiden liikenneympäristön

turvallisuuteen liittyvistä asioista esimerkiksi ajosuuntien fyysisen erottelun, liittymien rakenteen ja tien reunaympäristön pehmentämisen liikennekuolemien ehkäisyssä.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää tarkemmin pääteiden liikenneympäristön riskejä ja voiko riskitekijöitä vähentää liikenneympäristöön liittyvillä toimenpiteillä. Tutkimuksen tilaaja, Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, on nähnyt tarpeelliseksi selvittää, mitkä liikenneympäristön riskitekijät kasvattavat henkilövahinko-onnettomuusriskiä pääteillä, koska tieturvallisuusdirektiivissä (2008/96/EY) painotetaan liikenneympäristön riskien osa-aluetta. Ensisijaisena tutkimusaineistona olevia tutkijalautakunta-aineistoja voitaisiin hyödyntää nykyistä enemmän valtakunnallisesti ja siksi aineistoja kannattaa tutkia. Tavoitteena on, että tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää tienpitoon liittyvässä liikenneturvallisuustyössä. Tavoitteena on, että tutkimustulosten avulla on mahdollista kehittää uusia kustannustehokkaampia toimintamalleja tienpidon liikenneturvallisuustyöhön, jolloin päätieverkon liikenneturvallisuutta parantaviin toimenpiteisiin saadaan tehokkuutta valtioneuvoston periaatepäätöksessä asetettujen tavoitteiden mukaisesti (Valtioneuvosto 2016a).

Tutkimuksen päätutkimuskysymykseksi asetettiin:

- Mitkä tekijät tekevät tietyistä päätieverkon liikenneympäristöistöistä turvallisempia kuin toisista?

Liikenneympäristöllä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa pääteiden tiealueella ja toisaalta myös sen ympärillä olevaa kolmiulotteista tilaa, jonka ominaisuudet ovat vuorovaikutuksessa tienkäyttäjien kanssa. Tutkimuskysymyksen asettelussa oletetaan, että liikenneympäristöön liittyvillä riskitekijöillä voi olla osittainen vaikutus henkilövahinko-onnettomuuksien syntyyn ja niiden vakavuuteen. Toisin sanoen tutkimuskysymyksessä oletetaan, että turvallisessa liikenneympäristössä tapahtuu vähemmän henkilövahinko-onnettomuuksia ja ne ovat seurauksiltaan lievempiä kuin riskialttiissa liikenneympäristössä. Pääteiden liikenneympäristön turvallisuutta parantamalla voitaisiin tällöin edistää tieliikenteen turvallisuustyölle asetettujen tavoitteiden saavuttamista eli vähentää henkilövahinkojen ja liikennekuolemien määrää nykyisestä tasosta.

1.3 Tutkimusaineistot, tutkimuksen toteutus ja rakenne

Tutkimuksessa selvitettiin Suomen pääteillä havaittuja liikenneympäristön riskitekijöitä erityisesti Onnettomuustietoinstituutin koordinoimien liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkinta-aineistoista. Tutkijalautakunta-aineistojen lisäksi tutkimuksessa käytettiin aineistoina lähdekirjallisuutta ja Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmän tilastoja. Tutkimusaineistoja pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksista tarkasteltiin viiden vuoden ajanjaksolta vuosilta 2013–2017. Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmän aineistot sisälsivät tiedot poliisille tietoon tulleista pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksista. Tarkasteluun valitut tutkijalautakunta-aineistot sisälsivät ainoastaan pääteiden kuolemaan johtaneiden tieliikenneonnettomuuksien tutkintojen tiedot. Lisäksi aineisto rajattiin siten, että se ei sisältänyt sairauskohtauksesta aiheutuneita kuolemaan johtaneita tieliikenneonnettomuuksia.

Tutkimuksen kolmessa eri vaiheessa tutkittiin erityyppisiä aineistoja (kuva 2). Ensin tutkimuksessa laadittiin kirjallisuuskatsaus. Toisena tutkimusmenetelmänä oli Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmässä olevien tietojen tarkastelu määrällisen tutkimuksen menetelmällä. Lopuksi tarkasteltiin liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimien kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tutkinta-aineistoja määrällisellä ja laadullisella tutkimusmenetelmällä.

Kuva 2. Tutkimus koostui kirjallisuuskatsauksesta, Väyläviraston onnettomuustilastoihin perehtymisestä ja liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tuottamien aineistojen tarkastelusta.

Kirjallisuuskatsauksessa muodostettiin kokonaiskuva tutkimusaiheesta ja kerättiin aiempien tutkimusten keskeiset löydöt liikenneympäristön vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen. Lisäksi liikenneturvallisuuden seuraamiseen liittyen kirjallisuuskatsauksessa käsiteltiin yleisesti liikenneonnettomuuksien tilastointia ja liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien toimintaa, jotka olivat keskeistä taustatietoa seuraavissa vaiheissa käsiteltyjen tutkimusaineistojen kannalta. Kirjallisuuskatsauksessa käytettiin lähteenä sekä suomenkielisiä että englanninkielisiä tutkimusraportteja, tieteellisiä julkaisuja ja verkkosivuja. Kirjallisuuskatsauksen englanninkielisistä aineistoista keskeisin on Elvikin et al. (2009) teos *The Handbook of road safety measures*, jossa käsitellään liikenneympäristön ominaisuuksien vaikutusta liikenneturvallisuuteen yhdistelemällä useita aiempia tutkimustuloksia. Pääosin kirjallisuustutkimuksen aineistojen haussa painotettiin kuitenkin suomenkielisiä maantieympäristön liikenneturvallisuutta käsitteleviä tutkimuksia ja selvityksiä, koska tutkimuskohteena oli Suomen pääteiden liikenneympäristö.

Tutkimuksen aineistoanalyysissä tarkasteltiin ensin pääteiden henkilövahinko-onnettomuustilastoja Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmän tietojen perusteella. Aineistoja tarkasteltiin viiden vuoden ajanjaksolta aikavälilta 2013–2017, koska se oli uusin saatavilla oleva aineisto. Aineistoista selvitettiin päätieverkolla tapahtuneiden henkilövahinko-onnettomuuksien lukumääriä ja vakavuutta, erilaisilla pääteillä esiintyviä onnettomuusluokkia sekä henkilövahinko-onnettomuuksien jakautumista erityyppisille päätieosuuksille.

Tutkimuksen pääpaino oli liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tuottamien aineistojen tarkastelussa. Tutkijalautakunta-aineistoja tarkasteltiin pääteiden kuolemaan johtaneista onnettomuuksista viiden vuoden ajanjaksolta vuosilta 2013–2017. Tutkijalautakunta-aineistoista selvitettiin määrällisellä tutkimusmenetelmällä pääteiden kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien välittömiä riskitekijöitä ja liikenneympäristön taustariskejä OTI:n onnettomuustietorekisteristä. Lisäksi laadullisen tutkimuksen menetelmällä

tarkasteltiin vielä tarkemmin liikenneympäristön taustariskejä tutkijalautakunta-aineistojen onnettomuuskansioista.

Tutkimus koostuu seitsemästä pääluvusta. Luvussa 2 on tutkimuksen kirjallisuuskatsauksen sisältö. Luvussa 3 esitellään tutkimusmenetelmät ja -aineistot. Luvussa 4 kuvataan tieliikenneonnettomuustilastojen tarkastelu ja luvussa 5 liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien onnettomuusaineistojen tarkastelu. Luvussa 6 on yhteenveto kirjallisuuskatsauksesta ja aineistojen tarkastelusta sekä esitetään parannusehdotuksia tienpitoon. Luvussa 7 on johtopäätökset ja tulosten pohdinta. Tutkimusraportin lopussa on lähdeluettelo.

2 Kirjallisuuskatsaus

2.1 Liikenneonnettomuusteoriat ja riskit

2.1.1 Tieliikenneturvallisuustutkimusten taustalla vaikuttavat liikenneonnettomuusteoriat

Liikenneturvallisuutta on tutkittu pitkään, ja tutkimuksissa on hyödynnetty oppeja monelta eri tieteenalalta, kuten tekniikan alalta, lääketieteestä ja käyttäytymistieteistä (Jamroz 2008). Tapahtumina liikenneonnettomuudet ovat monimutkaisia ja usein monien yhteensattumien muodostamia tapahtumaketjuja (Ahlroth ja Pöllänen 2011, s. 55). Nykyaikaiset onnettomuusmallit perustuvat siihen, että onnettomuuksilla on useita eritasoisia syitä eikä niille voida asettaa yhtä selkeää perussyytä, joka onnettomuuden olisi aiheuttanut (Reiman 2015, s 12–13). Elvikin et al. (2009, s. 87) mukaan jotkin liikenneonnettomuuksiin johtavien tapahtumaketjujen syntyyn vaikuttavista tekijöistä voidaan tuntea, kun taas osaa tekijöistä ei voida koskaan saada selville. Onnettomuuksien syiden ymmärtämiseksi on kehitetty ajan myötä useita erilaisia onnettomuusteorioita ja -malleja (Elvik et al. 2009, s. 88; Reiman 2015, s. 12–13). Ensimmäiset onnettomuusteoriat korostivat onnettomuuksien satunnaisuuteen liittyvää ajattelutapaa, minkä jälkeen onnettomuusteoriat kehittyivät kohti inhimillisiä virheitä korostavaa ajattelua. Viime vuosikymmeninä keskeisimpiä onnettomuusteorioita ovat olleet järjestelmä- ja käyttäytymisteoriat. (Elvik et al. 2009, s. 88–90; Roine ja Luoma 2009, s. 9)

Roineen ja Luoman (2009, s. 13–16) mukaan järjestelmäteoriassa lähtökohtaisesti hyväksytään, että ihmiset tekevät virheitä, ja onnettomuuksien oletetaan johtuvat siitä, että monimutkaisen liikennejärjestelmän osien välinen vuorovaikutus on epäonnistunut. Järjestelmäteorian lähtökohtana onkin hakea ratkaisuja ja turvallisuustoimenpiteitä lähinnä liikennejärjestelmän teknisten osien kehittämiseen. Järjestelmäteoriassa korostetaan liikennejärjestelmän eri tekijöiden yhdysvaikutusta tai tekijöiden välisten suhteiden merkitystä. Liikennejärjestelmän eri tekijöillä tarkoitetaan järjestelmäteoriassa tienkäyttäjiä, ajoneuvoja, liikenneympäristöä ja järjestelmän säätelyä. Järjestelmäteoriaan perustuvalla suunnittelulla on monissa autoistuneissa maissa vähennetty tehokkaasti onnettomuuksia ja lievennetty niiden seurauksia. Järjestelmäteorian lisäksi on kuitenkin todettu tarvittavan myös käyttäytymisteorioita, koska ihmisen toiminta on monimutkaista järjestelmän muihin osiin verrattuna (Roine ja Luoma 2009, s. 13– 16). Eräs esimerkki käyttäytymisteoriasta on riskihomeostaasiteoria, jonka mukaan tieliikenteessä ihmiset hyväksyvät korkeamman onnettomuusriskin tavoitellakseen toiminnastaan, kuten ylinopeuden ajamisesta, saatavaa hyötyä (Wilde 2014). Elvikin (2004, s. 844) mukaan ihmisten käyttäytymiseen liikenteessä vaikuttaa jatkuvasti riskien suuruuden arvioiminen, jonka perusteella tienkäyttäjät sopeuttavat käyttäytymistään. Muutokset liikenneväylissä tai ajoneuvoissa vaikuttavat tienkäyttäjän käyttäytymiseen, mikäli muutokset ovat tienkäyttäjän havaittavissa.

Onnettomuusteorioita ja -malleja sovellettaessa on tärkeää huomioida, että ne ovat yksinkertaistettuja ja abstrakteja kuvauksia todellisuudesta, eikä tiettyjä

säännönmukaisia periaatteita ole valmiiksi annettu tieliikenneonnettomuuksia tutkiville (Jamroz 2008). Elvikin et al. (2009, s. 91) mukaan kaikissa onnettomuusteorioissa on osa totuutta, mutta millään teorialla ei voida tieteellisesti selittää onnettomuuksien syntyä kokonaisuudessaan. Jokainen teoria selittää onnettomuuksia tietystä omasta osittaisesta näkökulmastaan. On totta, että onnettomuudet voidaan jossain määrin nähdä satunnaisina tapahtumina. Voidaan myös pitää totena, että jotkut ihmiset joutuvat onnettomuuteen todennäköisemmin kuin toiset. Niin ikään on totta, että ihmiset tekevät virheitä ja jotkut näistä virheistä johtavat onnettomuuksiin. Lisäksi on totta, että kun järjestelmien kehittämisessä huomioidaan ihmisten rajallisuus, virheitä tehdään vähemmän ja näin myös onnettomuuksia tapahtuu vähemmän. Siitä huolimatta mikään järjestelmä ei ole pettämätön. Ihmiset myös haluavat kokeilla rajojaan, eikä sitä voi estää. Ahlrothin ja Pölläsen (2011, s. 61) mukaan liikenneturvallisuusteoriat ohjaavat aina liikenneturvallisuustoimintaa ja parannustoimenpiteiden suuntaamista, koska parannustoimenpiteet perustuvat tiettyyn ajatteluun onnettomuuksien synnystä ja niiden estämisestä.

2.1.2 Riski, altistus ja vakavuus liikenneturvallisuusongelman osatekijöinä

Arkikielessä riski tarkoittaa jonkin menetyksen, tappion tai epäedullisen tapahtuman mahdollisuutta, uhkaa tai vaaraa (Kielitoimiston sanakirja 2019). Liikenneturvallisuudessa onnettomuusriskin (tai onnettomuusasteen) mittarina käytetään yleensä onnettomuuksien tai henkilövahinkojen lukumäärää suhteessa altistumiseen (Nilsson 2004, s. 14). Tilastoissa henkilövahinko-onnettomuusriskin yksikkönä käytetään esimerkiksi henkilövahinko-onnettomuuksien määrää 100 miljoonaa ajon.km kohden (Liikennevirasto 2018a, s. 14). Vaikka onnettomuusriski ei tarkoita samaa kuin onnettomuuden todennäköisyys, niitä voidaan teoriassa pitää verrannollisina toisiinsa, koska onnettomuusriskin kasvaessa onnettomuuden todennäköisyys kasvaa (Elvik, 2009, s. 35–36). Onnettomuustilastoihin pohjautuvissa tutkimuksissa kohteiden vaarallisuuden arvioimiseksi voidaan toisaalta laskea myös onnettomuustiheys (Ahlroth ja Pöllänen 2011, s. 171). Tilastoissa henkilövahinko-onnettomuustiheyden yksikkönä käytetään esimerkiksi henkilövahinko-onnettomuuksien määrää 100 tiekilometriä kohden (Liikennevirasto 2018a, s. 14).

Altistuksella tarkoitetaan sitä toimintaa, jonka aikana ihminen on altis onnettomuudelle (Elvik, 2009, s. 35). Elvikin (2014, s. 10) mukaan altistuksen mittarina käytetään tieliikenteessä yleensä vuoden keskimääräistä vuorokautista liikennemäärää tai -suoritetta. Toisaalta Elvik (2014, s. 30) esittää, että altistus voidaan myös määritellä ajassa ja paikassa rajatuksi toiminnaksi, jolla on mahdollisuus johtaa onnettomuuteen. Tällaisia tapahtumia liikenteessä ovat esimerkiksi ajoneuvojen kohtaamis-, kääntymis- ja jarrutustilanteet. Liikenneturvallisuudessa vakavuudella viitataan onnettomuuden seurauksiin, jotka kohdistuvat yleensä ihmisiin tai omaisuuteen (Peltola et al. 2005, s. 20). Nilssonin (2004, s. 20) mukaan vakavuuden mittarina voi käyttää onnettomuuksissa loukkaantuneiden lukumäärää suhteessa onnettomuuksien lukumäärään tai kuolleiden lukumäärää suhteessa loukkaantuneiden lukumäärään.

Liikenneturvallisuustilanteen kuvaamiseen voidaan käyttää liikenneturvallisuuskuutiota, jossa liikenneturvallisuusongelman suuruutta kuvataan näiden kolmen edellä mainitun osatekijän (riski, altistus, vakavuus) tulon avulla (Nilsson 2004, s. 19–20). Roineen ja Luoman (2009, s. 55) mukaan liikenneturvallisuustoiminnan lähtökohtana pitäisi olla turvallinen liikennejärjestelmä. Se tarkoittaa, että liikenneturvallisuuden kehittämisessä turvallisuussuunnittelun pitäisi sisältää koko liikennejärjestelmään kohdistettavat toimenpiteet ja uudet innovaatiot, joiden avulla voitaisiin pienentää onnettomuusriskiä liikennejärjestelmässä. Sen lisäksi tärkeää olisi kehittää keinoja altistuksen vähentämiseksi tai altistuksen kasvun hillitsemiseksi.

2.1.3 Tieliikenneonnettomuuksien syntyyn vaikuttavat riskitekijät

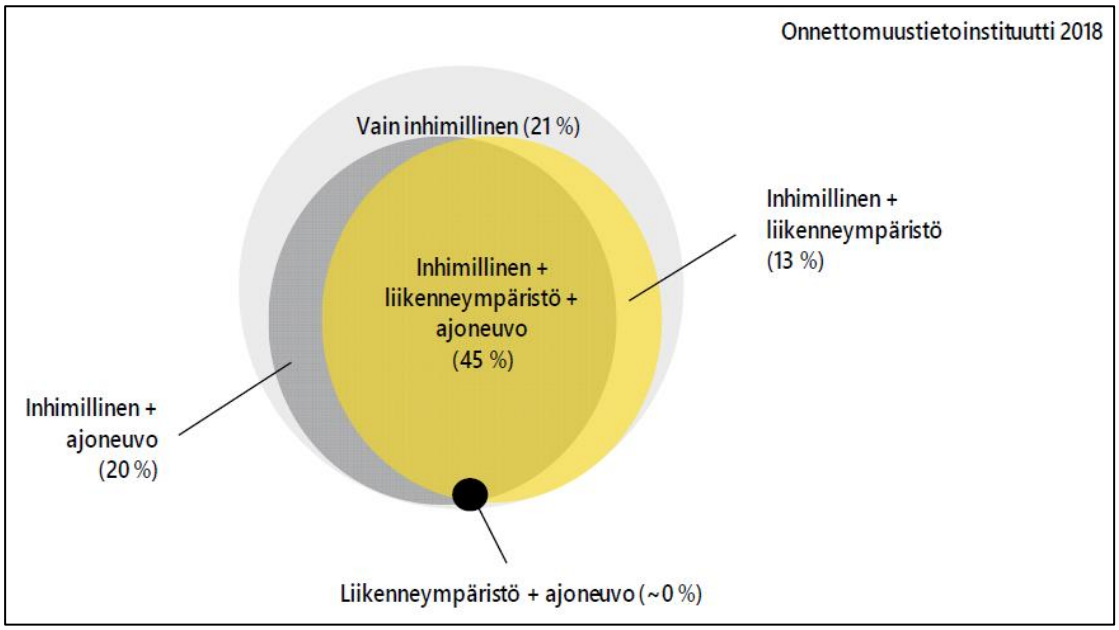
Vaikka tieliikenneonnettomuuksien synnylle ei voida yleensä asettaa selkeitä syitä, onnettomuustutkintojen avulla voidaan selvittää erilaisia riskitekijöitä (Nilsson 2004, s. 4). Liikenneonnettomuuksien yhteydessä käsitteellä riskitekijä tarkoitetaan mitä tahansa tekijää, joka kasvattaa onnettomuuden tapahtumisen todennäköisyyttä. Riskitekijät ovat tilastollisesti yhteydessä tieliikenneonnettomuuden todennäköisyyteen, mutta jokaista tieliikenneonnettomuuden riskitekijää ei voi pitää onnettomuuden aiheuttavana syynä (Elvik et al. 2009, s. 36). Riskitekijöitä voidaan pitää ehtoina, jotka säätelevät sitä, millaiset tapahtumat ovat mahdollisia tai todennäköisiä (LVK 2002, s. 20) Portinin (2012, s. 17) mukaan käsitettä riskitekijä voidaan muodollisesti analysoida niin, että riskitekijät muodostavat yhdessä jonkin ilmiön toteutumiselle riittävän ehdon, mutta yksin esiintyessään kukin riskitekijä on riittämätön.

Suomessa liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien käyttämässä liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmässä selvitetään sekä välittömiä että taustalla vaikuttaneita riskitekijöitä. Välittömällä riskitekijällä tarkoitetaan asiaa, joka on koko onnettomuuden laukaiseva tekijä ja se vaikuttaa aktiivisesti onnettomuuden aiheutumiseen. Vielä tarkempi määritelmä liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmässä välittömälle riskitekijälle on, että välitön riskitekijä selittää avaintapahtuman syntymistä. Avaintapahtumalla taas tarkoitetaan sitä välittömästi ennen onnettomuutta syntynyttä tapahtumaa, muutosta tai poikkeamaa normaalissa liikenteen kulussa, jonka seurauksena tieliikenneonnettomuuden syntyminen oli mahdollista. Välittömän riskitekijän merkityksestä liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmän muuttujaluettelossa todetaan, että välitön riski osaltaan vastaa kysymykseen, miksi onnettomuus tapahtui. Välitön riskitekijä voi liittyä tienkäyttäjään, ajoneuvoon tai liikenneympäristöön. Tienkäyttäjään liittyviä välittömiä riskitekijöitä ovat esimerkiksi kuljettajan arviointivirhe, nukahtaminen, jarrutusvirhe tai virheellinen ajolinja. Ajoneuvoon liittyviin välittömiin riskitekijöihin kuuluvat muun muassa ajoneuvon ohjauksen pettäminen tai renkaan puhkeaminen. Liikenneympäristöön liittyviä välittömiä riskitekijöitä ovat esimerkiksi tien reunan pettäminen tai yllättävä tien liukkaus. Usein välitön riskitekijä kuitenkin liittyy inhimilliseen virheeseen ja liikenneympäristöön ja ajoneuvoon liittyvät välittömät riskit ovat harvinaisempia. (LVK 2002, s. 19; OTI 2018e; OTI 2019b, s. 11)

Välittömien riskitekijöiden lisäksi liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien käyttämässä liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmässä selvitetään taustalla vaikuttaneita riskitekijöitä, jotka selittävät välittömän riskin syntymistä mahdollistamalla sen. Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien käyttämässä liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmässä selvitettävät taustalla vaikuttaneet riskitekijät voivat liittyä tienkäyttäjään, ajoneuvoon sekä liikenneympäristöön ja -järjestelmään. (OTI 2018e; OTI 2019b, s. 11) Tienkäyttäjään liittyviä taustalla vaikuttaneita riskitekijöitä ovat esimerkiksi tienkäyttäjän päihtymys, väsymys, piittaamaton asenne tai ylinopeus. Ajoneuvoon liittyviä taustalla vaikuttaneita riskitekijöitä ovat muun muassa ajoneuvon virheelliset rengaspaineet, tuuliherkkyys ja katvealueet. Liikenneympäristöön liittyviin taustalla vaikuttaneisiin riskitekijöihin kuuluvat esimerkiksi ajoradan kunto, risteyksen kunto ja liikenneympäristössä olevat törmäyskohteet. Liikennejärjestelmään liittyviä taustalla vaikuttaneita riskitekijöitä ovat esimerkiksi rangaistussäädökset ja ajoneuvovaatimukset (OTI 2019b, s. 11).

Vuosina 2013–2017 liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa inhimillinen riskitekijä oli lautakuntien havaitsemien riskien joukossa 99 prosentissa tutkituista onnettomuuksista. Ajoneuvoon liittyvä riskitekijä oli mukana 65 prosentissa ja liikenneympäristöön liittyvä 58 prosentissa tutkituista onnettomuuksista (OTI 2019b, s. 48). Vuosina 2013–2017 liikenneympäristöön liittyvä taustariski esiintyi noin 50–60 prosentissa

tutkituista moottoriajoneuvo-onnettomuuksista (LVK 2014, s. 41; LVK 2015, s. 41; OTI 2017b, s. 45; OTI 2018c, s. 48; OTI 2019b, s. 48). Liikenneonnettomuuksien syntyyn vaikuttavat usein erilaiset alueiden riskitekijät yhdessä. Kuvassa 3 havainnollistetaan liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien vuosina 2013–2017 tutkimien kuolemaan johtaneiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksien kolmen osa-alueen riskitekijöiden esiintymistä. Siinä ei kuitenkaan ole tehty jakoa välittömien ja taustalla vaikuttaneiden riskitekijöiden välille, vaan kuvassa ne esitetään kaikki samantasoisina. (OTI 2019b, s. 48)



Kuva 3. Välittömien ja taustalla vaikuttaneiden riskitekijöiden jakautuminen inhimillisiin sekä ajoneuvoon ja liikenneympäristöön liittyviin riskitekijöihin kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa 2013–2017 (OTI 2019b, s. 49).

Vuosina 2013–2017 tutkijalautakuntien tutkimista moottoriajoneuvo-onnettomuuksista 45 prosenttia oli sellaisia, joissa oli arvioitu esiintyneen kaikkiin kolmeen osa-alueeseen liittyviä riskitekijöitä. Moottoriajoneuvo-onnettomuuksia, joissa esiintyi ainoastaan inhimillisiä riskitekijöitä, oli 21 prosenttia tutkituista tapauksista. Ajoneuvoon tai liikenneympäristöön liittyvä riskitekijä ei esiintynyt yhdessäkään onnettomuustutkinnassa ainoana riskitekijänä, vaan niiden lisäksi mukana oli aina inhimillinen riskitekijä. Hyvin pieni osa (~0 %) onnettomuustutkinnoista oli sellaisia, joissa liikenneympäristöön sekä ajoneuvoon liittyvät riskitekijät arvioitiin yhdessä esiintyneen onnettomuudessa ilman inhimillistä riskitekijää.

2.2 Liikenneturvallisuuteen vaikuttavia asioita liikenneympäristössä

2.2.1 Liikennemäärät, liikenteen koostumus ja maankäyttö

Elvikin et al. (2009, s. 1026–1029) mukaan liikennemäärää voidaan pitää merkittävimpänä yksittäisenä liikenneonnettomuuksien määrään vaikuttava tekijänä. Mitä enemmän on liikennettä, sitä enemmän voidaan liikenneonnettomuuksia odottaa tapahtuvan, mikäli muut olosuhteet pysyvät muuttumattomana. Fridstrømin et al. (1994, s. 15) mukaan altistuminen selittää vähintään 50 % kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien ja 70 % henkilövahinko-onnettomuuksien määrän systemaattisesta vaihtelusta. Koska liikennemäärällä on suuri merkitys, liikennemääriin vaikuttamalla voidaan myös vaikuttaa onnettomuuksien määrään ja onnettomuusriskiin (Elvik et al. 2009, s. 1026).

Liikenne- ja onnettomuusmäärän kasvu eivät ole lineaarisesti yhteydessä toisiinsa, koska niiden väliseen yhteyteen vaikuttaa monia erilaisia tekijöitä, kuten

väylätyyppi, kapasiteetti, onnettomuuksien tyypit ja liikennemäärän ajalliset vaihtelut. Suuremmat liikennemäärät tarkoittavat yleensä myös, että tiet ovat laatutasoltaan parempia. Sen lisäksi vilkkaasti liikennöidyllä tiellä tienkäyttäjät saattavat olla tarkkaavaisempia kuin harvemman liikenteen teillä. Vilkasliikenteisellä tiellä ajaminen ei tunnu kuljettajista yhtä monotoniselta kuin hyvin harvaliikenteisellä tiellä ajaminen. Hyvin vilkkaassa liikenteessä ajonopeudet laskevat, ja pienillä nopeuksilla onnettomuuksien tapahtumisesta tulee epätodennäköisempää. Lisäksi ajonopeuksien ollessa pieniä onnettomuudet ovat seurauksiltaan lievempiä. (Elvik et al. 2009, s. 53–59)

Liikennemäärän kasvaessa onnettomuusmäärä kasvaa, mutta yksittäisen tienkäyttäjän onnettomuusriski usein laskee (Elvik et al. 2009, s. 1026). Onnettomuusriskillä tarkoitetaan tässä tapauksessa onnettomuusmäärää suhteessa liikennesuoritteeseen. Elvikin et al. (2009, s. 1026) mukaan monet tieympäristöön tehdyt muutokset vaikuttavat myös liikennemääriin, jolloin henkilövahinko-onnettomuusriskin (henkilövahinko-onnettomuudet/100 milj. ajon.km) pienentyminen voidaan virheellisesti yhdistää muuttuneeseen tieympäristöön, vaikka todellisuudessa syynä henkilövahinko-onnettomuusriskin laskuun olisi liikennemäärän kasvu. (Elvik et al. 2009, s. 1026). Saleniuksen (2012, s. 77–80) mukaan Suomen maanteillä kaikissa tieryhmissä henkilövahinko-onnettomuusriski laskee liikennemäärän kasvaessa, mutta maaseudun pääteillä niiden välinen yhteys ei ole yhtä selkeä kuin taajamateillä ja maaseudun alempiasteisilla teillä. Maaseudun pääteillä yksittäisonnettomuuksien henkilövahinko-onnettomuusriski yleisesti pienenee liikennemäärän kasvaessa. Sen sijaan kääntymis- ja risteämisonnettomuusriskit sekä ohitus- ja kohtaamisonnettomuuksien riskit kasvavat, mitä vilkkaammasta tiestä on kyse. (Salenius 2012, s. 77–80)

Liikennemäärään ja liikenteen koostumukseen on yhteydessä tietä ympäröivä maankäyttö (Elvik et al. 2009, s. 1032). Saleniuksen (2012, s. 106–109) mukaan maanteillä henkilövahinko-onnettomuusriski kasvaa asutustiheyden kasvaessa, mutta kuolemanriskin (kuolleet/100 milj. ajon.km) ja asutustiheyden välillä ei ole selkeää yhteyttä. Maanteillä suurempi asutustiheys on yhteydessä erityisesti kääntymis-, risteämis- ja peräänajo-onnettomuuksiin sekä jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksiin. Peltolan ja Rajamäen (2005, s. 80) mukaan maanteillä tilastotaajamia hieman harvemman asutuksen alueilla kuolemanriski on suurin, ja niillä erityisongelmana ovat ohitus- ja kohtaamisonnettomuudet sekä jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuudet. Elvikin et al. (2009, s. 170) mukaan henkilövahinko-onnettomuuksien on kokonaisuudessaan havaittu laskeneen noin 25 prosenttia, kun on rakennettu ohikulkuteitä siirtämällä pitkämatkainen liikenne kaupunkien ulkopuolelle. Toisaalta ohikulkutien turvallisuusvaikutukset vaihtelevat ja riippuvat esimerkiksi aiemmasta onnettomuusmäärästä, liikennemääristä ja liikenteen siirtymisestä ohikulkutielle, liittymien suunnittelusta ja myös vanhalle tielle tehdyistä muutoksista. (Elvik et al. 2009, s. 170)

Liikenteen määrän lisäksi liikenteen koostumus vaikuttaa liikenneturvallisuuteen. Tieliikenteessä samassa liikenneympäristössä on yhteensovitettu autoilu, jalankulku ja pyöräily, joiden väliset nopeuserot ovat suuria. Kulkuneuvojen ja ihmisten ominaisuudet ovat erilaisia sekä liikenteessä liikkuu sekä ammattikuljettajia että amatöörejä. (Ahlrot ja Pöllänen 2011, s. 14) Elvikin et al. (2009, s. 57) mukaan tieliikenteessä eri tienkäyttäjäryhmille voidaan määrittää erilainen suhdeluku henkilövahinko-onnettomuusriskille. Pienin onnettomuusriski tieliikenteessä on linja-auton matkustajalla. Koko tieliikennettä tarkasteltaessa moottoripyöräilijällä henkilövahinko-onnettomuusriski on kymmenkertainen verrattuna henkilöauton kuljettajaan tai matkustajaan. Jalankulkijoilla ja polkupyöräilijöillä on suhteellisen suuri henkilövahinko-onnettomuusriski, mutta jalankulkijat ja polkupyöräilijät kulkevat suuren osan matkoista kaupunkiympäristössä, eivätkä juurikaan taajamien ulkopuolisilla maanteillä. (Elvik et al. 2009, s. 57) Kelkka et al. (2010 s. 109) toteavat, ettei jalankulusta ja polkupyöräilystä ole määrätietoa maanteiltä, jonka vuoksi ei voida tehdä

riskitarkasteluita, joissa kuolemien määrä suhteutetaan jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrään.

Tienkäyttäjäryhmien henkilövahinko-onnettomuusriskin määrittäminen ei toisaalta ole yksiselitteistä, koska sekä jalankulkijoiden että moottoriajoneuvojen suurempi määrä tiellä pienentää molemmissa tapauksissa tienkäyttäjäryhmän onnettomuusriskiä (Elvik et al. 2009, s. 58–59). Jacobsenin (2015) mukaan erityisesti jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden suuremmasta määrästä aiheutuva *safety in numbers* -ilmiössä on kyse siitä, että moottoriajoneuvojen kuljettajien käytöksessä tapahtuu muutoksia, kun liikenteessä on enemmän jalankulkijoita tai pyöräilijöitä, jolloin jalankulkijan tai pyöräilijän onnettomuusriski pienenee. Elvikin ja Goelin (2019, s. 146) mukaan liikenneympäristön laadun ja *safety in numbers* -ilmiön välillä ei ole havaittu selkeää yhteyttä. Ilmiön on pikemminkin havaittu vaikuttavan laajemmalla tasolla esimerkiksi koko kaupungissa, eikä pienemmällä tasolla yksittäisissä liikenneympäristön kohteissa, kuten liittymissä.

Liikenteen koostumusta syvemmin tarkasteltaessa liikenne koostuu hyvin erilaisista tienkäyttäjistä. Liikenneturvallisuuteen vaikuttavat tienkäyttäjien eli ihmisten käyttäytyminen ja ihmisten yksilölliset ominaisuudet. Tienkäyttäjien liikennekäyttäytymistä ohjaavat esimerkiksi asenteet, yhteiskunnan normit, lainsäädäntö, kulttuuri, elinympäristö, elämisen ja liikkumisen tavoitteet, taidot, ajoneuvon hallinta sekä liikennetilanteet (Ahlroth ja Pöllänen 2011, s. 73). Tienkäyttäjien käyttäytymiseen liittyen ihmisten yksilölliset erot voidaan jakaa pysyviin, muuttuviin ja vaihteleviin tekijöihin. Koko eliniän melko samanlaisina pysyviä tekijöitä ovat esimerkiksi ihmisen älykkyys, reaktiokyky, reaktionopeus ja luonteen tasapainoisuus. Ihmisten eliniän myötä muuttuvia tekijöitä ovat muun muassa ajokokemus, terveydentila ja asenteet. Nopeasti vaihtelevia tekijöitä ovat esimerkiksi väsymys, masennus, voimakkaat tunnetilat, alkoholi ja lyhytaikaiset sairaudet. (Ahlroth ja Pöllänen 2011, s. 75).

Liikenteen koostumusta tarkasteltaessa myös ajoneuvojen ominaisuudet vaihtelevat. Kelkan et al. (2011, s. 16) mukaan vuosina 1994–2003 yksiajorataisilla pääteillä tapahtuneissa kuolemaan johtaneissa kohtaamisonnettomuuksissa toisena osapuolena oli raskas ajoneuvo 40 prosentissa tapauksista. Kohtaamisonnettomuuksissa muun muassa ajoneuvojen massaero ja ikä vaikuttavat kuolemanriskiin (kuolleita/100 milj. ajon.km) (Kelkka et al. 2006, s. 3). Saleniuksen (2012, s. 81–82) mukaan maaseudun pääteillä kuolemanriski onkin sitä suurempi, mitä enemmän on raskasta liikennettä, mutta henkilövahinko-onnettomuusriski on lähes muuttumaton raskaan liikenteen osuuden vaihteluista huolimatta.

Ajoneuvojen ja jalankulkijoiden lisäksi pääteiden liikenneympäristössä liikkuu eläimiä. Tien ylittää toisinaan eläimiä, joiden väistämisen seurauksena ajoneuvo voi päätyä vastaantulijoiden kaistalle tai ojanpenkkaan, jolloin syntyy riski onnettomuudelle (Liikenneturva 2019). Pienikokoisiin eläinlajeihin törmääminen yleensä johtaa ainoastaan ajoneuvon vahingoittumiseen, mutta suurempiin eläimiin, kuten hirviin, törmättäessä riski henkilövahinkojen syntymiselle on suurempi (Niemi et al. 2017). Liikenneviraston (2018a, s. 16) mukaan Suomessa eläinonnettomuuksista yleisimpiä ovat hirvi- ja peuraonnettomuudet. Hirvionnettomuuksia tapahtuu koko maassa, erityisesti vilkkaasti liikennöidyillä kaksikaistaisilla pääteillä (Liikennevirasto 2018e, s. 9). Suuri riski hirviin törmäämiseen on alueilla, joissa hirviaidat alkavat ja loppuvat (Liikenneturva 2019).

2.2.2 Väylätyyppi, poikkileikkaus ja tien geometria

Elvikin et al. (2009, s. 60) mukaan erilaisilla tietyypeillä on havaittu olevan tilastollisesti erilainen henkilövahinko-onnettomuusriskin taso. Peltolan ja Mesimäen (2019, s. 15) mukaan vuosilta 2009–2017 kerättyjen tietojen perusteella Suomen normaaleilla yksiajorataisilla kaksikaistaisilla pääteillä henkilövahinko-

onnettomuusriski oli 5,6 onn./100 milj. ajon.km ja kuolemaan johtavan onnettomuuden riski 0,65 onn./100 milj. ajon.km. Valtonen (2014, s. 26) toteaa, että erityisesti yksiajorataiset päätiet ovat potentiaalinen turvallisuuden parantamisen kohde, koska niillä tapahtuu lukumäärällisesti noin puolet maanteiden liikennekuolemista. Yksiajorataisilla pääteillä liikennekuolemat tapahtuvat usein kohtaamisonnettomuuksissa, koska tietyypillä todennäköisyys törmätä vastaantulijaan on suuri ja törmäyksen seuraukset ovat vakavat. Yleensä kohtaamisonnettomuuksissa henkilöauto joutuu vastakkaiselle kaistalle ohjaamattomuuden tai hallinnan menetyksen vuoksi. (Kelkka et al. 2011, s. 16)

Elvikin et al. (2009, s. 214–215) mukaan tien poikkileikkaukseen liittyvistä ominaisuuksista ajosuuntien erottelun on useimmissa tutkimuksissa havaittu vähentävän onnettomuuksia, ja leveä keskialue on turvallisuutta parantava tekijä taajamien ulkopuolella. Henkilövahinko-onnettomuusriski on eri tietyypeistä moottoriteillä tyypillisesti matalin (Elvik et al. 2009, s. 60). Peltolan ja Mesimäen (2019, s. 15) mukaan vuosilta 2009–2017 kerättyjen tietojen perusteella Suomen moottoriteillä henkilövahinko-onnettomuusriski oli 2,4 onn./100 milj. ajon.km ja kuolemaan johtavan onnettomuuden riski 0,12 onn./100 milj. ajon.km. Henkilövahinko-onnettomuuksien ja liikennekuolemien lukumäärän perusteella moottoriteillä yleisin onnettomuusluokka on yksittäisonnettomuudet (Peltola ja Rajamäki 2004, s. 22). Moottoriteillä ajoneuvojen yhteenajoja tapahtuu vähän, koska ajosuunnat on eroteltu eikä tasoliittymiä ole (Kelkka et al. 2009, s. 27). Toisaalta eritasoliittymissä tapahtuu onnettomuuksia, joita kaikkia ei onnettomuustilastoissa tulkita moottoriteiden onnettomuuksiksi (Peltolan ja Rajamäki 2004, s. 22). Moottoritiet ovat turvallinen tietyyppi ajosuoritteeseen suhteutettuna, mutta tiepituuteen suhteutettuna moottoriteillä kuolleita on paljon suurten liikennemäärien takia (Kelkka et al. 2009, s. 48). Lisäksi Elvik et al. (2009, s. 166) toteavat, että uusien moottoriteiden rakentamisen jälkeen kokonaisuudessa onnettomuudet eivät välttämättä vähene odotetusti, koska kaikki liikenne ei siirry vanhoilta teiltä moottoritielle ja uusi moottoritie usein synnyttää myös uutta liikennettä.

Kautiala et al. (2006, s. 41) toteavat, että tienpidon toimenpiteistä keskikaiteiden rakentamisella voitaisiin huomattavasti vähentää erityisesti kuolemaan johtaneita kohtaamisonnettomuuksia. Peltolan ja Mesimäen (2019, s. 23) mukaan maanteillä keskikaiteen avulla voidaan estää noin neljä liikennekuolemaa viidestä. Peltolan ja Mesimäen (2019, s. 15) mukaan vuosina 2009–2017 maanteiden keskikaidejaksoilla henkilövahinko-onnettomuusriski oli 3,8 onn./100 milj. ajon.km ja kuolemaan johtavan onnettomuuden riski 0,10 onn./100 milj. ajon.km. Henkilövahinkoon johtaneiden sekä vakavien loukkaantumisten riskit ovat keskikaideteillä pienempiä kuin sekaliikenneteillä ja kuolemaan johtavan onnettomuuden riski jopa pienempi kuin moottoriteillä. Kelkan et al. (2011, s. 31) mukaan keskikaiteet ovat käyttökelpoisia erityisesti raskaan liikenteen kanssa tapahtuvien kohtaamisonnettomuuskuolemien ehkäisyssä, koska jo varsin maltillisella keskikaiteiden määrällä kaikista vilkasliikenteisillä valtatieosuuksilla päästäisiin vaikuttamaan suureen osaan niistä kohtaamisonnettomuuksista, joissa raskas liikenne on mukana.

Peltolan ja Mesimäen (2019, s. 21) mukaan moottoriliikenneteillä on sekaliikenneteitä pienempi henkilövahinko-onnettomuusriski, mutta kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta moottoriliikenneteille ei voida määrittää tilastollisesti luotettavaa tulosta. Peltolan ja Mesimäen (2019, s. 15) mukaan henkilövahinko-onnettomuusriskit ovat leveäkaistateillä sekä leveän keskimerkinnän teillä pienempiä kuin normaaleilla yksiajorataisilla sekaliikenneteillä. Vuosina 2009–2017 leveäkaistateillä henkilövahinko-onnettomuusriski oli 4,6 onn./100 milj. ajon.km ja leveän keskimerkinnän teillä 5,1 onn./100 milj. ajon.km. Peltolan ja Mesimäen (2019, s. 24) mukaan kuolemaan johtavan onnettomuuden riski on kuitenkin leveäkaistateillä suurempi kuin vastaavilla sekaliikenneteillä. Lisäksi on viitteitä siitä, että leveä keskimerkintä saattaa lisätä liikennekuolemien riskiä. Pienten onnettomuusaineistojen vuoksi

tulokset eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti varmoja. (Peltola ja Mesimäki 2019, s. 24)

Elvikin et al. (2009, s. 214–227) mukaan tien poikkileikkaukseen liittyvistä ominaisuuksista pelkästään ajokaistojen lisäämisellä kahdesta neljään ei ole tutkimuksissa havaittu olevan merkittävää vaikutusta onnettomuusriskiin. Tien leventämisen on havaittu tutkimuksissa vähentävän onnettomuuksia taajamien ulkopuolisilla teillä, mutta toisaalta taajamissa vaikutus voi olla päinvastainen. Kaistaleveyden vaikutuksesta onnettomuusriskiin on saatu ristiriitaisia tutkimustuloksia. Kaistojen leventäminen saattaa vähentää onnettomuuksia kaarteissa mutta lisätä niitä suorilla osuuksilla. Pientareellisilla teillä on havaittu olevan pienempi onnettomuusriski kuin teillä, joista pientareet puuttuvat kokonaan. Leveämmillä pientareilla on pääsääntöisesti positiivinen vaikutus liikenneturvallisuuteen. (Elvik et al. 2009, s. 214–227)

Elvikin et al. (2009, s. 223) mukaan Norjassa noin kolmasosa henkilövahinko-onnettomuuksista ja yli puolet kohtaamisonnettomuuksista tapahtuu maanteillä kaarteissa. Tien geometrisista ominaisuuksista esimerkiksi kaarresäde, pystygeometria ja kaarteiden välinen etäisyys voivat vaikuttaa onnettomuusriskiin. Kaarteissa korostuvat onnettomuusluokista yksittäis- ja kohtaamisonnettomuudet, pimeällä tapahtuvat onnettomuudet ja tapaukset, joissa ajoneuvon kuljettaja on päihtynyt. Toisaalta Elvik et al. (2009, s. 235) toteavat, että tien geometrian ja onnettomuusriskin välisen yhteyden tarkastelu on monimutkaista, koska tien geometrian ohella moni muu tekijä vaikuttaa onnettomuuksiin. Tien geometriaan liittyvistä asioista ei voida eritellä yksittäisten tekijöiden vaikutusta.

Liikenneturvallisuutta pyritään usein parantamaan erottamalla rakenteellisesti jalankulku ja pyöräily moottoriajoneuvoliikenteestä. Tutkimuksissa moottoriajoneuvoliikenteestä erotettu pyörätie vähensi onnettomuuksia linjaosuuksilla, mutta toisaalta lisäsi moottoriajoneuvojen ja pyöräilijöiden välisiä onnettomuuksia risteyksissä. Selityksenä voi olla se, että kulkumuotojen erottelun takia pyöräilijät ja autoilijat kiinnittävät vähemmän huomiota toisiinsa (Elvik 2009, s. 158). Eläinten liikkuminen pyritään usein myös pitämään erillään moottoriajoneuvoliikenteestä. Hirvieläinonnettomuuksia voidaan torjua riista-aidoilla, mutta niiden tehokkuus vaihtelee. Tehokkaimmillaan aidat ovat moottoriteillä. Sekaliikenneteillä maankäyttöliittymät mahdollistavat eläinten pääsyn tielle. (Tiehallinto, 2005 s. 13) Toisaalta moottoriteiden aitaaminen voi siirtää hirvieläinonnettomuuksia aidatuilta tieosuuksilta aitaamattomille rinnakkaisteille. Aita ei poista hirvieläinten liikkumistarvetta, minkä takia riista-aitojen yhteyteen tulisi rakentaa yli- tai alikulkuratkaisuja (Niemi et al. 2007, s. 58–59).

2.2.3 Liittymät

Peltolan ja Rajamäen (2004, s. 37) mukaan vuosina 1997–2001 Suomen maanteiden henkilövahinko-onnettomuuksista kolmannes ja liikennekuolemista noin neljännes tapahtui liittymissä. Elvikin et al. (2009, s. 178) mukaan myös Norjassa kaupunkien ulkopuolella liittymissä tapahtuu noin 35 prosenttia poliisin tietoon saamista henkilövahinko-onnettomuuksista. Suomen pääteillä liittymissä henkilövahinko-onnettomuusriski on 2,5-kertainen linjaosuuksiin verrattuna (Kulmala 1995, Salenius 2012, s. 96 mukaan). Lisäksi maanteillä alle 50 metrin päässä liittymästä onnettomuustiheyden on havaittu olevan suurempi kuin sitä kauempana liittymästä, koska liittymätoiminnot aiheuttavat onnettomuuksien lisääntymisen (Peltola ja Malin 2016, s. 23). Toisaalta Elvik et al. (2009, s. 178) mukaan yleisesti liittymissä tapahtuvat onnettomuudet ovat yleensä seurauksiltaan lievempiä kuin muut henkilövahinko-onnettomuudet, mikä todennäköisesti johtuu matalammista ajonopeuksista liittymissä verrattuna suoriin tieosuuksiin.

Peltolan ja Rajamäen (2005, s. 51) mukaan maanteiden erilaisissa liikenneympäristöissä liittymäonnettomuuksien osuudet vaihtelevat, mikä voi

johtua liittymämäärien eroista, erilaisista liittymätyypeistä ja liittymien turvallisuuseroista. Tasoliittymien vaarallisuutta maanteillä Kelkka et al. (2006, s. 111–112) selittävät sillä, että pääsuuntaa kulkeva ajaa suurella nopeudella tietoisena etuajo-oikeudestaan, ja samaan aikaan sivutieltä tasoliittymään tulevalla on hetkellisesti risteävä ajosuunta ja useita toimintoja tehtävänä. Tasoliittymissä oleellisimmat tekijät onnettomuusmäärän kannalta ovat liittymään saapuvien ajoneuvojen määrä ja liittymätyyppi (Peltola ja Malin 2016, s. 48). Yleisesti liittymissä onnettomuusriski kasvaa, mikäli liittymässä on enemmän haaroja ja suurempi määrä ajoneuvoja saapuu liittymään alempitasoiselta tieltä (Elvik et al. 2009, s. 61). Liikenneturvallisuuden takia pääteillä ei nykyään käytetä lainkaan nelihaaraisia tasoliittymiä, ellei kyseessä ole kiertoliittymä tai valo-ohjauksinen liittymä (Tiehallinto 2001, s. 35).

Kelkan et al. (2006, s. 132) mukaan tasoliittymien turvallisuutta voi parantaa muun muassa helpottamalla liittymistapahtumaa, muuttamalla törmäyssuunnat loivemmiksi, vähentämällä ajonopeuksia sekä parantamalla liittymän havaittavuutta. Porrastetussa tasoliittymässä nelihaaraliittymä on jaettu kahdeksi kolmihaaraliittymäksi (Karhu 2019, s. 16). Porrastetulla liittymällä voidaan vähentää liittymän konfliktipisteiden määrää ja siten yksinkertaistaa liittymän läpi kulkevan tienkäyttäjän tehtävää (Elvik et al. 2009, s. 195). Tasoliittymiä voidaan myös kanavoida ja tehdä niihin väistötiloja. Tasoliittymien kanavointi on toimenpide, jossa liikennevirrat erotellaan käyttämällä saarekkeita tai tiemerkintöjä. Koko liittymän kanavoinnin on havaittu vähentävän henkilövahinko-onnettomuuksia nelihaaraliittymissä, mutta ei kolmihaaraliittymissä. Sivuteiden kanavointi lisää henkilövahinko-onnettomuuksia kolmihaaraliittymissä. Liittymien kanavoinnissa fyysisen ja tiemerkinnöillä tehdyn kanavoinnin välillä ei ole havaittu eroja. (Elvik et al. 2009, s. 178–180). Karhu (2019, s. 113) on tarkastellut kolmihaaraliittymien väistötilakanavoinnin vaikutuksia. Oikea-vasenporrastetuissa liittymissä oleva väistötila näytti parantavan liittymän turvallisuutta, mutta vasen-oikeaporrastuksissa tulos oli päinvastainen.

Liittymätyypeistä kiertoliittymät vähentävät merkittävästi kaikkien onnettomuuksien määrää. Suurin vaikutus kiertoliittymillä on kuolemaan johtaneisiin onnettomuuksiin. (Elvik 2009, s. 187) Kiertoliittymät karsivat vakavimmat risteämis- ja kohtaamisonnettomuudet tehokkaasti pois ja vähentävät onnettomuuksien kokonaismäärää, mutta toisaalta kiertoliittymissä tapahtuu paljon jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksia (Montonen 2008, s. 66). Tasoliittymän korvaaminen eritasoliittymällä vähentää myös onnettomuuksia. Timantin muotoisissa eritasoliittymissä onnettomuuksia tapahtuu vähiten, mutta erot muihin eritasoliittymätyyppeihin eivät ole merkittäviä. Timantin muotoisen eritasoliittymä on tienkäyttäjille yksinkertainen ja siksi virheitä tapahtuu vähemmän. Lisäksi suorilla rampeilla tapahtuu vähemmän onnettomuuksia kuin kaarevilla rampeilla. (Elvik 2009, s. 200-202) Eritasoliittymien turvallisuuteen vaikuttavat muun muassa sivutien liikenteen osuus ja lähellä sijaitsevat eritaso- ja tasoliittymät (Häkkänen 2016, s. 79).

2.2.4 Tien reunaympäristö ja näkemäesteet

Elvikin et al. (2009, s. 231–232) mukaan tien reunaympäristö vaikuttaa sekä henkilövahinko-onnettomuuksien määrään että vakavuuteen. Henkilövahinko-onnettomuusriskiin on reunaympäristön ominaisuuksista havaittu vaikuttavan esimerkiksi jyrkät luiskat, kiinteät esteet ja niiden etäisyys tiestä. Tien reunaympäristöllä on merkitystä erityisesti yksittäisonnettomuuksissa. Kelkan et al. (2011, s. 10–12) mukaan yksiajorataisten pääteiden liikennekuolemissa yksittäisonnettomuudet ovat toiseksi yleisin onnettomuusluokka ja moottoriteiden liikennekuolemissa yleisin onnettomuusluokka. Yksittäisonnettomuuksissa törmäyskohteet voivat olla pistemäisiä, kuten puut ja pylväät. Törmäyskohteet voivat olla myös jatkuvia, kuten kaiteet, maaluiskat ja kallioleikkaukset. Rajamäen (2013, s. 61) mukaan vuosina 2000–2009 yleisin ensisijainen törmäyskohde

kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa olivat puut (27 %), ojan vastaluiska (15 %), valo-, sähkö- tai puhelinpylväs (14 %) ja liittymät ja ojarumpu (13 %) ja kaide (10 %). Kelkan et al. (2006, s. 113) mukaan törmäyskohteiden vaikutukseen vammojen aiheuttajana vaikuttaa törmäyssuunta ja törmäyskohteiden tunkeutuminen auton sisään. Kelkka et al. (2011, s. 24) toteavat, että moottoriteillä riskinä on reunaympäristöjen puutteellinen suistumisturvallisuus yhdistettynä korkeisiin ajonopeuksiin, Moottoriteiden yksittäisonnettomuuksien kuolemista noin puolessa pahimmat seuraukset aiheuttivat törmäyskohteena ollut kaide tai muu este, joka tulisi suojata kaiteella. Tiekaiteiden vääränlainen tai puutteellinen toiminta esiintyi noin joka kolmannessa kuolemaan johtaneessa moottoritien onnettomuudessa. (Kelkka et al. 2009, s. 54–55)

Rajamäki (2013, s. 62) on selvittänyt henkilövahinko-onnettomuuksien vähentämistä poistamalla puustoa leveämmin pääteiden reunaympäristöstä. Arviot puuston poistamisen turvallisuushyödyistä jäivät kuitenkin epävarmoiksi. Rajamäen (2013, s. 58) mukaan leveämpi puuston poistaminen saattaa kasvattaa ajonopeuksia. Mikäli puuston leveämpi poistaminen ei muuta ajotapoja, voi puuston poistamisen olettaa lieventävän suistumisonnettomuuksien seurauksia. Liikenneviraston (2013, s. 35) mukaan reunaympäristön suunnitteluperiaatteena on, että reunakaiteita on käytettävä maanteillä, mikäli kiinteitä esteitä ei voida sijoittaa tarpeeksi kauaksi tiestä tai luiskat joudutaan tekemään vaarallisen jyrkiksi. Elvikin et al. (2009, s. 254) mukaan luiskien varrella olevat kaiteet vähentävät henkilövahinkoihin ja kuolemaan johtaneita suistumisonnettomuuksia. Kelkan et al. (2006, s. 132) mukaan pääteiden suistumisturvallisuuden parantamisessa huomiota tulisi kiinnittää kaiteiden turvalliseen toimintaan sekä sivutieliittymien, pengerluiskien ja ojarumpujen törmäysturvallisuuteen. Rajamäen (2013, s. 63) mukaan yksityistieliittymien vähentämisellä voisi alentaa onnettomuusriskiä, koska suistumisonnettomuuksien henkilövahinko-onnettomuusriski on pääteillä sitä korkeampi, mitä suurempi on yksityistieliittymien tiheys tieosalla.

Pääteiden reunaympäristöön voi liittyä myös näkemäesteitä. Malinin et al. (2016, s. 30) mukaan vuosina 2009–2014 liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimissa kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa puut tai metsä olivat tavallisin näkemää rajoittanut tekijä. Riittämättömiä näkemiä oli tyypillisesti risteävien ajosuuntien yhteenajoissa. Salenius (2012, s. 113) on tarkastellut maanteillä näkemien yhteyttä liikenneturvallisuuteen näkemäprosenttien perusteella. Henkilövahinko-onnettomuusriski näytti pienenevän kaikilla maanteillä näkemäosuuksien kasvaessa, mutta näkemien ja kuolemanriskin (kuolleet/100 milj. ajon.km) välillä ei ollut selkää yhteyttä. Elvikin et al. (2009, s. 193) mukaan liittymissä näkemien parantaminen ei johda tilastollisesti merkitsevään henkilövahinko-onnettomuuksien vähentymiseen. Mahdollinen selitys on se, että tienkäyttäjät mukauttavat käyttäytymistään näkemien perusteella ja ovat erityisen varovaisia silloin, kun näkemät ovat heikot. Malmivuon (1999, s. 39) mukaan pääteiden liittymissä näkemien parantaminen ei paranna liittymien turvallisuutta kuljettajan tekemän havainnoinnin kannalta, koska näkemien parantaminen saa sivutieltä liittymää lähestyvät kuljettajat aloittamaan ja lopettamaan päätien liikenteen tarkkailun aikaisemmassa vaiheessa. Liittymänäkemien parantaminen ei vaikuta merkittävästi ajonopeuksiin liittymää lähestyessä.

2.2.5 Nopeusrajoitusjärjestelmä ja ajonopeudet

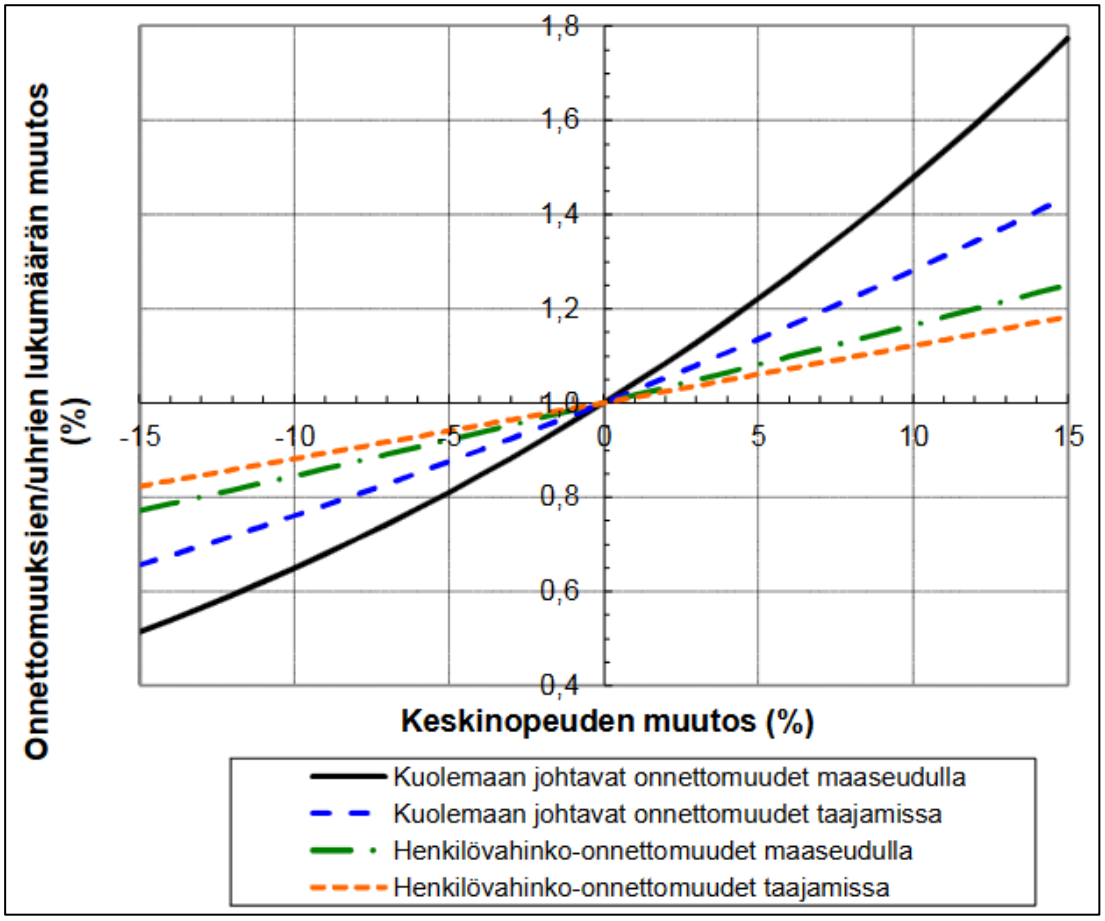
Suomen nopeusrajoitusjärjestämä koostuu yleisistä nopeusrajoituksista sekä tiekohtaisista ja paikallisista nopeusrajoituksista. Niiden lisäksi voidaan käyttää tietyn ajan voimassa olevia nopeusrajoituksia, joilla osoitetaan pysyvää nopeusrajoitusta alempia rajoitusarvoja. Nopeusrajoituksista päätettäessä on tavoitteena muun muassa liikenneonnettomuuksien määrän vähentäminen ja niiden seurausten vakavuuden lieventäminen siellä, missä onnettomuustiheys on suuri. Lisäksi tavoitteena on pyrkiä tienkäyttäjien onnettomuusriskin alentamiseen sellaisissa tie- ja liikenneolosuhteissa, joissa riski on suuri, sekä riskialttiimpien

tienkäyttäjäryhmien turvallisuuden parantamiseen. Päätieympäristössä nopeusrajoituksille asetetuista tavoitteista painotetaan liikenneturvallisuuden ohella lähinnä liikenteen sujuvuutta. Yksittäisten nopeusrajoitusten määrittämisessä otetaan liikenne- ja viestintäministeriön yleisohjeen mukaisesti huomioon tie-, liikenne ja ympäristöolosuhteiden perusteella useita vaikuttavia tekijöitä ja huomioidaan tiellä vallitseva turvallisuustaso. (Tiehallinto 2009, s. 12–15)

Saleniuksen (2012 s. 85–86) mukaan pelkän nopeusrajoituksen vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen ei voida tehdä yksioikoisesti johtopäätöksiä maanteiden onnettomuustilastojen perusteella, koska nopeusrajoitus määritetään useiden eri tekijöiden perusteella, jotka vaikuttavat liikenneturvallisuuteen. Nopeusrajoitus pikemminkin kertoo liikenneympäristön olosuhteista ja turvallisuustilanteesta kuin vaikuttaisi liikenneturvallisuuteen itsenäisesti. Vertailtaessa maantieosuuksia, joissa on erilaiset nopeusrajoitukset, henkilövahinko-onnettomuusriski on sitä suurempi, mitä pienempi on nopeusrajoitus. Alhaisen nopeusrajoituksen maantiellä voi olla korkea onnettomuusriski esimerkiksi suuren liittymätiheyden vuoksi, minkä takia nopeusrajoitusta on jouduttu laskemaan. (Salenius 2012, s. 85–86)

Nopeusrajoitusten tarkoitus on ohjata tienkäyttäjien nopeuskäyttäytymistä. Väylävirasto seuraa autojen nopeuksien kehitystä pääteillä. Autojen keskinopeustaso on pysynyt 2000-luvulla lähes vakiona. Vuoden 2018 tietojen perusteella kesäkaudella noin 44 prosenttia ja talvikaudella noin 51 prosenttia autoista ajoi pääteillä ylinopeutta tiekohtaiseen nopeusrajoitukseen verrattuna. Yli 10 km/h ylinopeutta ajaneiden autojen osuus oli kesällä yhdeksän prosenttia ja talvella 11 prosenttia liikennemäärästä. (Kiiskilä et al., 2019, s. 4)

Ajoneuvojen nopeuden ollessa väliltä 25–120 km/h on havaittu tilastollinen yhteys ajonopeuden sekä onnettomuusmäärän välillä. Sekä onnettomuusmäärä että niiden vakavuus pienenevät, kun liikenteen keskinopeus laskee. (Elvik et al. 2004, s. 98) Esimerkiksi Norjassa ja Ruotsissa on havaittu henkilövahinko-onnettomuuksien ja liikennekuolemien vähenemisiä nopeusrajoitusten alentamisen jälkeen (Ragnøy 2005; Vadeby ja Forsman 2018). Kallbergin et al. (2014, s. 49–50) mukaan yksittäisen kuljettajan näkökulmasta on vaikea havaita onnettomuusriskin muutosta, mutta suuren kuljettajajoukon muuttaessa ajonopeuttaan vaikutukset näkyvät onnettomuustilastoissa. Ajonopeuksien turvallisuusvaikutuksia liikennevirran tasolla voidaan kuvata niin sanotuilla potenssi- ja eksponenttimalleilla (Nilsson 2004; Elvik 2013), jotka molemmat kuvaavat hyvin liikenneturvallisuuden ja liikennevirran keskinopeuden välillä olevaa yhteyttä. Mallien avulla voidaan laskea nopeusrajoitusmuutosten vaikutus vakavuudeltaan erilaisten onnettomuuksien lukumäärään, kun tiedetään nopeusrajoitusmuutoksen vaikutus keskinopeuteen. Kuvassa 4 esitetään erilliset mallit onnettomuuksien lukumäärän kehityksestä maaseudulla ja taajamissa keskinopeuden muuttuessa (Elvik 2009, Kallberg et al. 2014, s. 8 mukaan). Kallberg et al. (2014, s. 49–50) toteavat, että kehitetyistä malleista voidaan johtaa nyrkkisääntö, jonka mukaan maantienopeuksilla keskinopeuden viiden prosentin kasvu aiheuttaa henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärän kasvun 10 prosentilla ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien lukumäärän kasvun 20 prosentilla. Pääsääntöisesti nopeusrajoitusta muutettaessa liikenteen keskinopeus kuitenkin muuttuu aina vähemmän kuin nopeusrajoitus.



Kuva 4. Liikenteen keskinopeuden muutoksen vaikutus kuolemaan johtaviin ja kaikkiin henkilövahinko-onnettomuuksiin maaseudulla ja taajamissa niin sanotun potenssimallin mukaisesti. (Elvik 2009, Kallberg et al. 2014, s. 8 mukaan)

Kallberg et al. (2014, s. 50) mukaan ajonopeuden vaikutus liikenneturvallisuuteen perustuu tiivistettynä siihen, että nopeuden kasvaessa ajamisesta tulee vaikeampaa, jolloin riskit erilaisten virheiden tapahtumiseen kasvavat. Nopeuden kasvaessa yksittäisen kuljettajan näkökulmasta esimerkiksi vaaratilanteiden havaitsemiseen ja tunnistamiseen käytettävissä oleva aika lyhenee, välimatkojen ja nopeuksien arviointi vaikeutuu, päätöksentekoon ja toimenpiteisiin käytettävä aika ja matka lyhenevät sekä mahdollisuudet törmäyksen välttämiseen ohjaamalla tai jarruttamalla pienenevät. Pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien seurauksiin liittyen Kelkan et al. (2011, s. 17) mukaan törmäysnopeuden muutos on ihmisen kestokyvyn kannalta keskeinen tekijä. Nopeuden muutos on nopeusrajoituksilla 80 ja 100 km/h tapahtuneissa kohtaamisonnettomuuksissa usein 70–100 km/h. Kohtaamisonnettomuuksia tarkasteltaessa nopeuden muutoksen ylittäessä 70 km/h henkilöauton etupenkillä olleiden kuolleisuus kasvaa merkittävästi. (Kelkka et al. 2011, s. 17) Kun tarkastellaan ainoastaan kuolemaan johtaneita onnettomuuksia, ajonopeuksilla 80 km/h ja 100 km/h tapahtuneissa kohtaamisonnettomuuksissa kuolemaan johtavien onnettomuuksien riski on lähes yhtä suuri. Pienemmillä nopeuksilla riski on selvästi alhaisempi. (Kelkka et al. 2006, s. 108) Toisaalta suistumisissa syntyneet kuolettavat vammat ovat nopeusrajoituksella 100 km/h selvästi vakavampia kuin 80 km/h nopeusrajoituksella (Kelkka et al. (2006, s. 113). Erityisesti jalankulkijaonnettomuuksissa törmäysnopeuden ja kuolemanriskin välillä on vahva yhteys. Törmäysnopeuden ollessa 50 km/h kuolemanriski on kaksinkertainen verrattuna nopeuteen 40 km/h. (Rosén ja Sander 2009, s. 540)

Pääteillä käytetään talvi- ja pimeän ajan nopeusrajoituksia. Suurin osa nopeusrajoitusjärjestelmän piiriin kuuluvista vähintään 100 km/h nopeusrajoituksista alennetaan vähintään neljän kuukauden ajaksi 20 km/h

kesäkuukausia alemmalle rajoitukselle. (Peltola 2015, s. 8) Talviajan alempia nopeusrajoituksia voidaan perustella sillä, että talvisin on liukkaita ajokelejä, paljon lumi- ja räntäsateita, sumua tai vesisadetta, pimeää tai hämärää sekä hirvi- ja kohtaamisonnettomuudet ovat talviaikana yleisempiä kuin kesällä. Talviajan alempi nopeusrajoitukset alentavat keskinopeuksia 4–8 km/h, ja sen ansioista arvion mukaan säästävät 15 % henkilövahinko-onnettomuuksista ja 29 % kuolemista. (Peltola 2015, s. 24–25)

Ajonopeuksia voidaan pääteillä säädellä myös vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien avulla. Rämän et al. (2003 s. 41) mukaan automaattiseen suosituslaskentaan perustuvat sään ja kelin mukaan muuttuvat nopeusrajoitukset pienensivät henkilövahinko-onnettomuusriskiä talvella keskimäärin 13 prosenttia. Schirokoffin ja Rämän (2005, s. 25) mukaan järjestelmät näyttivät vähentävän henkilövahinko-onnettomuusriskiä sekä kesällä että talvella. Molemmissa tapauksissa tutkimuksen tulokset olivat suuntaa antavia, koska ne eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. De Pauwn et al. (2018, s. 88) mukaan moottoriteillä muuttuvat nopeusrajoitukset tilastollisesti vähentävät erityisesti peräänajo-onnettomuuksia. Schirokoff ja Rämä (2005, s. 38) toteavat, että sää- ja keliohjattuja vaihtuvien nopeusrajoitusjärjestelmien hyödyt ovat merkittävimmät vilkasliikenteisillä tieosuuksilla, joihin niitä kannattaa rakentaa jatkossa lisää. Järjestelmiä tulisi käyttää siten, että rajoituksiin vaikuttavat ympärivuotisesti sää, keli ja liikennevirta.

Automaattisen nopeusvalvonnan avulla pyritään edistämään nopeusrajoitusten noudattamista ja ajonopeuksien laskun myötä vähentämään liikenneonnettomuuksien määrää ja niiden vakavuutta. Suomessa on viime vuosikymmenien aikana otettu käyttöön toista kymmentä automaattista nopeusvalvontajaksoa. (Remi 2018, s. 11) Peltolan ja Rajamäen (2009, s. 36) mukaan automaattisen nopeusvalvonnan on havaittu alentavan ajonopeuksia koko valvontajaksojen alueella ja erityisesti yli 10 km/h tai enemmän ylinopeutta ajaneiden osuudet pienenivät. Remin (2018, s. 103) mukaan vuosina 2007–2014 käyttöön otetuilla automaattivalvontajaksoilla ajonopeudet ovat laskeneet keskimäärin 2 km/h. Elvikin et al. (2009, s. 890) mukaan usean tutkimuksen perusteella tienkäyttäjän näkyvillä oleva ajonopeuksien automaattinen kameravalvonta vähentää kaikkia onnettomuuksia noin 16 % ja kuolemaan johtaneita onnettomuuksia vielä enemmän. Peltolan ja Rajamäen (2009, s. 37) mukaan automaattinen nopeusvalvonta on vähentänyt henkilövahinko-onnettomuuksia arviolta 4–14 prosenttia ja liikennekuolemia 18–31 prosenttia automaattivalvonnan tiejaksoilla.

2.2.6 Liikenteenohjaus

Liikenteenohjaukseen liittyvillä toimenpiteillä on tarkoitus ohjata tienkäyttäjien käyttäytymistä, joten vaikutus turvallisuuden kannalta riippuu käyttäytymisessä tapahtuneista muutoksista. Liikenteenohjauksen vaikutus liikenneturvallisuuteen on sitä suurempi, mitä suurempi muutos tapahtuu tienkäyttäjän käyttäytymisessä. Onnettomuuksien määrää vähentävät sellaiset liikenteenohjaukseen liittyvät keinot, jotka laskevat ajonopeuksia tai muuten helpottavat ajotehtävää. Liikenteenohjaukseen liittyen usealla liikennemerkillä tai tiemerkinnöillä ei ole havaittu tilastollisesti vaikutusta onnettomuuksien määriin. (Elvik et al. 2009, s. 400–401) Tiehallinnon (2005, s. 12) mukaan esimerkiksi tienkäyttäjät pitävät hirvieläinvaroitus-merkkien määrää suurena, jolloin varoituksen tehon katsotaan heikentyneen.

Elvikin et al. (2009, s. 424–425) mukaan etuajo-oikeutetuilla teillä liittymissä tienkäyttäjien ajokäyttäytymisen voi olettaa olevan paremmin ennakoitavissa, mutta toisaalta etuajo-oikeutetuilla teillä ajonopeudet kasvavat. Etuajo-oikeutetuilla teillä henkilövahinko-onnettomuuksien määrä näyttäisi kasvavan hieman, mutta tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Elvikin et al. (2009, s. 428) mukaan tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että väistämisvelvollisuus

risteyksessä -liikennemerkki lähtökohtaisesti vähentää hieman henkilövahinko-onnettomuuksia, mutta toisaalta vähäliikenteisillä teillä vaikutus voi olla myös päinvastainen. Etuajo-oikeuteen liittyen tilastollisesti merkitseviä muutoksia henkilövahinko-onnettomuuksien määrään ei ole havaittu. Sen sijaan pakollinen pysähtyminen -liikennemerkkien ja liikennevalo-ohjauksen lisäämisen kolmi- ja nelihaaraisissa liittymissä on havaittu vähentävän henkilövahinko-onnettomuuksia. (Elvik et al. 2009, s 431–435)

Useimmilla tiemerkinnöillä on hyvin vähän vaikutusta liikenneturvallisuuteen. Poikkeuksena ovat täristävät tiemerkinnät (Elvik et al. 2009, s. 461). Liikenneviraston (2015 s. 15) mukaan keski- ja reunaviivoja voidaan tehostaa tärinää ja ääntä synnyttävien jyrsintöjen avulla, joiden tavoitteena on vähentää suistumis- ja kohtaamisonnettomuuksia. Elvikin et al. (2009, s. 461) mukaan täristävillä reunaviivoilla on hieman suurempi vaikutus suistumisonnettomuuksiin kuin täristävällä keskiviivalla kohtaamisonnettomuuksiin. Rajamäen (2010, s. 43–45) mukaan yksiajorataisilla maanteillä täristävä reunaviiva näyttäisi vähentävän oikealle suistumisia noin 10–20 prosenttia, mutta toisaalta luotettavia johtopäätöksiä siitä ei voitu tehdä, koska tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Yksiajorataisilla maanteillä täristävän keskiviiva näyttäisi vähentävän kokonaisuudessaan autojen henkilövahinko-onnettomuuksia noin 3 prosenttia. Se vähentää kohtaamisonnettomuuksia ja suistumisia vasemmalle, mutta toisaalta saattaa lisätä oikealle suistumisia. Täristävien tiemerkintöjen teon myötä on mahdollista, että osa väsymyksestä johtuvista suistumis- ja kohtaamisonnettomuuksista siirtyy muille teille, joista täristävät tiemerkinnät puuttuvat. (Rajamäki 2010, s. 43–45) Kelkka et al. (2006, s. 131) arvioivat, että täristäviä tiemerkintöjä voidaan pitää vain osaratkaisuna yksiajorataisten pääteiden kuolemaan johtavien kohtaamisonnettomuuksien vähentämisessä.

2.2.7 Olosuhteet ja tien kunto

Malin et al. (2017, s. 49) ovat tarkastelleet erilaisten keli- ja sääolosuhteiden vaikutusta onnettomuusriskiin pääteillä vuosina 2014–2016. Pääteillä suhteellinen onnettomuusriski on yleensä korkeampi, kun sääolosuhteena on erilaisia lumisateita tai tienpinta on erittäin liukas. Yksittäisonnettomuuksissa suhteellinen onnettomuusriski on korkeampi kuin muissa onnettomuusluokissa. Lisäksi suhteellinen onnettomuusriski on moottoriteillä huonoissa keli- ja sääolosuhteissa korkeampi kuin muilla väylätyypeillä. Kelkan et al. (2006, s. 101) mukaan myös yksiajorataisilla pääteillä kuolemaan johtaneissa kohtaamisonnettomuuksissa hallinnan menetyksestä aiheutuneista valtaosa tapahtuu jäisellä tai lumisella tienpinnalla. Malmivuon et al. (2000, s. 67) mukaan talviaikana henkilövahinko-onnettomuusmäärät eivät kuitenkaan keskimäärin päivätasolla nouse kesäkuukausia korkeammalle. Kelkan et al. (2006, s. 101) toteavat, että lumisella ja jäisellä tienpinnalla tapahtuneisiin hallinnan menetyksiin voisi vaikuttaa parantamalla tienpinnan kitkaa talvihoidon keinoin. Lisäksi huonosta ajokelistä varoittavilla muuttuvilla opasteilla ja muuttuvilla nopeusrajoituksilla voisi vaikuttaa ajoneuvon hallinnan menetyksiin.

Elvikin et al. (2009, s. 272) mukaan suhteessa pimeänä ajankohtana liikkumisen määrään on pimeällä todettu tapahtuvan enemmän henkilövahinko-onnettomuuksia kuin päivänvalossa ja ne ovat myös vakavampia. Syynä saattaa olla se, että pimeällä kuljettajan näköhavainnot ovat rajoittuneempia. Lisäksi pimeällä saattaa olla liikenteessä enemmän kuljettajia, joiden inhimilliset riskitekijät nostavat henkilövahinko-onnettomuusriskiä. Peltolan et al. (1999, s. 50–54) mukaan vuosina 1993–1997 maaseudun kaksikaistaisilla pääteillä tapahtuneista jalankulkijoiden henkilövahinko-onnettomuuksista yli puolet tapahtui pimeässä tai hämärässä valaisemattomalla tiellä. Polkupyöräonnettomuuksista vain 15 % tapahtui pimeällä tai hämärällä. Hirvionnettomuuksien suhteen vaarallisinta aikaa esimerkiksi vuonna 2017 olivat kuukaudet syyskuusta joulukuuhun, ja 71 %

hirvionnettomuuksista ajettiin pimeässä tai hämärässä (Liikennevirasto 2018e, s. 9).

Tievalaistuksen avulla voidaan parantaa tien, muiden tienkäyttäjien ja tien reunaympäristön näkyvyyttä pimeällä (Elvik et al. 2009, s. 272). Tievalaistuksen vaikutus onnettomuusmääriin on aiempien tutkimusten perusteella merkittävin seurauksiltaan vakavissa henkilövahinko-onnettomuuksissa. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien riskiin tievalaistus vaikuttaa enemmän haja-asutusalueilla kuin taajamissa. Lisäksi tievalaistuksella on enemmän merkitystä jalankulkijaonnettomuuksien ja liittymissä tapahtuvien onnettomuuksien kannalta kuin muiden onnettomuustyyppien kannalta. Toisaalta onnettomuusriskin muutokseen voivat olla yhteydessä tievalaistuksen ohella monet muut tekijät liikenneympäristössä (Elvik et al. 2009, s. 275) Tievalaistuksen vaikutusta on tutkittu myös erilaisissa keli- ja sääolosuhteissa. Wanvikin (2009) mukaan tievalaistuksella on pienempi vaikutus onnettomuusriskiin huonoissa sää ja keliolosuhteissa.

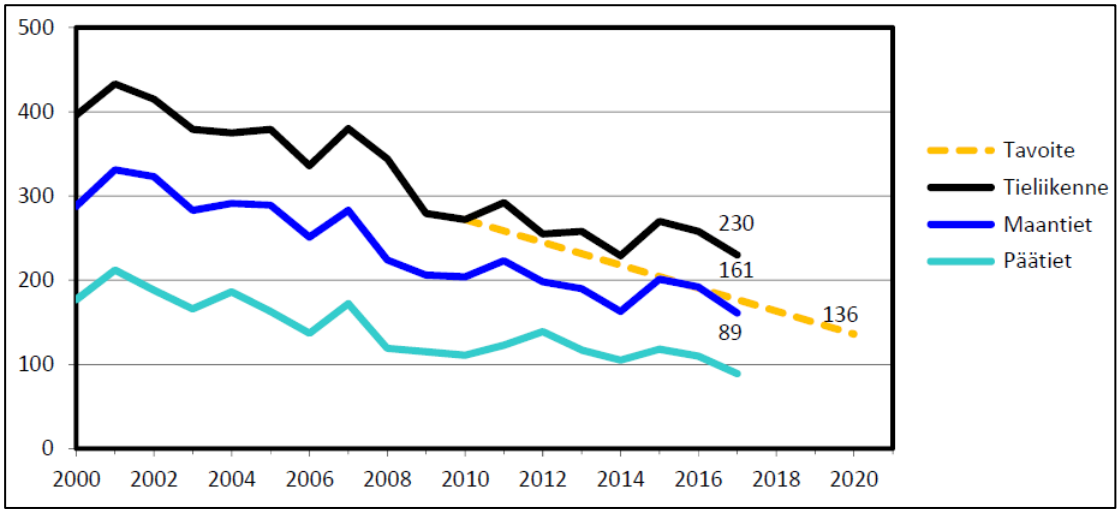
Malin et al. (2016, s. 29–30) ovat tutkineet tien kunnon vaikutuksia liikenneturvallisuuteen tarkastelemalla tutkijalautakuntien tutkimia kuolemaan johtaneita liikenneonnettomuuksia vuosilta 2009–2014. Tutkijalautakuntien aineistoista tarkastelussa olivat tien päällysteen, liikennemerkkien ja tiemerkintöjen kunto. Tutkimuksen onnettomuustarkasteluiden perusteella kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tapahtumapaikoilla esiintyi puutteita tien kunnossa, liikennemerkeissä, opastuksessa tai kesällä tienpinnan kitkassa vain 1–3 prosentissa onnettomuuksista. Noin 11 prosentissa kaikista onnettomuuksista tien pinta oli vaurioitunut. Toisaalta tutkijalautakuntien onnettomuusaineistossa oli myös jonkin verran puutteita tien kuntoa kuvaavissa muuttujissa.

2.3 Liikenneturvallisuustyön tavoitteet ja liikenneturvallisuuden seuranta

2.3.1 Liikenneturvallisuusvisio ja liikenneturvallisuustyön tavoitteet

Valtioneuvosto teki vuonna 2016 periaatepäätöksen tieliikenneturvallisuuden parantamiseksi. Periaatepäätös on jatkoa vuosina 1993, 1997, 2001, 2006 ja 2012 laadittujen periaatepäätösten sarjalle. Periaatepäätöksessä on määritetty tieliikenneturvallisuutta koskeva visio ja tavoitteet. Pitkän aikavälin visiona on ollut jo vuoden 2001 periaatepäätöksestä lähtien, ettei kenenkään tarvitse kuolla tai loukkaantua vakavasti liikenteessä. (Valtioneuvosto 2006; 2016a; 2016b) Valtioneuvoston (2016a) periaatepäätöksessä tavoitteiden ja niihin liittyvien toimenpidekokonaisuuksien toteutumisen seurannasta ovat vastuussa Liikenne- ja viestintävirasto Traficom ja sen koordinoima yhteistyöverkosto. Periaatepäätöksen toteutumista seurataan useilla mittareilla, kuten aiheutumistavan ja seurauksen mukaan eritellyllä liikenneonnettomuuksien lukumäärällä (Valtioneuvosto 2016a; LVM 2016; Trafi 2018a).

Valtioneuvoston periaatepäätöksissä on asetettu lukumäärällisiä tavoitteita liikennekuolemien vuosittaiselle määrälle. Vuonna 1997 asetettiin tavoite, että vuonna 2010 liikennekuolemien määrä olisi alle 250 (Valtioneuvosto 2006). Tavoitteeseen ei aivan päästy, mutta tieliikenteessä kuolleiden määrä on silti laskenut tasaisesti 2000-luvulla. Kuvassa 5 esitetään liikennekuolemien kehitys 2000-luvulla. Vielä vuosituhannen vaihteessa tieliikenteessä kuoli vuosittain yli 400 ihmistä, mutta 2010-luvulla tieliikenteessä kuolleiden määrä on pudonnut noin 250:een (Tilastokeskus 2018a).



Kuva 5. Suomen tieliikenteessä kuolleiden määrän kehitys vuosina 2000–2017 ja tavoite vuoteen 2020 (Liikennevirasto 2018a, s. 11).

Euroopan unionin liikenneturvallisuustavoite on puolittaa liikennekuolemien määrä ja vähentää loukkaantumisten määrää neljänneksellä vuoden 2010 tasosta vuoteen 2020 mennessä. Suomen osalta tavoitteen toteutuminen tarkoittaa sitä, että liikennekuolemien määrä vuonna 2020 tulisi olla enintään 136 ja loukkaantuneiden enintään 5 750 (LVM 2014). Liikennekuolemat ovat vähentyneet 2010-luvulla asetettua tavoitetta vähemmän, mutta loukkaantumiset ovat vähentyneet tavoitteen mukaisesti (Trafi 2016). Vuonna 2017 tieliikenteessä kuoli 238 ihmistä (Tilastokeskus 2019). Mikäli vuoden 2020 tavoitteeseen edettäisiin tasaisesti, vuonna 2017 liikennekuolemia olisi pitänyt tapahtua noin 50 vähemmän (Trafi 2018b).

2.3.2 Tieliikenneonnettomuuksien tilastointi ja tilastollisen analyysin haasteet

Liikenneviraston (2018a, s. 10) mukaan Suomessa kerätään liikenneonnettomuuksista tietoa neljään erilliseen rekisteriin, jotka ovat poliisiasiain tietojärjestelmä (PATJA), sairaaloiden hoitoilmoitusjärjestelmä (HILMO) sekä Liikennevakuutuskeskukseen kuuluvan Onnettomuustietoinstituutin (OTI) ylläpitämät vakuutusyhtiöiden liikennevahinkotilasto ja liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimista onnettomuuksista koottu onnettomuustietorekisteri. Lisäksi Tapaturmavakuutuskeskus tilastoi työmatkatapaturmia (Tapaturmavakuutuskeskus 2017).

Tilastokeskus julkaisee Suomen tieliikenteen virallista onnettomuustilastoa (Tilastokeskus 2018d). Tieliikenneonnettomuustilasto kerätään poliisiasiain tietojärjestelmään (PATJA) tallennetuista tieliikenneonnettomuustiedoista. Lisäksi tieliikenneonnettomuuksien tilastoaineistoa täydennetään muun muassa Väyläviraston Digiroad-tietojärjestelmästä saatavilla tiedoilla, pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilaston (PRONTO) tiedoilla sekä liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tiedoilla kuolemaan johtaneista rattijuopumusonnettomuuksista (Tilastokeskus 2018c). Tilastokeskus julkaisee tieliikenneonnettomuustilastoja ennakollisesti kuukausittain ja lopullisina tilastoina vuosittain (Tilastokeskus 2018d).

Tilastokeskuksen virallisessa tieliikenneonnettomuustilastossa tieliikenneonnettomuudeksi katsotaan henkilö- tai omaisuusvahinkoon johtanut tapahtuma, jossa on osallisena ainakin yksi liikkuva kulkuneuvo ja joka on tapahtunut yleiselle liikenteelle tarkoitetulla tai yleisesti liikenteeseen käytetyllä alueella (Tilastokeskus 2018c). Jalankulkijan kaatumista tai liukastumista ei katsota liikenneonnettomuudeksi. Auton syttyminen palamaan kesken ajon tai sen

vaurioituminen kuljetetun tavaran vuoksi tai esineen pudotessa autosta ei ole liikenneonnettomuus, mikäli tapahtuman seurauksena ei tapahdu ajoneuvon suistumista tai törmäämistä eikä tapahtumista aiheudu vahinkoa muille tiellä kulkijoille (Liikennevirasto 2016a, s. 2).

Tilastokeskuksen virallisessa onnettomuustilastossa tieliikenneonnettomuudessa kuolleeksi katsotaan henkilö, joka on kuollut onnettomuuden seurauksena 30 vuorokauden kuluessa onnettomuudesta. Sairauskohtaukseen kuolleita ei ole mukana virallisessa tieliikenneonnettomuustilastossa. Tieliikenneonnettomuudessa loukkaantuneeksi katsotaan henkilö, joka ei ole kuollut, mutta on saanut vammoja, jotka vaativat hoitoa tai tarkkailua sairaalassa, operatiivista hoitoa tai sairauslomaa. (Tilastokeskus 2018f.)

Tilastokeskuksen virallisen tieliikenneonnettomuustilaston peittävyys kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta on sataprosenttinen, sillä ilmoittamista kontrolloidaan kuolintodistusten avulla (Tilastokeskus 2018e). Tieliikennelaissa (1981/267, § 59) velvoitetaan tekemään poliisille ilmoitus onnettomuudesta tapauksissa, joissa joku on kuollut tai vaikeasti loukkaantunut. Kautialan ja Seimelän (2012, s. 3) mukaan tieliikenneonnettomuustilastojen peittävyys loukkaantuneiden osalta on 30 %, koska kaikki lievät loukkaantumiset eivät tule poliisille tietoon. Toisaalta Airaksisen ja Kokkosen (2014, s. 64) mukaan poliisin tietoon perustuvan tilaston peittävyys ei näytä olevan vakavissa loukkaantumisissa lieviä parempi. Eri onnettomuustyyppien tietoon tulossa on eroja. Kautialan ja Seimelän (2012, s. 3) mukaan tilasto kattaa parhaiten henkilöautossa loukkaantuneita ja eniten puutteita on polkupyöräilijöiden loukkaantumisten rekisteröinnissä. Saman ovat havainneet Airaksinen ja Kokkonen (2014, s. 64), joiden mukaan myös mopo- ja moottoripyöräonnettomuuksia jää paljon tilaston ulkopuolelle.

Tilastokeskus laatii Väyläviraston toimeksiannosta tietokannan, joka sisältää Väyläviraston ylläpitämillä teillä tapahtuneet tieliikenneonnettomuudet sekä vuodesta 2011 lähtien myös katu- ja yksityistieonnettomuudet. Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmä sisältää Tilastokeskuksen viralliseen tieliikenneonnettomuustilastoon perustuvia yksityiskohtaisia tietoja muun muassa onnettomuusluokista ja -tyypeistä, onnettomuuksien sijainnista, onnettomuuspaikasta ja vallinneista olosuhteista. Väylävirasto täydentää onnettomuusaineistoon tieympäristöä koskevia tietoja ja korjaa tarvittaessa tapahtumapaikan tieosoitetiedon. (Kallberg 2011, s. 12–13; Liikennevirasto 2014b; 2016a; 2017a, s. 10; Liikenneturva 2018)

Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmän tietosisältökuvauksessa (Liikennevirasto 2016, s. 3–4) on esitetty määritelmät järjestelmässä oleville tiedoille. Onnettomuustietojärjestelmässä on muun muassa tieto onnettomuustyypistä, joka kuvaa yksinkertaistetusti onnettomuuden kulkua tyyppikuvaston avulla. Liitteessä 1 esitetään liikenneonnettomuustyyppikuvasto, joka sisältää erilaiset onnettomuustyypit. Tieliikenneonnettomuuden onnettomuusluokka muodostetaan onnettomuustyypin, onnettomuuden osallisten lukumäärän ja osallislajin perusteella. Onnettomuusluokkia on yhteensä 13:

- yksittäisonnettomuus
- kääntymisonnettomuus
- ohitusonnettomuus
- risteämisonnettomuus
- kohtaamisonnettomuus
- peräänajo-onnettomuus
- mopedionnettomuus
- polkupyöräonnettomuus
- jalankulkijaonnettomuus
- hirvionnettomuus
- peura- tai kaurisonnettomuus

- muu eläinonnettomuus
- muu onnettomuus.

Tilastokeskuksen (2018c) mukaan tieliikenneonnettomuuksien luokittelussa on tapahtunut viime vuosina muutoksia tieliikenneonnettomuustyyppien osalta. Tieliikenneonnettomuudet, joissa ajoneuvo on suistumisen seurauksena törmännyt vastaan tulevaan ajoneuvoon, on laskettu kohtaamisonnettomuuksiin suistumisonnettomuuksien sijaan vuodesta 2014 alkaen.

Tieliikenneonnettomuustilastoja hyödynnetään liikenneturvallisuustilanteen seurannassa sekä käytetään liikenneturvallisuustoimenpiteiden ja liikennesuunnittelun perusteena (Tilastokeskus 2018c). Liikenneturvallisuuden mittareina käytetään yleensä onnettomuuksien lukumäärää sekä onnettomuuksissa kuolleiden ja loukkaantuneiden lukumäärää, joka paljastaa onnettomuuksien vakavuuden (Ahlroth ja Pöllänen 2011, s. 54). Tilastokeskuksen (2018e) mukaan tieliikenneturvallisuuden kehitystä kuvaa loukkaantumisia varmemmin tieliikennekuolemien kehityssuunta, koska tieliikenneonnettomuustilastojen peittävyys on kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta sataprosenttinen.

Ahlrothin ja Pölläsen (2011, s. 54) mukaan pelkät tilastot liikenneonnettomuuksien määrästä ja vakavuudesta eivät yleensä anna täysin luotettavaa kuvaa vallitsevasta turvallisuustilanteesta tai sen kehityksestä, koska satunnaisuus vaikuttaa onnettomuuksien kasautumiseen onnettomuuksien tapahtuessa suhteellisen harvoin konfliktien kokonaismäärään verrattuna, minkä lisäksi tilastot ovat paikoin puutteellisia. Elvikin et al. (2009, s. 81–83) mukaan onnettomuuksien määrässä ei pidä myöskään sekoittaa keskenään satunnaisvaihtelua ja systemaattista vaihtelua. Systemaattinen vaihtelu on todellista vaihtelua, kun taas satunnaisvaihtelu on vaihtelua onnettomuusmäärän odotusarvon ympärillä. Koska onnettomuuksien tilastollisessa tarkastelussa satunnaisvaihtelu vaikuttaa havaintomääriin, eivät kaikki muutokset havaituissa onnettomuusmäärissä tarkoita, että onnettomuuksien odotettavissa olevassa määrässä olisi tapahtunut muutoksia.

2.3.3 Liikenneonnettomuustutkijalautakuntien toiminta

Liikennevakuutuskeskukseen (LVK) kuuluva Onnettomuustietoinstituutti (OTI) koordinoi Suomessa liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien toimintaa ja hallinnoi tutkinnoissa kerättyjä tietoja (OTI 2017a). Liikenneonnettomuuksien tutkinnasta on säädetty lailla (laki tie- ja maastoliikenneonnettomuuksien tutkinnasta 2016/1512). Lautakunnat tutkivat kaikki kuolemaan johtaneet tie- ja maastoliikenneonnettomuudet. Lisäksi lautakunnat tutkivat erillisinä projekteina joitakin vakaviin loukkaantumisiin tai aineellisiin vahinkoihin johtaneita onnettomuuksia. (OTI 2017a) Tutkinnassa selvitetään liikenneonnettomuuden kulku, riskitekijät, seuraukset ja olosuhteet liikenneonnettomuuden syiden selvittämiseksi ja onnettomuuksien ehkäisemiseksi vastaisuudessa. Onnettomuustutkinnassa ei oteta kantaa syyllisyys- tai korvauskysymyksiin, vaan tutkinnan tavoitteena on liikenneturvallisuuden edistäminen. Tutkijalautakuntiin kuuluu asiantuntijoita poliisista sekä lääke- ja käyttäytymistieteiden, ajoneuvotekniikan ja tienpidon aloilta. Myös muita erityisasiantuntijoita on tutkijalautakunnissa edustettuina tarpeen mukaan. (OTI 2017a; OTI 2018a) Tutkijalautakunnat kirjaavat tutkintaselostukseen erilaisia parannusehdotuksia ja turvallisuussuosituksia. Parannusehdotusten ja turvallisuussuositusten laatimisen pohjana on ajatus, että tutkijalautakunnat etsivät tutkintaselostukseen tekijöitä, joilla olisi voitu estää onnettomuuden tapahtuminen, estää kuolema tai vähentää vammautumista. Parannusehdotukset ja turvallisuussuositukset voivat liittyä tienkäyttäjään, ajoneuvoon, liikenneympäristöön tai liikennejärjestelmään. (OTI 2018e)

Tutkijalautakuntien tutkimista onnettomuuksista kootaan onnettomuustietorekisteriä (OTI 2018e, s. 3). Onnettomuustietorekisterissä olevat

kuolemaan johtaneet tieliikenneonnettomuudet poikkeavat jonkin verran virallisesta tieliikenneonnettomuustilastosta. Rajamäen et al. (2014, s. 3) mukaan OTI:n onnettomuustietorekisteristä puuttuu liikennekuolemia, jotka eivät ole tulleet heti poliisin tietoon liikennekuolemina tai kuolema on seurannut useiden päivien kuluttua onnettomuudesta. Toisaalta liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien onnettomuustietorekisterissä on mukana myös sairauskohtauksesta aiheutuneita kuolemantapauksia, jotka eivät ole virallisessa tieliikenneonnettomuustilastossa liikenneonnettomuuksia (Rajamäki et al. 2014, s. 3). Onnettomuustietoinstituutin onnettomuustietorekisteriin kerättyjä tietoja voidaan luovuttaa tieteellisten tutkimusten käyttöön (OTI 2017). Aineiston käyttöä varten tulee allekirjoittaa käyttöehtosopimus.

OTI julkaisee myös säännöllisesti raportteja liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimista kuolemaan johtaneista tieliikenneonnettomuuksista. OTI:n verkkosivuilta on saatavissa vuosiraportit vuosilta 2013–2017 (OTI 2014; 2015; 2017b; 2018c; 2019b). OTI:n vuosiraportit koostuvat yhteenvedosta vuoden aikana tehdyistä tutkinnoista sekä tilastoista kuolemaan johtaneista tieliikenneonnettomuuksista, jotka on eritelty kuolemaan johtaneisiin moottoriajoneuvo-onnettomuuksiin ja kuolemaan johtaneisiin kevyen liikenteen onnettomuuksiin, joilla tarkoitetaan jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksia. Vuosiraporteissa esitetään myös tutkijalautakuntien arvioimat onnettomuuksien riskitekijät ja erityistarkasteluita tutkinta-aineistoista (OTI 2018c). Vuosiraporttien lisäksi OTI julkaisee kolme kertaa vuodessa osavuosiraportteja, joissa on ennakkotietoja kuolemaan johtaneista liikenneonnettomuuksista, sekä erilaisia teemaraportteja muun muassa alkoholi- ja päihdeonnettomuuksista sekä eri ikäryhmien onnettomuuksista (OTI 2018b).

Onnettomuustietoinstituutin vuosiraporteissa (OTI 2018c, s. 11) on kuvailtu lautakuntien tutkimien kuolemaan johtaneiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksien sekä jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksien kehitystä viimeisen vuosikymmenen ajalta. Vuodesta 2008 lähtien kuolemaan johtaneiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksien määrän kehitys on ollut laskevaa, vaikka vuosina 2007, 2011 ja 2015 tutkittujen moottoriajoneuvo-onnettomuuksien määrät nousivat edellisiin vuosiin verrattuna. Kuolemaan johtaneiden jalankulkija- ja pyöräilyonnettomuuksien määrä lähes puolittui vuosina 2000–2012, mutta viime vuosina niiden väheneminen on kuitenkin hidastunut ja lähes tasaantunut (LVK 2013, s. 29; OTI 2018c, s. 35).

Katila et al. (2007) ovat selvittäneet liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntamenetelmän toimivuutta ja luotettavuutta. Katila et al. (2007, s.91) toteavat, että yleisellä tasolla tutkijalautakuntatyö toimii hyvin. Valtosen (2014, s. 29) mukaan tutkijalautakuntajärjestelmän ansiosta tietopohja on riittävän hyvä tilannekuvan luomiseen ja ongelmakohtien kartoittamiseen kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osalta. Katilan et al. (2007, s. 1) mukaan lautakuntien työskentelytavat kuitenkin vaihtelevat ja lautakunnat eroavat toisistaan riskitekijöiden sekä parannusehdotusten määrässä ja laadussa. Vuoden 2003 alussa käyttöön otetussa tie- ja maastoliikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmässä on korostettu myös muiden kuin inhimillisten riskitekijöiden löytämistä, ja lautakuntien työ on kehittynyt siihen suuntaan. Tutkijalautakuntien havaitsemiin onnettomuuksien riskitekijöihin ja tutkijalautakuntien tekemiin turvallisuuden parannusehdotuksiin oli yhteydessä yleensä onnettomuustyyppi sekä kuljettajan ikä ja sukupuoli. Inhimilliset riskitekijät oli nostettu keskeisiksi erityisesti nuorilla kuljettajilla ja voimakkaan yhden selittäjän onnettomuuksien kuljettajilla. (Katila et al. 2007, s. 1.) Rajamäen et al. (2014, s. 6) mukaan onnettomuustutkinnassa kerätyistä tiedoista valtaosa on niin sanottua kovaa dataa, johon sisältyy hyvin vähän tulkinnallisuutta. Osa tiedoista on tutkijalautakunnan tekemiä arvioita, jotka perustuvat esimerkiksi onnettomuuden silminnäkijöiden ja osallisten haastatteluihin. Taustalla vaikuttaneet riskitekijät ja niihin liittyvät turvallisuusehdotukset ovat yleensä asiantuntijoiden näkemyksiä, jotka perustuvat tutkinnassa kerättyihin tietoihin. (Rajamäki et al. 2014, s. 6)

3 Tutkimusaineistot ja -menetelmät

3.1 Tutkimusaineistojen kuvaus

3.1.1 Väyläviraston tieliikenneonnettomuustilastot

Tieliikenneonnettomuustilastojen tarkastelussa käytettiin tutkimusaineistona Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmän tilastoja vuosilta 2013–2017, jotka sisältävät kaikki poliisin tietoon tulleet henkilövahinko-onnettomuudet pääteiltä. Aineisto perustuu Tilastokeskuksen viralliseen tieliikenneonnettomuustilastoon. Se valittiin, koska muita yhtä kattavia aineistoja pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksista ei ollut käytettävissä. Liikenneviraston (2016a) mukaan Tilastokeskus on koonnut aineiston, ja Liikennevirastossa (nykyään Väyläviraston) aineistoon on lisätty vain tierekisterin tietoja tieympäristön ominaisuuksista. Onnettomuustietojärjestelmän aineisto koostuu onnettomuustaulusta, osallistaulusta, henkilötaulusta, poliisin tekemästä tekstimuotoisesta selostuksesta sekä tapahtumapaikan tierekisteritiedoista.

Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmässä oleva onnettomuustietoaineisto ladattiin 21.1.2019 asiantuntijakäyttöön tarkoitetulla TIIRA-raportointisovelluksella Väyläviraston raportointi- ja analytiikkaportaalin kautta. Onnettomuustiedot ladattiin taulukkomuotoisena tietona siten, että TIIRA-raportointisovelluksessa ladattavaksi aineistoksi valittiin tutkimuksen rajauksen mukaisesti vain ne kuolemaan ja loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudet vuosilta 2013–2017, jotka olivat tapahtuneet pääteillä (tienumerot 1–99). Lisäksi TIIRA-raportointisovelluksessa tehtiin valinta, että ladattu tiedosto sisälsi vain sellaiset tieliikenneonnettomuudet, joiden tapahtumapaikan tienpitäjä on Väylävirasto, jotta kaupunkien katuverkolla tapahtuneet tieliikenneonnettomuudet saatiin rajattua pois aineistosta.

Ladattua tutkimusaineistoa tarkasteltiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmassa. Tutkimusaineisto sisälsi yksittäisten tieliikenneonnettomuuksien tiedot vaakariveillä, ja taulukon sarakkeissa oli yksityiskohtaisia tietoja muun muassa tieliikenneonnettomuuden tapahtumapaikasta ja ajankohdasta, kuolleiden ja loukkaantuneiden määrästä, onnettomuustyypistä ja -luokasta sekä tapahtumapaikan tieympäristön ominaisuuksista. Yhteensä tieliikenneonnettomuuksia oli aineistossa 5 739. Tieliikenneonnettomuuksiin liittyvää tietoa oli 107:ssä eri sarakkeessa, joista suurin osa jätettiin tehdyssä tarkastelussa huomioimatta, koska useiden sarakkeiden tiedot eivät olleet tutkimusasetelman kannalta olennaisia tai sarakkeiden tiedot olivat puutteellisia.

Aineistossa jokaisen tieliikenneonnettomuuden kohdalle oli merkitty tapahtumapaikan tierekisteriosoite. Liikenneviraston (2016a, s. 3) mukaan aineiston tieliikenneonnettomuuksille on haettu tierekisteriosoite Tilastokeskuksen lähettämien Digiroad-tieverkolle paikannettujen koordinaattien perusteella. Sen lisäksi aineiston sarakkeessa ”Katuosoite” on poliisin tekstimuotoisena ilmoittama tie- tai katuosoite, jota ei voi pitää täysin luotettavana, koska tietoa ei ole tarkastettu. Vaikka aineistoon oli TIIRA-raportointisovelluksessa valittu vain Väyläviraston ylläpitämillä teillä tapahtuneet onnettomuudet, sarakkeessa ”Tietyypsel” oli 16 tieliikenneonnettomuuden kohdalle merkitty tietyypiksi ”kunnan katuosuus”. Ne kuitenkin säilytettiin tutkimusaineistossa, koska tieliikenneonnettomuuksille oli kirjattu päätien tierekisteriosoite.

Aineiston sarakkeissa ”Kuolleet” ja ”Loukkaant” oli tiedot tieliikenneonnettomuuksissa kuolleiden ja loukkaantuneiden lukumääristä. Liikenneviraston (2016a, s. 8) mukaan aineiston pitäisi sisältää myös vakavasti loukkaantuneiden lukumäärät, mutta käytetystä tutkimusaineistosta puuttui tiedot vakavasti loukkaantuneista. Siksi vakavasti loukkaantuneiden lukumääriä ei voitu

tarkastella. Tutkimusaineiston ”Onnpaikka”-sarakkeessa oli tieto ilmoitetusta onnettomuuspaikasta. Aineisto sisälsi enimmäkseen onnettomuuksia, joiden onnettomuuspaikaksi oli kirjattu ajorata. Aineistossa oli kuitenkin mukana myös onnettomuuksia, joiden onnettomuuspaikaksi oli kirjattu suojatie, kevyen liikenteen väylä, pysäköintialue tai piha, silta, alikulku tai tunneli, eritasoliittymän ramppi tai joukkoliikenteen pysäkki. Kaikille tieliikenneonnettomuuksille oli kuitenkin kirjattu päätien tierekisteriosoite, joten tarkastelussa ne tulkittiin pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksiksi.

Tutkimusaineisto sisälsi useissa sarakkeissa tietoa tapahtumapaikan tieympäristön ominaisuuksista. Liikenneviraston (2016a, s. 10) mukaan aineistossa olevat tierekisteritiedot on haettu tieliikenneonnettomuuden tieosoitteen mukaiselta tienkohdalta tierekisterin nykytilan mukaisina. Aineiston sarakkeessa ”Ajr” oli tieto siitä, onko tiellä kaksi ajorataa vai ei. Liikenneviraston (2018d) mukaan tiellä on kaksi ajorataa tierekisterissä, kun ajosuunnat on erotettu toisistaan yli 200 metrin matkalta. Tutkimusaineistoissa kahden tieliikenneonnettomuuden kohdalta puuttui kokonaan tieto ”Ajr”-sarakkeesta. Aineiston sarakkeessa ”Kvl” oli keskimääräinen vuorokausiliikenne tieliikenneonnettomuuksien tapahtumapaikalla. Aineistossa 25 tieliikenneonnettomuuden kohdalta puuttuivat kokonaan tiedot ”Kvl”-sarakkeesta. Nämä 25 onnettomuutta jätettiin pois tarkasteluista, joissa vertailtiin eri KVL-luokkien pääteiden onnettomuusmääriä.

Onnettomuustietojen lisäksi onnettomuustilastojen tarkastelussa hyödynnettiin taulukkomuotoista tierekisterin palvelutiedostoa ja Shape-tiedostomuodossa olevaa paikkatietoaineistoa päätieverkosta. Molemmat aineistot saatiin Traficomin yhteyshenkilöltä. Tierekisterin palvelutiedosto sisälsi taulukkomuotoisena tietona Suomen tieverkon lyhyinä tienpätkinä, ja siihen oli yhdistetty tierekisterin tiestötietoja useasta eri tietolajista. Tierekisterin palvelutiedoston tierekisteritiedot olivat vuodelta 2018. Sen avulla pystyttiin määrittämään päätieverkon tiepituudet ja liikennesuoritteet vuonna 2018. Paikkatietoaineisto sisälsi päätieverkon pätkittynä vaihtelevan pituisissa pätkissä suunnilleen päätien risteyksestä toiseen. Paikkatietoaineistoa käytettiin karttojen laatimisessa.

3.1.2 Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien onnettomuusaineistot

Tutkimuksessa käytettiin toisena tutkimusaineistona liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistoja. Tutkimuksessa käytetyt tutkimusaineistot rajattiin koskemaan pääteiden kuolemaan johtaneita tieliikenneonnettomuuksia vuosilta 2013–2017. Aineiston avulla pystyttiin tarkastelemaan pääteillä tapahtuneisiin kuolemaan johtaneisiin onnettomuuksiin liittyviä riskitekijöitä sekä muita pääteiden kuolemaan johtaneisiin tieliikenneonnettomuuksiin liittyviä asioita, joita tutkijalautakunnat olivat selvittäneet onnettomuustutkintojen yhteydessä. Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineisto valittiin tutkimukseen tutkimusaineistoksi, koska se on ainoa aineisto, jonka avulla pystytään tarkastelemaan pääteiden tieliikenneonnettomuuksiin liittyviä riskitekijöitä. Lisäksi aineisto on suomalaisista onnettomuusaineistoista tietosisällöltään kattavin ja luotettavin. Aineisto on kokonaisuudessaan asiantuntijoiden kokoama, ja se sisältää tietoa sadoista muuttujista jokaisesta tutkitusta kuolemaan johtaneesta tieliikenneonnettomuudesta. (Rajamäki et al. 2014, s. 2)

Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistot koostuvat sähköisen onnettomuustietorekisterin aineistoista ja onnettomuuskansioista. Onnettomuustietorekisterin sähköiset aineistot saatiin taulukkomuotoisena aineistona Onnettomuustietoinstituutista. Onnettomuuskansioita sen sijaan tarkasteltiin vain paikan päällä Onnettomuustietoinstituutissa. Onnettomuuskansioissa onnettomuustutkintojen aineistot ovat paperilla alkuperäisessä muodossa ja tietomäärä on laajempi kuin onnettomuustietorekisterin sähköisessä aineistossa. Onnettomuustietorekisterissä kaikki tiedot ovat liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmän muuttujien mukaan luokitellussa muodossa. Tutkimuksessa käytettiin molempia

aineistomuotoja, koska ne sisältävät tutkinta-aineistot erilaisissa muodoissa, ja aineistojen tarkastelussa käytettiin kahta erilaista tutkimusmenetelmää.

Onnettomuustietorekisterin aineistot saatiin Onnettomuustietoinstituutista kuudessa erillisessä tiedostossa ja niitä tarkasteltiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmassa. Kuolemaan johtaneet onnettomuudet, joissa oli osallisena vain moottoriajoneuvoja, olivat eri tiedostoissa kuin jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuudet. Lisäksi molemmista tutkintakohteista onnettomuustietorekisterin tiedot oli vielä jaettu kolmeen erilliseen tiedostoon, koska onnettomuustietorekisterissä on jokaiseen onnettomuuteen liittyviä tietoja, jokaiseen onnettomuudessa mukana olleeseen henkilöön liittyviä tietoja sekä jokaiseen onnettomuuden osalliseen liittyviä taustariskejä ja niille parannusehdotuksia. Onnettomuuksien pääaiheuttajiin liittyvässä tiedostossa yksi rivi vastasi yhtä onnettomuutta. Kokonaisuudessaan aineisto sisälsi 498 kuolemaan johtanutta tieliikenneonnettomuutta. Onnettomuuksissa mukana olleisiin henkilöihin liittyvät tiedot olivat erillisenä tiedostona, jossa jokaiseen henkilöön liittyvät tiedot olivat siinä erillisillä riveillä. Aineisto sisälsi tietoja yhteensä 1 277 henkilöstä, jotka olivat olleet mukana kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa. Onnettomuuksiin liittyvät riskitekijät ja parannusehdotukset olivat myös erillisenä tiedostona, jossa jokainen riskitekijä-parannusehdotuspari oli omalla rivillään. Aineisto sisälsi yhteensä 362 kuolemaan johtanutta onnettomuutta, johon oli kirjattu vähintään yksi liikenneympäristöön liittyvä taustariski tai parannusehdotus.

Onnettomuuskansiota tarkasteltiin paikan päällä Onnettomuustietoinstituutissa. Onnettomuuskansioiden aineisto on laadittu toisistaan riippumattomissa tutkijalautakunnissa, joiden tutkintatyö perustuu valtakunnalliseen tutkintamenetelmään ja ohjeistukseen. Onnettomuuskansiot sisältävät muun muassa tutkintaselostuksen, tutkijalautakuntien jäsenten täyttämät tutkintalomakkeet, esitutkinta-aineistoa, valokuvia ja muuta tutkinnan yhteydessä kerättyä materiaalia (Rajamäki et al. 2014, s. 3). Onnettomuuskansioista käytettiin tutkimusaineistona vastaavaa aineistoa, joka oli sähköisenä Onnettomuustietorekisterissä. Toisin sanoen onnettomuuskansioista käytiin läpi moottoriajoneuvo-onnettomuuksien onnettomuuskansiot vuosilta 2013–2017, joissa oli vähintään yksi liikenneympäristöön liittyvä taustariski tai parannusehdotus.

3.2 Tutkimusmenetelmät

3.2.1 Henkilövahinko-onnettomuuksien määrällinen tarkastelu Väyläviraston tieliikenneonnettomuustilastoista

Tieliikenneonnettomuustilastojen tarkastelussa käytettiin määrällistä tutkimusmenetelmää, jossa luokiteltiin ja taulukoitiin tutkimusaineistoa sekä kuvattiin havaintoarvojen jakaumaa graafisilla esityksillä käyttäen Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmaa. Tutkimusmenetelmäksi päädyttiin valitsemaan kyseinen menetelmä, koska se oli riittävä selvittämään tutkimusaineistosta henkilövahinko-onnettomuuksien määriä ja vakavuutta päätieverkolla. Tieliikenneonnettomuustilastoja olisi vaihtoehtoisesti voitu tarkastella vielä syvemmin ja erilaisin tilastollisin menetelmin, mikäli tieliikenneonnettomuustilastot olisivat olleet tutkimuksen keskeisimmät aineistot. Tilastojen tarkastelulla oli kuitenkin tarkoitus luoda ensin yleiskäsitys pääteillä tapahtuneista henkilövahinko-onnettomuuksista ennen kuin tarkasteltiin OTI:n tutkijalautakunta-aineistojen perusteella kuolemaan johtaneiden tieliikenneonnettomuuksien syitä selittäviä riskitekijöitä. Pelkästään tieliikenneonnettomuustilastojen perusteella ei ollut tarkoitus tehdä johtopäätöksiä pääteiden liikenneympäristön riskien vaikutuksesta onnettomuuksien syntyyn. Tavoitteena oli selvittää, millaisia henkilövahinko-onnettomuuksia päätieverkolla tapahtuu, sekä miten onnettomuustyypiltään ja vakavuudeltaan erilaiset henkilövahinko-onnettomuudet jakautuvat erityyppisille päätieverkon tieosuuksille. Tilastoja tarkastelemalla muodostettiin käsitys

pääteiden liikenneturvallisuusongelman suuruudesta ja erilaisten onnettomuusluokkien esiintymisen yleisyydestä pääteiden erilaisissa liikenneympäristöissä.

Aluksi tieliikenneonnettomuustilastojen tarkastelussa luokiteltiin erityyppiset liikenneympäristöt ajoratojen lukumäärän ja keskimääräisen vuorokausiliikennemäärän perusteella, koska onnettomuustyyppien oletettiin olevan erilaisia kaksi- ja yksiajorataisilla liikennemäärältään erilaisilla pääteillä. Tieliikenneonnettomuustilastojen tarkasteluun päädyttiin valitsemaan taulukossa 1 näkyvä keskimääräisen vuorokausiliikenteen luokittelu. Luokittelu perustui suunnitteluohjeissa käytettyihin keskimääräisen vuorokausiliikenteen luokitteluihin. Keskimääräisen vuorokausiliikennemäärän ollessa alle 3 000 autoa tietä voidaan pitää vähäliikenteisenä (Tiehallinto 2009, s. 41). Talvihoidon toimintalinjat -ohjeen mukaan 3 000 auton keskimääräisen vuorokausiliikenteen rajan ylittävillä pääteillä talvihoidon hoitoluokka on palvelutasoltaan parempi kuin alle 3 000 auton keskimääräisen vuorokausiliikenteen pääteillä (Tiehallinto 2008, s. 23). Maanteiden korkeimman nopeusrajoitusarvon määrittämiseen on käytetty muun muassa 6 000 auton ja 9 000 auton keskimääräisen vuorokausiliikenteen rajoja (Tiehallinto 2009, s. 19). Tien poikkileikkauksen suunnittelu -ohjeen (Liikennevirasto 2013, s. 28–33) mukaan liikennemäärän ollessa alle 6 000 autoa vuorokaudessa yksiajorataisilla teillä on yleensä riittävät ohitusmahdollisuudet ilman ohituskaistoja. Nelikaistaisen keskikaiteellisen tien rakentaminen on tien poikkileikkauksen suunnittelun ohjeen mukaan turvallisuutta parantava toimenpide, kun tien liikennemäärä ylittää 9 000 autoa vuorokaudessa, ja yksiajoratainen poikkileikkaus voidaan valita, kun liikennemäärä on pienempi kuin 9 000 autoa vuorokaudessa. Lisäksi Tien poikkileikkauksen suunnittelu -ohjeen mukaan keskialueellinen moottoritiepoikkileikkaus on soveltuva poikkileikkaus pääteille, joissa liikennemäärä on keskimäärin yli 15 000 autoa vuorokaudessa.

Päätieverkon luokittelua varten tutkimusaineiston jokainen henkilövahinko-onnettomuus sijoitettiin johonkin taulukossa 1 näkyvistä KVL-luokista. Henkilövahinko-onnettomuudet, joista puuttuivat kokonaan tiedot keskimääräisestä vuorokausiliikennemäärästä, jätettiin luokittelun ulkopuolelle. Taulukossa 1 on KVL-luokkiin kuuluvien pääteiden tieosuuksien pituudet ja liikennesuoritteet vuodelta 2018, jotka laskettiin käyttämällä tierekisterin palvelutiedoston aineistoa.

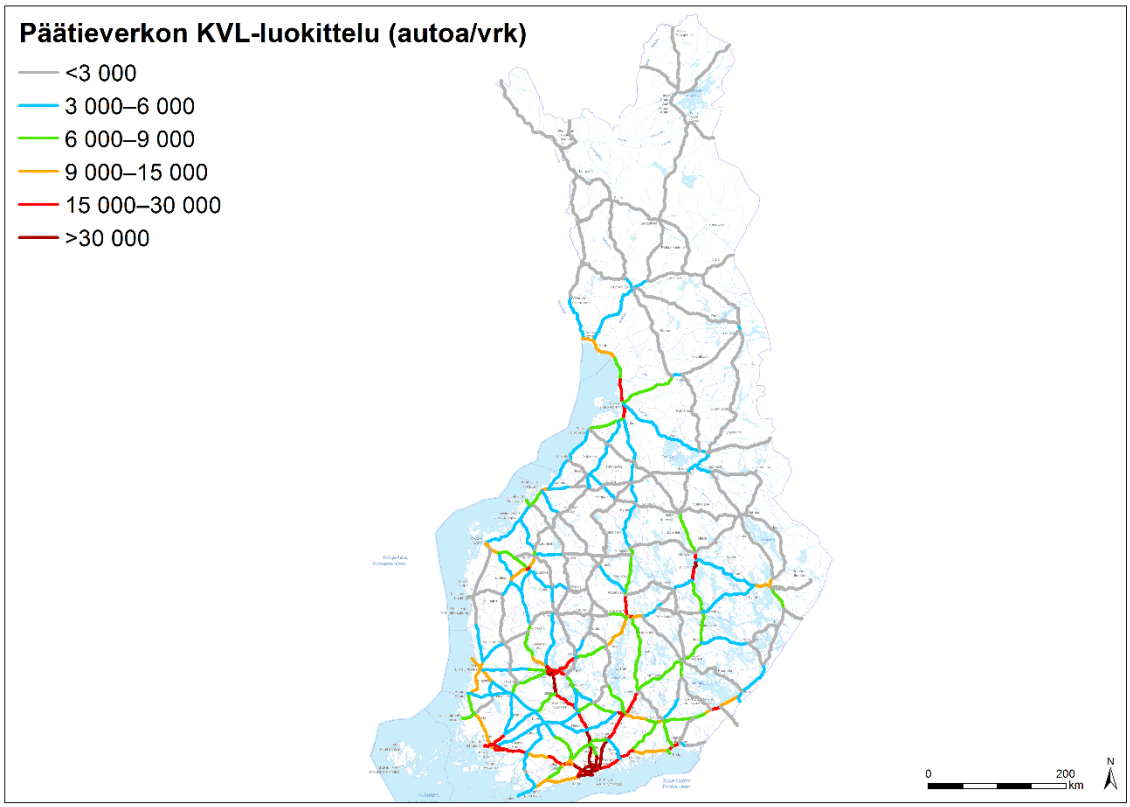
Taulukko 1. Tieliikenneonnettomuustilastojen tarkasteluun valittu keskimääräisen vuorokausiliikennemäärän (KVL) mukaan tehty päätieverkon luokittelu.

KVL (autoa/vrk)	Pituus vuonna 2018 (km)	Liikennesuorite vuonna 2018 (milj. ajon.km)
<3 000	7 171	3 783
3 000–6 000	3 073	4 765
6 000–9 000	1 546	4 092
9 000–15 000	751	3 181
15 000–30 000	620	4 861
>30 000	277	4 402

Varsinainen onnettomuustietojen tilastollinen tarkastelu tehtiin hyödyntämällä Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelman Pivot-taulukko -työkalua, jolla saatiin taulukoitua henkilövahinko-onnettomuuksien lukumääriä. Aluksi tarkasteltiin tutkimusaineistoa kokonaisuudessaan ja tehtiin havaintoja kaikkien pääteiden onnettomuuksista. Tarkastelussa huomiotiin henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärä, henkilövahinko-onnettomuustiheydet ja -riskit. Sen jälkeen tarkasteltiin henkilövahinko-onnettomuuksien, kuolemaan johtaneiden

onnettomuuksien ja liikennekuolemien lukumääriä erilaisissa onnettomuusluokissa erikseen yksi- ja kaksiajorataisilla pääteillä liikennemäärältään erilaisissa liikenneympäristöissä.

Henkilövahinko-onnettomuuksien jakautumista pääteillä tarkasteltiin karttatarkasteluiden avulla. Karttojen laatimista varten aluksi tierekisterin palvelutiedoston avulla määritettiin tiepituudet, liikennesuoritteet ja keskimääräiset vuorokausiliikennemäärät jokaiselle paikkatietoaineistossa olevalle erilliselle tieosuudelle. Kuvassa 6 näkyy paikkatietoaineistossa käytetty päätieverkon jaottelu, joka koostui vaihtelevan pituisista pätkistä suunnilleen päätien risteyksestä toiseen. Kartalla eri väreillä merkityt KVL-arvot ovat liikennesuoritteista laskettuja keskiarvoja paikkatietoaineiston tieosuuksille. Kartalla näkyvät tiepituudet eivät siis vastaa taulukossa 1 olleita tiepituuksien arvoja, joita käytettiin henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärien tarkastelussa.



Kuva 6. KVL-luokittelun havainnollistamiseksi laadittu kartta. Taustakartan lähde Maanmittauslaitos (2019).

Paikkatietoaineiston avulla henkilövahinko-onnettomuuksien jakautumisesta päätieverkolla laadittiin liitteessä 2 esitetyt kartat. Kartoilla kuvataan päätieverkon henkilövahinko-onnettomuusriskiä ja -tiheyttä. Koko päätieverkon sisältävän kartan lisäksi tehtiin erilliset kartat jokaiseen eri KVL-luokkaan lukeutuvista pääteistä, jotta voitiin vertailla keskenään liikennemäärältään samankaltaisia pääteitä.

3.2.2 Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien onnettomuusaineistojen tutkiminen määrällisesti ja laadullisesti

Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistojen tarkastelu oli tutkimuksen keskeisin osa, koska aineiston perusteella pystyttiin tarkastelemaan onnettomuuksissa esiintyneitä välittömiä riskejä, liikenneympäristön taustariskejä ja parannusehdotuksia taustariskeihin liittyen. Koko päätieverkon kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistot läpikäymällä oli

mahdollista selvittää, mitkä tekijät liikenneympäristössä vaikuttavat pääteiden liikenneturvallisuuteen, ja siltä osin voitiin muodostaa vastaus päätutkimuskysymykseen. Liikenneympäristön taustariskien lisäksi tutkijalautakunta aineistoista tarkasteltiin välittömiä riskejä ja joitakin keskeisiä tienkäyttäjiin ja ajoneuvoihin liittyviä taustatietoja, koska pelkästään liikenneympäristön taustariskejä selvittämällä ei voida muodostaa kokonaiskuva pääteiden liikenneturvallisuustilanteesta.

Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistoja tarkasteltiin ensin sähköisestä onnettomuustietorekisteristä määrällisellä tutkimusmenetelmällä ja sen jälkeen onnettomuuskansioista laadullisella tutkimusmenetelmällä. Tutkijalautakunta-aineistoja tarkasteltiin kahdella eri menetelmällä, koska onnettomuustietorekisterin aineistossa ja onnettomuuskansioissa olevat tiedot eivät täysin vastaa toisiaan. Onnettomuustietoinstituutti kerää tutkintaselostuksista ja tutkijalautakuntien yhteislomakkeilta tutkijalautakuntien arvioimat tieliikenneonnettomuuksien taustalla vaikuttaneet riskitekijät, parannusehdotukset ja turvallisuussuositukset sekä luokittelee ne onnettomuustietorekisteriin liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmän 2003 -muuttujaluettelossa (OTI 2018e) esitettyyn luokittelujärjestelmään perustuen (OTI 2018e, s. 3). Onnettomuustietorekisterin aineisto kertoo suuntaa-antavasti onnettomuuskansioihin kirjatuista riskeistä ja parannusehdotuksista. Luokittelun takia riskejä on mahdollista tarkastella aineistosta määrällisesti. Sähköisestä aineistosta tarkasteltiin muun muassa eri riskien ja riskityyppien lukumääriä ja prosenttiosuuksia tutkijalautakunta-aineistossa. Alkuperäisiä onnettomuuskansioita tarkasteltiin laadullisella menetelmällä. Onnettomuuskansioita läpi käymällä päästiin tarkastelemaan tekstimuodossa olevia tutkintaselostuksia ja liikenneteknisen jäsenen lomakkeita, josta selvitettiin tutkijalautakuntien tekemiä alkuperäisiä päätelmiä onnettomuuksissa esiintyneistä liikenneympäristön taustariskeistä ja parannusehdotuksista.

Tutkimuksessa tarkasteltiin erikseen moottoriajoneuvo-onnettomuuksia ja jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksia, koska onnettomuustapahtumina ne ovat erityyppisiä ja myös tutkimusaineistossa ne olivat erillisissä tiedostoissa. Tutkimusaineiston tarkastelussa käytettiin hyödyksi Liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmä 2003 -muuttujaluetteloa (OTI 2018e), jonka avulla muodostettiin onnettomuustietorekisterin aineiston muuttujien numeerisille arvoille tekstimuotoiset selitteet. Muuttujaluetteloa hyödynnettiin myös riskien ja parannusehdotusten luokittelussa eri riskityyppeihin.

Tutkimusaineistoa käsiteltiin aluksi siten, että se vastasi tutkimukseen valittua rajausta. Tutkimusaineistosta poistettiin 40 kuolemaan johtanutta onnettomuutta, joissa tutkijalautakunta oli arvioinut välittömäksi riskiksi sairauskohtauksen tai tutkinta-aineiston ”SAIRKOH”-muuttujan mukaan onnettomuuden pääaiheuttaja oli saanut sairauskohtauksen. Kun sairauskohtaustapaukset oli poistettu aineistosta, jäljelle jäi yhteensä 458 kuolemaan johtanutta onnettomuutta, joista 413 oli moottoriajoneuvo-onnettomuuksia ja 45 jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksia.

Välittömien riskien, taustariskien ja parannusehdotusten tarkastelussa määritettiin tietyn muuttujan arvon sisältäneiden onnettomuuksien lukumääriä ja toisaalta myös näiden onnettomuuksien suhteellinen osuus koko tutkimusaineistossa. Lisäksi vertailua tehtiin eri onnettomuusluokkien välillä. Onnettomuustietorekisterissä ei ollut tietoja Väyläviraston onnettomuusaineistossa käytetyistä onnettomuusluokista, joten ne lisättiin aineistoon onnettomuustyyppien ja onnettomuuksien osallisten perusteella liitteessä 3 olevan ohjeen perusteella. Tarkastelussa tutkimusaineistoon lisättiin käsin myös KVL-luokat samalla periaatteella kuin Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmän aineistoihin. OTI:n onnettomuustietorekisterin aineistoista 20 onnettomuuden kohdalta puuttui kokonaan tieto onnettomuuspaikan liikennemäärästä, joten niihin ei kirjattu mitään KVL-luokkaa.

Välittömiä riskejä tarkasteltiin sähköisestä onnettomuusrekisteriaineistosta ”Välitön riski” -muuttujan perusteella. Muuttujan arvojen suuren määrän vuoksi välittömiä riskejä luokiteltiin moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa eri riskityyppeihin käyttäen hyödyksi muuttujaluettelossa (OTI 2018e) olevia väliotsikoita. Valittu luokittelu on liitteessä 4. Muuttujaluettelon (OTI 2018e) riskitekijöiden jaottelun perusteella kaikki osalliseen liittyvät välittömät riskit tulkittiin tienkäyttäjään liittyviksi välittömiksi riskeiksi. Muita välittömien riskien pääluokkia olivat ajoneuvoon liittyvät ja liikenneympäristöön liittyvät välittömät riskit sekä tapaukset, joissa välitön riski oli epäselvä. Tienkäyttäjiin liittyviä välittömiä riskejä luokiteltiin vielä erikseen alaluokkiin. Muuttujaluettelossa osallisen havaintovirheisiin, ennakointi- ja arviointivirheisiin sekä ajoneuvon käsittelyvirheisiin tai ajotoimintaan lukeutuvat välittömät riskit yhdistettiin yhden saman luokan alle nimeltään ”osallisen virheisiin tai ajotoimintaan liittyvä välitön riski”. Loput tienkäyttäjiin liittyvistä välittömistä riskeistä luokiteltiin osallisen itsetuhoisuuteen, toimintakyvyn muutokseen ja muihin tienkäyttäjään liittyviin välittömiin riskeihin.

Onnettomuustietorekisteristä tarkasteltiin taustariskejä ”Osallisen riskit” -muuttujan perusteella ja liikenneympäristön parannusehdotuksia ”Turvallisuusehdotukset”-muuttujan perusteella. Liikenneympäristön taustariskit ja parannusehdotukset luokiteltiin eri tyyppeihin käyttäen hyödyksi muuttujaluettelossa (OTI 2018e) olevia väliotsikoita Taustariskien luokittelu on esitetty liitteessä 5. Muuttujaluettelossa kaiteisiin tai kaiteiden puutteisiin liittyvistä taustariskeistä ”Mahdollisuus ajautua/ajaa vastakkaiselle ajokaistalle (esim. ei keskikaidetta)” erotettiin kokonaan omaksi luokakseen. Loput liikenneympäristön taustariskit luokiteltiin yläluokittain liikenteenohjaukseen, tieympäristöön ja keliin tai olosuhteisiin liittyviin riskeihin. Näiden luokkien sisällä olevat alaluokat muodostettiin osittain muuttujaluettelossa olevan jaottelun perusteella. Liikenneympäristön parannusehdotusten luokittelu on esitetty liitteessä 6. Parannusehdotuksista törmäysten estämiseen tai niiden seurausten lieventämiseen liittyvä ehdotus ”Keskikaiteiden asennus, ajosuuntien erottelu” erotettiin kokonaan omaksi alaluokakseen. Loput liikenneympäristön parannusehdotukset luokiteltiin alaluokittain osittain muuttujaluettelossa (OTI 2018e) olevan jaottelun perusteella.

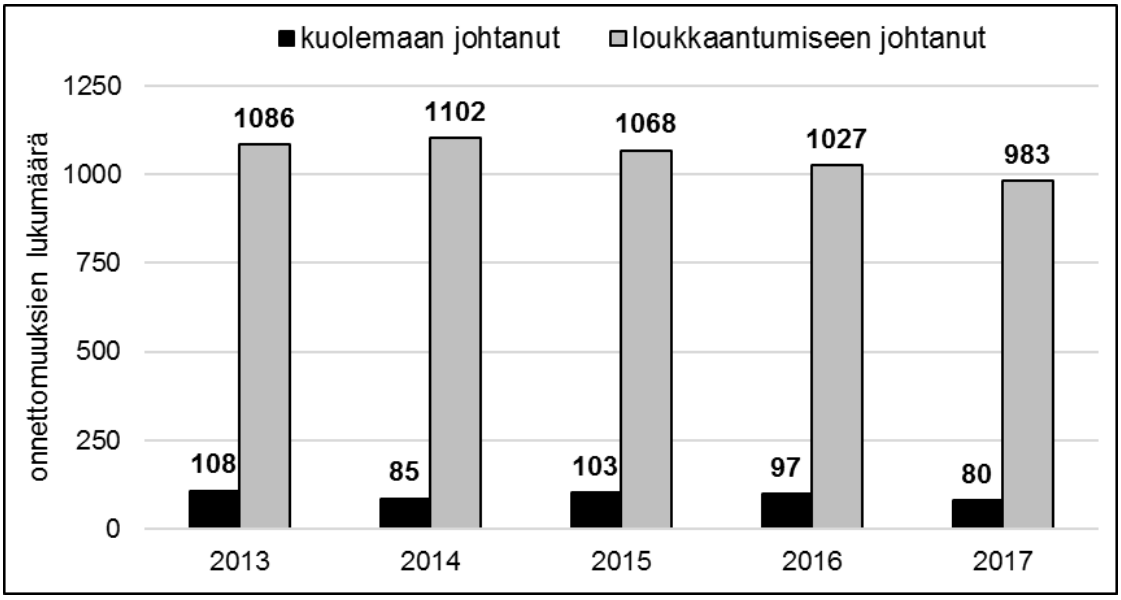
Määrällisen tutkimuksen lisäksi liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistoja tarkasteltiin laadullisesti onnettomuuskansioita läpikäymällä. Onnettomuuskansioista käytiin läpi ne pääteiden kuolemaan johtaneet onnettomuudet vuosilta 2013–2017, joissa oli vähintään yksi liikenneympäristöön liittyvä taustariski tai parannusehdotus. Onnettomuuskansioita käytiin läpi yhteensä 344, joista 315 oli moottoriajoneuvo-onnettomuuksia ja 29 jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksia. Onnettomuuskansioista luettiin tutkintaselostukset, joihin liikenneympäristön taustariskit ja parannusehdotukset oli kirjattu. Lisäksi tarkasteltiin liikenneteknisen jäsenen lomakkeita, mikäli niihin oli kirjattu lisätietoja liikenneympäristöön liittyen. Onnettomuuskansioita läpi käymällä pystyttiin muodostamaan tarkempi käsitys tutkijalautakuntien arvioimista taustariskeistä ja parannusehdotuksista, koska ne pystyttiin lukemaan onnettomuuskansiosta siten, kun tutkijalautakunnat ovat ne kirjanneet.

Onnettomuuskansioita läpi käymällä kirjattiin ylös jokaisesta kansiosta tarkentavia tietoja taustariskeihin ja parannusehdotuksiin liittyen, mikäli sähköisen onnettomuustietorekisterin aineiston muuttujaan koodattu tieto ei selittänyt taustariskiä tai parannusehdotusta riittävällä tarkkuudella. Lisäksi onnettomuuskansioista etsittiin sellaisia liikenneympäristöön liittyviä taustariskejä ja parannusehdotuksia, jotka olivat poikkeavia, eivätkä nousseet esille sähköisen aineiston tilastollisessa tarkastelussa. Laadullisen tarkastelun tulokset esitettiin riskityypeittäin, ja tarkastelussa nostettiin esille esimerkkejä erilaisista tutkijalautakuntien arvioimista liikenneympäristön riskeistä ja niihin ehdotetuista parannusehdotuksista.

4 Väyläviraston tieliikenneonnettomuustilastojen tarkastelu

4.1 Pääteiden henkilövahinko-onnettomuudet

Pääteillä tapahtui vuosina 2013–2017 yhteensä 5 739 poliisin tietoon tullutta henkilövahinko-onnettomuutta, joista 473 oli kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Yhteensä niissä kuoli 529 ja loukkaantui 8 072 henkilöä. Päätieverkolla kuolemaan johtaneita onnettomuuksia tapahtuu vuosittain noin 100 ja loukkaantumiseen johtaneita noin 1 000 (kuva 7). Vuosina 2013–2017 loukkaantumiseen johtaneiden onnettomuuksien vuosittaisen määrän kehityssuunta näyttäisi olleen hieman laskeva. Tieliikenneonnettomuuksien määrissä esiintyvän satunnaisvaihtelun ja loukkaantumiseen johtaneiden tieliikenneonnettomuuksien tilastollisesti heikon peittävyyden takia ei tutkimusaineiston perusteella voida kuitenkaan riittävän luotettavasti tehdä päätelmiä pääteiden liikenneturvallisuuden kehityksestä viiden vuoden ajanjaksolla.

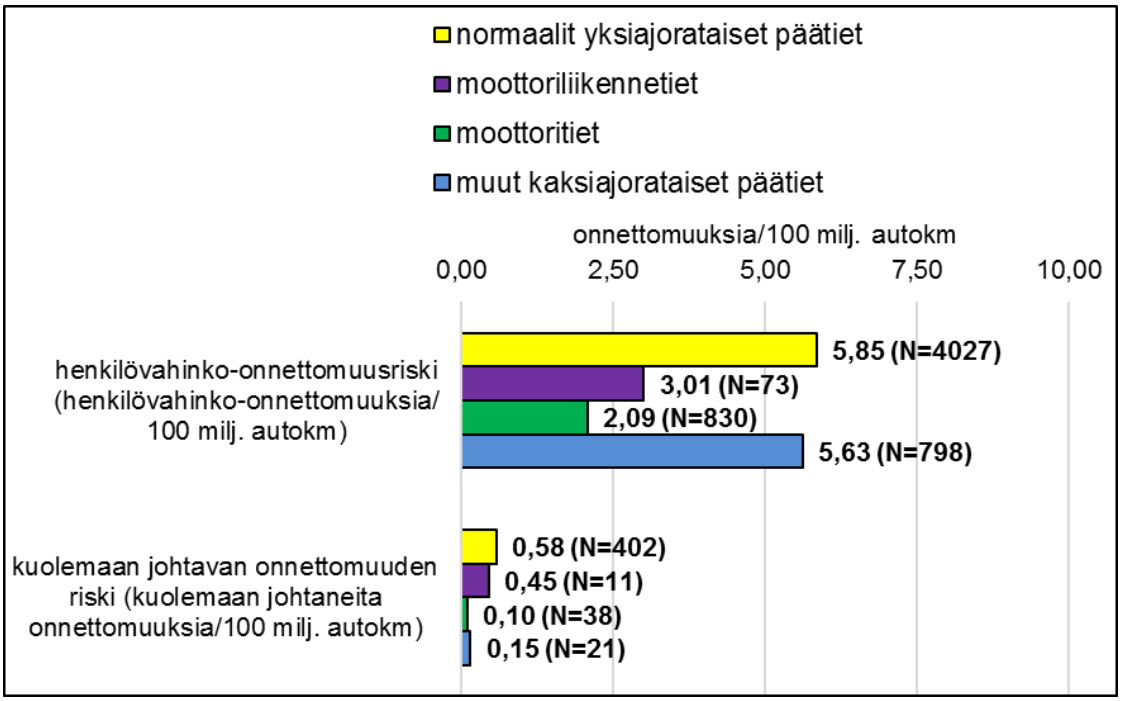


Kuva 7. Pääteiden henkilövahinko-onnettomuudet vuosilta 2013–2017 eriteltyinä kuolemaan ja loukkaantumiseen johtaneisiin onnettomuuksiin.

Henkilövahinko-onnettomuusriski oli valtateillä keskimäärin 4,3 onn./100 milj. autokm, ja kantateillä 5,4. onn./100 milj. autokm. Kuolemaan johtavan onnettomuuden riski oli valta- ja kantateillä molemmissa noin 0,4 onn./100 milj. autokm. Henkilövahinko-onnettomuusriskin perusteella valtatiet voidaan siis tulkita kantateitä turvallisemmiksi, mutta kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien osuudet vastaavat likimain liikennesuoritteen jakautumista valta- ja kantateille. Eroja henkilövahinko-onnettomuusriskissä pääteiden toiminnallisten luokkien välillä selittää mahdollisesti osittain se, että valtateillä on kantateitä suuremmat liikennemäärät, mutta myös liikenneympäristössä on eroja. Valtateiden liikennesuoritteesta 36,3 prosenttia kertyy moottoriteillä ja kantateillä 14,2 prosenttia.

Henkilövahinko-onnettomuusriskiä ja kuolemaan johtavan onnettomuuden riskiä tarkasteltiin pääteiden eri väylätyypeillä (kuva 8). Tiepituudeltaan erilaisia pääteiden väylätyyppejä tutkimusaineistossa olivat normaalit yksiajorataiset päätiet (11 913 km), moottoriliikennetiet (125 km), moottoritiet (890 km) ja muut kaksiajorataiset päätiet (544 km). Vertailusta jätettiin pois muu vain tietynlaista liikennettä palveleva tie, koska se oli väylätyyppinä vain yhdeksässä henkilövahinko-onnettomuudessa. Yksiajorataisilla pääteillä oli hieman suurempi

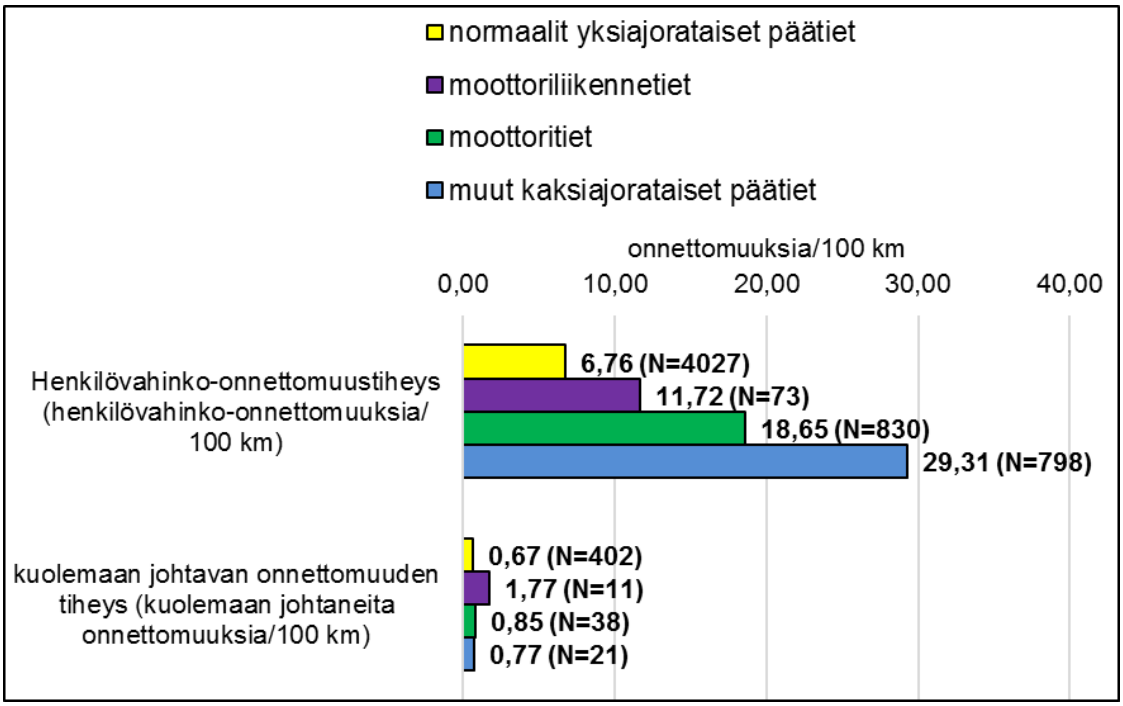
henkilövahinko-onnettomuusriski ja moottoriteillä hieman pienempi kuin Peltolan ja Mesimäen (2019, s. 15) vuosien 2009–2017 aineistosta määrittämät arvot. Kuolemaan johtavan onnettomuuden riskille määritetyt arvot näyttäisivät kaikilla väylätyypeillä olevan pienempiä kuin Peltolan ja Mesimäen (2019, s. 15) laskemat arvot. Kuitenkin väylätyyppien väliset erot onnettomuusriskissä näyttävät olevan likimain yhtä suuret kuin aiemmissa tutkimuksissa.



Kuva 8. Henkilövahinko-onnettomuusaste ja kuolemanaste pääteiden eri väylätyypeillä laskettuna vuosien 2013–2017 onnettomuusmäärien keskiarvosta suhteessa vuoden 2018 tierekisteriaineiston liikennesuoritteisiin. N tarkoittaa vuosien 2013–2017 onnettomuusmäärää.

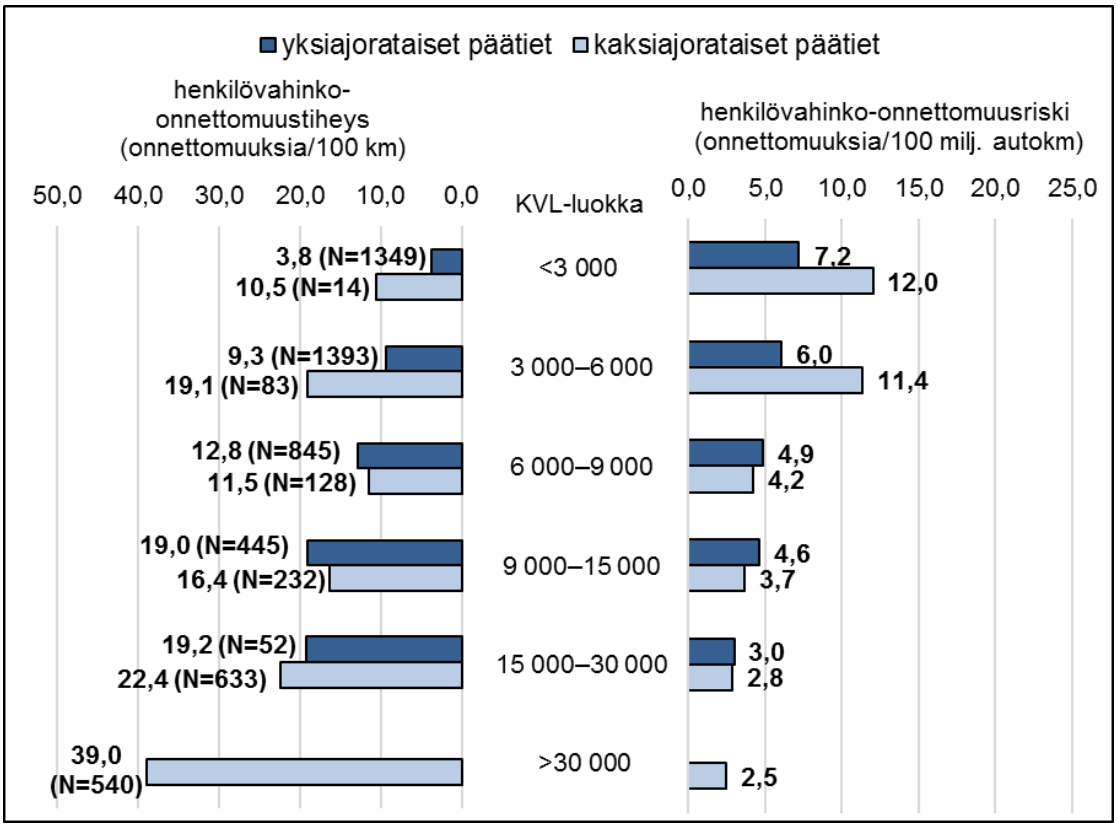
Henkilövahinko-onnettomuusriskin ja kuolemaan johtavan onnettomuuden riskin perusteella moottoritiet ovat turvallisin vertailtavista väylätyypeistä. Muilla kaksiajorataisilla pääteillä, jotka eivät ole moottori- tai moottoriliikenneteitä, henkilövahinko-onnettomuusriski oli lähes samalla tasolla kuin normaaleilla yksiajorataisilla pääteillä, mutta kuolemaan johtavan onnettomuuden riskin perusteella niissä tapahtuvat henkilövahinko-onnettomuudet eivät ole yhtä vakavia. Henkilövahinko-onnettomuusriski oli moottoriliikenneteillä yksiajorataisia pääteitä pienempi, mutta kuolemaan johtavan onnettomuuden riskiä tarkasteltaessa ero niiden välillä ei ole yhtä selkeä. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien lukumäärä oli moottoriliikenneteillä suhteellisen pieni, jolloin satunnaisvaihtelun vaikutus voi näkyä tuloksessa. Tutkimusaineistossa ei ollut tietoa siitä, oliko onnettomuuspaikka esimerkiksi keskikaidetie, leveäkaistatie tai leveän keskimerkinnän tie, jonka takia näitä väylätyyppejä ei voitu tarkastella.

Pääteiden eri väylätyypeiltä tarkasteltiin myös henkilövahinko-onnettomuustiheyttä ja kuolemantiheyttä (kuva 9). Väylätyypillä *muut kaksiajorataiset päätiet* henkilövahinko-onnettomuustiheys on vertailtavista tietyypeistä selvästi suurin. Moottoriteillä henkilövahinko-onnettomuustiheys on lähes kolminkertainen verrattuna yksiajorataisiin pääteihin. Onnettomuustiheyden tarkastelussa vaikuttaa liikennemäärät, jotka moottoriteillä ja muilla kaksiajorataisilla pääteillä ovat tyypillisesti huomattavasti suurempia kuin normaaleilla kaksikaistaisilla yksiajorataisilla pääteillä. Erisuuruisista liikennemääristä huolimatta kuolemantiheyden ero yksi- ja kaksiajorataisten pääteiden väylätyyppien välillä ei kuitenkaan ole kovin huomattava. Vertailtavista tietyypeistä suurin kuolemantiheys on moottoriliikenneteillä.



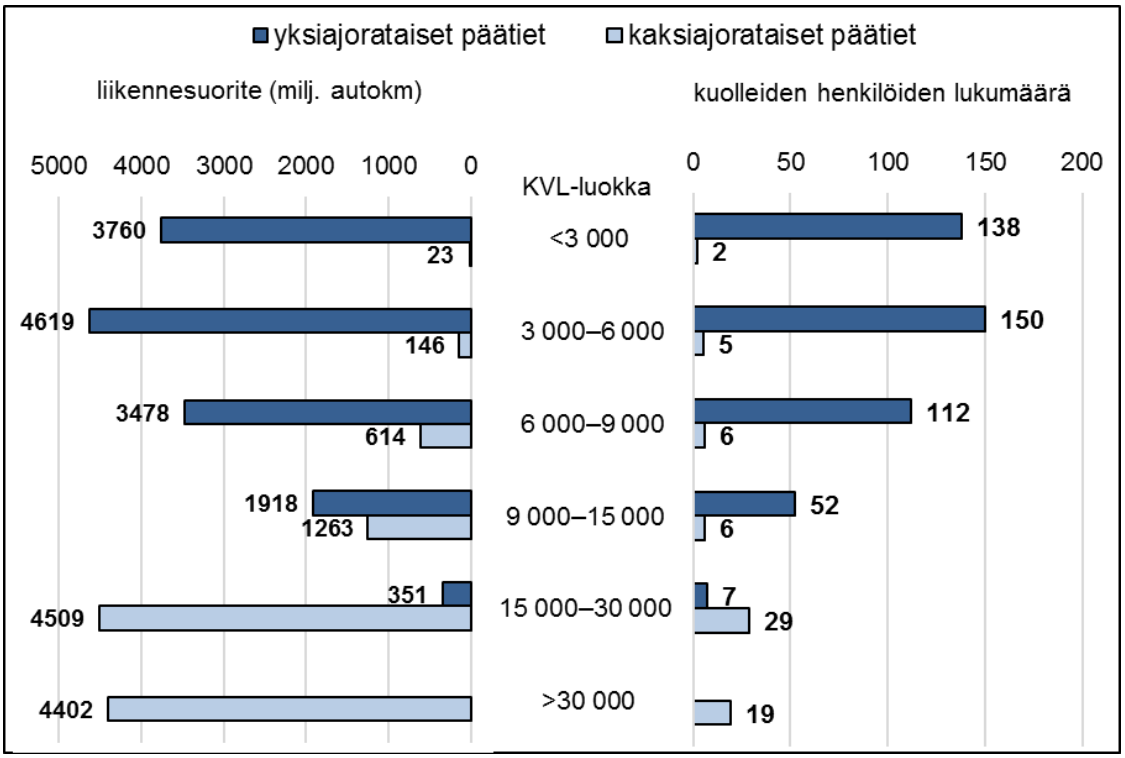
Kuva 9. Henkilövahinko-onnettomuutiheys ja kuolemantiheys pääteiden eri väylätyypeillä laskettuna vuosien 2013–2017 onnettomuusmäärien keskiarvosta suhteessa vuoden 2018 tierekisteriaineiston tiepituuksiin. N tarkoittaa vuosien 2013–2017 onnettomuusmäärää.

Henkilövahinko-onnettomuustiheyttä ja -riskiä tarkasteltiin erikseen yksi- ja kaksiajorataisilla pääteillä KVL-luokittain (kuva 10). Yleispiirteisesti pääteiden henkilövahinko-onnettomuustiheys kasvaa liikennemäärien kasvaessa, kun taas henkilövahinko-onnettomuusriski pienenee liikennemäärien kasvaessa, kuten kirjallisuuskatsauksen perusteella todettiin. Näyttäisi myös siltä, että ajosuuntien erottelu on henkilövahinko-onnettomuusriskiä ja -tiheyttä pienentävä tekijä useilla pääteillä. KVL-luokissa ”6 000–9 000” ja ”9 000–15 000” kaksiajorataiset päätiet ovat yksiajorataisia pääteitä turvallisempia. Kuitenkin kaksiajorataisilla pääteillä henkilövahinko-onnettomuustiheys ja -riski ovat KVL-luokissa ”<3 000” ja ”3 000–6 000” suurempia kuin yksiajorataisilla pääteillä. Arvot ovat myös suhteellisen suuria muihin KVL-luokkiin verrattuna. Poikkeamaa selittää se, että vähäliikenteisillä pääteillä kaksiajorataisia tieosuuksia on pääosin vain liittymien läheisyydessä, joten näihin kaksiajorataisiin kohtiin kasautuu risteämisonnettomuuksia. Onnettomuusluokkia tarkastellaan tarkemmin luvussa 4.3. KVL-luokassa ”15 000–30 000” henkilövahinko-onnettomuusriskin ero yksi- ja kaksiajorataisten pääteiden välillä on varsin pieni ja kaksiajorataisilla pääteillä henkilövahinko-onnettomuustiheys on suurempi. Tähän mahdollisesti vaikuttaa se, että yksiajorataisilla yli 15 000 KVL:n pääteillä liikennesuoritetta on kokonaisuudesaan varsin vähän (kuva 11), ja KVL-luokassa ”15 000–30 000” kaksiajorataisten pääteiden liikennemäärät ovat keskimäärin suurempia.



Kuva 10. Henkilövahinko-onnettomuustiheys ja -aste yksi- ja kaksiajorataisilla pääteillä eri KVL-luokissa laskettuna vuosien 2013–2017 onnettomuusmäärien keskiarvosta suhteessa vuoden 2018 tierekisteriaineiston tiepituuksiin ja liikennesuoritteisiin. N tarkoittaa vuosien 2013–2017 henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärää.

Kuva 11 havainnollistaa vuoden 2018 liikennesuoritteiden ja tutkimusaineiston liikennekuolemien jakautumista eri KVL-luokkien pääteille. Yksiajorataisilla pääteillä liikennesuoritteen ja -kuolemien jakaumat ovat varsin samankaltaisia. Kaksiajorataisilla pääteillä liikennekuolemien jakautuminen eri KVL-luokkiin ei vastaa KVL-luokkien liikennesuoritteen jakautumista yhtä tarkasti. Kaksiajorataisilla pääteillä suurimmissa KVL-luokissa liikennekuolemia tapahtui suhteellisen vähän. Kaikista lähimpänä yksi- ja kaksiajorataisten pääteiden liikennesuoritteet olivat tosiaan KVL-luokassa ”9 000–15 000”, jossa yksiajorataisten pääteiden liikennekuolemien määrä oli silti huomattavasti suurempi kuin kaksiajorataisilla pääteillä. Kokonaisuudessa pääteiden liikennekuolemat painottuvat erityisesti yksiajorataisille pääteille KVL-luokkiin ”<3 000”, ”3 000–6 000” ja ”6 000–9 000”. Yli puolet pääteiden liikennekuolemista tapahtui yksiajorataisilla pääteillä, joissa keskimääräinen vuorokausiliikenne oli alle 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa.



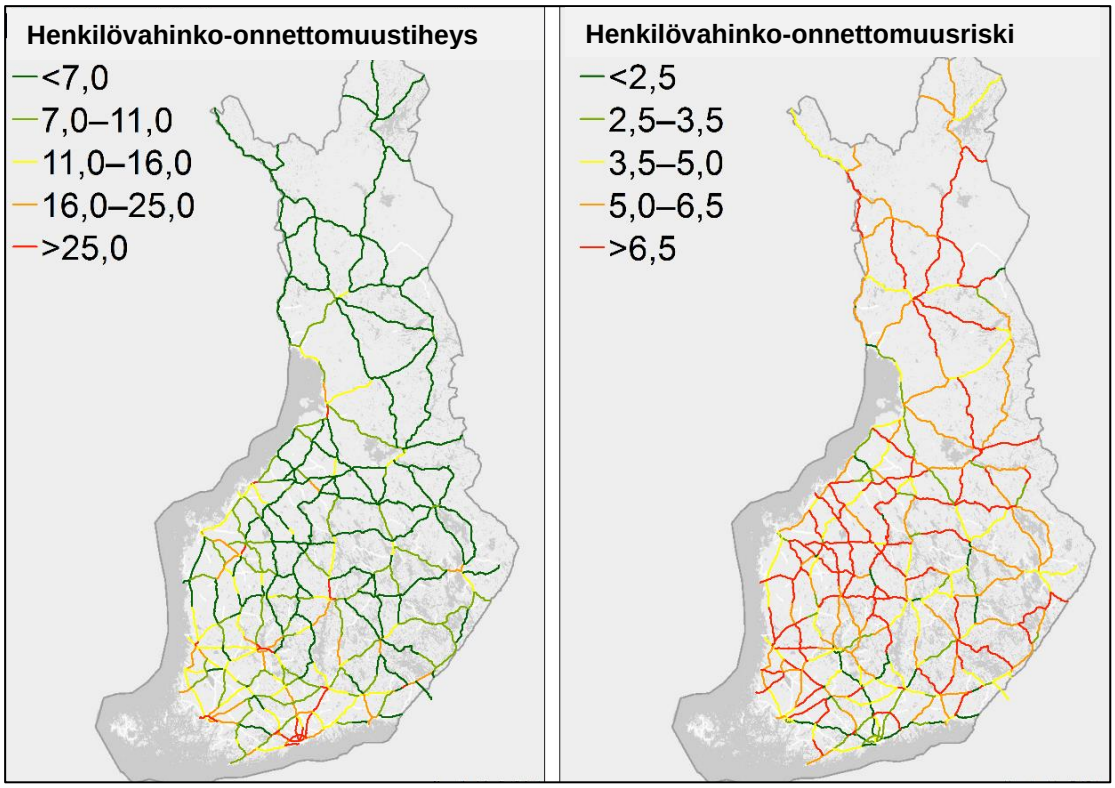
Kuva 11. Yksi- ja kaksiajorataisten pääteiden liikennesuoritteet vuonna 2018 ja kuolleiden henkilöiden lukumäärät eri KVL-luokissa vuosina 2013–2017.

Henkilövahinko-onnettomuuksien tapahtumapaikoista oli Väyläviraston onnettomuustilastoissa useita ominaisuustietoja, joista ei tässä tutkimuksessa tehty tarkempia tarkasteluita. Liikenneympäristön ominaisuuksien, kuten nopeusrajoitusten, taajamamerkkien tai tien leveyden ja henkilövahinko-onnettomuuksien määrän, välillä voi havaita korrelaation, mutta niistä ei voida tehdä johtopäätöksiä asioiden välisestä kausaliteetista, koska useat erilaiset tekijät ja varsinkin liikennemäärä vaikuttavat henkilövahinko-onnettomuuksien syntymiseen. Henkilövahinko-onnettomuustiheys on leveillä teillä kapeita teitä suurempi, mutta myös liikennemäärät ovat leveillä pääteillä suuria, mikä kasvattaa henkilövahinko-onnettomuuksien määrää. Lisäksi tutkimusaineistosta voidaan havaita, että esimerkiksi henkilövahinko-onnettomuustiheys ja -riski kasvavat pääteillä nopeusrajoituksen laskiessa. Alempia nopeusrajoituksia kuitenkin yleensä asetetaan paikkoihin, joissa liikenneympäristö ja turvallisuustilanne sitä edellyttävät.

Yleisesti pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien tapahtumapaikkojen liikenneympäristöstä voidaan todeta, että ne vaikuttivat olevan monen ominaisuuden perusteella melko samankaltaisia maantieympäristöjä. Henkilövahinko-onnettomuuksista taajaman ulkopuolella tapahtui 92,7 prosenttia ja kuolemaan johtaneista onnettomuuksista 97,9 prosenttia. Henkilövahinko-onnettomuuksista 81,3 prosenttia ja kuolemaan johtaneista onnettomuuksista 90,2 prosenttia tapahtui päätiellä, jossa nopeusrajoitus oli vähintään 80 km/h. Tien leveys oli vähintään seitsemän metriä 96,8 prosentissa henkilövahinko-onnettomuuksista ja 97,7 prosentissa kuolemaan johtaneista onnettomuuksista.

Henkilövahinko-onnettomuusriskistä ja -tiheydestä päätieverkolla laadittiin kuvassa 12 (ja liitteessä 2) esitetyt kartat. Kartoissa mitta-asteikko on valittu siten, että jokaisessa eri värillä piirretyssä luokassa liikennesuorite on likimain samansuuruinen. Henkilövahinko-onnettomuustiheys on suurin vilkkaimmin liikennöidyillä suurten kaupunkien läheisillä pääteillä, kun taas henkilövahinko-onnettomuusriski on usein näissä liikenneympäristöissä pieni. Toisaalta kartalta erottuu myös yksittäisiä tieosuuksia esimerkiksi valtateillä 4, 12 ja 25, joissa sekä henkilövahinko-onnettomuustiheys että -riski ovat asteikon suurimmasta päästä.

Vastaavasti kartalta erottuu pääteitä, joissa sekä henkilövahinko-onnettomuustiheys että -riski ovat suhteellisen pieniä. Näin on esimerkiksi joillakin valtateiden 1, 5 ja 7 tieosuuksilla, jotka kaikki ovat moottoritieosuuksia.

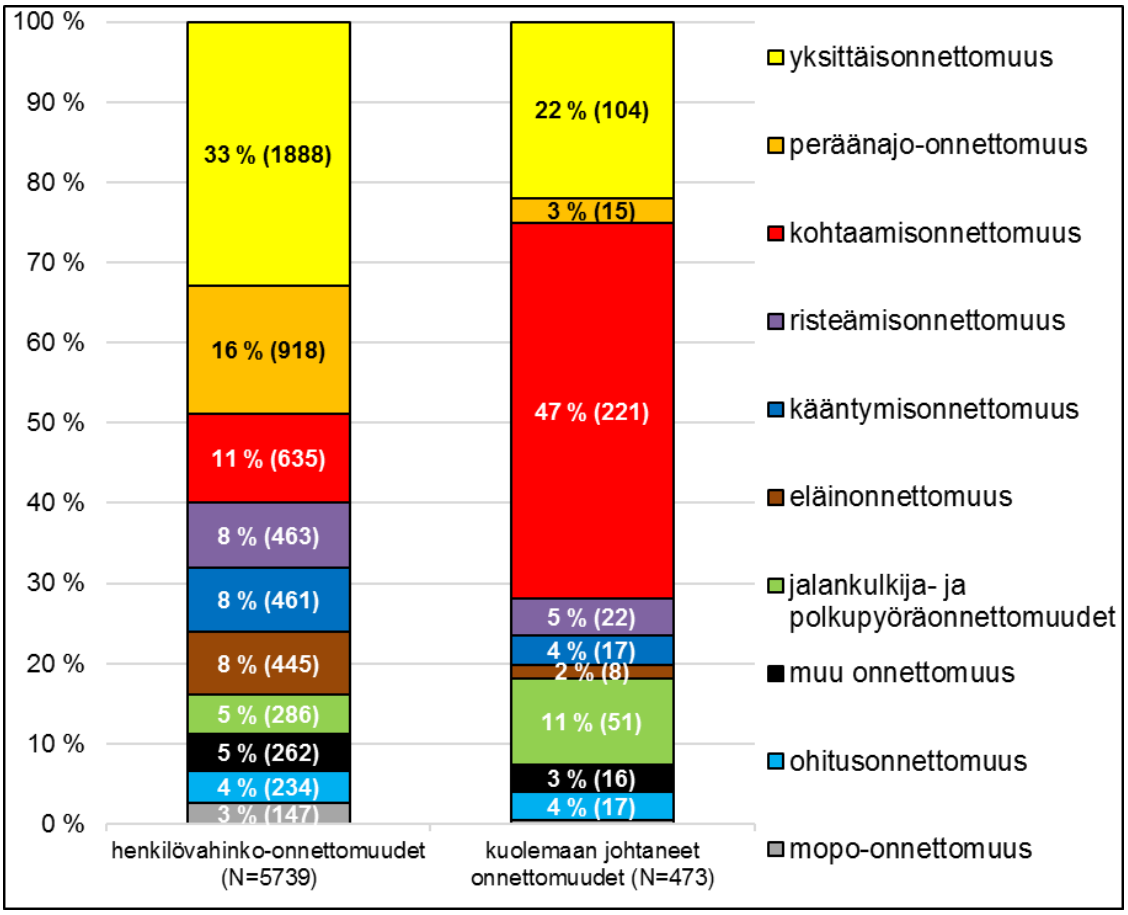


Kuva 12. Päätieverkon henkilövahinko-onnettomuustiheys (henkilövahinko-onnettomuutta/100 km) ja -riski (henkilövahinko-onnettomuutta/100 milj. autokm) laskettuna vuosien 2013–2017 onnettomuusmäärien keskiarvosta suhteessa vuoden 2018 tierekisteriaineiston tiepituuksiin ja liikennesuoritteisiin. Taustakartan lähde Esri Finland ja Maanmittauslaitos (2017).

Liitteessä 2 on myös kartat, joissa henkilövahinko-onnettomuusriskin ja -tiheyden vertailu on esitetty erikseen eri KVL-luokkiin lukeutuvilla pääteillä. Kartoista voi havaita, että myös samankaltaisen liikennemäärän pääteillä henkilövahinko-onnettomuustiheys ja -riski vaihtelevat. Pelkästään karttatarkasteluiden perusteella ei voida kuitenkaan tehdä johtopäätöksiä näiden pääteiden liikenneympäristön turvallisuuteen liittyen. Henkilövahinko-onnettomuuksien kasaantumiseen vaikuttaa moni eri tekijä ja myös satunnaisvaihtelu vaikuttaa erityisesti liikennemäärien ollessa pieniä.

4.2 Henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuusluokat ja niiden vakavuus

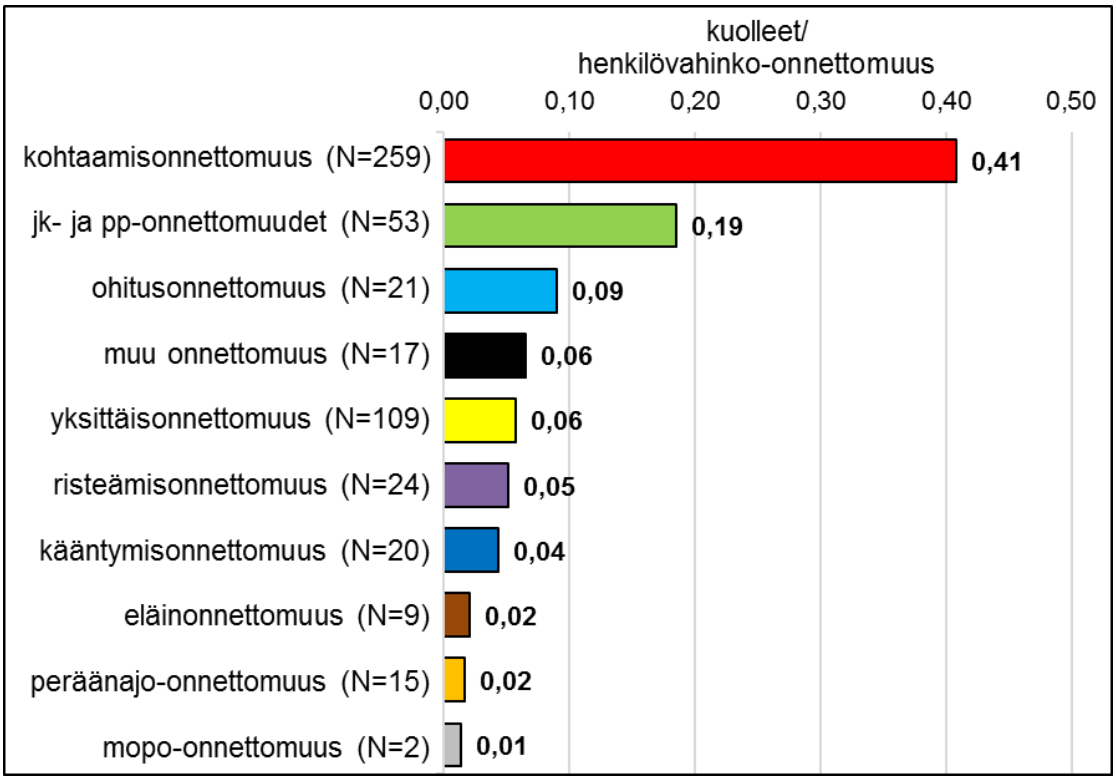
Tutkimusaineistossa oli mukana henkilövahinko-onnettomuuksia jokaisesta 13 onnettomuusluokasta. Liitteessä 7 on taulukossa kaikki tutkimusaineiston sisältämät henkilövahinko-onnettomuudet Väyläviraston käyttämissä onnettomuusluokissa. Kuvassa 13 näkyy henkilövahinko-onnettomuuksien ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien jakautuminen eri onnettomuusluokkiin siten, että hirvi-, peura- ja muut eläinonnettomuudet on yhdistetty samaan luokkaan, koska kaikki niistä ovat eläinonnettomuuksia. Lisäksi jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksia tarkasteltiin yhtenä onnettomuusluokkana, koska niiden määrät olivat varsin pieniä ja onnettomuustyypiltään ne poikkeavat moottoriajoneuvo-onnettomuuksista.



Kuva 13. Pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien ja kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien onnettomuusluokat. Suluissa oleva N tarkoittaa onnettomuuksien kokonaismäärää.

Pääteiden kaikista henkilövahinko-onnettomuuksista noin kolmasosa oli yksittäisonnettomuuksia. Muita yleisiä onnettomuusluokkia olivat peräänajo-onnettomuudet (16 %) ja kohtaamisonnettomuudet (11 %). Risteämis-, kääntymis- ja eläinonnettomuuksien osuudet pääteillä olivat lähes yhtä suuria, noin 8 % henkilövahinko-onnettomuuksista. Jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuudet eivät olleet päätieympäristössä yleisimpien onnettomuusluokkien joukossa, mutta toisaalta yhteenlaskettuna niitä tapahtui enemmän kuin ohitusonnettomuuksia tai muu onnettomuus -luokkaan kuuluvia onnettomuuksia.

Pääteiden kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa onnettomuusluokkien osuudet olivat varsin erilaiset verrattuna kaikkiin henkilövahinko-onnettomuuksiin, mikä kertoo eroista onnettomuusluokkien vakavuudessa. Kuvassa 14 onnettomuusluokkien vakavuutta vertaillaan suhteuttamalla kuolleiden henkilöiden lukumäärä henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärään. Kohtaamisonnettomuuksia oli kuolemaan johtaneista onnettomuuksista lähes puolet, ja ne olivat seurauksilta vakavimpia, sillä niissä kuoli 0,41 henkilöä yhtä henkilövahinko-onnettomuutta kohden. Yksittäisonnettomuuksissa kuoli yli viidesosa kaikista pääteiden onnettomuuksien uhreista, mutta kuolleiden määrä suhteessa henkilövahinko-onnettomuuksien määrään oli keskitasoa. Jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuudet olivat myös varsin vakavia ja ne olivat pääteiden kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa kolmanneksi runsaslukuisin onnettomuusluokka.



Kuva 14. Pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien vakavuus onnettomuusluokittain, joka on laskettu kuolleiden henkilöiden määränä suhteessa henkilövahinko-onnettomuuksien määrään. Suluissa oleva N tarkoittaa kuolleiden henkilöiden lukumäärää.

Useissa onnettomuusluokissa kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien määrät vuosina 2013–2017 olivat pääteillä korkeintaan joitakin kymmeniä. Muu onnettomuus -luokkaan ja ohitusonnettomuuksiin lukeutuvien henkilövahinko-onnettomuuksien kokonaismäärät olivat pieniä, mutta kuolleiden määrä suhteessa henkilövahinko-onnettomuuksien määrää oli suurempi kuin useimmissa muissa onnettomuusluokissa. Risteämis- ja kääntymisonnettomuudet olivat vakavuudeltaan keskenään lähes samantasoisia. Eläin-, peräänajo- ja mopo-onnettomuudet johtivat liikennekuolemiin kaikkein harvimmin. Eläinonnettomuuksista kuolemaan johtaneita oli 8, ja ne kaikki olivat hirvionnettomuuksia. Kuolemaan johtaneita mopo-onnettomuuksia oli tutkimusaineistossa vain kaksi.

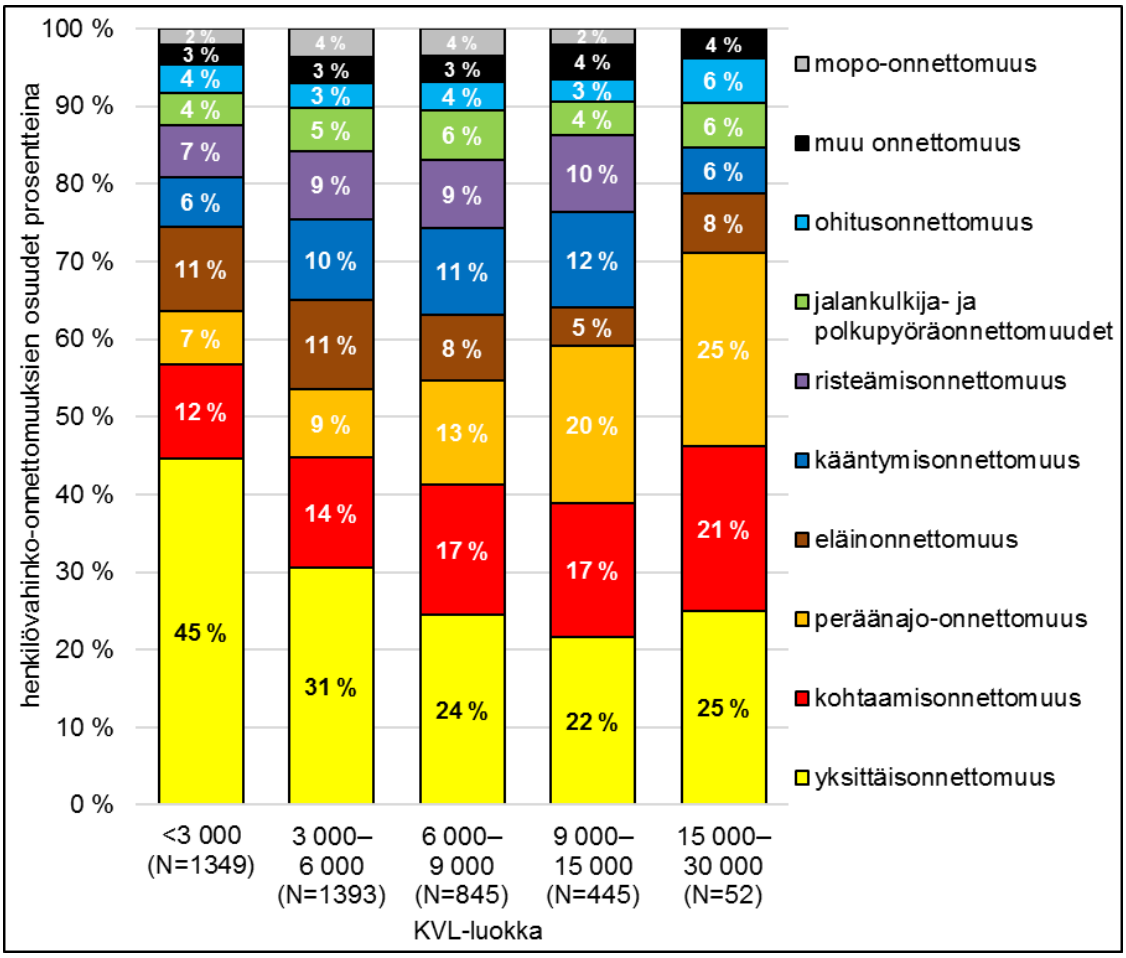
4.3 Yksi- ja kaksiajorataisten pääteiden onnettomuusluokkien tarkastelu

Henkilövahinko-onnettomuuksien jakautumista eri onnettomuusluokkiin tarkasteltiin liikennemäärältään erilaisissa liikenneympäristöissä erikseen yksi- ja kaksiajorataisilla pääteillä. Tarkasteluissa yksiajorataisiin pääteihin sisältyivät kaikki päätiet, joissa ajosuuntia ei ole erotettu yli 200 metrin matkalta. Taulukkoon 2 on koottu valittuun KVL-luokitteluun perustuen yksiajorataisten pääteiden tiepituudet vuonna 2018 sekä henkilövahinko-onnettomuuksien ja liikennekuolemien lukumäärät tutkimusaineistossa. Yksiajorataisten pääteiden tiepituudesta on suuri osa liikennemäärältään suhteellisen vähäliikenteistä. Toisaalta yksiajorataisia pääteitä on useita satoja kilometrejä, joissa liikennemäärä on yli 9 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, ja joihin Tien poikkileikkauksen suunnittelu -ohjeen (Liikennevirasto 2013, s. 28–33) mukaan suositellaan nelikaistaisen keskikaiteellisen tien rakentamista. Kaikista suurimmassa KVL-luokassa ”>30 000” ei ole lainkaan yksiajorataisia pääteitä.

Taulukko 2. Yksiajorataisten pääteiden tiepituudet KVL-luokittain vuonna 2018 sekä vastaavien KVL-luokkien pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien ja liikennekuolemien lukumäärät vuosina 2013–2017.

KVL (autoa/vrk)	Pituus vuonna 2018 (km)	Henkilövahinko-onnettomuudet	Liikennekuolemat
<3 000	7 145	1 349	138
3 000–6 000	2 986	1 393	150
6 000–9 000	1 323	845	112
9 000–15 000	468	445	52
15 000–30 000	54	52	7
>30 000	0	0	0
Yhteensä	11 976	4084	459

Yksiajorataisilla pääteillä yksittäisonnettomuuksia tapahtui suhteellisesti eniten liikenneympäristössä, joissa keskimääräinen vuorokausiliikenne on alle 3 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (kuva 15). Yksittäisonnettomuuksien suhteellinen osuus näyttäisi jatkuvasti pienenevän, kun siirrytään tarkastelemaan pääteitä, joissa keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä on suurempi. Henkilövahinkoihin johtaneiden kohtaamis- ja peräänajo-onnettomuuksien suhteelliset osuudet yksiajorataisilla pääteillä kasvavat siirryttäessä tarkastelemaan yhä suuremman KVL-luokan pääteitä. Kohtaamisonnettomuudet ovat yksiajorataisilla pääteillä KVL-luokissa ”<3 000”, ”3 000–6 000” ja ”6 000–9 000” yksittäisonnettomuuksien jälkeen toiseksi yleisin onnettomuusluokka, mutta kaikista vilkkaimmilla yksiajorataisilla pääteillä peräänajo-onnettomuudet ovat kohtaamisonnettomuuksia yleisempiä.

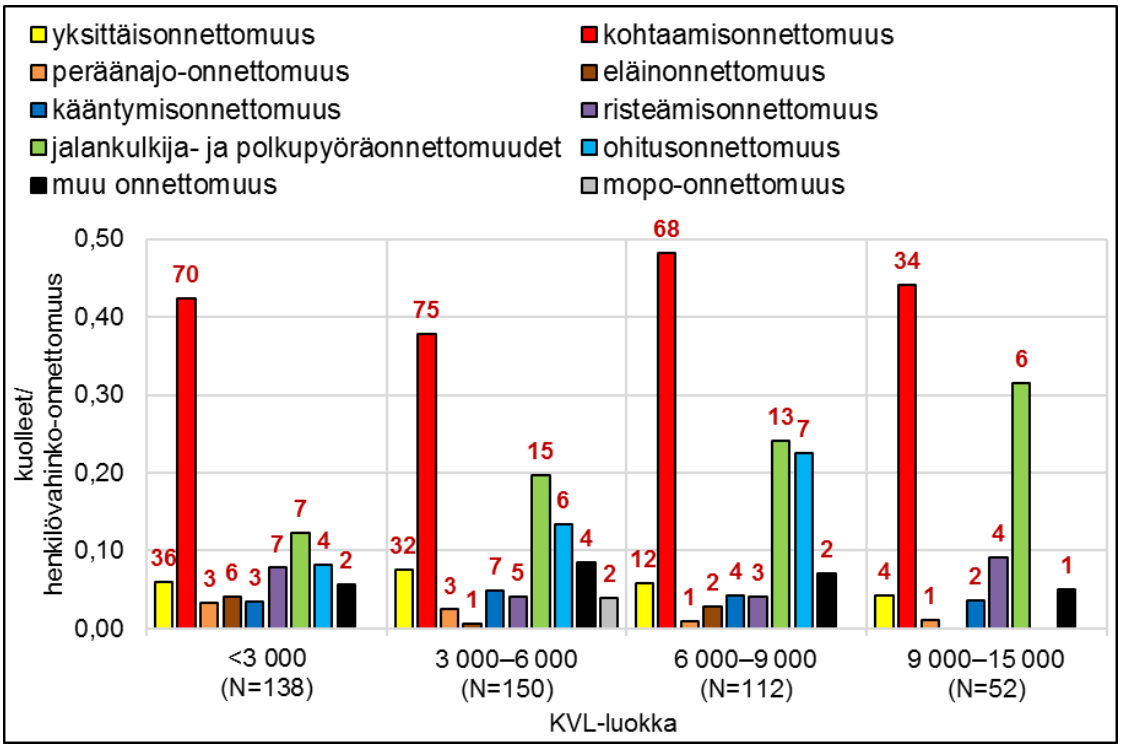


Kuva 15. Yksiajorataisten pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien prosenttiosuudet onnettomuusluokittain eri KVL-luokkiin lukeutuvilla pääteillä vuosina 2013–2017. Suluissa oleva N tarkoittaa henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärää yhteensä kyseisen KVL-luokan yksiajorataisilla pääteillä.

Yksiajorataisilla pääteillä kääntymis- ja risteämisonnettomuuksien onnettomuusluokkiin lukeutuvien henkilövahinko-onnettomuuksien suhteellinen osuus oli yhteensä noin viidesosa KVL-luokissa ”3 000–6 000”, ”6 000–9 000” ja ”9 000–15 000”, kun taas kaikista vähäliikenteisillä yksiajorataisilla pääteillä niiden osuus oli yhteensä vain noin 13 %. Kaikista vilkkaimmilla KVL-luokan ”15 000–30 000” yksiajorataisilla pääteillä ei tapahtunut yhtään risteämisonnettomuutta ja kääntymisonnettomuuksiakin suhteellisen vähän, mikä voi johtua osittain siitä, että näillä vilkkaasti liikennöidyillä pääteillä liittymien läheisyydessä tiet ovat kaksiajorataisia. Henkilövahinkoihin johtaneiden ohitusonnettomuuksien suhteellinen osuus yksiajorataisilla pääteillä näyttäisi olevan likimain samalla tasolla jokaisessa KVL-luokassa. Henkilövahinkoihin johtaneiden jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksien suhteellinen osuus näyttäisi pysyvän likimain samalla tasolla eri KVL-luokissa. Eläinonnettomuudet olivat suhteellisesti yleisempiä yksiajorataisilla pääteillä, joissa keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä on alle 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa kuin vilkkaammin liikennöidyillä teillä.

Yksiajorataisilla pääteillä kuolleiden lukumäärää ja sen suhdetta henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärään tarkasteltiin onnettomuusluokittain (kuva 16). Yksiajorataisilla pääteillä kohtaamisonnettomuudet erottuvat muista onnettomuusluokista vakavuuden osalta jokaisessa KVL-luokassa. Suurin määrä kohtaamisonnettomuuksissa kuolleita henkilöitä suhteessa henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärään oli KVL-luokan ”6 000–9 000” pääteillä. Yksittäisonnettomuuksien suuren määrän vuoksi niissä myös kuoli paljon henkilöitä, mutta kuolleiden lukumäärä suhteessa henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärään oli jokaisessa KVL-luokassa suhteellisen pieni.

Henkilövahinkoihin johtaneet ohitusonnettomuudet olivat vakavampia päätien liikennemäärän kasvaessa. Myös henkilövahinkoihin johtaneiden jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksien kuolleiden lukumäärän suhde henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärään kasvoi liikennemäärien kasvaessa. Eläinonnettomuuksien liikennekuolemista suurin osa tapahtui alle 3 000 KVL:n pääteillä.



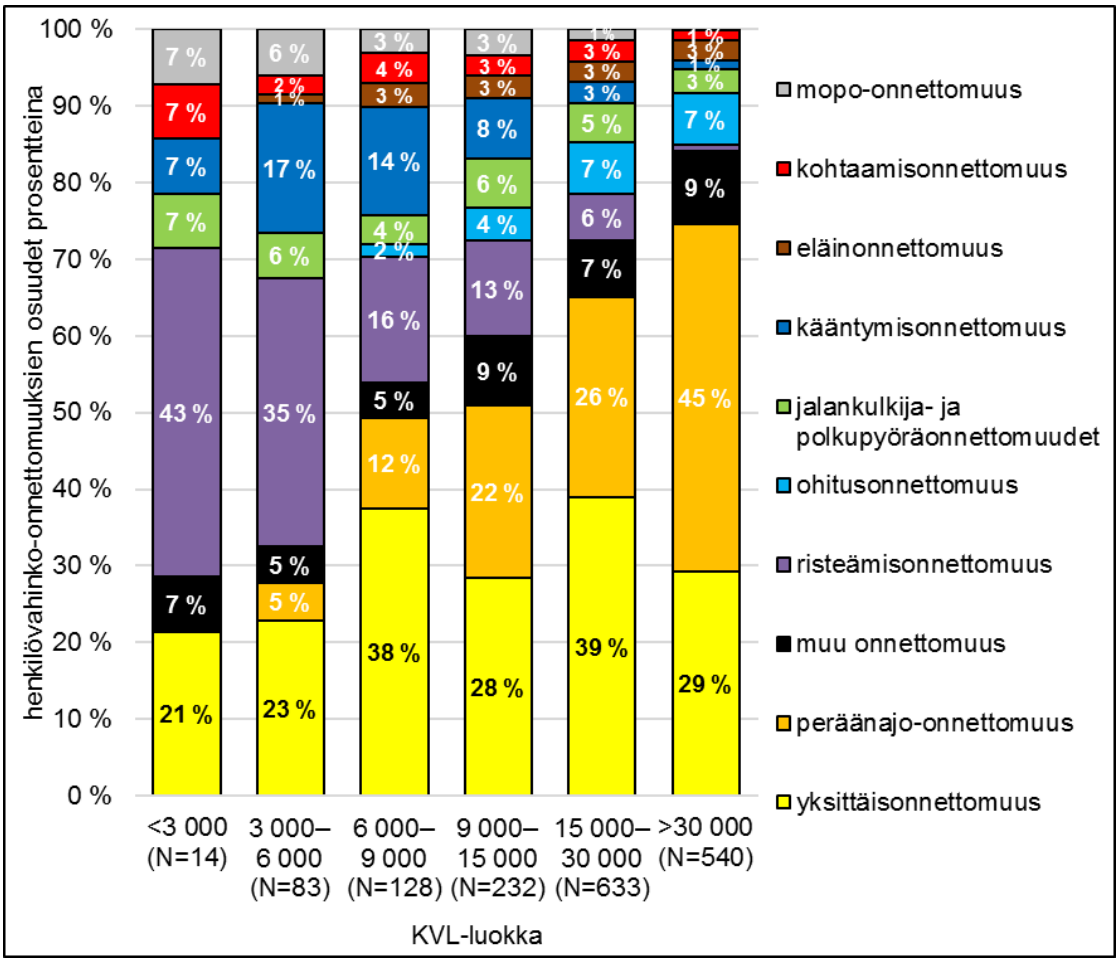
Kuva 16. Yksiajorataisilla pääteillä kuolleiden määrä suhteessa henkilövahinko-onnettomuuksien määrään onnettomuusluokittain eri KVL-luokkiin lukeutuvilla pääteillä vuosina 2013–2017. KVL luokassa "15 000–30 000" kuolleita oli seitsemän, ja se jätettiin pois kuvasta. Suluissa oleva N tarkoittaa kuolleiden lukumäärää yhteensä kyseisen KVL-luokan yksiajorataisilla pääteillä. Lisäksi jokaisen palkin yläpuolelle on merkitty punaisella kuolleiden lukumäärät onnettomuusluokittain.

Henkilövahinko-onnettomuuksien onnettomuusluokkia tarkasteltiin myös kaikilla kaksiajorataisilla pääteillä, joissa ajosuunnat on fyysisesti erotettu yli 200 metrin matkalta. Taulukossa 3 on KVL-luokittain kaksiajorataisten pääteiden tiepituudet vuonna 2018 sekä henkilövahinko-onnettomuuksien ja liikennekuolemien lukumäärät tutkimusaineistossa. Valtaosa kaksiajorataisten pääteiden tiepituudesta painottuu keskimääräisen vuorokausiliikennemäärän luokittelussa ylimpiin KVL-luokkiin. Niissä pääteiden liikenneympäristö on pääosin moottoritietä, kun taas pienimpien liikennemäärien kaksiajorataiset päätiet ovat esimerkiksi liittymien kohdalla olevia lyhyitä tieosuuksia, joissa ajosuunnat on erottu paikallisesti.

Taulukko 3. Kaikkien kaksiajorataisten pääteiden tiepituudet tarkasteluun valituissa KVL-luokissa vuonna 2018 sekä vastaavien KVL-luokkien pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien ja liikennekuolemien lukumäärät vuosina 2013–2017.

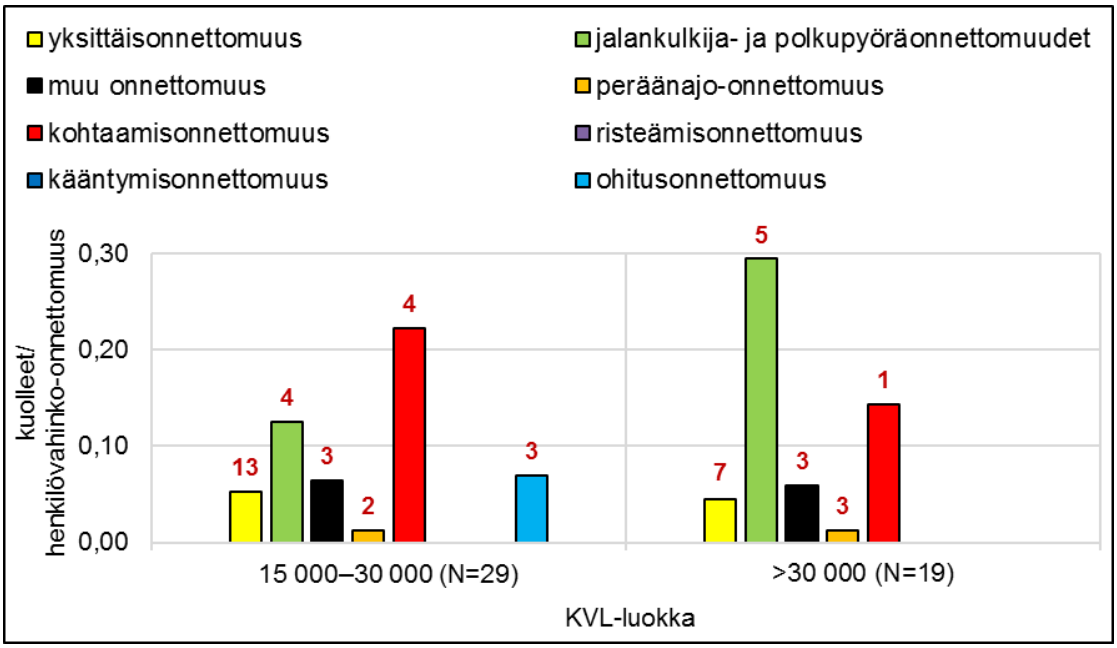
KVL (autoa/vrk)	Pituus vuonna 2018 (km)	Henkilövahinko-onnettomuudet	Kuolemaan johtaneet onnettomuudet
<3 000	27	14	2
3 000–6 000	87	83	5
6 000–9 000	223	128	6
9 000–15 000	283	232	6
15 000–30 000	566	633	29
>30 000	277	540	19
Yhteensä	1 462	1630	67

Kaksiajorataisilla pääteillä yksittäisonnettomuudet ovat lukumäärällisesti suurin onnettomuusluokka, mutta kaikissa KVL-luokissa niiden osuus ei ollut suurin (kuva 17). KVL-luokissa ”<3 000” ja ”3 000–6 000” noin puolet henkilövahinko-onnettomuuksista oli risteämis- tai kääntymisonnettomuuksia, mikä luultavasti johtuu siitä, että nämä tieosuudet sijaitsevat lähellä liittymiä. Risteämisonnettomuuksien suhteellinen osuus pienenee liikennemäärien kasvaessa. Yli 30 000 KVL:n kaksiajorataisilla pääteillä tapahtui vain viisi risteämisonnettomuutta ja kuusi kääntymisonnettomuutta. Sen sijaan peräänajo-onnettomuuksien osuus oli erityisen suuri pääteillä, joissa KVL on suurempi kuin 30 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Muu onnettomuus -luokkaan kuuluvat henkilövahinko-onnettomuudet ja ohitusonnettomuudet ovat vilkkaasti liikennöidyillä kaksiajorataisilla pääteillä suhteellisesti yleisempiä kuin yksiajorataisilla pääteillä. Kaksiajorataisilla pääteillä kohtaamisonnettomuuksien osuus on pieni, mutta ajosuuntien erottelusta huolimatta niitä kuitenkin tapahtui jokaisessa KVL-luokassa.



Kuva 17. Kaksiajorataisten pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärät onnettomuusluokittain eri KVL-luokkiin lukeutuvilla pääteillä vuosina 2013–2017. Suluissa oleva N tarkoittaa henkilövahinko-onnettomuuksien lukumäärää yhteensä vuosina 2013–2017 kyseisen KVL-luokan kaksiajorataisilla pääteillä.

Kaksiajorataisilla pääteillä liikennekuolemia tapahtui vähän varsinkin pienen liikennemäärän KVL-luokissa, minkä takia kuolleiden määrää suhteessa henkilövahinko-onnettomuuksien määrään tarkasteltiin vain liikennemäärältään vilkkaimmilla kaksiajorataisilla pääteillä (kuva 18). Yksittäisonnettomuuksissa kuoli kaksiajorataisilla pääteillä eniten ihmisiä. Niiden vakavuus oli kuitenkin samaa luokkaa kuin yksiajorataisilla pääteillä. Yksiajorataisten pääteiden tavoin kaksiajorataisilla pääteillä vakavimpia olivat kohtaamisonnettomuudet ja jalankulkija- tai polkupyöräonnettomuudet, joissa kuolleiden määrät kuitenkin olivat varsin pieniä. Yksiajorataisiin pääteihin verrattuna vilkkaiden kaksiajorataisten pääteiden liikennekuolemista puuttuvat kokonaan risteämis- ja kääntymisonnettomuudet, mutta osa niistä saattaa olla merkitty moottoriteiden eritasoliittymien rampeilla tapahtuneiksi, jolloin ne eivät näy pääteiden tilastoissa.

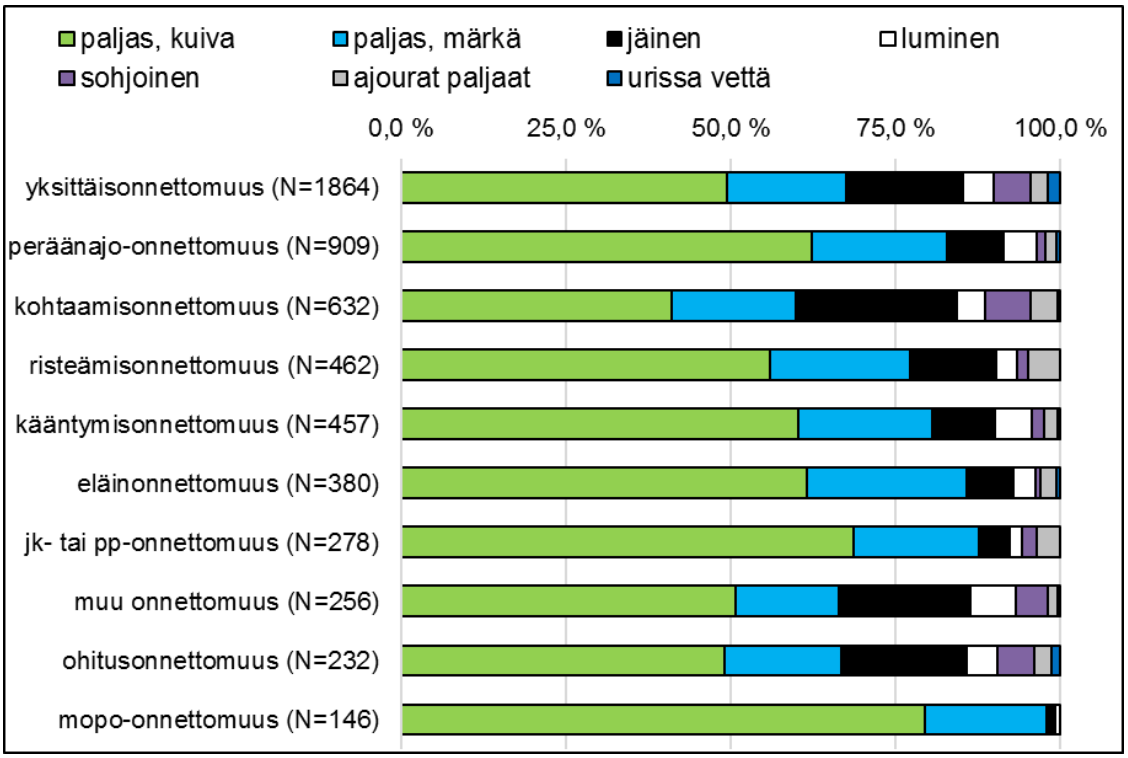


Kuva 18. Kaksiajorataisilla pääteillä kuolleiden määrä suhteessa henkilövahinko-onnettomuuksien määrään onnettomuusluokittain eri KVL-luokkiin lukeutuvilla pääteillä vuosina 2013–2017. Kaikista pienemmissä KVL luokissa kuolleiden määrät olivat pieniä, ja ne jätettiin pois kuvasta. Suluissa oleva N tarkoittaa kuolleiden lukumäärää yhteensä kyseisen KVL-luokan kaksiajorataisilla pääteillä. Lisäksi jokaisen palkin yläpuolelle on merkitty punaisella kuolleiden lukumäärät onnettomuusluokittain.

Yksi- ja kaksiajorataisten pääteiden onnettomuusluokkien tarkastelu KVL-luokittain kertoo suuntaa-antavasti erityyppisten henkilövahinko-onnettomuuksien jakautumisesta pääteille. Yksiajorataisilla pääteillä tapahtuu vaihtelevasti eri onnettomuusluokkiin lukeutuva henkilövahinko-onnettomuuksia, mutta kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa yksiajorataisilla pääteillä ongelmana ovat erityisesti kohtaamisonnettomuudet. Vilkasliikenteisillä kaksiajorataisilla pääteillä korostuvat erityisesti henkilövahinkoihin johtaneet yksittäis- ja peräänajo-onnettomuudet. Sekä yksi- että kaksiajorataisilla pääteillä tiettyjen onnettomuusluokkien, kuten ohitus- ja peräänajo-onnettomuuksien, suhteelliset osuudet loogisesti kasvavat liikennemäärien kasvaessa.

4.4 Keli ja olosuhteet henkilövahinko-onnettomuuksissa

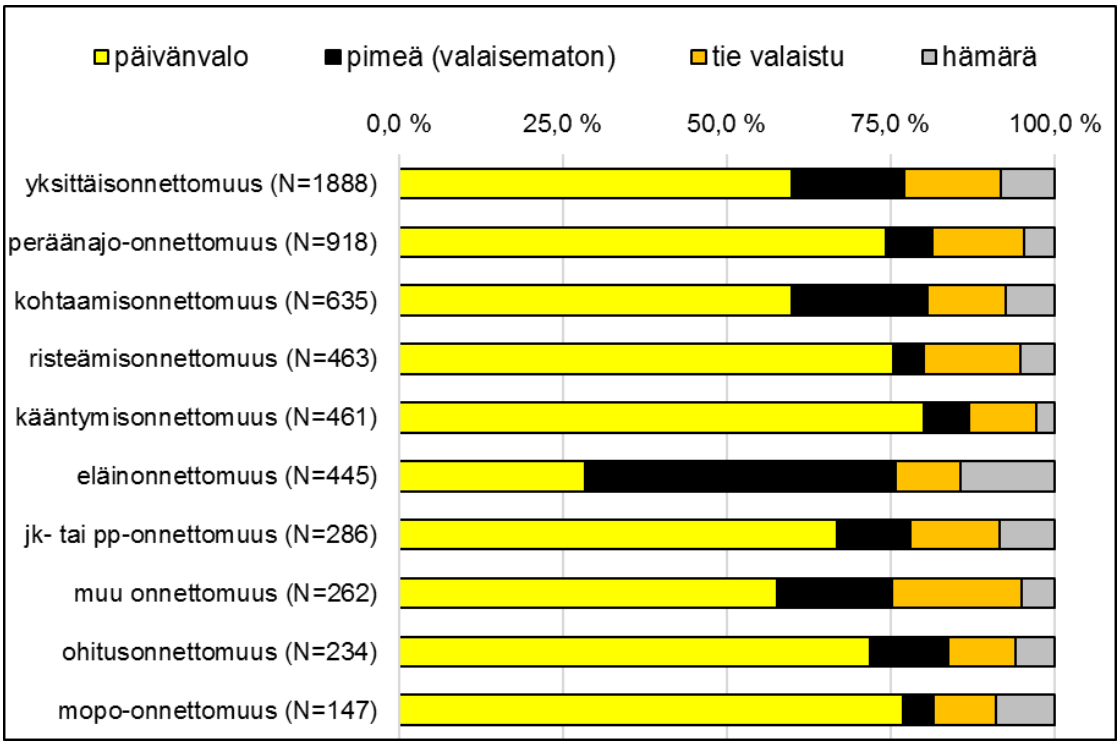
Pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien tapahtumapaikalla tien pinta oli usein paljas ja kuiva (53,4 %), paljas ja märkä (19,0 %) tai jäinen (14,0 %). Osassa tapauksista tien pinta oli luminen (4,3 %) tai sohjoinen (3,7 %), ajourat olivat paljaat (2,6 %) tai urissa oli vettä (0,9 %). Tien pinnan olosuhde vaihteli onnettomuusluokittain (kuva 19). Paljas ja kuiva tien pinta oli yleisin kaikissa onnettomuusluokissa, mutta erityisesti peräänajo-, jalankulkija- ja polkupyörä- sekä mopo-onnettomuuksissa se oli keskimääräistä yleisempi. Yksittäis-, kohtaamis- ja ohitusonnettomuuksissa oli hieman keskimääräistä yleisempää, ettei tien pinta ollut paljas ja kuiva. Kohtaamisonnettomuuksista 24,4 prosentissa tien pinta oli jäinen ja 7,0 prosentissa sohjoinen, jotka olivat suurempia prosenttiosuuksia kuin muissa onnettomuusluokissa. Yksittäisonnettomuuksista 1,9 prosentissa ja ohitusonnettomuuksista 1,3 prosentissa ajourissa oli vettä, kun taas muissa onnettomuusluokissa urissa vettä oli alle yhdessä prosentissa henkilövahinko-onnettomuuksista.



Kuva 19. Tapahtumapaikan tien pinnan olosuhteet pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksissa vuosina 2013–2017. Suluissa oleva N tarkoittaa onnettomuusmäärää, jossa tien pinnan olosuhde oli tiedossa.

Pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksissa säätila oli yleensä joko kirkas (41,5 %) tai pilvipoutainen (37,9 %). Vesisateessa tapahtui 8,8 prosenttia, lumisateessa 6,1 prosenttia, räntäsateessa 2,6 prosenttia ja sumussa 1,4 prosenttia henkilövahinko-onnettomuuksista. Keliolosuhteiden tavoin joissain onnettomuusluokissa tietyt sääolosuhteet olivat yleisempiä kuin toisissa. Esimerkiksi eläinonnettomuuksissa oli keskimääräistä yleisempää, että henkilövahinko-onnettomuus tapahtui vesisateessa tai sumussa. Kohtaamisonnettomuuksissa ja muu onnettomuus -luokan onnettomuuksista oli keskimääräistä yleisempää, että henkilövahinko-onnettomuus tapahtui lumi- tai räntäsateessa.

Henkilövahinko-onnettomuuksista 63,8 prosenttia tapahtui päivänvalossa. Pimeällä valaisemattomalla tiellä tapahtui 15,6 prosenttia, valaistulla tiellä 13,5 prosenttia ja hämärässä 7,1 prosenttia henkilövahinko-onnettomuuksista. Onnettomuuspaikan valoisuusolosuhteet vaihtelivat eri onnettomuusluokissa (kuva 20). Eläinonnettomuuksissa oli muita yleisempää, että tapahtumapaikkana oli pimeä valaisematon tie (47,4 %) tai oli hämärää (14,4 %). Kohtaamisonnettomuuksista 20,8 prosenttia tapahtui pimeällä valaisemattomalla tiellä, mikä oli myös keskimääräistä suurempi osuus. Sen sijaan esimerkiksi kääntymis-, risteämis- ja peräänajo-onnettomuuksista suuri osuus tapahtui päivänvalossa.



Kuva 20. Tapahtumapaikan valoisuusolosuhteet pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksissa vuosina 2013–2017. Suluissa oleva N tarkoittaa onnettomuusmäärää, jossa valoisuus oli tiedossa.

Onnettomuuspaikan olosuhteissa oli jonkin verran sellaisia eroja loukkaantumiseen ja kuolemaan johtaneiden henkilövahinko-onnettomuuksien välillä, joita voi selittää eri onnettomuusluokkien vakavuus. Esimerkiksi loukkaantumiseen johtaneissa onnettomuuksissa tien pinta oli luminen 4,5 prosentissa tapauksista, kun taas kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa tien pinta oli luminen vain 1,7 prosentissa. Jäisen tien pinnan osuus oli yhden prosenttiyksikön suurempi kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa kuin loukkaantumiseen johtaneista onnettomuuksista. Kuolemaan johtaneista onnettomuuksista tapahtui pimeällä valaisemattomalla tiellä noin kolme prosenttiyksikköä suurempi osuus kuin loukkaantumisiin johtaneista onnettomuuksista.

5 Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien onnettomuusaineistojen tarkastelu

5.1 Onnettomuustietorekisterin aineiston määrällinen tarkastelu

5.1.1 Tienkäyttäjiin liittyvät taustatiedot

Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien onnettomuusaineistosta tarkasteltiin taustatietona joitakin tienkäyttäjiin ja ajoneuvoihin liittyviä muuttujia pääteiden kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa ja jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksissa. Niistä käytetään tässä luvussa jatkossa lyhyitä nimityksiä moottoriajoneuvo-onnettomuus ja jk- tai pp-onnettomuus, koska tutkimusaineistossa kaikki onnettomuudet olivat pääteillä tapahtuneita kuolemaan johtaneita onnettomuuksia. Tutkimusaineistossa oli 413 moottoriajoneuvo-onnettomuutta ja 45 jk- tai pp-onnettomuutta. Tutkimusaineiston 458 onnettomuudessa kuoli yhteensä 515 henkilöä, vammautui vaikeasti 99 henkilöä ja vammautui lievästi 235 henkilöä.

Moottoriajoneuvo-onnettomuuksien pääaiheuttajina olleista henkilöistä noin 85 prosenttia oli miehiä ja noin 15 prosenttia naisia. Moottoriajoneuvo-

onnettomuuksien pääaiheuttajina olleissa henkilöissä oli kymmenen ikävuoden pituisissa jaksoissa tarkasteltuna suhteellisesti suuri osuus 18–27-vuotiaita, joita oli 29,3 prosenttia. Ikäluokittain tarkasteltaessa eniten moottoriajoneuvo-onnettomuuksien pääaiheuttajissa oli 19- tai 20-vuotiaita. Jk- tai pp-onnettomuuksien pääaiheuttajista oli 62,2 prosenttia miehiä ja 37,8 prosenttia naisia. Jk- tai pp-onnettomuuksien pääaiheuttajissa ei korostunut mikään ikäluokka.

Moottoriajoneuvo-onnettomuuksien osallisena oli 788 ajoneuvoa, joista 63,3 % oli henkilöautoja tai pakettiautoja, 30,0 % kuorma-autoja, raskaita ajoneuvoyhdistelmiä tai linja-autoja, 4,4 % moottoripyöriä tai mopoja ja loput 2,3 % muita ajoneuvoja. Moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa pääaiheuttajana oli henkilöauto tai pakettiauto 85,7 prosentissa tapauksista, kuorma-auto, raskas ajoneuvoyhdistelmä tai linja-auto 7,0 prosentissa tapauksista, mopo tai moottoripyörä 4,6 prosentissa tapauksista ja lopuissa 2,7 prosentissa jokin muu ajoneuvo. Moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa pääaiheuttajana olleiden ajoneuvojen iän keskiarvo oli noin 13 vuotta, joka on noin vuoden enemmän kuin Manner-Suomessa liikennekäytössä vuonna 2017 olleiden henkilöautojen keski-ikä (Tilastokeskus 2018g). Moottoriajoneuvo-onnettomuuksista 67,3 % oli sellaisia, joissa pääaiheuttajana olleen ajoneuvon ikä oli yli 10 vuotta. Jk- tai pp-onnettomuuksista kymmenessä (22,2 %) pääaiheuttajaosallisena oli moottoriajoneuvo. Niistä puolet oli henkilöautoja ja loput kuorma-autoja tai muita ajoneuvoja.

Onnettomuustietorekisteristä tarkasteltiin joitakin onnettomuustutkinnoissa selvinneitä tietoja onnettomuuksien osallisena olleista henkilöistä. Tarkastelluista tiedoista ei kuitenkaan selvinnyt sitä, oliko tutkijalautakunnat arvioineet nämä asiat varsinaisesti riskeiksi, sillä tienkäyttäjien taustariskit sisältävä aineisto jätettiin tutkimuksen rajauksen ulkopuolelle. Tutkimusaineiston perusteella moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa pääaiheuttajana olleen ajoneuvon kuljettaja oli päihtynyt 34,4 prosentissa tapauksista. Pääaiheuttaja ajoi vähintään 20 km/h ylinopeutta 31,0 prosentissa tapauksista. Pääaiheuttajista 6,5 prosenttia ajoi ilman voimassa olevaa ajo-oikeutta. Pääaiheuttajista 60,0 prosentilla oli pitkäaikaisia sairauksia. Pääaiheuttajista 13,3 prosentin osalta on tiedossa, että välittömästi ennen vaaratilannetta nämä tekivät jotain muuta kuin vain ajoivat. Moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa kuolleista 38,5 prosenttia ei käyttänyt turvalaitetta.

Jk- tai pp-onnettomuuksissa pääaiheuttajana ollut kuljettaja tai jalankulkija oli päihtynyt 31,1 prosentissa tapauksista. Jk- tai pp-onnettomuuksissa oli yhdessä tapauksessa pääaiheuttajana olleella moottoriajoneuvolla vähintään 20 km/h ylinopeutta. Yhdellä pääaiheuttajana olleella kuljettajalla ei ollut voimassa olevaa ajo-oikeutta. Jalankulkijaonnettomuuksista 13 tapahtui pimeällä, ja niistä 11 tapauksessa jalankulkija ei käyttänyt heijastinta. Pääaiheuttajana olleella kuljettajalla tai jalankulkijalla oli pitkäaikaisia sairauksia 57,7 prosentissa tapauksista.

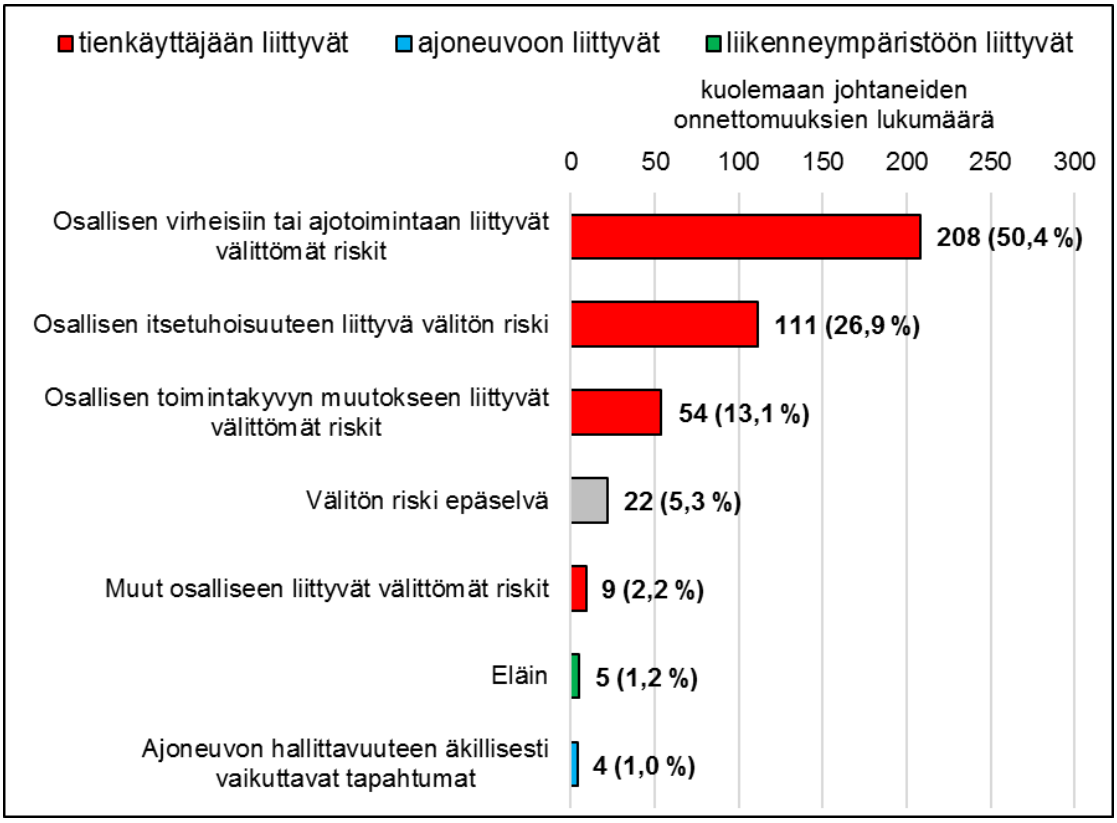
5.1.2 Välittömät riskit

Liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmässä riskit jaetaan välittömiin riskitekijöihin ja taustariskeihin. Välittömät riskitekijät ovat ajallisesti lähinnä onnettomuustapahtumaa ja vaikuttavat liikennetilanteessa aktiivisesti onnettomuuden avaintapahtumaan. Jokaiselle osalliselle määritetään tutkintamenetelmässä vain yksi välitön riskitekijä. Välitön riski liittyy tyypillisesti tienkäyttäjään/ajoneuvon kuljettajaan, mutta se voi liittyä myös ajoneuvoon tai liikenneympäristöön. (LVK 2002, s. 20–21)

Tutkimusaineistossa ”Välitön riski” -muuttujalla oli moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa 26 eri arvoa ja jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksissa 12 eri arvoa. Välittömien riskien jakautumista erityyppisiin riskeihin tarkasteltiin

luokittelemalla ne liitteessä 4 esitetyllä tavalla. Tutkijalautakunnat arvioivat moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa 97,8 prosentissa tapauksista välittömän riskin liittyneen pääaiheuttajana olleen ajoneuvon kuljettajaan tai hänen toimintaansa (kuva 21). Moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa ainoa liikenneympäristöön liittyvä välitön riski oli eläimestä aiheutunut riski, jonka tutkijalautakunnat arvioivat esiintyneen viidessä moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (1,2 %). Ajoneuvoon liittyvä välitön riski oli arvioitu esiintyneen neljässä moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (1,0 %).

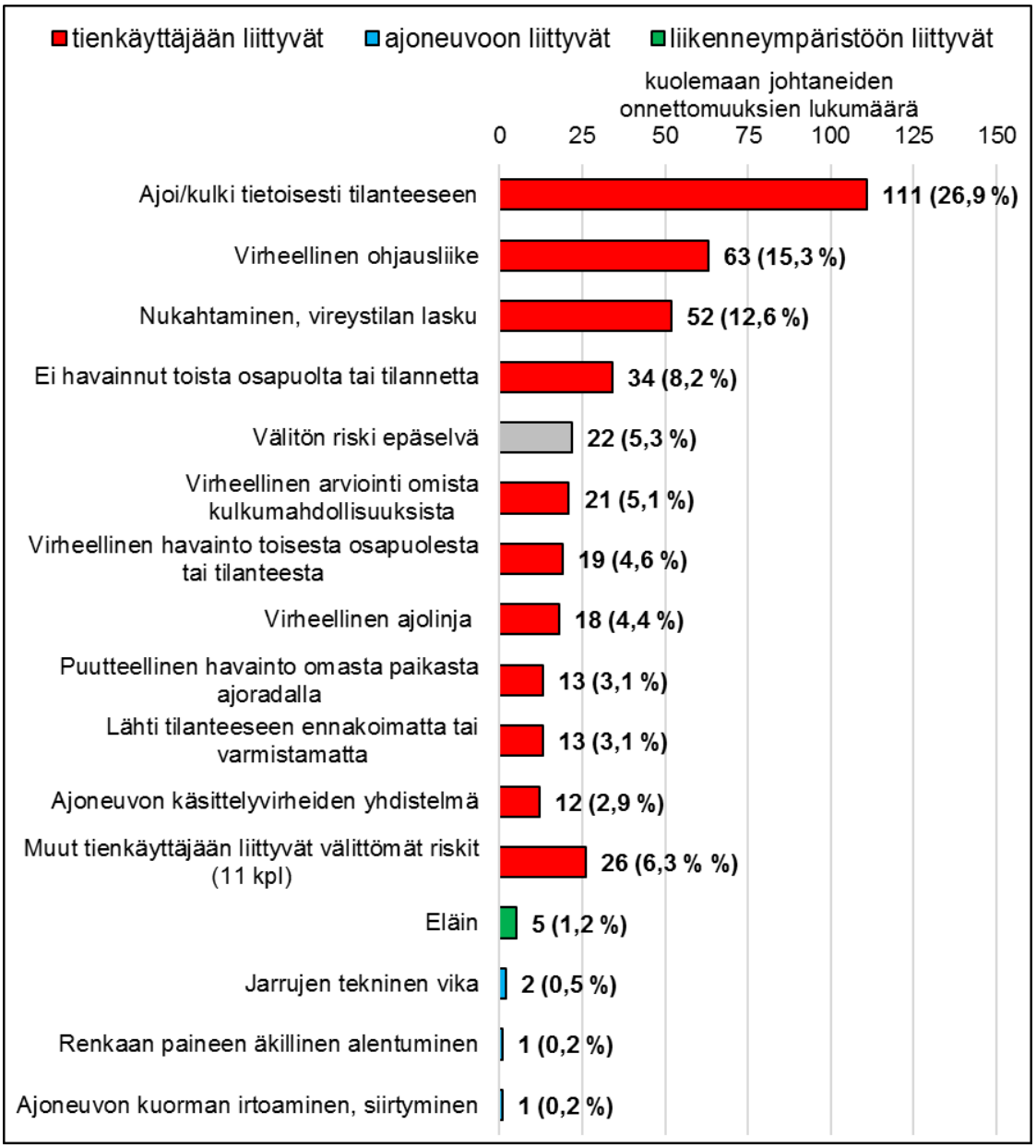
Moottoriajoneuvo-onnettomuuksien pääaiheuttajien välitön riski liittyi 208 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (50,4 %) kuljettajan tekemiin virheisiin tai ajotoimintaan (kuva 21). Kuvan 22 perusteella kaikista yleisin yksittäinen osallisen virheisiin tai ajotoimintaan liittyvä ”Välitön riski” -muuttujan arvo oli ”Virheellinen ohjausliike”, joka oli koodattu välittömäksi riskiksi 63 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (15,3 %). Muita yleisiä osallisen virheisiin tai ajotoimintaan liittyviä välittömiä riskejä olivat 34 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen (8,2 %) koodattu ”Ei havainnut toista osapuolta tai tilannetta” ja 21 moottoriajoneuvo-onnettomuuden (5,1 %) kohdalle koodattu ”Virheellinen arviointi omista kulkumahdollisuuksista”.



Kuva 21. Pääaiheuttajille määritettyjen välittömien riskien tyypit vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa. Riskityypit on muodostettu luokittelemalla OTI:n onnettomuustietorekisteriaineiston välittömät riskit liitteessä 4 esitetyllä tavalla. Suluissa on onnettomuusmäärän osuus suhteessa tutkimusaineiston kaikkiin 413 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen.

Välittömien riskien tyyppien laajemmassa tarkastelussa (kuva 21) itsetuhoisuus oli toiseksi yleisin riskityyppi kuljettajien virheiden jälkeen. Välitön riski ”Ajoi/kulki tietoisesti tilanteeseen” tarkoitti sitä, että onnettomuus oli itsetuhotarkoituksessa aiheutettu. Se oli kirjattu välittömäksi riskiksi 111 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (26,9 %) ollen selvästi yleisin kaikista yksittäisistä ”Välitön riski” -muuttujan arvoista.

Osallisen toimintakyvyn muutokseen eli nukahtamiseen, vireystilan laskuun tai tajunnan menetykseen liittyviä välittömiä riskejä tutkijalautakunnat olivat arvioineet esiintyneen 54 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (13,1 %). Valtaosassa näistä tapauksista välitön riski oli ”Nukahtaminen, vireystilan lasku”, sillä se oli välittömänä riskinä 52 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (12,6 %). Tajunnan menetys oli arvioitu välittömäksi riskiksi kahdessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa. Lisäksi tutkimusaineistosta oli poistettu 40 onnettomuutta, joissa välittömänä riskinä arvioitiin olleen sairauskohtaus.



Kuva 22. OTI:n onnettomuustietorekisterissä pääaiheuttajille määritetyt välittömät riskit vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa. Suluissa on onnettomuusmäärän osuus suhteessa tutkimusaineiston kaikkiin 413 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen.

Moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa oli myös muita tienkäyttäjään liittyviä välittömiä riskejä, joita ei kuvassa 21 luokiteltu kolmen yleisimmän riskityypin joukkoon. Kuudessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (1,5 %) välittömäksi riskiksi oli koodattu ”Ajoi/kulki mahdollisesta vaarasta välittämättä”. Lisäksi yksittäisiin moottoriajoneuvo-onnettomuuksiin oli koodattu välittömät riskit ”Lyhyt toiminta-aika” ja ”Muu inhimillinen tekijä”.

Moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa ajoneuvoon liittyvistä välittömistä riskeistä kahdessa tapauksessa välittömänä riskinä oli jarrujen tekninen vika. Yhdessä moottoriajoneuvo-onnettomuudessa ajoneuvon renkaan paine laski äkillisesti, ja yhdessä moottoriajoneuvo-onnettomuudessa välittömänä riskinä oli ajoneuvon kuorman irtoaminen ja siirtyminen.

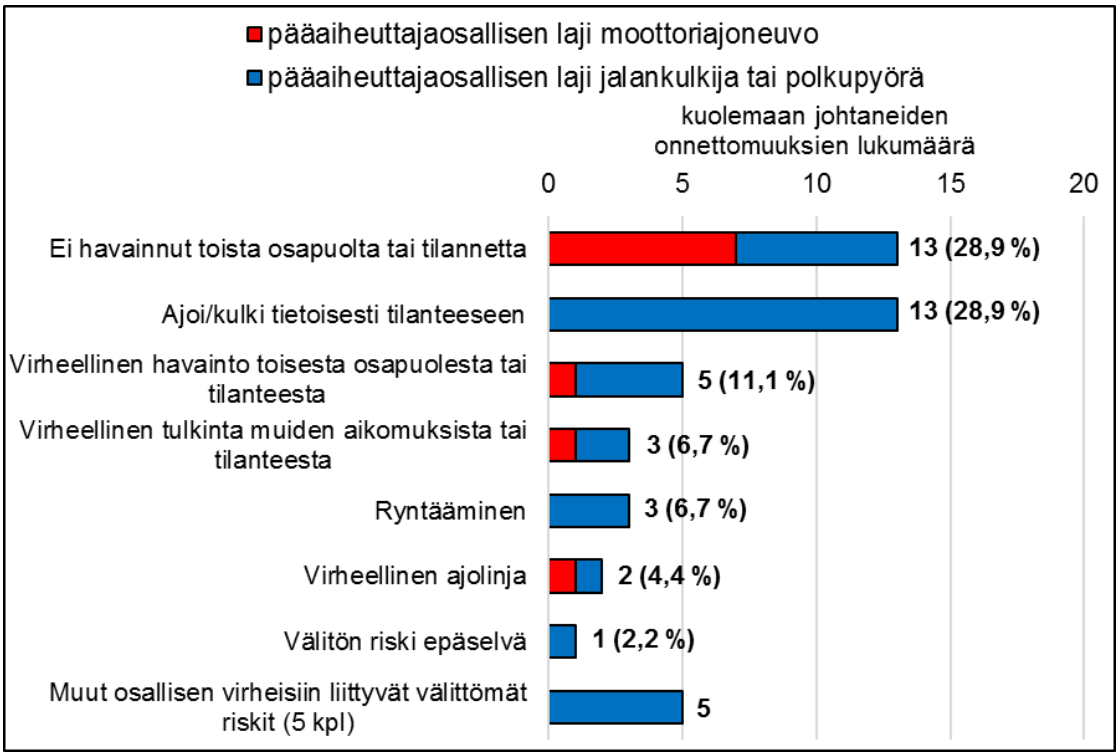
Epäselväksi arvioitu välitön riski oli 22 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (5,3 %). Onnettomuuskansioiden läpikäynnissä havaittiin, että tapauksissa, joissa välitön riski on epäselvä, on tutkintaselostuksessa yleensä lueteltu useita mahdollisia tienkäyttäjään liittyviä välittömiä riskejä, kuten nukahtaminen, sairauskohtaus tai tietoisesti tilanteeseen ajaminen, mutta varmemman tiedon puuttuessa OTI:n onnettomuustietorekisteriin ei ole kuitenkaan ollut mahdollista koodata tiettyä ”Välitön riski” -muuttujan arvoa.

Välittömiä riskejä tarkasteltiin myös onnettomuusluokittain. Itsetuhoisuutta esiintyi erityisesti kohtaamisonnettomuuksissa, joista noin 45,7 prosentissa oli arvioitu välittömäksi riskiksi ”Ajoi/kulki tietoisesti tilanteeseen”. Kohtaamisonnettomuuksissa seuraavaksi yleisimmät välittömät riskit olivat ”Nukahtaminen, vireystilan lasku” (14,5 %) ja ”Virheellinen ohjausliike” (10,4 %). Mikäli välitön riski oli epäselvä, onnettomuusluokka oli tyypillisesti kohtaamisonnettomuus. Lisäksi kaikki moottoriajoneuvo-onnettomuudet, joissa oli ajoneuvoon liittyvä välitön riski, olivat kohtaamisonnettomuuksia.

Yksittäisonnettomuuksissa yleisin välitön riski oli ”Virheellinen ohjausliike” (36,8 %). Yksittäisonnettomuuksissa oli muihin onnettomuusluokkiin verrattuna suhteellisesti eniten onnettomuuksia, joissa välitön riski oli ”Nukahtaminen, vireystilan lasku” (17,9 %). Yksittäisonnettomuuksissa oli myös varsin usein välittömänä riskinä virheellinen arviointi omista kulkumahdollisuuksista (11,6 %).

Kääntymis-, risteämis- ja peräänajo-onnettomuuksissa välitön riski liittyi yleensä virheellisiin havaintoihin. Kääntymis-, risteämis- ja peräänajo-onnettomuuksissa usein välittömänä riskinä oli ”Ei havainnut toista osapuolta tai tilannetta” tai ”Virheellinen havainto toisesta osapuolesta tai tilanteesta”. Lisäksi peräänajo-onnettomuuksissa ”Nukahtaminen, vireystilan lasku” oli myös varsin yleinen välitön riski. Ohitusonnettomuuksissa 44,4 prosentissa välitön riski oli ”Lähti tilanteeseen ennakoimatta tai varmistamatta”. Moottoriajoneuvo-onnettomuudet, joissa välitön riski oli ”Eläin”, olivat kaikki onnettomuusluokaltaan eläinonnettomuuksia. Toisaalta yhdessä eläinonnettomuudessa välittömäksi riskiksi oli koodattu ”Virheellinen arviointi omista kulkumahdollisuuksista” ja kahdessa ”Lyhyt toiminta-aika”.

Jk- tai pp-onnettomuuksien välittömiä riskejä tarkasteltiin erikseen. Niissä välitön riski ei liittynyt yhdessäkään tapauksessa liikenneympäristöön tai ajoneuvoon, vaan välittömät riskit liittyivät yleensä pääaiheuttajana olleisiin tienkäyttäjiin. Välitön riski oli merkitty epäselväksi yhdessä polkupyöräonnettomuudessa. Kuvasta 23 näkee, että useimmat jk- tai pp-onnettomuuksiin koodatuista ”Välitön riski” -muuttujan arvoista liittyivät pääaiheuttajana olleen osallisen virheelliseen havainnointiin tai tulkintaan toisista osapuolista tai tilanteesta. Lisäksi jk- tai pp-onnettomuuksissa yleistä oli itsetuhoisuuteen liittyvä välitön riski ”Ajoi/kulki tietoisesti tilanteeseen”, joka oli koodattu 13 jk- tai pp-onnettomuuteen (28,9 %) välittömäksi riskiksi.



Kuva 23. OTI:n onnettomuustietorekisterissä pääaiheuttajille määritetyt välittömät riskit vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneissa jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksissa. Suluissa on riskitekijän sisältäneiden onnettomuuksien osuus tutkimusaineiston kaikista 45 jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuudesta.

Jk- tai pp-onnettomuuksista kymmenessä (22,2 %) pääaiheuttajaosallisena oli moottoriajoneuvo. Niissä välittömät riskit liittyivät pääosin moottoriajoneuvon kuljettajan tekemiin virheellisiin havaintoihin tai tulkintoihin jalankulkijasta tai polkupyöräilijästä. Yleisimmin välittömäksi riskiksi oli onnettomuustietorekisterissä koodattu ”Ei havainnut toista osapuolta tai tilannetta”.

Jalankulkijaonnettomuuksia oli aineistossa 30, joista noin 77 prosentissa jalankulkija oli pääaiheuttajana. Polkupyöräonnettomuuksia oli 15, ja niistä 80 prosentissa polkupyöräilijä oli pääaiheuttajana. Jalankulkijan tai polkupyöräilijän tekemiin virheellisiin havaintoihin tai tulkintoihin liittyvät ”Välitön riski” -muuttujan arvot olivat yhteenlaskettuna yleisimpiä jalankulkijan tai polkupyöräilijän aiheuttamissa tapauksissa. Lisäksi noin 37 prosentissa jalankulkijan tai polkupyöräilijän aiheuttamista onnettomuuksista välittömänä riskinä oli itsetuhoisuuteen liittyvä ”Ajoi/kulki tietoisesti tilanteeseen”. Harvinaisempia jk- tai pp-onnettomuuksien välittömiä riskejä olivat ”Ryntääminen” sekä yksittäisiin onnettomuuksiin merkityt ”Väärä paikka tiellä” ja ”Ei tunnistanut liikennetilanteen vaaraa”.

Yhteenvetona voidaan todeta, että onnettomuustietorekisteriin koodattujen välittömien riskien perusteella liikenneympäristö ei näytä aktiivisesti vaikuttavan onnettomuuksien syntyyn paitsi osassa eläinonnettomuuksista. Muita liikenneympäristöstä syntyneitä tapahtumia, kuten tien pinnan pettämistä tai ajoradalla olevaa estettä, ei ollut välittömänä riskinä yhdessäkään tapauksessa. Toisaalta osa tienkäyttäjiin liittyvistä välittömistä riskeistä, kuten virheellisten havaintojen tekeminen muista osapuolista, voi joissain tapauksissa olla yhteydessä liikenneympäristön ominaisuuksiin. Lisäksi liikenneympäristö voi mahdollisesti vaikuttaa osaltaan muun muassa tienkäyttäjien nukahtamiseen tai ajoneuvon hallinnan menetykseen.

Välittömien riskien vertailu määrällisesti kertoo suuntaa antavasti merkittävimmistä riskitekijöistä pääteiden kuolemaan johtaneissa

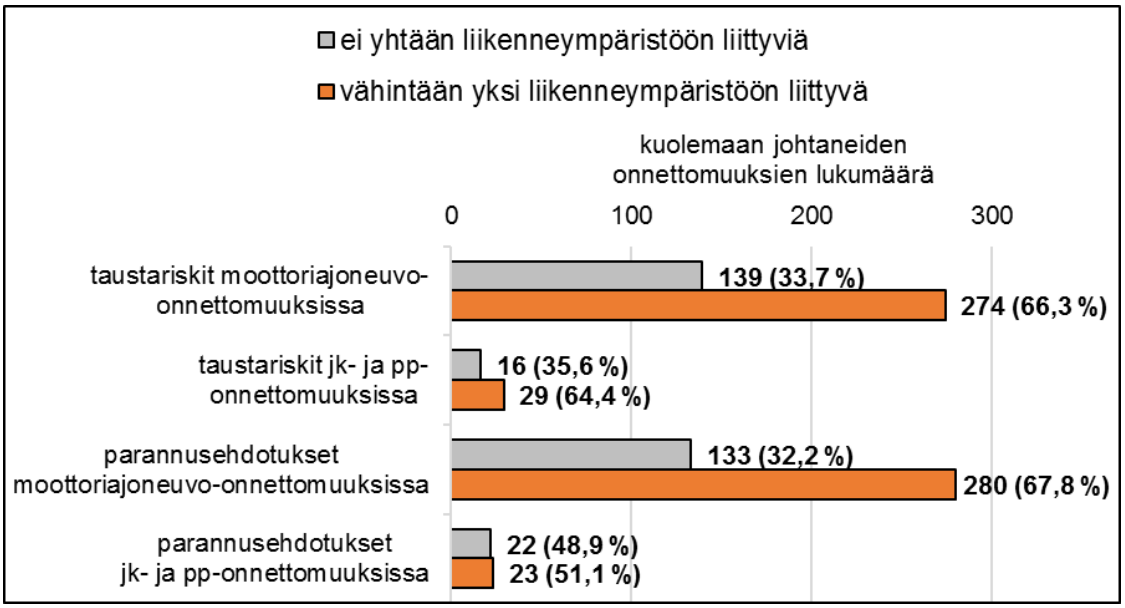
onnettomuuksissa. Aineiston laatuun vaikuttaa se, että välittömiin riskeihin sisältyy tutkijalautakunnan tekemä tulkinta välittömästä riskistä sekä onnettomuustietorekisteriin koodauksen tehneen henkilön tulkinta siitä, mihin ”Välitön riski” -muuttujan arvoon tutkintaselostukseen kirjattu välitön riski voidaan luokitella. Tutkijalautakunnilla ei ole tiedossa muuttujaluettelossa olevia ”Välitön riski” -muuttujan arvoja, kun välitöntä riskiä kirjataan tutkintaselostukseen. Siksi joissain tapauksissa tutkintaselostuksiin kirjattu välitön riski ei ole yksiselitteisesti yhdistettävissä muuttujaluettelon ”Välitön riski” -muuttujan arvoihin. ”Välitön riski” -muuttujan arvoissa on myös useita sellaisia, jotka ovat merkitykseltään lähellä toisiaan. Kuvan 22 perusteella monet osallisen virheisiin liittyvistä ”Välitön riski” -muuttujan arvoista ovat varsinkin keskenään hyvin samankaltaisia. Todellisuudessa hyvin samankaltaisia välittömiä riskejä on siis voitu koodata erillisiin ”Välitön riski” -muuttujan arvoihin. Toisaalta aineistossa myös sama välittömän riskin sisältäneet tapaukset voivat olla onnettomuustapahtumina melko erilaisia.

5.1.3 Liikenneympäristön taustariskit ja parannusehdotukset

Liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmässä selvitetään taustariskejä, jotka selittävät välittömän riskitekijän tai avaintapahtuman syntyä. Taustalla vaikuttaneet riskitekijät ovat jo ennen onnettomuustapahtumaa vallinneita muuttuvia tai pysyviä tekijöitä, jotka voivat muodostaa pitkiä ketjuja. Tutkintamenetelmässä jokaiselle onnettomuuteen osalliselle määritetään tyypillisesti useampia taustariskejä. Liikenneympäristöön liittyvät taustariskit voivat vaikuttaa onnettomuuden syntyyn tai seurauksien vakavuuteen (LVK 2002, s. 21–26)

Liikenneympäristöön liittyviä taustariskejä ja parannusehdotuksia tarkasteltiin välittömien riskien tavoin onnettomuustietorekisteriaineistosta. Vähintään yksi liikenneympäristöön liittyviä taustariski oli kirjattu 66,3 prosenttiin moottoriajoneuvo-onnettomuuksista ja 64,4 prosenttiin jk- tai pp-onnettomuuksista (kuva 24). Noin kolmasosassa pääteiden kuolemaan johtaneista onnettomuuksista ei siis tutkintaselostukseen ollut kirjattu yhtään liikenneympäristöön liittyvää taustariskiä. Sähköisessä tutkimusaineistossa taustariskit ja parannusehdotukset oli koodattu pareittain siten, että liikenneympäristön taustariskin parina oli useimmissa tapauksissa jokin liikenneympäristön parannusehdotus. Yhteensä 122 onnettomuudessa oli liikenneympäristön taustariskin pariksi koodattu parannusehdotus, joka liittyi tienkäyttäjään, ajoneuvoon tai liikennejärjestelmään. Lisäksi tutkimusaineistossa oli yhteensä 62 onnettomuutta, joihin kirjattuun taustariskiin ei liittynyt ollenkaan parannusehdotusta.

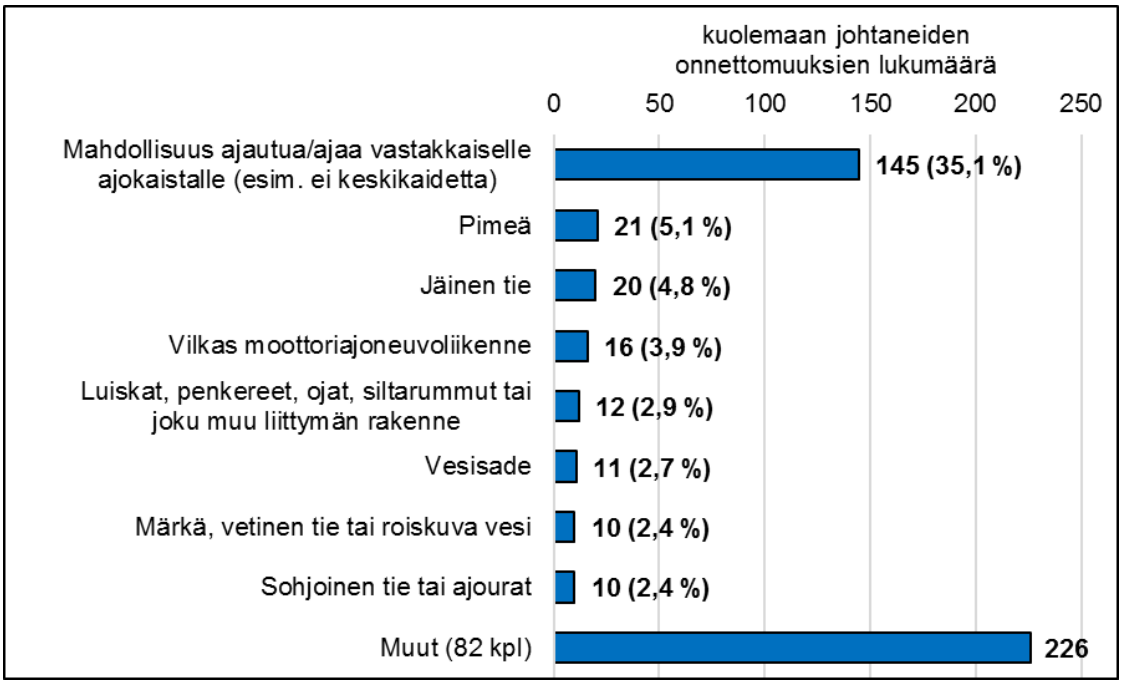
Liikenneympäristöön liittyviä parannusehdotuksia oli kirjattu lähes yhtä suuren osaan onnettomuuksista kuin liikenneympäristön taustariskejä. Liikenneympäristön taustariskien tavoin noin kolmasosassa tapauksista ei ollut yhtään liikenneympäristöön liittyvää parannusehdotusta (kuva 24). Aineiston koostumuksen vuoksi onnettomuustietorekisterin aineistosta tarkasteltiin erikseen liikenneympäristön taustariskit ja parannusehdotukset, eikä niitä tarkasteltu pareittain.



Kuva 24. Liikenneympäristön taustariskin tai parannusehdotuksen sisältävien onnettomuuksien lukumäärät OTI:n onnettomuustietorekisterissä pääteiden vuosien 2013–2017 kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa. Suluissa on onnettomuusmäärien osuudet suhteessa tutkimusaineiston 413 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen ja 45 jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuteen.

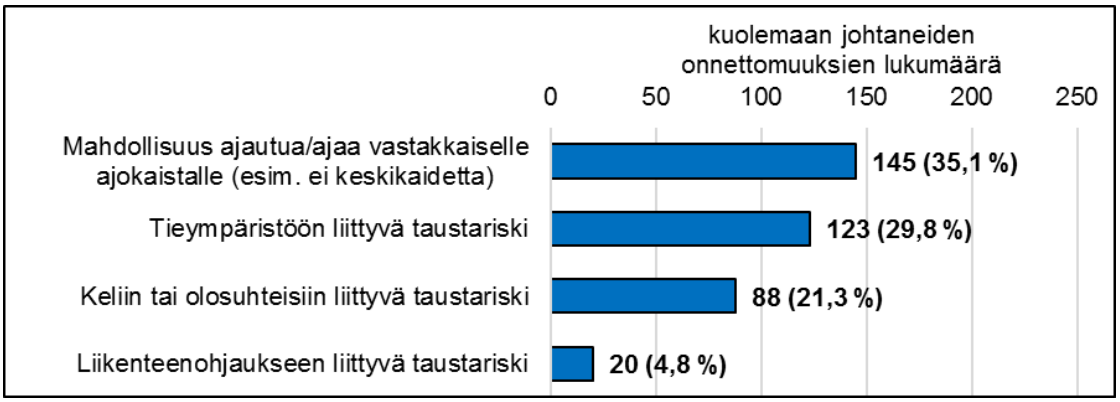
Moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa liikenneympäristön taustariskien kirjaamisessa havaittiin onnettomuusluokittain eroja. Kääntymisonnettomuuksista 88,2 prosenttia ja ohitusonnettomuuksista 83,3 prosenttia oli sellaisia, joihin oli kirjattu vähintään yksi liikenneympäristön taustariski, kun taas yksittäisonnettomuuksista 55,8 prosenttiin ja peräänajo-onnettomuuksista vain 47,1 prosenttiin oli kirjattu vähintään yksi liikenneympäristön taustariski. Liikenneympäristön taustariskien kirjaamisessa havaittiin eroja myös alueellisesti ja liikennemäärältään erilaisilla pääteiden ympäristöissä. Eniten liikenneympäristön taustariskejä oli kirjattu yksiajorataisilla KVL-luokan ”6 000–9 000” pääteillä, jossa 82,8 prosentissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksista oli kirjattu vähintään yksi liikenneympäristön taustariski.

Tutkimusaineiston moottoriajoneuvo-onnettomuuksille oli koodattu 90 erilaista liikenneympäristön taustariskiä (kuva 25). Tutkimusaineistossa selvästi yleisin liikenneympäristön taustariski oli ”Mahdollisuus ajautua/ajaa vastakkaiselle ajokaistalle (esim. ei keskikaidetta)”, joka oli koodattu 145 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen (35,1 %). Tutkimusaineistossa kaikki muut yksittäiset taustariskit olivat varsin harvinaisia, sillä seuraavaksi yleisimmät ”Pimeä” ja ”Jäinen tie” oli koodattu noin viiteen prosenttiin tutkimusaineiston moottoriajoneuvo-onnettomuuksista. Neljänneksi yleisin liikenneympäristön taustariski oli ”Vilkas moottoriajoneuvoliikenne” (3,9 %). Viidenneksi yleisin oli ”Luiskat, penkereet, ojat, siltarummut tai joku muu liittymän rakenne” (2,9 %), jolla viitataan tieympäristön törmäyskohteisiin seurausten pahentajana. Yli kymmeneen moottoriajoneuvo-onnettomuuteen oli koodattu myös ”Vesisade” (2,7 %), ”Märkä, vetinen tie tai roiskuva vesi” (2,4 %) tai ”Sohjoinen tie tai ajourat (2,4 %).



Kuva 25. OTI:n onnettomuusrekisterissä yleisimmät liikenneympäristöön liittyvät taustariskit vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa. Suluissa on onnettomuusmäärän osuus suhteessa kaikkiin tutkimusaineiston 413 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen.

Liikenneympäristön taustariskeistä 82 esiintyi alle kymmenessä moottoriajoneuvo-onnettomuudessa. Niistä 61 taustariskiä oli sellaisia, jotka esiintyivät korkeintaan kolmessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa. Koska yksittäiset taustariskit oli koodattu niin pienille onnettomuusmäärille, liikenneympäristön taustariskit luokiteltiin niiden tyyppien perusteella. Valittu luokittelu esitetään liitteessä 5. Tutkimusaineiston yleisin yksittäinen taustariski ”Mahdollisuus ajautua/ajaa vastakkaiselle ajokaistalle (esim. ei keskikaidetta)” luokiteltiin erikseen, koska se oli koodattu useampaan moottoriajoneuvo-onnettomuuteen kuin muihin yläluokkiin luokitellut taustariskit (kuva 26). Tieympäristöön liittyvä taustariski oli koodattu 123 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen (29,8 %). Keliin tai olosuhteisiin liittyvä taustariski oli koodattu 88 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen (21,3 %). Liikenteenohjaukseen liittyvä taustariski oli koodattu 20 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen (4,8 %).



Kuva 26. Liikenneympäristön taustariskit yläluokkiin jaettuna vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa. OTI:n onnettomuustietorekisteriaineiston taustariskit on luokiteltu liitteessä 5 esitetyllä tavalla. Suluissa on onnettomuusmäärän osuus suhteessa tutkimusaineiston kaikkiin 413 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen.

Taustariskit jaettiin vielä pienempiin kuvassa 27 näkyviin riskin tyyppiä kuvaaviin alaluokkiin. Valitun luokittelun perusteella erityisesti keliin tai olosuhteisiin liittyvät taustariskityypit olivat yleisimpien joukossa. Keliriskejä esiintyi taustariskinä yhteensä 50 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (12,1 %). Keliriskeistä yleisimpiä olivat jäinen, sohjoinen tai märkä tie, jotka kaikki oli koodattu taustariskinä vähintään kymmeneen moottoriajoneuvo-onnettomuuteen. Valoisuuteen liittyviä taustariskejä oli koodattu yhteensä 36 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen (8,7 %). Valoisuuteen liittyvistä taustariskeistä yleisin oli ”Pimeä”, mutta myös ”Häikäisy” oli koodattu yhdeksään moottoriajoneuvo-onnettomuuteen. Sääolosuhteisiin liittyvät taustariskit liittyivät pääasiassa vesi- tai lumisateeseen. Yhteensä 24 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (5,8 %) esiintyi sääolosuhteisiin liittyviä taustariskejä.

Tieympäristön taustariskityypeistä yleisin liittyi tieympäristön törmäyskohteisiin seurausten pahentajana, joka oli koodattu yhteensä 35 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen (8,5 %). Törmäyskohteista yleisimpiä yksittäisiä taustariskejä sähköisessä aineistossa olivat ”Luiskat, penkereet, ojat, siltarummut tai joku muu liittymän rakenne”, ”Puut, metsä”, ”Pylväät”, ”Kallioleikkaus” ja ”Maakivet, kivikko”. Jokainen niistä oli aineiston perusteella koodattu vähintään neljään moottoriajoneuvo-onnettomuuteen.

Kuva 27. Liikenneympäristön taustariskit alaluokkiin jaettuna vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa. OTI:n onnettomuustietorekisteriaineiston taustariskit on luokiteltu liitteessä 5 esitetyllä tavalla. Suluissa on onnettomuusmäärän osuus suhteessa tutkimusaineiston kaikkiin 413 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen.

Alaluokittain tarkasteltuna varsin yleinen taustariskityyppi oli myös liikenteen koostumusriskit, joita oli taustariskinä 29 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (7,0 %). Liikenteen koostumusriskeistä yleisin oli ”Vilkas moottoriajoneuvoliikenne”, joka oli koodattu 16 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen. ”Harva liikenne” oli koodattu kahdeksaan moottoriajoneuvo-onnettomuuteen.

Tien geometriaan tai poikkileikkaukseen liittyvä taustariskit tarkoittavat esimerkiksi tien suurta kaarteisuutta tai mäkisyyttä tai kapeaa tietä. Yhteensä tien geometriaan tai poikkileikkaukseen liittyviä taustariskejä oli 20 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (4,8 %). Yleisin yksittäinen tien geometriaan liittyvä taustariski oli ”Tien suuri kaarteisuus”, joka oli kuudessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa. Yksittäisistä taustariskeistä ”Tien suuri mäkisyys tai tien profiili kumpuileva” sekä ”Kapea tie” olivat molemmat taustariskinä neljässä moottoriajoneuvo-onnettomuudessa.

Kaiteet tai kaiteiden puutteet seurausten pahentajana oli huomioitu taustariskinä 19 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (4,6 %). Kaiteisiin tai kaiteiden puutteisiin liittyvistä yleisimmistä taustariskeistä, esimerkiksi ”Sivukaiteen tms. puuttuminen”, ”Joustamaton kaide ja muut sivuesteen suojat”, ”Lyhyt kaide”, ”Kaiteen viiste” ja ”Kaiteen pää”, jokainen esiintyi vähintään kahdessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa.

Liikenteenohjaukseen liittyvistä taustariskeistä liikennemerkkien, tiemerkintöjen, liikennevalojen tai opasteiden puutteellisuus yhdistettiin saman alaluokan alle, ja yhteensä niitä oli koodattu 16 moottoriajoneuvo-onnettomuudelle (3,9 %). Yleisin niistä oli ”Palautetta antavien tiemerkintöjen puutteellisuus (esim. täristävä reuna- tai keskiviiva)”, joka oli taustariskinä kuudessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa.

Näkemäesteisiin liittyviä taustariskejä oli yhteensä 14 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (3,4 %). Ne liittyivät näkemäesteisiin joko tielinjalla tai risteyksessä. Yleisin niistä oli ”Maaston muoto (notkelma, kumpare)”, joka oli kahdeksassa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa. ”Puut, pensaat” oli kuudessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa.

Tien kuntoon liittyviä taustariskejä oli koodattu yhteensä 12 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen (2,9 %). Tien kuntoon liittyviä taustariskejä olivat esimerkiksi ”Kulumisurat”, ” Tien pinnan korjaukset esim. urapaikkaukset, asfaltointi” ja ”Yllättävä kunnon muutos esim. painuma, irtohiekkaa”, joista jokainen oli koodattu vähintään kahteen moottoriajoneuvo-onnettomuuteen.

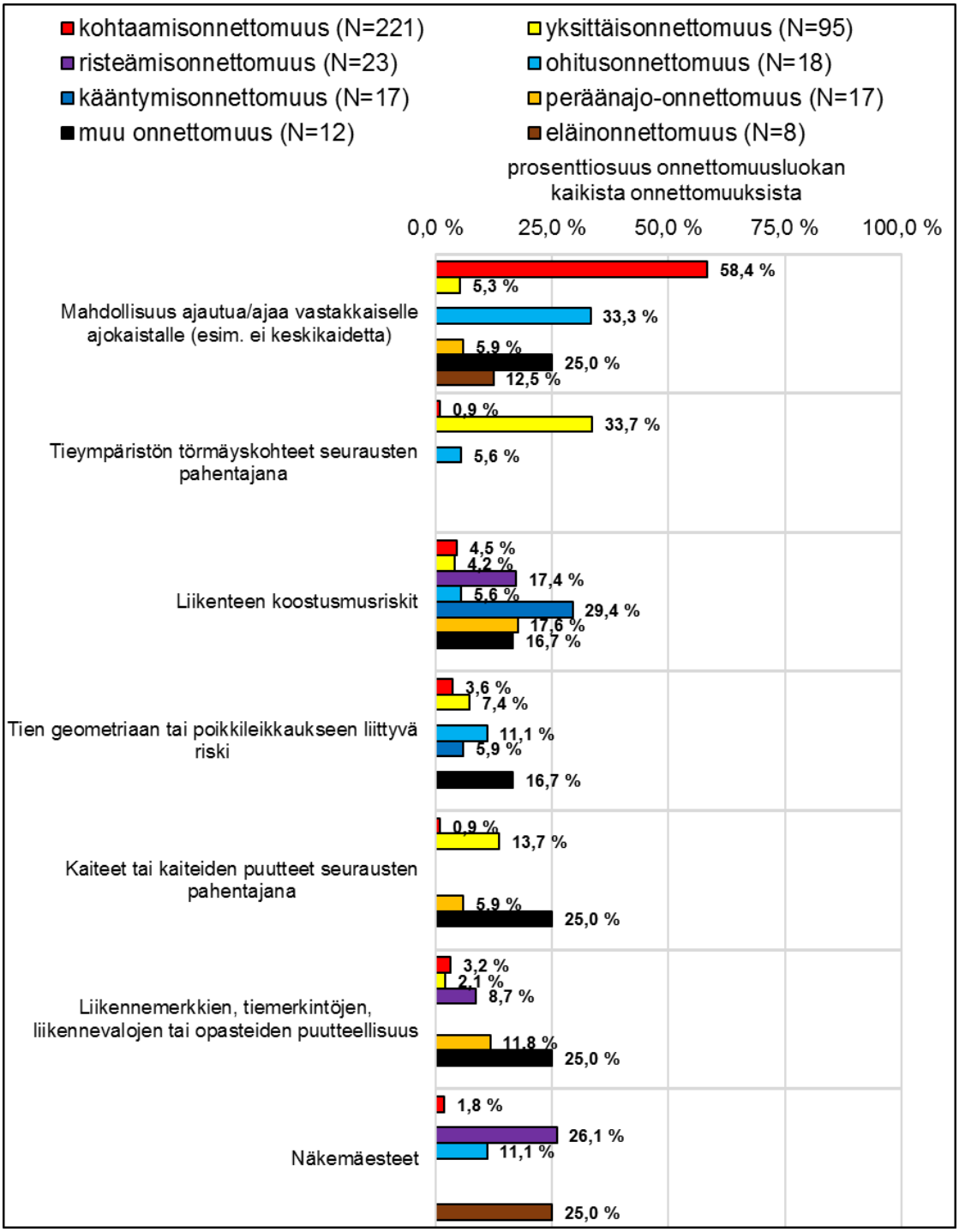
Risteykseen tai liittymäjärjestelyihin liittyviä taustariskejä oli yhteensä 11 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (2,7 %). Niistä yleisin ”Ei ryhmittymiskaistaa tai liittymiskaistaa tai paikkaa” oli koodattu viiteen moottoriajoneuvo-onnettomuuteen.

Eri riskityyppejä sisältävien moottoriajoneuvo-onnettomuuksien lukumäärien vertailuun alaluokittain kuvassa 27 vaikutti merkittävästi valittu luokittelu, jonka olisi voinut tehdä monella eri tavalla. Yleisiä ovat ne taustariskityypit, jotka voivat esiintyä useissa erityyppisissä onnettomuuksissa, kuten keliin ja olosuhteisiin liittyvät riskityypit. Koko tutkimusaineistossa tietyn taustariskin yleisyyteen vaikuttavat myös tutkimusaineiston sisältämät onnettomuusluokat. Tutkimusaineiston 413 moottoriajoneuvo-onnettomuudesta yli puolet oli kohtaamisonnettomuuksia ja noin 23 % yksittäisonnettomuuksia, joten niissä tyypilliset taustariskit korostuvat kaikkien moottoriajoneuvo-onnettomuuksien taustariskejä tarkasteltaessa.

Kuvassa 27 esitettyjen taustariskityyppien esiintymisen yleisyyttä tarkasteltiin onnettomuusluokittain (kuvat 28–30). Taustariski ”Mahdollisuus ajautua/ajaa vastakkaiselle ajokaistalle (esim. ei keskikaidetta)” oli koodattu taustariskiksi noin 129 kohtaamisonnettomuuteen, joka on 58,4 % tutkimusaineiston kaikista kohtaamisonnettomuuksista (kuva 28). Kohtaamisonnettomuuksista 89 (40,3 %) oli sellaisia, joissa ”Mahdollisuus ajautua/ajaa vastakkaiselle ajokaistalle (esim. ei keskikaidetta)” oli koodattu ainoana liikenneympäristön taustariskinä. Kohtaamisonnettomuuksien lisäksi tutkijalautakunnat olivat kirjanneet vastakkaiselle kaistalle ajamiseen tai ajautumiseen liittyvän taustariskin muun muassa kuuteen ohitusonnettomuuteen, joka on kolmasosa tutkimusaineiston kaikista ohitusonnettomuuksista.

Tieympäristön törmäyskohde seurausten pahentajana oli koodattu 32 yksittäisonnettomuuteen, joka on 33,7 % kaikista yksittäisonnettomuuksista. Taustariskityyppi ei esiintynyt niiden lisäksi kuin kahdessa kohtaamisonnettomuudessa ja yhdessä ohitusonnettomuudessa. Liikenteen koostumusriskejä esiintyi taustariskinä kaikkien eri onnettomuusluokkien onnettomuuksissa lukuun ottamatta eläinonnettomuuksia. Liikenteen

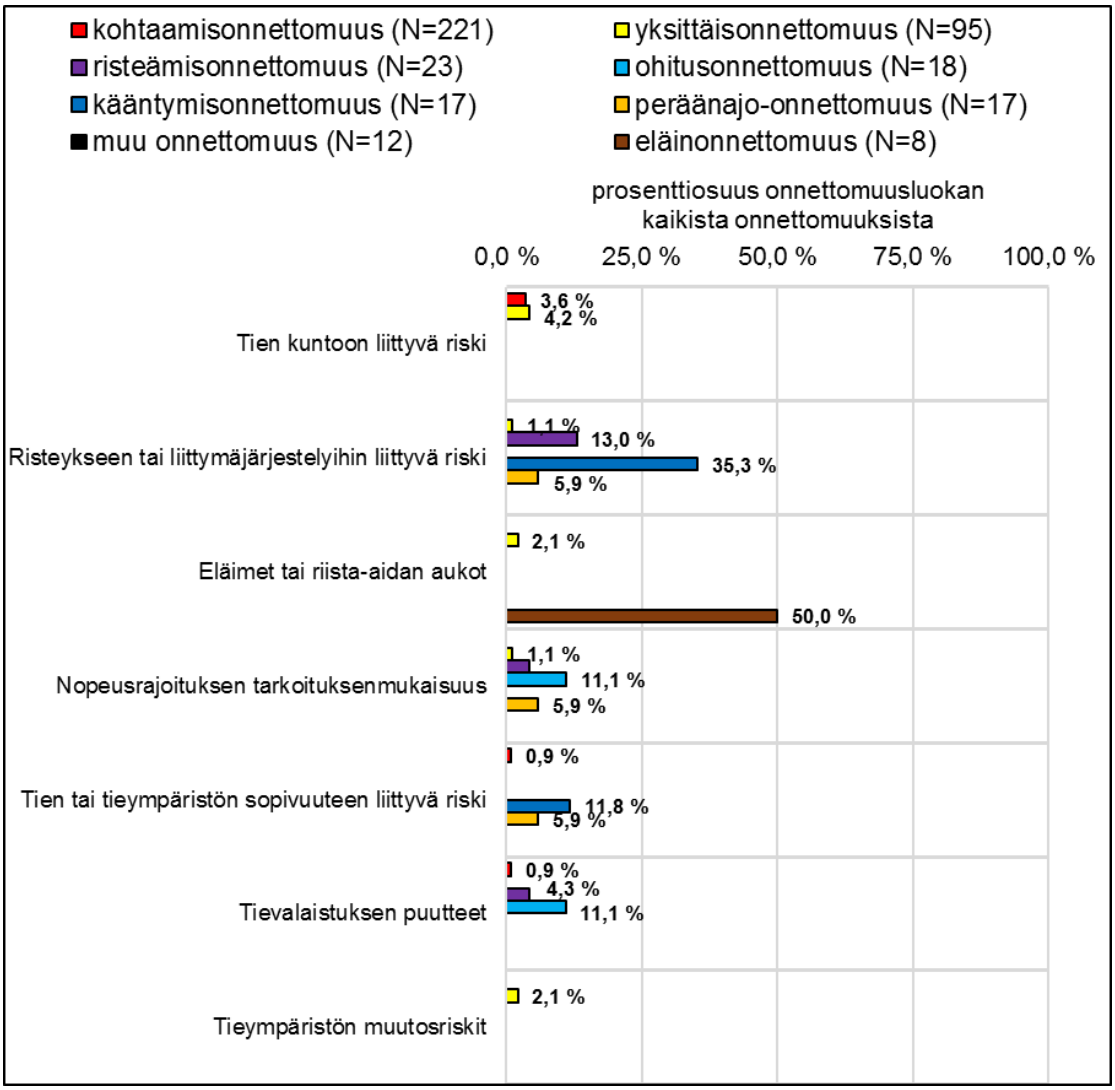
koostumusriski oli suhteellisen yleinen liittymissä tapahtuneissa onnettomuuksissa, sillä se oli koodattu taustariskiksi viiteen kääntymisonnettomuuteen (29,4 %) ja neljään risteämisonnettomuuteen (17,4 %). Lisäksi se oli taustariskinä kolmessa peräänajo-onnettomuudessa (17,6 %).



Kuva 28. Liikenneympäristön taustariskin sisältävien moottoriajoneuvo-onnettomuuksien suhteelliset osuudet onnettomuusluokittain. Taustariskityypit perustuvat liitteessä 5 esitettyyn OTI:n onnettomuustietorekisteriaineiston taustariskien luokitteluun. Suluissa oleva N tarkoittaa onnettomuusluokkaan kuuluvien vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksien kokonaismäärää.

Tien geometriaan tai poikkileikkaukseen liittyvä riskityyppi esiintyi yksittäisinä tapauksina useiden eri onnettomuusluokkien onnettomuuksissa, eikä se ollut erityisen yleinen missään tietyssä onnettomuusluokassa. Kaiteisiin tai kaiteiden puutteisiin liittyvä taustariski oli koodattu 13 yksittäisonnettomuuksista (13,7 %).

Lisäksi se esiintyi yksittäisinä tapauksina kohtaamis- ja peräänajo-onnettomuuksissa ja muu onnettomuus -luokan onnettomuuksissa. Liikennemerkkien, tiemerkintöjen tai liikennevalojen puutteellisuuteen liittyvä taustariski ei ollut lukumäärällisesti erityisen yleinen missään onnettomuusluokassa. Näkemäesteisiin liittyvä taustariski oli koodattu kuuteen risteämisonnettomuuteen (26,1 %).

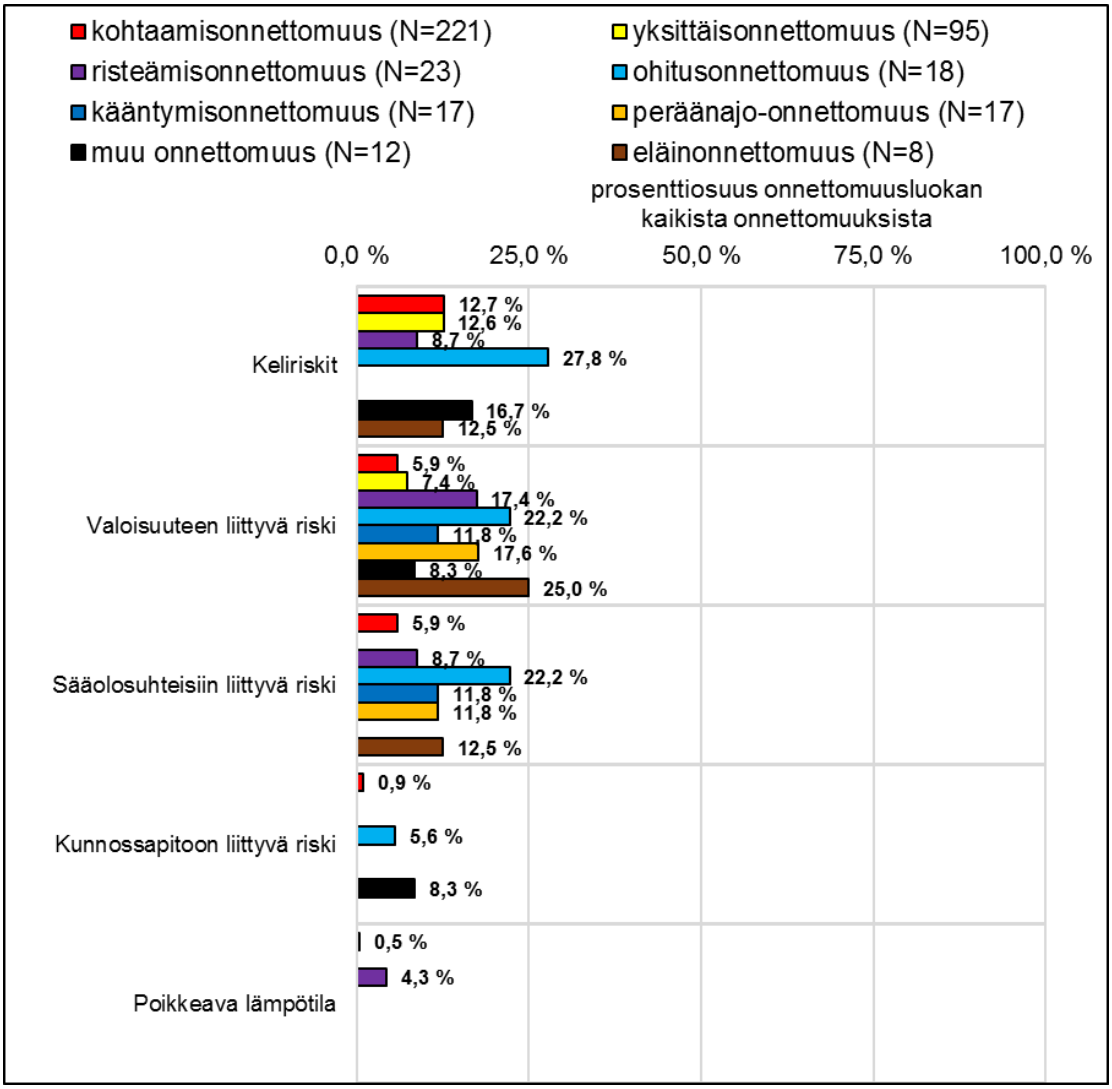


Kuva 29. Liikenneympäristön taustariskiin sisältävien moottoriajoneuvo-onnettomuuksien suhteelliset osuudet onnettomuusluokittain. Taustariskityypit perustuvat liitteessä 5 esitettyyn OTI:n onnettomuustietorekisteriaineiston taustariskien luokitteluun. Suluissa oleva N tarkoittaa onnettomuusluokkaan kuuluvien vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksien kokonaismäärää.

Tien kuntoon liittyvä taustariski oli ainoastaan kahdeksassa kohtaamisonnettomuudessa (3,2 %) ja neljässä yksittäisonnettomuudessa (4,2 %) (kuva 29). Risteykseen tai liittymäjärjestelyihin liittyvä taustariski oli tyypillinen kääntymis- tai risteämisonnettomuuksissa. Eläimiin tai riista-aidan aukkoihin liittyvä taustariski esiintyi puolessa eläinonnettomuuksista. Loput kuvassa 29 näkyvistä tieympäristön taustariskityypeistä esiintyivät onnettomuusluokittain korkeintaan 1–2 tapauksessa.

Kuvan 30 perusteella keliriskit, valoisuuteen liittyvät riskit ja sääolosuhteisiin liittyvät riskit oli koodattu tasaisesti useisiin eri onnettomuusluokkiin. Toisaalta yhteenkään yksittäisonnettomuuteen ei ollut koodattu sääolosuhteisiin liittyvää riskiä, eikä kääntymis- ja peräänajo-onnettomuuksissa ollut keliriskejä. Erityisesti

ohitusonnettomuuksissa olosuhteisiin liittyvät riskityypit olivat suhteellisesti yleisiä muihin onnettomuusluokkiin verrattuna.

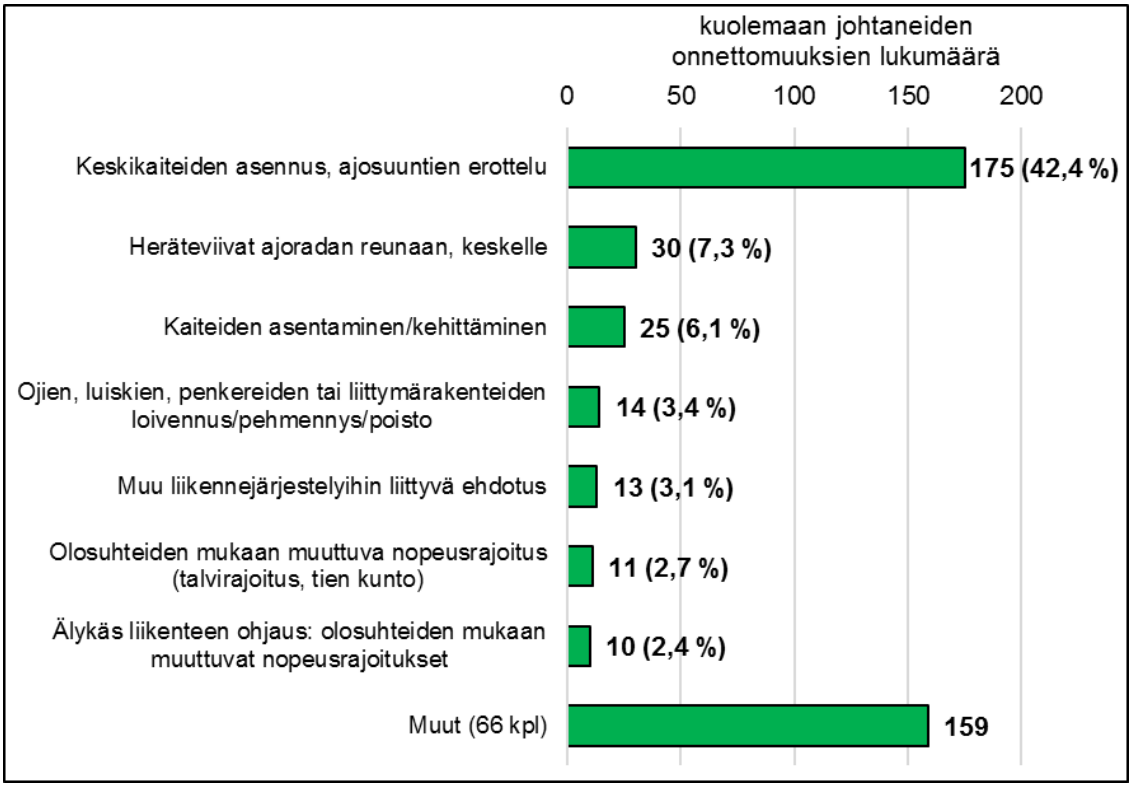


Kuva 30. Keliin tai olosuhteisiin liittyvien liikenneympäristön taustariskien sisältävien moottoriajoneuvo-onnettomuuksien suhteelliset osuudet onnettomuusluokittain. Taustariskityypit perustuvat liitteessä 5 esitettyyn OTI:n onnettomuustietorekisteriaineiston taustariskien luokitteluun. Suluissa oleva N tarkoittaa onnettomuusluokkaan kuuluvien vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksien kokonaismäärää.

Tutkijalautakuntien kirjaamien taustariskien määriä liikennemääriltään erilaisilla pääteillä ei tarkasteltu syvemmin, koska tutkimusaineistossa yksittäisten taustariskien lukumäärät olivat pieniä ja kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa useimpien onnettomuusluokkien onnettomuuksien lukumäärät pieniä. Esimerkiksi tieympäristön törmäyskohteisiin liittyvä taustariskityyppi oli koodattu jokaisessa KVL-luokassa alle kymmeneen yksittäisonnettomuuteen. Aineistossa yleisin liikenneympäristön taustariski ”Mahdollisuus ajautua/ajaa vastakkaiselle ajokaistalle (esim. ei keskikaidetta)” esiintyi KVL-luokan ”6 000–9 000” pääteillä 49 kohtaamisonnettomuudessa, joka oli 77,8 prosenttia kyseisen KVL-luokan pääteillä tapahtuneista kohtaamisonnettomuuksista. Muihin KVL-luokkiin lukeutuvilla pääteillä se oli koodattu noin 50 prosenttiin kohtaamisonnettomuuksista.

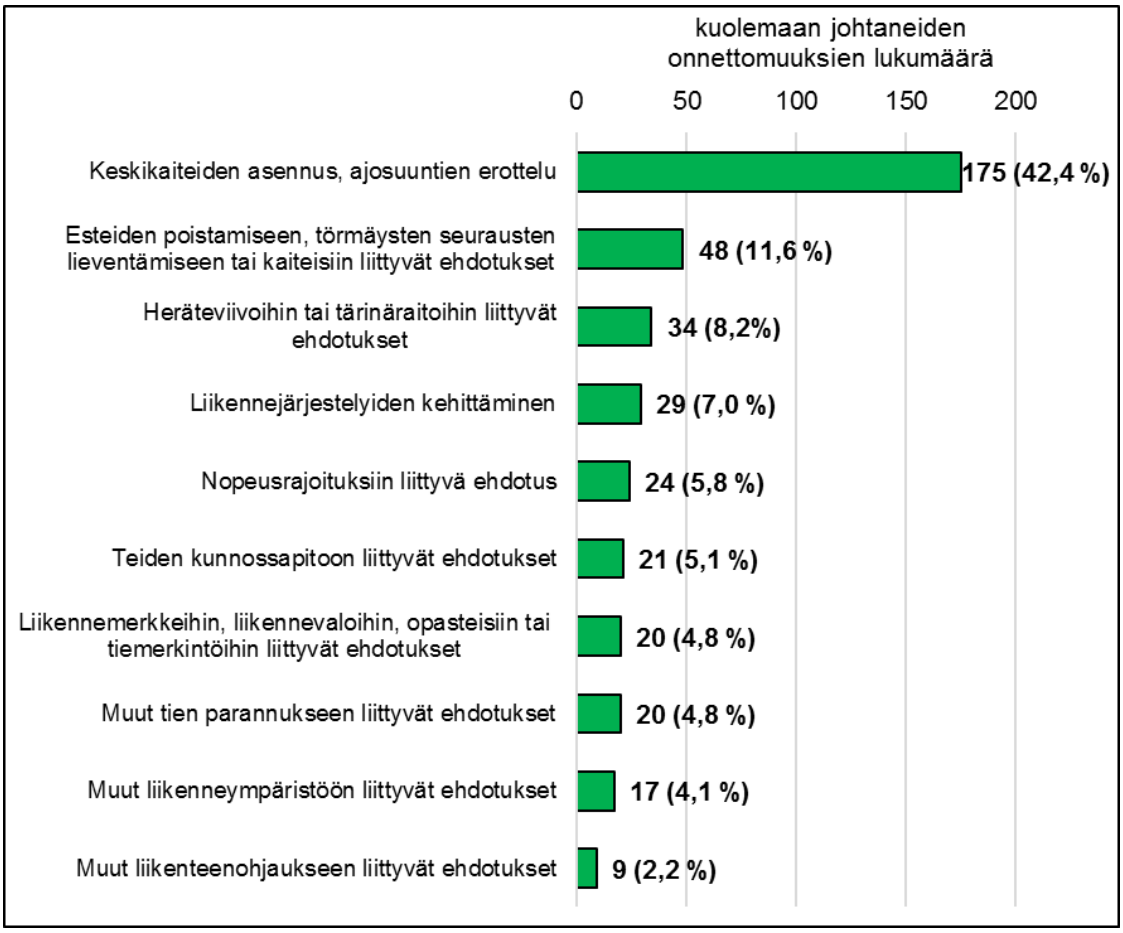
Liikenneympäristöön liittyviä parannusehdotuksia tarkasteltiin onnettomuustietorekisteriaineistosta. Moottoriajoneuvo-onnettomuuksiin oli koodattu 72 erilaista liikenneympäristön parannusehdotusta (kuva 31). Selvästi yleisin ”Keskikaiteiden asennus, ajosuuntien erottelu” oli koodattu 175

moottoriajoneuvo-onnettomuuteen (42,4%). Seuraavaksi yleisimmät olivat ”Heräteviivat ajoradan reunaan, keskelle” (7,3 %) ja ”Kaiteiden asentaminen/kehittäminen” (6,1 %). Yleisimpien parannusehdotusten joukossa olivat myös ”Ojien, luiskien, penkereiden tai liittymärakenteiden loivennus/pehmennys/poisto” (3,4 %), ”Muu liikennejärjestelyihin liittyvä ehdotus” (3,1 %) sekä olosuhteiden mukaan muuttuva nopeusrajoitus (2,7 %). Kymmenessä moottoriajoneuvo-onnettomuudessa (2,4 %) olosuhteiden mukaan muuttuvaan nopeusrajoitukseen liittyvä ehdotus oli koodattu älykkääseen liikenteen ohjaukseen liittyvänä.



Kuva 31. OTI:n onnettomuustietorekisteriaineistossa yleisimmät liikenneympäristöön liittyvät parannusehdotukset vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa. Suluissa on onnettomuusmäärän osuus suhteessa kaikkiin tutkimusaineiston 413 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen.

Parannusehdotukset luokiteltiin liitteessä 6 esitetyllä tavalla. Yleisin yksittäinen parannusehdotus ”Keskikaiteiden asennus, ajosuuntien erottelu” luokiteltiin erikseen, koska se oli yleisempi kuin muut parannusehdotukset yläluokkiin jaoteltuna (kuva 32). Valitun luokittelun perusteella moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa yleisimmät tutkijalautakuntien parannusehdotukset liittyvät keskikaiteiden lisäksi esimerkiksi törmäysten seurausten lieventämiseen esteitä poistamalla tai kaiteita kehittämällä, heräteviivojen lisäämiseen tai nopeusrajoituksiin. Lisäksi useat ehdotuksista liittyivät liikennejärjestelyiden kehittämiseen, johon lukeutuivat parannusehdotuksista esimerkiksi kierto- tai eritasoliittymien rakentaminen. Teiden kunnossapitoon oli esitetty myös useissa tapauksissa ehdotuksia.

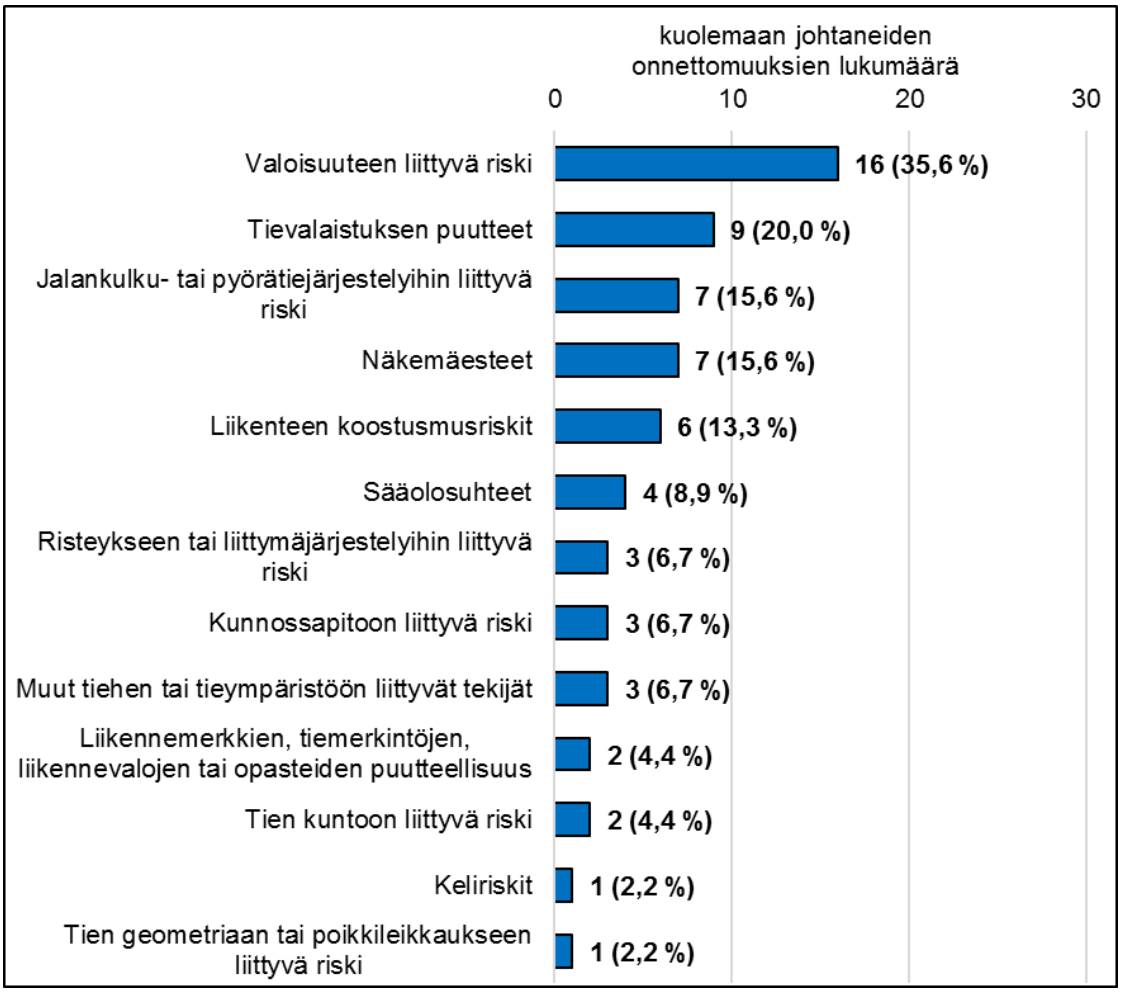


Kuva 32. Liikenneympäristön parannusehdotukset alaluokkiin jaettuna vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa. OTI:n onnettomuustietorekisteriaineiston parannusehdotukset on luokiteltu liitteessä 6 esitetyllä tavalla. Suluissa on onnettomuusmäärän osuus suhteessa tutkimusaineiston kaikkiin 413 moottoriajoneuvo-onnettomuuteen.

Moottoriajoneuvo-onnettomuuksien tavoin jk- tai pp-onnettomuuksista tarkasteltiin erikseen taustariskejä ja parannusehdotuksia. Jk- tai pp-onnettomuuksille oli koodattu ”Osallisen riski” -muuttujan arvoihin perustuen 31 erilaista taustariskinä. Yleisin yksittäinen liikenneympäristön taustariski oli ”Pimeä”, joka oli koodattu 11 jk- tai pp-onnettomuuteen (24,4 %). Puuttuva tievalaistus oli koodattu 8 jk- tai pp-onnettomuuteen (17,8 %). Viiteen jk- tai pp-onnettomuuteen oli koodattu taustariski ”Ei kevyen liikenteen väylää” (11,1 %). Häikäisy oli taustariskinä neljässä jk- tai pp-onnettomuudessa (8,9 %).

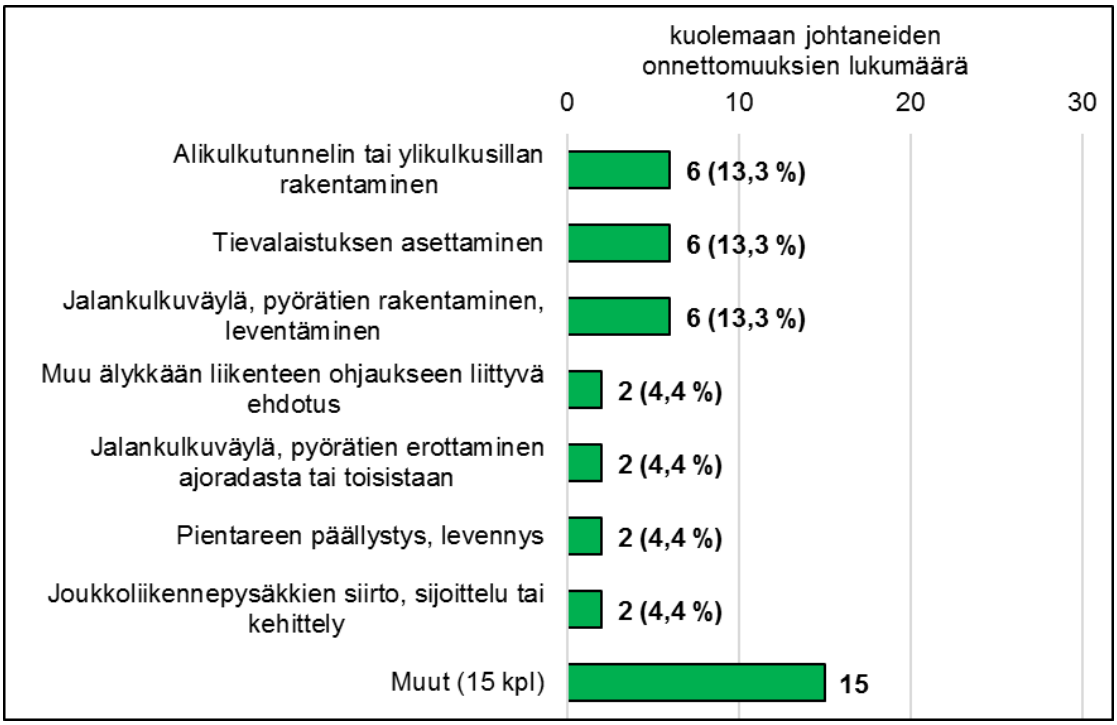
Jk- tai pp-onnettomuuksien taustariskejä jaettiin yläluokkiin samalla tavalla kuin moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa. Tieympäristöön liittyvä taustariski oli 24 jk- tai pp-onnettomuudessa, joka on 53,3 prosenttia kaikista jk- tai pp-onnettomuuksista. Keliin tai olosuhteisiin liittyvä taustariski oli 18 jk- tai pp-onnettomuudessa, joka on 40,0 prosenttia kaikista jk- tai pp-onnettomuuksista. Liikenteenohjaukseen liittyvä taustariski oli kahdessa jk- tai pp-onnettomuudessa, joka on 4,4 prosenttia kaikista jk- tai pp-onnettomuuksista.

Jk- tai pp-onnettomuuksien taustariskejä jaettiin riskityypeittäin vastaaviin alaluokkiin kuin moottoriajoneuvo-onnettomuuksien taustariskejä (kuva 33). Valoisuuteen liittyvä riski oli koodattu 16 jk- tai pp-onnettomuuteen (35,6 %). Tieympäristöön liittyvistä taustariskityypeistä yleisimpiä olivat ”Tievalaistuksen puutteet” (20,0 %), jalankulku- tai pyörätiejärjestelyihin liittyvä riski (15,6 %) ja näkemäesteisiin liittyvät taustariskit (15,6 %).



Kuva 33. Liikenneympäristön taustariskit alaluokkiin jaettuna vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneissa jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksissa. OTI:n onnettomuustietorekisteriaineiston taustariskit on luokiteltu liitteessä 5 esitetyllä tavalla. Suluissa on onnettomuusmäärän osuus suhteessa kaikkiin tutkimusaineiston 45 jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuteen.

Jk- tai pp-onnettomuuksille oli koodattu 22 erilaista liikenneympäristön parannusehdotusta (kuva 34). Yleisimmät yksittäiset parannusehdotukset olivat ”Jalankulkuväylä, pyörätien rakentaminen, leventäminen”, ”Alikulkutunnelin tai ylikulkusillan rakentaminen” ja ”Tievalaistuksen asettaminen”, joista jokainen oli koodattu kuuteen jk- tai pp-onnettomuuteen. Liitteessä 6 esitetyn parannusehdotuksiin tehdyn luokittelun perusteella yleisin parannusehdotuksen tyyppi oli liikennejärjestelyiden kehittäminen, joka esiintyi 14 jk- tai pp-onnettomuudessa (31,1 %).



Kuva 34. OTI:n onnettomuustietorekisterissä yleisimmät liikenneympäristöön liittyvät parannusehdotukset vuosien 2013–2017 pääteiden kuolemaan johtaneissa jk- tai pp-onnettomuuksissa. Suluissa on onnettomuusmäärän osuus suhteessa kaikkiin tutkimusaineiston 45 jk- tai pp-onnettomuuteen.

OTI:n onnettomuustietorekisteriaineiston perusteella voitiin suuntaa-antavasti tarkastella erilaisten taustariski- ja paranusehdotustyyppien lukumääriä tutkijalautakunta-aineistoissa. Yksittäisten taustariskien ja parannusehdotusten täsmällisempi tarkastelu edellytti kuitenkin onnettomuuskansioiden läpikäyntiä, koska onnettomuustietorekisterin muuttujien arvoilla ei voida kuvata kirjaimellisesti tutkintaselostuksissa olevia taustariskejä ja parannusehdotuksia.

5.2 Onnettomuuskansioiden laadullinen tarkastelu

5.2.1 Yleisiä havaintoja taustariskeistä ja parannusehdotuksista

Onnettomuuskansioista tarkasteltiin tutkijalautakuntien kirjaamia liikenneympäristön taustariskejä ja parannusehdotuksia käymällä läpi onnettomuuskansioissa olleita tutkintaselostuksia. Taustariskit ja parannusehdotukset oli esitetty tutkintaselostuksissa tapahtumakuvauksen jälkeen luettelomaisessa muodossa. Joissain tapauksissa tutkintaselostuksiin kirjatut taustariskit ja parannusehdotukset kertoivat huomattavasti tarkemmin taustariskeistä ja parannusehdotuksista kuin sähköinen aineisto. Toisaalta joskus ne olivat lyhyesti muutamalla sanalla kirjattuja, jolloin ne eivät tuoneet tarkentavaa tietoa sähköiseen aineistoon verrattuna. Yleensä taustariskit liittyivät tutkijalautakuntien tekemiin havaintoihin onnettomuuspaikalla esimerkiksi tieympäristön ominaisuuksiin, puutteisiin tai olosuhteisiin liittyen, ja tutkijalautakunnat olivat arvioineet niillä olleen vaikutusta esimerkiksi kuljettajan havainnointiin, ajokäyttäytymiseen, ajoneuvon hallintaan tai onnettomuuden seurauksiin. Kirjattujen taustariskien arvioitua merkitystä onnettomuustapahtumassa oli harvoin perusteltu erityisen tarkasti tutkintaselostuksissa. Taustariskit olivat tutkijalautakuntien jäsenten subjektiivisia arvioita mahdollisesti onnettomuudessa vaikuttaneista taustariskeistä. Tutkijalautakunnat saavat kirjata taustariskeiksi tekijöitä, joilla epäillään olleen edes vähän vaikutusta. Joissain tapauksissa taustariskiksi saattoi olla lyhyesti kirjattu esimerkiksi ”mahdollinen häikäisy auringosta” tai ”pimeä

vuorokaudenaika", kun taas joissain tapauksissa oli yritetty kuvailla tarkemmin taustariskien merkitystä tapahtumaketjussa.

Onnettomuuskansioiden läpikäynnissä havaittiin, että kirjattujen liikenneympäristön taustariskien ja parannusehdotusten määrä ja laatu vaihtelevat tutkijalautakunnittain ja myös tutkijalautakuntien sisällä. Tietyn lautakunnan tutkintaselostuksissa toistuivat samat taustariskit ja parannusehdotukset samantyyppisissä onnettomuuksissa, koska samat henkilöt ovat olleet tapauksia tutkimassa. Kaikki tutkijalautakunnat eivät kirjanneet liikenneympäristön taustariskejä yhteneväisellä tavalla. Jossain tapauksissa liikenneympäristön taustariski oli tutkintaselostuksessa esitetty yleispiirteisesti mistä tahansa tapahtumapaikan tieympäristön ominaisuudesta tai onnettomuuspaikalla vallinneista olosuhteista, kun taas toisissa taustariskit oli valittu täsmällisemmin perustellen. Taustariskien määrittämisen subjektiivisuutta havainnollistaa se, että esimerkiksi taustariski "Mahdollisuus ajautua/ajaa vastakkaiselle ajokaistalle (esim. ei keskikaidetta)" esiintyi onnettomuustietorekisteriaineiston perusteella 145 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa, vaikka yhteensä 228 moottoriajoneuvo-onnettomuudessa oli avaintapahtumana siirtyminen vastaantulijan kaistalle tai ajo vastaantulijan kaistalla. Sen perusteella useissa tapauksissa tutkijalautakunnat eivät pitäneet vastakkaiselle kaistalle ajamisen mahdollisuutta taustariskinä. Aineiston laatuerojen takia onnettomuuskansioiden tarkastelussa ei painotettu taustariskien lukumäärien vertailua vaan selvitettiin tarkemmin yksittäisinä tapauksina esiintyneitä taustariskejä.

Tutkijalautakuntien ehdottamat liikenneympäristön parannusehdotukset olivat yleensä melko yksiselitteisiä ratkaisuja havaittuihin ongelmiin. Mikäli taustariskinä oli esimerkiksi tietty törmäyskohde tai näkemäeste, tutkijalautakunta ehdotti yksinkertaisesti kyseisen esteen poistamista. Mikäli taustariskinä oli tien suuri kaarteisuus, tutkijalautakunta ehdotti mutkaisen tieosan parantamista. Parannusehdotuksiin liittyen ei tutkijalautakunnan ehdotuksissa ole yleensä huomioitu toimenpiteen toteutuskelposuutta tai kustannustehokkuutta. Esimerkiksi tutkijalautakunta saattoi ehdottaa parannustoimenpiteenä tien muuttamista kaksiajorataiseksi, mikäli kohtaamisonnettomuus oli tapahtunut yksiajorataisella päätiellä, joissa liikennemäärä on hyvin pieni. Lisäksi esimerkiksi yksityistieliittymissä tapahtuneissa onnettomuuksissa ehdotettiin eritasoliittymän tai kiertoliittymän rakentamista. Toisaalta tutkijalautakuntien ei kuulu arvioida parannustoimenpiteiden toteutumisen realistisuutta, mutta voidaan olettaa, että osa tutkijalautakunnista ovat voineet jättää joitakin parannusehdotuksia mainitsematta niiden toteutumisen epätodennäköisyyden vuoksi.

5.2.2 Vastakkaiselle ajokaistalle ajaminen tai ajautuminen

Selvästi yleisin tutkintaselostuksiin kirjattu liikenneympäristöön liittyvä taustariski oli se, että ajoneuvolla oli mahdollisuus ajaa tai ajautua vastaantulijan kaistalle. Taustariski oli tyypillisesti kirjattu yksiajorataisten pääteiden kohtaamisonnettomuuksiin, jotka oli aiheutettu itsetuhotarkoituksessa, kuljettaja oli nukahtanut tai hallinnan menetyksen vuoksi ajoneuvo oli päätynyt vastakkaiselle kaistalle. Valtaosa näistä oli sellaisia tapauksia, joissa vastakkaiselle ajokaistalle ajamisen tai ajautumisen mahdollisuus mainittiin ainoana liikenneympäristön taustariskinä. Vastakkaiselle ajokaistalle ajautumiseen tai ajamiseen tutkijalautakunnat ehdottivat yleensä liikenneympäristön parannusehdotuksena ajosuuntien erottelua yksiajorataisilla pääteillä keskikaiteella tai rakentamalla moottoritie. Parannusehdotuksina mainittiin myös täristävät keskiviivat, ajosuuntien vieminen kauemmaksi esimerkiksi leveällä keskimerkinnällä, henkilö- ja kuorma-autoliikenteen eriyttämistä tai ohituskiellon asettamista tapahtumapaikalle.

Kaksiajorataisilla pääteillä vastakkaiselle ajokaistalle siirtymisen mahdollisuuteen liittyvä taustariski oli harvinaisempi kuin yksiajorataisilla pääteillä, mutta tutkimusaineiston kolmessa kaksiajorataisen päätien moottoriajoneuvo-

onnettomuudessa se oli mainittu taustariskinä. Esimerkiksi eräässä moottoritiellä tapahtuneessa kohtaamisonnettomuudessa taustariskinä oli tutkijalautakunnan arvion mukaan se, että suorasta tieosasta johtuen moottoritien erotuskaistalla ei ollut ajosuunnat erottavia kaiteita. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena, että moottoriteiden ajosuunnat tulisi erottaa rakenteellisesti. Eräässä kohtaamisonnettomuudessa kaksiajorataisella päätiellä itsetuhoinen tienkäyttäjä oli ajanut moottoritiellä väärään ajosuuntaan. Tapauksessa tutkijalautakunta totesi parannusehdotuksena, että moottoriteiden liittymäalueet tulee suunnitella ja rakentaa niin, että väärään suuntaan moottoritielle pääseminen tulee mahdollisimman hankalaksi.

5.2.3 Tieympäristön törmäyskohteet seurausten pahentajina

Tieympäristön törmäyskohteet seurausten pahentajina olivat yksi yleisimmistä taustariskityypeistä yksittäisonnettomuuksissa. Yleensä törmäyskohteisiin liittyen tutkintaselostuksessa kuvailtiin, että törmäyskohde muodosti jäykän esteen, mainittiin esteen aiheuttaneen suurimmat vauriot tai kuvailtiin tarkemmin, millaisia vaurioita törmäyseste aiheutti osallisille. Joissain tapauksissa myös kuvailtiin törmäyskohteen sijaintia ajorataan nähden tai korostettiin törmäyskohteen olleen suojaamaton.

Seurauksia pahentaneita tieympäristön törmäyskohteita olivat esimerkiksi puut, kallioleikkaukset, kivet, lumipenkka, sivuojan vastaluiskat, liittyvien teiden jyrkät luiskat, liittymän rumpujen päät, pylväät, suunnistustaulun betonijalusta tai keskikaistalla olevat kiinteät esteet. Seurauksia pahentaneena törmäyskohteena saattoi olla myös kaide tai kaiteen pää, mutta silloin oli yleensä kirjattu kaiteiden toimimattomuuteen liittyvä taustariski. Törmäyskohteet pääteillä eivät välttämättä olleet erityisiä esteitä, vaan ajoneuvo saattoi esimerkiksi suistua suoralla tieosuudella ja törmätä sivuojan vastaluiskaan. Erityisesti yksityistieliittymissä, kuten esimerkiksi tonttiliittymissä tai maatalousliittymissä, jyrkkä luiska tai rummun pää voi muodostaa joustamattoman törmäyskohteen. Monessa yksittäisonnettomuudessa vauriot aiheutuvat törmäyksistä useaan törmäyskohteeseen. Esimerkiksi eräässä tapauksessa vauriot aiheutuivat maahan, kivipylvääseen sekä puuhun iskeytymisestä. Eräässä yksittäisonnettomuudessa vauriot aiheutuivat ajoneuvon törmätessä liikenteenlaskentakaappiin (LAM-laite), minkä lisäksi ajoneuvo törmäsi puihin. Törmäyskohteisiin osumisen jälkeen vaurioita saattoi lisäksi tulla esimerkiksi, kun ajoneuvo pyöri useita kertoja katon kautta ympäri ajoradan ulkopuolella.

Törmäyskohteisiin liittyen tutkijalautakunta ehdotti useammassa tapauksessa yleisesti kiinteiden esteiden poistamista tiealueilta. Esimerkiksi eräässä yksittäisonnettomuudessa törmäys tapahtui vastaluiskan pientareella kasvaneeseen puuhun ja tutkijalautakunnan ehdottama parannusehdotus oli, että teiden pientareelle on saatava esteetön suoja-alue. Muissa tapauksissa ehdotettiin esimerkiksi keskikaistalla olevien esteiden poistamista, tien luiskissa olevien esteiden, kuten kivisten kilometripylväiden, poistamista sekä liittymärumpujen rakentamista kauemmaksi päätiestä ja jäykkien törmäysesteiden, kuten kallioleikkausten, suojaamista kaiteilla. Erään tutkijalautakunnan parannusehdotuksena oli, että tien luiskiin ennen kallioleikkausta on vaihdettava pehmeämpää maamassaa hidastamaan ajoneuvon liikettä. Eräässä tapauksessa ehdotettiin myös joustavasta ja viistetystä materiaalista rakennettuja korokkeita, jotka hiljentäisivät hallitusti auton nopeutta. Lisäksi ehdotettiin opastintaulujen kannatinpylväiden rakenteen muuttamista myötääväksi.

Tien reunaympäristössä oleviin luiskiin liittyen tutkijalautakunnat ehdottivat parannusehdotuksina yleisesti jyrkkien sisäluiskien loiventamista. Lisäksi liittyvien teiden luiskat ja rumpuputkien päät pitäisi tehdä riittävän loiviksi. Esimerkiksi eräässä tapauksessa tutkijalautakunta esitti parannusehdotuksena liittymän rakentamisohjeiden päivittämistä luiskien osalta.

5.2.4 Kaiteet tai kaiteiden puutteet seurausten pahentajana

Kaiteisiin tai niiden puutteisiin liittyvät taustariskit vaikuttivat törmäyskohteiden tavoin erityisesti yksittäisonnettomuuksissa seurauksiin. Kaiteet saattoivat vaikuttaa törmäyksen seurauksiin tai kaiteiden puuttumisen tai toimimattomuuden takia ajoneuvon oli mahdollista ajaa tai ajautua ulos tieltä. Keskikaiteiden puuttuminen käsiteltiin erikseen taustariskinä, joka liittyi mahdollisuuteen ajaa tai ajautua vastakkaiselle ajokaistalle. Kaiteisiin liittyvillä taustariskeillä viitattiin yleensä reunakaiteisiin liittyviin asioihin.

Reunakaiteen puuttumisen tutkijalautakunta oli eräässä yksittäisonnettomuudessa arvioinut taustariskiksi, koska ”ajoneuvoyhdistelmällä oli mahdollista ajaa esteettä ulos tieltä”. Eräässä toisessa yksittäisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan juuri ulosajokohdalla tien reunakaiteen puuttuminen mahdollisti ajautumisen kallioleikkaukseen. Eräässä kohtaamisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan ajautuminen moottoritiellä ulos ajoradalta ja siltapenkereeltä alas toiselle tielle oli mahdollista, koska suistumiskohdassa ei ollut tiekaidetta. Reunakaiteiden puuttumisen huomioineissa tapauksissa tutkijalautakunnat ehdottivat yleisesti, että tiestölle on rakennettava lisää kaiteita estämään ulossuistumista ja/tai vaimentamaan ulosajossa autojen nopeutta. Toisaalta eräässä tapauksessa reunakaiteeseen liittyvänä riskinä mainittiin myös se, ettei peräänajo-onnettomuudessa osallisella ollut mahdollisuutta väistää edellä olevaa ajoneuvoa kaiteen vuoksi.

Tutkimusaineistossa oli yksittäisiä moottoriajoneuvo-onnettomuuksia, joissa tutkijalautakunta oli arvioinut kaiteeseen tai sen toimimattomuuteen liittyviä riskejä. Kaiteiden toimimattomuuteen liittyvistä taustariskeistä mikään tietty riski ei toistunut usein tutkimusaineistossa, vaan kaikki vaikuttivat olevan erityyppisiä tapauksia. Muun muassa kaide saattoi edesauttaa sinkoutumista sen yli tai kaide oli seurauksia pahentaneena törmäysesteenä. Esimerkiksi eräässä yksittäisonnettomuudessa moottoripyörä törmäsi kaidepylvääseen, ja tutkijalautakunnan mukaan jäykkä kaide lisäsi vammautumisriskiä. Parannusehdotuksena tutkijalautakunta ehdotti rakennetta, joka suojaa pylvääseen törmäämiseltä, esimerkiksi alleajosuojaa. Eräässä tapauksessa oli tutkijalautakunnan mukaan heikko N2-luokan kaide vaarallisessa suistumiskohdassa. Parannusehdotuksena esitettiin kaiteen vaihtamista turvallisempaan. Eräässä yksittäisonnettomuudessa kahden metrin päässä ajoradan reunasta sijaitseva reunakaide oli käännetty miltei kohtisuoraksi vasten ajorataa, jolloin kaiteen rakenne mahdollisti sen tunkeutumisen auton sisätiloihin. Tapauksessa tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena, että reunakaiteet on varustettava törmäysturvallisilla kaideviisteillä.

Kaiteen viiste arvioitiin myös taustariskiksi. Esimerkiksi eräässä yksittäisonnettomuudessa auto ajautui linja-autopysäkin kautta oikealle sivuun käännetyn ja alas viistetyn kaiteen pään päälle ja jatkoi matkaa törmäten lopulta opastinportaalin pilariin. Eräässä yksittäisonnettomuudessa loivasti vasemmalle kääntyvässä kaarteessa ajoneuvo suistui ulos ajoradalta ja sen renkaan nousivat viistetyn suojakaiteen päälle, josta ajoneuvo pääsi suojakaiteen yli ja törmäsi lopulta kallioseinämään. Tutkijalautakunnan ehdotusten mukaan maahan upotetut kaiteiden päät tulisikin korvata törmäystä vaimentavilla kaiteiden päätyrakenteilla. Eräs tutkijalautakunta ehdotti, että olisi hyvä tutkia valtakunnallisesti, kuinka paljon on onnettomuuksia, joissa ajoneuvo on ajautunut viistetyn kaiteen pään päälle erilaisin seurauksin. Päätieverkolla viistetty kaiteen pää oli kuitenkin tutkimusaineiston perusteella arvioitu vain muutamassa tapauksessa taustariskiksi.

5.2.5 Liikenteen koostumus

Liikenteen koostumukseen liittyvistä liikenneympäristön taustariskeistä tutkimusaineistossa esiintyivät esimerkiksi harva liikenne tai vilkas moottoriajoneuvoliikenne, sekaliikenne tai moottoriajoneuvojen nopeuserot. Vilkas

moottoriajoneuvoliikenne tai ruuhkaliikenne mainittiin taustariskinä useammin kuin harva liikenne. Tutkintaselostuksissa vilkkaan moottoriajoneuvoliikenteen taustariskiä kuvailtiin yleisesti niin, että tapahtumahetkellä liikenne oli suhteellisen vilkasta tai tapahtuma-aikaan liikenne oli työmatkaliikenteestä johtuen erittäin vilkasta, risteys oli vilkasliikenteinen tai tapahtumapaikka oli jalankulkijoille ja polkupyöräilijöille vaarallinen vilkkaan liikenteen ja korkeiden ajonopeuksien takia. Taustariskin yhteydessä saatettiin mainita myös raskaan liikenteen suuri määrä. Vilkas liikenne vaikutti onnettomuuksissa taustariskinä erilaisilla tavoilla. Esimerkiksi eräässä kohtaamisonnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi, ettei kuljettaja havainnut valotonta väärällä kaistalla ajavaa henkilöautoa, koska muuta liikennettä oli paljon ja muiden autojen valot häiritsivät havaitsemista. Eräässä peräänajo-onnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi, ettei pääaiheuttajalla ollut mahdollisuutta väistää vasemmalle vastaan tulevan liikenteen vuoksi. Eräässä kääntymisonnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi, että kääntyminen vilkasliikenteiseltä yksiajorataiselta tieltä vasemmalle asettaa kuljettajan tarkkaavaisuuden koetukselle ja lisää havainto- tai muiden ajovirheiden mahdollisuutta. Parannusehdotuksina vilkkaaseen liikenteeseen liittyen tutkijalautakunnat ehdottivat esimerkiksi ajosuuntien erottelua keskikaiteella tai nopeusrajoituksen alentamista tapahtumapaikalla. Risteys- tai kääntymisonnettomuuksissa vilkkaaseen liikenteeseen liittyviä parannusehdotuksia olivat liittymän poistaminen, liikennevalot tapahtumapaikalle tai liittymän korvaaminen kiertoliittymällä tai eritasoliittymällä.

Harvaa liikennettä kuvailtiin tutkintaselostuksissa taustariskinä yleispiirteisesti siten, että esimerkiksi varhaisen tai myöhäisen ajankohdan vuoksi liikenne oli tapahtumapaikalla erittäin hiljaista. Eräässä yksittäisonnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi, ettei vähäisen liikenteen vuoksi kuljettaja ollut riittävän varovainen. Eräässä kääntymisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan rauhallinen liikenneympäristö, vähäinen liikenne ja ihanteelliset olosuhteet antoivat valheellisen turvallisuudentunteen. Yhdessä kohtaamisonnettomuudessa ja yhdessä peräänajo-onnettomuudessa tutkijalautakunta epäili hiljaisen liikenteen vaikuttaneen kuljettajan vireystilaan. Eräässä jalankulkijaonnettomuudessa liikennemäärä oli yleisesti vähäistä, mikä tutkijalautakunnan arvion mukaan lisäsi tilanteen yllätyksellisyyttä. Harvaan liikenteeseen liittyen tutkijalautakunnat eivät ehdottaneet mitään liikenneympäristöön liittyviä parannusehdotuksia.

Liikennemäärän lisäksi tutkimusaineistossa oli myös muita liikenteen koostumukseen liittyviä taustariskejä. Yhdessä kohtaamisonnettomuudessa taustariskinä olivat moottoriajoneuvojen nopeuserot. Tapauksessa auton kuljettaja huomasi liian myöhään edessään huomattavasti hitaammin ajavan traktoriyhdistelmän. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena, että hitaasti liikkuvilla ajoneuvoilla pitäisi olla omat liikenneväylät. Eräässä peräänajo-onnettomuudessa taustariski liittyi poikkeukselliseen liikenteeseen. Tie oli poikkeuksellisen ruuhkautunut raskaan kaluston nostotoimien takia. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena ruuhkista varoittavia liikenteenseurantajärjestelmiä. Kahdessa polkupyöräonnettomuudessa taustariskinä oli kevyen- ja moottoriajoneuvoliikenteen sekoittuminen. Tutkijalautakunta totesi parannusehdotuksena, että ne tulisi erottaa toisistaan rakenteellisin ratkaisuin erityisesti taajamien lähialueilla rakentamalla yli- tai alikulkuja.

5.2.6 Tien geometria tai poikkileikkaus

Tien geometriaan liittyvistä taustariskeistä tutkimusaineistossa esiintyivät esimerkiksi tien suuri kaarteisuus, mäkisyys, epäedullinen sivukaltevuus tai harhaanjohtavaa optinen ohjaus. Tien geometriaan liittyviin taustariskeihin liittyen ei tutkintaselostuksissa yleensä mainittu mitattuja arvoja, vaan kuvailtiin sanallisesti tien geometriaa. Tien geometriaa kuvattiin esimerkiksi kaarteiseksi,

mutkaiseksi, mäkiseksi tai kumpuilevaksi. Mikään erityinen tien geometriaan liittyvä riski ei toistunut useissa onnettomuuksissa.

Tutkijalautakunnat arvioivat kahdessa kohtaamisonnettomuudessa tien kaarteisuuden tai paikoittaisen kumpuilevuuden taustariskiksi, koska näistä ominaisuuksista johtuen tutkijalautakuntien mukaan tie oli vaarallinen. Joissain tapauksissa tutkijalautakunta kuvaili, että esimerkiksi tien kaartuminen saattoi rajoittaa näkemää tai tien mutkaisuus vaikutti taustariskinä yhdessä liukkauden kanssa. Joissain kohtaamis- tai ohitusonnettomuuksissa tutkijalautakunta arvioi tien kaarteisuuden vaikuttaneen taustariskinä yhdessä ylämäen tai tien paikoittaisen kumpuilevuuden kanssa. Eräässä yksittäisonnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi, että poikkeuksellisen pienisäteisissä kaarteissa ajaminen yli 100 km/h vaatii keskittymistä. Tapauksessa tutkijalautakunta ehdotti nopeusrajoituksen laskemista tai kaarteista varoittamista. Eräässä kohtaamisonnettomuudessa tutkijalautakunta oli arvioinut, että tiessä oli onnettomuuspaikalla tiukka kaarre, joka vaikutti osaltaan siihen, että pääaiheuttajana ollut moottoriajoneuvo törmäsi vastakkaisen kaistan puolella moottoripyörään. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena heräteviivoja tien keskiosaan.

Tien optiseen ohjaukseen liittyen oli myös kirjattu taustariskejä. Eräässä yksittäisonnettomuudessa moottoriajoneuvon kuljettaja ajoi pysähtymättä suoraan yli T-risteyksen. Tutkijalautakunnan mukaan risteyksen liikennejärjestelyt saattoivat aiheuttaa tulkintavirheen eli optisen ohjauksen siitä, että tie jatkuu suoraan eteenpäin. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksina risteysalueen lähestymisopasteiden tehostamista, kuten esimerkiksi portaalin tai risteyksen taustaopasteiden lisäämistä, tai eritasoliittymän rakentamista. Eräässä yksittäisonnettomuudessa, jossa kuljettaja suistui tieltä, harhaanjohtava optinen ohjaus liittyi tutkijalautakunnan mukaan siihen, että kevyen liikenteen väylän liittyminen linja-autopysäkkiin/ajorataan saattoi antaa kuljettajalle väärän vaikutelman. Tutkijalautakunnan esittämä parannusehdotus oli tien optisen ohjauksen parantaminen. Eräässä kuolemaan johtaneessa ohitusonnettomuudessa tien optinen ohjaus oli tutkijalautakunnan mukaan haasteellinen ja harhaanjohtava ohitusnäkemien osalta. Tutkijalautakunta ehdotti onnettomuuspaikalle yhtenäistä ohituskieltoa lyhytjaksoisten ohituskieltojen tilalle.

Tien sivukaltevuuteen liittyi myös taustariskejä. Erässä kohtaamisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan ajokaistan sivukaltevuus oli 0 %, mikä hidasti sadeveden poistumista. Tutkijalautakunnan parannusehdotuksena oli se, että tien sivukaltevuus pitäisi olla kaarteessa sisäkaarteen suuntaan viettävä. Eräässä yksittäisonnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi taustariskiksi sen, että päällysteessä ollut valuasfaltin reuna ja kallistus sisäkaarteen suuntaan mahdollisti vesipatjan runsaamman muodostumisen vesisateen aikana. Lisäksi yhdessä yksittäisonnettomuudessa oli tutkijalautakunnan mukaan väärään suuntaan oleva sivukaltevuus vasemmalle johtavassa kaarteessa. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena väärän sivukaltevuuden korjaamista.

Tien poikkileikkaukseen liittyvät taustariskit liittyivät yleensä tien kapeuteen, eivät tien leveyteen. Vain yhdessä kohtaamisonnettomuudessa tien leveyteen viitattiin sillä, että tapahtumapaikan leveäkaistatie on tutkijalautakunnan mukaan vaarallinen tieosuus. Tien kapeuteen liittyvissä taustariskeissä mainittiin yleensä myös pientareen kapeus. Eräässä yksittäisonnettomuudessa kantatie oli suistumispaikan kohdalla penkereelle rakennettu tie, jossa ajoradan leveys oli 6,70 metriä, päällystepientareen leveys ajosuunnassa oli 40 senttimetriä ja välittömästi päällystepientareen jälkeen oli tiekaide. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena tien ajoradan leventämistä ja tien geometrian parantamista. Eräässä ohitusonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan kapea tie heikensi mahdollisuutta väistää pientareelle. Eräässä tapauksessa ajoneuvo oli pysähtynyt tien reunaan kohdassa, jossa piennar on melukaiteen takia suhteellisen kapea, ja

ajoneuvo jäi osittain ajokaistan puolelle. Parannusehdotuksena tutkijalautakunta ehdotti, että keskikaiteellisten nelikaistaisten teiden piennarleveyden tulee olla niin suuri, että henkilöauto mahtuu reunakaiteellisella jaksolla pysähtymään ajoradan ulkopuolelle. Eräässä tapauksessa tien kapeuteen liittyvänä taustariskinä oli se, ettei traktori sopinut koko leveydeltään ajokaistalle, jolloin levikepyörillä varustetut renkaat tulivat reunaviivan päälle, ja tämän seurauksena käynnistynyt tapahtumaketju johti jalankulkijaonnettomuuteen. Eräässä jalankulkijaonnettomuudessa piennaralue oli tutkijalautakunnan mukaan kapea suojakaiteen vuoksi. Tutkijalautakunta ehdotti tapauksessa yleisesti pientareen leventämistä pääteillä. Eräässä polkupyöräonnettomuudessa taustariskinä oli se, että tieosalla oli kapea piennaralue, minkä takia polkupyöräilijä joutui olemaan osittain ajoradan puolella. Tutkijalautakunnan esittämän parannusehdotuksen mukaan päällystetyn pientareen leveys tulee olla vähintään 1,5 metriä.

5.2.7 Näkemäesteet

Näkemäesteet vaikuttivat taustariskeinä joko tielinjalla tai risteyksissä. Näkemäesteiden yleensä arvioitiin vaikuttavan kuljettajan havainnointiin, koska ne rajoittivat näkemiä ja vaikuttivat esimerkiksi vaaratilanteen havaitsemiseen ajoissa. Näkemäesteisiin liittyvät taustariskit liittyivät pääasiassa maaston muotoihin, kasvillisuuteen tai toisiin ajoneuvoihin. Jalankulkijaonnettomuuksissa näkemäesteenä saattoi olla myös valaisinpylväs ja linja-autokatos. Rakennukset, opastekyltit, mainokset tai lumivallit eivät olleet yhdessäkään tutkimusaineiston tapauksista näkemäesteinä.

Tielinjalla olleisiin näkemäesteisiin liittyen tutkijalautakunta arvioi yleisesti sen, että tie oli vaarallinen kumpuilevan pystygeometrian vuoksi, kohtaamisnäkemä oli lyhyt pystygeometrian vuoksi tai näkemä heikkeni notkon ja kaarteen yhteisvaikutuksesta. Eräässä jalankulkijaonnettomuudessa taustariski liittyi siihen, että jalankulkijan huomio oli saattanut olla kiinnittynyt ojasta nousemiseen, jolloin näkemä oli rajoittunut ojan pohjalta tielle. Parannusehdotuksina maaston muotoihin liittyviin näkemäesteisiin tutkijalautakunnat ehdottivat pääteiden geometrian parantamista ja ajosuuntien erottelua keskikaiteilla sekä eräässä ohitusonnettomuudessa ohituskieltoa.

Kahdessa risteysonnettomuudessa näkemiä rajoitti tien kaartuminen heti liittymän jälkeen, ja yhdessä tapauksessa näkemiä heikensi liittymää edeltänyt nousu. Risteysonnettomuuksissa näkemät saattoivat olla rajoittuneet myös kasvillisuuden takia. Esimerkiksi eräässä tapauksessa iso kuusi rajoitti näkymää päätielle. Parannusehdotuksena risteysten näkemäesteisiin liittyen tutkijalautakunta esitti yleisesti, että risteykset on sijoitettava niin, että näkemät ovat riittävät ja liikenteeseen liittyminen turvallista. Liittymänäkemiä voi parantaa katvealueita poistamalla ja kasvillisuutta raivaamalla. Joissain tapauksissa mainittiin, että näkemäesteenä ollut puu oli poistettu heti tapahtuman jälkeen. Lisäksi tutkijalautakunnat esittivät risteysten näkemäesteisiin liittyen parannusehdotuksena kiertoliittymän rakentamista, liikennevaloja tai jalankulku- ja polkupyöräjärjestelyiden kehittämistä.

Tutkimusaineiston moottoriajoneuvo-onnettomuuksista toinen ajoneuvo oli vain yhdessä ohitusonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan taustariskinä. Kyseisessä tapauksessa pääaiheuttajan edessä ajanut pakettiauto rajoitti mahdollisuuksia tehdä havaintoja ennen ohitusta. Myös eräässä jalankulkijaonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan henkilöauton etäisyys edellä ajaneeseen ajoneuvoon oli riittämätön, mikä heikensi mahdollisuuksia havaita ajoissa tiellä kävellyt jalankulkija. Yhdessä polkupyöräonnettomuudessa kuorma-auto esti näkyvyyden risteykseen tulleeseen pyöräilijään.

Kahdessa eläinonnettomuudessa taustariskiksi oli arvioitu näkemäeste. Eräässä eläinonnettomuudessa maaston muodon näkemäeste liittyi siihen, että tien oikealla puolella oli pohjavesisuojauksen vastapenger, jonka takaa ei voinut havaita hirveä.

Toisessa tapauksessa tien vasemmanpuoleisessa sivuojan ulkoluiskassa oli tiheähköä kasvillisuutta, mikä oli voinut vaikeuttaa hirven havaitsemista. Siihen tutkijalautakunta totesi parannusehdotuksena, ettei päätieverkolla saa päästää tiealueen kasvillisuutta niin korkeaksi, että hirvieläimet peittyvät kasvillisuuden sekaan.

5.2.8 Risteys- tai liittymäjärjestelyt

Risteys- tai liittymäjärjestelyihin liittyvistä taustariskeistä tutkimusaineistossa esiintyivät esimerkiksi risteyksien tai liittymien muotoiluun tai sijoittamiseen tai ryhmitys- tai liittymiskaistaan liittyvät taustariskit. Risteys- ja liittymäjärjestelyissä olevat puutteet saattoivat vaikuttaa onnettomuuksien syntyyn siten, että ne mahdollistivat altistumisen törmäykselle esimerkiksi kääntymis- ja risteämisonnettomuuksissa. Toisaalta liittymissä olevat taustariskit eivät välttämättä varsinaisesti liittyneet liittymäjärjestelyihin vaan myös näkemäesteisiin, tien geometriaan, liikenteen koostumukseen tai liikenteen ohjaukseen.

Vain yhdessä risteämisonnettomuudessa tutkijalautakunta korosti, että liittymä oli vaarallinen. Tutkijalautakunnan mukaan se johtui siitä, että liittymä oli työmatkaliikenteen aikaan vilkasliikenteinen, eikä sitä ole varustettu liikennevaloilla tai pakollinen pysähtyminen -liikennemerkillä. Lisäksi kasvillisuus liittymän läheisyydessä ja liittymän sijainti kaarteessa heikensivät osaltaan havainnointimahdollisuuksia. Parannusehdotuksena tutkijalautakunta ehdotti, että liittymään tulee harkita vaarallisuuden takia yhdystien suunnasta tultaessa pakollinen pysähtyminen -liikennemerkkiä ja liittymän näkemiä parantaa.

Liittymäjärjestelyihin liittyvistä taustariskeistä yleisimpiä olivat ne, että liittymä oli kanavoimaton tai liittymästä puuttui väistötila. Ryhmittymis- tai liittymiskaistan puute oli taustariskinä yleensä kääntymisonnettomuudessa mutta myös yhdessä peräänajo-onnettomuudessa. Useassa tapauksessa kyse oli yksityistien liittymästä. Mikäli liittymässä oli väistötila, vain kääntymiskaistan puute oli arvioitu taustariskiksi. Parannusehdotuksina tutkijalautakunnat ehdottivat liittymien kanavointia, väistötilojen rakentamista tai eritasoliittymän rakentamista. Eräässä kääntymisonnettomuudessa tutkijalautakunta ehdotti myös ohituskieltoa tapahtumapaikalle.

Eräässä risteämisonnettomuudessa taustariski liittyi tutkijalautakunnan mukaan liittymän muotoiluun. Parannusehdotuksena tutkijalautakunta esitti suuntaisliittymän rakentamista ja yleisesti eritasoliittymien lisäämistä pääteille. Eräässä risteämisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan taustariskinä oli se, että eritasoliittymän ramppijärjestelyt mahdollistivat ajon ramppien kautta poistumisrampilta suoraan liittymisrampille risteävän päätien yli. Tutkijalautakunnan parannusehdotuksena oli ramppijärjestelyiden muuttaminen siten, että poistumisrampilta risteyksen läpiajaminen suoraan liittymisrampille on estetty. Eräässä polkupyöräonnettomuudessa asuntokadun ja valtatien välinen kulma oli noin 65 astetta, jolloin kääntyvältä vaadittiin pään kääntämistä kokonaan vasemmalle, jotta näkemä oli riittävä. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena liittymän parempaa muotoilua.

Liittymien suureen tiheyteen ei varsinaisesti viitattu yhdessäkään tapauksessa taustariskinä. Toisaalta eräässä kääntymisonnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi taustariskiksi sen, että taajaman läpi kulki kantatie, jossa oli 60 km/h rajoitus ja paljon liittymiä. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksina hidasteiden käyttöä ja liittymien varustamista liikennevaloilla. Yhdessä yksittäisonnettomuudessa taustariski liittyi liittymän sijoitteluun. Vilkasliikenteisellä kantatiellä oli peltoliittymä ja liittymän vuoksi päin ajosuuntaa vaarallisesti käännetty kaide, joka oli yksittäisonnettomuudessa törmäyskohteena. Tutkijalautakunta esitti parannusehdotuksena, että peltoliittymät on mahdollisuuksien mukaan rakennettava alempiluokkaisille ja vähäliikenteisille

teille. Lisäksi liittymien sijoittamista kaiteiden kohdalle pitää välttää. Eräässä polkupyöräonnettomuudessa taustariskinä oli huomaamaton yksityistien liittymä. Tutkijalautakunta ehdotti yksityisteiden liittymien havaittavuuden parantamista sinisillä huomiopaaluilla.

5.2.9 Muut tieympäristöön liittyvät tekijät

Tien kuntoon liittyvät taustariskit olivat tyypiltään päällysteen tai tien reunan vaurioita. Tutkijalautakunnat saattoivat olla havainneet muun muassa routavaurioita tai tien paikkauksesta johtuvaa epätasaisuutta onnettomuuspaikalla. Esimerkiksi eräässä kohtaamisonnettomuudessa tutkijalautakunta oli kirjannut taustariskiksi, että tieosuudella oli vaurioaltis ja taajaan paikattu päällyste. Tutkijalautakunnan ehdottama parannusehdotus oli yleispiirteinen toteamus, että teiden päällysteiden tasoa on parannettava. Eräässä yksittäisonnettomuudessa oli tutkijalautakunnan mukaan asfalttipinnoitteessa routimispaikalla kulumasta ja paikkauksesta johtuvaa epätasaisuutta, jossa varsinkin korkea ajoneuvo voi keinahtaa sivuttain voimakkaasti. Kahdessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa taustariskinä oli tutkijalautakunnan mukaan kulumisurat. Lisäksi toisessa niistä tutkijalautakunta oli havainnut, että urissa oli vettä. Uriin liittyen tutkijalautakunnat ehdottivat parannustoimenpiteenä tien kunnon parantamista eli urien poistoa tai tien kunnosta varoittamista liikennemerkillä.

Tien reunassa olevat vauriot saattoivat myös olla taustariskeinä. Yhdessä kohtaamisonnettomuudessa kuljettaja ohjasi kaarteessa liikaa oikealle, jolloin auton pyörät putosivat pois asfaltilta. Tutkijalautakunta arvioi tien reunan vauriot taustariskinä, koska onnettomuuspaikalla havaittiin vaurioita asfaltin reunassa tien tukipientareen kohdalla. Parannusehdotuksena tutkijalautakunta totesi yleisesti, että tienpitäjän tulee korjata vaarallinen tienosa pikaisesti tiedon saatuaan. Eräässä yksittäisonnettomuudessa tieltä suistuneen ajoneuvon etupyörä painautui sisäluiskan pehmeään maahan, mikä edesauttoi ajoneuvon kaatumista. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena kaiteen rakentamista.

Yhdessä yksittäisonnettomuudessa taustariskinä olivat tietyöjärjestelyiden vuoksi muuttuneet tiejärjestelyt. Moottoripyörä törmäsi tilapäisessä työnaikaisessa kaarteessa betonielementeistä tehtyyn reunakaiteeseen. Tiejärjestelyt oli asetettu paikkaan noin 2–3 viikkoa aiemmin. Muuttuneet tiejärjestelyt oli tutkijalautakunnan mielestä merkitty asianmukaisesti liikennemerkein, eikä tutkijalautakunta ehdottanut tapauksessa mitään liikenneympäristöön liittyvää parannusehdotusta.

Sekä moottoriajoneuvo- että jk- tai pp-onnettomuuksissa oli huomioitu taustariskinä tievalaistuksen puuttuminen. Usein varsinkin pimeällä tapahtuneissa jalankulkijaonnettomuuksissa tutkijalautakunta totesi taustariskiksi sen, että kyseessä oli valaisematon tieosuus. Valaistuksen puuttuminen esimerkiksi heikensi mahdollisuuksia nähdä jalankulkijaa, mikäli jalankulkija oli keskellä pimeän valtatien ajorataa. Eräässä risteämisonnettomuudessa valaistuksen puute liittyi siihen, että liittymä oli rakennettu jälkikäteen teollisuuslaitoksen tarpeisiin, eikä kantatiellä valaistusta ollut jatkettu ulottumaan sen kohdalle. Yhdessä ohitusonnettomuudessa taustariskinä oli tievalaistuksen käyttämättömyys. Onnettomuuspaikalla oli valaisinpylväät, mutta valot eivät olleet toiminnassa. Tien valaistukseen saattoi liittyä myös muun tyyppisiä taustariskejä. Esimerkiksi eräässä ohitusonnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi, että tievalaistus mahdollisesti aiheutti virhearvioinnin vastaantulevasta liikenteestä ja etäisyyksistä. Eräässä kohtaamisonnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi optiseen ohjaukseen liittyen taustariskiksi sen, että viereisellä liikennemyymäläalueella valaistuksen voimakkuus oli korkeampi kuin tiealueella.

Jalankulku- tai polkupyöräilyjärjestelyihin varsinaisesti liittyviä taustariskejä oli kirjattu vain seitsemään 45 jk- tai pp-onnettomuudesta. Yleisin näistä taustariskeistä se, ettei jalankulkijoille tai polkupyöräilijöille ollut omaa väylää, minkä vuoksi jalankulkija tai polkupyöräilijä kulki päätien pientareella. Tapauksissa

tutkijalautakunnat ehdottivat parannusehdotuksena jalankulkijoille ja polkupyöräilijöille oman väylän rakentamista. Yhdessä jalankulkijaonnettomuudessa taustariski liittyi suojatien huonoon sijaintiin, ja eräässä jalankulkijaonnettomuudessa taustariskinä oli turvallisen tien ylityspaikan puuttuminen kokonaan. Molemmissa tapauksissa tutkijalautakunnan esittämänä parannusehdotuksena oli alikulkutunnelin tai ylikulkusillan rakentaminen.

Eläimiin tai riista-aitoihin liittyvä taustariski oli mainittu kuudessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa, joista valtaosa oli eläinonnettomuuksia. Hirviin liittyvistä taustariskeistä todettiin esimerkiksi, että hirvimetsästys on voinut lisätä hirvien liikehdintää. Eräässä eläinonnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi hirven lisäksi taustariskinä, että tienvarren puusto ja hämäryys vaikeuttivat havaintojen tekemistä. Parannusehdotuksina tutkijalautakunnat ehdottivat, että hirvien pääsy tielle tulisi estää rakentamalla riista-aitoja sekä riistalle sopivia ylitys- ja alituspaikkoja. Erään tutkijalautakunnan ehdotuksena oli, että hirvivaroituskyltteihin pitäisi lisätä vilkkuvat valot, jotka syttyisivät, kun sensorit havaitsevat hirven. Lisäksi hirvinauhoja tulisi asentaa pääteiden varsille.

Kahdessa eläinonnettomuudessa taustariski liittyi riista-aitaan. Toisessa niistä tutkijalautakunnan mukaan pitkä suoja-aita päättyi juuri ennen onnettomuuspaikkaa. Parannusehdotuksena tutkijalautakunta ehdotti hirvien kulkemisen ohjaamista paremmin havaittavaan tienkohtaan. Myös kahdessa yksittäisonnettomuudessa oli mainittu eläimiin liittyvä taustariski. Eräässä yksittäisonnettomuudessa, jossa ajoneuvo suistui tieltä, tutkijalautakunta epäili kuljettajan säikähtäneen tiellä olleita poroja, jolloin kuljettaja menetti ajoneuvon hallinnan. Toisessa yksittäisonnettomuudessa taustariski liittyi siihen, että pellolla havaittiin tuoreita eläimen jälkiä ja hirviaita päättyy noin 300 metriä ennen onnettomuuspaikkaa.

Muista tieympäristöön liittyvistä tekijöistä tutkijalautakunnat mainitsivat esimerkiksi eräässä kääntymisonnettomuudessa tieympäristön tarkoituksenmukaisuuteen liittyvän taustariskin. Tutkijalautakunnan mukaan vilkkaan teollisuusalueen sijaitseminen aivan vilkasliikenteiden valtatien vieressä ja alueen suora liittymä valtatieltä luo vaaratilanteita.

5.2.10 Liikenteenohjaus

Liikenteenohjaukseen liittyvät taustariskit liittyivät esimerkiksi tiemerkintöjen, liikennemerkkien, liikennevalojen tai opasteiden puutteellisuuteen. Lisäksi liikenteenohjauksen taustariskeihin lukeutuvat nopeusrajoituksen tarkoituksenmukaisuuteen liittyvät riskit. Tiemerkintöjen puutteet sijoittuivat yleensä linjaosuuksille, mutta liikennemerkkien puutteita esiintyi pääasiassa vain liittymien läheisyydessä.

Tiemerkintöihin liittyvät taustariskit koskivat yleensä sitä, että tiemerkinnät puuttuivat tiestä kokonaan. Tiemerkinnät saattoivat olla puutteellisia esimerkiksi keskeneräisen päällystystyön takia tai uudesta päällysteestä vielä puuttuivat keskiajokaistamerkinnät. Tutkijalautakunnan mukaan ajoratamaalausten puuttuminen saattoi esimerkiksi eräässä kohtaamisonnettomuudessa vaikeuttaa vastaan tulevan auton sivusuuntaista arvioimista. Tiemerkintöjen puutteisiin liittyen tutkijalautakunnat ehdottivat parannustoimenpiteenä, että pääteiden päällystystyöt on pyrittävä tekemään siten, että ajoratamerkinnät saataisiin tehtyä heti päällystämisen jälkeen. Lisäksi päällystystöiden urakkakilpailutuksessa tulisi tutkijalautakunnan ehdotuksen mukaan huomioida työvaiheiden välisten viiveiden minimointi. Myös palautetta antavien tiemerkintöjen puutteellisuuden tutkijalautakunnat olivat arvioineet taustariskiksi esimerkiksi nukahtamisesta tai vireystilan laskusta johtaneissa kohtaamis- tai yksittäisonnettomuuksissa. Eräässä kohtaamisonnettomuudessa tutkijalautakunta totesi, että valtatiet on varustettava keskikaiteilla tai vähintään täristävillä keskiviivamaalauksilla. Eräässä

kohtaamisonnettomuudessa tiessä oli kulunut keskiviiva, ja tutkijalautakunta ehdotti sen korvaamista toimivalla tärinäraidoituksella.

Tutkijalautakunnat olivat kirjanneet yksittäisiä liikennemerkkien puutteisiin liittyviä taustariskejä. Eräässä risteämisonnettomuudessa liittymän ennakkomerkki sijaitsi vain 60 metrin etäisyydellä onnettomuusliittymästä. Parannusehdotuksena tähän tutkijalautakunta ehdotti liittymään heikon näkyvyyden olosuhteissa toimivaa ja kääntyvistä ajoneuvoista varoittavaa valoa. Eräässä peräänajo-onnettomuudessa oli vilkkaasti liikennöidyllä valtatiellä kääntymismahdollisuus vasemmalle ennakkomerkitsemättömälle yksityistielle. Tutkijalautakunta ehdotti tieliittymän sulkemista tai vähintään väistötilaa liittymään. Eräässä jalankulkijaonnettomuudessa liikennemerkkiin liittyvä taustariski oli tutkijalautakunnan mukaan se, että nopeusrajoituskilpi oli sijoitettu pylväsvalojen katvealueelle.

Liikennevaloihin ja niiden toimintaan liittyen oli kirjattu taustariskejä. Eräässä tapauksessa oli arvioitu liikennevalojen heikko havaittavuus taustariskiksi. Onnettomuuden pääaiheuttajan ajosuunnassa liikennevalo-opastin oli kääntynyt, jolloin opastimen kirkkain valoteho osoitti tien ojan ja pientareen suuntaan. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena liikuteltavien liikenteen ohjauslaitteiden ja liikennemerkkien havaittavuuden parantamista (koko ja heijastavuus) sekä liikuteltavien liikenteen ohjauslaitteiden ja liikennemerkkien huolellisempaa asettelua. Yhdessä risteämisonnettomuudessa oli taustariskinä se, että vilkkaassa risteyksessä sijaitsevat liikennevalot olivat onnettomuushetkellä tilapäisesti pois käytöstä teknisen vian vuoksi. Tutkijalautakunnan esittämänä parannusehdotuksena oli kiertoliittymän rakentaminen liikennevaloristeyksen tilalle. Eräässä jalankulkijaonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan liikennevalo-ohjauksen ja suojatieturvallisuutta parantavien järjestelyiden puuttuminen vaikutti kuljettajan suhtautumiseen ja ajotapaan onnettomuuspaikkaa lähestyttäessä.

Pääteiden kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa oli myös muita liikenteenohjaukseen liittyviä taustariskejä. Yhdessä peräänajo-onnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi taustariskiksi muuttuvien opastusmerkkien puutteen, koska tapahtumapaikalla ei ollut ruuhkautumisesta varoittavia liikennejärjestelmiä. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena onnettomuuspaikalle liikennemäärien mukaan vaihtuvia nopeusrajoituksia. Eräässä moottoriajoneuvo-onnettomuudessa pääaiheuttaja ei havainnut moottoritielle pysähtynyttä ajoneuvoa, ja tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena koko moottoritien tunnelijaksolle ajoradalle pysähtyneestä ajoneuvosta varoittavaa järjestelmää. Eräässä moottoriajoneuvo-onnettomuudessa pääaiheuttaja teki U-käännöksen eritasoliittymässä. Tutkijalautakunnan mukaan tapauksessa taustariski liittyi pisarasaarekkeisen eritasoliittymän opasteiden luettavuuteen. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena, että eritasoliittymässä B-tyypin suunnistustaulu korvataan A-tyypin suunnistustaululla.

Yksittäisissä moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa oli arvioitu olleen nopeusrajoituksen tarkoituksenmukaisuuteen liittyviä taustariskejä. Esimerkiksi yhdessä ohitusonnettomuudessa oli tutkijalautakunnan arvion mukaan onnettomuuspaikalla liian korkea nopeusrajoitus, ja tutkijalautakunta ehdotti nopeusrajoituksen laskemista 80 kilometriin tunnissa. Eräässä ohitusonnettomuudessa tutkijalautakunta oli arvioinut, että keli ja nopeusrajoitus eivät vastanneet toisiaan, ja onnettomuuspaikalla nopeusrajoitus tulisi laskea talvella 80 kilometriin tunnissa. Eräässä peräänajo-onnettomuudessa olivat taustariskinä suuret nopeuserot moottoritiemäisellä sekaliikennetiellä, jossa nopeusrajoitus oli 100 km/h. Eräässä yksittäisonnettomuudessa oli taustariskinä se, että nopeusrajoitus muuttui onnettomuuspaikan kohdalla nopeusrajoituksesta 100 km/h nopeusrajoitukseen 80 km/h. Eräässä risteämisonnettomuudessa taustariskinä oli se, että tutkijalautakunnan mukaan nopeusrajoitus 100 km/h oli liittymässä kääntyvien ajoneuvoyhdistelmien kannalta liian korkea.

5.2.11 Keli ja olosuhteet

Tutkimusaineistossa keliin ja olosuhteisiin liittyvät taustariskit olivat varsin yleisiä, koska niiden on mahdollista esiintyä useassa erilaisessa onnettomuustyypissä. Keliriskillä tarkoitetaan tien kulkukelpoisuuteen vaikuttavia riskejä, jotka ovat säästä riippuvaisia. Keliriskit liittyivät siihen, että tie oli vetinen, jäinen, luminen tai sohjoinen. Keliriski saattoi liittyä myös muuttuvaan tai vaihtelevaan keliin. Sääolosuhteisiin tai valoisuuteen liittyvät riskit vaikuttivat usein erityisesti kuljettajan havainnointiin. Tutkintaselostuksien tapahtumakuvauksessa usein mainittiin keliin tai olosuhteisiin liittyviä tietoja, mutta niitä ei välttämättä aina tutkintaselostuksessa arvioitu erikseen taustariskeinä.

Tutkijalautakunta saattoi todeta tutkintaselostuksessa taustariskien listauksessa yleisesti, että tie oli märkä. Esimerkiksi eräässä jalankulkijaonnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi, että tien pinta oli aikaisemman sateen seurauksena märkä ja vetinen. Eräässä kohtaamisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan taustariskinä oli se, että voimakkaan vesisateen seurauksena noin 5 millimetrin syvissä ajourissa oli runsaasti vettä. Eräässä yksittäisonnettomuudessa taustariskinä oli tutkijalautakunnan mukaan uusi ja märkä asfaltti. Erityisesti märkään, vetiseen tiehen tai roiskuvaan veteen liittyen tutkijalautakunnat eivät ehdottaneet parannusehdotuksia. Vesisade vaikutti näkyvyyteen ja haittaisi havainnointia varsinkin, jos vesisateen korostettiin olevan rankkaa. Tutkintaselostuksissa vesisade mainittiin usein samassa lauseessa pimeyden kanssa. Esimerkiksi eräässä kohtaamisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan taustariskinä oli se, että pimeä ja sateinen sää heikensivät ajo-olosuhteita. Lisäksi vesisateen takia esimerkiksi ajouriin saattoi kertyä vettä tai vesisade liukastutti tien pintaa, jotka toisaalta voitiin tulkinta keliriskeiksi. Vesisateeseen liittyen tutkijalautakunnat ehdottivat joissain tapauksissa olosuhteiden mukaan muuttuvia nopeusrajoituksia.

Jäiseen tienpintaan liittyen usein tutkintaselostuksessa mainittiin yleisesti, että tie oli jäinen. Joissain tapauksissa korostettiin, että tie oli erittäin jäinen tai keli erittäin huono alijäähtyneen vesisateen ja tienpintojen jäätymisen vuoksi. Liukkauden torjunnalla ei välttämättä ollut vaikutusta siihen, ettei jäinen tie olisi ollut taustariskinä. Esimerkiksi eräässä yksittäisonnettomuudessa jäiseen tiehen liittyen tutkijalautakunta mainitsi, ettei ajoradalle levitetty kostutettu suola ollut lisännyt riittävästi tienpinnan kitkaa. Taustariskin esiintyminen tutkintaselostuksessa saattoi riippua onnettomuuden osallisesta, sillä eräässä yksittäisonnettomuudessa tutkijalautakunta arvioi, että talviset olosuhteet olivat kuljettajalle erittäin vieraat. Eräässä yksittäisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan liukkaus ja ajoradan paikoittainen pelijää olivat humalaiselle kuljettajalle vaikeasti havaittavissa. Jäiseen tiehen liittyen tutkijalautakunnat ehdottivat parannusehdotuksina liukkauden torjunnan aikaistamista vilkkaasti liikennöidyillä teillä, tien hoitoa laatustandardien mukaisesti, liukkauden torjunnan laatuvaatimusten valvontaa, vaihtuvia nopeusrajoituksia ja jäisestä tiestä varoittavia opastetauluja. Lisäksi joissain tapauksissa tutkijalautakunnat ehdottivat pistekohtaisia nopeusrajoituksen alentamisia esimerkiksi risteysalueen molemmin puolin 60 kilometriin tunnissa tai talvinopeusrajoituksen alentamista mäkisillä ja mutkaisilla tieosuuksilla.

Luminen tie liittyi taustariskinä joissain tapauksissa siihen, etteivät tiemerkinnät olleet kunnolla näkyvissä. Toisaalta tie saattoi olla tutkijalautakunnan mukaan liukas siksi, että siinä oli kerros sohjoista lunta. Joissain tapauksissa sohjoista lunta oli vain ajourien ulkopuolella esimerkiksi päällystepientareella. Esimerkiksi eräässä kohtaamisonnettomuudessa ajautuminen ajourien ulkopuolelle sohjopinnalle ja sieltä pois pyrkiminen johtivat ajoneuvon hallinnan menettämiseen. Lumiseen tai sohjoiseen tiehen liittyvinä parannusehdotuksina tutkijalautakunnat ehdottivat yleisesti päätieverkon kunnossapidon huomioimista.

Vesisateen tavoin myös räntä- tai lumisade saattoivat vaikeuttaa havainnointia. Joissain tapauksissa esimerkiksi ajoneuvoyhdistelmä tai aura-auto nostatti ilmaan

pölyävän lumipilven, joka heikensi näkyvyyttä. Eräässä peräänajo-onnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan taustariskinä oli se, että räntäsateen tiedetään vaikuttavan ajoneuvon tutka- ja kamerajärjestelmän toimintaan. Tutkijalautakuntien ehdottamia parannusehdotuksia lumi- tai räntäsateeseen olivat olosuhteiden mukaan muuttuvat nopeusrajoitukset tai ajosuuntien erottelu keskikaiteilla.

Moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa keliin liittyvä taustariski saattoi liittyä myös siihen, että ajourat olivat jää- tai lumipinnassa (polanteessa). Esimerkiksi eräässä kohtaamisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan ajoradalla olleet polanneurat antoivat mahdollisesti alkusysäyksen ajohallinnan menettämiselle. Eräässä yksittäisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan tien talvikunnossapitoluokassa 1b sallitaan polanteita 1,5 senttimetriä, mutta tutkijalautakunta esitti parannusehdotuksena kaikkien valtateiden muuttamista hoitoluokkaan 1. Eräässä tapauksessa tien uraisiin jääpolanteisiin liittyen tutkijalautakunta ehdotti, että matkailuliikenteen käyttämän päätieverkoston kunnossapitoon on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Yksittäisissä moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa keliriski saattoi liittyä myös pitkittäis- tai poikittaissuunnassa vaihtelevaan keliin tai äkilliseen muutokseen kelissä. Esimeriksi eräässä kaksiajorataisella päätiellä tapahtuneessa yksittäisonnettomuudessa tien pinta oli erityisesti vasemmalla ajokaistalla liukas ja jäinen. Eräässä kohtaamisonnettomuudessa päällystepientareella ja keskiviivan tuntumassa oli kuuraliukkautta, mikä tutkijalautakunnan mukaan saattoi vaikuttaa ajohallinnan menettämiseen korjaavan ohjausliikkeen yhteydessä. Poikittaissuunnassa vaihtelevaan keliin tutkijalautakunnat eivät ehdottaneet liikenneympäristöön liittyviä parannusehdotuksia. Kelin äkillinen muutos tarkoitti esimerkiksi eräässä kohtaamisonnettomuudessa sitä, että tapahtumapaikalla oli voimakkaamman lumisateen alue, jonka takia paikalla oli selvästi liukkaampaa kuin muualla ympäristössä, jossa tienpinnat olivat märät. Eräässä kohtaamisonnettomuudessa äkillinen muutos liittyi siihen, että aurinkoinen päivä oli sulattanut lunta aurauslumivalleista ja sulamisvesiä oli valunut ajoradalle, jossa ne olivat jäätyneet ohueksi jääkalvoksi. Parannusehdotuksen tutkijalautakunta ehdotti, että aurausvallien sulamisvesien ajoradalle kulkeutuminen tulisi estää rakenteellisesti ja ennakoiduin kunnossapidollisin toimenpitein.

Vain neljässä moottoriajoneuvo-onnettomuudessa oli onnettomuustietorekisteriaineiston perusteella kunnossapitoon liittyvä taustariski. Eräässä kohtaamisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan tien kunto ei täyttänyt vaadittavaa talvikunnossapidon tasoa uraisuuden ja kitkan osalta. Eräässä kohtaamisonnettomuudessa taustariskinä oli tutkijalautakunnan mukaan se, ettei tieosuutta ollut kyseisenä päivänä suolattu. Eräässä ohitusonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan auraustoimenpiteet eivät moottoritiellä urakkarajalla olleet ajallisesti synkronoituja, mistä johtuen lumisadetilanteessa hoitorajan kohdalle oli syntynyt selkeä laatuero. Tapauksissa parannusehdotukset liittyivät kunnossapitotoimen laadun varmistamiseen. Lisäksi ehdotuksena oli, että pääteiden talvihoitotoimenpiteiden samankaltainen jatkuvuus urakkarajoilla tulee varmistaa asianmukaisin laatuvaatimuksin.

Kahdessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa oli taustariskiksi koodattu sumu. Toinen niistä oli kohtaamisonnettomuus, jossa taustariskiksi oli kirjattu ”pimeys ja sakea sumu”. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena ajosuuntien erottelua keskikaiteella. Toisessa risteämisonnettomuudessa tutkijalautakunnan mukaan sumuinen sää rajoitti näkyvyyttä. Tutkijalautakunta ehdotti parannusehdotuksena kierto- tai eritasoliittymän rakentamista ja olosuhteiden mukaan muuttuvia nopeusrajoituksia.

Pimeä tai hämärä olivat yleisiä taustariskejä sekä moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa että jk- tai pp-onnettomuuksissa. Joissain tapauksissa tutkijalautakunta esitti taustariskin tutkintaselostuksessa toteamalla, että

”tapahtuma-aikaan oli pimeää” tai ”hämärä vuorokauden aika”. Joissain tapauksissa tutkijalautakunta arvioi, että pimeys vaikeutti havaintojen tekoa tai heikensi ajo-olosuhteita yhdessä sateisen sään kanssa. Jalankulkijaonnettomuuksissa pimeys haittasi toisen osapuolen näkemistä varsinkin, jos jalankulkija ei käyttänyt heijastinta. Esimerkiksi eräässä tapauksessa todettiin tummaan vaatetukseen pukeutuneen jalankulkijan kulkeneen pimeän valtatien ajoradalla. Eräässä hirvionnettomuudessa pimeys oli taustariskinä, koska hirvi tuli pimeästä. Pimeyteen liittyen tutkijalautakunnat ehdottivat parannusehdotuksina usein tievalaistuksen asettamista, valaistuksen tehostamista, olosuhteiden mukaan muuttuvia nopeusrajoituksia tai ajosuuntien erottelua keskikaiteilla.

Häikäisy oli tutkimusaineistossa myös varsin yleinen taustariski, mutta se oli harvinaisempi kuin pimeys. Useissa tapauksista tutkijalautakunta arvioi häikäistymisen olleen mahdollinen, koska aurinko paistoi vastakkaisesta suunnasta matalalta tai matalalta paistanut auringon arvioitiin heikentäneen havainnointia. Häikäisyyn liittyen tutkijalautakunnat eivät ehdottaneet liikenneympäristöön liittyviä parannusehdotuksia.

Kahdessa moottoriajoneuvo-onnettomuudessa kuumuus oli arvioitu taustariskiksi. Toinen niistä oli kohtaamisonnettomuus, jossa tutkijalautakunnan mukaan pitkä ajomatka helteisessä säässä puuduttavilla valtateillä rasitti ja vaikutti vireystilaan. Toinen oli risteämisonnettomuus, jossa tutkijalautakunnan mukaan taustariskinä oli se, että lämpötila oli poikkeuksellisen korkea. Kuumuuteen liittyen tutkijalautakunnat eivät ehdottaneet liikenneympäristöön liittyviä parannusehdotuksia. Liikenneympäristön kuumuuteen ei käytännössä voi vaikuttaa tienpidon keinoin.

6 Yhteenveto

6.1 Liikenneympäristön riskit pääteillä

Päätieverkko on valtakunnallinen tieliikennejärjestelmän runko, jolla tapahtui Väyläviraston onnettomuustilastojen perusteella 2013–2017 vuosittain noin tuhat poliisin tietoon tullutta henkilövahinko-onnettomuutta ja lähes sata kuolemaan johtanutta onnettomuutta. Yleisin onnettomuusluokka pääteillä on yksittäisonnettomuudet, joita oli noin kolmasosa kaikista henkilövahinko-onnettomuuksista. Päätieverkon eri osissa onnettomuusluokkien osuudet kuitenkin vaihtelevat, koska liikenneympäristöt poikkeavat toisistaan muun muassa liikennemäärältä ja väylätyypiltään. Esimerkiksi henkilövahinkoihin johtavia peräänajo-onnettomuuksia tapahtuu erityisesti vilkasliikenteisillä moottoriteillä, kun taas yksittäisonnettomuuksien suhteellinen osuus on suurin harvaliikenteisillä yksiajorataisilla pääteillä.

Väyläviraston onnettomuustilastojen perusteella kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa kohtaamisonnettomuudet olivat pääteillä selvästi yleisin onnettomuusluokka, sillä niitä oli noin 47 % kaikista pääteiden kuolemaan johtaneista onnettomuuksista. Kuolemaan johtaneista onnettomuuksista toiseksi yleisimpiä pääteillä olivat yksittäisonnettomuudet, joita oli noin viidesosa. Jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksia tarkasteltiin tutkimuksessa yhtenä onnettomuusluokkana ja ne olivat kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa kolmanneksi runsaslukuisimpia. Muissa onnettomuusluokissa kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien lukumäärä ja suhteellinen osuus koko aineistossa oli varsin pieni. Keskeisimpänä tutkimusaineistona olleista liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistoista tarkasteltiin ainoastaan kuolemaan johtaneita onnettomuuksia ja niihin liittyviä riskejä.

Nykytiedon mukaan liikenneonnettomuudet ovat monisyisiä tapahtumaketjuja, joiden syntyyn vaikuttavat yhdessä useat erilaiset riskitekijät tienkäyttäjissä,

ajoneuvoissa ja liikenneympäristössä. Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien vuosina 2013–2017 tutkimissa kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa inhimillisen riskitekijän oli arvioitu olleen mukana 99 prosentissa, ajoneuvoon liittyvän tekijän 65 prosentissa ja liikenneympäristöön liittyvän tekijän 58 prosentissa tutkituista tapauksista. Usein kaikkiin kolmeen osa-alueeseen liittyvät riskitekijät esiintyvät yhdessä. Tutkijalautakunta-aineistojen perusteella pääteiden kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa aktiivisesti onnettomuuksien syntyyn vaikuttavina välittöminä riskitekijöinä oli arvioitu olleen useimmissa tapauksissa tienkäyttäjien tekemät virheet tai ajotoiminta, itsetuhoisuus tai toimintakyvyn muutos. Liikenneympäristön ei yleensä arvioida vaikuttavan aktiivisesti onnettomuustapahtumien syntyyn. Pääteiden kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistojen perusteella ainoastaan viidessä eläinonnettomuudessa liikenneympäristön riskiksi tulkittava eläin vaikutti välittömänä riskinä.

Liikenneympäristöön liittyvät tekijät voivat vaikuttavat henkilövahinko-onnettomuuksissa taustariskeinä. Liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmässä taustariskillä tarkoitetaan tekijöitä, jotka osittain selittävät välittömän riskitekijän tai avaintapahtuman syntyä. Tutkijalautakunnat arvioivat liikenneympäristön taustariskin esiintyneen noin kahdessa kolmasosassa pääteiden vuosien 2013–2017 kuolemaan johtaneista onnettomuuksista. Luokitellussa muodossa olleessa onnettomuustietorekisteriaineistossa liikenneympäristön taustariskejä oli pääteiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa yhteensä 90 erilaista. Suurin osa havaituista liikenneympäristön taustariskeistä esiintyi vain yksittäisissä tapauksissa. Kaikista useimmin tutkijalautakuntien kirjaamat liikenneympäristön taustariskit olivat niitä, jotka voidaan tyypillisesti tulkita taustariskiksi pääteillä runsaslukuisissa kuolemaan johtaneissa kohtaamis- tai yksittäisonnettomuuksissa tai jotka voidaan yleisesti tulkita taustariskiksi monessa erityyppisessä onnettomuudessa, kuten keli- ja sääolosuhteisiin liittyvät riskitekijät.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella merkittävin yksittäinen liikenneonnettomuuksien määrään vaikuttava tekijä liikenneympäristössä on liikennemäärä. Pääteiden henkilövahinko-onnettomuustilastoista havaittiin, että liikennemäärän kasvaessa onnettomuusmäärä kasvaa, mutta vastaavasti yksittäisen tienkäyttäjän onnettomuusriski usein laskee. Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistoissa liikennemäärään liittyvät taustariskit eivät erityisesti korostuneet. Määrällisen tarkastelun perusteella vilkas moottoriajoneuvoliikenne oli kuitenkin noin neljän prosentin osuudella yleisimpien liikenneympäristön taustariskien joukossa kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa. Toisaalta useissa tapauksissa tutkijalautakunnat arvioivat myös harvan liikenteen taustariskiksi, koska sen arvioitiin vaikuttaneen kuljettajien käyttäytymiseen.

Pääteiden liikenneympäristössä tapahtuvien henkilövahinko-onnettomuuksien syntyyn vaikuttaa liikenteen koostumus. Pääteiden liikenne koostuu erilaisista kuljettajista ja ajoneuvoista, joiden ominaisuuksiin ja toimintaan liittyy riskejä. Tutkijalautakuntien arvioimien välittömien riskien perusteella erityisesti tien käyttäjien tekemillä virheillä ja inhimillisellä toiminnalla on yleensä aktiivinen vaikutus henkilövahinko-onnettomuuksien syntyyn. Tutkijalautakunta-aineistoissa tienkäyttäjiin ja ajoneuvoihin liittyvät taustariskit muodostavat ovat osa-alueensa, joita ei kuitenkaan tarkasteltu lainkaan tässä tutkimuksessa, koska tutkimuksen rajauksena oli liikenneympäristö. Pääteiden liikenteen koostumukseen liittyen voidaan silti todeta, että jotkut tienkäyttäjistä ja ajoneuvoista ovat riskialttiimpia ja päätyvät henkilövahinko-onnettomuuteen todennäköisemmin kuin toiset. Kirjallisuuskatsauksen perusteella tienkäyttäjäryhmistä suhteellisen suuri henkilövahinko-onnettomuusriski on esimerkiksi moottoripyöräilijöillä, kun taas pienin onnettomuusriski tieliikenteessä on linja-auton matkustajalla.

Väyläviraston onnettomuustilastojen tarkastelussa havaittiin, että pääteillä ongelmana ovat vakavat kohtaamisonnettomuudet, joita tapahtuu erityisesti yksiajorataisilla pääteillä. Vuosina 2013–2017 kohtaamisonnettomuuksia tapahtui

pääteillä yhteensä 221 ja ne erottuivat lukumäärältään selvästi muista onnettomuusluokista. Kohtaamisonnettomuuksissa kuoli 0,41 henkilöä yhtä henkilövahinko-onnettomuutta kohden, joka oli selvästi enemmän kuin muissa onnettomuusluokissa. Tutkijalautakunta-aineistoissa pääteiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa noin 35 prosentissa oli arvioitu liikenneympäristön taustariskiksi mahdollisuus ajaa tai ajautua vastakkaiselle ajokaistalle. Se oli aineistossa selvästi yleisin liikenneympäristön taustariski.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella erilaisia liikenneympäristöjä voidaan vertailla tarkastelemalla onnettomuusriskiä erilaisilla väylätyypeillä. Aiempien tutkimusten ja henkilövahinko-onnettomuustilastojen tarkastelun perusteella henkilövahinko-onnettomuusriski ja kuolemaan johtavan onnettomuuden riski on moottoriteillä ja keskikaiteellisilla tieosuuksilla selvästi matalampi kuin normaaleilla yksiajorataisilla pääteillä. Toisaalta suurempien liikennemäärien takia moottoriteillä ja muilla kaksiajorataisilla pääteillä henkilövahinko-onnettomuustiheys on suurempi kuin normaaleilla yksiajorataisilla pääteillä.

Väylätyypiltään erilaisten liikenneympäristöjen henkilövahinko-onnettomuusriskiin vaikutta myös se, että yksiajorataisilla pääteillä on tasoliittymiä, kun taas moottoriteillä ne on korvattu eritasoliittymillä. Kirjallisuuskatsauksen perusteella maanteillä onnettomuustiheyden on havaittu olevan yleensä suurempi liittymien läheisyydessä. Kolmannes maanteiden henkilövahinko-onnettomuuksista ja noin neljännes liikennekuolemista tapahtuu liittymissä. Liittymissä tyypilliset kääntymis- ja risteämisonnettomuudet eivät kuitenkaan yleensä ole seurauksilta yhtä vakavia kuin suorilla tieosuuksilla tapahtuvat henkilövahinko-onnettomuudet. Näin ollen pääteiden kuolemaan johtaneet onnettomuudet sisältäneissä tutkijalautakunta-aineistoissa oli suhteellisen pieni määrä liittymissä tapahtuneita kuolemaan johtaneita onnettomuuksia, joissa olisi lisäksi havaittu liittymäjärjestelyihin liittyvä taustariski. Liittymäjärjestelyihin liittyvistä taustariskeistä useimmin mainittiin ne, että liittymä oli kanavoimaton tai liittymästä puuttui väistötila.

Kirjallisuuskatsauksen mukaan tien reunaympäristö vaikuttaa sekä henkilövahinko-onnettomuuksien määrään että vakavuuteen. Sillä on vaikutusta erityisesti yksittäisonnettomuuksissa, joita ovat pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksista lukumäärällisesti eniten. Yksittäisonnettomuuksissa seurauksia pahentanut tieympäristön törmäyskohde oli tutkijalautakunta-aineistoissa varsin yleinen liikenneympäristön taustariski, koska ne muodostivat jäykän esteen ja vaikuttivat onnettomuuden seurauksiin. Seurauksia pahentaneita tieympäristön törmäyskohteita olivat esimerkiksi puut, kallioleikkaukset, kivet, liittyvien teiden jyrkät luiskat ja liittymän rumpujen päät. Harvinaisia seurauksia pahentaneita törmäyskohteita olivat suunnistustaulun betonijalusta tai liikenteenlaskentakaappi. Kaiteisiin tai niiden puutteisiin liittyvät taustariskit vaikuttivat törmäyskohteiden tavoin seurauksiin erityisesti yksittäisonnettomuuksissa. Kaiteisiin liittyvistä taustariskeistä voidaan nostaa esille heikko kaide vaarallisessa suistumiskohdassa, kohtisuoraan ajorataa vasten käännetty kaiteen pää sekä kaiteen viiste, joka mahdollistaa ajoneuvon nousemisen suojakaiteen päälle.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella monen erilaisen tieympäristön teknisen ominaisuuden vaikutusta henkilövahinko-onnettomuusriskiin on tarkasteltu aiemmissa tutkimuksissa. Tien poikkileikkaukseen liittyvistä liikenneturvallisuuteen vaikuttavista asioista voidaan mainita esimerkiksi tien kapea piennar. Kirjallisuuskatsauksen perusteella pientareellisilla teillä on havaittu olevan pienempi onnettomuusriski kuin teillä, joista pientareet puuttuvat kokonaan. Leveämmillä pientareilla on pääsääntöisesti positiivinen vaikutus liikenneturvallisuuteen. Tutkijalautakunta-aineistoissa kapea piennar, oli erityyppisissä tapauksissa taustariskinä. Pientareen kapeuden takia tielle pysähtynyt ajoneuvo tai päätietä kulkeva jalankulkija tai polkupyöräilijä voi jäädä osittain ajoradan puolelle, ja kapeus voi myös estää mahdollisuuden väistää pientareelle.

Liikenneympäristön turvallisuuteen vaikuttavat myös liikenteenohjaukseen liittyvillä toimenpiteet, joiden on tarkoitus ohjata tienkäyttäjien käyttäytymistä. Liikenteenohjauksen vaikutus liikenneturvallisuuteen on sitä suurempi, mitä suurempi muutos tapahtuu tienkäyttäjän käyttäytymisessä. Liikenteen ohjaukseen liittyvistä tekijöistä tutkijalautakunnat arvioivat esimerkiksi täristävien keski- tai reunaviivojen puuttumisella olleen merkitystä erityisesti nukahtamisesta tai vireystilan laskusta johtuneissa onnettomuuksissa.

Kirjallisuuskatsauksen perusteella ajoneuvojen keskinopeuden ja henkilövahinko-onnettomuuksien määrän ja vakavuuden välillä on tilastollinen yhteys. Sekä onnettomuusmäärä että niiden vakavuus pienenevät, kun liikenteen keskinopeus laskee. Tutkijalautakunta-aineistoissa liikenneympäristön taustariskeissä liikennevirran nopeutta käsiteltiin liikenteen ohjaukseen liittyen esimerkiksi nopeusrajoitusten tarkoituksenmukaisuuden näkökulmasta. Tutkijalautakuntien havaitsemista taustariskeistä voidaan mainita esimerkiksi onnettomuuspaikan liian korkea nopeusrajoitus ja se, että keli ja nopeusrajoitus eivät vastaa toisiaan.

Tutkijalautakunta-aineistoissa keliin ja olosuhteisiin liittyvät liikenneympäristön taustariskit olivat yleisimpiä riskityyppejä, koska niiden on mahdollista esiintyä useassa erilaisessa onnettomuustyypissä. Olosuhteisiin liittyvistä taustariskeistä voidaan nostaa merkittäväksi tekijäksi pimeys, sillä se oli sekä moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa että jalankulkija- ja polkupyöräonnettomuuksissa usein arvioitu taustariskiksi. Moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa jäisen, vetisen, lumisen tai sohjoisen tien usein epäiltiin vaikuttaneen taustariskinä. Hyvin harvoissa tapauksissa oli kuitenkaan havaittu tien kunnossapitoon liittyviä riskejä.

6.2 Parannusehdotuksia tienpitoon

Tutkijalautakunta-aineistoista nousi esille liikenneympäristöön liittyviä parannustoimenpiteitä, joiden kirjallisuuskatsauksen perusteella on myös aiemmissa tutkimuksissa havaittu olevan keskeisiä parannusehdotuksia pääteiden liikenneturvallisuuden parantamiseksi. Pääteillä lähes puolet kuolemaan johtaneista onnettomuuksista on kohtaamisonnettomuuksia. Ajosuuntien erottelu esimerkiksi keskikaiteita rakentamalla oli selvästi yleisin tutkijalautakuntien esittämä liikenneympäristön parannusehdotus. Kirjallisuuskatsauksen perusteella aiemmassa tutkimuksessa on arvioitu, että keskikaiteiden avulla voitaisiin estää maanteillä noin neljä liikennekuolemaa viidestä. Vakavien kohtaamisonnettomuuksien suuren määrän takia ajosuuntien erottelu näyttäisi olevan parannusehdotuksista keskeisin liikenneympäristöön liittyvä keino vaikuttaa kaikista vakavimpiin onnettomuuksiin ja kuolemien osalta suurimpaan onnettomuusmäärään pääteillä. Tutkijalautakunnat ehdottivat kohtaamisonnettomuuksien ehkäisyyn myös erilaisia liikenteen ohjaukseen liittyviä parannustoimenpiteitä ja esimerkiksi täristävien tiemerkintöjen lisäämistä useammille pääteille. Aiempien tutkimuksissa niiden on todettu olevan kuitenkin vain osaratkaisuja. Tiedossa ei ole muita pääteiden liikenneympäristöön soveltuvia parannustoimenpiteitä, joilla olisi yhtä merkittävä vaikutus kohtaamisonnettomuuksien ehkäisyssä kuin ajosuuntien erottelulla.

Pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksissa yksittäisonnettomuudet ovat yleisin onnettomuusluokka. Pääteiden reunaympäristöä pehmentämällä voitaisiin vaikuttaa henkilövahinkoihin johtavien yksittäisonnettomuuksien määrään ja niiden seurauksia lieventää kohdistamalla toimenpiteitä seurauksia pahentaviin törmäyskohteisiin. Koko päätieverkolla jäykkiä törmäysesteitä tulisi poistaa, siirtää kauemmaksi tai kehittää myötääviksi. Pääteiden jyrkkiä luiskia tulisi loiventaa. Jyrkkiin luiskiin tulisi kiinnittää huomiota myös yksityistieliittymissä. Lisäksi pääteille tulisi rakentaa lisää kaiteita estämään ajoneuvojen ulossuistumista. Yksittäisonnettomuuksien vakavuuteen voidaan vaikuttaa estämällä suistumisia kaikista vaarallisimmissa paikoissa. Toisaalta rakennettavien kaiteiden tulisi olla myös törmäysturvallisia, jotta kaiteet eivät pahenna yksittäisonnettomuuksien seurauksia.

Kuolemaan johtaneiden kohtaamis- ja yksittäisonnettomuuksien ehkäisyn lisäksi tutkijalautakunnat ehdottivat monia erilaisia parannusehdotuksia, joilla voidaan vähentää liikenneympäristön taustariskien vaikutusta ja yleisesti parantaa päätieverkon liikenneympäristön turvallisuutta. Pääteitä voidaan edelleen monissa paikoissa parantaa nykyisten suunnittelustandardien mukaiseksi, liikennejärjestelyitä voidaan kehittää edelleen monin tavoin esimerkiksi liittymäturvallisuutta ja jalankulku- ja polkupyöräjärjestelyitä kehittämällä, tievalaistusta voidaan lisätä ja riista-aitoja voidaan rakentaa yhä useammille pääteiden tieosuuksille. Liikenteenohjaukseen liittyviä tutkijalautakuntien esittämiä parannusehdotuksia ovat esimerkiksi nopeusrajoitusten alentaminen paikallisesti tai olosuhteiden mukaan. Lisäksi pääteille voidaan edelleen lisätä älykästä liikenteenohjausta, kuten vaihtuvia nopeusrajoituksia ja tiedotusopasteita.

Keskimääräisen vuorokausiliikenteen perusteella vähäliikenteisillä yksiajorataisilla pääteillä tapahtuu erityisesti yksittäisonnettomuuksia. Lisäksi eläinonnettomuuksia tapahtui suhteellisesti enemmän vähäliikenteisillä pääteillä. Alle 6 000 KVL:n yksiajorataisilla pääteillä tapahtuu yli puolet liikennekuolemista, ja pienen liikennemäärän pääteillä henkilövahinko-onnettomuusriski on suurempi kuin vilkasliikenteisillä. Liikenneympäristöön liittyviä parannustoimenpiteitä ei ole kuitenkaan realistista tehdä vähäliikenteisillä pääteille samassa mittakaavassa kuin vilkasliikenteiselle päätieverkolle. Harvaliikenteisillä teillä monotonisessa liikenneympäristössä kuljettajien vireystila ja tarkkaavaisuus laskevat ja vaaratilanteet saattavat tulla hyvin yllättäen. Pieninä toimenpiteinä näissä liikenneympäristöissä voisi huomioida paremmin tilanteiden yllätyksellisyyden ja kuljettajien tarkkaamattomuuden tunnistamalla ja parantamalla yksittäisiä vaarapaikkoja, poistamalla mahdollisuuksien mukaan näkemäesteenä olevaa kasvillisuutta tien varrelta ja liittymistä sekä lisätä heräteviivoja. Vähäliikenteisillä pääteillä talvihoitoluokka saattaa usein olla matalampi kuin vilkasliikenteisillä, jolloin hoitoluokan muutoksesta varoittamiseen, nopeusrajoitusten alentamiseen tai tarvittaessa talvihoitostandardien nostamiseen voisi kiinnittää huomiota.

Tutkijalautakunta-aineistoista oli tarkoitus etsiä myös harvinaisempia tai erityislaatuisia tienpidossa huomioitavia parannusehdotuksia, joita voisi kustannustehokkaasti toteuttaa kaikilla pääteillä. Kovin merkittäviä muista poikkeavia parannusehdotuksia ei tutkimusaineistosta kuitenkaan noussut esille. Yksittäisistä harvinaisemmista tutkijalautakuntien esittämistä parannusehdotuksista voidaan mainita esimerkiksi valaisinpylväiden toiminnasta huolehtiminen, yksityisteiden ennakkomerkitseminen, tunnistettujen vaarapaikkojen korjaamista pikaisesti tiedon saamisen jälkeen, talvihoitotoimenpiteiden samankaltainen jatkuvuus urakkarajoilla, aurausvallien sulamisvesien ajoradalle kulkeutumisen estäminen ja päällystystöissä työvaiheiden välisten viiveiden minimointi, jotta ajoratamaalaukset tehdään asfaltoinnin jälkeen.

7 Johtopäätökset ja pohdinta

7.1 Vastaus tutkimuskysymykseen

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, mitkä liikenneympäristön riskitekijät kasvattavat henkilövahinko-onnettomuusriskiä pääteillä. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, millaisilla liikenneympäristöön tehtävillä parannustoimenpiteillä liikenneympäristön taustariskien vaikutusta voisi vähentää. Tutkimuskysymyksenä oli: Mitkä tekijät tekevät toisista pääteiden liikenneympäristöistä turvallisempia kuin toisista? Tutkimuskysymyksessä pääteiden turvallisella liikenneympäristöllä tarkoitetaan ympäristöä, joka edistää tieliikenteen turvallisuustyölle asetettuja tavoitteita eli vähentää tieliikenneonnettomuuksissa kuolleiden ja loukkaantuneiden määrää.

Kirjallisuuskatsauksen ja tutkimusaineistojen tarkastelun perusteella tunnistettiin useita pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksiin vaikuttavia riskitekijöitä.

Taulukossa 4 on lueteltu tutkimuksen keskeisimmät havainnot. Taulukossa esitetyt liikenneympäristön turvallisuutta parantavat tekijät ovat vastaus tutkimuskysymykseen, sillä nämä tekijät tekevät toisista pääteiden liikenneympäristöistä turvallisempia kuin toisista. Taulukossa esitetyistä liikenneympäristön turvallisuuteen vaikuttavista ominaisuuksista liikennemäärä, liikenteen koostumus ja liikenteen nopeus eivät ole varsinaisesti fyysiseen liikenneympäristöön liittyviä ominaisuuksia, mutta niillä on merkittävä vaikutus pääteiden henkilövahinko-onnettomuuksien synnyn kannalta. Vähäinen altistuminen eli pieni liikennemäärä sekä matala liikennevirran nopeus ja liikenteen koostuminen vähemmän riskialttiista tienkäyttäjistä ja ajoneuvoista vähentää henkilövahinko-onnettomuuksien ja liikennekuolemien määrää. Näiden tekijöiden voidaan siis tulkita parantavan myös liikenneympäristön turvallisuutta. Tutkimuksessa pääpaino oli kuitenkin liikenneympäristön teknisiin ominaisuuksiin ja olosuhteisiin liittyvien riskien tarkastelussa, jotka liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistoissa luokitellaan liikenneympäristöön liittyviksi riskeiksi. Pääteiden liikenneympäristössä muun muassa ajosuuntien erottelu, tien reunaympäristö, tien poikkileikkaus ja geometria, liittymäjärjestelyt sekä liikenteenohjaukseen liittyvät tekijät vaikuttavat taustariskeinä henkilövahinko-onnettomuuksien syntyyn. Lisäksi pääteiden liikenneympäristön luonnonolosuhteet, kuten ympäristön valoisuus, keli- ja sääolosuhteet sekä eläinten liikkuminen voivat vaikuttaa taustariskeinä.

Taulukko 4: Tutkimuksen keskeisimmät havainnot pääteiden liikenneympäristön turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Liikenneympäristön turvallisuuteen vaikuttava ominaisuus	Turvallisuutta heikentäviä tekijöitä	Turvallisuutta parantavia tekijöitä
liikennemäärä	vilkas moottoriajoneuvoliikenne, harva liikenne	liikennemäärän väheneminen johtaa yleensä henkilövahinko-onnettomuuksien määrän vähenemiseen, onnettomuusriski (onnettomuuksien lkm/ajon.km) pienenee yleensä liikennemäärän kasvaessa
liikenteen koostumus	riskialttiit tienkäyttäjät ja ajoneuvot	liikenteen koostuminen vähäriskisistä tienkäyttäjistä ja turvallisista ajoneuvoista
liikenteen nopeus	liikennevirran keskinopeuden nousun myötä henkilövahinko-onnettomuusriski ja kuolemaan johtavan onnettomuuden riski kasvavat	henkilövahinko-onnettomuuksien määrä ja vakavuus pienenevät liikenteen keskinopeuden laskiessa
ajosuuntien erottelu	vastakkaiselle ajokaistalle ajamisen tai ajautumisen mahdollisuus	ajosuuntien erottelu esimerkiksi keskikaiteella
tien reunaympäristö	tieympäristön törmäyskohde (esim. puu, kivi, kallioleikkaus, luiska, pylväs) lähellä ajorataa, reunakaiteen puuttuminen vaarallisesta suistumiskohdasta tai vaarallinen reunakaide	tien reunaympäristössä ei törmäyskohteita, vaarallisissa suistumiskohdissa törmäysturvalliset reunakaiteet
tien poikkileikkaus ja geometria	kapeat pientareet, jalankulku- ja pyörätien puuttuminen, poikkeuksellisen kapea tai leveä ajorata, tien suuri kaarteisuus tai mäkisyys	mahdollisuus pysäyttää ajoneuvo ajoradan ulkopuolelle pientareelle, jalankulku ja pyöräily erotettu moottoriajoneuvoliikenteestä, näkemien ja ajoneuvon hallinnan kannalta turvallinen tien poikkileikkaus ja geometria

Liikenneympäristön turvallisuuteen vaikuttava ominaisuus	Turvallisuutta heikentäviä tekijöitä	Turvallisuutta parantavia tekijöitä
liikenteenohjaus	liikenteenohjauksen puutteet tai toimimattomuus, liikenneympäristön ominaisuuksiin ja olosuhteisiin nähden liian korkea nopeusrajoitus, täristävien tiemerkintöjen puuttuminen	ajonopeutta laskevat tai ajotehtävää helpottavat liikenteenohjaustoimenpiteet, liikenneympäristön ominaisuuksien ja olosuhteiden mukaan säädetyt nopeusrajoitukset, täristävät tiemerkinnät
liittymäjärjestelyt	liittymien ja niissä olevien konfliktipisteiden suuri määrä, vaarallisesti sijoitettu tai muotoiltu liittymä	liittymien ja niissä olevien konfliktipisteiden pieni määrä, turvallisesti sijoitettu ja muotoiltu liittymä
ympäristön valoisuus	pimeä ajankohta, tievalaistuksen puuttuminen	päivänvalo, tie valaistu
keli- ja sääolosuhteet	vesi-, räntä- tai lumisade, tien pinta jäinen, luminen, sohjoinen tai märkä	säätila kirkas tai pilvipoutainen, tien pinta paljas ja kuiva
eläinten liikkuminen	suurikokoisten eläinten, kuten hirven tai peuran liikkuminen ajoradalla	eläinten pääsyn estäminen tielle esimerkiksi riista-aidalla

Pääteiden kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa erityisesti kohtaamisonnettomuudet korostuvat, sillä niitä oli lähes puolet kaikista kuolemaan johtaneista onnettomuuksista. Lisäksi kohtaamisonnettomuuksissa kuolleiden henkilöiden määrää suhteessa henkilövahinko-onnettomuuksien määrään oli moninkertainen useimpiin muihin onnettomuusluokkiin verrattuna. Tutkijalautakuntien kirjaamista liikenneympäristön taustariskeistä vastakkaiselle kaistalle ajamisen tai ajautumisen mahdollisuus kohtaamisonnettomuuksissa oli selvästi yleisempi taustariski kuin muut. Mikään muu yksittäinen liikenneympäristön taustariski ei korostunut yhtä selvästi tutkijalautakunta-aineistoissa.

Tieliikenneonnettomuudet ovat monisyisiä tapahtumaketjuja, joiden syntyyn vaikuttavat yhdessä useat erilaiset riskitekijät tienkäyttäjissä, ajoneuvoissa ja liikenneympäristössä. Lisäksi taustariskit voivat liittyä liikennejärjestelmään ja säätelyyn. Usein tieliikenneonnettomuuksissa merkittävänä riskitekijänä ovat tienkäyttäjät. Tutkimuskysymykseen vastaaminen on ongelmallista, koska tutkimuksessa rajauduttiin vain liikenneympäristön näkökulmaan ja muut taustariskien osa-alueet jätettiin tutkijalautakunta-aineistoissa käsittelemättä. Tutkimuskysymykseen ei voida vastata pelkästään liikenneympäristöön liittyviä taustariskejä selvittämällä, vaan pitäisi huomioida tienkäyttäjien, ajoneuvojen, liikenneympäristön ja liikennejärjestelmän muodostama kokonaisuus.

7.2 Tutkimustulosten hyödynnettävyyden arviointi

Tutkimuksen tulokset olivat odotettuja ja samansuuntaisia kuin aiempien tutkimusten tulokset, joissa on tarkastelu liikenneympäristön eri tekijöiden vaikutusta. Tutkimus tuotti uutta ajankohtaista tietoa päätieverkon liikenneympäristön riskeistä, koska vastaavaa tutkimusta pääteiden liikenneympäristön riskeistä vuosien 2013–2017 henkilövahinko-onnettomuuksissa ei ole aiemmin tehty. Tutkimuksessa selvitetyt päätieverkon liikenneympäristöä parantavat toimenpiteet ovat pääosin linjassa aiemmin tiedossa olevien tienpidon parannusehdotusten kanssa. Tutkimustulokset osaltaan vahvistavat keskeisimpien toimenpiteiden, kuten ajosuuntien erottelun ja tien reunaympäristön pehmentämisen, merkitystä päätieverkon liikenneturvallisuuden kehittämisessä.

Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistojen määrällisen ja laadullisen tarkastelun perusteella ei voitu tässä tutkimuksessa tehdä tarkkoja vertailuja eri liikenneympäristön taustariskien vaikutuksista henkilövahinko-onnettomuusriskiin, koska tutkijalautakunta-aineistossa kaikki taustariskit esitettiin samantasoisina, suurin osa taustariskeistä esiintyi vain yksittäisissä tapauksissa ja taustariskien kirjaamisen määrässä ja laadussa oli myös tunnistettavissa vaihtelevuutta eri tutkijalautakuntien välillä. Lisäksi aineisto sisälsi ainoastaan kuolemaan johtaneita onnettomuuksia, josta ei voi tehdä suoraan päätelmiä kaikkiin henkilövahinko-onnettomuuksiin liittyen.

Tarkoituksena oli, että tutkimuksen tuloksia voisi hyödyntää tienpitoon liittyvässä liikenneturvallisuustyössä. Tutkijalautakunta-aineistojen avulla oli tarkoitus selvittää, voiko liikenneympäristön taustariskien vaikutusta vähentää kustannustehokkailla liikenneympäristöön liittyvillä parannustoimenpiteillä. Tutkijalautakuntien esittämät parannusehdotukset liikenneympäristöön olivat pääosin samankaltaisia kuin kirjallisuuskatsauksen perusteella jo aiemmissa tutkimuksissa esitetyt keinot. Liikenneympäristön turvallisuuden kehittämiseen pääteillä on olemassa monia mittakaavaltaan erilaisia keinoja aina yksittäisten tienreunassa olevien esteiden poistamisesta keskikaiteiden rakentamiseen kokonaisille tieosuuksille. Tutkimuksessa ei kuitenkaan perehdytty parannusehdotusten kustannustehokkuuteen, eikä ilman lisätutkimuksia voida arvioida tutkimuksessa esiintyneiden parannusehdotusten kustannustehokkuutta.

7.3 Pohdinta ja ehdotuksia jatkotutkimuksiin

Kirjallisuuskatsauksen perusteella erilaisten liikenneympäristön ominaisuuksien vaikutusta henkilövahinko-onnettomuusriskiin usein arvioidaan tilastollisesti. Liikenneympäristössä yksittäisten tekijöiden vaikutusta liikenneturvallisuudelle on kuitenkin hankala arvioida, koska tekijöiden joukosta ei voida yleensä erottaa yhden tekijän tarkkaa vaikutusta. Päätieverkolla ei voida vertailla toisiinsa liikenneympäristöjä kontrolloiduissa koejärjestelyissä, joissa vain yksi tieympäristön ominaisuus olisi erilainen, mutta muuten vertailtavat päätiet olisivat teknisesti samanlaisia; niissä olisi vastaavat liikennemäärät, liikenteen koostumus, täsmälleen yhteneväisellä tavalla käyttäytyvät kuljettajat, ominaisuuksiltaan samanlaiset ajoneuvot ja jatkuvasti samanlaiset olosuhteet. Lisäksi onnettomuusmäärien ollessa pieniä satunnaisuudella on suuri merkitys yksittäisten onnettomuuksien tapahtumapaikoihin päätieverkolla.

Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistojen laadullisessa tarkastelussa havaittiin, että liikenneympäristön taustariskejä ei voida määrittää tarkasti. Kirjatut taustariskit ovat tutkijalautakuntien subjektiivisia näkemyksiä, ja aineiston laatuun taustariskien määrän ja kohteen osalta vaikuttaa, että jokaisessa tutkijalautakunnassa onnettomuuksia tutkivat eri henkilöt. Osassa tutkintaselostuksista riskit oli kirjoitettu hyvin tarkasti, eikä tekstissä ollut käytetty epävarmuutta osoittavia sanoja. Monessa tutkintaselostuksissa oli esimerkiksi välitöntä riskiä kuvailtu sanoilla ”taustatietoihin nähden on todennäköistä”, ”tapahtumaketju viittaa” tai ”mahdollisesti”, joten tutkijalautakuntien tekemiin päätelmiin sisältyy myös epävarmuutta. Liikenneympäristön taustariskejä oli kirjattu joissain tutkijalautakunnissa jokaiseen moottoriajoneuvo-onnettomuuteen, kun taas toisissa tutkijalautakunnissa suurin osa tutkituista tapauksista oli sellaisia, joihin ei ollut kirjattu yhtään liikenneympäristön taustariskiä. Tutkijalautakunta-aineistoissa saattoivat painottua sellaiset taustariskit, jotka ovat liikenneturvallisuuteen liittyvässä keskustelussa pinnalla ja ovat tutkijalautakunnan jäsenille jo ennestään tuttuja liikenneturvallisuuteen liittyvistä tutkimuksista. Erityisesti keskikaiteet ovat olleet paljon esillä liikenneturvallisuutta parantavana uutena toimenpiteenä.

Liikenneympäristön taustariskit eivät vaikuta aktiivisesti onnettomuustapahtuman syntyyn, joten on hankala määrittää, mitkä ominaisuudet liikenneympäristössä ylipäätään ovat taustariskejä. On vaikeaa yksiselitteisesti määrittää, milloin

esimerkiksi pimeällä tapahtuneissa onnettomuuksissa pimeyden määritetään olevan taustariski ja milloin se ei ole. Lisäksi jos onnettomuus tapahtuu valaisemattomalla tiellä, onko tällöin taustariskinä pimeys vai myös tievalaistuksen puute? Tien kunnossapitoon liittyen on hankala määrittää, onko taustariskinä kunnossapidon toimenpiteiden riittämättömyys vai riittämättömät laatuvaatimukset. Onko kapealla pientareella tapahtuneessa polkupyöräonnettomuudessa taustariskinä kapea piennar vai pyörätien puuttuminen? Lisäksi riippuu tutkijalautakunnan näkemyksestä, määritetäänkö tietty taustariski liikenneympäristöön liittyväksi vai sen sijaan tienkäyttäjän tai ajoneuvon näkökulmasta.

Pääteillä liikenneympäristön taustariskien vaikutusta onnettomuustapahtumissa ei voida kokonaisuudessaan poistaa, mutta liikenneympäristöön kohdistuvilla monilla pienillä keinoilla voidaan kuitenkin vähitellen parantaa liikenneturvallisuutta. Siten voidaan jatkuvasti vähentää henkilövahinkojen ja liikennekuolemien määrää liikenneturvallisuustyölle asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Päätieverkon ja myös muiden maantieosuuksien tienpidossa olisi mahdollista hyödyntää vielä nykyistä enemmän liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tekemää työtä. Samat liikenneympäristön riskitekijät saattavat toistua monessa eri paikassa tieverkolla. Siksi tienpidossa voisi olla syytä kehittää toimintamallia, jossa kaikista tutkijalautakuntien havaitsemista liikenneympäristön riskitekijöistä kerättäisiin aineistoa ja tätä tietoa hyödyntämällä liikenneympäristön riskitekijöitä kartoitettaisiin järjestelmällisesti koko maantieverkolta. Tällöin potentiaaliset liikenneympäristön riskitekijät voitaisiin havaita ja poistaa jo ennen onnettomuuksien tapahtumista.

Yleisesti voidaan pohtia vaikutuksia, mikäli liikennepolitiikkaa tehtäisiin vielä nykyistä enemmän liikenneturvallisuus edellä. Kuinka paljon liikennekuolemia voitaisiin ehkäistä, mikäli vilkasliikenteisellä päätieverkolla pääpainona olisi erityisesti liikenneympäristön turvallisuuden parantaminen? Esimerkiksi yksiajorataisilla pääteillä, joissa keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä on yli 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, tapahtui vuosina 2013–2017 pelkästään kohtaamisonnettomuuksissa noin sata liikennekuolemaa. Tutkijalautakuntien arvioimien välittömien riskien perusteella vajaa puoleen pääteillä tapahtuneista kohtaamisonnettomuuksista arvioitiin liittyneen itsetuhoisuutta. Näihin tapauksiin ei ehkä voida vaikuttaa pelkästään tienpidon keinoin. Mikäli itsetuhoisuutta sisältäneet tapaukset jätetään huomioimatta, edelleen jää jäljelle karkeasti arvioiden noin kymmenen liikennekuolemaa vuodessa, jotka tapahtuvat yksiajorataisten pääteiden kohtaamisonnettomuuksissa. Vilkasliikenteiselle päätieverkolle tehtävistä parannustoimenpiteistä erityisesti keskikaiteiden rakentamisella voitaisiin teoreettisesti estää vuosittain useissa tapauksissa vastakkaisella ajokaistalle ajautuminen ja siten ehkäistä useita kohtaamisonnettomuuksien liikennekuolemia.

Toisaalta pääteiden liikenneympäristöön liittyvät parannustoimenpiteet saattavat joissain tapauksissa olla ristiriidassa liikenneturvallisuuden kehittämisen kanssa. Siksi pääteiden liikenneympäristöä kehittäessä koko liikennejärjestelmän kokonaisuus tulisi ottaa huomioon. Esimerkiksi uusien moottoriteiden rakentaminen saattaa lisätä kokonaisuudessa liikennemääriä, mikä lisää henkilövahinko-onnettomuuksien ja liikennekuolemien määrää. Uusien tieyhteyksien rakentaminen voi myös siirtää joidenkin tienkäyttäjien tai esimerkiksi eläinten liikkumisen siirtymisen vaarallisempiin paikkoihin. Liikkumisen painottuminen tieliikenteeseen ja yksityisautoiluun vaihtoehtoisten kulkumuotojen sijaan saattaa lisätä pääteillä liikkuvien riskialttiiden kuljettajien määrää. Liikenneympäristön kehittämisen myötä kuljettajien turvallisuudentunne saattaa nousta, mikä voi vaikuttaa kuljettajien riskinottoon. Pääteiden reunaympäristöjen kehittäminen mahdollisimman vähäesteisiksi ja monotonisiksi saattaa tehdä ajamisesta harvaliikenteisellä tiellä vähemmän virikkeellistä ja se voi vaikuttaa kuljettajien vireystilaan.

Liikenneturvallisuutta voidaan tiettyyn rajaan asti kehittää tienpidon toimenpiteillä. Liikenneympäristöön tehtävistä parannustoimenpiteistä huolimatta pääteillä liikkuu edelleen suuri määrä riskikuljettajia, kuten itsetuhoisia, päihtyneitä, sääntöjä noudattamattomia, sairaita ja väsyneitä tai muuten ympäristön havainnoinnin tai ajamisen ennakoinnin huomioimattomia. Siksi pääteiden liikenneturvallisuuden parantamisessa tienpidon toimenpiteet eivät välttämättä ole tehokkaimpia eri toimenpiteitä vertailtaessa. Esimerkiksi keskikaiteiden rakentaminen pääteille saattaa siirtää itsetuhoisuudesta aiheutuneita kohtaamisonnettomuuksia muille teille, joissa keskikaiteita ei ole. Liikenteen ohjaukseen liittyvät toimenpiteet, kuten alemmat nopeusrajoitukset eivät vaikuta kuljettajiin, jotka niitä eivät noudata. Talvikunnossapitotoimenpiteillä ei ole mahdollista parantaa keliolosuhteita siten, että piittaamattomat kuljettajat voivat kulkea turvallisesti huonokuntoisilla renkailla. Tienpidon lisäksi on tulisi panostaa yhä enemmän tutkijalautakuntien esittämiin turvallisuusehdotuksiin, jotka kohdentuvat tienkäyttäjiin, ajoneuvoihin ja koko liikennejärjestelmään. Liikenteen määrä on merkittävin henkilövahinko-onnettomuuksia lisäävä tekijä, joten altistusta vähentämällä ja myös ohjaamalla liikkumista yhä enemmän henkilövahinko-onnettomuusriskin kannalta yksityisautoilua turvallisempaan joukkoliikenteeseen voidaan parantaa pääteiden liikenneturvallisuutta. Ajoneuvojen kehittyvä tekniikka, kuten kaistavahdit voivat tulevaisuudessa olla yhä merkittävämpi keino ajoneuvojen suistumisen ja vastakkaiselle kaistalle ajautumisen estämisessä. Jatkossa olisi hyvä tutkia yhä laajemmasta näkökulmasta keinoja pääteiden liikennekuolemien vähentämiseen.

Tulevaisuudessa erityisesti ajoneuvojen tekniikka kehittyy. Pääteiden liikenneympäristön suunnittelussa tulee huomioida, että ajoneuvojen sensorit lukevat ympäristöä yhä enemmän ja ajoneuvojen tulevat nojautumaan enemmän liikenneympäristöön. Tästä voi muodostua kokonaan uusi näkökulma liikenneympäristön turvallisuuden kehittämiseen perinteisten tienpidot liikenneturvallisuustoimenpiteiden rinnalle. Tulevissa pääteiden liikenneympäristöön liittyvissä tutkimuksissa olisi tarpeellista huomioida liikenneympäristöön liittyvät riskit ajoneuvojen kehittyvään tekniikkaan liittyen. Tulevaisuudessa päätieverkko koostuu pitkälti samasta liikenneympäristöstä kuin nykyinen päätieverkko, joten tulevaisuudessa käytössä olevaan tekniikkaan liittyviä mahdollisuuksia ja riskejä olisi hyvä selvittää jo hyvissä ajoin, jotta tulevaisuuden ajoneuvojen tekniikka ja liikenneympäristö saadaan yhteensovitettua.

Jatkotutkimusten kannalta liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta-aineistoissa on paljon vielä hyödynnettävää. Liikenneympäristön riskeihin liittyvissä tutkimuksissa olisi jatkossa suositeltavaa ottaa huomioon myös kaikki muut taustariskit ajoneuvossa ja tienkäyttäjissä, eikä keskittyä ainoastaan liikenneympäristöön liittyviin asioihin. Voisi olla hyödyllistä tutkia inhimillisten riskitekijöiden yhdistelmien yhteyttä liikenneympäristön taustariskeihin. Itsemurhat ovat merkittävä ongelma tieliikenteessä, joten esimerkiksi niitä olisi syytä tutkia lisää. Jatkossa tutkimuksissa voisi myös rajautua tarkemmin johonkin tiettyyn onnettomuustyyppiin tai rajatumpaan liikenneympäristöön pääteillä, kuten liittymiin, ohituskaistoihin, pientareisiin tai jalankulku- ja pyöräteihin. Pääteiden lisäksi liikenneympäristön riskejä voisi olla hyödyllistä tarkastella esimerkiksi alempiluokkaisilla maanteillä tai kaduilla.

Lähdeluettelo

Ahlroth, J., Pöllänen, M., (2011), Liikenneturvallisuus, opetusmoniste, saatavissa (viitattu 28.11.2018): http://www.tut.fi/verne/aineisto/liikenneturvallisuus.pdf

Airaksinen N., Kokkonen, M., (2014), Tieliikenteessä vakavasti loukkaantuneiden määrän arviointi VAAKKU, Trafin tutkimuksia 10/2014, saatavissa (viitattu 26.11.2018): https://www.trafi.fi/filebank/a/1416923679/b8f9e9b07b0dca1231c3958a3c995e52/16298-Trafin_tutkimuksia_10-2014_-_Vakavasti_loukkaantuneet.pdf

De Pauw, E., Daniels, S., Franckx, L., Mayeres, I., (2018), Safety effects of dynamic speed limits on motorways, Accident Analysis and Prevention vol. 114, pp. 83–89

Elvik, R., (2004), To what extent can theory account for the findings of road safety evaluation studies?, Institute of Transport Economics, PO Box 6110 Etterstad, N-0602 Oslo, Norway, Accident Analysis and Prevention 36 (2004) 841–849

Elvik, R., Christensen, P., Amundsen, A., (2004), Speed and road accidents, An evaluation of the Power Model, TOI report 740/2004, Institute of Transport Economics, saatavissa (viitattu 16.8.2019): https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=1007

Elvik, R., Høye, A., Sørensen, M., Vaa, T, (2009), The Handbook of Road Safety Measures: Second Edition, Bingley: Emerald Group Publishing Limited, 1124 p.

Elvik, R., (2009), The Power Model of the relationship between speed and road safety, Update and new analyses, TØI report 1034/2009, Transportøkonomisk Institutt, Oslo, saatavissa (viitattu 27.8.2019): https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=13206

Elvik, R., (2013), A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims, Accident Analysis and Prevention Vol. 50 (2013), pp. 854–860

Elvik, R., (2014), Towards a general theory of the relationship between exposure and risk, TØI report 1316/2014, saatavissa (viitattu 28.11.2018): https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=36724

Elvik, R., Goel, R., (2019), Safety-in-numbers: An updated meta-analysis of estimates, Accident Analysis and Prevention Vol. 129, pp. 136–147

Esri Finland ja Maanmittauslaitos, (2017), Harmaasävyinen taustakartta (koordinaatisto: TM35FIN)

Euroopan komissio, (2010), Kohti eurooppalaista tieliikenneturvallisuusaluetta: tieliikenneturvallisuuden poliittiset suuntaviivat 2011–2020, saatavissa (viitattu 19.2.2019): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex:52010DC0389

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi, (2008/96/EY), direktiivi tieinfrastruktuurin turvallisuuden hallinnasta, annettu 19.11.2008, saatavissa (viitattu 14.12.2018): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0096

Euroopan parlamentin ja neuvoston ehdotus direktiivin 2008/96/EY muuttamisesta, (COM/2018/274), Ehdotus tieinfrastruktuurin turvallisuuden hallinnasta annetun direktiivin 2008/96/EY muuttamisesta, saatavissa (viitattu 14.12.2018): https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:52018PC0274

Fridstrøm, L., Ifver, J., Ingerbrigtsen, S., Kulmala, R., Thomse, L-K., (1995), Measuring the contribution of randomness, exposure, weather, and daylight to the variation in road accident counts, Accident Analysis and Prevention Vol. 27, Nr. 1, pp. 1–20

Häkkänen, A., (2016), Maantieverkon perusverkon eritasoliittymien turvallisuus, Opinnäytetyö 16/2016 saatavissa (viitattu 31.5.2019): https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/opin_2016-16_maanteiden_perusverkon_web.pdf

Jacobsen, P.L., (2015), Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling, Injury Prevention Vol. 21, pp. 271–275.

Jamroz, K., (2008), Review of Road Safety Theories And Models, Journal of Konbin 1(4) 2008, saatavissa (viitattu 31.5.2019): https://content.sciendo.com/downloadpdf/journals/jok/4/1/article-p89.xml

Katila, A., Hernetkoski, K., Laapotti, S., Keskinen, E., (2007), Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntamenetelmän toimivuus ja luotettavuus. Riskitekijät ja turvallisuuden parannusehdotukset liikennevahinkojen tutkijalautakuntien tutkimissa, kuolemaan johtaneissa moottoriajoneuvojen onnettomuuksissa vuosina 1999–2005, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 62/2007, saatavissa (viitattu 23.11.2018): https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78842/LVM62_2007.pdf?sequence=1

Kallberg, V-P., (2011), Eri liikennemuotojen onnettomuuksien tilastointi, Esitutkimus, Trafin julkaisuja 1/2011, saatavissa (viitattu 23.11.2018): https://www.trafi.fi/filebank/a/1322207626/197dad3cafd1fcbe9692828144c7949e/1646-Eri_liikennemuotojen_onnettomuuksien_tilastointi_12011.pdf

Kallberg, V-P., Luoma, J., Mäkelä, K., Peltola, H., Rajamäki, R., (2014), Ajonopeuden liikenneturvallisuus- ja ympäristövaikutukset, VTT Technology 197, saatavissa (viitattu 16.8.2019): https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T197.pdf

Karhu, L., (2019), Porrastettujen liittymien turvallisuus maanteillä, Opinnäytetyö 3/2019, Väylävirasto, Helsinki 2019, saatavissa (viitattu 20.8.2019): https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/169026/opin_2019-03_978-952-317-696-6.pdf

Kautiala, C., Kemppinen, M., Rusanen, M., (2006), Kohtaamisonnettomuuksien vähentämismahdollisuudet tienpidon keinoin, Tiehallinnon selvityksiä 40/2006, saatavissa (viitattu 15.8.2019): http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/139330/4535tie.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kautiala, C., Seimelä, K., (2012), Tieliikenteen onnettomuusrekistereiden peittävyystutkimus, LINTU-julkaisuja 7/2012, saatavissa (viitattu 23.11.2018): http://www.lintu.info/PEITTO.pdf

Kelkka, M., Räty, E., Olkkonen, S., Juurinen, M-T., Kari, T., Laakso, K., (2006), Liikennejärjestelmän kolariväkivalta, Riskit ja niiden vähentäminen autoliikenteessä yksiajorataisilla pääteillä, LINTU-tutkimusohjelma, LINTU-julkaisuja 3/2009, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lintu.info/VIOLA.pdf

Kelkka, M., Airaksinen, N., Sainio, P., Virtanen, A., Tikkanen, M., Suhonen, K., (2009a), Liikennejärjestelmän kolariväkivalta, Riskit ja niiden vähentäminen moottoritiellä, LINTU-tutkimusohjelma, LINTU-julkaisuja 3/2009, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lintu.info/VIOLA_MO.pdf

Kelkka, M., Airaksinen, N., Sainio, P., Virtanen, A., Lüthje, P., Tikkanen, M., Suhonen, K., (2009b), Liikennejärjestelmän kolariväkivalta, Riskit ja niiden vähentäminen seutu- ja yhdysteillä, LINTU-tutkimusohjelma, LINTU-julkaisuja 4/2009, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lintu.info/VIOLA_STYT.pdf

Kelkka, M., Laapotti, S., Airaksinen, N., Sainio, P., Toiskallio, K., Karppinen, S., Soukiala, J., Järvenpää, K., (2010), Jalankulun ja pyöräilyn kuolonkolarien vähentäminen liikennejärjestelyjä kehittämällä, LINTU-julkaisuja 2/2010, saatavissa (viitattu 27.3.2019): http://www.lintu.info/KOLKUTA2.pdf

Kelkka, M., Toivonen, S., (2011), Liikennejärjestelmän kolariväkivalta, yhteenvetoraportti, LINTU-tutkimusohjelma, LINTU-julkaisuja 3A/2011, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lintu.info/LYHDE.pdf

Kielitoimiston sanakirja, (2019), Kielitoimiston sanakirja, verkkosivu, saatavissa (viitattu 31.5.2019): https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/

Kiiskilä, K., Mäki, V., Saastamoinen, K., (2019), Ajonopeudet maanteillä 2018, Väyläviraston julkaisuja 29/2019, saatavissa (viitattu 15.8.2019): http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/168896/VJ%2029-2019_978-952-317-700-0.pdf

Kulmala, R., (1995), Safety at rural three-and four-arm junctions, Espoo: VTT Off-setpaino, s. 104. ISBN 951-38-4771-3. ISSN 1235-0621.

Lahtinen, T., Tiikkaja, H., Pöllänen, M., (2017), Turvavyön ja turvatyynyn vaikutukset henkilöauto-onnettomuuksissa, Onnettomuustietoinstituutti, Liikennevakuutuskeskus, saatavissa (viitattu 23.11.2018): http://www.lvk.fi//templates/vinha/services/download.aspx?fid=374209&hash=3dc4ecda77afc82abeb95bfb0072838cf98d8d22c4d7663fa2bf90f9039904ac

Laki tie- ja maastoliikenneonnettomuuksien tutkinnasta, (2016/1512), Annettu 29.12.2016, saatavissa (viitattu 22.11.2018): https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161512

Liikenne- ja viestintäministeriö, (2012), Tavoitteet todeksi – Tieliikenteen turvallisuussuunnitelma vuoteen 2014, Ohjelmia ja strategioita 1/2012, saatavissa (viitattu 20.2.2019): http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78066/Tavoitteet_todeksi._Tieliikenteen_turvallisuussuunnitelma_vuoteen_2014?sequence=2&isAllowed=y

Liikenne- ja viestintäministeriö, (2014), Yhteinen tie tulevaisuuteen, Liikenneturvallisuuden tulevaisuuskatsaus, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 25/2014, saatavissa (viitattu 12.11.2018): http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/77861/Julkaisuja_25-2014.pdf

Liikenne- ja viestintäministeriö, (2016), Tiedosta liikenneturvallisuutta, Valtioneuvoston periaatepäätös tieliikenneturvallisuuden parantamiseksi 15.12.2016, saatavissa (viitattu 21.11.2018): http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79137/Tiedosta_liikenneturvallisuut-ta_valtioneuvoston%20periaatepaatos_tieliikenneturvallisuuden_parantamiseksi_15.12.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Liikenne- ja viestintäministeriö, (2017), Vallettan julistus tieliikenneturvallisuuden parantamisesta, perusmuistio 17.03.2017, saatavissa (viitattu 25.10.2018): https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Liiteasiakirja/Documents/EDK-2017-AK-114475.pdf

Liikenneturva, (2018), Tietoaineistot, saatavissa (viitattu 26.11.2018): https://www.liikenneturva.fi/fi/kampanja/kuntien-liikenneturvallisuustyo/tietoaineistot

Liikenneturva, (2019), Hirvet ja muut eläimet, verkkosivu, saatavissa (viitattu 23.8.2019: https://www.liikenneturva.fi/fi/liikenteessa/hirvet-ja-muut-elaimet

Liikennevirasto, (2013), Tien poikkileikkauksen suunnittelu, Liikenneviraston ohjeita 29/2013, saatavissa (viitattu 24.1.2019): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo_2013-29_tien_poikkileikkauksen_web.pdf

Liikennevirasto, (2014a), Liikenneonnettomuudet maanteillä 2013, Liikenneviraston ti-lastoja 7/2014, saatavissa (viitattu 11.12.2018): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2014-07_liikenneonnettomuudet_maanteilla_web.pdf

Liikennevirasto, (2014b), Tieliikenteen onnettomuustiedot Liikenneviraston rekisterissä, 18.11.2014, saatavissa (viitattu 20.12.2018): http://www.suunnitelma.info/liikenneturvallisuus/LiVI_esitys_18112014.pdf

Liikennevirasto, (2015), Tiemerkintöjen laatuvaatimukset, Liikenneviraston ohjeita 38/2015, saatavissa (viitattu 19.8.2019): http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/124423/lo_2015-38_978-952-317-202-9.pdf

Liikennevirasto, (2016), Onnettomuusrekisterin tietosisältö, 08.08.2016, saatavissa (viitattu 26.11.2018): https://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/244621/Onnettomuusrekisterin_tietosis%C3%A4lt%C3%B6_08082016.doc/dc6a4ddd-8171-4d43-a336-b4b622b52c01

Liikennevirasto, (2016b), Liikenneonnettomuudet maanteillä 2014, Liikenneviraston tilastoja 3/2016, saatavissa (viitattu 11.12.2018): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2016-03_liikenneonnettomuudet_maanteilla_2014_web.pdf

Liikennevirasto, (2016c), Liikenneonnettomuudet maanteillä 2015, Liikenneviraston tilastoja 9/2016, saatavissa (viitattu 11.12.2018): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2016-09_liikenneonnettomuudet_maanteilla_2015_web.pdf

Liikennevirasto, (2017a), Liikenneonnettomuudet maanteillä 2016, Liikenneviraston tilastoja 10/2017, saatavissa (viitattu 25.10.2018): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2017-10_liikenneonnettomuudet_maanteilla_2016_web.pdf

Liikennevirasto, (2017b), Keskeisen päätieverkon toimintalinjat, Liikenneviraston toimintalinjoja 1/2017, https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lto_2017-01_keskeisen_paatieverkon_web.pdf

Liikennevirasto, (2018a), Liikenneonnettomuudet maanteillä vuonna 2017, Liikenneviraston tilastoja 9/2018, saatavissa (viitattu 10.12.2018): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2018-09_liikenneonnettomuudet_maanteilla_2017_web.pdf

Liikennevirasto, (2018b), Tietilasto 2017, Liikenneviraston tilastoja 5/2018, saatavissa (viitattu 15.1.2019): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lti_2018-05_tietilasto_web.pdf

Liikennevirasto, (2018c), Talvihoidon toimintalinjat, Liikenneviraston toimintalinjoja 1/2018, saatavissa (viitattu 24.1.2019): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lto_2018-01_talvihoidon_toimintalinjat_web.pdf

Liikennevirasto, (2018d), Tierekisterin tietosisällön kuvaus, saatavissa (viitattu 6.2.2019): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/tierekisteri/tierekisteri_tietosisallon_kuvaus.pdf

Liikennevirasto, (2018e), Hirvionnettomuudet vuonna 2017, Liikenneviraston tilastoja 6/2018, saatavissa (viitattu 7.4.2019): https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lti_2018-06_hirvionnettomuudet_2017_web.pdf

LINTU, (2012), LINTU-tutkimusohjelman julkaisut, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lintu.info/julkaisut.htm

LINTU, (2013), LINTU-tutkimusohjelman sisältö, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lintu.info/ohjelma.htm

LVK, (2002), Liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmä 2003, Liikennevakuutuskeskus, Liikenneonnettomuuksien tutkinnan neuvottelukunta, 11.12.2002, ISBN 978-952-5834-26-0, Helsinki

LVK, (2013), VALT-vuosiraportti 2012, Liikennevakuutuskeskus, Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoimikunta VALT, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lvk.fi//templates/vinha/services/download.aspx?fid=314110&hash=cd8eb96eb7d155469c7867f4780a985f2e84209eec9055b0af7770b7339f8467

LVK, (2014), VALT-vuosiraportti 2013, Liikennevakuutuskeskus, Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoimikunta VALT, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lvk.fi//templates/vinha/services/download.aspx?fid=325686&hash=3141bc6855d5526551e708309d020dc906e68c0fea9b63ba92e83b97f660f6ad

LVK, (2015), VALT-vuosiraportti 2014, Liikennevakuutuskeskus, Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoimikunta VALT, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lvk.fi//templates/vinha/services/download.aspx?fid=335719&hash=0631613adb2dd9eed450b525243d2e744d97115bdd30b04f41ae369bb77b0c40

Maanmittauslaitos, (2019), Maanmittauslaitoksen taustakarttarasteri 1:2 milj., saatavissa (viitattu 8.5.2019): https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi/tp/kartta

Malin, F., Luoma, J., Peltola, H., (2016), Tien kunnon vaikutukset liikenneturvallisuuteen, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 53/2016, https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lts_2016-53_tien_kunnon_web.pdf

Malin, F., Norros, I., Innamaa, S., (2017), Identification of accident risk and its application in traffic control. Accident risks of different weather and road conditions on Finnish main roads, Finnish Transport Agency, Helsinki 2017, saatavissa (viitattu 2.9.2019): https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/143844/lts_2017-41_978-952-317-440-5.pdf

Malmivuo, M., (1999), Liittymänäkemien vaikutus sivutieltä saapuvien ajokäyttäytymiseen, Tiehallinnon selvityksiä 41/1999, saatavissa (viitattu 22.5.2019): https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/138921/4116tie.pdf

Malmivuo, M., Kärki, O., Mäkinen, T., (2000), Teiden kunnossapidon yhteys liikenneturvallisuuteen, Tielaitoksen selvityksiä 57/2000, saatavissa (viitattu 22.5.2019): https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/138976/4177tie.pdf

Montonen, S., (2008), Kiertoliittymien turvallisuus, Tiehallinnon selvityksiä 8/2008, saa-tavissa (viitattu 31.5.2019): https://julkaisut.vayla.fi/pdf2/3201089-v_kiertoliittymien_turvallisuus.pdf

Mäkelä, O., Kautiala, C., Hartikainen, E., Hätinen, H., Levänen, A., Pääkkönen, V., Sipilä, J., Seppänen, H., Sormunen, K., Johansson, T., (2007), Kustannustehokkaat keskikaiteelliset tiejärjestelyt, LINTU-tutkimusohjelma, LINTU-julkaisuja 5/2007, saatavissa (viitattu 1.11.2018): http://www.lintu.info/KOTO.pdf

Niemi, M., Väre, S., Martin, A., Grenfors, E., Krisp, J., Tuominen, M., Nummi, P., (2007), Eläinten liikkuminen tiealueella - MOSSE-ohjelman osatutkimukset 2003-2006, Tiehallinnon selvityksiä 54/2007, saatavissa (viitattu 22.5.2019): https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/139392/4596tie.pdf

Niemi, M., Rolandsen, C. M., Neumann, W., Kukko, T., Tiilikainen, R., Pusenius, J., Solberg, E. J., Ericsson, G., (2017) Temporal patterns of moose-vehicle collisions with and without personal injuries, Accident Analysis and Prevention 98, pp. 167–173

Nilsson, G., (2004), Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety, Lund Institute of Technology and Society, saatavissa (viitattu 11.12.2018): http://lup.lub.lu.se/search/ws/files/4394446/1693353.pdf

Nokkala, M., Peltola, H., (2004), Tienpidon uus- ja laajennusinvestointien kustannustehokkuus liikenneturvallisuuden näkökulmasta, LINTU-tutkimusohjalma, LINTU-julkaisuja 4/2004, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lintu.info/LIIKUTUS.pdf

OTI, (2017a), Liikenneonnettomuuksien tutkinta, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.oti.fi/fi/onnettomuustietoinstituutti/liikenneonnettomuuksien-tutkinta/

OTI, (2017b), OTI-vuosiraportti 2015, saatavissa (viitattu 22.11.2018): http://www.lvk.fi//templates/vinha/services/download.aspx?fid=367394&hash=3c15c8fa462fb438ebe3e2377afa7ef1ab226ce4ce8c458d593392a84992bb1f

OTI, (2017c), OTI-tietopalvelu, Aineistojen luovutus tutkimuskäyttöön, saatavissa (viitat-tu 23.11.2018): http://www.oti.fi/fi/onnettomuustietoinstituutti/tietopalvelu/#page-1845

OTI, (2018a), Onnettomuustietoinstituutti, saatavissa (viitattu 22.11.2018): http://www.oti.fi/

OTI, (2018b), OTIn onnettomuusraportit, saatavissa (viitattu 22.11.2018): http://www.lvk.fi/fi/tilastot-ja-raportit/onnettomuuksien-tutkinnan-raportit/

OTI, (2018c), OTI-vuosiraportti 2016, saatavissa (viitattu 22.11.2018): http://www.lvk.fi//templates/vinha/services/download.aspx?fid=377183&hash=972fad1005efa2040f52f79a70efe45573b5af7270cfcae25d447fae7425852c

OTI, (2018d), Vakuutusyhtiöiden liikennevahinkotilasto 2016, saatavissa (viitattu 26.11.2018): http://www.lvk.fi//templates/vinha/services/download.aspx?fid=377185&hash=3ecad455aeea12a25425ba14322c9c4762ad0b03851265560ac879091f56a07a

OTI, (2018e), Liikenneonnettomuuksien tutkintamenetelmä 2003 - muuttujaluettelo, Onnettomuustietoinstituutti (OTI), Helsinki

OTI, (2019a), Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimien tie- ja maastoliikenneonnettomuuksien onnettomuustietorekisteri, Onnettomuustietoinstituutti (OTI), Helsinki

OTI, (2019b), OTI-vuosiraportti 2017, saatavissa (viitattu 15.3.2019): http://www.lvk.fi//templates/vinha/services/download.aspx?fid=398925&hash=00c55880ad53ebd19503699951d52be146ee503a76d910c37232d802242501e0

Peltola, H., Katajisto, P., Kulmala, R., Leden, L., Malmivuo, M., Martamo, R., Seppelin, C., (1999), Kevyen liikenteen turvallisuus maaseudun kaksikaistaisilla pääteillä, Tielaitoksen selvityksiä 43/1999, saatavissa (viitattu 22.5.2019): https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/138923/4118tie.pdf

Peltola, H., Rajamäki, R., Rämä, P., Luoma, J., Beilinson, L., (2005), Tieliikenteen tur-vallisuustoimenpiteiden arviointi ja kokemukset turvallisuussuunnitelman laatimisesta, LINTU-tutkimusohjelma, LINTU-julkaisuja 1/2005, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lintu.info/TEPA.pdf

Peltola, H., Toivonen, S., Nuutinen, P., Sammallahti, J., (2004), Pääteiden kehittämistoimien kustannustehokkuus turvallisuuden näkökulmasta, Yhteysvälikohtaisen kehittämisselvitysaineiston analyysi, Tiehallinto, Sisäisiä julkaisuja 7/2004, saatavissa (viitattu 25.10.2018): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf/4000408paateiden_kehittamistoimien_kusttteh.pdf

Peltola, H. ja Rajamäki, R., (2004), Liikenneturvallisuus yleisillä teillä vuosina 1997 – 2001, Tieryhmittäisiä tarkasteluja, Tiehallinto, Tiehallinnon selvityksiä 7/2004, saatavissa (viitattu 25.10.2018): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf/3200857-vliikenneturvallisuus_yleisilla_teilla_1997-2001.pdf

Peltola, H. ja Rajamäki, R., (2005), Päällystetyn tieverkon ominaisuuksien, nopeusrajoitusten ja tienvarsiasutuksen yhteydet liikenneturvallisuuteen, Vuosien 1996 - 2003 onnettomuusaineiston tarkastelu, Tiehallinto, Sisäisiä julkaisuja 49/2005 saatavissa (viitattu 25.10.2018): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf/4000486-v-nosse2.pdf

Peltola H., ja Rajamäki, R., (2009), Automaattisen nopeusvalvonnan vaikutusarvio – Vuosina 1998–2007 käyttöön otetut valvontajaksot, Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 57/2009, saatavissa (viitattu 20.8.2019): https://julkaisut.vayla.fi/pdf2/4000732-v-autom_nopeusvalvonta.pdf

Peltola, H., Rajamäki, R., Rämä, P., Luoma, J., Beilinson, L., (2005), Tieliikenteen tur-vallisuustoimenpiteiden arviointi ja kokemukset turvallisuussuunnitelman laatimisesta, LINTU-julkaisuja 1/2005, saatavissa (viitattu 11.12.2018): http://www.lintu.info/TEPA.pdf

Peltola, H., (2015), Talviajan nopeusrajoitusten liikenneturvallisuusvaikutukset, Vuosien 2010–2014 onnettomuuksien tarkastelu, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 61/2015, saatavissa (viitattu 22.5.2019): https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121607/lts_2015-61_978-952-317-169-5.pdf

Peltola, H. ja Malin F., (2016), Maanteiden tasoliittymien turvallisuus – Onnettomuudet vuosina 2011–2015, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2016, Liikennevirasto, Helsinki 2016, saatavissa (viitattu 20.8.2019): https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/130572/lts_2016-57_978-952-317-346-0.pdf

Portin, P., (2017), Syyn ja seurauksen käsitteet biologiassa, Tieteessä Tapahtuu 4/2012, saatavissa (viitattu 31.5.2019): https://journal.fi/tt/article/download/6500/5346

Ragnøy, A., (2005), Speed limit changes. Effects on speed and accidents, Institute of Transport Economics, TØI report 784/2005, saatavissa (viitattu 16.8.2019): https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=883

Rajamäki, R., (2010), Täristävien tiemerkintöjen turvallisuusvaikutus, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 41/2010, saatavissa (viitattu 19.8.2019): http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/121759/lts_2010-41_978-952-255-585-4.pdf

Rajamäki, R., (2012), Liikennevahinkojen tutkijalautakuntien kuolonkolariraporttien kehittäminen, Tienpitäjien kehittämistoiveet, VTT, https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2012/T66.pdf

Rajamäki, R., Luoma, J., Kallberg, V-P., (2014), Perusohjeita ja -tietoja liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien keräämän onnettomuusaineiston käytöstä tutkimuksissa, Esimerkkinä raskaan liikenteen onnettomuudet, Liikennevakuutuskeskus, Vakuutusyhtiöiden liikenneturvallisuustoimikunta VALT, saatavissa (viitattu 26.11.2018): http://www.lvk.fi/templates/vinha/services/download.aspx?fid=320818&hash=7648cacfbca558f1b1c03805cd6210dbde9ea2bece43855b4356fd7008c91bcc

Reiman, T., (2015), Turvallisuusasiantuntijoidenroolit, toimintatavat ja tarvittavat kyvyt ja taidot, VTT, saatavissa (viitattu 15.3.2019): https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T198.pdf

Remi, P., (2018), Kiinteän automaattivalvonnan vaikutukset ja kohdentaminen – Vuosina 2007–2014 käyttöön otettujen jaksojen arviointi ja uusien valvontakohteiden sijoittaminen, Trafin tutkimuksia ja selvityksiä 6/2018, saatavissa (viitattu 20.8.2019): https://arkisto.trafi.fi/filebank/a/1520411503/979c0611b56808ab41895c94fb6e6c40/29697-Trafi_06_2018_Kiintean_automaattivalvonnan_vaikutukset_ja_kohdentaminen.pdf

Roine, M., Luoma, J., (2009), Liikenneturvallisuustoiminnan lähestymistavat, VTT tiedotteita – research notes 2477, Edita Prima Oy, Helsinki 2009, saatavissa (viitattu 28.11.2018): https://www.vtt.fi/files/projects/tl2025/liiklah.pdf

Rosen, E. ja Sander, U., (2009), Pedestrian fatality risk as a function of car impact speed, Accident Analysis and Prevention Vol. 41, pp. 536–542

Rämä, P., Schirokoff, A., Rajamäki, R., (2003), Muuttuvien nopeusrajoitusjärjestelmien turvallisuus, Tiehallinnon selvityksiä 54/2003, saatavissa (viitattu 19.8.2019): https://julkaisut.vayla.fi/pdf/3200841_vms-turva.pdf

Salenius, S., (2012), Liikenneturvallisuuden analysointi – maanteiden onnettomuudet vuosina 2001–2010, Diplomityö, saatavissa (viitattu 10.12.2018): https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/5186/master_salenius_salla_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Schirokoff, A. ja Rämä, P., (2005), Vaihtuvien nopeusrajoitusten laajamittainen käyttö Suomessa, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 89/2005, saatavissa (viitattu 19.8.2019): https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78707/Julkaisuja_89_2005.pdf

Tapaturmavakuutuskeskus, (2017), Työmatkatapaturmien tilastoanalyysi, Analyyseja nro 12, saatavissa (viitattu 25.3.2019): http://www.tvk.fi/templates/vinha/services/download.aspx?fid=370523&hash=63f548f333721de55ab40a997c5556e03a234e8fe094dd500ecc2551b66754e5

Tiehallinto, (2001), Tasoliittymät, Suunnitteluvaiheen ohjaus, saatavissa (viitattu 31.5.2019): https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/tasoliittymat_ohje.pdf

Tiehallinto, (2005), Hirvieläinonnettomuuksien torjuminen, Suunnitteluvaiheen ohjaus, saatavissa (viitattu 22.5.2019): https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/2100030-v-05hirvielainonnett_torj.pdf

Tiehallinto, (2007), Pääteiden kehittämisen tavoitteet ja toimintalinjat, Raportti 2007, Tie-hallinto, saatavissa (viitattu 20.8.2019): https://julkaisut.vayla.fi/pdf2/1000170-v-08-paateiden_kehitt.pdf

Tiehallinto, (2008), Talvihoidon toimintalinjat, Toiminta- ja suunnitelma-asiakirjat, saatavissa (viitattu 1.7.2019): https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/1000199-v-08talvihoidon_toimintalinjat.pdf

Tiehallinto, (2009), Nopeusrajoitukset, 16.12.2009, Suunnitteluvaiheen ohjaus, saatavissa (viitattu 24.1.2019): https://julkaisut.liikennevirasto.fi/thohje/pdf/2100063-v-09-nopeusrajotukset.pdf

Tieliikennelaki 1981/267, Annettu 3.4.1981, saatavissa (viitattu 23.11.2018): https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/1981/19810267

Tilastokeskus, (2017), Kuolemansyyt 2016, saatavissa (viitattu 25.10.2018): https://www.stat.fi/til/ksyyt/2016/ksyyt_2016_2017-12-29_fi.pdf

Tilastokeskus, (2018a), Tieliikenneonnettomuustilasto 2016, saatavissa (viitattu 25.10.2018): https://www.stat.fi/til/ton/2016/ton_2016_2018-01-16_fi.pdf

Tilastokeskus, (2018b), Tieliikenneonnettomuudet, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://tieliikenneonnettomuudet.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/Tieliikenneonnettomuudet/

Tilastokeskus, (2018c), Laatuseloste: Tieliikenneonnettomuustilasto, saatavissa (viitattu 23.11.2018): https://www.stat.fi/til/ton/2018/10/ton_2018_10_2018-11-15_laa_001_fi.html

Tilastokeskus, (2018d), Tieliikenneonnettomuustilasto, tilastojen kuvaukset, saatavissa (viitattu 23.11.2018): https://www.stat.fi/meta/til/ton.html

Tilastokeskus, (2018e), Tieliikenneonnettomuudet, Määritelmät ja peittävyys, saatavissa (viitattu 23.11.2018): http://tieliikenneonnettomuudet.stat.fi/maaritelmat_ja_peittavyys.pdf

Tilastokeskus, (2018f), Käsitteet ja määritelmät, Tieliikenneonnettomuustilasto, saatavissa (viitattu 26.11.2018): https://www.stat.fi/til/ton/kas.html

Tilastokeskus, (2018g), Moottoriajoneuvokanta 2017, Liikenne ja matkailu 2018, Helsinki 22.3.2018, saatavissa (viitattu 2.9.2019): https://www.stat.fi/til/mkan/2017/mkan_2017_2018-03-22_fi.pdf

Tilastokeskus, (2019), Tieliikenneonnettomuustilasto 2017, saatavissa (viitattu 8.2.2019): http://www.stat.fi/til/ton/2017/ton_2017_2019-01-23_fi.pdf

Trafi, (2016), Suomen tieliikenteen tila 2016 – Turvallisuus ja ympäristövaikutukset, saa-tavissa (viitattu 21.11.2018): https://www.trafi.fi/filebank/a/1505223387/fa5e1a685c83a6582702c203b5d3afde/27379-suomen-tieliikenteen-tila-2016.pdf

Trafi, (2017), Valtioneuvoston periaatepäätös liikenneturvallisuudesta ja sen seuranta, Liikenneturvallisuustyön hyvät käytännöt kaikkien käyttöön -seminaarin aineisto, Riikka Rajamäki, 14.11.2017 Tampere, saatavissa (viitattu 12.11.2018): https://www.trafi.fi/filebank/a/1511180788/e1f9db0061e7a469798b945b8cbe233b/28461-Rajama-ki_Valtioneuvoston_periaatepaatos_liikenneturvallisuudesta_ja_sen_seuranta.pdf

Trafi, (2018a), Valtioneuvoston tieliikenneturvallisuutta koskevan periaatepäätöksen seuranta, Väliraportti, 15.3.2018, saatavissa (viitattu 21.11.2018): https://www.trafi.fi/filebank/a/1526621987/ee02515fcded04385f9357c8b1d5a25c/30548-Valtioneuvos-ton_tieliikenneturvallisuutta_koskevan_periaatepaatoksen_seuranta__Valiraportti__Maaliskuu_2018_.pdf

Trafi, (2018b), Liikennefakta, Tieliikenteen turvallisuustilanne, saatavissa (viitattu 23.11.2018): https://www.liikennefakta.fi/turvallisuus/tieliikenne

Vadeby, A., Forsman, Å., (2018), Traffic safety effects of new speed limits in Sweden, Accident Analysis and Prevention Vol. 114 (2018), pp. 34–39

Valettan julistus tieliikenneturvallisuuden parantamisesta, (2017), Valletta Declaration on Road Safety, saatavissa (viitattu 25.10.2018): https://www.eu2017.mt/en/Documents/Valletta_Declaration_on_Improving_Road_Safety.pdf

Valtioneuvosto, (2006), Valtioneuvoston periaatepäätös tieliikenteen turvallisuuden parantamisesta 9.3.2006, saatavissa (viitattu 12.11.2018): http://www.lintu.info/periaatepaatos.pdf

Valtioneuvosto, (2016a), Valtioneuvoston periaatepäätös tieliikenneturvallisuuden parantamiseksi - tiedosta liikenneturvallisuutta, saatavissa (viitattu 25.10.2018): https://valtioneuvosto.fi/delegate/file/22585

Valtioneuvosto, (2016b), Valtioneuvoston periaatepäätös tieliikenneturvallisuuden parantamiseksi - tiedosta liikenneturvallisuutta, muistio 7.12.2016, saatavissa (viitattu 25.10.2018): https://valtioneuvosto.fi/delegate/file/22584

Valtonen, J., (2014), Vuonna 2010 tapahtuneet kuolemaan johtaneet tieliikenneonnettomuudet ja nollavisio, Liikenneturvan selvityksiä 2/2014, saatavissa (viitattu 27.11.2018): https://www.liikenneturva.fi/sites/default/files/materiaalit/Tutkittua/Tutkimukset/vuonna_2010_tapahtuneet_kuolemaan_johtaneet_tieliikenneonnettomuudet_ja_nollavisio_pdf.pdf

Vehmas, A., Ojala, T., Seimelä, K., (2009), Raskaan liikenteen onnettomuudet tutkijalautakunta-aineistossa, Riskit ja turvallisuusehdotukset, LINTU-tutkimusohjelma, LIN-TU-julkaisuja 2/2009, saatavissa (viitattu 25.10.2018): http://www.lintu.info/RASLON.pd

Väylävirasto, (2019a), Tierekisteri. onnettomuustiedot ladattu raportointijärjestelmä TIIRA:sta 21.1.2019

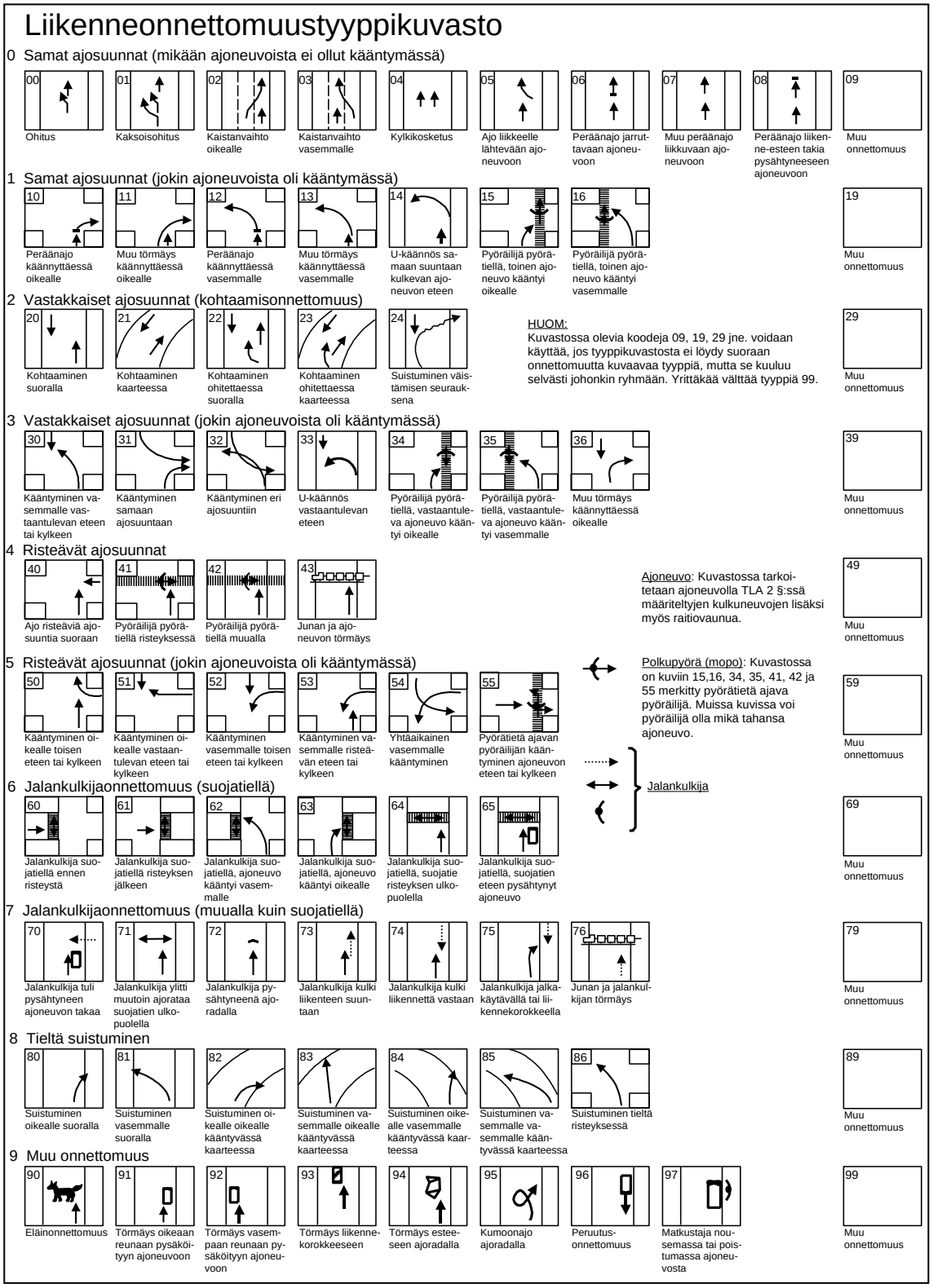
Väylävirasto, (2019b), Tieosoiteverkko 2019-03-27, saatavissa (viitattu 8.5.2019): https://aineistot.vayla.fi/reittiaineistot/Tieosoiteverkko-2019-03-27.zip

Wanvik, P. O., (2009), Effects of road lighting: An analysis based on Dutch accident statistics 1987–2006, Accident Analysis & Prevention, Vol. 41 (1), January 2009, pp. 123–128

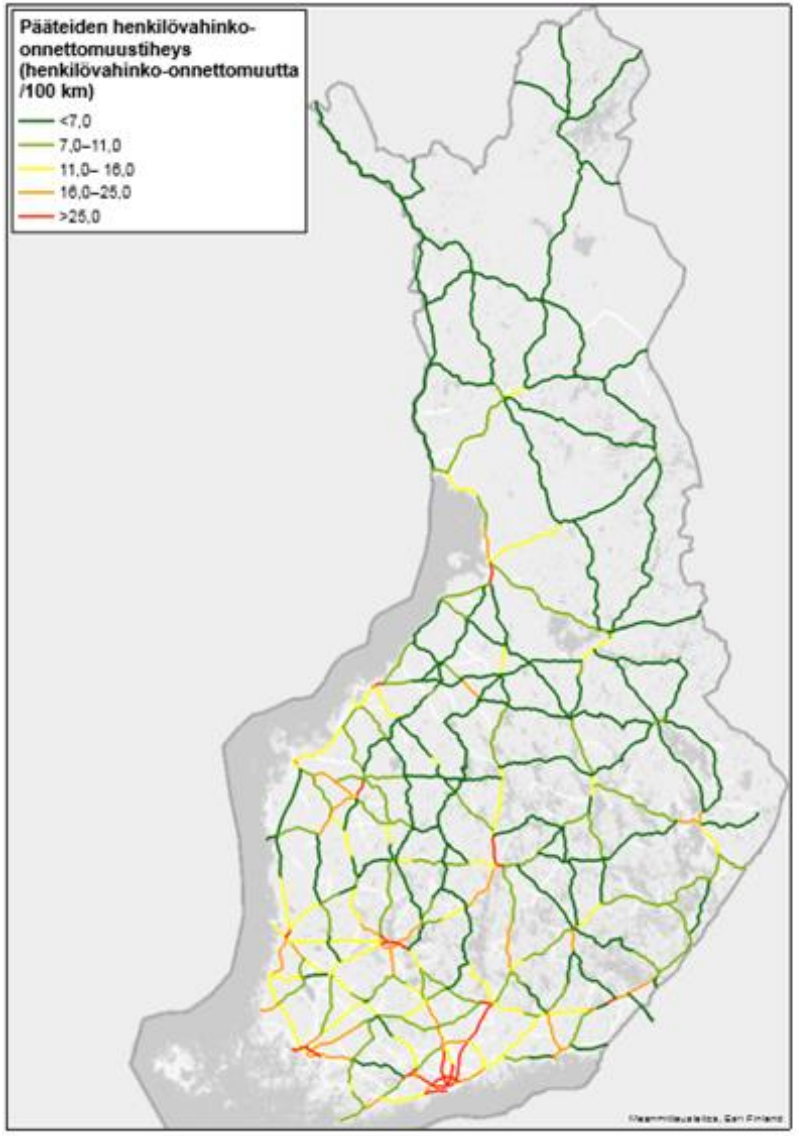
Wilde, G. J. S., (2014). Target Risk 3: Risk Homeostasis in Everyday Life, 256 p.

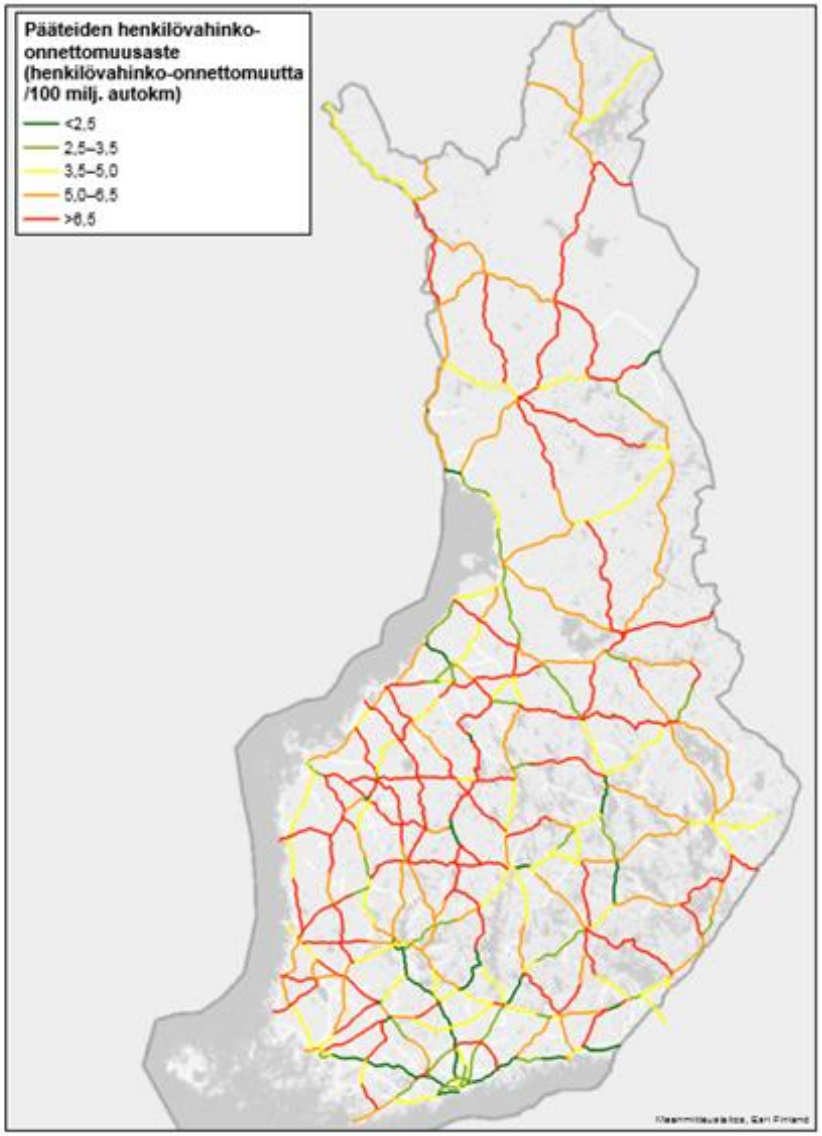
LIITE 1: Väyläviraston onnettomuustyyppikuvasto

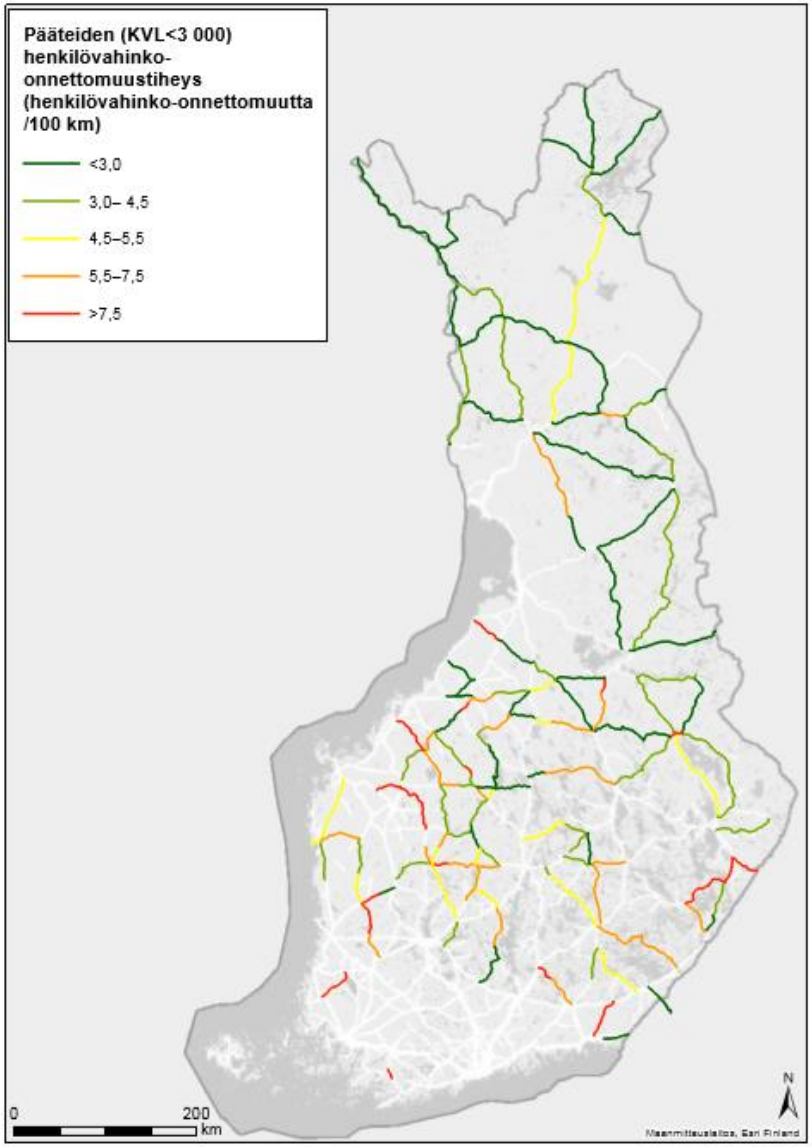
Tieliikenneonnettomuustyypit lähteestä (Liikennevirasto 2016a, s. 4).

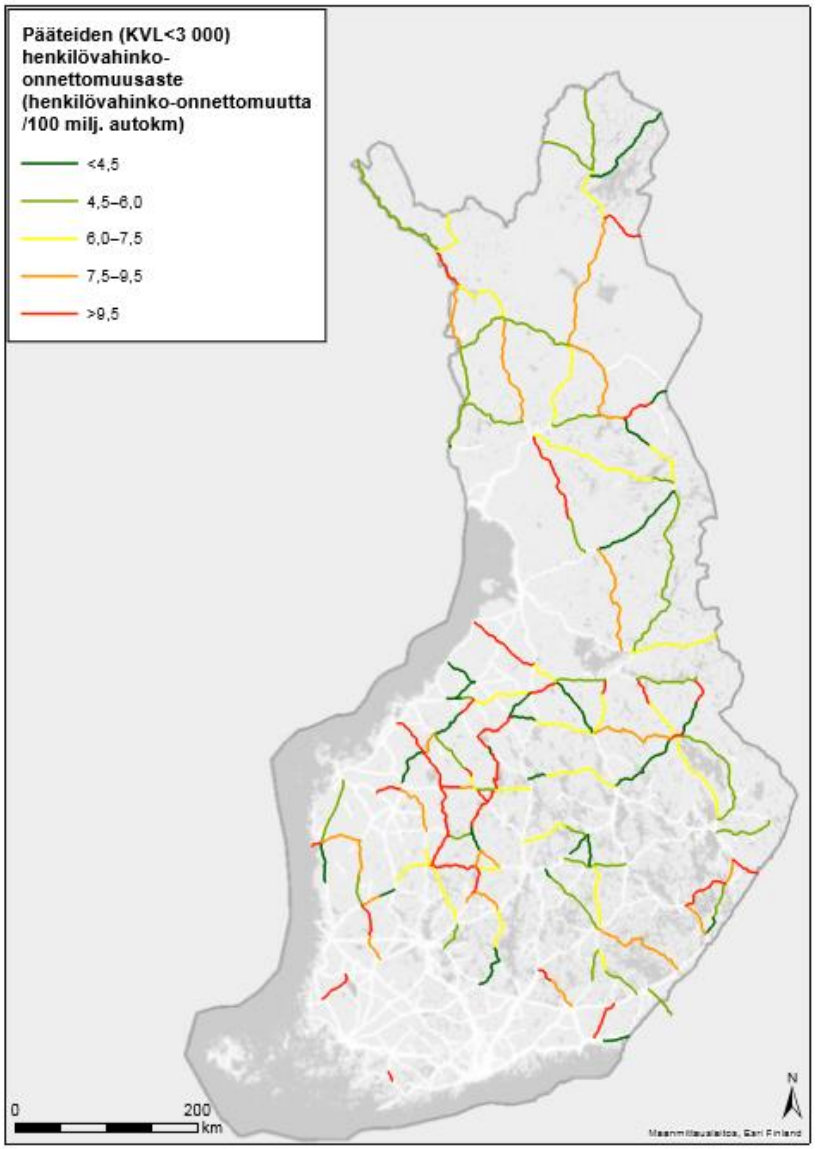


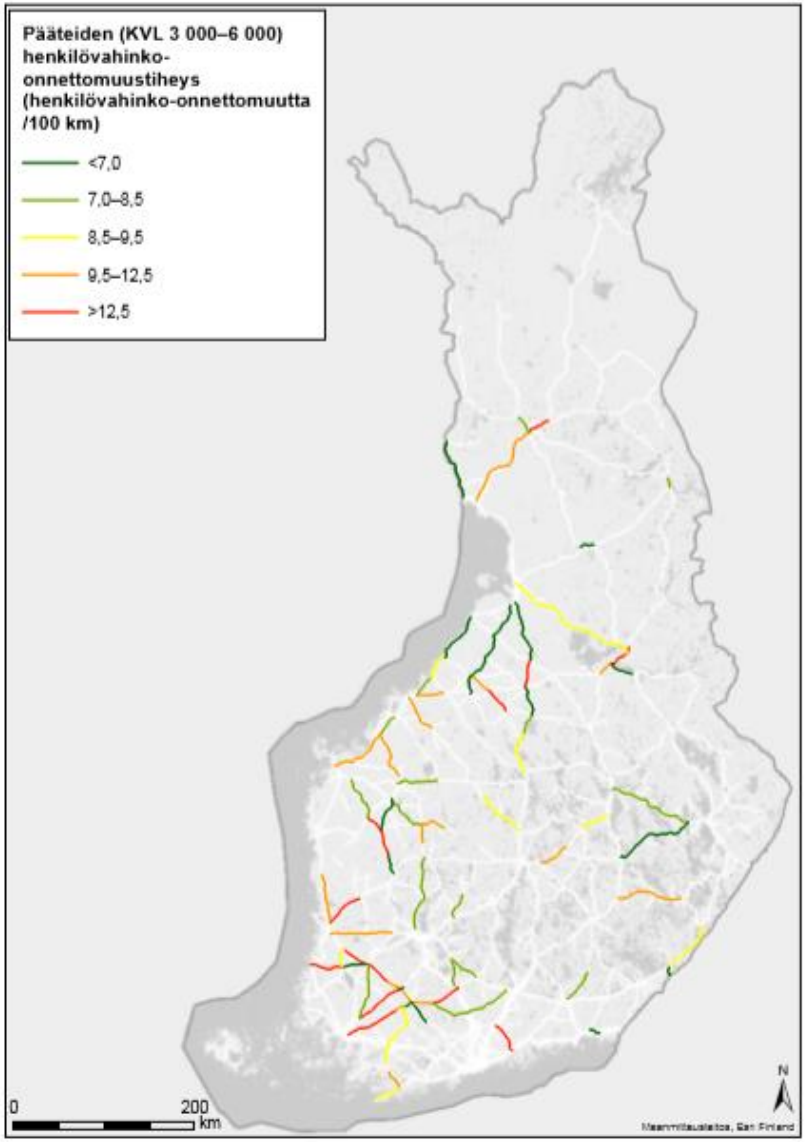
LIITE 2: Kartat henkilövahinko-onnettomuustiheydestä ja -riskistä pääteillä

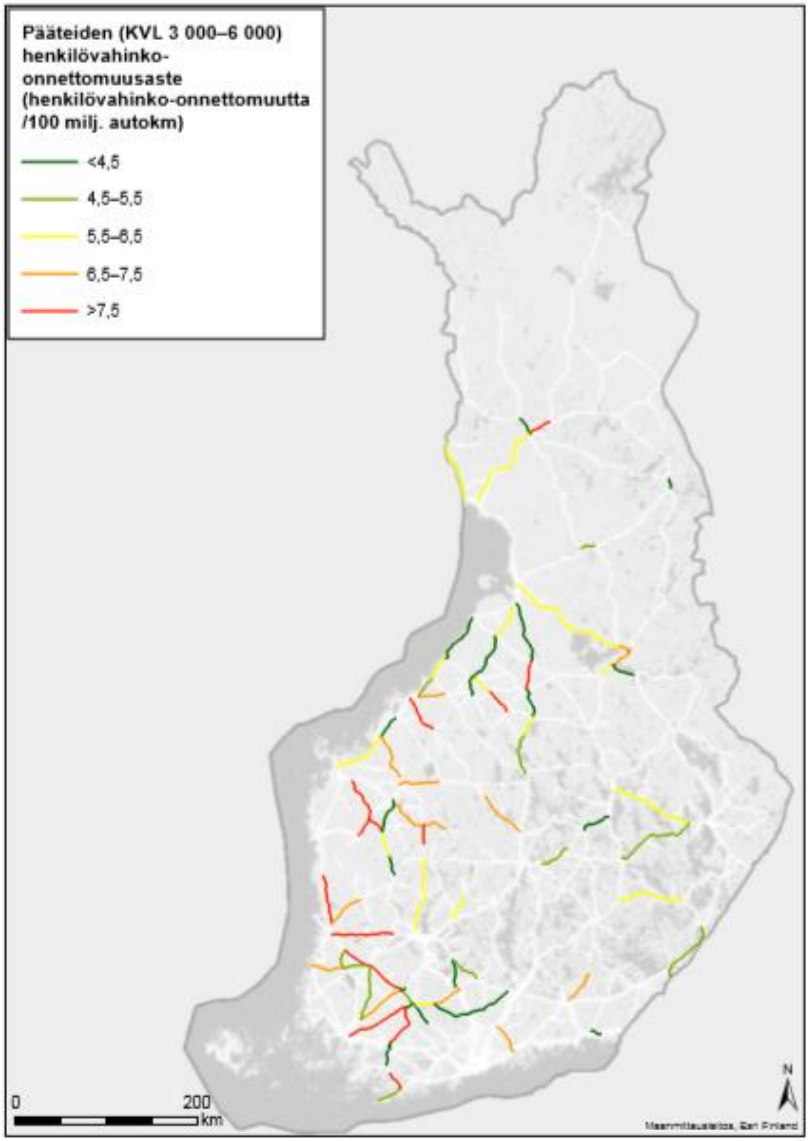


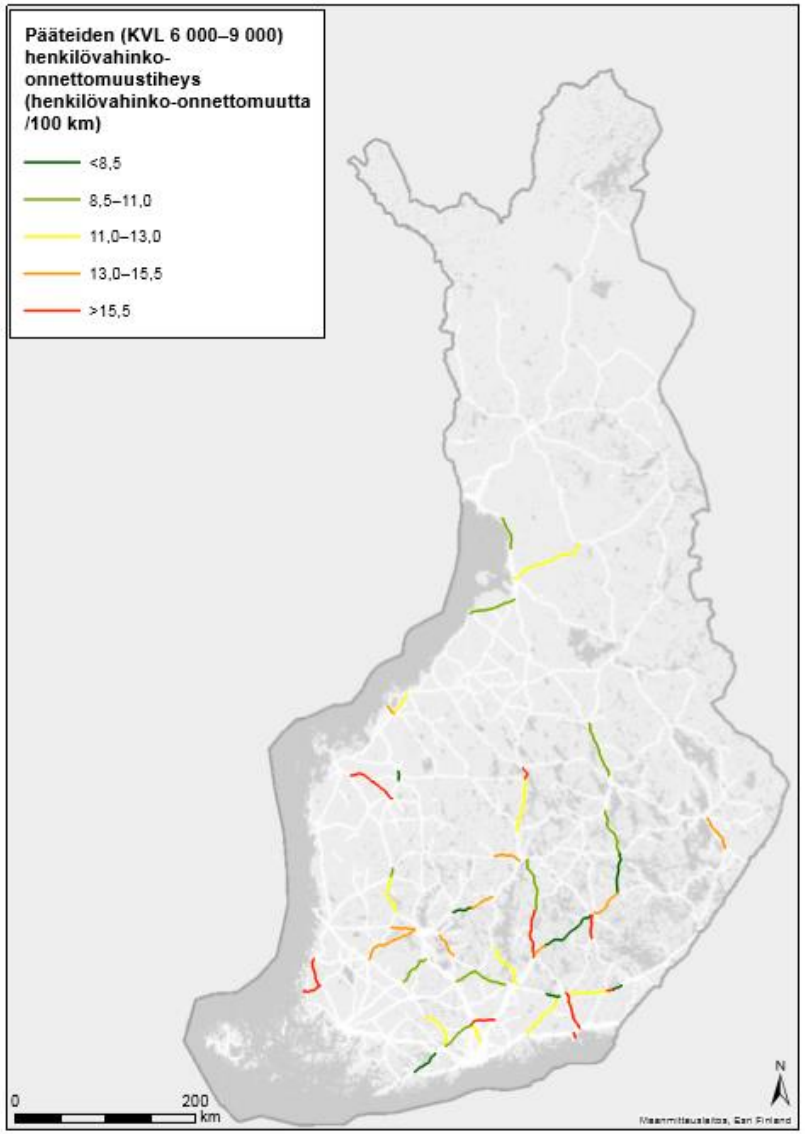


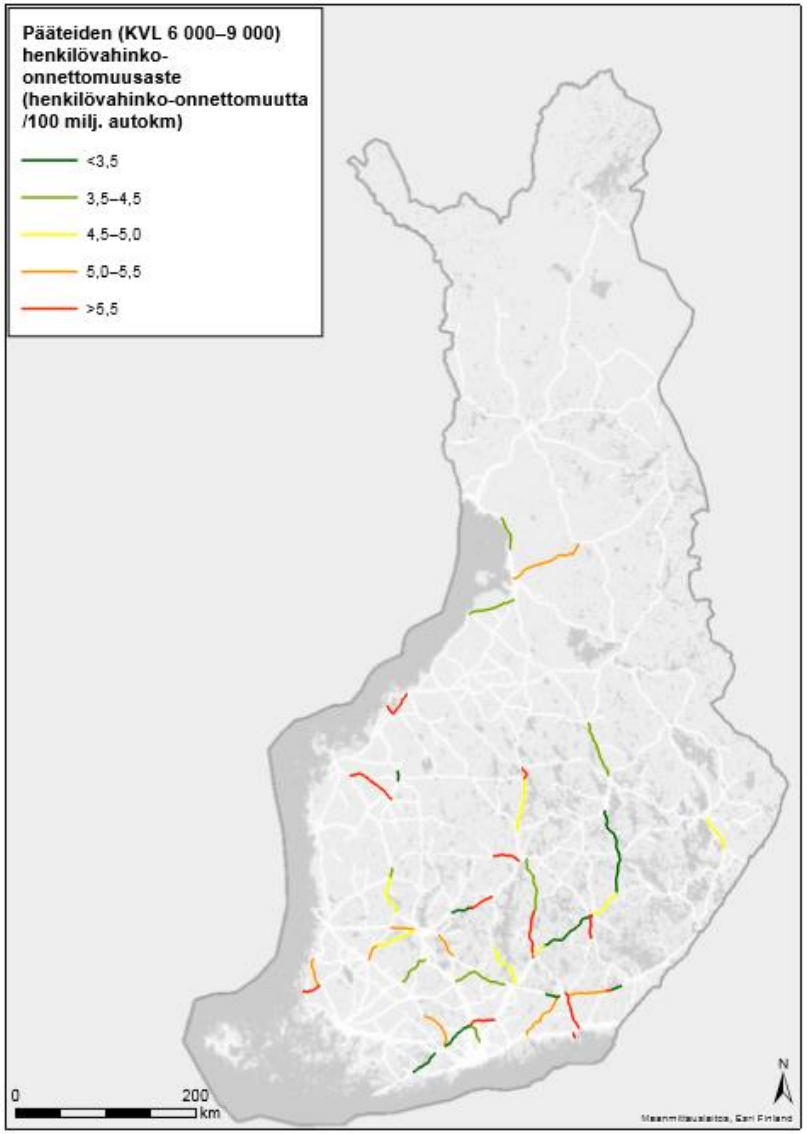

Pääteiden (KVL<3 000) henkilövahinko-onnettomuustiheys (henkilövahinko-onnettomuutta /100 km)
<3,0
3,0– 4,5
4,5–5,5
5,5–7,5
>7,5
0
200
km
N
Maanmittauslaitos, Esri Finland

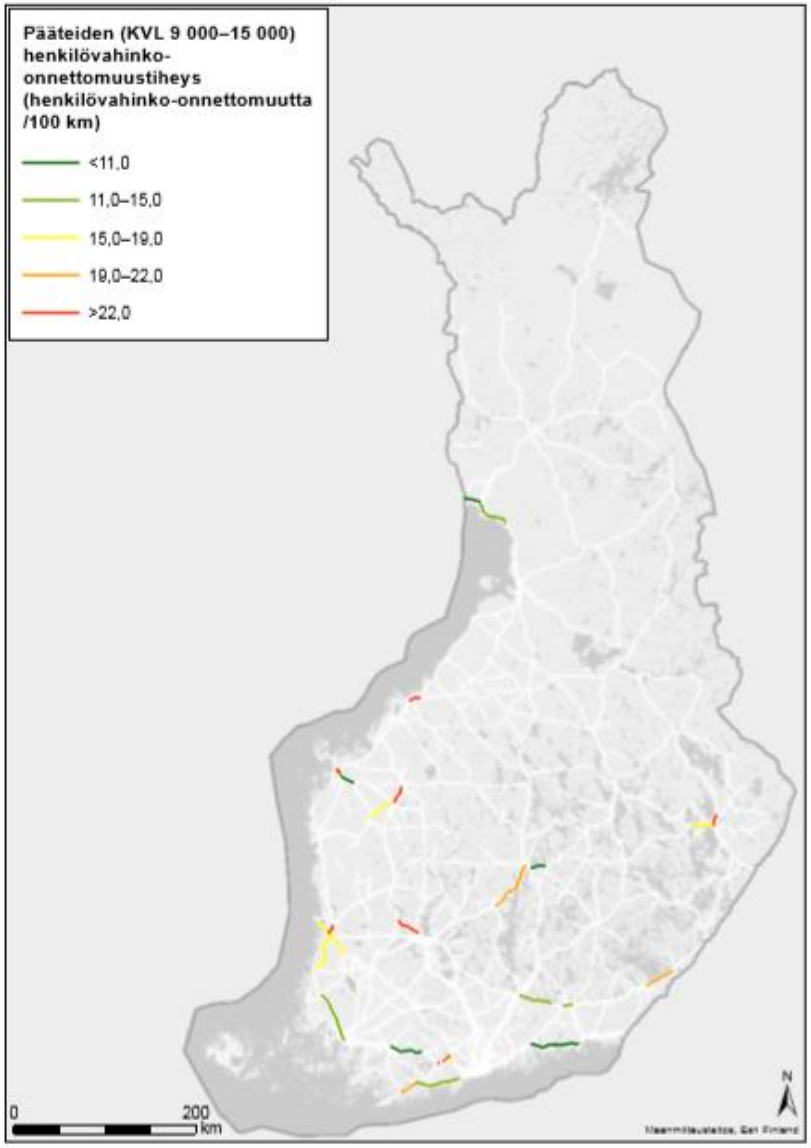

Pääteiden (KVL<3 000) henkilövahinko-onnettomuusaste (henkilövahinko-onnettomuutta /100 milj. autokm)
<4,5
4,5–6,0
6,0–7,5
7,5–9,5
>9,5
0
200
km
N
Maanmittauslaitos, Esri Finland

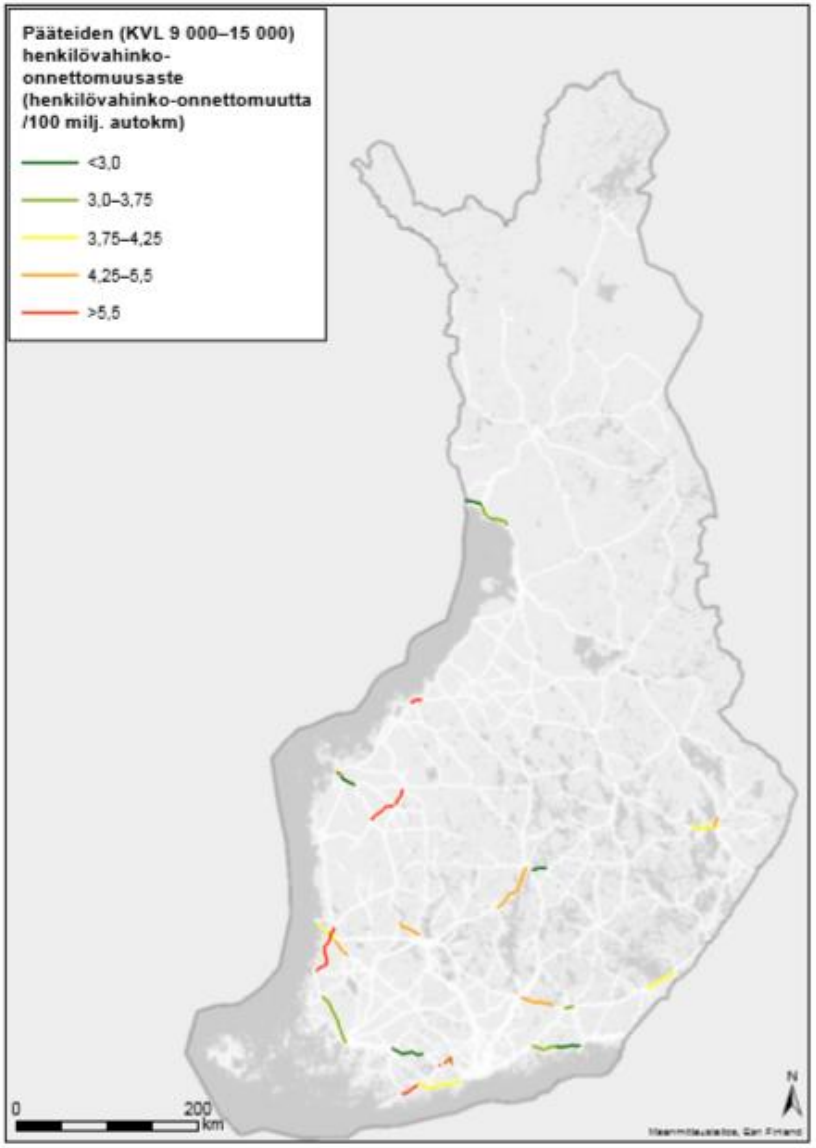

Pääteiden (KVL 3 000–6 000) henkilövahinko-onnettomuustiheys (henkilövahinko-onnettomuutta /100 km)
<7,0
7,0–8,5
8,5–9,5
9,5–12,5
>12,5
0
200
km
N

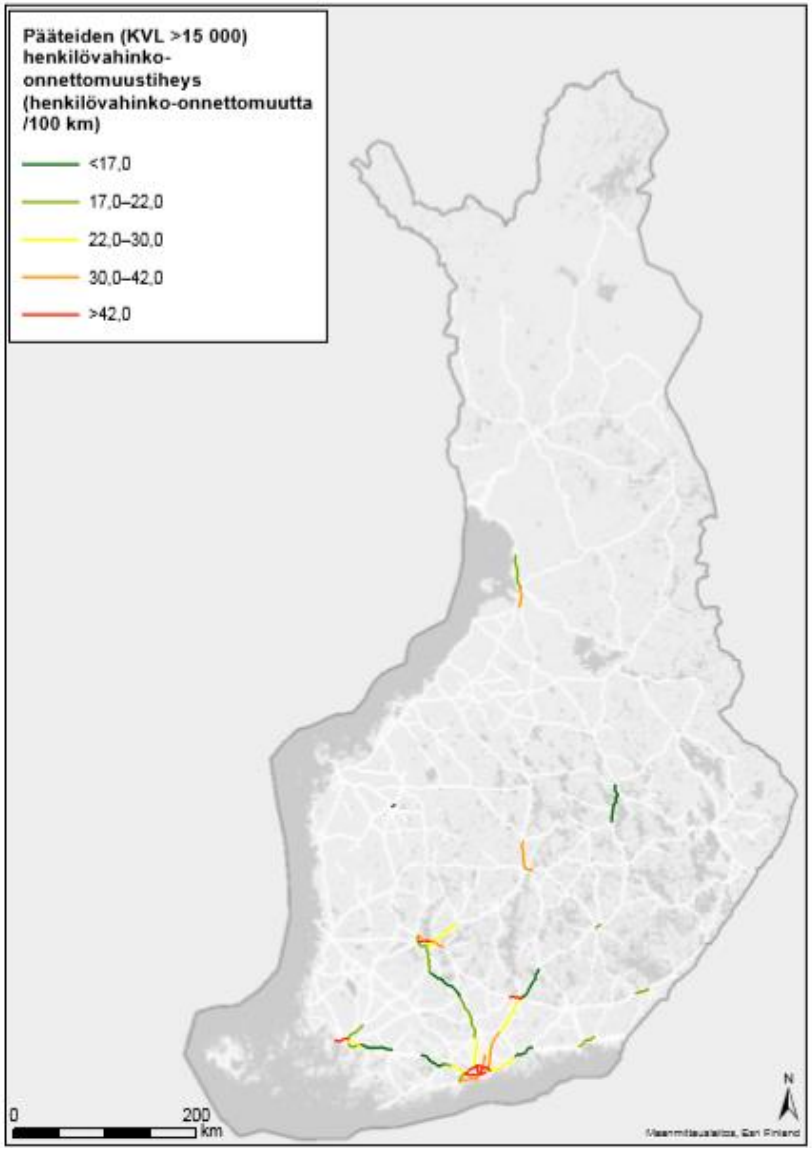

Pääteiden (KVL 3 000–6 000) henkilövahinko-onnettomuusaste (henkilövahinko-onnettomuutta /100 milj. autokm)
<4,5
4,5–5,5
5,5–6,5
6,5–7,5
>7,5
0
200
km
N

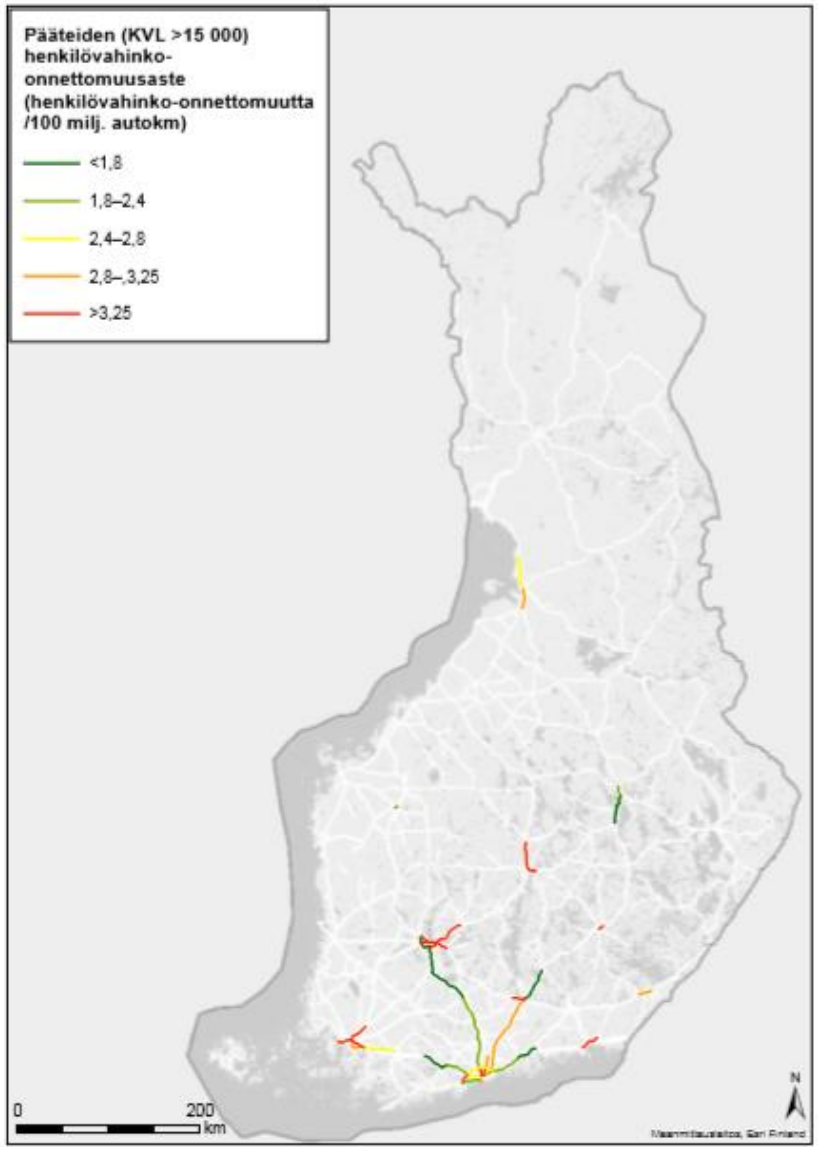

Pääteiden (KVL 6 000–9 000) henkilövahinko-onnettomuustiheys (henkilövahinko-onnettomuutta /100 km)
<8,5
8,5–11,0
11,0–13,0
13,0–15,5
>15,5
0
200
km
N
Maanmittauslaitos, Esri Finland


Pääteiden (KVL 6 000–9 000) henkilövahinko-onnettomuusaste (henkilövahinko-onnettomuutta /100 milj. autokm)
<3,5
3,5–4,5
4,5–5,0
5,0–5,5
>5,5
0
200
km
N
Maanmittauslaitos, Esri Finland


Pääteiden (KVL 9 000–15 000) henkilövahinko-onnettomuustiheys (henkilövahinko-onnettomuutta /100 km)
<11,0
11,0–15,0
15,0–19,0
19,0–22,0
>22,0
0
200
km
N


Pääteiden (KVL 9 000–15 000) henkilövahinko-onnettomuusaste (henkilövahinko-onnettomuutta /100 milj. autokm)
<3,0
3,0–3,75
3,75–4,25
4,25–5,5
>5,5
0
200
km
N


Pääteiden (KVL >15 000) henkilövahinko-onnettomuustiheys (henkilövahinko-onnettomuutta /100 km)
<17,0
17,0–22,0
22,0–30,0
30,0–42,0
>42,0
0
200
km
N


Pääteiden (KVL >15 000) henkilövahinko-onnettomuusaste (henkilövahinko-onnettomuutta /100 milj. autokm)
<1,8
1,8–2,4
2,4–2,8
2,8–,3,25
>3,25
0
200
km
N

LIITE 3: Väyläviraston käyttämien onnettomuusluokkien määrittäminen

OTI:n onnettomuustietorekisterin aineistoon määritettiin Väyläviraston käyttämät onnettomuusluokat lähteestä (Kelkka et al. 2006, s. 149) saadun ohjeen perusteella:

Tiehallinto, Hti 10.5.2001
Riikka Rajamäki, Auli Forsberg

onnettomuusluokan muodostaminen

Onnettomuusluokka muodostuu osallisten määrän, osallislajin ja onnettomuustyypin perusteella.

Jos onnettomuudessa on vain yksi osallinen, kuuluu onnettomuus luokkaan 1 = yksittäis-onnettomuus. Kuitenkin jos kyseinen osallinen on mopo MO (12), kuuluu onnettomuus luokkaan 7 = mopedionnettomuus. Vastaavasti jos osallinen on PP (11), on luokka 8 = polkupyöräonnettomuus ja jos osallinen on JK (10), on luokka 9 = jalankulkijaonnettomuus.
Jos joku OSLAJI = HI (70), kuuluu onnettomuus luokkaan 10 = hirvionnettomuus.
Jos joku OSLAJI = PE (71), kuuluu onnettomuus luokkaan 11 = peuraonnettomuus.
Jos joku OSLAJI = PO (72) tai ME (73), kuuluu onnettomuus luokkaan 12 = muu eläinonnettomuus.
Jos joku OSLAJI = AJ (43), RV (50), JU (51), MU (60) tai MK (42), mutta mikään OSLAJI ei ole HI (70), PE (71), PO (72) tai ME (73), kuuluu onnettomuus luokkaan 13 = muu onnettomuus.
Jos joku oslaji on JK (10) ja mikään oslaji ei ole AJ (43), RV (50), JU (51), MU (60), MK (42), HI (70), PE (71) PO (72) tai ME (73), kuuluu onnettomuus luokkaan 9 = jalankulkijaonnettomuus.
Jos joku oslaji on PP (11) ja mikään oslaji ei ole AJ (43), RV (50), JU (51), MU (60), MK (42), HI (70), PE (71), PO (72), ME (73) tai JK (10), kuuluu onnettomuus luokkaan 8 = polkupyöräonnettomuus.
Jos joku oslaji on MO (12) ja mikään oslaji ei ole AJ (43), RV (50), JU (51), MU (60), MK (42), HI (70), PE (71), PO (72), ME (73), JK (10) tai PP (11), kuuluu onnettomuus luokkaan 7 = mopedionnettomuus.
Jos ONTY = 10 – 13 tai 19 tai 30 – 32 tai 36 tai 39, kuuluu onnettomuus luokkaan 2 = kääntymisonnettomuus.
Jos ONTY = 00 – 05 tai 22 – 23, kuuluu onnettomuus luokkaan 3 = ohitusonnettomuus.
Jos ONTY = 40 tai 49 tai 50–55 tai 59, kuuluu onnettomuus luokkaan 4 = risteämisonnettomuus.
Jos ONTY = 20, 21, 24 tai 29, kuuluu onnettomuus luokkaan 5 = kohtaamisonnettomuus.
Jos ONTY = 06–08, kuuluu onnettomuus luokkaan 6 = peräänajo-onnettomuus.
Onnettomuudet, jotka eivät toteuta yhtään edellä lueteltua ehtoa, kuuluvat luokkaan 13 = muu onnettomuus.
Selitteet: OSLAJI = osallislaji, ONTY = onnettomuustyyppi

LIITE 4: Välittömien riskien luokittelu

OTI:n onnettomuustietorekisterin aineistojen tarkastelussa välittömät riskit moottoriajoneuvo-onnettomuuksissa luokiteltiin ylä- ja alaluokkiin:

Tienkäyttäjään liittyvät

Osallisen virheisiin tai ajotoimintaan liittyvät välittömät riskit

- Ei havainnoinut muuta liikennettä (vaipunut ajatuksiin, keskittymisvaikeuksia jne.)
- Puutteellinen havainto omasta paikasta ajoradalla
- Ei havainnut toista osapuolta tai tilannetta
- Virheellinen havainto toisesta osapuolesta tai tilanteesta
- Puutteellinen tai virheellinen havainto ympäristöstä
- Lähti tilanteeseen (ohitus, risteys ym.) ennakoimatta tai varmistamatta
- Ei tunnistanut liikennetilanteen vaaraa (antoi mennä reagoimatta)
- Virheellinen arviointi omista kulkumahdollisuuksista (nopeuden käyttö, väistämis- ja jarrutusmahdollisuudet jne.)
- Virheellinen tulkinta muiden aikomuksista tai tilanteesta
- Virheellinen tulkinta liikenneympäristöstä (esim. tien geometrian jatkumisesta)
- Muu ennakointiin liittyvä tapahtuma
- Virheellinen ajolinja (lähestyminen kaarretta, leikkaus liian jyrkästi, kaistanpito jne.)
- Virheellinen ohjausliike (äkillinen, voimakas, myöhästynyt, hidas, vesiliirrossa, lukkojarrutuksessa jne.)
- Jarrutusvirhe (tarpeeton/liian pitkä lukkojarrutus, liian voimakas, heikko, myöhästynyt, pitkä jarrutus jne.)
- Kaasunkäyttövirhe (liian voimakas, vedon lopettaminen jne.)
- Edellisten yhdistelmävirheet

Osallisen toimintakyvyn muutokseen liittyvät välittömät riskit

- Nukahtaminen, vireystilan lasku
- Tajunnan menetys

Osallisen itsetuhoisuuteen liittyvät välittömät riskit

- Ajoi/kulki tietoisesti tilanteeseen

Muu osalliseen liittyvät välittömät riskit

- Lyhyt toiminta-aika
- Ajoi/kulki mahdollisesta vaarasta välittämättä (tuurilla, riskillä, ajoi päin punaisia)
- Muu inhimillinen tekijä

Ajoneuvoon liittyvät

Ajoneuvon hallittavuuteen äkillisesti vaikuttavat tapahtumat

- Jarrujen tekninen vika
- Renkaan paineen äkillinen alentuminen
- Ajoneuvon kuorman irtoaminen, siirtyminen

Liikenneympäristöön liittyvät

- Eläin

LIITE 5: Taustariskien luokittelu

OTI:n onnettomuustietorekisterin aineistojen tarkastelussa liikenneympäristön taustariskit luokiteltiin ylä- ja alaluokkiin:

Luokittelematon taustariski

- Mahdollisuus ajautua/ajaa vastakkaiselle ajokaistalle (esim. ei keskikaidetta)

Liikenteenohjaukseen liittyvät taustariskit

Liikennemerkkien, tiemerkintöjen, liikennevalojen tai opasteiden puutteellisuus

- Tiemerkintöjen puutteellisuus/kuluneisuus/virheellisyys
- Palautetta antavien tiemerkintöjen puutteellisuus (esim. täristävä reuna)
- Muuttuvien opastusmerkkien puute
- Muu tielinjan liikenteen ohjaukseen liittyvä riski
- Risteyksestä tai liittymästä varoittaminen
- Liikennemerkin puuttuminen
- Liikennevalot puuttuvat
- Liikennevalojen heikko havaittavuus
- Liikennevalot keltavilkulla

Nopeusrajoituksen tarkoituksenmukaisuus

- Liian korkea nopeusrajoitus
- Suuri nopeushajonta
- Nopeusrajoituksen muutoskohta
- Ympäristön ja rajoituksen vastaamattomuus
- Kelin ja rajoituksen vastaamattomuus

Tieympäristöön liittyvät taustariskit

Tien geometriaan tai poikkileikkaukseen liittyvä riski

- Tien suuri kaarteisuus
- Tien suuri mäkisyys tai tien profiili kumpuileva
- Epäedullinen sivukaltevuus
- Poikkeava geometria esim. äkillinen kaarre
- Harhaanjohtava optinen ohjaus
- Kapea tie
- Leveä tie, leveäkaistatie tai ohituskaistatie
- Muu tien geometriaan liittyvä riski

Tien kuntoon liittyvä riski

- Kulumisurat
- Tien pintavauriot
- Vauriot tien reunassa
- Tien pinnan korjaukset esim. urapaikkaukset, asfaltointi
- Pientareen kunto, kapeus
- Yllättävä kunnon muutos esim. painuma, irtohiekkaa
- Muu tien kuntoon liittyvä riski

Näkemäesteet

- Maaston muoto (notkelma, kumpare) (tielinjalla)
- Puut, pensaat (tielinjalla)
- Muut ajoneuvot, muut ihmiset (tielinjalla)
- Puut, pensaat (risteyksessä)
- Muut ajoneuvot, muut ihmiset (risteyksessä)
- Tieviitat, opastekyltit, liikennemerkit, mainokset tms. (risteyksessä)
- Muu näkemäesteeseen liittyvä riski (risteyksessä)

Risteykseen tai liittymäjärjestelyihin liittyvä riski

- Vaarallinen risteys (paljon onnettomuuksia)
- Risteyksen tai liittymän muotoilu, laaja risteys tai epäselvät risteysjärjestelyt
- Ei ryhmittymiskaistaa tai liittymiskaistaa tai paikkaa
- Risteyksen tai liittymän epätarkoituksenmukainen sijoittelu
- Muu risteys
- Muu risteys- tai liittymäjärjestelyihin liittyvä riski

Tievalaistuksen puutteet

- Puuttuva tievalaistus
- Tievalaistuksen käyttämättömyys
- Muu tievalaistukseen liittyvä riski

Jalankulku- tai pyörätiejärjestelyihin liittyvä riski

- Ei kevyen liikenteen väylää
- Pyörätie, jalankulkuväylä, suojatie huonosti sijoitettu
- Piennar liian kapea, ei piennarta
- Ei turvallista ylityspaikkaa: ei suojatietä tai alikulkua, ylikulkua, keskisaareketta tms.

Tieympäristön törmäyskohteet seurausten pahentajana

- Liikenteenohjauslaitteet
- Pylväät
- Siltarakenteet
- Luiskat, penkereet, ojat, siltarummut tai joku muu liittymän rakenne
- Kallioleikkaus
- Maakivet, kivikko
- Puut, metsä
- Rakennukset, rakennelmat
- Muut törmäyskohteet

Kaiteet tai kaiteiden puutteet seurausten pahentajana

- Sivukaiteen tms. puuttuminen
- Heikko, matala kaide
- Lyhyt kaide
- Joustamaton kaide ja muut sivuesteen suojat
- Kaiteen viiste
- Kaiteen pää
- Muu kaiteisiin liittyvä tekijä

Tieympäristön muutosriskit

- Tietyöjärjestelyt
- Muu liikenneympäristön muutos

Liikenteen koostumusriskit

- Harva liikenne
- Ruuhkaliikenne
- Poikkeuksellinen liikenne
- Sekaliikenne (kevyt- ja moottoriajoneuvoliikenne)
- Vilkas moottoriajoneuvoliikenne
- Moottoriajoneuvojen erilaiset nopeuserot
- Muu liikenteen koostumukseen liittyvä riski

Tien tai tieympäristön sopivuuteen liittyvä riski

- Tien ja liikenteen vastaamattomuus, liikennemäärien kasvu
- Sekava liikenneympäristö
- Muu tieympäristön tarkoituksenmukaisuuteen liittyvä riski

Eläimet tai riista-aidan aukot

- Hirvi, peura- ja poroeläimet
- Aukot riista-aidassa ja niiden vaikutus eläinten liikkumiseen

Muut tiehen tai tieympäristöön liittyvät tekijät

- Tuuli
- Joukkoliikennepysäkkien/-alueiden epäselvät tai ahtaat järjestelyt
- Muu tieympäristöön liittyvä riski

Keliin tai olosuhteisiin liittyvät taustariskit

Keliriskit

- Märkä, vetinen tie tai roiskuva vesi
- Jäinen tie
- Luminen tie
- Sohjoinen tie tai ajourat
- Äkillinen muutos kelissä, lämpötilassa
- Ajoura jää tai lumipinnassa (polanteessa)
- Pitkittäissuunnassa vaihteleva keli
- Poikittaissuunnassa vaihteleva keli

Sääolosuhteet

- Vesisade
- Räntäsade
- Lumisade
- Sumu, usva
- Irtolumi tai lumipölypilvi, joka nousee edellä ajavan jäljistä
- Muu sääolosuhteisiin liittyvä riski

Kunnossapito

- Aurausta ei suoritettu
- Lumi- tai sohjovalli tien keskiosalla tai reunoilla, pientareella tai jäinen piennar
- Muu kunnossapitoon liittyvä riski

Valoisuus

- Pimeä
- Hämärä
- Häikäisy
- Muu valoisuuteen liittyvä riski

Poikkeava lämpötila

- Kuumuus

LIITE 6: Parannusehdotusten luokittelu

OTI:n onnettomuustietorekisterin aineistojen tarkastelussa liikenneympäristöön liittyvät parannusehdotukset luokiteltiin seuraavasti:

Luokittelematon parannusehdotus

- Keskikaiteiden asennus, ajosuuntien erottelu

Liikennemerkkeihin, liikennevaloihin, opasteisiin tai tiemerkintöihin liittyvät ehdotukset

- Tietyö
- Tien kunto (esim. epätasaisuus, irtokivet, tien reuna)
- Muu varoitus- tai ennakkomerkki (esim. suojakodista varoittaminen)
- Stopmerkki
- Ohituskielto
- Muu kielto
- Suunnistustaulu
- Muu ohje
- Liikennevalojen asettaminen
- Valojen havaittavuuden parantaminen (esim. opastimen suuntaus tai toisto-opastin)
- Olosuhteiden mukaan muuttuvat keli- ja olosuhdeopasteet (valotaulut)
- Muu vaaranpaikan merkitseminen
- Ajoratamerkintöjen maalaaminen, uudelleen maalaaminen
- Risteyksien ja suojateiden värikoodaus
- Muu ajoratamerkintä tai tiemerkintä

Nopeusrajoitukseen liittyvä ehdotus

- Paikallinen
- Pistekohtainen
- Olosuhteiden mukaan muuttuva (talvirajoitus, tien kunto)
- Muu nopeusrajoituksiin liittyvä ehdotus
- Olosuhteiden mukaan muuttuvat nopeusrajoitukset

Muut liikenteenohjaukseen liittyvät ehdotukset

- Automaattinen ajonopeuden valvonta
- Muu älykkään liikenteen ohjaukseen liittyvä ehdotus
- Muu liikenteen ohjaukseen liittyvä ehdotus (esim. liikennemerkkejä liikaa)
- Hidasteet esim. töyssy
- Muu ajonopeuden säätelyyn liittyvä ehdotus

Heräteviivoihin tai tärinäraitoihin liittyvät ehdotukset

- Heräteviivat ajoradan reunaan, keskelle
- Tihenevät poikkiviivat tai heräteviivat vaaranpaikoissa, liittymissä
- Tärinäraidan tai tärinäuran rakentaminen

Esteiden poistamiseen, kaiteisiin tai törmäysten seurausten lieventämiseen liittyvät ehdotukset

- Puiden tai kasvillisuuden poistaminen
- Myötäävien, heikennettyjen pylväiden käyttö
- Ojien, luiskien, penkereiden tai liittymärakenteiden loivennus/pehmennys/poisto
- Maaperän törmäyskohteiden (esim. maakivet) raivaaminen
- Suoja alueiden laajentaminen
- Törmäyskohteiden pehmennys
- Muu törmäyskohteisiin liittyvä turvaehdotus
- Kaiteiden asentaminen/kehittäminen

Muut tien parannukseen liittyvät ehdotukset

- Tien mäkisyyden yleinen parantaminen
- Tien kaarteisuuden yleinen parantaminen, tien linjauksen tasalaatuisuus
- Väärän sivukaltevuuden korjaaminen
- Tien kestopäällystäminen
- Tien leventäminen
- Pientareen päällystys, levennys
- Tien optisen ohjauksen parantaminen
- Näkemien parantaminen
- Tien perusparannus (esim. urien poisto)
- Muu tien parannukseen liittyvä ehdotus

Liikennejärjestelyiden kehittäminen

- Kiertoliittymän rakentaminen tai parantaminen
- Kääntymiskaistan tai levennyksen rakentaminen
- Ohituskaistojen tai -alueiden rakentaminen
- Liittymien määrän vähentäminen, tasoristeyksen poisto
- Liittymän, ylityspaikan siirtäminen, muotoilu tai porrastus
- Eritasoristeyksen tai liittymän rakentaminen
- Joukkoliikennepysäkkien siirto, sijoittelu tai kehittely
- Muu liikennejärjestelyihin liittyvä ehdotus
- Jalankulkuväylä, pyörätien rakentaminen, leventäminen
- Alikulkutunnelin tai ylikulkusillan rakentaminen
- Jalankulkuväylä, pyörätien erottaminen ajoradasta tai toisistaan (esim. kaide, erottelukaista)

Teiden kunnossapitoon liittyvät ehdotukset

- Suolaus
- Sohjon poisto
- Muu toimenpide
- Paikallinen liukkauden torjunta (mm. liittymät)
- Kelipäivystyksen tehostaminen
- Kunnossapidon aikaistaminen (esim. ennakkosuolaus)
- Liukkaudentorjunnan ja aurauksen yhdistäminen
- Aurausvallien poistaminen
- Jalankulku-/polkupyörätien kunnossapito
- Muu kunnossapitoon liittyvä ehdotus
- Kunnossapitotoimen laadun varmistaminen (esim. riittävän tehokas toimenpide)

Muut liikenneympäristöön liittyvät ehdotukset

- Riistaaidan rakentaminen, kehittäminen, korjaaminen hirvialueelle tai poroalueelle
- Hirvivaroitusjärjestelmien kehittely
- Näkemien raivaaminen hirvien havaitsemiseksi
- Hirvikannan säätely
- Tievalaistuksen asettaminen
- Tievalaistuksen tehostaminen
- Muu tievalaistukseen liittyvä ehdotus
- Muiden alueiden järjestelyt

LIITE 7: Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmän mukaiset onnettomuusluokat

Pääteillä vuosina 2013–2017 tapahtuneet henkilövahinko-onnettomuudet jakautuvat Väyläviraston onnettomuustietojärjestelmässä onnettomuusluokkiin:

Onnettomuusluokka	Henkilövahinko-onnettomuudet	Kuolemaan johtaneet onnettomuudet	Kuolleet	Loukkaantuneet
yksittäisonnettomuus	1888	104	109	2343
peräänajo-onnettomuus	918	15	15	1445
kohtaamisonnettomuus	635	221	259	1025
risteämisonnettomuus	463	22	24	770
kääntymisonnettomuus	461	17	20	759
hirvionnettomuus	361	8	9	467
muu onnettomuus	262	16	17	390
ohitusonnettomuus	234	17	21	346
polkupyöräonnettomuus	172	17	18	165
mopo-onnettomuus	147	2	2	170
jalankulkijaonnettomuus	114	34	35	94
peuraonnettomuus	60	0	0	72
muu eläinonnettomuus	24	0	0	26
Yhteensä	**5739**	**473**	**529**	**8072**

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

PL 320, 00059 TRAFICOM
p. 029 534 5000

traficom.fi

ISBN 978-952-311-345-9
ISSN 2669-8781 (verkkojulkaisu)

TRAFICOM
Liikenne- ja viestintävirasto